

Insper

Insper Instituto de Ensino e Pesquisa

Bacharelado em Ciências Econômicas

Jade Bertolotti Guarda

Transferência de Entropia Efetiva: mapeando a rede financeira e medindo o impacto causado pela pandemia do novo Covid-19

São Paulo

2021

Jade Bertolotti Guarda

Transferência de Entropia Efetiva: mapeando a rede financeira e medindo o impacto causado pela pandemia do novo Covid-19

TCC apresentado ao programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Leonidas Sandoval Junior - Insper

São Paulo

2021

Guarda, Jade Bertolotti

Transferência de Entropia Efetiva: mapeando a rede financeira e medindo o impacto causado pela pandemia do novo Covid-19./

Jade Bertolotti Guarda. – São Paulo: Insper, 2021.

36 f.

Monografia: Faculdade de Economia e Administração – Insper 2021.

Orientador: Prof. Dr. Leonidas Sandoval Junior

1. Transferência de Entropia. 2. Hapvida. 3. Grupo Notre Dame Intermédica. 4.

Covid-19. 5. Pandemia. 6. Setor de saúde. 7. Brasil. I Autor. II. Título

Jade Bertolotti Guarda

Transferência de Entropia Efetiva: mapeando a rede financeira e medindo o impacto causado pela pandemia do novo Covid-19

TCC apresentado ao programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Leonidas Sandoval Junior –
Insper

Banca Examinadora

Prof. Dr Leonidas Sandoval Junior

Insper

Prof. Tatiana Melhado

Insper

Resumo

Guarda, Jade. Transferência de Entropia Efetiva: mapeando a rede financeira e medindo o impacto causado pela pandemia do novo Covid-19. São Paulo, 2021. 21p. Monografia – Faculdade de Economia e Administração. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa.

O ano de 2020 foi marcado pelo início de uma pandemia, advinda da disseminação mundial do Coronavírus. Desse modo, diversas regiões entraram em colapso: empresas quebraram, pessoas perderam seus empregos e governos foram desestabilizados. Pensando nisso, este estudo visa analisar a forma como a rede de conexão entre empresas que atuam no setor de saúde se dá, e como essa conexão fez com que as empresas fossem mais ou menos afetadas com o advento da pandemia. Dessa maneira, foi utilizada a medida de Transferência de Entropia Efetiva para que seja possível haver tal tipo de entendimento, assim como a Correlação de Pearson, de forma a aprimorar o estudo de como o preço da ação de uma empresa está relacionado ao preço de outra, objetivando estabelecer uma relação de causalidade e influência. Ademais, este trabalho também foca, em um primeiro momento, na análise de duas seguradoras brasileiras, que também atuam no setor de saúde. Por isso, é utilizado como um “laboratório” deste estudo a análise de duas empresas do setor, a Hapvida e o Grupo Notre Dame Intermédica, que, recentemente, anunciaram a realização de uma possível fusão. Por isso, o objetivo é aplicar o método de Transferência de Entropia Efetiva para verificar o fluxo de informações entre tais entes e verificar, se após o anúncio da fusão, houve ou não uma mudança nesse fluxo. Já a Correlação será analisada, também, nesses dois momentos, de modo a observar se houve ou não alteração em tal medida.

Palavras-chave: Transferência de Entropia. Hapvida. Grupo Notre Dame Intermédica. Covid-19. Pandemia. Setor de saúde. Brasil.

Abstract

Guarda, Jade. Effective Transfer of Entropy: mapping the financial network and measuring the impact of the new Covid-19 pandemic. São Paulo, 2021. 21p. Monograph - Faculty of Economics and Administration. Insper Institute for Education and Research.

The year of 2020 was marked by the beginning of a pandemic, arising from the worldwide dissemination of the Coronavirus. As a result, several regions collapsed: companies went bankrupt, people lost their jobs, and governments were destabilized. With that in mind, this study aims to analyze the way in which the connection network between companies operating in the health sector takes place, and how this connection made the companies affected by the onset of the pandemic. In this way, the Effective Entropy Transfer measure was used so that this type of understanding could be reached, as well as the Pearson Correlation, to improve the study of how the share price of one company is related to the price of another, aiming to establish a relationship of causality and influence. Furthermore, this work also focuses, at first, on the analysis of two Brazilian insurance companies, which also operate in the health sector. Therefore, the analysis of two companies in the sector, Hapvida and Grupo Notre Dame Intermédica, which recently announced the completion of a possible merger, is used as a “laboratory” for this study. Therefore, the objective is to apply the Effective Entropy Transfer method to verify the flow of information between such entities and verify if, after the merger announcement, there was a change in this flow or not. The Correlation will also be analyzed in these two moments, to observe whether there was a change in such measure.

Keywords: Transfer of Entropy. Hapvida. Notre Dame Intermédica Group. Covid-19. Pandemic. Health sector. Brazil.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3	METODOLOGIA	17
3.1	Amostra e Dados	17
3.2	Variáveis	20
3.2.1	Análise Laboratorial	20
3.2.2	Análise Geral	26
3.3	Modelos	28
3.3.1	Correlação de Pearson	28
3.3.2	Revisão Metodológica Transferência de Entropia Efetiva	30
3.3.3	Transferência de Entropia Efetiva	33
5.	RESULTADOS	34
5.1	Resultados da Análise Laboratorial	34
5.2	Resultados da Análise Geral	39
6.	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

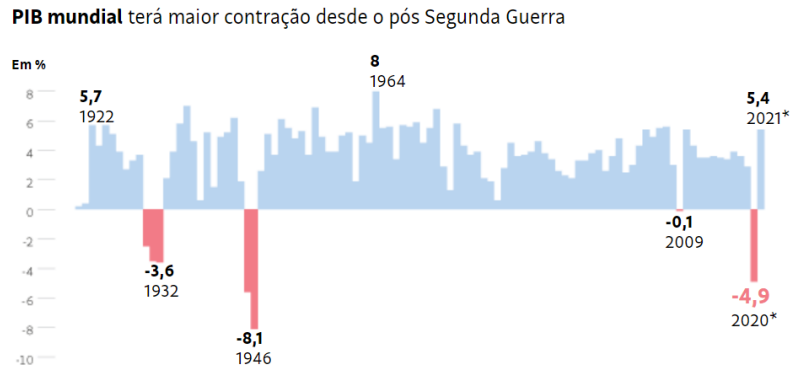
11 de março de 2020, o dia em que a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a pandemia do novo coronavírus (Sars-Cov-2), causador da doença Covid-19. Os primeiros casos da doença tomaram lugar na cidade de Wuhan, capital da província de Hubei, na China, e, rapidamente, a infecção espalhou-se para o restante do globo. Como consequência, o medo dispersou-se, sendo observados impactos em todos os âmbitos da sociedade. A situação muito assemelhou-se com a observada em 16 de novembro de 2002, quando ocorreu o primeiro caso oficial da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), na província de Guangdong, China. Tal qual pontuado por Haldane (2009), as várias incertezas sobre as causas e consequências relacionadas ao contágio pelo vírus trouxeram muitas economias vizinhas em toda a Ásia a uma paralisação. Assim, as taxas de ocupação de hotéis em Hong Kong caíram de mais de 80% para menos de 15%, enquanto, entre os hotéis 5 estrelas de Pequim, as taxas de ocupação caíram para menos de 2%. Houve, para além, um boicote a restaurantes chineses por todos os Estados Unidos.

Haldane destaca que o impacto macroeconômico do surto de SARS nunca será conhecido com certeza. Contudo, estima-se que seja algo em torno de 100 bilhões de dólares a preços de 2003. Ademais, ele ressalta que, em toda a Ásia, o impacto do vírus nas taxas de crescimento foi equivalente a uma queda entre 1 e 4 pontos percentuais. Não obstante, as taxas de morbidade e mortalidade foram, pelos padrões epidemiológicos, consideradas modestas, sendo somente cerca de 8.000 pessoas infectadas e menos de 1.000 morreram. Atualmente, porém, a situação é mais preocupante. “Uma crise como nenhuma outra, uma recuperação incerta. É dessa forma que o FMI (Fundo Monetário Internacional) resume o impacto da Covid-19 sobre a economia mundial.” (CUCOLO, 2020).

Apesar de, ainda, não se ter uma noção exata de todas as consequências trazidas pela pandemia do Covid-19, os dados aos quais se tem acesso são consideravelmente impactantes. Cucolo coloca que, segundo as projeções feitas pelo FMI, o Produto Interno Bruto (PIB) mundial terá a maior contração desde o pós Segunda Guerra, apresentando uma queda de 4,9% em 2020, o que pode ser observado no Gráfico 1. Quanto ao PIB per capita global, o autor mostra que, de acordo com as estimativas do Banco Mundial, o índice, em 2020, teria queda de 6,2%, indicando a quarta pior recessão em quase 150 anos, e isso pode ser visto no Gráfico 2. No que tange à taxa de juros, por sua vez, Cucolo pontua que essa se aproximou de zero pela primeira vez na história, atingindo, em julho de 2020, o valor de 0,04% ao mês, como mostrado

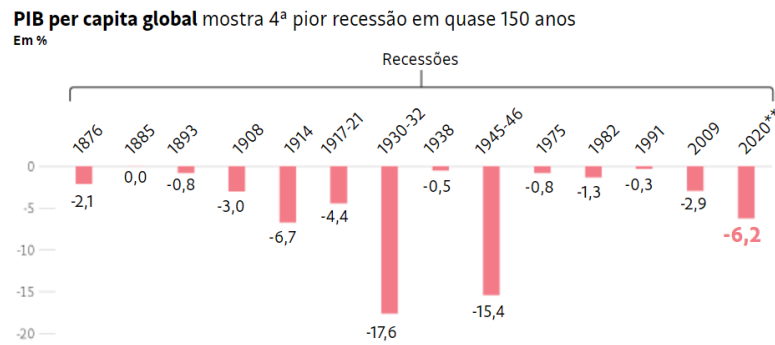
no Gráfico 3. Por fim, a queda da população ocupada no Brasil e a taxa de desemprego devem bater recorde, atingindo -6,7% e 19%, respectivamente, pelas projeções da Faculdade Getúlio Vargas (FGV), tal qual observado no Gráfico 4.

Gráfico 1 – Variação do PIB mundial (em %)



Fonte: Cucolo (2020)

Gráfico 2 – Variação do PIB per capita global (em %)



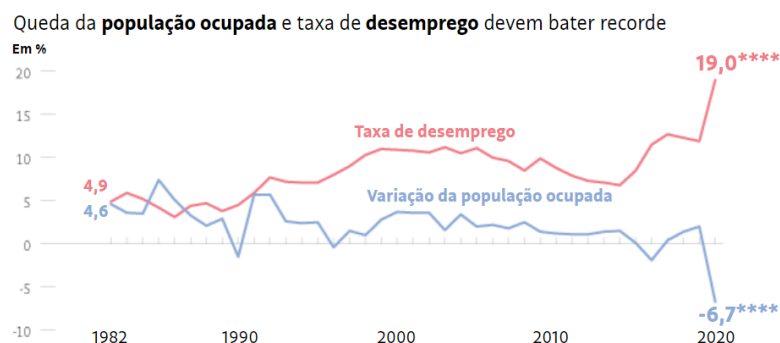
Fonte: Cucolo (2020)

Gráfico 3 – Taxa de juros (em % ao mês)



Fonte: Cucolo (2020)

Gráfico 4 – Taxa e desemprego e variação da população ocupada (em %)



Fonte: Cucolo (2020)

Haldane traz também o evento que tomou lugar em 15 de setembro de 2008, quando o Lehman Brothers, considerado, à época, um dos maiores bancos de investimentos dos Estados Unidos (EUA), entrou com pedido de concordata. O pânico logo se seguiu, levando muitos mercados e instituições financeiras à paralisação. Dessa maneira, muitos foram os bancos que acumularam liquidez por medo de emprestar a bancos infectados, causando um impasse no dinheiro a prazo; já *spreads* em títulos de empresas com classificação mais baixa dispararam e, também, houve um boicote dos restantes grandes bancos de investimento dos EUA.

Pesando nisso, Haldane ressalta como essas semelhanças, no caso, entre os eventos de 2003 e 2008, mas podendo também ser expandida para a pandemia atual, são impressionantes. A ocorrência de um evento externo faz com que o medo domine o sistema, de tal forma que o dano colateral resultante é amplo e profundo. No entanto, a causa raiz de todo esse frenesi pode ser considerada, na maior parte das vezes, modesta, o que o autor retrata através de uma metáfora extremamente precisa “o bater da asa de uma borboleta em Nova York ou Guangdong gera um furacão para a economia mundial. A dinâmica parece caótica, matematicamente e metaforicamente.” (HALDANE, 2009, p. 1, tradução do autor). Contudo, Haldane aponta que tais similaridades não são mera coincidência. Na verdade, seriam manifestações do comportamento de complexas redes adaptáveis, ao colocadas sob uma situação de estresse.

Allen e Babus (2009) pontuam, contudo, que seriam necessárias, ainda, mais obras que mapeassem, de fato, a rede financeira, o que ajudaria a guiar o desenvolvimento de novas teorias para que eventos, como a crise de 2008, pudessem, de fato, serem compreendidos. Levando isso em conta, é interessante observar o trabalho realizado por Sandoval (2014). O pesquisador emprega em sua obra uma medida chamada Transferência de Entropia, visando aprimorar o seu estudo de como o preço da ação de uma empresa está relacionado ao preço de outra, sendo possível estabelecer uma relação de causalidade e influência, o que não poderia ser concluído

caso fossem empregados outros instrumentos de medida, como a correlação. Dessa forma, Sandoval explica que a Transferência de Entropia de uma variável Y para uma variável X consiste na informação média contida em Y sobre o próximo estado de X que ainda não estava contida em valores anteriores de X . Assume-se, então, que o elemento em i_{n+1} da série temporal da variável X é influenciado pelos k estados anteriores de X e pelos ℓ estados anteriores de Y .

Levando em conta, então, que ainda existe um déficit em obras que de fato mapeiam a rede financeira e, conseqüentemente, uma falta de análises relacionadas aos impactos do novo coronavírus sobre essa rede, um dos objetivos deste estudo é compreender a forma como as companhias ao redor do mundo estão conectadas, e se a chegada da pandemia alterou de alguma dessas relações. Desse modo, o intuito é tornar inteligível a forma como a rede de conexão entre tais empresas se dá, sendo que, para tanto, será empregada a medida de Transferência de Entropia Efetiva (ETE) para que seja possível haver tal tipo de entendimento. Ademais, será empregada também a Correlação de Pearson para verificar se as ações dessas companhias se comportam de forma similar. Como o trabalho em questão também tratará, mais especificamente, do setor de saúde, para que seja possível entender essas relações, serão empregadas algumas companhias que compõem o índice S&P Global 1200 Health Care.

Para que se atinja o objetivo mais geral descrito anteriormente, primeiramente será feito um estudo mais direcionado à compreensão de como as ações de duas empresas brasileiras do ramo de seguros de saúde podem afetar uma à outra, sendo essas empresas a Hapvida e a Notre Dame Intermédica. No início do mês de março de 2020, essas companhias anunciaram publicamente a realização de uma possível fusão, que daria origem a uma das maiores operadoras de planos de saúde do mundo, sendo que a combinação de negócios ainda aguarda aprovação do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

Assim, visa-se empregar a correlação de Pearson para verificar se há alguma relação entre o comportamento das ações dessas seguradoras e, depois, a Transferência de Entropia Efetiva para verificar o fluxo de informações entre essas companhias. O objetivo é verificar se, após o anúncio da fusão, houve ou não uma mudança dessas duas medidas. Desse modo, esse tópico será considerado como um “laboratório” para o estudo tanto da Correlação de Pearson, quanto da medida de Transferência de Entropia Efetiva em si, que, posteriormente, serão empregadas em uma análise mais expandida, quando será feito o uso das ações do S&P Global 1200 Health Care.

Já de antemão, é importante pontuar que, quanto ao critério de correlação, para a análise mais geral foi observado que houve uma significativa correlação entre os log-retornos de empresas pertencentes à indústria de Provedores e Serviços de Saúde nos Estados Unidos, no

período após o início da pandemia do Covid-19. Ademais, a maior parte das correlações também ocorreu entre os log-retornos de companhias que pertencem às mesmas subindústrias. Para além, no que tange a análise laboratorial, é possível dizer que, em 2020, com o advento da pandemia, a correlação entre as ações da Hapvida e da Intermédica foi muito alta e, em 2021, quando, somado à pandemia, começaram os processos de fusão das duas empresas, a correlação aumentou ainda mais.

Já em relação ao critério da Transferência de Entropia Efetiva, foi verificado, para a análise mais geral, que observação cautelosa das indústrias e subindústrias às quais as ações pertenciam foi de extrema importância para auxiliar o entendimento do fluxo de informações que estava ocorrendo entre as séries históricas de retornos, principalmente após o início da pandemia do Covid-19. Ademais, quanto à análise feita de forma mais restrita, considerando apenas as ações da Hapvida e Intermédica, notou-se que, em 2020 e 2021, a Transferência de Entropia Efetiva da Intermédica para a Hapvida é negativa, graças à alta correlação entre os log-retornos das ações.

Na primeira seção deste trabalho, são explicadas as literaturas empregadas como base para a análise. Já na segunda, há uma breve introdução da metodologia e dos dados que serão empregados. Na terceira, há uma breve descrição dos resultados. Por fim, na quarta, há uma conclusão daquilo que foi observado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Haldane (2009) classifica as redes como complexas, porque essas redes são formadas a partir de inúmeras interconexões, financeiras e não financeiras, e adaptáveis, afinal, o comportamento dessas foi impulsionado pelas interações entre agentes. Dessa forma, a disseminação de uma epidemia, a degradação de um ecossistema ou a desintegração de um sistema financeiro são, cada uma, um galho diferente da mesma família de redes.

Allen e Babus (2009) apontam que as instituições financeiras estão indiretamente conectadas por manter exposições de portfólio semelhantes. Já quando eles compartilham a mesma massa de depositantes, pode-se dizer que os bancos estão conectados em uma rede através do lado do passivo da planilha de balanço. Com isso, os autores afirmam que a intrincada estrutura de ligações entre as instituições financeiras pode ser capturada através de uma representação de rede de sistemas financeiros. Isso posto, o objetivo de Haldane é, ao considerar o sistema financeiro como uma dessas redes complexas e adaptáveis, entender as vulnerabilidades que levaram à construção desse sistema ao longo dos anos, e sugerir formas de torná-lo mais robusto no futuro.

Assim sendo, Haldane inicia sua argumentação apontando que a rede financeira possui duas principais características, homogeneidade e complexidade. O estudioso coloca que essa falta de diversificação advém de uma estratégia de negócio complementar. Por um lado, o risco passou a ser visto como uma *commodity*, devendo fluir em direção àqueles mais capacitados de lidar com ele. Por outro, as firmas passaram a engajar-se no jogo frenético de “siga o líder”, migrando constantemente para as atividades em que os retornos pareciam mais atrativos. Isso, na visão das companhias, parecia ser uma tentativa de diversificação, mas, na verdade, fez com que as empresas ficassem cada vez mais similares entre si, de forma que essa busca individual por heterogeneidade levou a um sistema homogêneo. Allen e Babus ressaltam que novos *insights* sobre o risco sistêmico de infecção podem ser obtidos a partir do entendimento de como as instituições financeiras estabelecem conexões quando expostas a tal risco, sendo que o compartilhamento de riscos é visto como uma importante força motriz para explicar como as instituições financeiras estabelecem conexões.

Quanto à complexidade, Haldane coloca que a securitização fez com que a dimensionalidade da rede financeira aumentasse, tal qual a complexidade dessa. Como definido por Allen e Babus, uma rede descreve uma coleção de nós e as conexões entre esses. Assim, um aumento de complexidade pode ser mais bem traduzido como um crescimento dos nós, de

forma que as interconexões entre eles se multiplicaram. Os autores pontuam, então, que os nós da rede representam as instituições financeiras, enquanto os *links* são criados por meio de exposições mútuas entre bancos, adquiridos no mercado interbancário ou por compartilhamento da mesma massa de depositantes.

Juntas, a complexidade e a homogeneidade incorrem em algumas consequências, como pontuado por Haldane. Primeiramente, tem-se um sistema robusto, mas, ao mesmo tempo, frágil. Uma rede interconectada acaba por apresentar um importante ponto de inflexão. Até certo momento, os nós podem ser vistos como amortecedores de choques, dissipando possíveis distúrbios por meio da partilha de riscos e da diversificação. Assim, a conectividade leva à robustez da rede. Não obstante, isso apresenta um limite, de forma que, ao ultrapassá-lo, os nós passam a servir como amplificadores de choques, prevalecendo a fragilidade e havendo contágio de risco. Allen e Babus ressaltam que é possível mostrar que não só essa rede de estruturas responde de forma diferente à propagação de um choque, mas que, também, a fragilidade do sistema acaba por depender da localização na rede da instituição que foi inicialmente afetada pelo choque em questão.

Haldane explica que as redes conectadas possuem uma distribuição com caudas longas, de forma que isso faz com que tais redes apresentem uma maior robustez perante perturbações aleatórias, mas mais suscetíveis a ataques direcionados, já que esses podem atingir o coração do sistema. Outra questão importante é a propriedade do “mundo pequeno”, presente nas redes conectadas, a qual também faz com que problemas locais acabem se tornando globais. Allen e Babus explicam que essa propriedade implica que a distância média mais curta entre pares de nós em uma rede social tende a ser muito baixa, sendo que essa distância entre dois nós é medida como o número de *links* entre esse par.

Observando as estatísticas relacionadas, então, à rede financeira internacional, Haldane chega a conclusões. Primeiramente, a escala e a interconectividade dessa rede cresceram muito nos últimos vinte anos, tendo os nós inchado e as conexões se tornado mais frequentes. Ademais, a rede apresentou uma distribuição com longas caudas, compreendendo um número relativamente pequeno de centros financeiros, mas com muitos braços. Outra questão é que o comprimento médio do caminho traçado pela rede financeira internacional também diminuiu durante os últimos vinte anos. Sendo assim, observa-se um sistema financeiro com altos e crescentes graus de interconexão, uma distribuição de grau de cauda longa e propriedades de um “mundo pequeno”. Isso traduz-se em um sistema robusto, mas frágil, suscetível a uma perda de confiança nos principais centros financeiros e com rápida transmissão internacional de distúrbios.

Sob uma situação de estresse, como a crise financeira de 2008, soma-se a essa rede, que, ainda que robusta, frágil, as respostas racionais adotadas pelos bancos frente ao medo de infecção. Haldane coloca que os bancos entraram na crise com uma grande carteira de ativos de risco. Pensando nisso, conforme o risco materializou-se, os bancos buscaram racionalmente proteger-se da infecção de outros bancos, acumulando liquidez em vez de repassá-la, aumentando o estresse nos mercados monetários. Contudo, tais entidades também se mostravam incapazes de financiar facilmente sua carteira de ativos, de modo que algumas empresas optaram pela venda de ativos.

Outro comportamento adotado como resposta a esse medo de infecção acaba surtindo efeito na precificação dos instrumentos financeiros, aumentando ainda mais a apreensão nos mercados financeiros. Dessa forma, Allen e Babus colocam que a fragilidade das redes financeiras não surge apenas de forma exógena, a partir da exposição das instituições financeiras a fatores de risco macro comuns, como crises econômicas; também evolui endogenamente, como já pontuado por Haldane, por meio de vendas forçadas de ativos por alguns bancos, o que acaba deprimindo o preço de mercado e induzindo mais sofrimento a outras instituições. Haldane ressalta, também, que a inovação financeira, assumida sob a forma de produtos estruturados, aumentou ainda mais a dimensionalidade, complexidade e incerteza da rede financeira, de tal forma que a fragilidade de tais redes foi, mais uma vez, expandida, tornando todo o sistema menos resistente a perturbações.

Pensando, então, em todos os aspectos anteriormente levantados, Haldane conclui que descontinuidades bruscas no sistema financeiro foram um acidente esperando para acontecer, e, devido a isso, ele sugere algumas políticas, de forma a tentar evitar, no futuro, deslocamentos sistêmicos. Desse modo, ele levanta algumas áreas que devem ser estudadas: informações e comunicação, e políticas de regulação e de reestruturação. Assim, ele coloca que é necessário mapear a rede, de forma a adquirir informações, sendo que, a esses diagnósticos estáticos, podem ser adicionadas estatísticas de resumo dinâmico de resiliência da rede, como respostas simuladas de falha ou estresse nodal. Esses dados, então, precisam ser analisados, permitindo, depois, a comunicação daquilo que foi encontrado.

Ainda, Haldane pontua que os dados agregados são um trabalho para as autoridades, e a divulgação é importante tanto de maneira *ex-ante*, como um meio de melhor precificação e gerenciamento de risco, quanto *ex-post*, como um meio de conter o risco de infecção. Ademais, é importante que o governo dê uma atenção especial à importância da segmentação dos indivíduos de alto risco e alta infecção, chamados de “super espalhadores”. Para além, deve

haver também uma abordagem de todo o sistema para que ocorra a gestão adequada de problemas de rede.

Assim sendo, deve existir tanto um trabalho de regulação, de forma a garantir o controle adequado das consequências prejudiciais do fracasso de grandes instituições interconectadas, quanto de reestruturação, para que a rede financeira seja estruturada de forma a reduzir as chances de um futuro colapso sistêmico. Allen e Babus mencionam que as regulações visam instituições individuais, bem como consideram as vulnerabilidades que acabam por emergir de interdependências de rede no sistema financeiro, de forma a prevenir uma crise local de se tornar global.

Pensando nisso, Sandoval (2014) coloca que o principal objetivo de sua obra é expandir a base teórica e experimental relacionadas ao entendimento da rede financeira internacional. Para tanto, ele se propõe a analisar a Transferência de Entropia Efetiva entre as maiores companhias financeiras do mundo, e a rede formada por elas, baseando-se em tal medida de troca de informações. Para além, ele também visa mapear uma rede de influências que poderá ser empregada no estudo de possíveis movimentos de contágio, originados em países que estão vivendo crises financeiras.

Vale pontuar também que, em um segundo momento do estudo, o autor, visando investigar quais das principais instituições financeiras recebem mais entropia das instituições financeiras de países em crise durante a Crise Soberana da Europa de 2009 e 2010, agrega ainda mais dados à sua análise. Assim, ele considera como sendo tais países em crise Grécia, Chipre, Espanha, Portugal, Itália e Irlanda. Mesmo a Itália não sendo considerada um país em crise, costuma ser apontada como uma economia frágil no momento do estudo.

Sandoval conclui que as ações das companhias estudadas estão relacionadas, primeiramente, pelo país em que são negociadas, e, então, pelas indústrias e subindústrias às quais pertencem. Dessa forma, por meio da estrutura de rede obtida a partir da medida de Transferência de Entropia Efetiva foi possível entender influências causais entre as ações. Ademais, graças ao uso dos log-retornos tanto em seus formatos originais quanto defasados em um *lag*, foi possível perceber que os preços de algumas ações em um dia acabavam por influenciar o preço dessas no dia seguinte.

Outra importante constatação foi que as ações pertencentes a companhias europeias e norte-americanas do ramo de seguros e de bancos foram consideradas as mais centrais da rede financeira. Isso porque as seguradoras são as principais vendedoras de títulos de inadimplência de crédito, enquanto os bancos são grandes compradores e vendedores de tais títulos. Também, conclui-se que há uma tendência de transferência de entropia das seguradoras para os bancos.

Ademais, as ações mais influenciadas pelas ações dos países em crise de acordo com a medida de Transferência de Entropia Efetiva são as de empresas europeias e, principalmente, algumas ações pertencentes a certos bancos específicos, tais como o Santander, Banco Nacional da Grécia e Bradesco. Para além, as ações que mais influenciam, também pelo critério da Transferência de Entropia Efetiva, são as dos bancos pertencentes aos países em crise, principalmente se os bancos são nativos de outros países, mas suas ações são negociadas no país em crise. É importante ressaltar, também, que, de acordo com a Transferência de Entropia Efetiva, as ações da Grécia, Chipre e Irlanda têm pouco efeito sobre os demais estoques do mundo. Portanto, Itália, Espanha e Portugal, nesta ordem, parecem ser os mais influentes países em crise.

Nota-se, então, que o trabalho traz mais informações sobre o estudo do contágio entre as instituições financeiras, tendo como base uma rede real, isto é, uma rede capaz de identificar quais empresas são mais centrais para a propagação de crises e quais são mais dependentes de economias em decadência. Pensando nisso, o autor pontua a importância de seu estudo como ponto de partida para o desenvolvimento de políticas para evitar a propagação de crises financeiras.

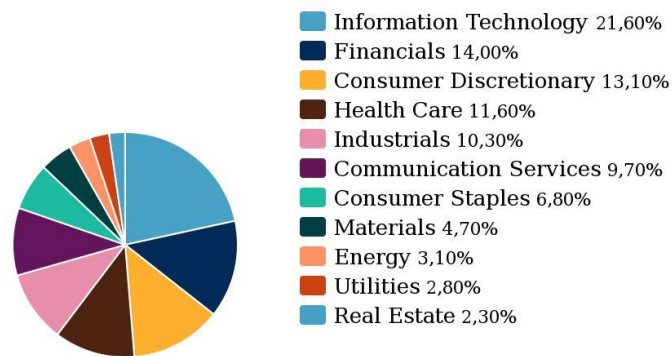
3 METODOLOGIA

3.1 Amostra e Dados

Para a elaboração deste trabalho, serão empregadas séries históricas de preços obtidas no Yahoo Finance e na Bloomberg. Assim como Sandoval o fez, neste estudo também serão usados os logaritmos da variação dos preços de fechamento das ações. Desse modo, para a realização da análise laboratorial, mencionada anteriormente, devem ser coletadas as séries históricas de preços da Hapvida e da Intermédica, antes e depois do anúncio de fusão, bem como antes do início da pandemia. Ambas as empresas realizaram a oferta pública inicial na B3 em 2018: a Hapvida no dia 25 de abril e a Intermédica no dia 23 de abril. Já o anúncio de uma possível fusão ocorreu no dia 26 de fevereiro de 2021. Pensando nisso, devem ser extraídas as séries de preços desde maio de 2018 até setembro de 2021, de forma a capturar ambos os momentos da empresa: aquele em que não havia tido o anúncio ainda, nem o início da pandemia, e o pós anúncio.

Já para a análise mais ampla, como o objetivo deste estudo é analisar se uma companhia é afetada de alguma maneira pelos resultados de outra, e se, com o advento da pandemia, essa relação de influências foi ou não alterada de alguma maneira, devem ser utilizados dados referentes a momentos pré e pós-Covid-19. Assim sendo, serão coletadas as séries de preços de 4 anos, ou seja, de 2018 até 2021, de empresas com sedes em distintas partes do globo. Sandoval, a fim de escolher séries temporais adequadas das principais ações em termos de capitalização de mercado, empregou em sua obra o S&P Global 1200.

De acordo com S&P Global 1200 – S&P Down Jones Indices (2021), esse indicador oferece exposição eficiente ao mercado acionário global. Desse modo, o índice é capaz de capturar aproximadamente 70% da capitalização de mercado global, sendo formado por sete índices básicos, muitos dos quais são líderes aceitos nas suas respectivas regiões. Estes incluem o S&P 500® (EUA), S&P Europe 350, S&P TOPIX 150 (Japão), S&P/TSX 60 (Canadá), S&P/ASX All Australian 50, S&P Asia 50 e S&P Latin America 40. No gráfico abaixo, é possível observar a composição por setor do índice, sendo interessante notar a diversidade de segmentos que o compõem.

Gráfico 5 – Distribuição por setor do S&P Global 1200 em 30 de abril de 2021

Baseado em setores da GICS®
 As ponderações para cada setor do índice são arredondadas até o décimo mais próximo de um por cento. Portanto, os pesos somados do índice podem não ser iguais a 100%.
 Dados de Apr 30, 2021

Fonte: S&P Global 1200 – S&P Down Jones Indices (2021)

Porém, como o trabalho em questão tem como foco o setor de saúde, então, optou-se por empregar o índice restrito ao setor de saúde, que, como observado no gráfico acima, representa 11,60% da composição do S&P Global 1200. Na tabela abaixo, é possível observar as 10 posições mais relevantes que formam o índice S&P Global 1200 Health Care, o qual será o empregado neste estudo.

Tabela 1 – Distribuição por setor do S&P Global 1200 Health Care em 30 de abril de 2021

Os 10 Primeiros por Peso no Índice

Constituinte	Ticker	SETOR*
Johnson & Johnson	JNJ	Health Care
Unitedhealth Group Inc	UNH	Health Care
Roche Hldgs AG Ptg Genus	ROG	Health Care
Pfizer Inc	PFE	Health Care
Abbott Laboratories	ABT	Health Care
Novartis AG Reg	NOVN	Health Care
AbbVie Inc.	ABBV	Health Care
Merck & Co Inc	MRK	Health Care
Thermo Fisher Scientific	TMO	Health Care
Medtronic plc	MDT	Health Care

*Baseado em setores da GICS®

Dados de Apr 30, 2021

Fonte: S&P Global 1200 – S&P Down Jones Indices (2021)

Tratando de forma mais específica dessas empresas listadas na Tabela 1 acima, tem-se que, de acordo com a Bloomberg L.P. (2021), a Johnson & Johnson não apenas fabrica produtos de saúde, como também atua na área de prestação de serviços, para os mercados de consumo, farmacêutico e de dispositivos médicos e diagnósticos. Assim, a companhia comercializa desde produtos para pele e cabelo, até equipamentos de diagnóstico e cirúrgicos, prestando serviços para países em todo o mundo. É importante destacar que a empresa desenvolveu e testou uma vacina visando o combate do vírus SARS-CoV-2, a qual tem como base o uso de um adenovírus geneticamente modificado.

Em relação à Unitedhealth Group Incorporated, pode-se dizer que essa atende clientes nos Estados Unidos e tem como objetivo tornar os sistemas de saúde uma rede organizada. Assim sendo, a empresa fornece aos empregadores produtos e recursos para planejar e administrar programas de benefícios aos funcionários. Já a Roche Holding AG desenvolve e fabrica produtos farmacêuticos e diagnósticos. A companhia foca na produção de medicamentos prescritos nas áreas de doenças cardiovasculares, infecciosas, autoimunes, respiratórias, dermatologia, distúrbios metabólicos, oncologia, transplante e sistema nervoso central.

No que diz respeito à Pfizer, de acordo com os Laboratórios Pfizer Ltda (2021), a história da companhia começou em 1849, em Nova York, com a produção de insumos para o preparo de medicamentos, sendo que a projeção mundial se deu com o início da produção da penicilina em larga escala. A Pfizer está presente em 125 mercados ao redor do globo e detém um portfólio que engloba desde vacinas para bebês e idosos até medicamentos para doenças complexas, como câncer e Alzheimer. É de extrema importância ressaltar que, em parceria com a BioNTech, a Pfizer também desenvolveu e testou uma vacina visando o combate do vírus causador da Covid-19, baseando-se em uma tecnologia revolucionária que faz uso de RNA mensageiro. A Abbott Laboratories International Co., por sua vez, adota uma linha de negócios voltada para a distribuição por atacado de instrumentos cirúrgicos e outros instrumentos médicos, aparelhos e equipamentos, como visto em Bloomberg L.P. (2021).

Quanto à Novartis AG, essa empresa fabrica produtos farmacêuticos, oferecendo medicamentos de prescrição protegidos por patentes e medicamentos genéricos e biossimilares. A AbbVie Inc. também segue essa linha de pesquisa e desenvolvimento de produtos farmacêuticos, mas seu foco é em medicamentos para áreas terapêuticas especializadas, como imunologia, doença renal crônica e hepatite C. A AbbVie também oferece tratamentos para doenças como esclerose múltipla, Parkinson e doença de Alzheimer. A Merck & Co., Inc. também possui operações em saúde farmacêutica, atuando na produção de medicamentos

prescritos, vacinas e terapias biológicas. Contudo, o escopo da companhia também abrange a saúde animal e produtos de cuidados ao consumidor, que comercializa diretamente e através de suas *joint ventures*.

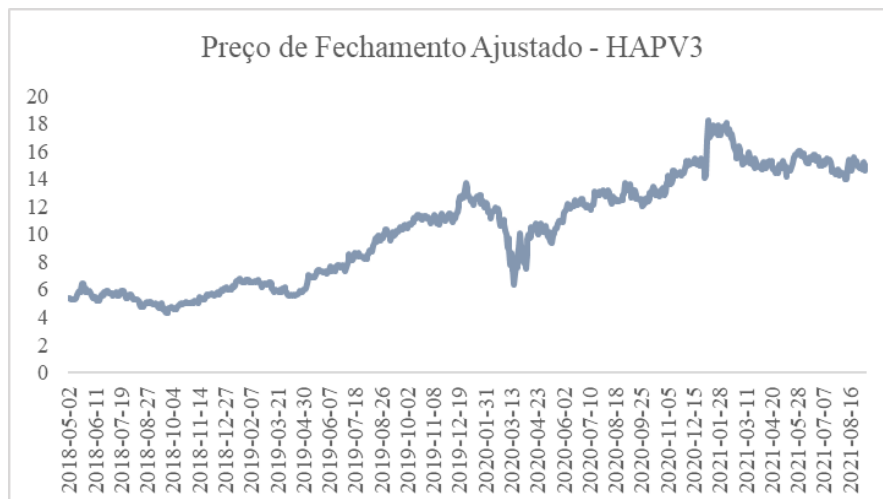
Já a Thermo Fisher Scientific, Inc. tem como especialidade a produção de instrumentos científicos, além de equipamentos de laboratório, *softwares*, produtos químicos e suprimentos para empresas farmacêuticas, hospitais, laboratórios, entre outros. A Medtronic, Inc., por sua vez, foca na manufatura de dispositivos cirúrgicos, instrumentos médicos, aparelhos, sistemas de monitoramento respiratório e suprimentos médicos, atendendo pacientes e profissionais de saúde em todo o mundo.

3.2 Variáveis

3.2.1 Análise Laboratorial

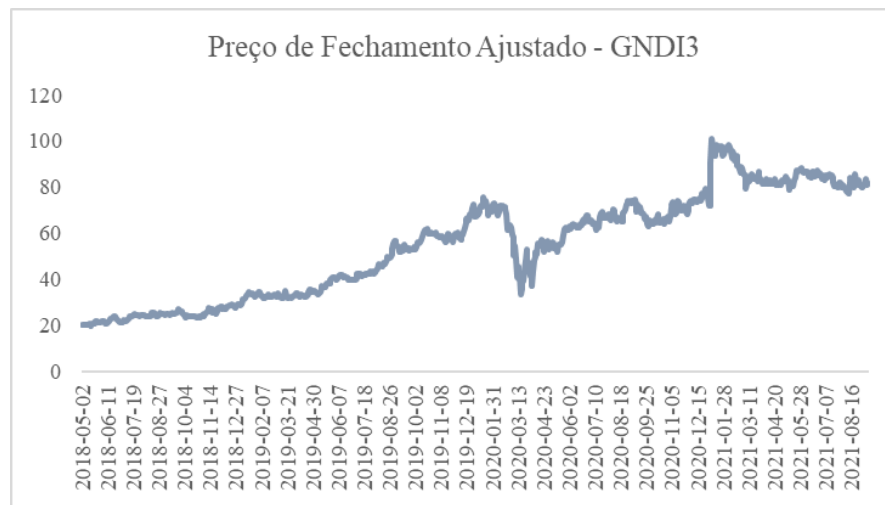
Como já mencionado anteriormente, foram extraídos do Yahoo Finance os preços de fechamento ajustados das ações da Hapvida e da Intermédica, desde 02/05/2018 até 13/09/2021, fazendo com que fossem obtidos 829 dados para cada um dos ativos. Dessa forma, tendo posse de todas essas informações, puderam ser elaborados os gráficos abaixo. No Gráfico 6, nota-se que, até o final de 2019 e início de 2020, o preço da ação da Hapvida estava seguindo uma tendência de aumento, assim como também pode ser observado no Gráfico 7, que aborda os dados referentes à Intermédica.

Gráfico 6 – Preço de fechamento da ação da Hapvida em R\$ (02/05/18 – 13/09/21)



Fonte: elaboração própria

Gráfico 7 – Preço de fechamento da ação do Grupo Notre Dame Intermédica em R\$
(02/05/18 – 13/09/21)



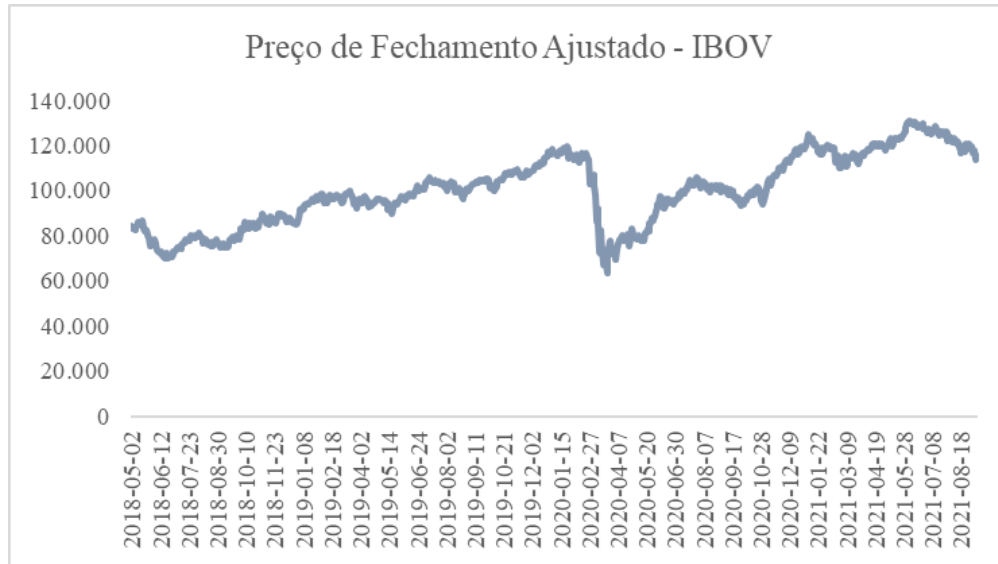
Fonte: elaboração própria

Não obstante, nota-se que, no início de março de 2020, a situação começou a mudar e os preços passaram a cair drasticamente: “Mês termina com seis *circuit breakers* em apenas oito pregões, petróleo afundando 60%, epidemia de coronavírus virando pandemia, e EUA, com contração prevista em 30% no próximo trimestre, se tornando o novo epicentro da doença.” (FERREIRA, 2020). Na segunda semana do mês de março, os contratos futuros de petróleo negociados em Londres e Nova York caíram 30% logo na abertura, causando a primeira injeção de pânico nos mercados, como posto por Ferreira. O autor continua seu discurso, afirmando que a onda de pânico cresceu após a OMS reclassificar o novo coronavírus como pandemia, indicando que os países teriam que se preparar para lidar não apenas com a contenção do contágio, mas também com o número crescente de doentes. Para intensificar ainda mais a situação, o presidente americano, Donald Trump, anunciou o fechamento das fronteiras dos Estados Unidos para viajantes vindos da Europa, de modo a impedir que o coronavírus afetasse ainda mais o país.

Perante todo o estado de calamidade que estava sendo observado na pátria brasileira e no mundo, o Ibovespa caiu 30% em março, sendo essa a maior queda mensal em 22 anos. Ademais, como bem apontado por Ferreira, a volatilidade alta de poucos pregões atrás seria fruto da dificuldade que investidores estavam enfrentando no que diz respeito à formulação de preços dos ativos. Visando deixar esses dados mais tangíveis, foram, então, extraídos do Yahoo Finance os preços de fechamento ajustados das ações do Ibovespa, desde 02/05/2018 até 13/09/2021, fazendo com que fossem obtidos, novamente, 829 dados. A partir de tais informações, pôde ser elaborado o Gráfico 8, que mostra que o preço passa a apresentar uma

queda significativa a partir do final de março e começo de abril, sendo que essa tendência de diminuição se mantém até o final de abril.

Gráfico 8 – Preço de fechamento ajustado do Ibovespa em R\$ (02/05/18 – 13/09/21)



Fonte: elaboração própria

Porém, observa-se no Gráfico 8, assim como nos Gráficos 6 e 7, que, sobretudo a partir do meio para o final de abril, os preços passam a apresentar um tímido aumento. Como trazido Álvaro Bandeira (2020 citado por FERREIRA, 2020, n.p.), economista do banco Modalmis, o achatamento das curvas de contágio em países como China, Alemanha e Estados Unidos em abril foi um dos motivos para tal retomada. Além disso, Pedro Galdi (2020 citado por FERREIRA, 2020, n.p.), analista da Mirae, apontou para um otimismo advindo da sinalização dos bancos centrais em socorrer o mercado de forma ampla. Por exemplo, os Estados Unidos anunciaram um programa de recompra de títulos públicos e atrelados às hipotecas, não havendo prazo para acabar.

Sendo assim, a partir de então, uma retomada dos preços das ações da Hapvida e da Intermédica começa a ocorrer, sendo que, já no início de 2021 os preços chegaram, inclusive, a ultrapassar as médias históricas antes observadas. Nicoceli (2021, n.p.) afirma que:

Segundo o levantamento da Economática– que considera a valorização das ações ajustado por proventos – elaborado a pedido da Forbes Brasil, entre 23 de março de 2020 e 19 de abril de 2021 as ações da Notre Dame (GNDI3) obtiveram retorno de 107,42% aos investidores da companhia, saindo de R\$ 39,64 para R\$ 81,94 no período. Na segunda posição entre os papéis que se destacaram no intervalo está a Biomm (BIOM3), com variação de 98,98% no período, de R\$ 8,84 para R\$ 17,59. Em terceira colocada, a ação da Hapvida (HAPV3) avançou 98,24%, de R\$ 7,60 e abril de R\$ 15,08.

E o que teria gerado essa melhora significativa? De acordo com a análise feita por Leo Monteiro (2021 citado por NICOCELI, 2020, n.p.), analista de Research da Ativa Investimentos, a subpenetração do mercado de saúde e o potencial de forte crescimento do setor são fatores importantes a se considerar. Monteiro coloca que a pandemia teria deixado o ambiente ainda mais aquecido, baseando-se no raciocínio de quantidade de leitos: a OMS indica que os países precisam ter três leitos para cada mil habitantes. No Brasil, tem-se cerca de dois, indicando que o setor privado se deparou com um cenário ainda mais atraente, podendo se inserir cada vez mais no mercado e ajudar a alcançar tal demanda.

Outro ponto importante destacado por Monteiro foi o anúncio da fusão entre a Hapvida e a Notre Dame. Como já mencionado anteriormente, a primeira possui uma operação mais forte no Norte e Nordeste, enquanto a segunda está mais presente no Sudeste, de modo que a fusão das duas geraria uma complementariedade geográfica. Nota-se, nos Gráficos 7 e 8, que, a partir de 8 de janeiro de 2021, os preços ações sofrem um aumento ainda mais acentuado, e isso pode ser explicado pela matéria liberada neste dia no sítio do Brazil Journal, que apontava para um aumento na velocidade das negociações.

A fusão entre as duas operadoras verticalizadas sempre foi algo no radar dos investidores, mas era esperada mais para frente. (...). Mas o calendário foi adiantado por dois fatores: as duas companhias começaram a competir pelos mesmos ativos na guerra pela consolidação do setor, forçando os preços para cima; e a Rede D'Or foi para a Bolsa com um valor de mercado de cerca de R\$ 120 bilhões – com a família Moll também dando as cartas na Qualicorp. (SAMOR, 2021, n.p.).

Além disso, um terceiro fator destacado por Monteiro foi o *follow-on* da Hapvida, que ocorreu em 21 de abril de 2020 e levantou cerca de R\$ 2,7 bilhões, fortalecendo ainda mais o papel da empresa no mercado. Por fim, vale também pontuar a baixa sinistralidade em função das quarentenas, e da menor demanda por consultas e exames eletivos, o que também acabou por favorecer as companhias, fazendo com que a Notre Dame apresentasse um lucro líquido de R\$ 735,7 milhões em 2020, alta de 73,7% sobre 2019 (R\$ 423,6 milhões). A Hapvida, por sua vez, ficou com um lucro líquido anual de R\$ 785,3 milhões, 7,8% a menos que o ano anterior, mas esse resultado foi afetado pelos investimentos em oito fusões e aquisições realizadas no segundo semestre de 2019.

Como já mencionado anteriormente, este estudo empregará os logaritmos da variação dos preços de fechamento das ações. Isso porque essas medidas são capazes de fornecer os retornos associado aos ativos financeiros, sendo tais retornos estacionários. Considerando

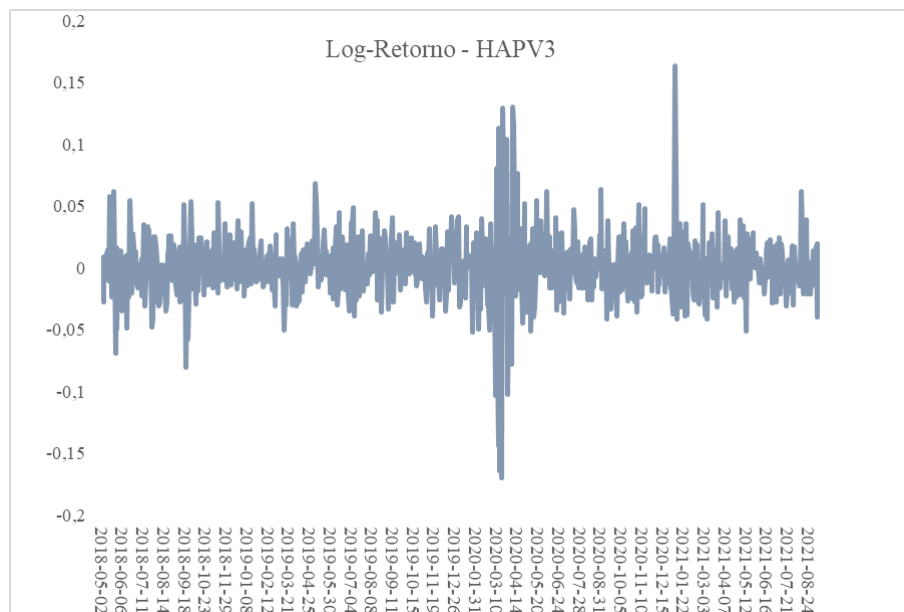
r_t como sendo o log-retorno associado a um determinado ativo financeiro na data t e P_t o preço do ativo na data t , então o log-retorno r_t foi calculado da seguinte maneira:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = \Delta \ln(P_t) \quad (1).$$

Ademais, também foi calculado o logaritmo do retorno do Ibovespa. Isso porque tal série será importante para ser empregada como controle, pois, em épocas de crise, já há uma tendência a todas as ações aumentarem as suas correlações. Sendo assim, é necessário saber identificar se há, de fato, um aumento da correlação entre as ações das empresas de saúde por conta da pandemia e do anúncio de fusão, ou se esse aumento ocorre apenas devido à correlação dos ativos do mercado, representados pelo Ibovespa.

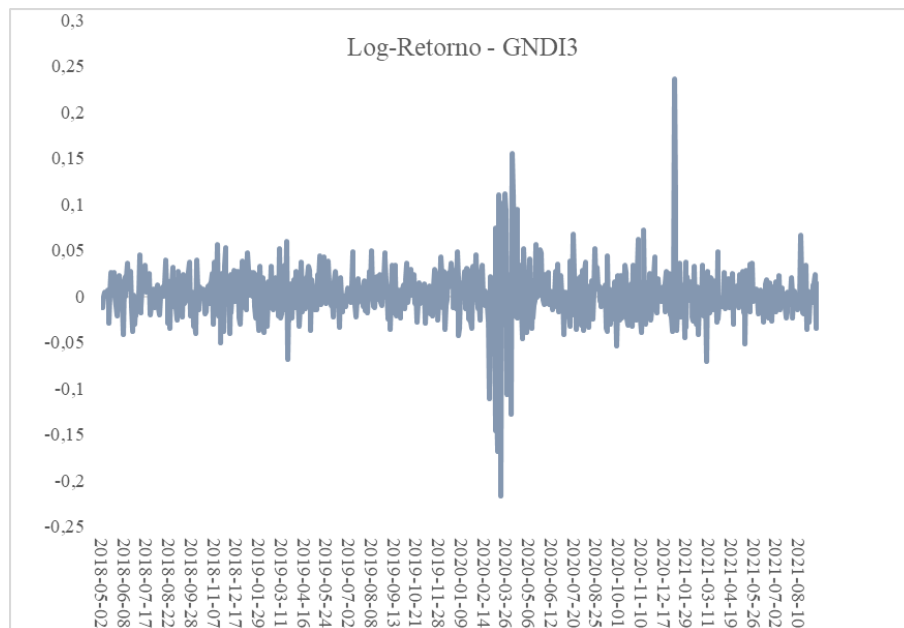
A partir desses dados, puderam ser elaborados os Gráficos 9, 10 e 11. Nota-se, então, que essas séries oscilam em torno do zero com uma média constante, características essas advindas justamente da estacionariedade. Em alguns momentos, é possível observar, nos três gráficos, que a variabilidade do retorno parece maior. E esses momentos convergem com os acontecimentos trazidos anteriormente, como a crise em março, que fez com que fosse observada uma grande variabilidade nos três gráficos, e a notícia liberada pelo Brazil Journal em janeiro, que levou a uma grande variabilidade nos dois primeiros gráficos. Ou seja, a variância desse retorno, condicional na informação passada, não parece constante, mas parece mudar ao longo do tempo. Logo, nota-se que a volatilidade e a variabilidade aumentam em situações de maior incerteza, e, assim, de maior risco.

Gráfico 9 – Logaritmo do retorno da ação da Hapvida (03/05/18 – 13/09/21)



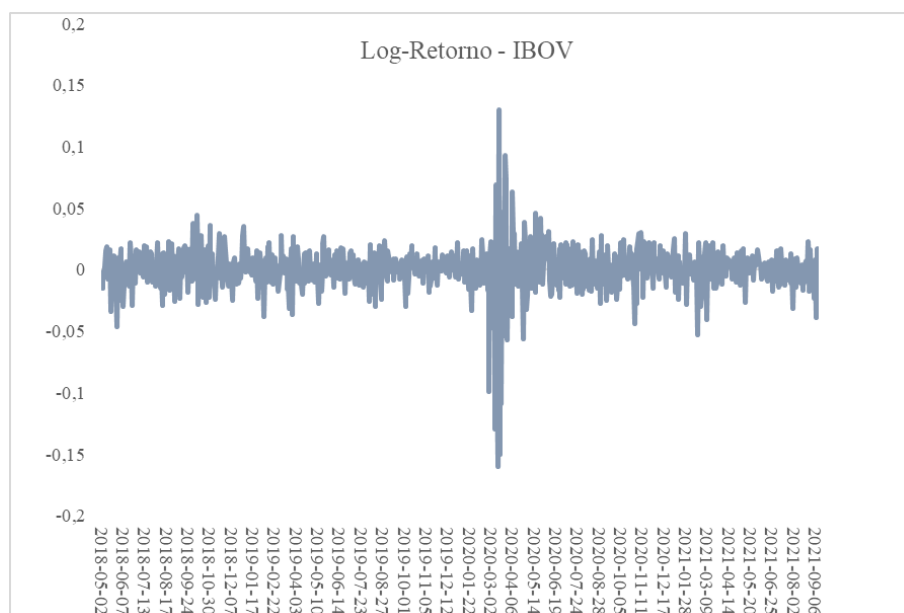
Fonte: elaboração própria

Gráfico 10 – Logaritmo do retorno da ação do Grupo Notre Dame Intermédica (03/05/18 – 13/09/21)



Fonte: elaboração própria

Gráfico 11 – Logaritmo do retorno do Ibovespa (03/05/18 – 13/09/21)



Fonte: elaboração própria

3.2.2 Análise Geral

Partindo, agora, para as variáveis empregadas na análise mais geral, como mencionado anteriormente, foram extraídos da Bloomberg os preços de fechamento das ações que compõem o índice S&P Global 1200 Health Care. As informações coletadas vão desde 03/01/2018 até 06/10/2021, englobando um período que vai desde antes da pandemia, até durante a pandemia. Vale pontuar que, assim como feito por Sandoval, foi empregada como forma de comparação a série histórica da Bolsa de Valores de Nova Iorque, já que esse mercado de ações é aquele em que há mais trocas no mundo. Desse modo, se alguma ação não apresentasse dados para um dia em que a Bolsa norte-americana funcionasse, então o preço de fechamento do dia anterior seria empregado no lugar do dado faltante. Analisando a Tabela 2 abaixo, é possível notar que há, no total, 110 ações que estão sendo contempladas, sendo que a maior parte delas pertence aos Estados Unidos e, por isso, todos os preços de fechamento foram extraídos em dólares.

Tabela 2 – Distribuição por país das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care

Países	Contagem de Ticker
Estados Unidos	63
Japão	13
Suíça	7
Alemanha	5
Dinamarca	5
Austrália	4
Holanda	3
Reino Unido	3
França	2
Bélgica	1
Canadá	1
China	1
Espanha	1
Luxemburgo	1
Total Geral	110

Fonte: elaboração própria

De forma a compreender melhor como as ações que compõem o S&P Global 1200 Health Care são classificadas em indústrias e subindústrias, é preciso conhecer o Global Industry Classification Standard (GICS). De acordo com o SP Global (2018), tal metodologia foi desenvolvido pela S&P Dow Jones Indices, que se trata de uma empresa internacional independente de serviços de investimento e dados financeiros e fornecedora líder de índices de ações globais, e pelo MSCI, um dos principais fornecedores independentes de índices globais e produtos e serviços relacionados a *benchmarks*. O objetivo dessa metodologia é aprimorar a

pesquisa de investimentos e o processo de gestão de ativos para o setor financeiro, tendo sido projetado em resposta à necessidade da comunidade financeira global de definições precisas, completas e padrões no que tange a indústria.

Dessa maneira, a estrutura do GICS consiste em 11 setores, 24 grupos da indústria, 69 indústrias e 158 subindústrias. Pode-se dizer, então, que essa estrutura é universal, afinal, aplica-se a nível global; confiável, pois reflete corretamente o estado atual das indústrias no universo de investimento em ações; e flexível, já que oferece quatro níveis de análise, que vão desde o setor mais geral até a subindústria mais especializada. Por conta disso, a metodologia GICS tem sido amplamente aceita como uma estrutura de análise da indústria para pesquisas de investimento, gerenciamento de portfólio e alocação de ativos.

Sendo assim, na Tabela 3 abaixo, há a classificação por indústria das empresas empregadas nesta análise. Nota-se que a maior parte das companhias, 34 mais precisamente, pertencem à indústria de Health Care Equipment & Supplies, ou, em tradução livre, Equipamentos e Suprimentos para Cuidados de Saúde. Ademais, também há uma parcela significativa, 29 empresas, que estão contidas na indústria de Pharmaceuticals, ou Farmacêuticos, em português. Para além, um número similar de companhias, 19, 15 e 11, são classificadas como Health Care Providers & Services (Provedores e Serviços de Saúde), Life Sciences Tools & Services (Ferramentas e Serviços de Ciências Biológicas) e Biotechnology (Biotecnologia), respectivamente. Por fim, apenas 2 empresas são classificadas como Health Care Technology (Tecnologia de Saúde).

Tabela 3 – Distribuição por indústria das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care

Indústria - GICS	Contagem de Ticker
Health Care Equipment & Supplies	34
Pharmaceuticals	29
Health Care Providers & Services	19
Life Sciences Tools & Services	15
Biotechnology	11
Health Care Technology	2
Total Geral	110

Fonte: elaboração própria

Já a Tabela 4 a seguir traz a classificação por subindústria das empresas empregadas na análise. Nessa, percebe-se que a maior parte das companhias, 34 e 29, é classificada como Health Care Equipment (Equipamento de Saúde), ou Pharmaceuticals (Farmacêutica), respectivamente. Além disso, um número similar de companhias, 15 e 11, são classificadas como Life Sciences Tools & Services (Ferramentas e Serviços de Ciências Biológicas) e

Biotechnology (Biotecnologia), respectivamente. Já as outras possíveis classificações também observadas são Health Care Distributors (Distribuidores de Saúde), Health Care Facilities (Estabelecimentos de Saúde), Health Care Services (Serviços de Saúde), Health Care Supplies (Suprimentos de Saúde), Health Care Technology (Tecnologia de Saúde) e Managed Health Care (Assistência Médica Gerenciada).

Tabela 4 – Distribuição por subindústria das ações analisadas do S&P Global 1200

Health Care

Subindústria - GICS	Contagem de Ticker
Pharmaceuticals	29
Health Care Equipment	28
Life Sciences Tools & Services	15
Biotechnology	11
Health Care Services	8
Health Care Supplies	6
Health Care Distributors	4
Managed Health Care	4
Health Care Facilities	3
Health Care Technology	2
Total Geral	110

Fonte: elaboração própria

Como já mencionado anteriormente, este estudo empregará os logaritmos da variação dos preços de fechamento das ações; afinal, essas medidas são capazes de fornecer os retornos associado aos ativos financeiros, sendo tais retornos estacionários. Desse modo, o log-retorno de cada uma das ações foi calculado a partir da Equação 1.

3.3 Modelos

3.3.1 Correlação de Pearson

Para uma primeira etapa de análises, foi empregado o Coeficiente de Correlação de Pearson, o qual é responsável por medir a relação estatística entre duas variáveis, a qual deve ser linear, caso contrário, não será feita uma representação correta do coeficiente. É importante ressaltar que tal coeficiente pode assumir valores dentro de um intervalo de -1 a +1, sendo que o valor 0 indica que não há uma associação linear entre as variáveis e valores acima de 0 indicam associações positivas, ou seja, ao passo que uma variável aumenta, a outra também

sofre tal alteração. Por outro lado, valores abaixo de zero indicam associações negativas, isto é dizer que quando uma variável aumenta, a outra sofre uma alteração no sentido contrário, diminuindo.

Vale pontuar que, quanto mais próxima de 1 for o coeficiente, maior é o movimento conjunto realizado entre as duas variáveis em questão, sendo que, no caso em que a correlação é exatamente igual a 1, diz-se que há uma correlação positiva perfeita. Isso também vale para o caso de coeficientes próximos a -1, sendo que, nesse caso, as variáveis movimentam-se em direções opostas. Quando o coeficiente é igual a -1, afirma-se haver uma correlação negativa perfeita.

Para a realização do cálculo do coeficiente, é realizada a seguinte operação:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)S_x S_y} \quad (2),$$

sendo x_i e y_i os valores da variável x e y , respectivamente, em uma amostra, \bar{x} e \bar{y} as médias dos valores da variável x e y , respectivamente, S_x o desvio padrão de x , S_y o desvio padrão de y e n o número total de dados na amostra.

Assim, para que a correlação entre as ações da Hapvida e Intermédica pudesse ser calculada, foram feitas algumas adaptações na base de dados. Desse modo, foram construídas janelas móveis de 6 em 6 meses, desde 2018 até 2021, para os dados de log-retorno da Hapvida, Intermédica e Ibovespa. Após isso, foram calculadas as correlações entre as janelas móveis obtidas para a Hapvida e aquelas obtidas para a Intermédica. Já como controle, foram calculadas as correlações entre as janelas móveis obtidas para a Ibovespa e as obtidas para a Hapvida, tendo esse processo sido repetido com as janelas da Intermédica.

Além do método anterior, também se dividiu os dados da Hapvida e da Intermédica por ano, de modo a obter-se os log-retornos de 2018, 2019, 2020 e 2021 para as duas companhias. Após isso, calculou-se a correlação, ano a ano, entre os números obtidos. Com isso, seria possível analisar mais especificamente como a correlação foi sendo alterada ao longo dos anos.

Já para que se pudesse verificar a correlação entre os log-retornos das ações coletadas do S&P Global 1200 Health Care, dividiu-se os dados coletados em dois conjuntos. O primeiro engloba o período referente aos anos de 2018 e 2019, de modo a entender como o comportamento dessas empresas antes da pandemia. Já o segundo refere-se aos anos de 2020 e 2021, para que possa ser entendido o comportamento das companhias a partir do momento em que a pandemia se inicia.

3.3.2 Revisão Metodológica Transferência de Entropia Efetiva

Para a segunda parte da realização deste trabalho, será empregada, como já mencionado, a medida de Transferência de Entropia Efetiva. Desse modo, é muito interessante fazer uma breve descrição de como Sandoval fez uso de tal medida em seu estudo. O autor coloca que utilizou as ações das 197 maiores companhias do mundo, em termos de capitalização de mercado, pertencentes à área financeira, tendo sido considerado o período de jan /2003 a dez /2012. Vale pontuar que, para que tais empresas fossem selecionadas, ele se baseou no Índice Global S&P 1200, que consiste em um índice de mercado de ações de flutuação livre pertencentes a 31 países. É válido ressaltar que, nesse ponto, foram encontradas algumas restrições, como o fato de algumas importantes empresas do ramo financeiro não serem listadas, e outras, que foram muito importantes para a crise de 2008, não mais existirem.

De modo a montar a base de dados, Sandoval coletou os preços diários de fechamento de cada uma das 197 ações. Ademais, ele utilizou como forma de comparação a série histórica da Bolsa de Valores de Nova Iorque, já que esse mercado de ações é aquele em que há mais trocas no mundo. Desse modo, se alguma ação não apresentasse dados para um dia em que a Bolsa norte-americana funcionasse, então o preço de fechamento do dia anterior seria empregado no lugar do dado faltante. Ademais, as ações pertencentes a um mesmo país foram agrupadas, além de terem sido discriminadas por indústrias e subindústrias, seguindo a classificação adotada pela Bloomberg. Vale ressaltar que foram usados os log-retornos dos preços de fechamento, visando reduzir a não-estacionariedade da série de preços. Utilizou-se, então, os log-retornos originais e aqueles defasados em um *lag*. Sendo assim, a base formada é composta por 394 séries temporais.

Sandoval aponta que o estudo de como o preço das ações de uma empresa relaciona-se com o preço das ações de outra empresa pode ser feito através do uso da medida de correlação entre os preços das ações, ou, ainda melhor, entre os log-retornos dessas. Contudo, o autor faz uma ressalva: apesar da correlação ser útil no sentido de determinar quais ações comportam-se de forma similar a outras, a correlação encontrada não pode ser interpretada como refletindo a existência de uma relação de causalidade, ou de influência, entre essas ações, afinal, não necessariamente pode-se falar de uma relação de simetria entre os ativos dessas companhias. Por conta disso, Sandoval traz à tona a medida de Transferência de Entropia, que, além de ser dinâmica, é não-simétrica.

O estudioso explica que a estrutura da rede para a Transferência de Entropia é muito diferente daquela obtida pelo método de correlação, sendo a primeira direcionada, com influências causais, no sentido da causalidade de Granger, entre as ações. Ademais, pode-se dizer que o uso dos retornos hoje, e, também, dos retornos logarítmicos defasados revelaram algumas relações entre as ações, com as ações de um dia influenciando os preços do dia seguinte. Para além, a centralidade de um nó é um dos fatores mais importantes na capacidade desse nó na propagação de uma crise. Por conta disso, de acordo com a teoria da rede, a centralidade de um nó é importante no estudo de quais nós são, por alguns padrões, mais influentes do que outros. Sandoval aponta que essas medidas podem ser usadas, por exemplo, no estudo da propagação de epidemias, ou na propagação de notícias, ou, no caso de ações, no espalhamento de alta volatilidade.

Existem várias medidas de centralidade. Por exemplo, a chamada de Betweenness Centrality (BC) de um nó, é um tipo de medida que calcula a frequência com que um determinado nó está nos menores caminhos entre todos os outros nós. Ainda, outra medida de centralidade, chamada Node Strength (NS), funciona para redes totalmente conectadas, e leva em consideração a força das conexões, que podem ser vistas como as correlações entre os nós. Assim, a NS mede a soma das correlações de um nó com todos os outros. Essas medidas de centralidade são apropriadas para uma rede não direcionada, como uma que poderia ser obtida usando correlação. Conquanto, Sandoval aponta que as redes construídas usando Transferência de Entropia são nós direcionados, que têm ou arestas de entrada para um nó, arestas de saída do nó ou ambos. Portanto, as medidas de centralidade, muitas vezes decompõe-se em entradas e saídas.

Quando se trata de variáveis que interagem entre si, a série temporal de uma variável Y pode influenciar a série temporal de outra variável X no futuro. Sandoval afirma que se pode assumir que a série temporal de X é um processo de Markov de grau k , o que significa que um estado em i_{n+1} de X depende dos k estados anteriores da mesma variável. Com uma maior rigor matemático, pode-se dizer que a série temporal de X é um estado de Markov de grau k se

$$p(i_{n+1}|i_n, i_{n-1}, \dots, i_0) = p(i_{n+1}|i_n, i_{n-1}, \dots, i_{n-k+1}). \quad (3)$$

Isto é dizer que a probabilidade condicional de estado em i_{n+1} da variável X em todos os seus estados anteriores é a mesma que a probabilidade condicional de em i_{n+1} em seus k estados anteriores, o que significa que tal probabilidade não depende dos k -ésimos estados anteriores da mesma variável. Para a relação entre uma variável Y e a variável X , pode-se afirmar que a medida de Transferência de Entropia de uma variável Y para uma variável X

consiste na informação média contida na fonte Y sobre o próximo estado do destino X , que ainda não estava contido no destino passado. Por isso, assume-se que o elemento em i_{n+1} da série temporal da variável X é influenciado pelos k estados anteriores da mesma variável e pelos ℓ estados anteriores da variável Y . Os valores de k e ℓ podem variar, de acordo com os dados que estão sendo usados e com a forma como se deseja analisar a transferência de entropia de uma variável para a outra.

Levando em conta que as informações trabalhadas no artigo dizem respeito a mercados financeiros, então, diferentemente da definição formal de Transferência de Entropia, que considera que os eventos em um dia seriam explicados pelos eventos que tomaram lugar nos k e ℓ dias anteriores, somente o dia anterior foi considerado como importante, afinal, os log-retornos de preços de ações apresentam uma baixa memória. Assim sendo, a fórmula de Transferência de Entropia de Y para X pode ser descrita como

$$\begin{aligned} TE_{Y \rightarrow X} &= \sum_{i_{n+1}, i_n, j_n} p(i_{n+1}, i_n, j_n) \log_2 \frac{p(i_{n+1} | i_n, j_n)}{p(i_{n+1} | i_n)} \\ &= \sum_{i_{n+1}, i_n, j_n} p(i_{n+1}, i_n, j_n) \log_2 \frac{p(i_{n+1}, i_n, j_n) p(i_n)}{p(i_{n+1}, i_n) p(i_n, j_n)}, \quad (4) \end{aligned}$$

sendo $k = \ell = 1$. Nesta equação, $TE_{Y \rightarrow X}$ assumirá o valor da transferência de entropia de uma variável Y para uma variável X . Já i_n é o elemento n da série temporal da variável X e j_n é o elemento n da série temporal da variável Y . Por fim, $p(A, B)$ é a probabilidade conjunta de A e B .

Não obstante, Sandoval pontua que as matrizes de Transferência de Entropia possuem, geralmente, muito ruído. Desse modo, ele emprega a medida de Transferência de Entropia Efetiva. De acordo com Marschinski e Kantz (2002 citado por SANDOVAL, 2014, p. 4446), tal medida trata de um movimento de informação por meio de nós direcionados, que têm ou arestas de entrada para um nó, arestas de saída do nó ou ambos. Para obter tal medida, ele utilizou a seguinte fórmula

$$ETE_{Y \rightarrow X} = TE_{Y \rightarrow X} - RTE_{Y \rightarrow X}, \quad (5)$$

em que ETE indica a matriz de Transferência de Entropia Efetiva, TE mostra a matriz de Transferência de Entropia e RTE retrata a matriz de Transferência Efetiva de Entropia Randomizada. Ou seja, para obter uma matriz de Transferência de Entropia Efetiva, deve-se calcular uma matriz de Transferência de Entropia Randomizada, a qual pode ser conseguida quando os elementos de cada uma das séries temporais empregadas são, de forma individual,

aleatoriamente trocados. Essa matriz randomizada é subtraída da matriz de Transferência de Entropia.

3.3.3 Transferência de Entropia Efetiva

Para que se pudesse verificar a Transferência de Entropia Efetiva entre os log-retornos das ações pertencentes à Hapvida e à Intermédica, dividiu-se os dados coletados em dois conjuntos. O primeiro engloba o período referente aos anos de 2018 e 2019, de modo a entender como o comportamento dessas empresas antes da pandemia. Já o segundo refere-se ao anos de 2020 e 2021, para que possa ser entendido o comportamento das companhias a partir do momento em que a pandemia e os acordos para a fusão das duas se iniciam.

Já para que se pudesse verificar a Transferência de Entropia Efetiva entre os log-retornos das ações coletadas do S&P Global 1200 Health Care, novamente dividiu-se os dados coletados em dois conjuntos. Dessa forma, assim como feito anteriormente, o primeiro conjunto engloba o período referente aos anos de 2018 e 2019, e o segundo o período referente ao anos de 2020 e 2021.

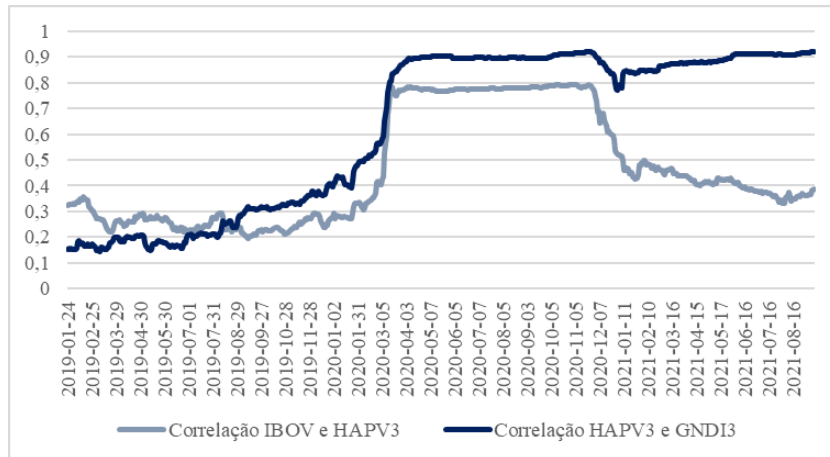
5. RESULTADOS

5.1 Resultados da Análise Laboratorial

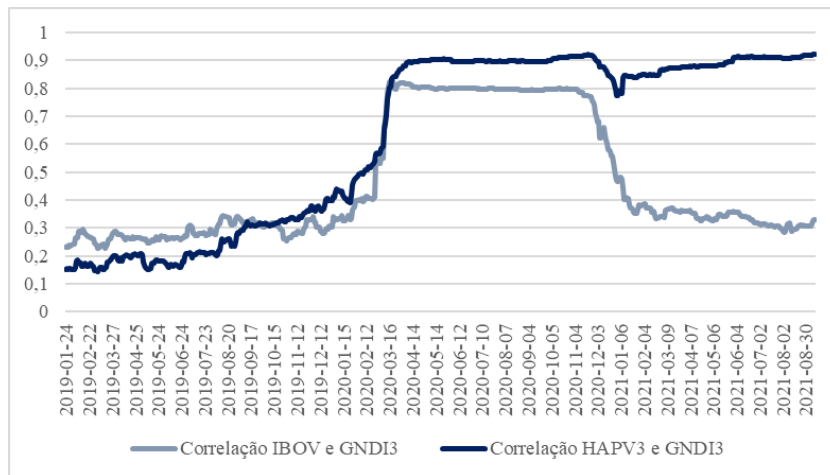
Após a coleta de dados e desenvolvimento do modelo de Correlação de Pearson foi possível gerar os Gráficos 12 e 13, os quais tratam da correlação comparada, ou seja, enquanto o primeiro é o responsável por mostrar a correlação entre Hapvida e Intermédica e entre Ibovespa e Hapvida, o segundo demonstra a correlação entre Hapvida e Intermédica e entre Ibovespa e Intermédica. Pode-se perceber, em ambos os Gráficos, que, a partir do início de abril, as linhas de correlação passam a ficar cada vez mais distantes, o que indica claramente que somente uma parcela da correlação observada entre as duas empresas é de fato resultado de algum comportamento semelhante das duas, descontando a correlação com o Ibovespa.

É interessante ressaltar que esse descolamento começa a ficar mais evidente justamente quando ocorre o início da pandemia no Brasil, afinal, mesmo tratando-se de um momento pré-anúncio de fusão, ambas as empresas atuam no mesmo ramo do setor de saúde, como competidoras: as duas possuem um modelo verticalizado de atendimento, contando com uma carteira de beneficiários e clínicas e hospitais próprios. Logo, é esperado que a correlação entre os log-retornos dessas aumente com o crescimento do setor de saúde.

Outro ponto importante é que, com a liberação da notícia escrita por Samor (2021) no começo de janeiro, a correlação volta a crescer vigorosamente, após uma breve queda, e segue crescendo até atingir níveis mais elevados do que aqueles observados pré-anúncio oficial, que ocorreu no final de fevereiro. Isso também já era esperado, porque, como já mencionado, enquanto a atuação da Intermédica está mais restrita às regiões Sul e Sudeste, o desempenho da Hapvida está mais atrelado às regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Ou seja, não há uma competição territorial tão relevante. Porém, após o anúncio, a influência entre as empresas é muito mais significativa, já que a combinação de negócios gerou um gigante do setor de saúde.

Gráfico 12 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 X Correlação entre IBOV e HAPV3

Fonte: elaboração própria

Gráfico 13 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 X Correlação entre IBOV e GNDI3

Fonte: elaboração própria

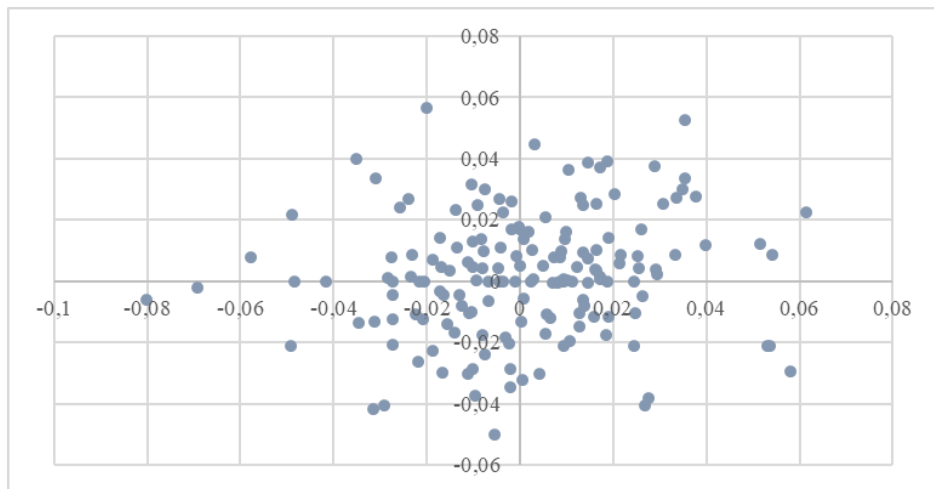
Já para a realização de uma análise da correlação entre as duas empresas do setor de saúde ano a ano, foram construídos os gráficos e tabelas abaixo. É interessante empregar os gráficos abaixo na análise, pois esses poderiam detectar alguma correlação não linear entre os dois ativos, algo que poderia não ser capturado pela correlação adotada. Contudo, é possível perceber que aquilo que está sendo mostrado não divergiu dos resultados com a Correlação de Pearson

Assim, nota-se, a partir do Gráfico 14, que, em 2018, não há correlação alta entre os log-retornos das empresas em questão, afinal, obteve-se uma nuvem de pontos. Essa conclusão pode ser confirmada pelo baixo coeficiente de correlação observado na Tabela 5. O mesmo aplica-se para 2019, o que pode ser notado pelo Gráfico 15 e pela Tabela 6.

Não obstante, em 2020, com o advento da pandemia, a situação passou a mudar, e a correlação passou a ser muito alta. Observando o Gráfico 16, nota-se que já não mais se tem

uma nuvem de pontos: agora, esses estão mais próximos, formando praticamente uma reta. Por isso, o coeficiente observado na Tabela 7 é tão alto. Já em 2021, quando, somado à pandemia, começaram os processos de fusão das duas empresas, concluída completamente em 18 de junho de 2021, nota-se que a correlação passa a ser extremamente elevada. O Gráfico 17 assemelha-se ainda mais de uma reta e o coeficiente observado na Tabela 8 aumenta ainda mais. Conclui-se, então, que, ao passo que o preço da ação da Hapvida aumenta, o preço da ação da Intermédica também aumenta, e vice-versa.

Gráfico 14 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2018



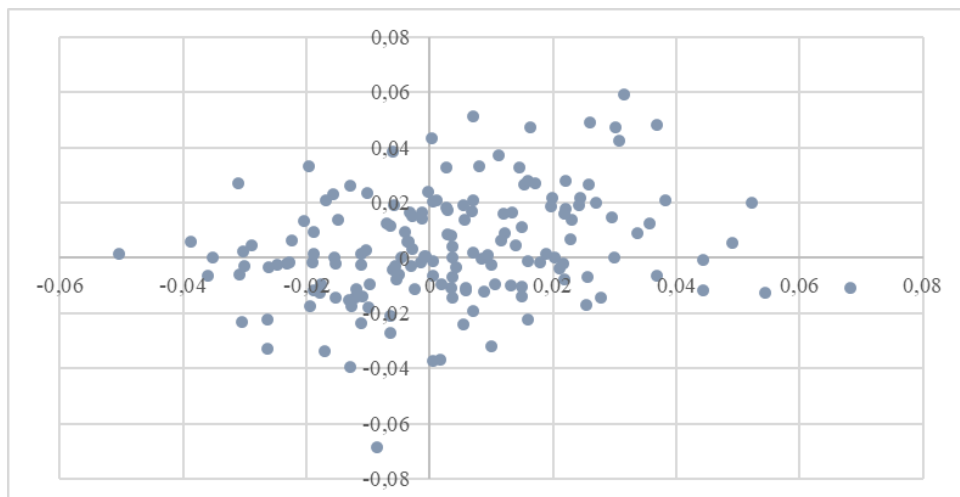
Fonte: elaboração própria

Tabela 5 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2018

	log_retorno_HAPV	log_retorno_GNDI
log_retorno_HAPV	1.00	0.13
log_retorno_GNDI	0.13	1.00

Fonte: elaboração própria

Gráfico 15 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2019

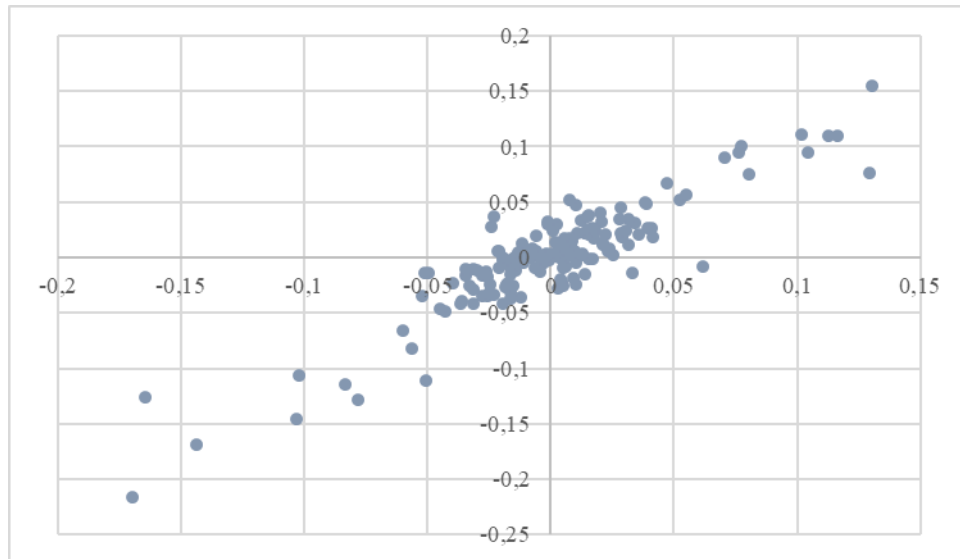


Fonte: elaboração própria

Tabela 6 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2019

	log_retorno_HAPV	log_retorno_GNDI
log_retorno_HAPV	1.00	0.37
log_retorno_GNDI	0.37	1.00

Fonte: elaboração própria

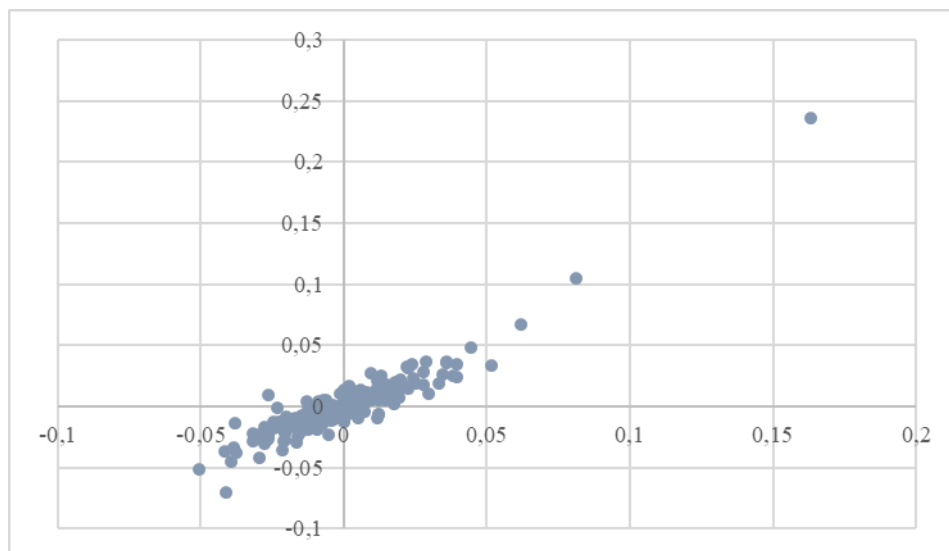
Gráfico 16 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2020

Fonte: elaboração própria

Tabela 7 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2020

	log_retorno_HAPV	log_retorno_GNDI
log_retorno_HAPV	1.00	0.89
log_retorno_GNDI	0.89	1.00

Fonte: elaboração própria

Gráfico 17 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2021

Fonte: elaboração própria

Tabela 8 – Correlação entre HAPV3 e GNDI3 em 2021

	log_retorno_HAPV	log_retorno_GNDI
log_retorno_HAPV	1.00	0.92
log_retorno_GNDI	0.92	1.00

Fonte: elaboração própria

Partindo, agora, para a análise dos resultados referentes à medida de Transferência de Entropia Efetiva, é possível observar, na Tabela 9 abaixo, que a Transferência de Entropia Efetiva é negativa da Hapvida para a Intermédica, o que demonstra que há uma transferência de informação menor do que o que seria observado caso os log-retornos fossem gerados aleatoriamente. Porém, isso não pode ser justificado pelo fato de que as companhias se comportam de maneira parecida, já que as correlações entre as séries históricas para o período de 2018 a 2019 foram baixas, tal qual já constatado anteriormente. Já a Transferência de Entropia Efetiva positiva da Intermédica para a Hapvida pode ser explicada pelo fato de haver informação fluindo da série histórica da Intermédica para a da Hapvida, já que elas pertencem ao mesmo setor, e à mesma subindústria, sendo competidoras diretas.

Tabela 9 – Transferência de Entropia Efetiva entre HAPV3 e GNDI3 em 2018 e 2019

2018/2019	log_retorno_HAPV	log_retorno_GNDI
log_retorno_HAPV	0	-0.00186
log_retorno_GNDI	0.00014	0

Fonte: elaboração própria

Já passando para 2020 e 2021, percebe-se pela Tabela 10 que a Transferência de Entropia Efetiva da Hapvida para a Intermédica ficou positiva, mas com um valor praticamente sete vezes maior, em módulo, do que o observado anteriormente. Isso pode ocorrer, por exemplo, pelo fato de que, mesmo sendo a correlação entre os log-retornos das ações muito alta nesses dois anos, há uma transferência de informação, graças a todo o processo de fusão entre as empresas. Porém, a Transferência de Entropia Efetiva da Intermédica para a Hapvida passa a ser negativa, com um valor, em módulo, praticamente trezentas vezes maior do que o observado anteriormente. Isso pode ser explicado pelo fato de a correlação entre os log-retornos das ações ser extremamente alta, indicando que as séries históricas se comportam de maneira muito similar e, por isso, há pouca troca de informação. Ademais, outra informação que corrobora esse resultado é que, caso o CADE aprove a fusão entre as duas seguradoras, a Hapvida que será incorporada pela Intermédica e, assim, seria justificável que esteja havendo troca de informação da Hapvida para a Intermédica.

Tabela 10 – Transferência de Entropia Efetiva entre HAPV3 e GNDI3 em 2020 e 2021

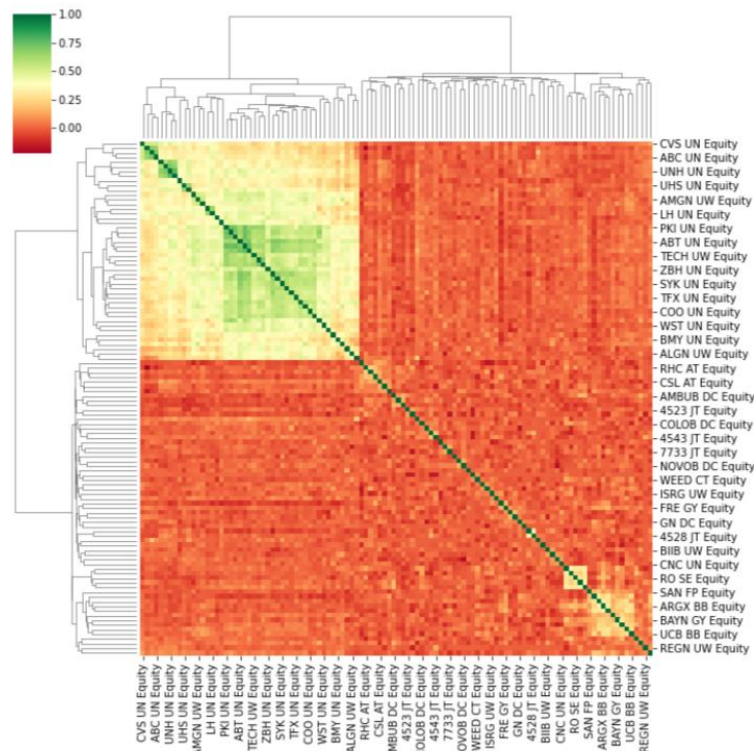
2020/2021	log_retorno_HAPV	log_retorno_GNDI
log_retorno_HAPV	0	0.00767
log_retorno_GNDI	-0.00321	0

Fonte: elaboração própria

5.2 Resultados da Análise Geral

Quanto à análise mais geral, foi verificado se, na tabela de correlação entre as ações do S&P Global 1200 Health Care referente aos anos de 2018 e 2019, primeiramente, havia correlações maiores ou iguais a 0,8, mas menores do que 1. Porém, o que foi observado é que não havia nenhuma companhia que seguira tal requisito. Isso é comprovado através do Gráfico 18 abaixo, que mostra que predominam as correlações negativas, representadas pela cor vermelha, havendo poucas correlações acima de 0,5, representadas pela cor verde claro.

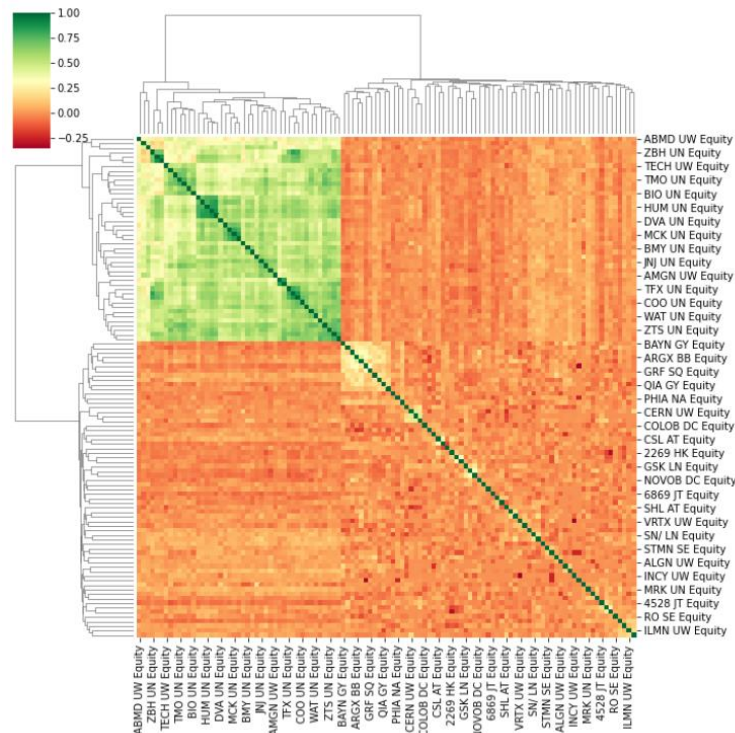
Gráfico 18 – Correlação entre os log-retornos das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care no período de 2018 a 2019 (dendrograma com *heatmap* das correlações)



Fonte: elaboração própria

O mesmo foi feito para a tabela referente aos anos de 2020 e 2021. Assim, foram deixadas apenas as companhias que cumpriram o requisito anteriormente descrito, de modo a serem observados 11 pares de empresas que, em 2020 e 2021, apresentaram uma correlação significativa entre os log-retornos de suas ações. Observando-se o Gráfico 19, nota-se que, em comparação com o Gráfico 18, esse apresenta tons muito mais alaranjados, indicando correlações próximas a zero. Ademais, no quadrante superior esquerdo nota-se uma área muito mais esverdeada, sendo que há tons de verde escuro, que indicam correlações entre 0,75 e 1. Esses 11 pares encontrados foram, então, representados na Tabela 11 abaixo.

Gráfico 19 – Correlação entre os log-retornos das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care no período de 2020 a 2021 (dendrograma com heatmap das correlações)



Fonte: elaboração própria

Tabela 11 – Correlação entre os log-retornos das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care no período de 2020 a 2021

	DGX UN	CI UN	UNH UN	ANTM UN	ZBH UN	UHS UN	SYK UN	DHR UN	CAH UN	HCA UN	HUM UN	MDT UN	MCK UN	ABC UN	LH UN
DGX UN															
CI UN															0,84
UNH UN		0,83													
ANTM UN		0,85	0,89												
ZBH UN															
UHS UN															
SYK UN															
DHR UN															
CAH UN															
HCA UN															
HUM UN															
MDT UN															
MCK UN															
ABC UN															
LH UN															

Fonte: elaboração própria

Analisando as indústrias, subindústrias e país às quais tais empresas pertencem, como mostrado pela Tabela 12, é possível concluir que, assim como observado por Sandoval, as ações das companhias estudadas estão relacionadas, primeiramente, pelo país em que são negociadas, e, então, pelas indústrias e subindústrias às quais pertencem. Dessa forma, é possível notar que todas as maiores correlações ocorreram entre empresas norte-americanas, e isso pode estar relacionado ao fato de que os Estados Unidos é o país que lidera em número de mortes por Covid-19, tendo tido, até o dia 14 de novembro de 2021, 762 mil mortos, de acordo com dados do The New York Times. E esse grande número de mortos está muito relacionado às atitudes que estão sendo tomadas por alguns estadunidenses desde o início da pandemia.

Tal qual posto por Bardon (2021), a Covid-19 foi fortemente politizada nos países desde o início da pandemia e, por isso, as medidas de saúde pública passaram a ser diretamente associadas à esquerda política. Perante a isso, rejeitar tais medidas tornou-se um sinal de identidade política e cultural. Desse modo, a recusa vacinal passou a ser uma das principais razões pelas quais as infecções recorrentes do vírus da Covid continuam aumentando nos Estados Unidos, de tal modo que, desde meados de setembro de 2021, apenas 65% dos adultos americanos elegíveis estão totalmente vacinados, mesmo as vacinas estando disponíveis no país desde meados do mês de dezembro de 2020.

O autor aponta que as pesquisas relativas à intenção de se vacinar mostram uma enorme divisão política, sendo que os condados que votaram em Joe Biden nas eleições presidenciais de 2020 são aqueles que possuem taxas de vacinação mais altas em relação aos condados que optaram por Donald Trump. Bardon aponta que uma pesquisa feita pelo instituto Gallup revelou que a porcentagem de republicanos que “confiam plenamente” ou “muito” na ciência caiu drasticamente nos últimos anos, passando de 72% em 1975 para apenas 45% em 2021. No mesmo período, a confiança na ciência entre os democratas subiu de 67% para 79%.

Conquanto, é importante pontuar que, apesar de tal comportamento da população dos Estados Unidos, o país possui um mercado muito evoluído, em que aglomerações de empresas com comportamento semelhante são fenômenos naturais. Ademais, outro ponto a se ressaltar é que grande parte das ações analisadas nesta parte do trabalho pertencem à pátria norte-americana. Desse modo, caso houvesse uma maior representatividade de ações de outros países na base de dados analisada, talvez fossem encontradas correlações entre distintos países.

Outro ponto importante a se notar na Tabela 12 é que todas as correlações ocorrem entre os log-retornos de empresas pertencentes à indústria de Health Care Providers & Services, incluindo, então, hospitais, seguradoras de saúde, fornecedores de equipamentos e laboratórios. Isso pode ser explicado pelo fato de que, com a chegada da pandemia, o número de pessoas

doentes aumentou de tal forma que a demanda por serviços e provedores de saúde também aumentou drasticamente. Ademais, a maior parte das correlações também ocorre entre os log-retornos de companhias que pertencem às mesmas subindústrias, o que mostra que a concorrência entre os ofertantes do mesmo ramo por quem conseguiria mais mercado, frente a uma resposta rápida para esse surgimento emergencial de demanda, também aumentou.

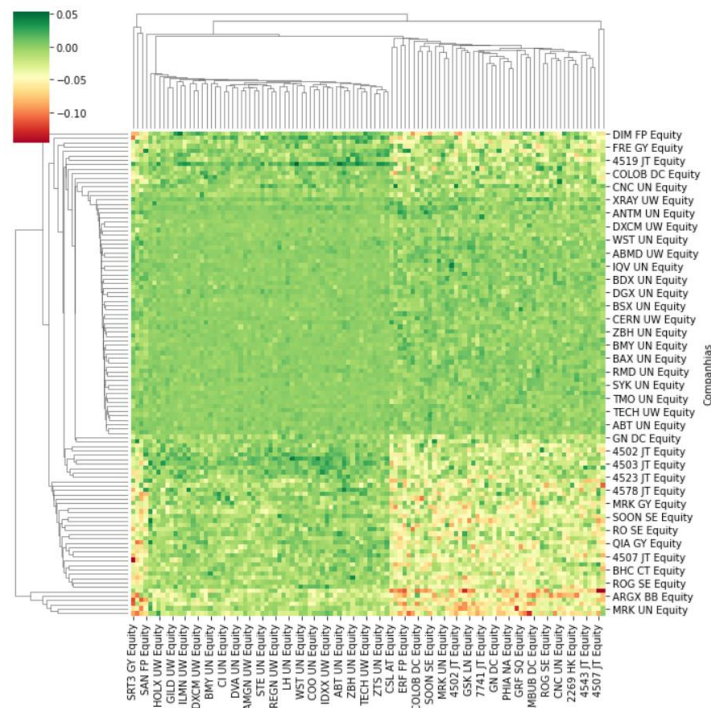
Tabela 12 – Distribuição por indústria e subindústria das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care

Ticker	Indústria	Subindústria	Ticker	Indústria	Subindústria
UNH UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care	ANTM UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care
UHS UN	Health Care Providers & Services	Health Care Facilities	HCA UN	Health Care Providers & Services	Health Care Facilities
SYK UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	MDT UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment
CI UN	Health Care Providers & Services	Health Care Services	ANTM UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care
MCK UN	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors	ABC UN	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors
DGX UN	Health Care Providers & Services	Health Care Services	LH UN	Health Care Providers & Services	Health Care Services
UNH UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care	HUM UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care
ANTM UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care	HUM UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care
CI UN	Health Care Providers & Services	Health Care Services	UNH UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care
ZBH UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	SYK UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment
CAH UN	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors	MCK UN	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors

Fonte: elaboração própria

Partindo, agora, para a análise dos resultados referentes à medida de Transferência de Entropia Efetiva, é possível observar no Gráfico 20 que há uma grande área verde clara, sendo que há poucas manchas verdes escuras, amarelas e vermelhas. Isso indica que, no período de 2018 a 2019, praticamente não há fluxo de informações entre as séries históricas dos log-retornos das ações analisadas abaixo, o que está atrelado a uma medida de Transferência de Entropia Efetiva igual a zero, ou muito próximo de zero, representada pela cor verde claro. Já aqueles pontos verdes escuros indicam que havia sim um fluxo de informações, de modo que a medida de Transferência de Entropia Efetiva observada foi superior a zero. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato dessas empresas pertencerem ao mesmo setor, que, no caso, é o setor de saúde. Já aqueles pontos amarelos e vermelhos indicam que a medida de Transferência de Entropia Efetiva observada foi inferior a zero, apontando que há uma transferência de informação menor do que o que seria observado caso os log-retornos fossem gerados aleatoriamente. Porém, isso não pode ser justificado pelo fato de que as companhias se comportam de maneira parecida, já que as correlações entre as séries históricas para o período de 2018 a 2019 foram baixas, tal qual já constatado anteriormente.

Gráfico 20 – Transferência de Entropia Efetiva entre os log-retornos das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care no período de 2018 a 2019



Fonte: elaboração própria

De modo a analisar de maneira mais profunda as informações transmitidas no Gráfico 20, foi verificado se, na tabela de Transferência de Entropia Efetiva para as ações do S&P Global 1200 Health Care referente aos anos de 2018 e 2019, havia valores maiores ou iguais a 0,04. A partir disso, pôde ser elaborada a Tabela 13, a qual mostra que há informação fluindo das séries históricas de log-retornos das ações pertencentes, principalmente, ao Japão, para as séries históricas de log-retornos das ações pertencentes aos Estados Unidos. Percebe-se que tais empresas japonesas pertencem às indústrias de Health Care Equipment & Supplies e Pharmaceuticals. Já as ações norte-americanas pertencem, em sua maioria, às indústrias de Life Science Tools & Services e Health Care Equipment & Supplies.

As indústrias que mexem com serviços de tecnologia e desenvolvimento de novas drogas, como é o caso da indústria de Life Science Tools & Services, e aquelas que lidam com o fornecimento de insumos de aparelhos relacionados à saúde, como é o caso da indústria de Health Care Equipment & Supplies, dependem, e muito, das novas descobertas feitas pela indústria de Pharmaceuticals. Por conta disso, é possível afirmar que esse pode ser um dos motivos que explicam o fato de haver um fluxo de informações entre as séries históricas desses dois países.

Tabela 13 – Distribuição por indústria, subindústria e país das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care cuja Transferência de Entropia Efetiva foi igual ou superior a 0,04

Ticker	Indústria	Subindústria	País	Ticker	Indústria	Subindústria	País
DIM FP	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	França	MTD UN	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Estados Unidos
7741 JT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Supplies	Japão	ABT UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Estados Unidos
STMN SE	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Suíça	ZBH UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Estados Unidos
HSIC UW	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors	Estados Unidos	CNC UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care	Estados Unidos
4578 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão	A UN	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Estados Unidos
WEED CT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Canadá	IQV UN	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Estados Unidos
CNC UN	Health Care Providers & Services	Managed Health Care	Estados Unidos	4502 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão
				VIFN SE	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Suíça
4528 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão	BDX UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Estados Unidos

Fonte: elaboração própria

Em um segundo momento, foi verificado se, na tabela de Transferência de Entropia Efetiva para as ações do S&P Global 1200 Health Care referente aos anos de 2018 e 2019, havia valores menores ou iguais a -0,12. A partir de tais dados pôde ser elaborada a Tabela 14 a seguir. Nessa, é possível notar que há informação fluindo das séries históricas de log-retornos das ações pertencentes, principalmente, à Alemanha, Austrália e Dinamarca, para as séries históricas de log-retornos das ações de tais países. É interessante notar que essas empresas alemãs, dinamarquesas e australianas pertencem, em sua maioria, às indústrias de Health Care Equipment & Supplies e Health Care Providers & Services, e, mais especificamente, às subindústrias de Health Care Equipment e Health Care Services. Ou seja, nota-se que essas subindústrias se complementam, dependendo uma da outra. Por isso, é possível afirmar que, como os valores de Transferência de Entropia Efetiva são negativos, há um fluxo menor do que o esperado para dados aleatórios. Isto pode ser devido a alguma alta correlação entre essas firmas europeias, mas que talvez não tenham sido observadas anteriormente por serem menores do que 0,8.

Outro fator importante é que há informação fluindo da série histórica de log-retorno da SRT3 GY para as séries pertencentes às ações de diversos países. Isso pode ser explicado pelo fato do grupo Sartorius (SRT3 GY) ser uma empresa fornecedora de equipamentos para laboratório e empresas biofarmacêuticas considerada líder no âmbito internacional. E o fato de

ela fornecer tais tipos de equipamento explicam, e muito, o fluxo de informações dirigir-se para séries de ações pertencentes a indústrias que fazem uso de tais equipamentos, como é o que das indústrias de Pharmaceuticals e Health Care Equipment & Supplies. Porém, é válido chamar atenção para o fato de que, como a Transferência de Entropia, nesse caso, é negativa, isso indica os fluxos de informações observado é menor do que o que seria observado caso os log-retornos fossem gerados aleatoriamente.

Tabela 14 – Distribuição por indústria, subindústria e país das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care cuja Transferência de Entropia Efetiva foi igual ou inferior a -0,12

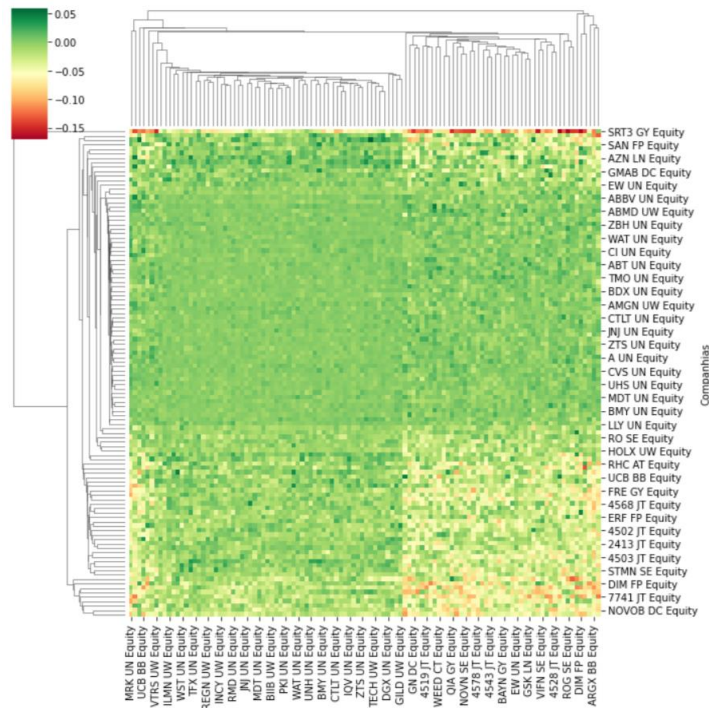
Ticker	Indústria	Subindústria	País	Ticker	Indústria	Subindústria	País
MRK UM	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Estados Unidos	FRE GY	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Alemanha
AMBUB DC	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Dinamarca	SRT3 GY	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Alemanha
GMAB DC	Biotechnology	Biotechnology	Dinamarca	SRT3 GY	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Alemanha
SRT3 GY	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Alemanha	SN/ LN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Reino Unido
				4507 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão
				COH AT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Austrália
SHL AT	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Austrália	SRT3 GY	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Alemanha
COH AT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Austrália	RHC AT	Health Care Providers & Services	Health Care Facilities	Austrália
				FME GY	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Alemanha

Fonte: elaboração própria

Partindo, agora, para a observação do Gráfico 21, nota-se que, novamente, há uma grande área verde clara, com poucas manchas verdes escuras. Isso indica, mais uma vez, que, no período de 2020 a 2021, praticamente não há fluxo de informações entre as séries históricas dos log-retornos das ações analisadas abaixo, o que está atrelado a uma medida de Transferência de Entropia Efetiva igual a zero, ou muito próxima a zero, representada pela cor verde claro. Já aqueles pontos verdes escuros indicam que havia sim um fluxo de informações, de modo que a medida de Transferência de Entropia Efetiva observada foi superior a zero. Mais uma vez, esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de todas essas empresas pertencerem ao setor de saúde.

Porém, percebe-se que, em comparação com o Gráfico 20, há mais manchas vermelhas, como pode ser visto no topo do quadrante direito superior e do quadrante esquerdo superior do Gráfico 21. Há, também, mais manchas amarelas, como pode ser visto na parte esquerda do quadrante esquerdo inferior do Gráfico 21. Os pontos amarelos e vermelhos indicam que a medida de Transferência de Entropia Efetiva observada foi inferior a zero, representando que há uma transferência de informação menor do que o que seria observado caso os log-retornos fossem gerados aleatoriamente.

Gráfico 21 – Transferência de Entropia Efetiva entre os log-retornos das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care no período de 2020 a 2021



Fonte: elaboração própria

Visando analisar de modo mais aprofundado as informações transmitidas no Gráfico 21, foi verificado se, na tabela de Transferência de Entropia Efetiva para as ações do S&P Global 1200 Health Care referente aos anos de 2020 e 2021, havia valores maiores ou iguais a 0,04. A partir disso, pôde ser elaborada a Tabela 15. Nessa, é possível notar que há informação fluindo das séries históricas de log-retornos das ações pertencentes, principalmente, aos Estados Unidos para as séries históricas de ações norte-americanas, mas, também, australianas. Percebe-se que tais empresas norte-americanas pertencem, em sua maioria, às indústrias e subindústrias de Pharmaceuticals, Biotechnology e Life Sciences Tools & Services. Diante disso, é válido pontuar que, apesar de tais empresas pertencerem aos Estados Unidos, não são estabelecidos fluxos entre as séries de companhias listadas na Tabela 12, como era esperado para esse caso em que a Transferência de Entropia Efetiva é positiva. Afinal, as ações presentes na Tabela 12 apresentaram alta correlação entre si. Isso é comprovado, também, pelo fato de a indústria predominante na Tabela 12 ser a de Health Care Providers & Services, não havendo, inclusive, companhias pertencentes às indústrias de Pharmaceuticals, Biotechnology e Life Sciences Tools & Services. Já as companhias australianas pertencem, em sua maioria, à indústria de Health Care Providers & Services.

Tais informações referentes às indústrias, subindústrias e países dizem muito. Os Estados Unidos foram um dos primeiros países a começar a desenvolver vacinas contra a Covid-

19, e, para que esses imunizantes pudessem ser elaborados, muito acaba sendo exigido das indústrias de Pharmaceuticals, Biotechnology e Life Sciences Tools & Services na parte de fornecimento de insumos, ferramentas e conhecimento humano. Ademais, a Austrália tem vacinado a sua população, em grande maioria, com vacinas norte-americanas: Pfizer, Moderna e Johnson & Johnson, sendo que a indústria de Health Care Providers & Services é justamente a responsável por oferecer suprimentos e profissionais para que serviços como a vacinação possam ser providos à população. Por conta disso, esse pode ser um dos motivos que explicam o fato de haver um fluxo de informações entre as séries históricas desses dois países.

Tabela 15 – Distribuição por indústria, subindústria e país das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care cuja Transferência de Entropia Efetiva foi igual ou superior a 0,04

Ticker	Indústria	Subindústria	País	Ticker	Indústria	Subindústria	País
4568 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão	AMGN UW	Biotechnology	Biotechnology	Estados Unidos
AZN LN	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Estados Unidos	COO UN	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Supplies	Estados Unidos
				PFE UN	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Estados Unidos
				SHL AT	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Austrália
ABBV UN	Biotechnology	Biotechnology	Estados Unidos	SHL AT	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Austrália
REGN UW	Biotechnology	Biotechnology	Estados Unidos	RHC AT	Health Care Providers & Services	Health Care Facilities	Austrália
CERN UW	Health Care Technology	Health Care Technology	Estados Unidos	7741 JT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Supplies	Japão
QIA GY	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Holanda	UHS UN	Health Care Providers & Services	Health Care Facilities	Estados Unidos
GMAB DC	Biotechnology	Biotechnology	Dinamarca	BHC CT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Estados Unidos
				ABC UN	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors	Estados Unidos
SAN FP	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	França	ABC UN	Health Care Providers & Services	Health Care Distributors	Estados Unidos
SHL AT	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Austrália	NOVOB DC	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Dinamarca
				CRL UN	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Estados Unidos
4507 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão	DIM FP	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	França
WEED CT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Canadá	SHL AT	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Austrália
				CSL AT	Biotechnology	Biotechnology	Austrália
UCB BB	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Bélgica	GRF SQ	Biotechnology	Biotechnology	Espanha

Fonte: elaboração própria

Por fim, foi verificado se, na tabela de Transferência de Entropia Efetiva para as ações do S&P Global 1200 Health Care referente aos anos de 2020 e 2021, havia valores menores ou iguais a -0,12. A partir disso, pôde ser elaborada a Tabela 16. Analisando essa, o que mais chama a atenção é o fato de que há informação fluindo das série histórica de log-retorno pertencentes às ações de diversos países para a série da SRT3 GY. Isso já havia sido observado na Tabela 14, mas percebe-se que, agora, o número de ações para os quais as informações estão fluindo aumentou consideravelmente. Isso pode ser explicado pelo fato do grupo Sartorius, com a chegada da pandemia, ter começado a fornecer suprimentos de laboratório para testes de Covid-19, além de auxiliar os fabricantes de vacinas a desenvolver os imunizantes. Devido a isso, a empresa, que já possuía atuação internacional, ficou ainda mais forte no âmbito global.

Nota-se, então, que a informação está fluindo da série da Sartorius para as séries históricas de log-retornos das ações pertencentes, principalmente, às indústrias e subindústrias

de Pharmaceuticals, Health Care Equipments & Supplies e Life Sciences Tools & Services, as quais são responsáveis justamente por produzirem as vacinas e fornecerem os insumos e tecnologias necessárias para a realização dos testes para o vírus. Conquanto, é válido chamar atenção para o fato de que, como a Transferência de Entropia, nesse caso, é negativa, isso indica os fluxos de informações observado é menor do que o que seria analisado caso os log-retornos fossem gerados aleatoriamente. Não obstante, isso não pode ser justificado pelo fato de que as companhias se comportam de maneira parecida, já que não houve transferência menor ou igual a -0,12 entre as séries que apresentaram alta correlação, tal qual apontado na Tabela 12. E isso, por sua vez, pode ter ocorrido graças ao valor de -0,12 selecionado para a elaboração da Tabela 16.

Tabela 16 – Distribuição por indústria, subindústria e país das ações analisadas do S&P Global 1200 Health Care cuja Transferência de Entropia Efetiva foi igual ou inferior a -0,12

Ticker	Indústria	Subindústria	País	Ticker	Indústria	Subindústria	País
ROG SE	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Suíça	SRT3 GY	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Alemanha
ARGX BB	Biotechnology	Biotechnology	Holanda	7733 JT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Japão
SRT3 GY	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Alemanha	DIM FP	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	França
				GN DC	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Dinamarca
				4519 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão
				AZN LN	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Estados Unidos
				LONN SE	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Suíça
				NOVN SE	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Suíça
				ROG SE	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Suíça
				QIA GY	Life Sciences Tools & Services	Life Sciences Tools & Services	Alemanha
				2413 JT	Health Care Technology	Health Care Technology	Japão
				SAN FP	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	França
				7733 JT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Japão
				SHL AT	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Austrália
				COH AT	Health Care Equipment & Supplies	Health Care Equipment	Austrália
				BAYN GY	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Alemanha
				VTRS UW	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Estados Unidos
				UCB BB	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Bélgica
				4502 JT	Pharmaceuticals	Pharmaceuticals	Japão
				FRE GY	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Alemanha
GRF SQ	Biotechnology	Biotechnology	Espanha				
CSL AT	Biotechnology	Biotechnology	Austrália	FRE GY	Health Care Providers & Services	Health Care Services	Alemanha

Fonte: elaboração própria

6. CONCLUSÃO

Frente a tudo que foi exposto anteriormente, é possível concluir que, primeiramente no que tange a análise laboratorial, em 2018 e em 2019 não há correlação significativa entre os log-retornos da Hapvida e Intermédica. Mas, em 2020, com a chegada do Covid-19, a correlação passou a ser muito significativa e, em 2021, quando, somado à pandemia, começaram os processos de fusão das duas empresas, a correlação passou a ser extremamente significativa. Ademais, em 2020 e 2021, a Transferência de Entropia Efetiva da Intermédica para a Hapvida é negativa, com um valor, em módulo, praticamente trezentas vezes maior do que o observado no período de 2018 a 2019, graças à alta correlação entre os log-retornos das ações.

Já em relação à análise mais geral, observou-se que, apenas nos de 2020 e 2021, foram encontradas companhias pertencentes ao S&P Global 1200 Health Care que apresentaram uma correlação significativa entre os log-retornos de suas ações. Notou-se, então, que todas as maiores correlações ocorreram entre empresas norte-americanas, e isso pode estar relacionado ao comportamento da população dos Estados Unidos no que tange à polarização política observada frente à pandemia. Contudo, também pode ter sido apenas um resultado do fato de que grande parte das ações analisadas nesta parte do trabalho pertencem à pátria norte-americana. Outro ponto importante é que todas as correlações ocorrem entre os log-retornos de empresas pertencentes à indústria de Health Care Providers & Services, o que pode ser explicado pela alta demanda por serviços e provedores de saúde graças ao início da pandemia.

Não se conseguiu observar, contudo, se essas companhias que apresentaram alta correlação também tiveram uma Transferência de Entropia negativa entre as suas séries históricas, o que pode ter ocorrido graças ao valor de -0,12 selecionado para a elaboração da Tabela 16. Não obstante, puderam ser feitas algumas análises muito interessantes, como o fato de ter sido observado, em 2020 e 2021, que há informação fluindo das séries históricas de log-retornos das ações pertencentes aos Estados Unidos para as séries históricas de ações australianas. Desse modo, a Transferência de Entropia Efetiva foi positiva nesse caso.

Analisando as indústrias e subindústrias às quais tais ações pertenciam, conclui-se que a indústria de Health Care Providers & Services, à qual as ações australianas analisadas pertenciam, é justamente a responsável por oferecer suprimentos e profissionais para que serviços como a vacinação possam ser providos à população. Mas de nada adianta ter a estrutura e os profissionais sem que haja a matéria prima, que, nesse caso, podem ser as vacinas enviadas

dos Estados Unidos para a Austrália, sendo que a maior parte das companhias norte-americanas pertenciam às indústrias de Pharmaceuticals, Biotechnology e Life Sciences Tools & Services, que são, justamente, as que atuam na parte de fornecimento de insumos, ferramentas e conhecimento humano. Por conta disso, esse pode ser um dos motivos que explicam o fato de haver um fluxo de informações entre as séries históricas desses dois países.

Perante esses resultados, pode-se dizer que foi sim possível mapear a rede financeira de ações pertencentes ao setor de saúde e, a partir disso, medir o impacto causado pela pandemia do novo Covid-19, o que foi feito por meio da utilização da medida de Transferência de Entropia Efetiva. Não obstante, sugere-se, para estudos futuros, que seja analisado algum índice que seja mais diverso na composição de ações. Isso porque, apesar do S&P Global 1200 Health Care ser composto por ativos de muitos países, a limitação referente ao período analisado fez com que muitas ações tivessem que ser deixadas de lado, de modo que foi observado um conjunto de dados majoritariamente composto por ações norte-americanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUCOLO, Eduardo. Dados mostram a dimensão histórica do impacto da Covid-19 na economia. Folha de S. Paulo, 11 jul. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/07/dados-mostram-a-dimensao-historica-do-impacto-da-covid-19-na-economia.shtml?origin=folha>. Acesso em: 04 abril 2021.

HALDANE, A.G. Rethinking the financial network. **Instituição Financeira de Estudantes**, Amsterdã, 28 de abril 2009. Discurso feito para a Instituição Financeira de Estudantes. Disponível em: <https://www.bis.org/review/r090505e.pdf>. Acesso em: 04 abril 2021.

ALLEN, F.; BABUS, A. Networks in finance. *In*: KLEINDORFER, P.; WIND, Y.; GUNTHER, R.; EDS. **The Network Challenge: Strategy, Profit, and Risk in an Interlinked World**. Bergen County, NJ, USA: Wharton School, 2009. cap. 21, p. 1-20. Disponível em: <http://finance.wharton.upenn.edu/~allenf/download/Vita/Allen%20and%20Babus%20-%20aug%202020-08-Long-SSRN.pdf>. Acesso em: 04 abril 2021.

SANDOVAL, L., Jr. Structure of a Global Network of Financial Companies Based on Transfer Entropy. **Entropy**, 7 ago. 2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1099-4300/16/8/4443>. Acesso em: 04 abril 2021.

S&P GLOBAL 1200 – S&P DOWN JONES INDICES. 2021. Disponível em: <https://portugues.spindices.com/indices/equity/sp-global-1200>. Acesso em: 23 maio 2021.

Bloomberg L.P. 2021. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/>. Acesso em: 30 maio 2021.

Laboratórios Pfizer Ltda. 2021. Disponível em: <https://www.pfizer.com.br/sobre-a-pfizer/institucional>. Acesso em: 30 maio 2021.

FERREIRA, Gustavo. Ibovespa cai 30% em março, maior queda mensal em 22 anos. Valor Investe, 31 mar. 2020. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/objetivo/hora-de-investir/noticia/2020/03/31/ibovespa-tem-maior-queda-mensal-em-22-anos-dolar-maior-alta-desde-ataque-as-torres-gemeas-em-2011.ghtml>. Acesso em: 20 setembro 2021.

FERREIRA, Gustavo. Ibovespa sobe mais de 10% em abril, mas perdas em 2020 passam de 30%. Valor Investe, 30 abril 2020. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/ultimas-noticias/noticia/2020/04/30/ibovespa-sobe-mais-de-10percent-em-abril-mas-perdas-em-2020-passam-de-30percent.ghtml>. Acesso em: 20 setembro 2021.

SAMOR, Geraldo. EXCLUSIVO: Hapvida-Intermédica: o que falta para a fusão acontecer. Brazil Journal, 08 jan. 2021. Disponível em: <https://braziljournal.com/exclusivo-hapvida-intermedica-o-que-falta-para-a-fusao-acontecer>. Acesso em: 20 setembro 2021.

SP GLOBAL. 2018. Disponível em: https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/documents/112727-gics-mapbook_2018_v3_letter_digitalspreads.pdf. Acesso em: 21 novembro 2021.

BARDON, Adrian. Political orientation predicts science denial – here’s what that means for getting Americans vaccinated against COVID-19. The Conversation, 16 set. 2021. Disponível em: <https://theconversation.com/political-orientation-predicts-science-denial-heres-what-that-means-for-getting-americans-vaccinated-against-covid-19-165386>. Acesso em: 21 novembro 2021.