



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

PUC - Rio 2020.1

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

Curso de Graduação em Administração de Empresas

Trabalho de Conclusão de Curso

**A Influência de *Quantitative Investment* no Crescimento e
Desenvolvimento de *Hedge Funds***

Impacto de *Automated Investing* no Mercado Financeiro

Caio Malheiros Montagna
Matrícula: 1611988



IAG
Escola de Negócios

Caio Malheiros Montagna

**A Influência de *Quantitative Investment* no Crescimento e
Desenvolvimento de *Hedge Funds***
Impacto de *Automated Investing* no Mercado Financeiro

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao programa de graduação em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de graduação em Administração.

Orientador: Marcelo Cabús Klotzlë

Rio de Janeiro, RJ

Junho de 2020

Resumo

Este estudo aborda de forma diferenciada as tendências de uso de tecnologias quantitativas e de inteligência artificial (*Artificial Intelligence – AI*) no processo de investimento para esclarecer como elas impactam o crescimento e desenvolvimento de fundos de investimento e o mercado financeiro. Para isso foi necessário entender os elementos do processo de investimento e avaliar como as tecnologias podem ajudar em cada um deles. Também foi necessária uma análise das performances dessas tecnologias e estratégias de investimento, para melhor entender seus resultados e o que esperar de uma combinação de estratégias no futuro.

Palavras Chave: Fundos de investimento, estratégias de investimento, fundos de IA, estratégias quantitativas de investimento, estratégias quantitativas, análise fundamental, processo de investimento, performance de estratégias de investimento.

Abstract

This study seeks to better understand trends in the use of quantitative and artificial intelligence technologies in the investment process to clarify how they affect the financial market with respect to growth and development of hedge funds. To achieve this purpose, it was necessary to understand the parts and fundamentals of the investment process and evaluate how the technologies can help in each element. An analysis of the performance of these technologies and investment strategies was also necessary to better understand their results and what to expect from a combination of the strategies in the future.

Keywords: Hedge funds, investment strategies, AI funds, quant funds, quantitative investment strategies, fundamental analysis, automated investment strategies, quantamental investment strategies, investment strategies performance, fundamentals of active investment process.

*“Someone is sitting in the shade today because
someone planted a tree a long time ago”*

– Warren Buffett

Sumário

1.	Introdução	7
1.1.	Contexto	7
1.2.	Objetivo	11
1.3.	Delimitação.....	12
1.4.	Relevância.....	12
2.	Referencial Teórico.....	13
2.1.	<i>Fundamental Analysis</i>	13
2.2.	<i>Quantitative Investment Strategies</i>	15
2.3.	<i>Quantamental Investment Strategies</i>	16
2.4.	<i>Automated Investment Strategies</i>	18
3.	Metodologia de Pesquisa.....	20
4.	Apresentação e Análise dos Resultados	22
4.1.	Performance das Estratégias de Investimento.....	23
4.1.1.	Comparação de Performance das Estratégias	23
4.1.2.	Usando a Performance do Mercado como <i>Benchmark</i>	27
4.2.	Combinar Estratégias Dentro do Processo de Investimento.....	30
4.2.1.	<i>Evaluating Strategies</i>	30
4.2.2.	<i>Finding Strategies</i>	32
4.2.3.	<i>Optmizing Strategies</i>	33
4.2.4.	<i>Executing Strategies</i>	35
4.3.	Impacto do Mix de Estratégias no Mercado Financeiro	36
5.	Conclusões	38
6.	Referências Bibliográficas	40

Índice de Figuras

Figura 1 – Comparação de Rentabilidade: <i>Hedge Fund</i> X Ibovespa	8
Figura 2 – Crescimento de <i>Quant Funds</i> até 2016	9
Figura 3 – <i>Quant Strategies have been Underperforming the Broader Market</i>	10
Figura 4 – <i>Quant Funds</i> Sofrem a Maior Saída de Caixa Desde 2016	11
Figura 5 – <i>Combining Fundamental and Quantitative Analysis</i>	17
Figura 6 – <i>AI funds have been outperforming hedge funds</i>	19
Figura 7 – <i>Percentage of Funds That Use AI in Their Investment Process</i>	20
Figura 8 – Comparação de Performance <i>FA</i> x <i>Quant</i> x <i>Quantamental</i>	24
Figura 9 – Comparação de Performance <i>FA</i> x <i>Quant</i> x <i>Quantamental</i> x <i>AI</i>	25
Figura 10 – <i>Parts of the Investment Process That are Driven by AI</i>	26
Figura 11 – <i>Percentage of the Decision Making Process That Relies on AI</i>	26
Figura 12 – Comparação de Performance <i>FA</i> x <i>Quant</i> x <i>Quantamental</i> em Relação ao Mercado.....	28
Figura 13 – Comparação de Performance <i>FA</i> x <i>Quant</i> x <i>Quantamental</i> x <i>AI</i> em Relação ao Mercado	29
Figura 14 – Métodos de Análise de Dados Alternativos.....	31
Figura 15 – <i>How AI Can Help Risk Management</i>	35
Figura 16 – Cenários da Performance Esperada do Mix de Estratégias	37

1. Introdução

Este capítulo apresenta o tema estudado e o contextualiza sobre as mudanças no cenário do mercado financeiro em relação aos fundos de investimento no mundo. Além disso, serão abordados outros tópicos relevantes à análise de diferentes estratégias e tipos de investimento alternativos, contextualizando-os da mesma forma para que se possa fazer a análise com os dados mais atualizados possíveis e as mais recentes impressões do mercado sobre os fundos de investimento. Dessa forma podendo ser tiradas, com precisão, conclusões sobre o futuro das *quantitative investment strategies* no mercado de capitais, sendo esse, portanto, o foco principal desse estudo. Esse capítulo é dividido em quatro partes: (1) Contexto; (2) Objetivo; (3) Delimitação; (4) Relevância.

1.1. Contexto

Em economia e finanças, mercado financeiro é como se denomina todo o ambiente em que ocorrem operações de investimento financeiro, envolvendo a compra e venda de ativos financeiros, tais como valores mobiliários, mercadorias e câmbio. Fatores do macro ambiente externo de empresas, como variáveis político-legais, tecnológicas e econômicas mundiais, afetam diretamente a tendência de comportamento dos mercados, da mesma forma que as propensões de concorrentes, fornecedores e clientes, que são variáveis de ação direta das organizações, e as próprias questões e decisões corporativas feitas internamente que influenciam as tendências desse ambiente dinâmico, segundo o BTG Pactual (2017).

O investimento em ativos financeiros de renda variável implica em riscos constantes definidos pela volatilidade do próprio ativo e do mercado financeiro como um todo. Visando mitigar os riscos incorridos em operações, diversos investidores realizam o *hedge* dessas posições através de opções financeiras, usando derivativos financeiros e estratégias de análise e de compra e venda de ações. No mercado de capitais, o *hedge* representa o limite de preço de um determinado recurso financeiro, com o objetivo de proteger o investidor do risco do mercado, em operações financeiras que podem apresentar grande variação de preços.

Hedge funds (HF), no Brasil também chamados de fundos multimercado, são fundos de investimento voltados para indivíduos, instituições, fundações e planos de pensão de alto patrimônio líquido. O *site Investopedia* (2019) descreve que o objetivo de um *hedge fund* é fornecer o maior retorno sobre investimentos possível, o mais rápido possível. Para atingir esse objetivo, as operações realizadas por *HFs* são principalmente em ativos de alta liquidez, permitindo que o fundo obtenha lucros

rapidamente em um investimento e depois transfira seu capital para um outro investimento, que se mostre mais promissor no momento.

Esses fundos podem ser muito arriscados e cobrar taxas altas, mas têm o potencial de gerar retornos elevados devido à sua alavancagem. Portanto, são uma forma de investimento alternativa aos modelos tradicionais, com graus de risco variados, poucas restrições e em algumas situações, altamente especulativos. A alta flexibilidade e volatilidade de seus investimentos tem como principal objetivo limitar os riscos de mercado, assim possibilitando ao fundo gerar um retorno positivo independentemente da situação em que ele se encontra, também segundo o *site* Investopedia (2019).

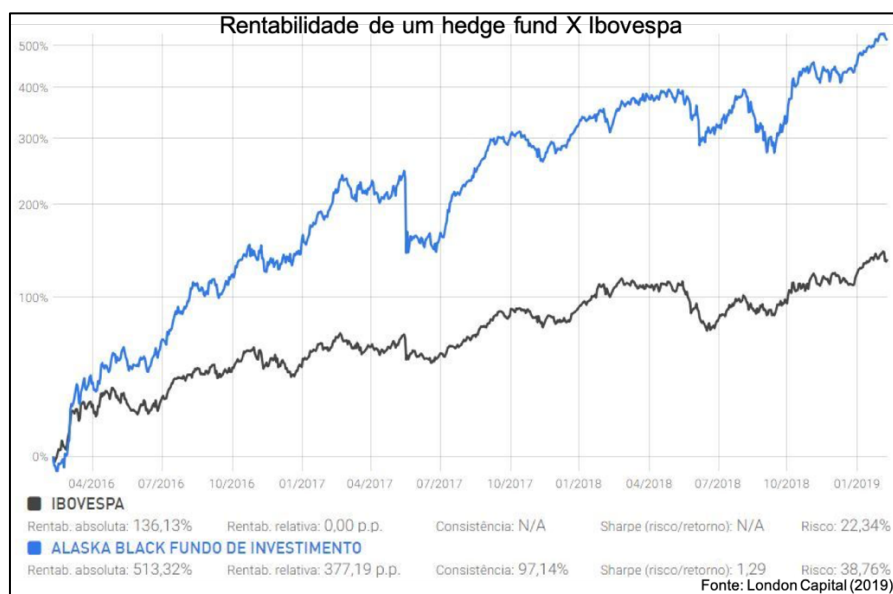


Figura 1 – Comparação de Rentabilidade: *Hedge Fund* X Ibovespa

Fornecida pelo *site* London Capital (2019), a Figura 1 ilustra a forte alavancagem de um *hedge fund*, fazendo com que os lucros sejam muito maiores comparados ao mercado, de forma que em 2019 o fundo teve uma rentabilidade de pouco mais de 500%, enquanto o Ibovespa teve em torno de 150%.

Fundamental analysis é como se denomina as estratégias tradicionais de *trading*, são as ferramentas utilizadas por *hedge funds* para avaliar uma determinada empresa ou ação, concluindo se devem investir no respectivo ativo financeiro ou não, de acordo com o *site* The Balance (2019).

Com os avanços tecnológicos, a automatização de investimentos se mostrou uma ferramenta muito útil e eficiente, possibilitando o desenvolvimento de novas estratégias e novos fundos de investimento, como os *quantitative funds* (QF). Dessa forma, segundo o Investopedia (2019), as *quantitative investment strategies* (QIS) evoluíram em ferramentas poderosas e complexas, com o auxílio de computadores e *softwares* personalizados, porém, ainda usam estratégias que não evoluíram da

mesma forma, sendo baseadas em táticas tradicionais de *trading*, criadas há mais de 80 anos.

O Investopedia (2019) define *quantitative funds*, também chamados de *quant funds*, como fundos em que as decisões de investimento são determinadas por métodos numéricos, utilizando recursos avançados de análise quantitativa, e não por julgamento humano. Portanto, um fundo quantitativo possui estratégias de investimento algorítmicas e/ou sistematicamente programadas, diferentemente dos *hedge funds*.

Os *quant funds* codificam suas regras de *trading* em sistemas e *softwares*, e executam ordens usando algoritmos de investimento, assim as operações são realizadas pelos computadores, contando apenas uma supervisão humana, segundo Pedersen (2015) em seu livro *Efficiently Inefficient*. Dessa forma, as principais responsabilidades dos gerenciadores desse tipo de fundo não são de realizar as operações, mas de usar algoritmos, computadores e *softwares* personalizados para determinar os melhores investimentos para o fundo e criar carteiras. Asness (2007) associou gerenciadores de *quant investment* com economistas que codificam suas operações em processos repetitivos, eles se diferenciam apenas na diversidade dos investimentos feitos e nas habilidades de criação de portfólios.

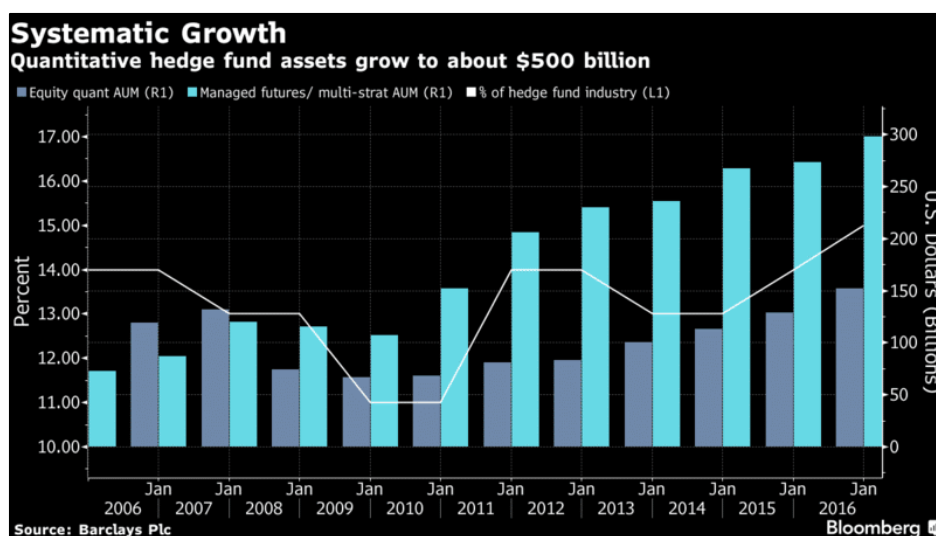


Figura 2 – Crescimento de *Quant Funds* até 2016

Apesar dos *quant funds* estarem solidificados na indústria e no mercado financeiro, como descrito pelo *Tabb Group* (2017) e visto na Figura 2, que traz dados da Bloomberg (2017), os QFs têm deixado a desejar nos últimos anos em questões de performance, quando comparados aos *hedge funds*, de forma que suas estratégias não foram tão eficientes quanto às outras formas alternativas de

investimento, como pode ser visto na imagem abaixo (Figura 3), também fornecida pela Bloomberg (2019).

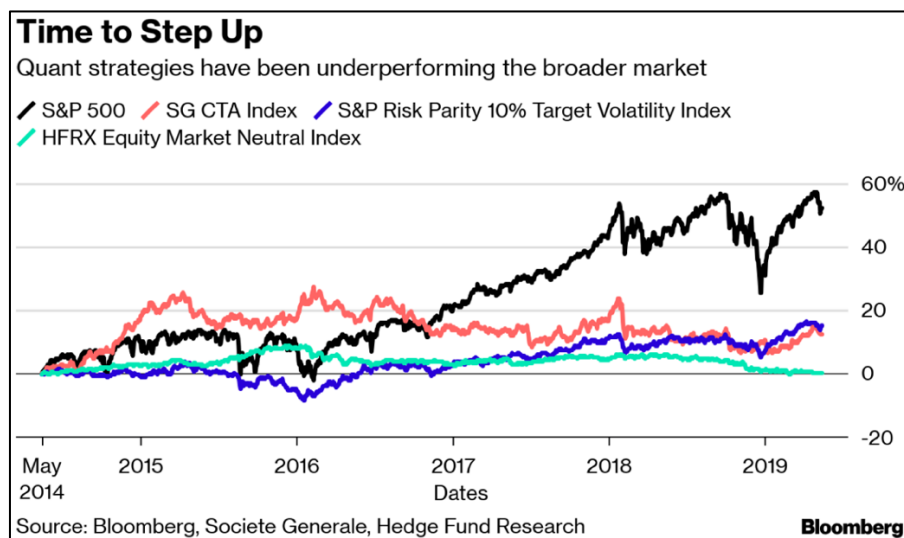


Figura 3 – Quant Strategies have been Underperforming the Broader Market

Na Figura 3 podem ser identificados quatro diferentes índices, o *Standard & Poor's 500 Index* é um índice de capitalização de mercado das 500 maiores empresas de capital aberto dos EUA, segundo a Investopedia (2019). O *Societe Generale CTA Index*, que fornece ao mercado uma referência de desempenho confiável dos principais CTAs, que são consultores de negociação de *commodities* (*commodity trading advisors*), de acordo com a *Barclay Hedge* (2019). Outro índice é o *S&P Risk Parity 10% Target Volatility Index*, que procura medir o desempenho de estratégias de paridade de ativos que alocam risco igualmente entre contratos futuros de ações, renda fixa e *commodities*, ao mesmo tempo que procuram um nível de volatilidade de 10%, segundo o *Dow Jones Indices* (2018). Por último o *HFRX Equity Market Neutral Index*, é fornecido pela *Hedge Fund Research* (2019), trata de um índice que representa as estratégias neutras de mercado que empregam técnicas quantitativas de análise de dados e compra e venda de ativos financeiros. Portanto, ao se comparar o terceiro e quarto índices, conclui-se que os *quant funds* vêm tendo uma performance inferior aos *hedge funds* desde a metade de 2017, de forma que essa diferença cresceu exponencialmente em 2019, chegando a novos patamares.

Outra maneira de se visualizar as consequências de uma baixa performance de um fundo, ou um certo tipo de fundo de investimento, é através da saída de caixa, ou seja, a quantidade de capital que deixa de ser investido no fundo, de forma que os recursos são retirados pelos clientes e reinvestidos de outra forma ou em outro lugar.

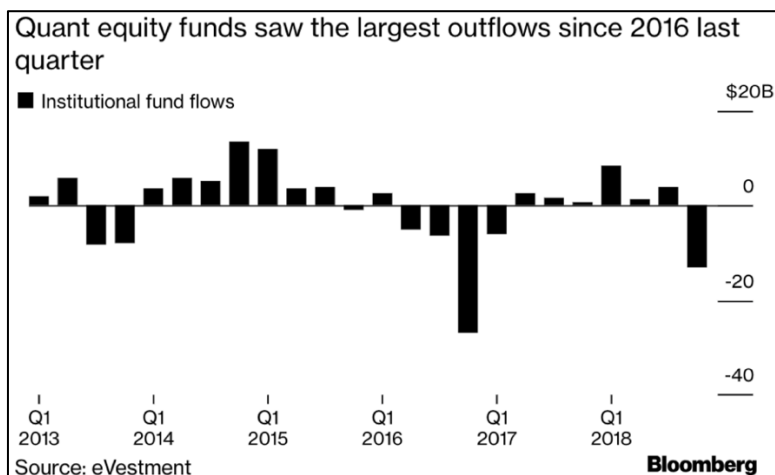


Figura 4 – Quant Funds Sofrem a Maior Saída de Caixa Desde 2016

Como podemos ver na Figura 4, fornecida pela Bloomberg (2019), no último trimestre de 2018 muitos indivíduos decidiram retirar seu capital dos fundos quantitativos devido à baixa performance, resultando na maior saída de caixa dos QFs desde 2016. Isso mostra com clareza as repercussões de uma baixa performance dentro da indústria de fundo de investimento.

Os fundos quantitativos utilizam tecnologias ainda muito novas, possivelmente inacabadas, tendo aspectos promissores que levam até mesmo experts, como Kom Samo, em comentário para a Bloomberg (2019), a questionarem seu papel na indústria e, conseqüentemente, especularem seu real propósito num futuro próximo. Portanto, ainda há muito espaço para as *quant strategies* evoluírem e encontrarem suas respectivas funções no mercado financeiro e nas operações de *hedge* realizadas pelos fundos de investimento. Assim, a pergunta que norteará esse estudo é qual o impacto de Q/S no mercado financeiro e no crescimento e desenvolvimento de fundos de investimento?

1.2. Objetivo

O objetivo desse estudo é analisar o impacto de *automated e quantitative investment strategies* em *hedge funds* e no mercado financeiro, a fim de entender o papel dessas estratégias no processo de investimento e como elas influenciam no crescimento e desenvolvimento dos fundos, no curto, médio e longo prazo.

A partir dos dados coletados em pesquisas e das conclusões tiradas desse estudo, também será possível especular diferentes funcionalidades e possibilidades para as tecnologias de *quant* no futuro, ou seja, seu papel na indústria em meio à tantas mudanças que ocorrem rapidamente dentro desse ambiente. Portanto, juntamente à análise da influência das estratégias já existentes no mercado e nos fundos, esse estudo também tem o objetivo de desenvolver novas estratégias que

acompanhem a evolução das tecnologias de investimento, para que elas tenham uma atuação sem precedentes, sendo mais eficientes e que possam representar o futuro de *trading*, trazendo os maiores retornos possíveis em qualquer situação que o mercado se encontre.

Vale ressaltar, contudo, que isso não exclui a possibilidade de outras variáveis financeiras e/ou tecnológicas terem um papel importante na atuação das estratégias de investimento e no processo de investimento no futuro para que, na conclusão, seja possível entender com maior precisão as tendências do uso das tecnologias de *quant* no mercado e no desenvolvimento de novas estratégias de *trading*.

1.3. Delimitação

Em termos temporais, a série histórica observada será entre o período de 2010 até a atualidade. É importante ter os dados mais atualizados possíveis, visto que o mercado está em constante evolução, trazendo mudanças impactantes cada vez mais rápido, em especial nos últimos 2 anos.

O estudo não se delimitará a nenhum mercado específico, visto que essas mudanças vêm de diferentes regiões do planeta, principalmente dos maiores polos desse ambiente, Nova Iorque e Londres. Assim como os mercados asiáticos que criam tendências mundiais constantemente. Ou seja, serão apresentados dados de diferentes bolsas de valores de diferentes regiões do mundo, que se enquadram no estudo em aspectos específicos, usados apenas como ferramentas de análise.

As estratégias de investimento observadas serão apenas as que estão ligadas à renda variável e *trading*. Logo, outras estratégias como renda fixa, tesouro direto e previdência privada não serão utilizadas.

Como o objetivo principal está atrelado às mudanças no mercado e em estratégias nele utilizadas, sendo esse um ambiente dinâmico, novos fatores descobertos ao longo do caminho que os influenciam podem ser levados em conta nas fases de análise e conclusão, como instabilidades políticas e sociais em certo momento dentro do período analisado no estudo.

1.4. Relevância

Com os resultados desse estudo será possível entender, de maneira mais profunda, os aspectos que levaram as *quant investment strategies* a não se adaptarem ao mercado como era esperado. Apesar de essas estratégias que mudaram o mercado para sempre e ainda terem enorme potencial para evoluírem em algo ainda maior e mais impactante.

Enquanto estudos focam na tecnologia em si ou nas estratégias já criadas, que se baseiam em outras de mais de 80 anos, este busca desenvolver novas estratégias que acompanhem a evolução das tecnologias de *quant investment*, para que elas tenham uma atuação sem precedentes, sendo mais eficientes e que possam representar o futuro de *trading*, trazendo os maiores lucros possíveis em qualquer situação que o mercado se encontre. Estratégias essas que não são baseadas apenas em análise fundamental e quantitativa de dados e reconhecimento de padrões, mas também na interpretação de acontecimentos externos e internos às organizações, que ocorrem simultaneamente e influenciam o ambiente dinâmico que é o mercado financeiro.

Portanto, esse trabalho poderá também servir de base para estudos futuros e auxiliar outros pesquisadores nessa área de investimentos que é relativamente nova comparada com o formato tradicional do mercado.

2. Referencial Teórico

Nesse tópico serão apresentados e discutidos aspectos conceituais relacionados ao tema e ao estudo em investigação, que servirão de base para a análise realizada. Os quatro tópicos conceituais abordados no referencial teórico estão relacionados à forma com que os fundos de investimento atuam no mercado financeiro, desde coleta e análise de dados até a compra e venda de ativos mobiliários. De forma que dentro dos assuntos abordados teremos dados sobre diversos tipos de fundos, que usam diferentes estratégias de investimento.

2.1. Fundamental Analysis

Segundo o site *The Balance* (2019), *fundamental analysis* (FA) é o processo de analisar uma empresa em seu nível financeiro mais básico, examinando seus principais índices para determinar a sua saúde financeira. A análise fundamental também pode fornecer uma estimativa do valor que a ação de uma empresa deverá ter, projetando uma grande variedade de fatores num futuro incerto. Assim, avalia potenciais investimentos e suas tendências baseando-se em pesquisa e instinto.

Em seu livro *Efficiently Inefficient*, Pedersen (2015) descreve que as análises e projeções feitas podem ter diferentes focos, como nos números da empresa, nas pessoas e suas percepções da organização ou na dinâmica do setor em que a companhia está inserida, por exemplo. Mas para uma análise fundamental todos esses fatores devem ser ponderados em conjunto, para obter com precisão uma projeção futura do valor da ação da empresa.

Assim, o objetivo dessa estratégia é determinar o valor real das ações e identificar como o mercado as percebe e valoriza, para estimar seus valores futuros. Para atingir ambas as partes do objetivo e realizar uma análise fundamental profunda, é necessário entender as percepções do mercado e os principais índices da empresa para ajudar a acompanhar os movimentos das ações de maneira mais precisa e eficiente, segundo o Investopedia (2019).

O *The Balance* (2019) reforça que, mesmo que o principal aspecto que um investidor deve saber sobre uma organização é quanto dinheiro ela está fazendo atualmente e quanto ela fará no futuro, é necessário levar vários outros fatores em consideração para avaliar um possível investimento, como a percepção da sociedade sobre a empresa, os seus ativos sob gerenciamento e a sua produção, assim como as taxas de juros. Portanto, em uma análise fundamental todos esses fatores, e muitos outros, são levados em consideração para determinar como um potencial investimento será recompensado no curto, médio e longo prazo. Em suma, deve ser analisado tanto o ambiente interno da empresa, quanto o externo.

Essas duas referências demandam diferentes métodos de análise fundamental utilizados por *hedge funds*, de forma que, para examinar os números de uma empresa, existem várias ferramentas que têm seus esforços direcionados à saúde financeira da empresa. Já para examinar o impacto das mais diversas variáveis do ambiente externo na empresa e como isso reflete em suas ações, juntamente com a percepção do mercado, são utilizados métodos de pesquisa com os mais amplos escopos de investigação para ajudar a determinar movimentações e reações futuras, podendo usar dados do passado e comparações entre empresas semelhantes que se encontram na mesma situação, por exemplo. Com isso, a partir do momento que um investidor ou um fundo desenvolve uma imagem do que ele deseja em uma ação, esses números e padrões devem se tornar referências para medir o valor de potenciais investimentos, também segundo o *The Balance* (2019).

De acordo com Pedersen (2015), o método de análise que se concentra nos números investiga os demonstrativos financeiros e contábeis em detalhes, considerando o histórico e a evolução dos números e índices para prever fluxos de caixa livres futuros, por exemplo. Algumas das principais ferramentas utilizadas são o retorno sobre patrimônio líquido (ROE), que mede o retorno que os acionistas tiveram com a organização; *Dividend yield* que compara os dividendos pagos anualmente com o preço das ações; *Projected earnings growth* (PEG), que antecipa a taxa de crescimento de um ano das ações; *Price to earnings ratio* (P/E) é um índice que compara o preço de venda atual das ações de uma empresa com o ganho por ação; dentre outras ferramentas.

É válido enfatizar o fato de que essas ferramentas devem ser analisadas em conjunto com pesquisas profundas sobre o mercado e a empresa em questão, apenas uma singularidade de informação não expressa uma recomendação de compra e venda de ações. Portanto, muitos outros aspectos devem ser levados em consideração e ponderados entre si para se chegar em uma sugestão de operação válida. Segundo a Bloomberg (2017), o fator chave do método das pesquisas é a velocidade em que a informação chega ao investidor. Em um mundo super conectado como o de hoje, segundos podem fazer a diferença para uma operação ser exponencialmente mais lucrativa. Como dito anteriormente, os escopos das pesquisas feitas não têm limites, mas normalmente possuem dois focos principais, a percepção da sociedade e do mercado sobre a empresa e a dinâmica do setor em que a organização se encontra.

A percepção vem da imagem que a empresa passa para a sociedade como um todo, por exemplo, atualmente a sustentabilidade é algo que dá muita visibilidade para empresas, podendo ser negativa ou positiva, o que reflete, em parte, no seu comportamento dentro do mercado financeiro, já que o movimento de suas ações não dependem apenas disso, mas também de índices internos e de seu setor.

O que leva ao último fator abordado nessa parte: A análise do setor em que a empresa se encontra. Para Pedersen (2015), existem diversos setores e indústrias em que uma organização pode estar inserida, como o tecnológico, o de energia, o petroquímico etc. Quando algum acontecimento impacta um setor todas as companhias nele presentes sofrem alterações, podendo ser tanto positivas, quanto negativas.

2.2. Quantitative Investment Strategies

Segundo Pedersen (2015) existem três principais estratégias de *quant investment*, em que todas elas são alimentadas por computadores e *softwares* avançados e personalizados. As estratégias são baseadas na análise de quantidades incontáveis de dados e na sua interpretação, tanto feitas por máquinas quanto por seres humanos.

A primeira estratégia analisada é a *fundamental quantitative investing* em que, de acordo com Pedersen (2015) é baseada em uma mistura superficial de *quant* com *fundamental analysis*, em que o papel de *quant* é apenas o de tratamento de dados para serem transformados em informação. Portanto, o fator determinante para analisar as informações e gerar o conhecimento necessário para tomar as decisões de compra e venda de ações é feita totalmente por *traders*. Assim, as operações feitas usando esse método são baseadas em maior parte na análise humana e

instinto de negócio, dando uma pequena evolução aos investidores considerados tradicionalistas. Essa estratégia de investimento normalmente possui um *turnover* de dias a meses, ou seja, o tempo de rotatividade das seguridades na carteira normalmente são de dias a meses.

Outra estratégia *quant* é a *statistical arbitrage*, que diferentemente das outras estratégias de investimento, é menos baseada na análise de fundamentos econômicos e sim determinada por relações estatísticas e de arbitragem. Portanto, de acordo com a Investopedia (2019), *traders* que usam esse método procuram oportunidades para arbitrar as diferenças entre os componentes de uma *basket security*, ou seja, um agrupamento de ações similares, de um mesmo setor ou que possuem flutuações quase idênticas no mercado, por exemplo. Assim, tentam arbitrar seus investimentos baseando-se em dados estatísticos para encontrar discrepâncias entre o futuro de índices de ações e os preços dos ativos subjacentes, também segundo Pedersen (2015).

A última estratégia de *quant investment* se chama *high frequency trading* (*HFT*). Esse método de investimento usa computadores e *softwares* muito avançados e rápidos para realizar operações que duram segundos, portanto, a liquidez do ativo é um fator fundamental para a estratégia. Em *Efficiently Inefficient* (2015), Pedersen descreve que além de se aproveitar da liquidez das ações, *HFT* também é responsável por aumentar a liquidez do mercado como um todo, uma vez que realiza muitas operações e movimenta um grande número de ações a cada minuto. Outro aspecto em que *HFT* se diferencia de outras estratégias é no fato de que o fator que determina a compra e a venda de uma ação é o mercado em si e suas flutuações e não o julgamento, humano ou por máquinas, baseado em pesquisas e fatores externos. A maior parte das operações feitas através de *HFT* é devido ao reconhecimento de padrões feitos pelas tecnologias *quant*, processando informações e dados estatísticos. Portanto, o sucesso dessa estratégia depende muito da velocidade em que são feitas as operações.

2.3. Quantimental Investment Strategies

Segundo a Bloomberg (2017), durante muito tempo *fundamental analysis* e *quant strategies* não eram usadas pelos mesmos fundos de investimento, as duas estratégias não se misturavam. Até que surgiu um meio termo, em que os investimentos eram feitos com base em computadores e decisões de negócio humanas. A partir desse momento, partes de ambas as metodologias de investimento se fundiram e foi desenvolvido um novo tipo de estratégia de investimento, a *quantimental*. A Figura 5 abaixo mostra duas evoluções da estratégia

de *quantamental*, aplicadas a fundos no mercado americano e mercado não americano.

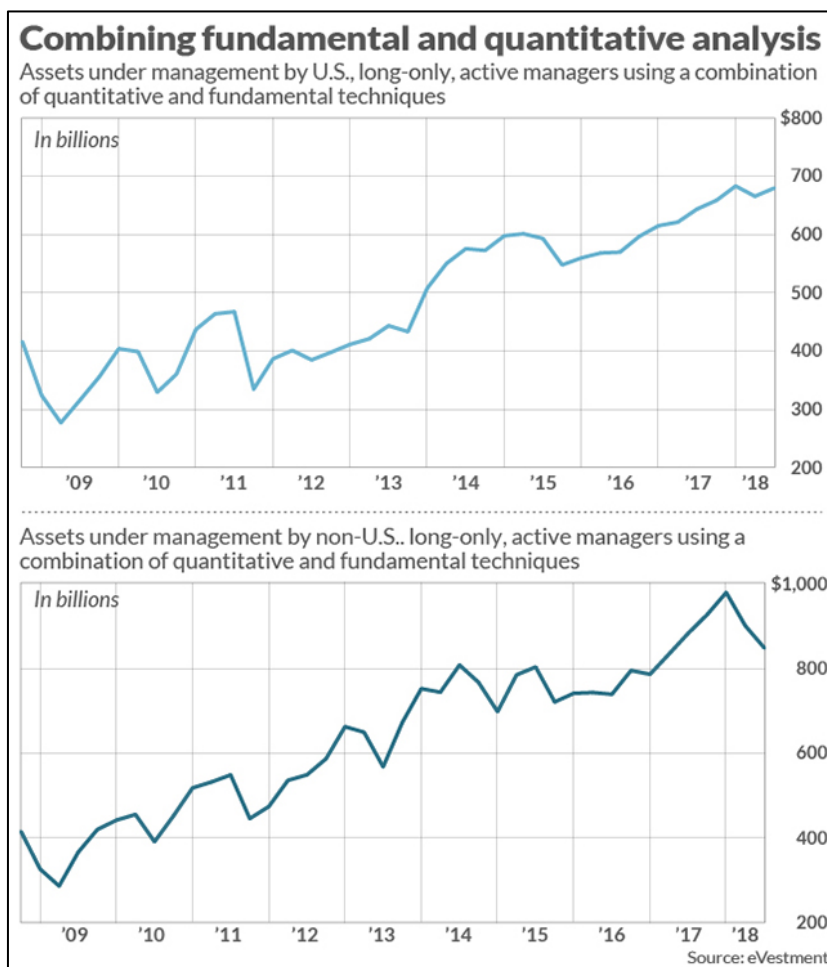


Figura 5 – Combining Fundamental and Quantitative Analysis

Grande parte da utilização de tecnologias de *quant* nessa estratégia de investimento se baseia na análise de enormes volumes de dados e notícias do passado, macroeconômicas ou da empresa, dessa forma relacionando ambos os fatores e criando padrões de movimentação do mercado e das ações de uma determinada empresa. Portanto, pode-se dizer que essa estratégia se deriva quase que totalmente de reconhecimento de padrões e atuação sobre a informação identificada. Esse tipo de análise quantitativa pode ser aplicada a uma enorme gama de empresas no mercado, trazendo uma maior diversificação para a carteira do fundo e, conseqüentemente, diminuindo o risco de seus investimentos. Assim, uma das maiores vantagens de *quantitative investing*, que está presente em *quantamental* é o poder de analisar de maneira rápida e mais precisa, um número muito maior de potenciais investimentos, reduzindo o risco da carteira do fundo, de acordo com a Bloomberg (2018).

Quantamental funds e investidores são fundamentalistas que empregam métodos, ferramentas e tecnologias quantitativas para ajudar a fazer escolhas de

investimento. Eventos como o volume de vendas de uma empresa, por exemplo, continuam sendo importantes, mas o processo para determinar como esses eventos podem ocorrer e como eles influenciarão os preços dos ativos, é examinado quantitativamente, também segundo a Bloomberg (2018).

Quantamental portanto, é uma nova abordagem à *fundamental analysis*, que está em constante crescimento devido aos enormes avanços em tecnologias financeiras, em que o surgimento de novas fontes de dados, como imagens de satélites e *Internet of Things* (IoT), é uma das maiores responsáveis pela criação de *quantamental investment strategies*, de forma que as fontes são tantas e o volume de informações é tão alto, que os fundamentalistas tiveram que adotar estratégias quantitativas para poder acompanhar a evolução e o volume, de acordo com o *site Market Watch* (2018).

2.4. Automated Investment Strategies

Segundo a Bloomberg (2019), os *quant funds* têm deixado a desejar nos últimos anos quanto à performance, quando comparados com outros *hedge funds* e o próprio mercado. Tendo isso em mente, o próximo passo da evolução em finanças tecnológicas é a implementação de *quant strategies* em computadores com inteligência artificial (AI), ou seja, que aprendem com os próprios erros, portanto, são capazes de evoluir sozinhas. Assim, o elemento da inteligência artificial leva o *quant investment* para o próximo nível, porque os robôs são programados para se adaptar e melhorar seu desempenho com base nos dados que coletam ao longo do tempo, sem a necessidade de instruções humanas explícitas.

O fundo baseado em *AI Smith & Williamson* (2019) acredita que a inteligência artificial é o futuro do crescimento financeiro, econômico e produtivo nas próximas décadas. O processo de investimento em um *AI fund* é totalmente computadorizado e possui um alcance global. Portanto, a pesquisa feita por esses sistemas se direciona a empresas de variados setores que possuem grande potencial de crescimento de receitas e estão relacionados com o desenvolvimento da própria inteligência artificial. Após a conclusão da pesquisa em escala global, os robôs inteligentes selecionam as oportunidades de investimento mais atrativas, usando princípios de *fundamental analysis* e medidas de *valuation*. Assim, sua estratégia de investimento é construir uma carteira extremamente diversificada para o fundo, sendo dividida por setor, região e tamanho da organização. Também é feito o gerenciamento e monitoramento da carteira e risco e desempenho do fundo, para que os robôs possam se adaptar às condições da economia global e aos

desenvolvimentos mais recentes dos respectivos setores. Essas são atividades essenciais no processo de investimento, de acordo com Pedersen (2015).

Segundo o *site* Preqin (2019), os *AI funds* têm tido uma performance melhor do que os *HFs*, apesar da diferença de performance não ser significativa o suficiente para dar uma vantagem aos *AI funds* no mercado, certas métricas de risco devem ser levadas em consideração ao se avaliar esses fundos de investimento, como pode ser observado na Figura 6.

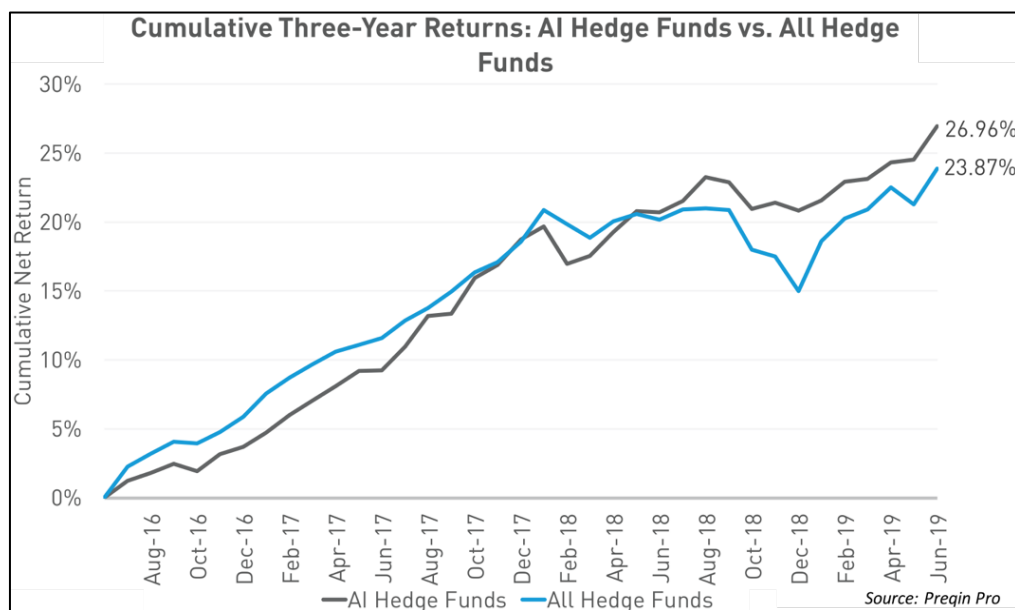


Figura 6 – *AI funds have been outperforming hedge funds*

Para a Preqin (2019) um dos principais fatores que levam os *AI funds* a terem uma performance superior aos outros fundos se deve ao fato de que a inteligência artificial possibilita fazer conexões entre um número gigantesco de informações e dados rapidamente, localizando elos que não são claros para outros tipos de análises, como a fundamentalista. Além disso, o aprendizado da máquina permite que os fundos sejam atualizados automaticamente à medida que digerem e interpretam os dados, garantindo que se tornem mais inteligentes e eficientes com o passar do tempo. Assim, também superando os *quant funds*. Essas características de *AI* também ajudam num quesito muito importante de investimento, que é o melhor aproveitamento possível do momentum das movimentações do mercado e das ações, com a finalidade de gerar o maior lucro possível por operação realizada, de acordo com a *Market Watch* (2019)

Em uma pesquisa feita pela *Barclay Hedge* (2018), sobre fundos que usam tecnologia de inteligência artificial em seu processo de investimento, mostra em seus resultados que a maioria dos fundos já aderiram à *machine learning*, procurando sempre superar os concorrentes e maximizar seus lucros, como pode ser visto na Figura 7.

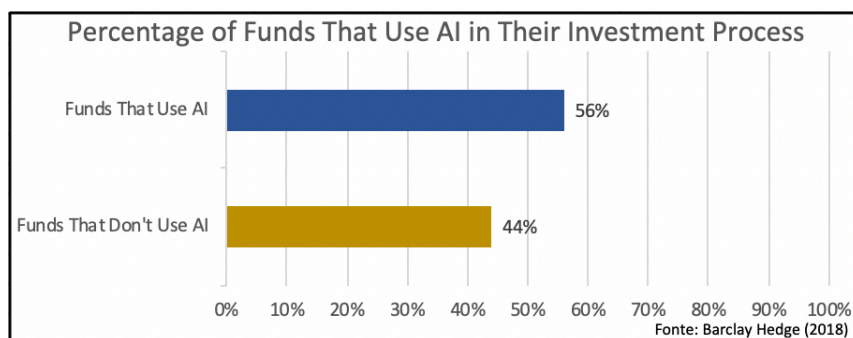


Figura 7 – Percentage of Funds That Use AI in Their Investment Process

3. Metodologia de Pesquisa

O presente capítulo discute os procedimentos metodológicos adotados no estudo, informando o tipo de pesquisa realizada, o procedimento de coleta de dados, o processamento de análise dos dados, os objetivos visuais e numéricos das informações coletadas, as limitações das metodologias e, por fim, outras pesquisas consideradas relevantes para o estudo.

Para realizar as análises entre as variáveis do estudo, sendo essas a performance das estratégias de investimento fundamentalistas, quantitativas, *automated* e *quantamental* foi necessária uma pesquisa para captação de um histórico de dados, assim como a definição de uma base de comparação dos índices de estratégias com o mercado financeiro.

Com a finalidade de estabelecer uma comparação com o mercado, foi utilizado um histórico de dados, provido pelo *Dow Jones Indices* (2020), do *Standard & Poor's 500 Index*. Esse índice mede o desempenho do segmento de grande capitalização, sendo considerado um *proxy* do mercado de ações dos EUA. O índice é composto pelas 500 empresas líderes e cobre aproximadamente 80% da capitalização de mercado disponível. Outro índice usado com o mesmo objetivo foi o *SG CTA Index*, sortido pela *Barclay Hedge* (2020), que fornece uma referência de desempenho confiável dos principais consultores de negociação de *commodities* (CTAs). O índice calcula a taxa de retorno diária de um conjunto de CTAs selecionados dentre os maiores gestores que estão abertos a novos investimentos, o que permite a avaliação de desempenho de fundos de investimento com maior precisão.

Para representar as estratégias de *fundamental analysis*, foi utilizado o *HFRX Fundamental Value Index*, desenvolvido pela *Hedge Fund Research* (2020), em que o índice é formado por estratégias de investimento em valor, que consistem em investir numa empresa de qualidade que está subvalorizada pelo mercado no momento. A análise da qualidade e a decisão de investimento é tomada com base

em ferramentas de *fundamental analysis*, com formato *buy-and-hold* visando ao longo prazo. Portanto, essa estratégia sofre forte influência das reações exageradas do mercado aos eventos atuais e aos que estão relacionados ao pagamento de dividendos das empresas.

As estratégias quantitativas de investimento foram analisadas pelo *HFRX Equity Market Neutral Index*, também feito pela *Hedge Fund Research* (2020), as estratégias de investimento analisadas nesse índice empregam técnicas quantitativas sofisticadas de análise de dados para prever movimentos futuros dos preços e as relações entre valores mobiliários, assim como selecionar ações para compra e venda. Isso pode incluir estratégias baseadas em *statistical arbitrage*, *high frequency trading* e *systematic fundamental quantitative investing*. Ao mesmo tempo as estratégias normalmente mantêm uma exposição ao mercado de ações não superior a 10%, curto ou longo.

Já a performance das *quantamental strategies* são analisadas através do *HFRX Multi-Strategy Index*, também fornecido pelo *Hedge Fund Research* (2020), analisa fundos que empregam uma ampla variedade de métodos e processos de investimento e análise de valores mobiliários, de forma que podem ser empregadas estratégias fundamentalistas e quantitativas para se chegar a uma decisão de investimento.

Por fim, para analisar o desempenho de *AI funds* será utilizado o *Eurekahedge AI Fund Index*, provido pela empresa *Eurekahedge* (2020). Esse índice foi projetado para fornecer uma ampla medida da performance dos gestores de fundos de investimento que utilizam inteligência artificial e *machine learning* em seus processos de análise de ações e *trading*.

Como parte desses dados são produzidos por provedores de índices da indústria de fundos de investimento, *sites* não mantêm esses materiais constantemente atualizados. Portanto, foi feito um inquérito à *Hedge Fund Research, Inc.* e *Eurekahedge*, para obter acesso direto aos dados e índices, e extrair as informações necessárias, de forma a manter a análise mais precisa e realista possível durante o período analisado, de 31 de março de 2010 até 31 de março de 2020. Para a análise serão utilizados dados de fechamento mensais dos índices. Os demais provedores de dados e índices permitem acesso direto pelos *sites* e mantêm o material constantemente atualizado, portanto, não foi necessário fazer requerimentos para ter acesso às informações.

O principal aspecto da comparação entre as variáveis do estudo foi poder ter a habilidade e liberdade de manuseio entre todas as informações, e entender, tanto visual quanto numericamente, os aspectos que mais influenciam no desempenho

das estratégias de investimento e a correlação entre elas, assim como entender de forma mais clara onde elas podem se complementar para gerar decisões de investimento mais rentáveis e economicamente eficientes.

Visualmente, o objetivo é que essa comparação evidencie os fatores do mercado financeiro e da economia em geral que impactam na performance e nos resultados das diferentes estratégias de investimento, como a baixa volatilidade, *bond yields* e *market synergy*, por exemplo. Esses fatores têm conexão e inferência no desempenho dos fundos de diferentes formas e são estabelecidos por seu *momentum*.

Numericamente, os dados coletados foram convertidos para *index number*, que é a medida da mudança em uma variável (ou grupo de variáveis) ao longo do tempo. Essa metodologia é normalmente usada em economia para medir tendências em uma ampla variedade de áreas, como os preços do mercado de ações, por exemplo. Outro fator positivo desse método de indexação é que fica visualmente mais fácil de se comparar um índice ao outro, assim dando grande assistência na compreensão dos gráficos. No estudo foi adotado como base 100 os valores dos índices no dia 31 de março de 2010.

Além disso, outras pesquisas relevantes como objeto de estudo são:

1) ***Exchange-traded funds (ETFs)***, podendo ajudar no entendimento e diferenciação de índices do mercado e seu propósito.

2) ***Fundamentally weighted index***, metodologia utilizada para selecionar as ações que compõe esse tipo índice, usa ferramentas de *fundamental analysis*.

3) ***Synergy in the stock market***, de forma a entender se causa impactos mais fortes em diferentes estratégias de investimentos, podendo ser um potencial diferenciador de desempenho.

4) ***Bond yields influence on the equity market***, pois o seu efeito no mercado passou a ser mais forte que o normal nos últimos dois anos e, nesse mesmo período, a performance dos fundos têm piorado.

5) ***Passive investing***, para melhor entender como índices que demonstram o desempenho do mercado servem como *benchmarks* para fundos de investimento.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

Nessa seção será analisada uma série de indicadores que podem afetar e até mesmo explicar, como as diferentes estratégias de investimento influenciam no crescimento e desenvolvimento dos fundos. Além disso, ao serão definidos os aspectos das tecnologias e ferramentas de investimento que não são eficientes ou que não obtém os resultados que superem os *benchmarks* impostos pelo mercado,

assim será feita uma investigação para definir novos papéis para essas tecnologias dentro de todo o processo de investimento afim de melhorar a performance do fundo como um todo.

4.1. Performance das Estratégias de Investimento

Uma das maneiras mais eficientes de analisar dados e se obter tendências realistas, seja de movimentações de seguridades, retornos sobre investimentos ou performance de fundos, é por meio de índices, produzidos por empresas especializadas do mercado financeiro, servindo como fonte de informações para análise de diferentes fatores e variáveis. Para analisar a performance das técnicas fundamentalistas, quantitativas, quantimentais e automatizadas de investimento, foram selecionados índices que as representam o histórico de retornos de fundos que utilizam essas estratégias para investir em *equity*.

4.1.1. Comparação de Performance das Estratégias

Ao se comparar o desempenho das estratégias em *equity hedge*, percebe-se que a análise fundamentalista investe em valor, de forma que as organizações investidas são de alta qualidade, mas estão sendo menosprezadas pelo mercado no momento. Assim, procura apontar oportunidades momentâneas ao identificar as seguridades que estão subvalorizadas no mercado, por meio de pesquisas profundas e *insights*. Portanto, fica claro a importância do *timing* das operações, independente da estratégia de investimento utilizada, para maximizar o lucro do investimento. Porém, essa estratégia é tecnologicamente rudimentar, o que pode levar a perda de outros tipos de oportunidade, que apresentam valor através outros aspectos fora aqueles visíveis nos relatórios financeiros e institucionais das empresas analisadas.

Já estratégias quantitativas são baseadas em algoritmos e fundamentos matemáticos para tentar prever movimentos futuros dos valores mobiliários. Apesar de ser capaz de analisar o universo de investimentos rapidamente, essa estratégia usa dados financeiros, em seu valor nominal, para assumir uma realidade econômica, não levando em consideração os impactos no mercado financeiro provocados por fatores mundiais externos à economia, como variáveis político-legais, socioculturais etc.

Como a estratégia *quantimental* utiliza ambas técnicas fundamentalistas e quantitativas em seu processo de investimento, na Figura 8, abaixo, pode-se ver as claras semelhanças de movimentações das curvas, entre as performances de *fundamental analysis* e *quantimental strategies*.

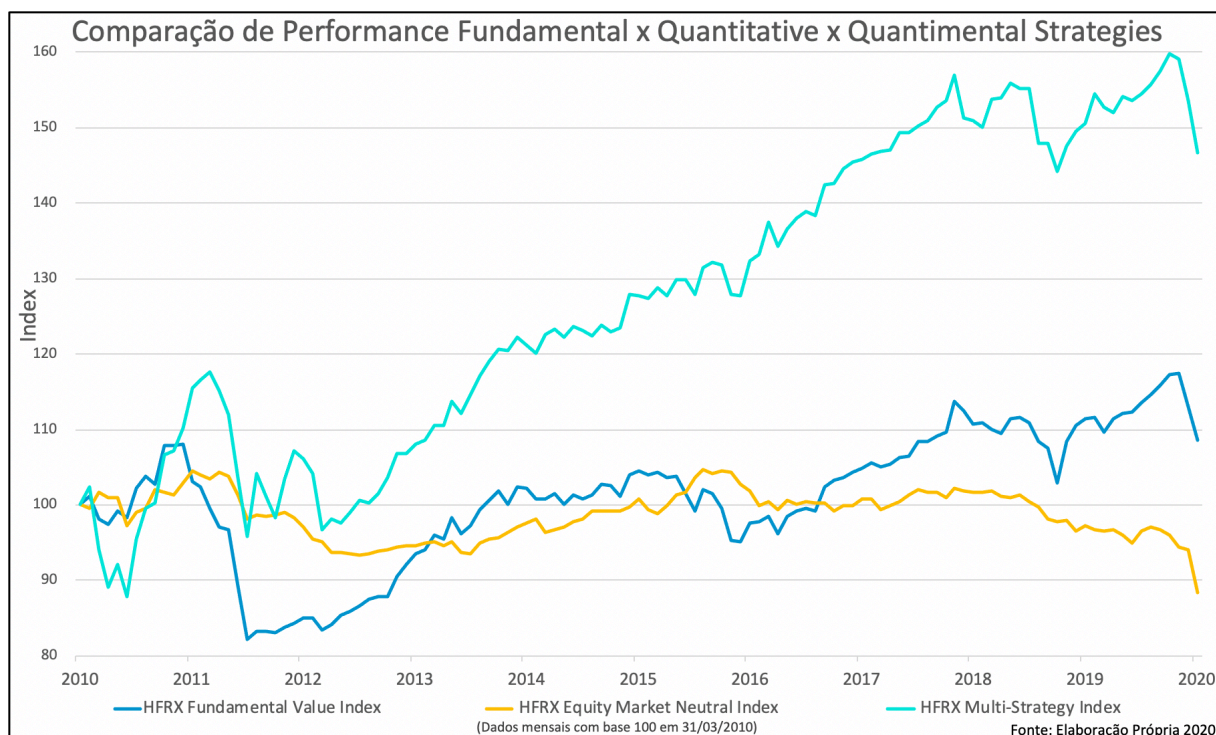


Figura 8 – Comparação de Performance FA x Quant x Quantimental

A principal etapa do processo de investimento, que têm influência sobre as movimentações da curva de retorno, é a que define as estratégias de execução. Essas determinam como serão feitas as operações de *trading* e financiamento, por exemplo. Outro fator que pode ser comparado é o formato das curvas, que acompanham um padrão muito similar. O que define esse aspecto da curva são as estratégias de otimização, responsáveis pela construção do portfólio e gerenciamento de risco. Portanto, devido a essas semelhanças das curvas, conclui-se que as técnicas fundamentalistas são utilizadas nas fases de execução e otimização de operações. Assim, tem grande papel na escolha das seguridades e construção de portfólio.

Já nos aspectos onde as curvas se diferem e um *gap* considerável é criado, resultando em um *edge* ou vantagem para as estratégias quantimentais. É senso comum que quanto maior o acesso à informação e quanto melhor a habilidade de análise e interpretação de dados têm-se, melhores são as tomadas de decisão de investimento, resultando em melhores retornos. *Finding strategy* é a etapa do processo de investimento encarregada de acessar e analisar informações, produzir conhecimento e encontrar novas oportunidades, fontes e formas de lucrar. É natural que as tecnologias *quant* tenham um papel vital dentro dessa fase, já que uma de suas principais funções é a ágil análise de dados. Assim, a introdução de estratégias quantitativas no processo o tornou mais eficiente, em que melhores decisões de investimento foram feitas, gerando um melhor desempenho.

Automated investment strategies são baseadas em tecnologias de *machine learning* e *AI*, em que essas ferramentas permitem que os computadores aprendam com dados e acontecimentos do dia-a-dia e seus respectivos impactos no mercado financeiro, podendo assim prever com maior precisão movimentações do futuro, por exemplo. Assim, *machine learning* tem uma curva de aprendizado mais avançada do que *quant*, por exemplo. De forma que *AI* é capaz de interpretar os dados e colocá-los na realidade do mercado, estando à mercê de quaisquer variáveis que efetivamente o influenciem.

Dessa forma, a inteligência artificial tem sido uma tecnologia cada vez mais aderida por fundos como uma ferramenta eficaz dentro do processo de investimento, que traz bons retornos e gera um desempenho superior às outras estratégias, como pode ser visto abaixo, na Figura 9.

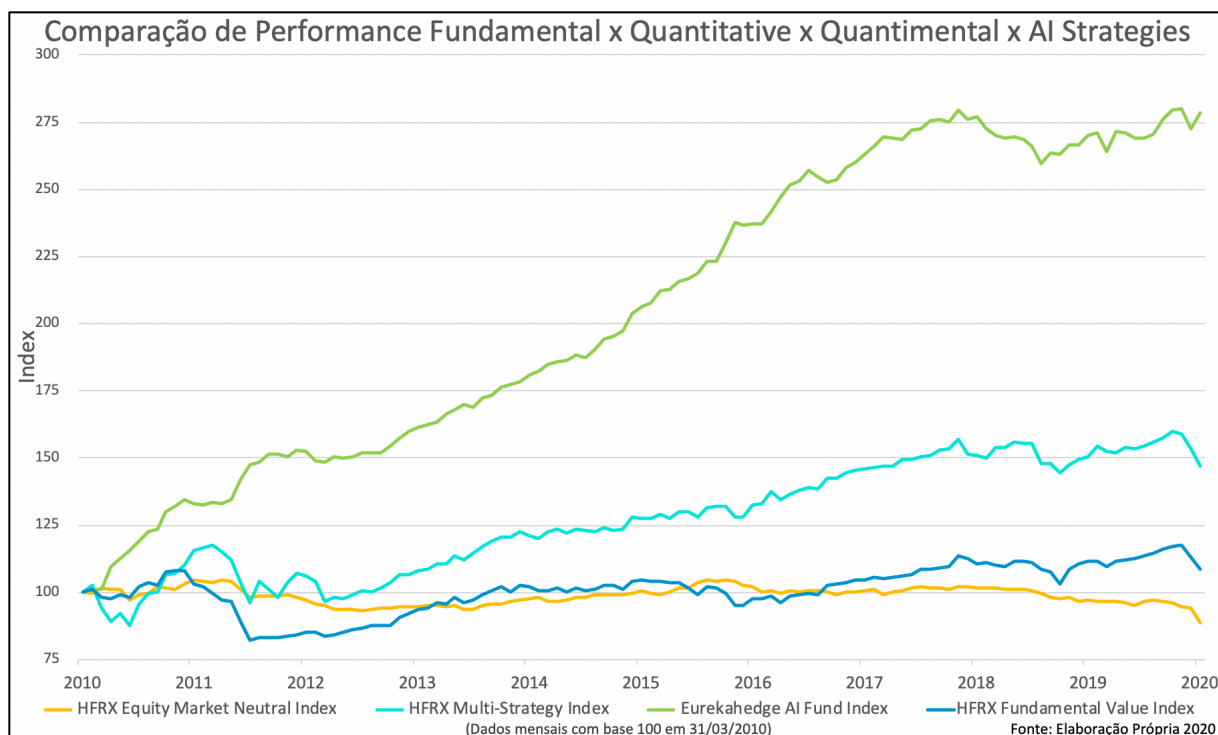


Figura 9 – Comparação de Performance FA x Quant x Quantamental x AI

A performance superior dos *AI funds* se deve a vários fatores que são aperfeiçoados por essa tecnologia. Entre eles um dos aspectos mais importantes que influenciam o *gap* observado entre *AI* e as demais estratégias, é o melhor aproveitamento do *momentum* do mercado, ou seja, o melhor *timing* das operações. As estratégias automatizadas são capazes de identificar com mais facilidade o momento certo de realizar uma operação, devido ao seu constante aprendizado sobre as movimentações do mercado.

Uma das maiores vantagens da tecnologia de *AI* é que ela pode ser usada em todas as etapas do processo de investimento, de forma que o fundo gerencia o

papel que a ferramenta terá e o quão dependente dela é o processo. Isso pode ser visto no estudo feito pela *Barclay Hedge* (2018) representado abaixo, na Figura 10, em que podem ser identificadas atividades chave de três partes do processo de investimento: *Finding*, *optimizing* e *executing strategies*. Portanto, apenas utilizar a inteligência artificial não é garantia de um bom desempenho, é preciso gerenciá-la de forma eficiente dentro de todo o processo de investimento para que gere os melhores resultados possíveis.

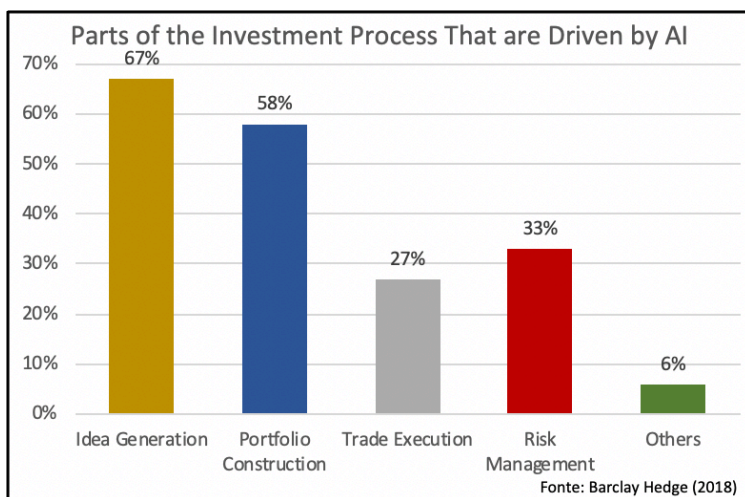


Figura 10 – *Parts of the Investment Process That are Driven by AI*

Outro aspecto em que *AI* tem grande repercussão em fundos de investimento é o uso da tecnologia no processo de tomada de decisão. Esse aspecto tem grande impacto, principalmente, nas estratégias de execução, destacando a decisão final de compra ou venda de um valor mobiliário. A Figura 11 é outra parte do estudo da *Barclay Hedge* (2018), que mostra a popularidade da inteligência artificial nessa tarefa através da porcentagem de fundos que efetivamente a usam, e o seu nível de dependência da tecnologia no processo de tomada de decisão

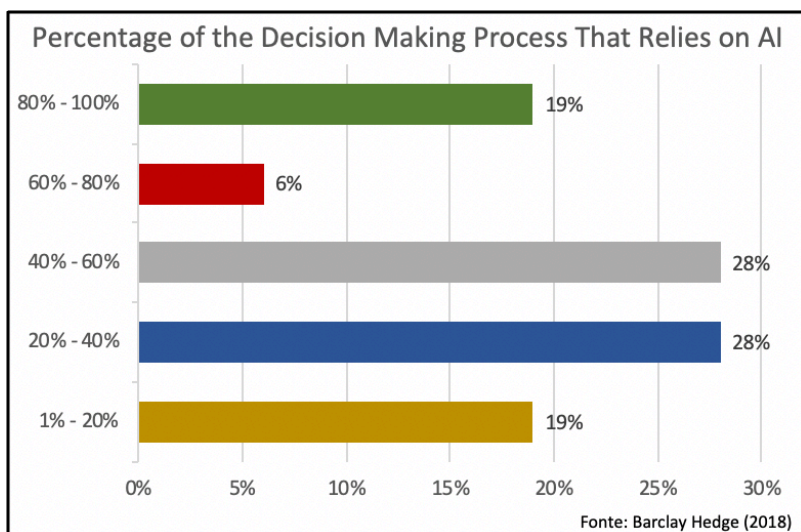


Figura 11 – *Percentage of the Decision-Making Process That Relies on AI*

4.1.2. Usando a Performance do Mercado como *Benchmark*

Para entender melhor como a performance dos fundos de investimento não tem atingido as suas expectativas, e analisar os diferentes aspectos que têm maior influência sobre a performance das estratégias, foram desenvolvidos gráficos de análise que comparam índices de desempenho de fundos que usam as diferentes técnicas de investimento investigadas nesse estudo com índices do mercado, que servem como *benchmarks* de performance.

É importante destacar também a diferença entre *hedge funds* e *mutual funds*, em que, segundo Pedersen (2015), um *asset manager* procura adicionar valor a seus investidores através da geração de capital, que é relativa à um *benchmark*. *Mutual funds* normalmente usam como *benchmark* índices de mercado, como o *S&P 500 Index*, pois seu objetivo é ter uma performance superior à do mercado. Por outro lado, *hedge funds* têm *benchmarks* de capital, em que usam índices como o *absolute return index* como *benchmark*. Isso ocorre porque os *hedge funds* não tem o objetivo de superar o mercado, mas o de gerar um *alpha* maior, ou seja, ter maiores retornos em qualquer ambiente financeiro. Portanto, ao usar o *S&P 500 Index* como um *benchmark*, os fundos analisados são *mutual funds* que empregam diferentes técnicas de investimento para superar o mercado.

Além disso, índices como o *S&P 500 Index* servem como *benchmarks* devido à atividade de estratégias passivas de investimento, em que o fundo investe diretamente no índice, ao invés de comprar e vender as mesmas ações que o compõe. Portanto, é feito um menor número de operações, obtendo uma performance semelhante à do mercado, mas menos alavancada.

Segundo a Investopedia (2019), *event-driven investing* consiste em estratégias de investimento orientadas a eventos, que tentam tirar proveito de erros temporários de precificação de seguridades, que podem ocorrer antes ou depois de um evento corporativo. Esse método mais usado por fundos de *private equity* ou *hedge funds*, porque requer a experiência necessária para analisar profundamente eventos corporativos a fim de uma execução bem-sucedida.

Ao se analisar a curva do mercado na Figura 12, representada pelo *S&P 500 Index*, a sua movimentação em função do tempo pode ser influenciada tanto por variáveis internas das empresas que compõem o índice, quanto por fatores externos do macroambiente, como variáveis econômicas, tecnológicas, político-legais, socioambientais e culturais, por exemplo, que impactam essas organizações. Acontecimentos negativos normalmente resultam em quedas acentuadas, como o declínio de 530,94 pontos em 21 de agosto de 2015, que ocorreu devido às incertezas e fortes preocupações a respeito da fragilidade da economia chinesa no

momento, que poderia resultar em uma desaceleração global. Outro exemplo mais recente foi dia 23 de março de 2020, que registrou uma grande queda no índice, foi o dia em que o Presidente Trump anunciou o início da quarentena obrigatória em todo os EUA por causa do COVID-19.

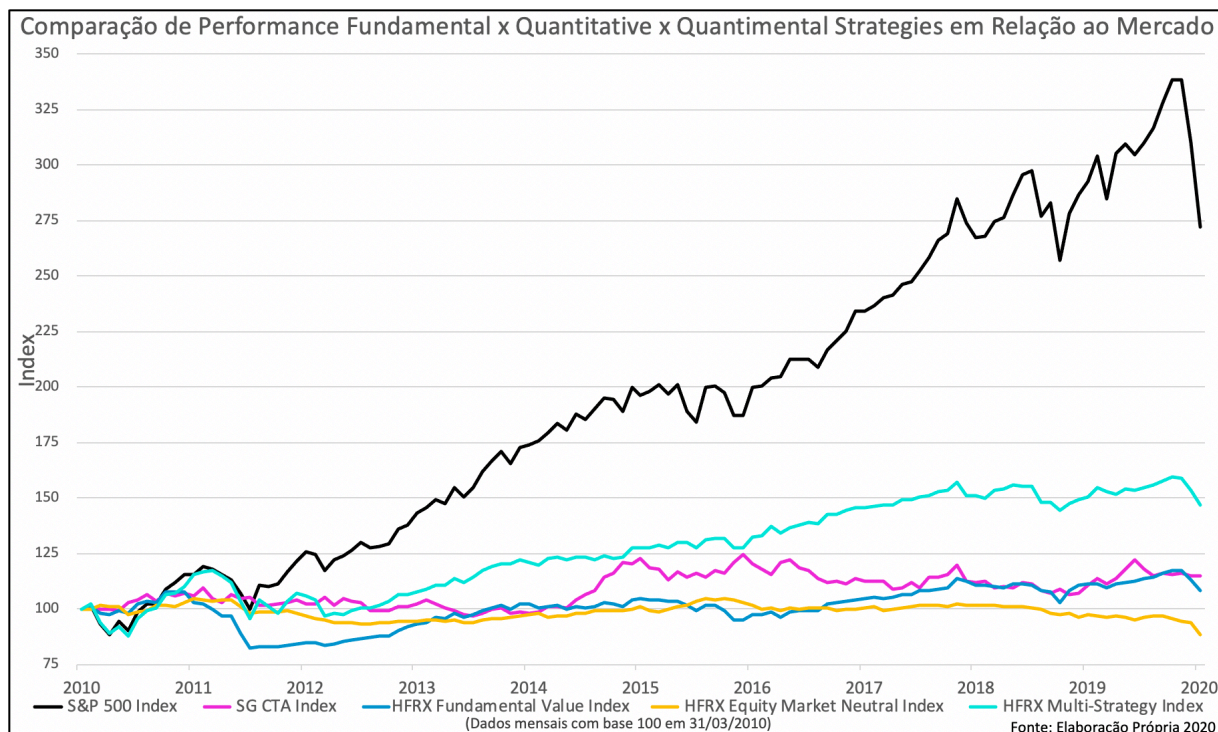


Figura 12 – Comparação de Performance FA x Quant x Quantamental em Relação ao Mercado

Na Figura 12, também se percebe que os movimentos do mercado afetam mais as estratégias de *fundamental analysis* do que as quantitativas. Isso acontece devido as características fundamentalistas de investimento, em que a análise profunda e detalhada de empresas possibilita decisões de investimento orientadas a eventos, procurando oportunidades momentâneas em *equities* para obter melhores retornos. Já as Q/S são menos afetadas por essas variáveis graças a sua metodologia de análise e investimento, que é baseada em números e não em situações.

Ao se combinar as duas estratégias, percebe-se que as oscilações permanecem semelhantes às do mercado, confirmando a declaração feita a respeito do papel de *fundamental analysis* e das tecnologias quantitativas dentro do processo de investimento usado por *quantimental strategies*.

Apesar de que em 2018 as *automated strategies* deixaram a desejar, como pode ser observado na Figura 13, elas possuem a melhor consistência de retornos dos fundos analisados, de forma que os *AI funds* foram os únicos a superar o *benchmark* estabelecido consistentemente durante a série histórica analisada.

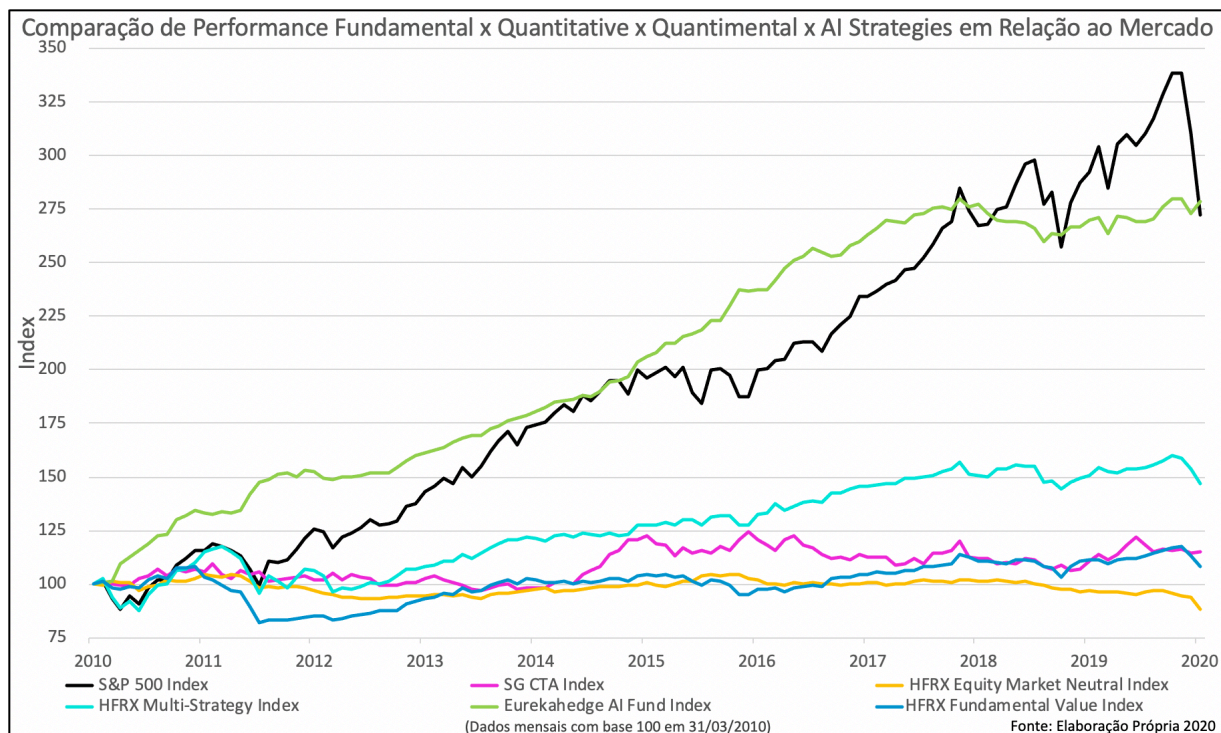


Figura 13 – Comparação de Performance FA x Quant x Quantamental x AI em Relação ao Mercado

O *gap* observado acima (Figura 13), entre o mercado, representado pelo índice S&P 500, e as estratégias quantimentais pode ser explicado pela dificuldade de aproveitamento do *momentum* do mercado, principalmente causado pela instabilidade do mercado nos últimos anos, em que definições há muito tempo entendidas não são mais claras. Assim como a queda do desempenho dos *AI funds* a partir de 2018.

Segundo a Barrons (2020), essa baixa no desempenho pode ser causada pelo aumento no nível de sinergia dentro do mercado de ações nos últimos dois anos. Em que, ações de diferentes setores, mas com as mesmas características, como um forte *momentum*, tendem a se aproximar umas das outras, sendo impulsionadas pelos mesmos macrocatalisadores. Além disso, a Barrons (2020) descreve que os rendimentos dos títulos normalmente influenciam o mercado acionário, mas nos últimos dois anos esse impacto foi mais forte do que o habitual.

Visualmente, ao se comparar as curvas das estratégias de investimento, fica claro que os fatores problemáticos mencionados anteriormente tiveram maior impacto na performance de *AI funds* do que na das outras estratégias. Isso mostra que elas têm características e qualidades que podem complementar as *automated strategies*.

Ainda que levado em consideração a baixa na performance das estratégias de *AI* em 2018, pode-se dizer que a sua utilização do *momentum* é superior à das demais estratégias de investimento. Além disso, a avançada tecnologia de análise e

interpretação de dados que aprende constantemente com as movimentações do mercado e com os próprios erros, favorece a utilização de *event-driven strategies* pelos *AI funds*.

Os avanços de performance vistos quando *fundamental analysis* e *quantitative investment strategies* foram fundidos, criando as *quantimental strategies*, podem ocorrer novamente ao se adicionar inteligência artificial na mistura. Ao se fazer isso, as possibilidades são ilimitadas.

4.2. Combinar Estratégias Dentro do Processo de Investimento

O próximo passo lógico para melhorar a performance e adquirir um *edge* no mercado financeiro é utilizar eficientemente todas as ferramentas de investimento disponíveis. Assim essa seção irá procurar a melhor forma de implementar as tecnologias e fundamentos das estratégias dentro do processo de investimento, de forma que uma complemente a outra, para que suas respectivas desvantagens possam ser minimizadas ou até mesmo eliminadas com as qualidades e competências das demais estratégias. Portanto, as técnicas serão alocadas no processo de acordo com suas características e potenciais funcionalidades.

4.2.1. Evaluating Strategies

Essa etapa do processo de investimento é onde o fundo faz as avaliações de performance dos seus resultados, de uma estratégia que tem usado para *trading* ou até medir a eficácia das operações do fundo de forma geral. Também é responsável por manter um histórico de todas as transações do fundo de investimento e garantir que as operações realizadas adicionam valor aos seus investidores.

Como as *evaluating strategies* lidam com um grande volume de dados, tanto produzidos pelo fundo, quanto pelo resto do mundo, e são baseadas em algoritmos e fórmulas matemáticas, as tecnologias de inteligência artificial são as que apresentam maior potencial de sucesso e eficiência nessa parte do processo de investimento, além de poderem desenvolver novas formas de realizá-la. Por causa maior acesso a informações alternativas, providas por diferentes ferramentas, como *Big Data*, imagens de satélite e *IoT*, por exemplo, as *AI technologies* tem um grande papel nessa parte do processo de investimento, pois esse acesso permite medir a melhor tomada de decisões de investimento e a criação novas formas de avaliá-las, como pode ser visto na Figura 14.

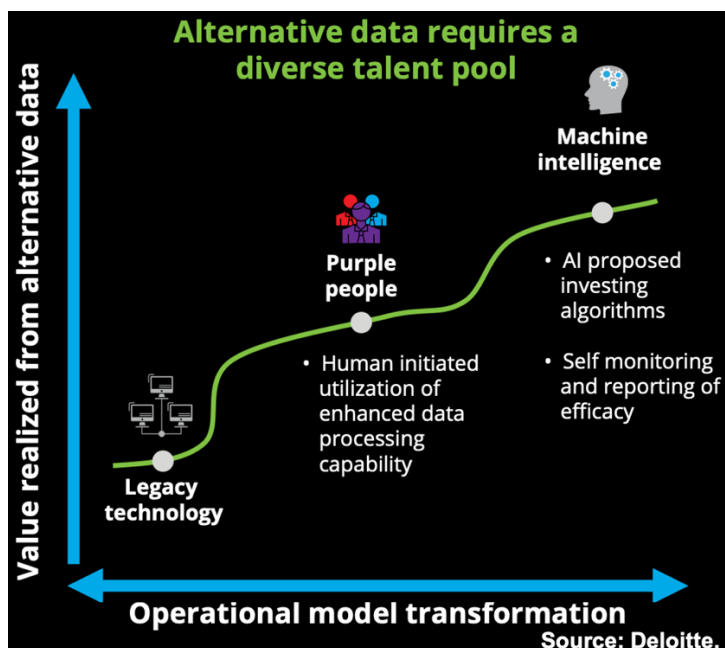


Figura 14 – Métodos de Análise de Dados Alternativos

Existem diversas formas de se medir o desempenho desses fatores, que levam em conta diferentes aspectos da estratégia que está sendo avaliada. Uma *evaluating strategy* básica e muito comum hoje em dia é a *alpha & beta*, que mostra o retorno de um investimento em certo período de tempo. Outro exemplo é o *risk-reward ratio*, em que essa taxa mede o valor da potencial recompensa para cada unidade monetária que o fundo arrisca no investimento.

Uma maneira em que *machine learning* pode adicionar valor nessa etapa é através da geração de *alpha*, onde fundos que procuram um crescimento e desenvolvimento orgânico por meio de um desempenho superior, podem usar a inteligência artificial e as suas infinitas fontes de informação para criar inúmeras possibilidades de geração de *alpha* adicional. Com o crescimento exponencial de criação de dados e informação no mundo, fundos que acompanham esse ritmo e têm a capacidade de analisar esse volume de dados para obter *insights* de investimento, terão melhores oportunidades de geração de *alpha*.

Outro papel importante das *evaluating strategies* é o de manter um histórico de um fundo de investimento, em que esse histórico consiste no desempenho realizado após todas as taxas e custos serem descontados, ao longo de sua vida útil. Se uma nova ideia de investimento, criada e testada pelas *finding strategies*, parecer dar certo, as *executing strategies* devem determinar em seguida se a estratégia consegue sobreviver aos custos de transação e, finalmente, as *evaluating strategies* avaliam se ela irá agregar valor aos seus investidores.

4.2.2. *Finding Strategies*

Nessa parte do processo de investimento são realizadas diversas atividades, que estão relacionadas com as fontes de dados, em que o nível de acesso à informação é uma determinante em como as estratégias são utilizadas e os resultados das análises feitas.

Como foi definido anteriormente, o maior acesso à informação é uma fonte de lucro, em que a forma mais simples de se provar isso é a própria negociação usando informações privilegiadas. Mas o tipo de acesso que é referido ao longo desse estudo são aos dados alternativos, que são disponíveis a todos, mas apenas alguns tem a capacidade de analisá-los e tratá-los. Assim, ocorre a produção de conhecimento, que depende do processamento de dados e informações, esse processamento é realizado em função de metodologias de avaliação de valor, e dessa forma *fundamental analysis* é usada nessa etapa.

Portanto, o processamento e análise de um enorme volume de informações e dados de fontes alternativas é feito através de tecnologias quantitativas e de *AI* combinadas, usando como base os ideais de *fundamental analysis*. Ao se fazer isso, são desenvolvidas novas estratégias de investimento, que usam diferentes técnicas e visões, ou seja, a combinação das estratégias de investimento é responsável pela geração de novas ideias de investimento, que podem se diversificar em todo o mercado, em que os esforços podem se direciona à qualquer setor ou empresa, dependendo da oportunidade e situação.

Ao gerar de novas ideias de investimento, poder testá-las pode ser uma ferramenta muito importante e um diferencial na competitividade de um fundo, não apenas mostrando quais funcionam, mas revelando quais tem maior potencial de retornos excessivos. Esses testes são feitos através de simulações, observando como seria o desempenho das ideias de investimento historicamente. Apesar de não garantir uma performance futura, a importância da ferramenta não pode ser contestada.

A inteligência artificial é a tecnologia que apresenta as melhores características para realizar os testes, em que teria resultados mais realistas, por levar em consideração não apenas fatores numéricos, mas também os aspectos de finanças comportamentais. De forma que as finanças comportamentais são uma fonte de lucro, em que as notícias e outras informações publicitárias disponíveis nem sempre se refletem totalmente nos preços de imediato, mesmo que os preços do mercado certamente reflitam muitas informações relevantes, eles nem sempre agregam perfeitamente todas as informações imediatamente. Por serem capazes de

aplicar esses fatores nas simulações e até mesmo na vida real, as *AI technologies* são as mais qualificadas para a tarefa.

4.2.3. Optimizing Strategies

A parte de otimização do processo de investimento é responsável por atividades como a construção de portfólio, gerenciamento de risco e controle de perdas, ou seja, é o planejamento de aspectos que influenciam o comportamento das operações que realmente serão realizadas no mercado financeiro.

A construção do portfólio deve contar com medidas de risco atualizadas continuamente e garantir que esse risco seja assumido em um nível apropriado, dadas as oportunidades da operação, portanto, fica clara a correlação e dependência da construção de portfólio sobre o gerenciamento de risco. Os fundos diferem bastante na construção de seu portfólio, em que alguns confiam em princípios e intuição, enquanto outros usam algoritmos de computador para realizar uma otimização formal do portfólio, aplicando também os mesmos princípios básicos.

Os princípios servem mais como guias de atuação, em que são fundamentos que, com o tempo, se provaram eficientes na construção de portfólios. Alguns exemplos são: diversificação, limites de posição, maiores apostas em operações com maiores convicções, a importância das correlações, reavaliações contínuas das posições e levar em consideração o risco ao definir o tamanho de uma aposta.

Boas técnicas de construção de portfólio podem ajudar um fundo a alcançar um perfil de risco-retorno favorável para um conjunto de ideias de operações. Como uma abordagem sistemática dos fundos quantitativos ajuda a reduzir os vieses comportamentais do próprio profissional, ou seja, suas tendências a cometer certos erros. Portanto, o aperfeiçoamento dessas técnicas com o uso de *automated strategies* é ideal nessa parte do processo. De forma que a inteligência artificial leva em consideração tanto a análise sistemática quantitativa, quanto outros fatores impactantes na construção de um portfólio, trabalhando de maneira muito mais rápida e sendo capaz de fazer uma otimização ideal da carteira, atendendo melhor às necessidades do fundo de investimento.

Quando feita com cuidado, a otimização do portfólio se torna uma ferramenta muito útil para colher todos os benefícios da diversificação, explorar com eficiência as operações de alta convicção, ajustar sistematicamente as posições com base no risco variável, no tempo, no retorno esperado e minimizar a subjetividade na implícita na carteira.

Existem diversas maneiras de um fundo medir o risco de uma estratégia ou operação, de forma que em uma negociação o risco deveria ser medido de diversas formas. Ferramentas como a volatilidade e *value-at-risk*, por exemplo, são muito usadas para medir o risco em diferentes situações. Portanto, quaisquer que sejam as medidas de risco usadas, o risco precisa ser gerenciado eficientemente. Assim, o gerenciamento de riscos deve ser prospectivo, de forma a controlar o risco antes que um evento ruim ocorra, e reativo, em que deve se ter um plano para saber o que fazer em uma crise.

O gerenciamento de riscos prospectivo pode ser feito de várias formas, como a própria diversificação, limites de risco, gerenciamento de liquidez e *hedge* por meio de opções, por exemplo. Essas ferramentas procuram gerenciar o risco da carteira antes que ocorra uma perda. Ao serem definidos limites de risco, o fundo se protege contra exposições em operações muito arriscadas para a carteira, se protegendo contra uma possível grande perda.

Já o gerenciamento reativo de riscos geralmente é uma forma de controle de quedas e mecanismos de *stop-loss*, em que o controle de queda é um mecanismo reativo que busca limitar as perdas à medida que elas evoluem, ele é importante, em especial, para os fundos de investimento que usam grandes alavancagens em certas posições, porque eles não podem simplesmente decidir que não vão enfrentar uma crise e desistir da operação.

O controle de queda é útil porque cria um plano claro de como lidar com as adversidades como, por exemplo, quanto reduzir o risco no momento em que se está perdendo dinheiro e quando fazê-lo. Sem um plano claro para o controle de queda, os negociadores podem ter dificuldade em controlar suas emoções durante períodos difíceis. De forma que os *traders* geralmente acabam mantendo suas posições à medida que os preços caem, mas eventualmente eles têm que ceder e vender perto do valor mínimo, à medida que seus recursos acabam ou o pânico ocorre. Além disso, o controle de queda sistemático sinaliza quando é o melhor momento de voltar ao mercado, de forma a perceber quando as posições já se recuperaram o suficiente e o risco diminuiu.

A sobreposição de gerenciamento de riscos deve garantir, simultaneamente, que o risco nunca exceda certos limites, que o ritmo do risco de queda seja gerenciado apropriadamente e que um limite de risco para grandes quedas em uma operação seja definido.

Como é necessária uma constante avaliação e gerenciamento do risco, as *AI strategies* também tem um grande papel, de forma a incentivarem o operador a não cometer erros sob pressão e não deixarem o pânico afetar as tomadas de

decisão, para isso a inteligência artificial deve desenvolver planos de gerenciamento de risco prospectivo e relativo, para se preparar para situações ruins e planejar as melhores formas de retornar ao mercado após um abalo, indicando o melhor momento de entrada para recuperar as perdas o máximo possível.



Figura 15 – How AI Can Help Risk Management

Além disso, como pode ser visto na Figura 15, a inteligência artificial pode reforçar o gerenciamento de riscos, de forma que os problemas de risco normalmente incluem eventos ambíguos e improváveis, e os métodos tradicionais de análise de risco não podem mais lidar com o crescente volume de dados, tornando a análise por AI mais realista e eficiente. Assim, o gerenciamento de riscos habilitado para inteligência artificial pode identificar e gerenciar riscos conhecidos e desconhecidos nos amplos volumes de dados.

4.2.4. Executing Strategies

As *executing strategies* têm o papel de verificar se as ideias de investimento criadas continuam sendo eficientes no mundo real, depois que as *finding strategies* as testam e definem que são boas estratégias. As principais grandes diferenças entre as simulações de operações e estratégias e as negociações realizadas no mundo real são que nas simulações não são levados em consideração os custos de

transações e que no mundo real os portfólios precisam ser financiados, ou seja, o fundo precisa ter capital suficiente para realizar a operação do começo ao fim.

Esses dois aspectos devem ser levados em consideração porque os custos são incorridos à uma operação quando ela é realizada e porque sem um financiamento o fundo não tem como realizar operações alavancadas. Portanto, a implementação dos custos em uma estratégia de investimento é muito importante, pois eles impactam as operações tendo efeito sobre a lucratividade da operação, a escolha da melhor estratégia para a operação, quais ações devem ser negociadas e qual o tamanho da operação, em outras palavras, quão alavancada deve ser a operação. Em que estratégias de investimento muito alavancadas podem ser as melhores nas simulações, mas ao serem implementados os custos dessas operações, ela pode se tornar uma ideia ruim na prática.

Operações mais alavancadas ou de maior volume de compra e venda tendem a ter maiores custos de transação, portanto, possuem um risco de liquidez de financiamento muito maior. Isso significa que o risco do fundo ficar sem capital para financiar suas posições e ser obrigado a liquidá-las é alto, em comparação a operações de longo prazo e menos alavancadas, que não necessitam de uma alta liquidez. Dessa forma, quanto maior a alavancagem das posições, mais importante é a implementação dos custos.

A inteligência artificial pode ajudar o fundo a encontrar a melhor maneira de ajustar uma estratégia de investimento em função dos custos de transação, podendo mostrar se uma estratégia tem custos mais baixos se realizada em economia de escala ou não, por exemplo. Como os custos estão diretamente relacionados com as diferentes estruturas do mercado, em que existem mercados com crescentes, decrescentes e constantes custos de transações. A AI deve definir a melhor forma de se realizar uma operação baseada nas simulações, que mostram a melhor maneira de realizá-las sem considerar os custos, e no tipo de mercado, que estabelece o tipo de custo.

Apesar da maneira como a negociação deve ser feita ser definida pela inteligência artificial, existe um aspecto muito importante para a execução que não pode ser reproduzido pela tecnologia, o instinto do investidor. O instinto é o que leva a operação a ter um *edge* a mais que não pode ser visto pelos números e simulações.

4.3. Impacto do Mix de Estratégias no Mercado Financeiro

Para medir os impactos de um mix de estratégias como esse no mercado financeiro seria necessária a realização de simulações que implementassem todas

as ideias discutidas acima, provando que a estratégia tem um desempenho superior ao do mercado. Porém, como algo desse patamar não é possível nesse estudo, serão discutidas nessa seção as expectativas de impacto que podem ser causadas ao se usar efetivamente o mix de estratégias.

As tecnologias de inteligência artificial portanto, teria diversos papéis ao longo do processo de investimento devido às suas características que fazem a diferença em muitas das atividades do processo. Porém não trabalham sozinhas, já que tecnologias quantitativas também são utilizadas no processo de análise de dados e a análise fundamental é a que direciona a forma com que o valor é avaliado no mercado financeiro. Além disso, a *AI* é supervisionada durante todo o processo por investidores e analistas, pois os robôs inteligentes não possuem um fator muito importante que os humanos trazem para a mesa, o instinto.

Essa cooperação entre homem e máquina é fundamental para a maior eficiência da estratégia de investimento, já que elimina os erros humanos sem comprometer a performance da estratégia. Além de adicionar todos os valores discutidos no processo de investimento.

Por não haver como simular o desempenho do mix de estratégias, a Figura 16 procura demonstrar a faixa de performance esperada desse mix em três cenários: Otimista, realista e pessimista.

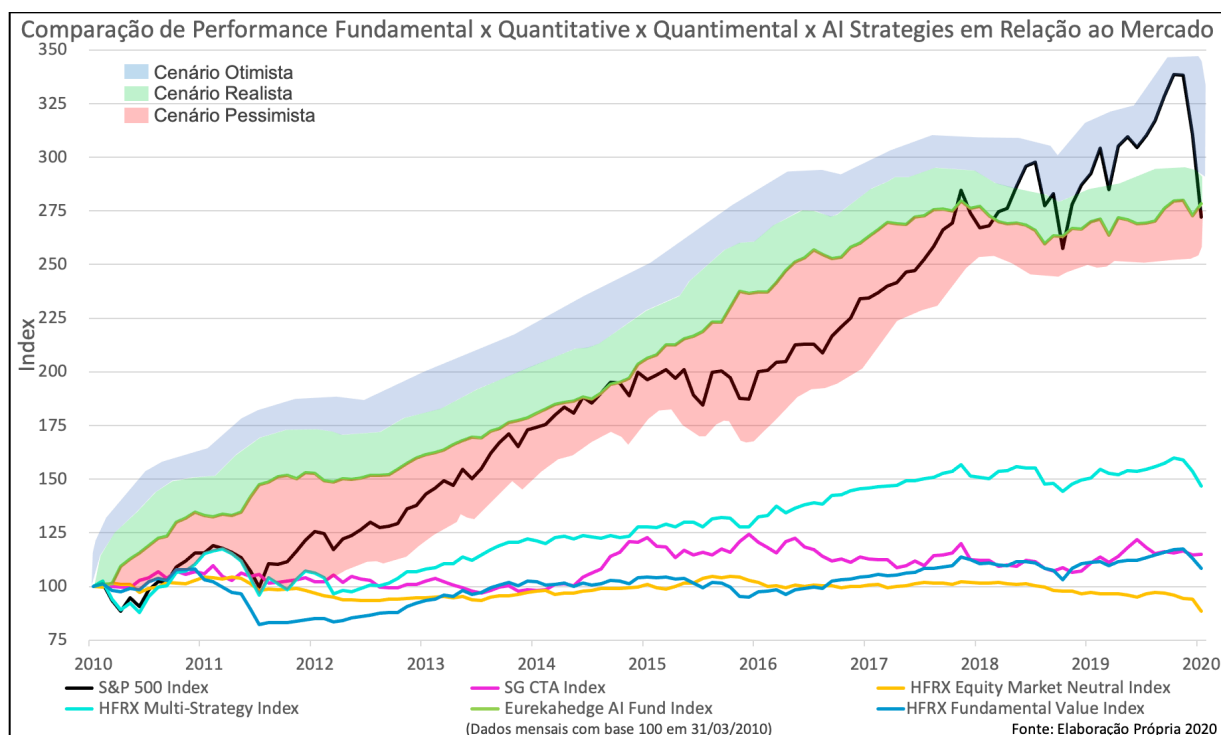


Figura 16 – Cenários da Performance Esperada do Mix de Estratégias

Em um cenário realista, o mix de estratégia não necessariamente teria uma performance superior à do mercado, mas é esperado que seja próxima. Em relação

à performance dos *AI funds*, o mix de estratégia tem a tendência de apresentar melhores resultados, já que utiliza mais recursos no processo. Por utilizar inteligência artificial, o mix de estratégias tem uma predisposição à uma performance melhor que as estratégias quantitativas.

Já em um cenário otimista, é esperado que o mix de estratégias possua um desempenho tanto superior ao do mercado, quanto superior ao dos *AI funds*, pois tem gozo de mais ferramentas em seu processo de investimento, contando não apenas com *machine learning*, certas vantagens proporcionadas pelas tecnologias quantitativas e os ideais de *fundamental analysis*, mas também com os diferentes aspectos positivos do ser humano no processo.

Por fim, num cenário pessimista, o mix de estratégia não seria capaz de superar os *AI funds* e o mercado, porém ainda possui predisposição à uma performance superior à das *quantamental investment strategies*. Apesar desse cenário não ser o ideal, ainda seriam bons os resultados de desempenho em uma visão geral, eliminando um grande *gap* de performance entre as estratégias e o mercado.

5. Conclusões

Como mencionado no início deste trabalho, o objetivo desse estudo é entender as tendências e o impacto do uso de diferentes tecnologias, quantitativas e de inteligência artificial, no crescimento e desenvolvimento de fundos de investimento e no mercado, para isso foi necessário também, compreender o papel dessas tecnologias dentro do processo de investimento. Portanto, com base na apresentação e análise dos resultados obtidos, pode-se dizer que essa finalidade foi alcançada.

Ao longo do estudo foi compreendido que as tecnologias de inteligência artificial terão um papel muito maior dentro do processo de investimento em relação às tecnologias de *quant investment*. Além disso, a tendência dos diversos fundos a adotarem *machine learning* em seus processos é maior, devido às inúmeras vantagens apresentadas. Porém, fica claro que não se pode descartar as vantagens que outras estratégias de investimento trazem a um determinado fundo. Assim, o próximo passo para um fundo de investimento que procura novas estratégias e formas de superar o mercado, com boa performance e melhores resultados, é combinar as tecnologias de *AI* e *quant*, ao mesmo tempo que são norteadas pelos ideais de investimento em valor, fornecidos por *fundamental analysis*.

Pelo fato das estratégias quantitativas de investimento usarem dados financeiros em seu valor nominal para assumir uma realidade econômica, as *QIS*

são mais utilizadas para a análise de grandes volumes de dados, enquanto *AI* interpreta os dados analisados e os transforma em conhecimento, que é usado para prever movimentações futuras do mercado.

É compreendido que quanto maior o acesso a dados e melhor a habilidade de tratamento e análise desses dados, melhor será a tomada de decisão em um investimento. Inteligência artificial tem um papel importante em ambas essas partes. Em acesso a dados, *AI* tem a capacidade de acessar fontes alternativas de dados, que proporcionam diferentes visões que podem ajudar quando uma ideia de investimento é criada ou até mesmo a validar uma estratégia de investimento. Já a capacidade de análise e o fato de que *AI* aprende com os próprios erros, faz com que *automated investment* esteja sempre um passo a frente de outras formas de análise, tendo uma maior precisão ao prever movimentações e reações do mercado a fatores externos.

Tanto em um cenário pessimista, quanto em um cenário otimista, o mix de estratégias apresenta impactos positivos no mercado e no crescimento e desenvolvimento de fundos de investimento, devido a expectativa de performance próxima a dos *AI funds*. Da mesma forma que quando *fundamental analysis* e *QIS* foram combinadas, resultando nas *quantamental investment strategies*, em que a performance resultante superou a de ambas as estratégias quando aplicadas independentemente. Portanto, ao juntar tecnologias de inteligência artificial nessa combinação, é esperado em um cenário realista que a sua performance seja superior à de *AI funds*, mas não necessariamente melhor que a do mercado.

Por fim, a análise e validação dos elementos e resultados aqui apontados por meios numéricos históricos requerem o desenvolvimento de algoritmos para realização de simulações e, conseqüentemente, ratificação da linha teórica aqui apresentada.

6. Referências Bibliográficas

ASNESS, Cliff Scott. **Quant Investment Managers**. AQR, 2007. Disponível em: <<https://www.aqr.com/Insights/Perspectives/Quant-Cassandra>> e <<http://www.lhpetersen.com/efficiently-inefficient>>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

BARCLAY HEDGE. **SG CTA Index Historical Data**. Iowa, 2020. Disponível em: <<https://portal.barclayhedge.com/cgi-bin/indices/displayHfIndex.cgi?indexCat=SG-Prime-Services-Indices&indexName=SG-CTA-Index>>. Acesso em: 30 de abril de 2020.

BARCLAY HEDGE. **SG CTA Index**. Iowa, 2019. Disponível em: <<https://portal.barclayhedge.com/cgi-bin/indices/displayHfIndex.cgi?indexCat=SG-Prime-Services-Indices&indexName=SG-CTA-Index>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

BARCLAY HEDGE. **Estudo Sobre o Papel de AI no Processo de Investimento em Fundos**. Iowa, 2018. Disponível em: <<https://www.barclayhedge.com/insider/barclayhedge-survey-majority-of-hedge-fund-pros-use-ai-machine-learning-in-investment-strategies>>. Acesso em: 15 de maio de 2020.

BARRONS. **Quant Funds Underperformance Since 2018**. New York, 2020. Disponível em: <<https://www.barrons.com/articles/quant-funds-struggled-in-2019-the-outlook-for-this-year-is-more-of-the-same-51579782601>>. Acesso em: 09 de maio de 2020.

BLOOMBERG. **Robots that learn are the new weapon in investing**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-05-17/robots-that-learn-are-the-hottest-weapon-in-the-investing-arms-race>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

BLOOMBERG. **Comentário Kom Samo**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-05-17/robots-that-learn-are-the-hottest-weapon-in-the-investing-arms-race>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

BLOOMBERG. **Quant Strategies have been Underperforming the Broader Market.** New York, 2019. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-05-17/robots-that-learn-are-the-hottest-weapon-in-the-investing-arms-race>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

BLOOMBERG. **Quant Funds Sofrem a Maior Saída de Caixa Desde 2016.** New York, 2019. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-12/quant-fund-closures-give-factor-investors-an-existential-fright>>. Acesso em: 27 de outubro de 2019.

BLOOMBERG. **Quantimental Investing.** New York, 2018. <<https://www.bloomberg.com/professional/blog/quantimental-investing-new-way-beat-market/>>. Acesso em: 24 de novembro de 2019.

BLOOMBERG. **New Hedge Fund Flavor is Quantimental.** New York, 2017. <<https://www.bloomberg.com/professional/blog/hot-new-hedge-fund-flavor-quantimental/>>. Acesso em: 24 de novembro de 2019.

BLOOMBERG. **Crescimento de Quant Funds.** New York, 2017. Disponível em: <<https://www.rcmalternatives.com/2017/06/quant-funds-share-of-the-hedge-fund-industry/>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

BLOOMBERG. **Hedge funds gaining Market influence in passive boom.** New York, 2017. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/professional/blog/hedge-funds-seen-gaining-market-influence-passive-boom/>>. Acesso em: 24 de novembro de 2019.

BTG PACTUAL. **Definição de Mercado Financeiro.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.btgpactualdigital.com/blog/financas/mercado-financeiro>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

DELOITTE. **AI - The next frontier for investment management firms.** Saint Thomas, United States Virgin Islands, 2019. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Financial-Services/fsi-artificial-intelligence-investment-mgmt.pdf>>. Acesso em: 19 de maio de 2020.

DOW JONES INDICES. **S&P 500 Index Historical Data.** New York, 2020. Disponível em: <<https://us.spindices.com/indices/equity/sp-500>>. Acesso em: 30 de abril de 2020.

DOW JONES INDICES. **S&P Risk Parity 10% Target Volatility Index**. New York, 2018. Disponível em: <<https://us.spindices.com/indices/strategy/sp-risk-parity-index-10-target-volatility-tr>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

EUREKAHEDGE. **Eurekahedge AI Hedge Fund Index Historical Data**. New York, 2020. Disponível em: <<https://www.eurekahedge.com/Indices/IndexView/Eurekahedge/683/Eurekahedge-AI-Hedge-fund-Index>>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

HEDGE FUND RESEARCH. **HFRX Multi-Strategy Index Historical Data**. Chicago, 2020. Disponível em: <<https://www.hedgefundresearch.com/indices/hfrx-eh-multi-strategy-index>>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

HEDGE FUND RESEARCH. **HFRX Equity Market Neutral Index Historical Data**. Chicago, 2020. Disponível em: <<https://www.hedgefundresearch.com/indices/hfrx-eh-equity-market-neutral-index>>. Acesso em: 30 de abril de 2020.

HEDGE FUND RESEARCH. **HFRX Fundamental Value Index Historical Data**. Chicago, 2020. Disponível em: <<https://www.hedgefundresearch.com/indices/hfrx-eh-fundamental-value-index>>. Acesso em: 03 de maio de 2020.

HEDGE FUND RESEARCH. **HFRX Equity Market Neutral Index**. Chicago, 2019. Disponível em: <<https://www.hedgefundresearch.com/hfrx-indices-index-descriptions>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

INVESCO. **Invesco FTSE RAFI US 1000 Index Historical Data**. Atlanta, 2020. Disponível em: <<https://www.invesco.com/us/financial-products/etfs/product-detail?ticker=PRF>>. Acesso em: 08 de maio de 2020.

INVESTOPEDIA. **Event-Driven Strategies**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/e/eventdriven.asp>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

INVESTOPEDIA. **Basket Security and Statistical Arbitrage**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/b/basket.asp>>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.

INVESTOPEDIA. **Time Value of Money**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/articles/03/082703.asp>>. Acesso em: 24 de novembro de 2019.

INVESTOPEDIA. **Tools of Fundamental Analysis**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/tools-for-fundamental-analysis-4689755>>. Acesso em: 24 de novembro de 2019.

INVESTOPEDIA. **Hedge Funds**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/hedge-funds-4689671>>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

INVESTOPEDIA. **Objetivo de Hedge Funds**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/ask/answers/121614/what-difference-between-hedge-fund-and-private-equity-fund.asp>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

INVESTOPEDIA. **Quant Funds**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/q/quantfund.asp>>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

INVESTOPEDIA. **Quant Investment Strategies**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/articles/trading/09/quant-strategies.asp>>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

INVESTOPEDIA. **S&P 500 Index**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/s/sp500.asp>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

LONDON CAPITAL. **Rentabilidade de HFs x Ibovespa**. London, 2019. Disponível em: <<https://londoncapital.com.br/blog/fundos-de-investimentos-mais-rentaveis/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

LONDON CAPITAL. **Gráficos Fundamental Analysis Strategies**. London, 2017. Disponível em: <<https://londoncapital.com.br/blog/fundo-de-acoes-como-investir-em-acoes/>>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

MARKET WATCH. **AI Investment Momentum**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.marketwatch.com/story/investors-will-either-use-artificial-intelligence-or-fall-behind-2019-06-19>>. Acesso em: 10 de maio de 2020.

MARKET WATCH. **Quantamental Investment Techniques**. New York, 2018. Disponível em: <<https://www.marketwatch.com/story/the-next-frontier-in-investing-is-quantamental-stock-picking-2018-10-03>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

PEDERSEN, Lasse Heje. **Efficiently Inefficient**. Princeton, NJ, 2015. Disponível em: <<http://www.lhpedersen.com/efficiently-inefficient>>. Acesso em: 18 de outubro de 2019.

PREQIN. **AI Funds Outperforming Hedge Funds**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.preqin.com/insights/blogs/the-rise-of-the-machines-ai-funds-are-outperforming-the-hedge-fund-benchmark/26411>>. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

SMITH & WILLIAMSON. **How the AI Fund Works**. London, 2019. Disponível em: <<https://smithandwilliamson.com/en/services/investment-management-funds/artificial-intelligence-fund/how-the-fund-works/>>. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

TABB GROUP. **Quant Funds Offerings**. New York, 2017. Disponível em: <<https://research.tabbgroup.com/search/>>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

THE BALANCE. **Fundamental Analysis**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.thebalance.com/tools-of-fundamental-analysis-3140772>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

THE BALANCE. **Tools of Fundamental Analysis**. New York, 2019. Disponível em: <<https://www.thebalance.com/tools-of-fundamental-analysis-3140772>>. Acesso em: 24 de novembro de 2019.