



Instituto Superior
de Contabilidade
e Administração

Politécnico de Coimbra

Francisco João Miguel Santos

Dualidade entre *green* e *black funds*: análise de *performance* e eficiência

iscac
Politécnico de Coimbra



Instituto Superior
de Contabilidade
e Administração

Politécnico de Coimbra

Francisco João Miguel Santos

Dualidade entre *green* e *black funds*: análise de *performance* e eficiência

Coimbra, Novembro de 2022



Francisco João Miguel Santos

Dualidade entre *green e black funds*: análise de
performance e eficiência

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Análise Financeira, realizada sob a orientação da Professora Doutora Maria Elisabete Duarte Neves e da Professora Doutora Maria do Castelo Baptista Gouveia.

Coimbra, Novembro de 2022

Termo de responsabilidade

Declaro ser o autor desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau acadêmico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

Agradecimentos

É com muita felicidade que concluo a presente dissertação e que gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram nesta jornada.

Agradeço imenso à Professora Doutora Maria Elisabete Duarte Neves e à Professora Doutora Maria do Castelo Baptista Gouveia pela ajuda fulcral prestada e pela disponibilidade demonstrada, durante a elaboração da dissertação.

Também gostaria de agradecer à Professora Doutora Catarina Alexandra Neves Proença pelo apoio dado, no que diz respeito à obtenção de dados para a realização do estudo.

À minha família e namorada pelo apoio e motivação que me deram no decorrer deste percurso.

Por fim, aos meus amigos também pela motivação e apoio.

Resumo

A procura por instrumentos financeiros sustentáveis tem atingido proporções maiores, à medida que o tempo avança. Neste sentido, este trabalho procura perceber a viabilidade de uma transição de um investimento não sustentável para um investimento sustentável. Para isso, foram constituídas três amostras – uma de *green funds*, outra de *black funds* e a última, considerada a amostra global, inclui as duas primeiras amostras. Foram usados períodos de 1, 3 e 5 anos, com o objetivo de comparar a *performance* e eficiência entre os dois tipos de fundos e averiguar não só quais os fundos de investimento classificados como eficientes, como também os fatores escolhidos (*inputs* e *outputs*) que comprovam a referida eficiência em diferentes momentos no tempo.

O *Value-Based DEA (Data Envelopment Analysis)* foi a metodologia utilizada, visto que supera o problema das escalas associado ao modelo DEA aditivo, na medida em que todos os fatores são convertidos em escalas de valor, bem como o problema de fatores com dados negativos ou nulos, que se traduz numa limitação para os modelos DEA clássicos (modelos radiais). Os resultados método obtidos com a utilização desta metodologia indicam que os *green funds* nos períodos de 3 e 5 anos evidenciam uma melhor eficiência e *performance* que os *black funds*. Todavia, no período de 1 ano os *black funds* revelam melhor eficiência que os *green funds*, devido à rendibilidade exibida.

Pelos resultados obtidos é possível deduzir que a transição de um investimento focado em energias não renováveis para um investimento ligado às energias renováveis pode trazer bons desempenhos e ao mesmo tempo auxiliar na descarbonização de algumas indústrias, incrementando os valores da sustentabilidade.

Palavras-chave: *green funds*, *black funds*, *Value-Based DEA*, *performance*, eficiência

Abstract

The demand for sustainable financial instruments has reached greater proportions as time progresses. In this sense, this dissertation seeks to understand the feasibility of a transition from a non-sustainable to a sustainable investment. For this purpose, three samples were formed - one of green funds, another of black funds, and the last one, considered the global sample, includes the first two samples. Periods of 1, 3, and 5 years were used in order to compare the performance and efficiency between the two types of funds and to ascertain not only which investment funds were classified as efficient, but also the chosen factors (inputs and outputs) that prove said efficiency at different points in time.

Value-Based DEA (Data Envelopment Analysis) was the methodology chosen, since it overcomes the scaling problem associated with the additive DEA model, in that all factors are converted into value scales as well as easily handling negative or null data, that is a limitation in classic DEA models (radial models) The results from this method indicate that the green funds in the 3 and 5 year periods show better efficiency and performance than the black funds. However, in the 1-year period black funds show better efficiency than green funds, due to the returns shown.

From the results obtained it is possible to deduce that the transition from an investment focused on non-renewable energies to an investment linked to renewable energies can bring good performances and at the same time assist in the decarbonization of some industries, increasing sustainability values.

Keywords: green funds, black funds, Value-Based DEA, performance, efficiency

Índice geral

1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	4
2.1. Enquadramento dos fundos	4
2.2. Fatores de desempenho dos <i>green funds</i>	7
2.3. Fatores determinantes dos <i>green funds</i>	12
2.4. Diferenças entre investidores de <i>green funds</i> e <i>black funds</i>	13
3. <i>Research Design</i>	15
3.1. Metodologia	15
3.1.1. <i>Data Envelopment Analysis</i>	15
3.1.2. <i>Value-Based DEA</i>	20
3.2. Dados	24
3.3. Seleção de <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	28
4. Leitura e discussão dos resultados obtidos	31
4.1. Eficiência	31
4.1.1. Resultados para 1 ano	32
4.1.2. Resultados para 3 anos	35
4.1.3. Resultados para 5 anos	37
4.1.4. Resultados da amostra global	39
4.2. <i>Slacks</i>	44
4.2.1. Amostras parcelares	44
4.2.2. Amostra global	48
4.3. Resumo da discussão dos resultados	52
5. Conclusão	53
5.1. Comentários finais	53
5.2. Contribuições teóricas e práticas	54
5.3. Limitações e linhas de investigação futura	55
Referências	56
Apêndices	64

Índice de figuras

Figura 1 - Exemplo de <i>Value-Based</i> DEA. Fonte: Gouveia et al. (2008)	23
---	----

Índice de tabelas

Tabela 1 - DEA aplicado em trabalhos de investigação	17
Tabela 2 - Amostra de <i>green funds</i>	26
Tabela 3 - Amostra de <i>black funds</i>	27
Tabela 4 - Descrição de fatores	28
Tabela 5 - <i>Inputs</i> e <i>outputs</i> da metodologia <i>Value-Based DEA</i>	30
Tabela 6 - <i>Scores</i> de eficiência para as amostra parcelares (<i>Green funds</i> e <i>Black funds</i>)	31
Tabela 7 - Pesos escolhidos pelos fundos eficientes a 1 ano.....	33
Tabela 8 - Pesos escolhidos pelos fundos eficientes a 3 anos	36
Tabela 9 - Pesos escolhidos pelos fundos eficientes a 5 anos	37
Tabela 10 - <i>Scores</i> de eficiência para a amostra global (<i>Green funds</i> e <i>black funds</i>) ...	40
Tabela 11 - Pesos selecionados pelos fundos eficientes na amostra coletiva (<i>Green funds</i> e <i>black funds</i>).....	42
Tabela 12 - Pares e <i>slacks</i> para os <i>green funds</i>	45
Tabela 13 - Pares e <i>slacks</i> para os <i>black funds</i>	46
Tabela 14 - Pares e <i>slacks</i> para a amostra global (<i>Green funds</i> e <i>black funds</i>)	49

Índice de Apêndices

Apêndice 1 - Dados convertidos em escala de valor para 1 ano (<i>Green funds</i>)	64
Apêndice 2 - Dados convertidos em escala de valor para 1 ano (<i>Black funds</i>)	65
Apêndice 3 - Dados convertidos em escala de valor para 1 ano (<i>Green funds</i> e <i>black funds</i>)	66
Apêndice 4 - Dados convertidos em escala de valor para 3 anos (<i>Green funds</i>).....	68
Apêndice 5 - Dados convertidos em escala de valor para 3 anos (<i>Black funds</i>).....	69
Apêndice 6 - Dados convertidos em escala de valor para 3 anos (<i>Green funds</i> e <i>black funds</i>)	70
Apêndice 7 - Dados convertidos em escala de valor para 5 anos (<i>Green funds</i>).....	72
Apêndice 8 - Dados convertidos em escala de valor para 5 anos (<i>Black funds</i>).....	73
Apêndice 9 - Dados convertidos em escala de valor para 5 anos (<i>Green funds</i> e <i>black funds</i>)	74

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

BBC – Banker, Charnes & Cooper
CCR – Charnes Cooper & Rhodes
CS – Corporate Sustainability
CVaR – Conditional Value at Risk
DDF – Directional Distance Function
DEA – Data Envelopment Analysis
DMU – Decision Making Unit
ESG – Environmental, Social and Governance
ETF – Exchange Traded Fund
EUA – Estados Unidos da América
Fd – fundo de investimento
ISR – Investimento Socialmente Responsável
MAVT – Multi-Attribute Value Theory
MCDM – Multiple Criteria Decision Making
RAM – Range Adjusted Measure
RAM-BCC - Range Adjusted Measure-Banker, Charnes & Cooper
RDM+ - Range Directional Model
S&P 500 – Standard & Poor's 500
UE – União Europeia
VaR – Value at Risk
WRDDM – Weighted Russell Directional Distance Model

Glossário

Book-to-market ratio – Indicador que compara o valor contabilístico de uma empresa com o seu valor de mercado.

Core business – Atividade principal de uma empresa.

Downside risk – Estimativa da potencial perda de valor de um título se as condições de mercado provocarem um decréscimo no preço desse mesmo título.

Expense ratio – Indicador que mede a percentagem de custos de um fundo de investimento.

Green building – Tipo de construção que no seu *design* e na sua estrutura reduz ou elimina impactos negativos, conseguindo criar impactos positivos no clima e no nosso meio ambiente. Também preservam recursos naturais e melhoram a qualidade de vida.

Índice de Sharpe – Rácio que permite avaliar a relação entre o risco e os retornos de um fundo de investimento.

S&P 500 – Índice constituído pelas 500 maiores empresas, em termos de dimensão de mercado, dos EUA.

Turnover – Medida que avalia a frequência com que os ativos de um fundo são adquiridos e vendidos.

1. Introdução

O investimento sustentável é geralmente definido como uma abordagem que considera os critérios *Environmental, Social and Responsible Corporate Governance* (ESG), com o objetivo de produzir uma utilidade financeira competitiva a longo prazo, bem como um efeito social favorável (Ibikunle & Steffen, 2017). Este tipo de investimento tem a possibilidade de gerar benefícios provenientes das oportunidades de diversificação internacional, resultante dos acordos internacionais para as mudanças climáticas (Martí-Ballester, 2019b).

O interesse pelo investimento sustentável tem vindo a sofrer, nas últimas décadas, um aumento exponencial, na sequência dos problemas ambientais, nomeadamente as alterações climáticas e a forma como afetam a economia global e o consequente bem-estar social (Climent & Soriano, 2011). Por isso, a procura de tecnologias limpas e verdes, energias renováveis e alternativas, *green building* e outros tipos de negócios orientados para o meio ambiente sofreram um crescimento acentuado, levando a que tenham impacto na economia global e no ambiente (Neves *et al.*, 2022). Contudo, o investimento sustentável tem estado associado a níveis de *performance* menores que o não sustentável, em termos de retornos médios, e proporciona uma baixa proteção contra *downside risk*, logo, os investidores podem ter que pagar um prémio por este tipo de investimento (Su, 2021). Mesmo assim, o aumento da *performance* ambiental, mediante o investimento sustentável, poderá conduzir a uma melhor *performance* financeira. Tal não implica que seja necessário aumentar os custos podendo o aumento de rendimento ser dado através do melhor acesso a certos mercados, produtos mais diferenciados e à venda de produtos que controlem a poluição. Para além disso, o aumento da *performance*, pode traduzir-se na redução da gestão de risco e relações com *stakeholders* externos, custo do material, energia e serviços, custo do capital e da mão-de-obra (Ambec & Lanoie, 2008).

Portanto, se por um lado há autores que mostram que os fundos sustentáveis ainda não são compensadores em termos de rendibilidade, por outro, essa tendência está a mudar com uma maior consciência, por parte dos investidores mais sofisticados, da necessidade de atender não apenas às questões ambientais, mas também à responsabilidade social, por uma sociedade global mais justa e equitativa (Neves *et al.*, 2022). Por exemplo, Matallín-Sáez *et al.*, (2019) e Soler-Domínguez *et al.*, (2021) mostram que os fundos com maiores

níveis de sustentabilidade apresentam maior persistência nos níveis de desempenho positivo, nomeadamente se comparados com os fundos que estão mais expostos a empresas envolvidas no setor dos combustíveis fósseis. Este fator traduz-se na teoria de que quanto maiores forem as emissões de carbono de uma empresa menor será o desempenho do investimento sustentável, provocando assim um maior foco nas opções de investimento com níveis de carbono muito baixos ou até neutros (Ji *et al.*, 2021).

Nos critérios ESG, encontram-se inseridos os *green funds* – fundos que investem em indústrias sustentáveis – e relativamente aos seus níveis de desempenho, é necessário estabelecer, primeiramente, que os mesmos variam consoante as condições económicas e o desenvolvimento do mercado do país em questão (Silva & Cortez, 2016). Este tipo de fundo sustentável é englobado pelos fundos de Investimento Socialmente Responsável (ISR) (Muñoz *et al.*, 2014), enquanto os *black funds* podem inserir-se nos fundos convencionais.

Nos últimos anos, os *green funds* obtiveram melhores *performances* que os *black funds* – fundos que investem em indústrias poluidoras (Ibikunle & Steffen, 2017), dado que com o passar do tempo e com a diminuição da procura, devido ao desinvestimento ocorrido, os *black funds* sofreram alterações nas suas respetivas *performances*. Tal está relacionado com o aumento dos fatores de risco ambiental. Em comparação, os *black funds* revelam uma tendência para ações de valor defensivas com elevados rácios de *book-to-market*, ao mesmo tempo que os *green funds* estão mais inclinados para ações de crescimento (Ibikunle e Steffen, 2017). Desta forma, este trabalho tem como questão de investigação de base a seguinte: a transição de um investimento não sustentável para um sustentável pode ser considerada vantajosa, em termos de desempenho e eficiência?

Neste sentido, a presente dissertação tem como objetivo avaliar a *performance* e eficiência dos *green funds* e *black funds*, e responder à questão anterior, por intermédio da metodologia *Value-Based DEA* de Gouveia *et al.* (2008) e Gouveia *et al.* (2013), que resulta da combinação de *Data Envelopment Analysis* (DEA) com *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). Esta metodologia apresenta como vantagens superar o problema de dependência de escalas do modelo aditivo DEA, a medida de eficiência atribuída a cada unidade em avaliação passa a ter um significado intuitivo, correspondendo a uma medida "*min-max regret*" (perda de valor) e a existência de valores

negativos dos dados, que são um problema que os modelos de Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) e Banker, Charnes e Cooper (BCC) não conseguem ultrapassar, fica resolvida através da conversão dos fatores de *input* e *output* em funções de valor. Esta metodologia assume retornos variáveis à escala e tem como propósito para a *Decision Making Unit k* (DMU k), calcular o vetor w de ponderação que minimiza a distância (a diferença de valor) da unidade em causa para a melhor (note-se que a melhor alternativa dependerá também de w), excluindo-se ela própria do conjunto de referência. Depois, no caso de ser uma DMU ineficiente ou fracamente eficiente, encontra um alvo (par) eficiente na fronteira de eficiência.

Tanto quanto sabemos, a literatura nos *green funds* e *black funds* é escassa e, até agora, a que existe não inclui a metodologia DEA, sendo essa uma motivação para a realização deste estudo. Acresce a esta, a motivação ligada ao facto que os *green funds* são cada vez mais uma opção de investimento alternativa e como resultado a transição de para um investimento mais sustentável torna-se gradualmente mais exequível.

A dissertação encontra-se organizada da seguinte forma: no capítulo seguinte é apresentada a revisão de literatura onde se faz o enquadramento teórico do tema e se enfatizam alguns dos resultados alcançados pelos autores. Na secção 3 encontra-se o *research design*, que inclui os dados, os fatores a incluir no modelo (*inputs* e *outputs*) e a metodologia aplicada. Na secção 4 apresentam-se os resultados obtidos para cada período analisado (1, 3 e 5 anos) e uma breve discussão sobre os mesmos. Por último, na secção 5, apresentam-se as conclusões, as implicações teóricas e práticas, as limitações do estudo e algumas sugestões para trabalhos futuros.

2. Revisão de Literatura

Nesta secção apresentam-se estudos de vários autores sobre o tema em análise, com o intuito de perceber as variadas perspetivas e deduzir os resultados esperados.

2.1. Enquadramento dos fundos

Os *green funds* são um instrumento de financiamento sustentável cada vez mais usado e apreciado pelos investidores. Segundo Ibikunle e Steffen (2014), um *green fund* é definido como um fundo que exerce investimentos baseados unicamente nos compromissos e princípios ambientais. Portanto, este tipo de fundos seleciona empresas que demonstram uma conduta excecional amiga do ambiente e/ou um baixo impacto ambiental. Focam-se em empresas dedicadas à proteção dos recursos naturais, eficiência energética, tecnologia limpa ou energias alternativas e renováveis, redução de emissões de gases de estufa e aquecimento global. Por conseguinte, exclui empresas com baixo desempenho ambiental, como as indústrias de carvão e combustíveis fósseis (Gonçalves *et al.* 2021).

Os *green funds* distinguem-se dos outros tipos de investimentos socialmente responsáveis e dos fundos convencionais por intermédio da acrescida sensibilização ambiental por parte dos investidores, empresas e governos, indicando que é viável antecipar oportunidades rentáveis para negócios que perseguem objetivos sustentáveis (Climent & Soriano, 2011). Os portfólios que englobam os fundos referidos, por norma, demonstram uma menor volatilidade (Bodhanwala & Bodhanwala, 2019) e revelam melhor *performance*, nos países desenvolvidos, comparando com alguns *benchmarks* – por exemplo, no caso de Bodhanwala e Bodhanwala (2019), o portfólio dos fundos sustentáveis escolhido, dos EUA, supera o S&P 500.

Do outro lado das possibilidades tradicionais de investimento encontram-se os *black funds*, que são descritos como fundos mistos que investem em empresas com uma elevada intensidade de carbono nas suas atividades. Estas empresas costumam estar envolvidas na exploração e esgotamento dos recursos naturais do nosso planeta. Este tipo de fundos engloba empresas envolvidas na extração, transporte, intermediação, armazenamento, processamento, venda e uso dos recursos naturais, entre outras atividades (Ibikunle &

Steffen, 2014). A tentativa de redução das emissões de gases de efeitos de estufa, provenientes dos combustíveis fósseis, leva a que os retornos ajustados ao risco dos *black funds* diminuam, fazendo com que os investidores passem a apostar em fundos mais sustentáveis (Ibikunle & Steffen, 2017).

Além disso, os ativos das indústrias de combustíveis fósseis estão em risco de perder o seu valor de mercado devido aos avanços inesperados na tecnologia relacionada com as energias renováveis e no reforço dos governos, dos países que fazem parte do Acordo de Paris, nas políticas climáticas de limitar o aquecimento global para 1,5°C ou 2°C (Van der Ploeg e Rezai, 2020). Ou seja, os ativos referidos podem passar a ser considerados como ativos ociosos, que são definidos por Van der Ploeg e Rezai (2020) ao citarem Gener. Found. (2013), p. 1¹, como ativos que perdem um valor económico significativo muito antes do fim da sua vida útil esperada, como resultado de alterações na legislação regulamentação, forças de mercado, entre outros. Com o aumento da quantidade de ativos ociosos, é expectável que muitos investidores desinvistam em *black funds*, a fim de alocarem os seus investimentos em instrumentos financeiros com rendibilidades mais elevadas, uma vez que conforme Ibikunle e Steffen (2017), o impacto dos ativos ociosos proporcionará uma redução dos retornos ajustados ao risco dos *black funds*.

A partir de 1991, de acordo com Ibikunle e Steffen (2014), os retornos ajustados ao risco dos *green funds* transitaram de um desempenho abaixo do esperado para um desempenho superior aos dos *black funds*. A melhoria deu-se de uma forma lenta, porém consistente até 2007. Os autores afirmam também que entre 2012 e 2014, os *green funds* começaram a ultrapassar o desempenho dos *black funds*, embora Gonçalves *et al.* (2021) tenham verificado, mais precisamente, que os *green funds* têm vindo a superar as *performances* dos *black funds* desde 2011.

Paralelamente, a *performance* dos *black funds* tem vindo a decrescer de forma contínua, passando a ter um desempenho abaixo dos *green funds* nos últimos anos (Ibikunle e Steffen, 2014).

¹ Gener. Found. 2013. *Stranded Carbon Assets: Why and How Carbon Risks Should Be Incorporated in Investment Analysis*. London/New York: Gener. Found.

Climent e Soriano (2011) indicam que, entre 1987 e 2009, os *green funds* tiveram desempenhos mais baixos que os *black funds*. Entre 2001 e 2009, os *green funds* obtiveram retornos ajustados não muito diferentes dos *black funds*. De um modo mais concreto, os autores afirmam que os *green funds* têm um desempenho inferior de cerca de 4,22%, em comparação com os *black funds*, o que ainda indica a superioridade reduzida destes. No estudo de Koellner *et al.* (2008), os *green funds* apresentaram retornos financeiros inferiores aos dos *black funds* para os anos 2001 e 2002, mas em 2004 a tendência inverteu-se.

2.2 Fatores de desempenho dos *green funds*

Alguns fatores que podem afetar negativamente o desempenho dos *green funds* são o critério de seleção, a gestão do fundo ou a queda no preço das ações verdes (Climent & Soriano, 2011).

Um dos pilares dos *green funds* é o critério de seleção, baseado na aplicação de filtros negativos (*negative screening*), que decide quais as empresas que devem integrar o fundo de investimento. Os filtros negativos evitam o investimento em empresas que tenham uma produção que exija uma utilização excessiva de recursos não renováveis, que tenham produtos nocivos para a saúde humana ou para o ambiente e empresas que estejam relacionadas com setores de indústria controversos, como é o caso do tabaco, álcool, pornografia e armas (Leite & Cortez, 2015; Gangi & Varrone, 2018; Gonçalves *et al.*, 2021). De acordo com Gangi e Varrone (2018), em média, as empresas inseridas nos *green funds* exibem *performances* inferiores que as dos *black funds*, podendo indicar que os filtros utilizados pelos *green funds* possam condicionar a *performance* dos mesmos, devido às restrições de diversificação impostas pelos filtros negativos.

Chang *et al.* (2012) e Ibikunle e Steffen (2017) demonstram que o êxito dos *green funds* pode estar ligado à diversificação, referindo que a baixa *performance* dos mesmos traduz-se na falta de diversificação. Os *green funds* estão sujeitos a maiores riscos, sofrendo um impacto negativo na sua *performance* devido à limitação de ativos existentes, na construção de um portfólio, e assim não são tão diversificados como os *black funds* (Gonçalves *et al.*, 2021), dado que as indústrias sustentáveis terão maior peso na composição deste tipo de fundos (Climent & Soriano, 2011). O aumento de risco

proporcionado pela baixa diversificação leva a que os *green funds* sejam mais sensíveis e expostos aos fatores de mercado que os *black funds* e os fundos socialmente responsáveis, tanto a nível europeu como global, segundo Jin e Han (2018), Climent e Soriano (2011) e Silva e Cortez (2016).

De acordo com Reboredo *et al.* (2017), o sucesso dos *green funds* depende do seu desempenho financeiro e do perfil de risco. Por conseguinte, é possível averiguar que a diversificação pode ser um fator fulcral para minimizar o perfil de risco. Este acontecimento leva a que os *green funds* demonstrem a necessidade de investir em diferentes instrumentos de investimento, relacionados com energias renováveis, para potenciar uma melhor diversificação do risco.

Quanto à gestão do fundo, Koellner *et al.* (2008) ao analisarem a comparação entre fundos de ações que são geridos de acordo com os objetivos de sustentabilidade com fundos geridos de forma convencional, referem que os primeiros são os que causam um menor dano ambiental e que revelam melhores classificações ambientais. Os autores indicam ainda que os gestores de fundos têm a possibilidade de reduzir o impacto ambiental e os danos à sustentabilidade dos fundos de investimento. Martí-Ballester (2019a) verifica que os gestores de *green funds*, que conseguem superar o *benchmark* de energias renováveis (S&P Clean Energy) não conseguem alcançar melhores *performances* que um portfólio de *black funds*.

Chang *et al.*, (2012) e Fabregat-Aibar *et al.* (2019) concluem que os *green funds* apresentam desempenhos mais baixos que os *black funds*, como consequência de baixos retornos e não de risco elevado, divergindo de Reboredo *et al.* (2017). Para além disso, podem apresentar índices de Sharpe menores, em períodos de 5 e 10 anos e os investidores de *green funds*, geralmente, pagam *expense ratios* mais elevados, porém podem beneficiar de um *turnover* mais baixo. No entanto, Ibikunle e Steffen (2017), argumentam que os *green funds* evidenciam um desempenho superior ao dos *black funds*, durante um período de 5 anos. Num estudo prévio, dos mesmos autores, nos últimos 5 a 10 anos entre janeiro de 1991 e junho de 2014, os *green funds* revelaram um desempenho superior e significativo relativamente aos *black funds*. Por isso, a atenção dos investidores a uma menor exposição ao risco dos *green funds*, quando comparado com os *black funds*, é eventualmente acrescida ao longo do tempo (Ibikunle & Steffen, 2014).

A fase prematura na qual os *green funds* se encontram pode ser outro fator que pode explicar o seu menor desempenho, visto que como já fora observado, a rendibilidade destes fundos tem aumentado à medida que a sua idade também aumenta. Para além disso, as empresas sustentáveis encontram-se num processo de investigação e desenvolvimento, ou seja, de investimento que trará certamente benefícios futuros. Para um período de 3 anos, Allevi *et al.* (2019) constataram que os *black funds* tendem a atingir uma pontuação de eficiência, através de DEA, ligeiramente superior em relação aos *green funds*. Todavia, as diferenças na mesma pontuação não são significativas para um período de 5 anos.

Passando para os fatores que podem afetar de forma benéfica o desempenho dos *green funds*, Dopierala *et al.* (2020) constataram que a alocação geográfica e industrial dos ativos afeta de forma significativa a *performance* de *green funds* escandinavos, uma vez que os ativos escolhidos ao estarem inseridos numa indústria e região menos poluidora e amiga do ambiente permitirão a obtenção de melhores retornos.

A melhoria da *performance* dos *green funds* pode dever-se também à transição de combustíveis fósseis para uma economia mais sustentável, baseada nas energias renováveis (Gonçalves *et al.*, 2021). A transição é denominada de desinvestimento em combustíveis fósseis. Este tipo de desinvestimento tem como objetivo promover uma mudança financeira, através da remoção dos investimentos em combustíveis fósseis, como estratégia para reduzir a emissão de gases de efeito de estufa (Bergman, 2018) e permite expor os riscos financeiros causados pelas alterações climáticas, enquanto reduz a exposição de carbono das carteiras de investimentos (Hunt & Weber, 2019). Consequentemente, e de uma forma indireta, o desinvestimento abordado pode ser considerado como um reinvestimento em medidas de mitigação climática, como por exemplo infraestruturas de baixos níveis de carbono, energias renováveis e eficiência energética. Das diferentes estratégias de desinvestimento, destaca-se a que se foca no reinvestimento em indústrias sustentáveis, visto que, conforme Hunt e Weber (2019), aumenta os retornos ajustados ao risco diminuindo a intensidade de carbono nos portfólios.

Quanto mais restrita for a estratégia de desinvestimento (exclusão de um maior número de ações relacionadas com combustíveis fósseis) maiores serão os retornos ajustados ao risco e menor será a intensidade de carbono que os tipos de desinvestimentos excluem.

Existem estratégias de desinvestimento capazes de reduzir de forma significativa a exposição ao carbono e a intensidade de carbono dos portfólios se os investidores seguirem uma abordagem de desinvestimento bastante forte que exclui a indústria relacionada com os combustíveis fósseis, incluindo os serviços públicos (Henriques & Sadorsky, 2018).

Muitos investidores aderem ao desinvestimento em combustíveis fósseis, uma vez que se empenham em reduzir a pegada de carbono dos seus respetivos investimentos e dessa forma conseguem diminuir a intensidade de carbono entre 0,2% e 77%, segundo Hunt e Weber (2019). Os autores afirmam que mesmo em mercados de grande concentração de combustíveis fósseis, o desinvestimento pode ser aplicado com sucesso. Contudo, os impactos diretos do desinvestimento são pequenos, enquanto os indiretos são significativos. A título de exemplo, podemos observar a estigmatização dos combustíveis fósseis, que tem como propósito o aumento da restrição da legislação, da depreciação do valor dos combustíveis fósseis e dos esforços das empresas, ligadas a estes recursos, a aumentarem a sua *performance* ambiental, a fim de diluírem a estigmatização referida (Hunt & Weber, 2019).

O desinvestimento tem sido criticado por não ter impacto significativo no financiamento dos combustíveis fósseis, pela sua ingenuidade política e financeira, e postura rígida (Bergman, 2018). Para além disso, a redução de investimentos em empresas relacionadas com os combustíveis fósseis pode impor um custo ao investidor, em termos de potenciais rendimentos perdidos e reduzir as oportunidades de diversificação de portfólio. Ou seja, o desinvestimento pode impor um custo por risco crescente da falta de diversificação que não é totalmente compensada por retornos mais elevados. É possível definir os custos de diversificação, relacionados com o desinvestimento, como a diferença entre os rendimentos ajustados ao risco de um portfólio sem empresas ligadas aos combustíveis fósseis e um portfólio sem restrições de investimento. Os custos de diversificação variam em função do número de ações num portfólio e da correlação entre os retornos de ações (Markowitz, 1952). Logo, segundo Trinks *et al.* (2018), os maiores custos são esperados da exclusão de um grande conjunto de ações que têm uma baixa correlação com outros investimentos de mercado. Os autores afirmam que os custos de diversificação e a redução nos retornos ajustados ao risco, devido à estratégia de desinvestimento, podem variar ao longo do tempo. Caso não existam esses custos, a sua ausência pode ser

explicada pelo facto de as ações das empresas de combustíveis fósseis não superarem as ações das empresas sustentáveis, em termos de risco ajustado, e apenas fornecerem benefícios de diversificação relativamente limitados (Krueger *et al.*, 2020).

Dos argumentos que se opõem ao desinvestimento, destaca-se o conceito de dever fiduciário, que se foca na obrigação dos gestores de fundos agirem no melhor dos interesses dos investidores e acionistas, que muitas vezes são interpretados como a maximização, a curto prazo, dos retornos dos investimentos. Este argumento indica que enquanto os combustíveis fósseis oferecerem os melhores retornos sobre o investimento, os gestores de fundos não podem legalmente desinvestir dos mesmos, mesmo quando isso significa ignorar a ameaça das alterações climáticas (Bergman, 2018).

Em sentido inverso ao argumento do dever fiduciário, Henriques e Sadorsky (2018), apuraram que os fundos que desinvestem em combustíveis fósseis e investem em energias renováveis demonstram uma melhor *performance* que aqueles que investem em combustíveis fósseis. Os autores também apuraram que os investidores avessos ao risco estariam dispostos a pagar uma taxa de forma a procederem à troca para um meio mais sustentável. Tal leva a que os investidores consigam gerir os atuais e futuros riscos financeiros provenientes das alterações climáticas, como é o caso dos ativos ociosos, que podem ter origem nos riscos das alterações climáticas que foram fixadas, em termos de preço, pelos mercados financeiros (Hunt & Weber, 2019).

No período de análise de Trinks *et al.* (2018), entre 1927 e 2016, no decorrer do desinvestimento, o seu impacto foi superior em portfólios menos diversificados. No entanto, os autores esperam uma melhor *performance* dos portfólios de combustíveis fósseis e menor dos portfólios que não contém esse tipo de recursos.

Considerando os períodos de crise, o investimento em *green funds* não parece penalizar a *performance* financeira dos investidores (Silva & Cortez, 2016). Por outro lado, Leite e Cortez (2015), constataram que os *green funds* têm um desempenho ligeiramente melhor do que os *black funds* durante períodos de crise, embora a diferença de desempenho não tenha sido significativa. Lesser *et al.* (2016) afirmam que os *green funds* revelam *performances* abaixo do esperado para períodos sem crise. Gonçalves *et al.* (2021) e Dopierala *et al.* (2020) apontam que os *green funds* proporcionam maiores retornos

ajustados ao risco e superam o mercado e os *black funds* em períodos de crise, obtendo resultados mistos para períodos sem crise.

No contexto pandémico relacionado com a Covid-19, Naqvi *et al.* (2021) sugerem que os *green funds* são menos sensíveis a situações deste tipo, corroborando os resultados de Silva e Cortez (2016) e Leite e Cortez (2015). De acordo com os autores, a crise proporcionada pela Covid-19 surgiu como grande ameaça às finanças sustentáveis, o que leva a que seja necessário fazer uma avaliação dos mercados e investimentos sustentáveis, visto que o seu desempenho superior pode encorajar os investidores a continuarem a investir em instrumentos financeiros sustentáveis. Mesmo assim, a *performance* dos *green funds* diminuiu durante a pandemia.

2.3. Fatores determinantes dos *green funds*

A escolha de *green funds* leva a que os investidores possam ter de lidar com pagamentos de prémios (Leite & Cortez, 2015), que são condicionados pela região do investimento (Soler-Domínguez *et al.*, 2021).

De acordo com Reboredo *et al.* (2017) os investidores pagam um prémio por escolherem os *green funds*, uma vez que estes são financeiramente menos atrativos que outros fundos de investimento e oferecem menos proteção contra movimentações extremas dos preços de mercado. Tal leva a que os investidores se sintam desmotivados em optar por instrumentos financeiros sustentáveis e assim sendo podem pagar um prémio pela escolha do caminho mais sustentável (Naqvi *et al.*, 2021). Gangi e Varrone (2018) concorrem com esta teoria, uma vez que no seu estudo verificaram que os filtros de ESG (onde estão incluídos os filtros negativos) expõem os *green funds* a custos que são superiores aos benefícios.

Martí-Ballester (2019a) e Martí-Ballester (2019b) acrescentam que o prémio é pago devido aos *green funds* estabelecerem restrições no tipo de investimento efetuado. O argumento pode advir de custos de gestão mais elevados, visto que os gestores dos *green funds* terão de implementar uma estratégia de gestão ativa ou pelo facto da ineficácia das empresas ao integrarem energia sustentável nas suas estratégias de *core business*, de modo a desenvolverem capacidades que lhes permitam ganhar uma vantagem

competitiva ao aumentarem a sua *performance* financeira.

Markowitz (1952) concluiu que a escolha de ativos ligados a um só ramo restringe as oportunidades de diversificação. Logo, deduz-se que as *performances* ajustadas ao risco, para os *green funds* são, teoricamente, menores que as de certos *black funds*. Este fenómeno indica que, à partida, não existem incentivos financeiros para investidores que escolham a sustentabilidade (Naqvi *et al.*, 2021). Mesmo assim, os investidores podem estar dispostos a pagar mais por produtos financeiros verdes e ecológicos sob forma de rendimentos mais baixos em comparação com investimentos relacionados com combustíveis fósseis, implementando uma estratégia a longo prazo, com resultados prósperos no futuro, segundo Climent e Soriano (2011) e Trinks *et al.* (2018).

2.4. Diferenças entre investidores de *green funds* e *black funds*

Os investidores de *black funds* diferem dos de *green funds*, nos incentivos e restrições que têm ao elaborarem decisões de investimento e acima de tudo, os primeiros, são fortemente afetados pelas mudanças no preço do petróleo, que estão relacionadas com a condição económica de certos países (Silva & Cortez, 2016; Chung *et al.*, 2012). Enquanto os investidores de *green funds* podem ter incentivos não financeiros, baseados nos critérios para investir no setor das energias, os investidores de *black funds* podem obter a sua vantagem, no seu investimento, por intermédio de um investimento condicional de multiatributos (*conditional multiattribute investing*) no setor da energia, condicionado pelo bom desempenho a longo prazo (Martí-Ballester, 2020). Os investidores sustentáveis não são tão influenciados pelas *performances* passadas, no momento da realização das decisões de investimento ou desinvestimento, quando comparados com os investidores de *black funds* (Muñoz, 2019). Mesmo em períodos de crise, os primeiros são mais tolerantes a mudanças nos seus portfólios, indicando que a volatilidade dos *green funds* é menor que a dos *black funds*, de acordo com Chung *et al.*, (2012). Os autores também demonstram que os investidores sustentáveis estão dispostos a investir mais em fundos recentes, independentemente da *performance* desses mesmos. Assim sendo, terão em consideração não só os retornos dos seus respetivos portfólios, como também os critérios sustentáveis e os efeitos ecológicos sobre o ambiente, quando tomam as suas decisões de investimento, fazendo com que as mesmas sejam efetuadas de uma forma responsável (Matallín-Saéz *et al.*, 2019).

Por outro lado, os investidores de *black funds* podem ser mais sensíveis a mudanças nas *performances* financeiras anteriores que os investidores de *green funds*, dado que estarão mais dispostos a mover a sua estratégia de investimento de um fundo com um historial de *performances* negativas para outro com *performances* positivas (Martí-Ballester, 2020).

Todavia, o processo de seleção de *green funds* empobrece o leque de escolhas para investir, em comparação com os investidores de *black funds*, e pode limitar as suas aptidões à seleção dos fundos em questão (Muñoz, 2019). Matallín-Sáez *et al.* (2019) converge com este raciocínio, acrescentando que os problemas ambientais são uma prioridade nas decisões de investimento. Consequentemente, os investidores sustentáveis terão dificuldades em encontrar alternativas que preencham os seus requisitos não financeiros (éticos) (Benson & Humphrey, 2008).

Quanto aos custos de transação, Martí-Ballester (2020) sugere que estes têm a probabilidade de serem superiores para os investidores de *green funds* que para os de *black funds*, visto que os primeiros necessitam de informação relativamente aos critérios das energias renováveis, implementados pelos fundos quando exercem as suas decisões de investimento. Isto significa que os investidores sustentáveis podem ficar menos propensos à transição de um fundo com *performance* baixa para outro, com características diferentes.

3. **Research Design**

No *Research Design* serão abordados os dados a serem estudados e a seleção dos *inputs* e *outputs*, assim como a metodologia utilizada.

3.1. **Metodologia**

De forma a avaliar e comparar a eficiência entre os dois tipos de fundos em questão, propõe-se a utilização do método *Value-Based DEA* – uma combinação de *Data Envelopment Analysis* com *Multiple Criteria Decision Making*, desenvolvido por Gouveia *et al.* (2008). Porém, será apresentado em primeiro lugar o método DEA, de uma forma geral, a fim de podermos ter um melhor entendimento da metodologia referida anteriormente.

3.1.1. **Data Envelopment Analysis**

A DEA é uma técnica baseada em programação linear que mede a *performance* relativa de unidades organizacionais onde a presença de múltiplos de *inputs* e múltiplos *outputs* torna difícil a sua comparação (Boussofiane *et al.*, 1991). A avaliação da *performance* das várias DMUs resulta numa pontuação de eficiência decorrente da razão da soma ponderada de *outputs* pela soma ponderada de *inputs*, e devolvendo uma fronteira de produção empírica (ou superfície de envolvente) de desempenho máximo (Ali & Seiford, 1993). Por outras palavras, a ideia subjacente aos modelos DEA é a seguinte: a cada DMU em avaliação é dada a liberdade de encontrar um conjunto de pesos (coeficientes de ponderação) associados aos produtos (*outputs*) e recursos (*inputs*) de modo a maximizar a razão (eficiência) da soma ponderada dos produtos pela soma ponderada dos recursos para a DMU em avaliação. A DMU em avaliação no momento será eficiente se, usando os mesmos pesos, nenhuma outra DMU conseguir ter uma pontuação de eficiência maior do que a dela. Deste método resulta também a identificação de *benchmarks* (DMUs eficientes) para cada unidade ineficiente. A etapa chave neste processo é a seleção dos fatores de *input* e *output* que melhor traduzem a avaliação das unidades de decisão. Estes fatores devem refletir todos os recursos utilizados e produtos resultantes, bem como o ambiente em que cada unidade opera de acordo com a perspetiva de avaliação.

No que diz respeito às unidades eficientes identificadas, estas podem fornecer práticas operacionais eficientes que têm a possibilidade de serem divulgadas a todas as unidades avaliadas, a fim de contribuir para a melhoria do seu desempenho (Boussofiane *et al.*, 1991).

Além disso, a DEA produz informação de gestão não só relativamente às unidades individuais, mas também sobre unidades a nível coletivo. Onde existem diferentes conjuntos de unidades que operam sob as suas próprias políticas diferentes ou onde um conjunto de unidades tenha funcionado em função de diferentes políticas ao longo do tempo, a DEA pode ser usada para verificar as eficiências comparativas das políticas distintas dos conjuntos das unidades. Este tipo de análise proporciona a investigação dos efeitos das transferências de recursos entre unidades (Boussofiane *et al.*, 1991).

A DEA explora também dados limitados em toda a sua extensão e pode ser usada para examinar a eficiência técnica, de alocação e a de escala. Sendo assim, este método evidenciou-se como extremamente útil em várias áreas (Charnes *et al.*, 1997).

Quando aplicada a fundos de investimento, a DEA tem muitas vantagens em comparação com as técnicas paramétricas tradicionais, dado que a análise de regressão se aproxima da eficiência dos fundos em análise relativamente à *performance* média. Esta metodologia presta-se à avaliação da *performance* relativa dos fundos, tornando possível a mediação da eficiência de um fundo relativamente aos fundos com melhores *performances* e assim sendo permite identificar os fatores determinantes dos fundos, quando comparados uns com os outros. Como ferramenta de avaliação de *performance*, a DEA fornece informação de *benchmarking* que inclui uma pontuação de eficiência para cada fundo, dando a conhecer os de melhor desempenho (Tsolas e Charles, 2015).

Na tabela seguinte encontram-se alguns estudos que utilizaram a metodologia DEA nas finanças, nomeadamente na avaliação de *performance* de instrumentos financeiros. Esta inclui o modelo DEA, autores, ano e os *inputs* e *outputs* usados.

Tabela 1 - DEA aplicado em trabalhos de investigação

Autor(es)	Objetivo	Metodologia	Inputs	Outputs
Murthi <i>et al.</i> (1997)	Avaliação da <i>performance</i> de portfólios	CCR	<i>Expense ratio, Loads, Turnover, Standard deviation</i>	<i>Return</i>
Basso e Funari (2003)	Avaliação da <i>performance</i> de fundos éticos	DEA utilizado por Charne <i>et al.</i> , 1978	<i>Standard deviation, β-coefficient</i>	<i>Expected return</i>
Gregoriou <i>et al.</i> (2005)	Avaliação da <i>performance</i> de fundos de cobertura	BCC	<i>Lower mean monthly semi-skewness, Lower mean monthly semi-variance, Mean monthly lower return</i>	<i>Upper mean monthly semi-skewness, Upper mean monthly semi-variance, Mean monthly upper return</i>
Chen e Lin (2006)	Medir o risco e avaliar a <i>performance</i>	DEA com VaR e CVaR	<i>Operational fess</i>	<i>Expected return or expected excess return</i>
Gouveia <i>et al.</i> (2008)	Exploração do método Additive model com MCDA	Value Based DEA	-	-
Ito <i>et al.</i> (2013)	Avaliar a <i>performance</i> de fundos SRI, <i>green funds</i> e de fundos convencionais nos EUA, UE e Japão	DEA adaptado por Briec e Kerstens (2009)	-	-
Tsolas (2014)	Analisar a <i>performance</i> de uma amostra de fundos de metais preciosos	BCC-I	<i>Standard deviation, expense ratio, front load, deferred load</i>	<i>Return</i>
Tsolas e Charles (2015)	Avaliar a <i>performance</i> de <i>green ETF's</i>	RAM-BCC e RAM	<i>Price of Cashflow, Price-to-Book ratio</i>	<i>Sharpe ratio, Alpha Jensen</i>
Basso e Funari (2017)	Averiguação do papel da dimensão dos fundos mútuos na avaliação da <i>performance</i> de um fundo	DEA-V e DEA-C models	<i>Payout, β-Coefficient</i>	<i>Final value</i>
Lin <i>et al.</i> (2017)	Decomposição da eficiência global de um fundo em eficiências de períodos individuais	DDF DEA	-	-
Vidal-Garcia <i>et al.</i> (2018)	Analisar a eficiência de mercado a curto prazo da indústria de fundos de investimento	CCR	<i>Expense ratio, turnover, load, standard deviation</i>	<i>Return</i>
Gouveia <i>et al.</i> (2018)	Avaliar o impacto da crise global nos fundos portugueses, através de uma avaliação dinâmica, comparando as <i>performances</i> de fundos mútuos entre 2007 e 2014	Value-Based DEA	<i>Proportion of negative monthly returns, expense ratio, standard deviation, beta</i>	<i>Gross return</i>
Bilbao-Terol <i>et al.</i> (2019)	Avaliar a eficiência financeira e não financeira relativa dos fundos mútuos	DEA – Financial model	<i>S-1 coherent risk measures: CVaR_{k/S}(P₀)</i>	<i>Expected rate of return: E(P₀)</i>
		DEA – CS model	-	<i>PT-values of D CS scores: CS_d(P₀)</i>
		DEA – overall model	<i>CVaR_{k/S}(P₀)</i>	<i>E(P₀), CS_d(P₀)</i>
Allevi <i>et al.</i> (2019)	Avaliar a <i>performance</i> de <i>green funds</i>	DEA - F	<i>β-coefficient, Initial payout invested, Downside risk</i>	<i>Final value</i>
		DEA - S	<i>β-coefficient, Initial payout invested, Downside risk</i>	<i>Final value, Environmental saving indicators</i>

		DEA - C	β -coefficient, Initial payout invested, Downside risk, Environmental saving indicators	Final value
		DEA - G	β -coefficient, Initial payout invested, Downside risk	Final value, Green indicator
Lin e Li (2020)	Avaliação do desempenho de fundos mútuos eficientes nos mercados financeiros	Diversification super-efficiency models	Risk measures, transactions costs	Return measures
Henriques <i>et al.</i> (2022)	Analisar a <i>performance</i> de ETF's do setor da energia e selecionar as possíveis carteiras eficientes	WRDDM, RDM+	β -coefficient, standard deviation	Jensen's Alpha, Sharpe Index, mean annual return, trailing total return

Atendendo à tabela 1, é possível afirmar que a metodologia DEA pode ser utilizada para analisar a eficiência de vários tipos de fundos, como por exemplo ETF's, fundos mútuos, *green funds*, fundos convencionais e fundos ISR. Ainda assim, apesar de existirem estudos sobre a eficiência de fundos sustentáveis, não existem muitos estudos que se foquem na análise de eficiência de *green funds* e *black funds*. Todavia, serão abordados alguns estudos que analisaram a eficiência de fundos sustentáveis.

Murthi *et al.* (1997), foram os primeiros autores a usar modelos DEA para analisar a eficiência de portfólios de fundos mútuos e a estabelecer uma comparação dos resultados com o Alfa de Jensen e o índice de Sharpe. A amostra consistiu em 731 fundos mútuos do terceiro trimestre de 1993, da Morningstar, distribuídos por 7 categorias (*Agressive growth, Asset allocation, Equity income, Growth income, Income average, Balance e Growth*). As conclusões dos autores demonstraram que a eficiência dos fundos mútuos não está correlacionada com os custos de transação e que fundos de maior dimensão são mais eficientes em algumas categorias.

Ito *et al.* (2013), através da DEA utilizada por Briec e Kerstens (2009), avaliaram a *performance* de fundos ISR, *green funds* e de fundos convencionais nos EUA, UE e Japão. Os períodos escolhidos para análise dicotomizaram-se num período mais curto (2006-2009) e noutro maior (2000-2009). Os autores concluíram que os fundos ISR têm uma *performance* melhor que os fundos convencionais na UE e nos EUA, enquanto os *green funds* não tiveram um desempenho tão bom como o dos fundos ISR. Porém, esses fundos revelaram um desempenho igual ou superior ao dos fundos convencionais.

No estudo de Tsolas e Charles (2015), os autores avaliaram a *performance* de *green* ETF's com o auxílio de dois tipos de modelos de DEA (RAM-BCC e RAM). Ao analisarem 16 *green* ETF's, somente quatro ou cinco foram considerados eficientes, dependendo do modelo utilizado.

Posteriormente, Allevi *et al.* (2019), mediram a *performance* de *green funds* mediante DEA, desenvolvendo quatro modelos diferentes para períodos de três (2012-2015) e cinco anos (2010-2015). Os modelos DEA referidos foram desenvolvidos com o apoio de três medidas de sustentabilidade ambiental, que fornecem informação sobre a sustentabilidade do investimento em causa. Os autores evidenciaram que os modelos DEA são úteis para concederem informação a investidores no momento de escolha do melhor fundo para investir. No estudo adicional que realizaram, que se fundamentou na comparação de portfólios de *green funds* e fundos convencionais, os autores referem que no período de três anos os fundos convencionais atingem uma pontuação de eficiência ligeiramente maior, porém as diferenças nas pontuações de eficiência não são significativas no período de cinco anos.

Henriques *et al.* (2022), num estudo mais recente, utilizaram a DEA para selecionarem ETF's com uma *performance* eficiente, de acordo com os *inputs* e *outputs* usados. Assim sendo, utilizaram modelos de portfólios a fim de obterem a melhor estrutura de fundos eficientes. Nos resultados obtidos, os autores verificaram que os ETF's ligados à energia nuclear são muitas vezes tidos em conta como eficientes, consoante os modelos de DEA usados, os ETF's de energias renováveis não constam nos portfólios eficientes e que o gás natural e o petróleo são os setores que têm mais ETF's incluídos nos portfólios eficientes.

Ainda que Gouveia *et al.* (2018) não utilizem *green funds* ou até mesmo fundos ISR, os autores aplicam a metodologia deste estudo, o *Value-Based* DEA. O estudo dos autores teve como objetivo a análise da *performance* de fundos mútuos portugueses, considerando o período entre 2007 e 2014. Os resultados indicam que os fundos portugueses tiveram um melhor desempenho entre 2011 e 2013, sugerindo que os investidores se tornaram mais confiantes, no que diz respeito aos fundos de ações, por consequência das medidas políticas que tiveram como objetivo o reforço dos mercados financeiros.

Nesta dissertação utiliza-se a metodologia do *Value-Based DEA* para avaliar a *performance* e eficiência de três amostras – uma de *green funds*, outra de *black funds* e uma amostra global que inclui os dois tipos de fundos, para três períodos de tempo, com o objetivo de avaliar a viabilidade da transição de um investimento não sustentável para um investimento sustentável.

3.1.2. *Value-Based DEA*

A metodologia proposta para a análise da *performance* e eficiência dos *green funds* e *black funds* baseia-se no modelo de eficiência relativa, sendo este uma combinação da metodologia *Data Envelopment Analysis* com *Multiple Criteria Decision Making*. O modelo proposto, o *Value-Based DEA*, foi desenvolvido por Gouveia *et al.* (2008) e é uma variante do modelo DEA aditivo (Charnes *et al.*, 1985) com projeções orientadas (Ali *et al.*, 1995), de forma a superar alguns obstáculos, por intermédio da aplicação de *Multi-Attribute Value Theory* (MAVT). Gouveia *et al.* (2008) consideram que as DMUs assumem o papel de alternativas de um modelo de avaliação multicritério, sendo cada uma avaliada por vários critérios. Cada critério corresponde a um fator de *input* ou *output* no modelo DEA. Estes fatores de *input* e *output* são convertidos em funções de valor parciais que são definidas no intervalo [0;1], em que o valor nulo indica o pior nível de desempenho e 1 o melhor nível de desempenho, em cada fator, de acordo com a informação de preferências fornecida pelo decisor. Desta forma elimina-se o problema da existência de valores negativos que os modelos DEA radiais orientados (CCR – Charnes, Cooper e Rhodes e BBC – Banker, Charnes e Cooper) demonstram.

De seguida, as funções de valor parciais são agregadas usando o modelo MAVT aditivo (Keeney & Raiffa, 1976), fazendo com que seja superado o problema das escalas associado ao modelo DEA aditivo (Gouveia *et al.*, 2018). Os coeficientes de ponderação (pesos) usados na agregação adquirem um significado específico: são os coeficientes de escala das funções de valor. Os coeficientes em causa são valores escolhidos por cada DMU, a fim de se tornar a melhor DMU (se possível) ou então no sentido de minimizar a diferença de valor para a melhor DMU, ao invés de ser fixado previamente como no modelo de Ali *et al.* (1995). Assim, a medida de eficiência atribuída a cada DMU ganha um significado intuitivo: corresponde a uma medida "*min-max regret*", ao contrário do modelo aditivo, no qual a regra utilizada é a de *maximum regret*.

O conceito de "*min-max regret*" tem como fundamento um custo de oportunidade ligado à perda de valor da escolha de uma alternativa em relação a outra. Por conseguinte, esta regra compara as DMUs alternativas com base na diferença superior, tendo em conta todos os vetores aceitáveis dos coeficientes de escala (pesos), com a alternativa ótima (DMU) para este vetor. A perda de valor de selecionar a alternativa DMU_k , em vez de outra alternativa $DMU_k \neq DMU_j$ é dada por (1):

$$R_{max}(DMU_k, DMU_j) = \max_{j \neq k} V(DMU_j) - V(DMU_k) \quad (1)$$

Numa dada alternativa DMU, a perda de valor máxima relacionada corresponde à perda de oportunidade máxima inerente à escolha dessa DMU (2):

$$R_{max}(DMU_k) = \max_w \left\{ \left(\max_{j \neq k} v(DMU_j) \right) - v(DMU_k) \right\} \quad (2)$$

Considerando que cada DMU do conjunto $\{DMU_j: j = 1, \dots, n\}$ é avaliada em m fatores (critérios) a serem minimizados x_{ij} ($i = 1, \dots, m$) e p fatores (critérios) a serem maximizados y_{rj} ($r = 1, \dots, p$). Os fatores são convertidos em funções de valor parcial $\{v_c(DMU_j), c = 1, \dots, q, \text{ com } q = m + p, j = 1, \dots, n\}$ e agregados numa função de valor global, tendo em conta o modelo aditivo MAVT, $V(DMU_j) = \sum_{c=1}^q w_c v_c(DMU_j)$, onde $w_c \geq 0 \quad \forall c = 1, \dots, q$ e $\sum_{c=1}^q w_c = 1$ (por convenção). A escala de coeficientes $w_1, \dots, w_q$ são os pesos das funções de valor e representam o valor de compensações (*trade-offs*) de valor do decisor (DM). As DMUs podem escolher os seus pesos com o objetivo de minimizarem a distância à melhor DMU, de acordo com a regra de "*min-max regret*". Se houver outro fundo que com o mesmo vetor de pesos consiga ter uma melhor pontuação que o fundo em avaliação, esse fundo passa a ser classificado como ineficiente.

Após todos os fatores serem convertidos em escalas de valor, o *Value-Based DEA* divide-se em duas fases.

Fase 1: Calcular a medida de eficiência, d_k^* , para cada DMU, $k = 1, \dots, n$, e o vetor de ponderação correspondente w_k^* , resolvendo o problema linear (3).

Fase 2: Se $d_k^* \geq 0$, resolve-se o problema do “aditivo ponderado” (4), utilizando o vetor de ponderação ótimo resultante da Fase 1, w_k^* , e determina-se o ponto projetado da DMU_k em causa.

$$\begin{aligned} \min_{d_k, w} d_k \\ \text{s. t. } \sum_{c=1}^q w_c v_c(DMU_j) - \sum_{c=1}^q w_c v_c(DMU_k) \leq d_k, j = 1, \dots, n; j \neq k \end{aligned} \quad (3)$$

$$\sum_{c=1}^q w_c = 1, c \in D$$

$$w_c \geq 0, \forall c = 1, \dots, q$$

$$w_c \leq 1, \forall c \in ND$$

A solução obtida na Fase 1, d_k^* , para cada DMU_k ($k = 1, \dots, n$) é a distância definida pela diferença de valor para a melhor de todas as DMUs (a melhor DMU também depende de w), excluindo-se do conjunto de referência. Se d_k^* for negativa, a DMU_k em avaliação é eficiente, sendo que admite a discriminação das DMUs eficientes, como acontece com o modelo de super-eficiência de Andersen e Petersen (1993).

Se a DMU tiver uma pontuação não negativa, d_k^* , a DMU é ineficiente e um alvo pode ser calculado, através da resolução do problema linear (4):

$$\begin{aligned} \min_{\lambda, s} z_k &= - \sum_{c=1}^q w_c^* s_c \\ \text{s. t. } \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j v_c(DMU_j) - s_c &= v_c(DMU_k), c = 1, \dots, q \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\lambda_j, s_c \geq 0, j = 1, \dots, k-1, k+1, \dots, n; c = 1, \dots, q$$

A combinação convexa dos vetores de valor associados às DMUs $n-1$ é expressa pela variáveis λ_j , $j=1, \dots, k-1, k+1, \dots, n$. O conjunto de DMUs eficientes que define a combinação convexa com $\lambda_j > 0$ são denominados “pares” da DMU $_k$ sob avaliação. Esta combinação corresponde a um ponto na fronteira eficiente que é melhor que a DMU $_k$ pela diferença do valor de s_c (slack) em cada critério c . O valor das *slacks* em cada fator define a distância L_1 que os ineficientes têm de percorrer para alcançarem a fronteira de eficiência e igualarem o seu *benchmark* ou atingirem o seu alvo (combinação linear de fundos eficientes).

O modelo (4) admite alvos ótimos alternativos, cada um dos quais correspondendo a uma forma diferente de anular o valor da diferença d_k^* . Esses alvos correspondem a diferentes projeções sobre a fronteira eficiente.

Na figura seguinte, encontra-se um exemplo ilustrativo do processo abordado, considerando apenas dois fatores.

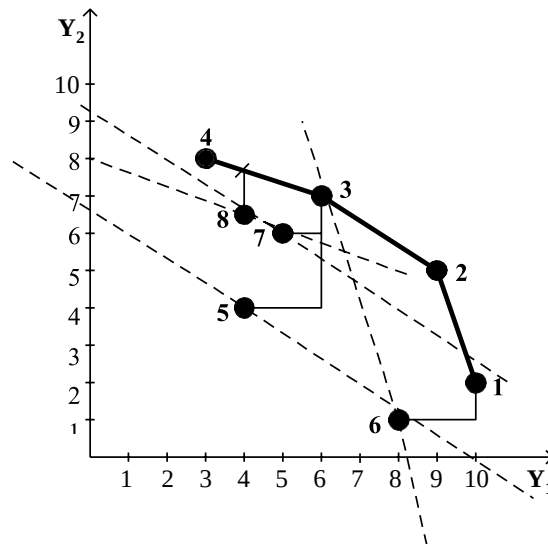


Figura 1 - Exemplo de Value-Based DEA. Fonte: Gouveia *et al.* (2008)

Assumindo que as DMUs de 1 a 8 representam fundos de investimento, podemos observar que 1 a 4 constituem a fronteira eficiente, sendo que são considerados como *benchmarks*, e que os restantes fundos são ineficientes. Portanto, os fundos com um *score* de eficiência muito positivo são os que têm de percorrer uma maior distância até à fronteira. Tendo em conta as características que apresentam e os aspetos que precisam de melhorar, os fundos ineficientes, vão escolher, na fronteira, um fundo ou um conjunto de fundos (um alvo) que tenham características idênticas. Trata-se de um mecanismo de projeção dos fundos ineficientes na fronteira de eficiência. Quanto mais negativo for o *score* de eficiência mais margem, o fundo em questão, tem para piorar em alguns dos fatores e manter-se no mesmo estatuto de eficiente.

3.2. Dados

Para atingir o objetivo desta dissertação, propõe-se a análise da *performance* e eficiência de *green funds* e *black funds* e a sua respetiva comparação, através da utilização de três amostras: uma composta por 20 *green funds*, outra por 20 *black funds* e a última é a amostra global, constituída pelo conjunto de fundos das duas amostras iniciais, fundos estes que foram todos retirados do site *etfdb.com*². Os períodos considerados foram de 1, 3 e 5 anos, entre 2017 e 2021. Para as variáveis a serem utilizadas – índice de Sharpe, beta, *expense ratio*, desvio padrão e idade, também foi usado o mesmo número de anos. Os valores das variáveis foram extraídos através da base de dados *Datastream*.

A escolha dos *green funds* baseou-se no argumento de estes estarem associados à temática da sustentabilidade e de este conceito estar cada vez mais presente, nos mercados e de um modo geral no nosso quotidiano. Deste modo, os vinte *green funds* da amostra baseiam-se em fundos de investimentos que se focam em energias alternativas e noutros tipos de fundos com percentagens entre, aproximadamente, os 10% e os 75% em *sustainable impact solutions* - parâmetro do site *etfdb.com*. Este parâmetro traduz-se numa média ponderada da percentagem da receita, de cada empresa, gerada por bens e serviços de soluções de impacto sustentável - soluções que ajudam o nosso meio ambiente, do portfólio do fundo de investimento, em questão. Neste sentido, excluem-se as receitas, de soluções de impacto sustentável, provenientes de empresas com externalidades negativas. Estas externalidades referem-se a controvérsias muito graves e severas dos critérios ESG. Classificação ESG de CCC e B, envolvimento direto em

² <https://etfdb.com/> - site acedido a 3 de Dezembro de 2021

empréstimos predatórios (empréstimos com termos e condições injustos e abusivos), envolvimento em armas controversas, valor de receitas provenientes de armas convencionais ou armas de fogo superior a 5%, e mais de 10% de receitas provenientes da produção de álcool ou tabaco, conforme também abordado por Gangi e Varrone (2018) e Renneboog *et al.* (2008). Por outras palavras, quanto maior a percentagem de *sustainable impact solutions* mais sustentável será o fundo.

Dado que o site *etfdb.com* apresenta categorias para vários tipos de fundos, para os *green funds*, as categorias selecionadas para compreenderem a amostra foram: *Alternative Energy Equities*, *Small Cap Growth Equities*; *Health & Biotech Equities*, *Emerging Market Equities*, *Energy Equities*, *Water Equities*, *Asia Pacific Equities*, *Materials* e *Europe Equities*.

Também foi tido em consideração o ano de origem destes fundos, que está compreendido entre 1996 e 2009, de modo que os mesmos não fossem tão recentes, levando a que a discrepância entre a idade deste tipo de fundos e dos *black funds* não fosse de dimensão elevada.

No que diz respeito aos *black funds*, a escolha dos vinte fundos alicerçou-se no facto de investirem em empresas com elevado índice de poluição e que estão inseridas na exploração e esgotamento dos recursos naturais, como sugerem Ibikunle e Steffen (2017). Ao escolhermos estes *black funds*, os mesmos serão utilizados como medida de *benchmark* para avaliar a *performance* e eficiência dos *green funds*, possibilitando assim avaliar a transição, tanto a nível de *performance* como de eficiência, de um investimento não sustentável para um investimento sustentável.

Por via do mesmo site, utilizado para os *green funds*, tornou-se viável a extração da amostra de *black funds*, filtrando pelos fundos com uma percentagem nula ou muito reduzida (menor que 2,5%) de *sustainable impact solutions*. As categorias usadas foram *Energy Equities*, *Leveraged Equities*, *Oil & Gas* e *Inverse Equities*.

As amostras de *green* e *black funds* encontram-se detalhadas nas seguintes tabelas.

Tabela 2 - Amostra de *green funds*

ID	Ticker	Nome do fundo de investimento	Ano de origem	Categoria
1	ICLN	iShares Global Clean Energy ETF	2008	AEE
2	TAN	Invesco Solar ETF	2008	AEE
3	QCLN	First Trust NASDAQ Clean Edge <i>Green</i> Energy Index Fund	2007	AEE
4	ERTH	Invesco MSCI Sustainable Future ETF	2006	AEE
5	GRID	First Trust Nasdaq Clean Edge Smart GRID Infrastructure Index	2009	AEE
6	FAN	First Trust Global Wind Energy ETF	2008	AEE
7	EEM	iShares MSCI Emerging Market ETF	2003	EME
8	WOOD	iShares Global Timber & Forestry ETF	2008	Materials
9	PHO	Invesco Water Resources ETF	2005	WE
10	FIW	First Trust Water ETF	2007	WE
11	PBW	Invesco WinderHill Clean Energy ETF	2005	SCGE
12	EWG	iShares MSCI Germany ETF	1996	Europe Equities
13	EWS	iShares MSCI Singapore ETF	1996	ASP
14	PJP	Invesco Dynamic Pharmaceuticals ETF	2005	H&BE
15	IBB	iShares Nasdaq Biotechnology ETF	2001	H&BE
16	FBT	First Trust NYSE Arca Biotechnology Index Fund	2006	H&BE
17	PBD	Invesco Global Clean Energy ETF	2007	AEE
18	SMOG	VanEck Vectors Low Carbon Energy ETF	2007	EE
19	CGW	Invesco S&P Global Water Index ETF	2007	WE
20	PIO	Invesco Global Water ETF	2007	WE

Legenda: AEE - *Alternative Energy Equities*; SCGE – *Small Cap Growth Equities*; H&BE – *Heath & Biotech Equities*; EME – *Emerging Market Equities*; EE – *Energy Equities*; WE - *Water Equities*; ASP – *Asia Pacific Equities*.

Tabela 3 - Amostra de *black funds*

ID	Ticker	Nome do fundo de investimento	Ano de origem	Categoria
1	DIG	ProShares Ultra Oil & Gas	2007	LE
2	ERX	Direxion Daily Energy Bull 2X Shares	2008	LE
3	PXE	Invesco Dynamic Energy Exploration & Production ETF	2005	EE
4	PXI	Invesco DWA Energy Momentum ETF	2006	EE
5	XOP	SPDR S&P Oil & Gas Exploration & Production ETF	2006	EE
6	IEO	iShares U.S. Oil & Gas Exploration & Production ETF	2006	EE
7	VDE	Vanguard Energy ETF	2004	EE
8	RYE	Invesco S&P 500 Equal Weight Energy ETF	2006	EE
9	XLE	Energy Select Sector SPDR Fund	1998	EE
10	IYE	iShares U.S. Energy ETF	2000	EE
11	IXC	iShares Global Energy ETF	2001	EE
12	DDG	ProShares Short Oil & Gas	2008	IE
13	DUG	ProShares UltraShort Oil & Gas	2007	LE
14	OIH	VanEck Vectors Oil Services ETF	2001	EE
15	XES	SPDR S&P Oil & Gas Equipment & Services ETF	2006	EE
16	IEZ	iShares U.S. Oil Equipment & Services ETF	2006	EE
17	PXJ	Invesco Dynamic Oil & Gas Services ETF	2005	EE
18	FCG	First Trust Natural Gas ETF	2007	EE
19	BNO	United States Brent Oil Fund LP	2010	Oil & Gas
20	ERY	Dixerion Daily Energy Bear 2X Shares	2008	LE

Legenda: LE – *Leveraged Equities*; EE – *Energy Equities*; IE – *Inverse Equities*.

A amostra de *green* e *black funds* resulta da junção dos vinte *green funds* com os restantes *black funds*, a fim de analisar o comportamento dos fundos quando separados e juntos.

3.3 Seleção de inputs e outputs

As variáveis que serão utilizadas no *Value-Based* DEA são a rendibilidade, idade, beta, *expense ratio*, desvio padrão, de cada fundo da amostra. Como *inputs* foram considerados, beta, desvio padrão e *expense ratio* e os *outputs*, a rendibilidade e a idade do fundo.

Tabela 4 - Descrição de fatores

Variáveis	Proxy	Autor(es)
Rendibilidade	$S = \left(\frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \right)$ (Índice de Sharpe)	Tsolas e Charles (2015) Chang <i>et al.</i> (2012)
Idade	Idade do fundo de investimento	Ferreira <i>et al.</i> (2013) Chen <i>et al.</i> (2004)
Beta	$\beta_p = \frac{Cov(r_p, r_b)}{Var(r_b)}$	Allevi <i>et al.</i> (2019) Basso e Funari (2017)
<i>Expense ratio</i>	$\frac{\text{Valor total dos custos do fundo}}{\text{Valor total dos ativos do fundo}}$	Gouveia <i>et al.</i> (2018) Murti <i>et al.</i> (1997)
Desvio Padrão	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	Tsolas (2014) Vidal-García <i>et al.</i> (2017)

O beta, utilizado como *input* por Basso e Funari (2017), Gouveia *et al.* (2018), Allevi *et al.* (2019), entre outros, é uma medida de risco sistemático de um portfólio, em comparação com o mercado como um todo. É apurado através da divisão da covariância do retorno de um fundo com o retorno do *benchmark*, pela variância do retorno do *benchmark* no período em questão. Se o beta for inferior a 1, qualquer variação nas cotações de mercado tem um impacto menos proporcional ao nível da cotação do fundo e pode traduzir-se no facto do fundo a ser estudado invista em ações defensivas. Caso contrário, se o beta for superior a 1, o impacto referido é mais proporcional, em relação à cotação do fundo. Fundos com betas maiores que 1 irão investir em ações agressivas (Gouveia *et al.*, 2018).

A rendibilidade, utilizada como *output* por Tsolas e Charles (2015), Vidal-Garcia *et al.* (2017) e Henriques *et al.* (2022) foi obtida mediante do índice de *Sharpe*, que resulta da divisão do excesso de retorno de um fundo pelo seu desvio padrão (Sharpe, 1966), por conseguinte é uma medida ajustada ao risco da *performance* de um fundo. Quanto maior o índice de *Sharpe* de um fundo maior é a sua *performance* (Tsolas & Charles, 2015).

Por outro lado, o *expense ratio* e o desvio padrão foram obtidos através das comissões cobradas pelos fundos de investimento e pelo valor do risco dos mesmos, respetivamente. O *expense ratio*, usado como *input* por Murthi *et al.* (1997), Tsolas (2014), Gouveia *et al.* (2018), entre outros, está ligado à *performance* de um fundo de investimento, na medida em que os investidores têm em conta para avaliar se um fundo é um investimento apropriado às taxas consideradas. Os fundos de maior dimensão e com mais idade manifestam menores *expense ratios* (Malhotra & McLeod, 1997). Consoante Pástor *et al.* (2017), os fundos com maior *expense ratio* demonstram capacidade para captar oportunidades de investimento, aumentando dessa forma a sua *performance*.

O desvio padrão, utilizado com *input* por certos autores incluindo Tsolas (2014), Vidal-Garcia *et al.*, (2017) e Henriques *et al.* (2022), é calculado pela raiz quadrada da variância, mede a dispersão de um conjunto de dados em relação à sua média e envolve tanto os desvios positivos como os negativos dos retornos ao valor esperado (Eling, 2008). Quando um fundo tem um desvio padrão elevado, o intervalo previsto de *performance* é mais amplo, implicando uma maior volatilidade. Os investidores utilizam esta variável para *performances* anteriores, com o objetivo de preverem o intervalo de retornos mais plausível para um determinado fundo (Chang *et al.*, 2012).

Por último, a idade foi calculada pelo número de anos que cada fundo apresenta. De acordo com Ferreira *et al.* (2013), a idade serve não só como medida de longevidade, mas também como de competência de um gestor. Os fundos com menor idade, na maioria dos casos, sofrem com custos superiores, porém, estão mais comprometidos a alcançarem melhores *performances*, de modo a sobreviverem. No que respeita a classificação, segundo a Morningstar, Morey (2002) averiguou que quanto maior a idade do fundo menor será a sua classificação, daí o considerarmos como *output*.

Na tabela seguinte encontram-se os *inputs* e *outputs* selecionados para a metodologia utilizada.

Tabela 5 - *Inputs* e *outputs* da metodologia Value-Based DEA

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
X ₁ : Beta	Y ₁ : Idade
X ₂ : Expense ratio	Y ₂ : Rendibilidade
X ₃ : Desvio Padrão	

Os dados originais dos fatores são convertidos em escalas de valores, utilizando funções de valor parciais, por intermédio do Value-Based DEA. Considerando que o valor p_{cj} indica a *performance* da DMU_j no fator c , as *performances* dos *inputs* e *outputs* são convertidas em “valores” de modo linear. Os valores de cada DMU são calculados da seguinte forma (5):

$$v_c(DMU_j) = \begin{cases} \frac{p_{cj} - M_c^L}{M_c^U - M_c^L}, & \text{se o factor } c \text{ for um output} \\ \frac{M_c^U - p_{cj}}{M_c^U - M_c^L}, & \text{se o factor } c \text{ for um input} \end{cases}, j = 1, \dots, n; c = 1, \dots, q \quad (5)$$

Em que são considerados os valores $M_c^L < \min\{p_{cj}, j = 1, \dots, n\}$ e $M_c^U > \max\{p_{cj}, j = 1, \dots, n\}$, para cada $c=1, \dots, q$.

Nos Apêndices 1 a 9, inclusive, encontram-se os dados inerentes aos fatores a serem usados para cada fundo, na escala de desempenho original e na escala de valor. Relativamente às estatísticas descritivas, a média dos *inputs* é superior para os *green funds* e a dos *outputs* é maior nos *black funds*, no período de 1 ano. Contudo, nos períodos de 3 e 5 anos o mesmo não acontece. A diferença observada entre estes dois horizontes temporais está relacionada com o fator índice de Sharpe que é superior, no período de três anos, para os *black funds* e superior para os *green funds*, no período de 5 anos. Quanto aos máximos, os resultados para três e cinco anos são semelhantes, dado que os *black funds* apresentam montantes superiores em todos os fatores. No horizonte temporal de 1 ano, os *green funds* têm máximos superiores em relação aos fatores desvio padrão e idade. No que concerne os valores mínimos dos fatores, os resultados são também iguais para

três e cinco anos de maneira que todos os fatores dos *green funds*, com exceção do índice de Sharpe, obtiveram valores mínimos superiores. Os fatores desvio padrão e índice de Sharpe têm valores mínimos superiores para os *green funds*, a 1 ano.

4. Leitura e discussão dos resultados obtidos

Neste capítulo irão ser apresentados e analisados os resultados obtidos, mediante a metodologia referida anteriormente. Para os diferentes períodos considerados, abordar-se-ão primeiro os resultados para 1 ano, seguidos dos resultados para 3 anos e conclui-se com os resultados para 5 anos.

4.1. Eficiência

Começando pelos resultados obtidos, em termos de eficiência, a tabela seguinte (Tabela 6) apresenta os *scores* de eficiência para a amostras de *green funds* e *black funds*. Os mesmos resultados para a amostra global encontram-se na Tabela 10.

Tabela 6 - Scores de eficiência para as amostras parcelares (*Green funds* e *Black funds*)

<i>Green funds</i>	d* 1 ano	d* 3 anos	d* 5 anos	<i>Black funds</i>	d* 1 ano	d* 3 anos	d* 5 anos
1	-0,040	-0,154	-0,055	1	0,000	0,000	0,000
2	0,321	-0,024	0,189	2	0,117	0,530	0,481
3	0,247	0,010	0,005	3	0,013	0,056	0,078
4	0,169	0,133	0,126	4	0,072	0,065	0,101
5	0,027	0,056	0,170	5	0,033	0,120	0,105
6	-0,245	-0,126	-0,103	6	0,022	-0,039	0,006
7	0,002	0,008	0,018	7	-0,020	-0,027	-0,036
8	-0,071	-0,009	0,069	8	0,049	0,025	0,062
9	-0,071	-0,089	-0,096	9	-0,203	-0,198	-0,203
10	-0,061	-0,042	-0,041	10	0,000	0,015	0,026
11	0,275	0,077	0,080	11	-0,020	-0,086	-0,086
12	0,000	-0,043	-0,012	12	-0,163	-0,124	-0,124
13	-0,212	-0,190	-0,208	13	0,000	0,000	0,000
14	-0,009	0,003	0,015	14	0,111	0,135	0,133
15	-0,047	-0,043	-0,052	15	0,141	0,141	0,145
16	-0,043	0,100	0,125	16	0,143	0,156	0,161

17	0,420	0,107	0,181	17	0,139	0,176	0,177
18	0,165	0,033	0,080	18	0,018	0,039	0,123
19	-0,013	-0,042	-0,041	19	-0,116	-0,021	-0,149
20	0,020	0,034	0,032	20	-0,024	-0,055	-0,046

4.1.1. Resultados para 1 ano

Considerando a avaliação de *green funds* e *black funds* em separado e no horizonte temporal de 1 ano, o número de *green funds* e *black funds* eficientes é de 10 e 6, respetivamente. No que diz respeito aos *green funds*, o fundo que obteve um maior *score* de eficiência foi o 6, que atribuiu peso máximo à variável beta ($W_{\text{Beta}} = 1$), conforme a Tabela 7, desprezando assim os restantes fatores da avaliação e sugerindo que um investidor que escolha este fundo tem conhecimento de que este é menos arriscado que o mercado. Desta forma, um gestor que esteja encarregue deste fundo poderá considerar que tem um risco menor, relativamente ao mercado, devido às ações do fundo serem defensivas. Para os restantes fundos eficientes, os fundos 1, 8, 10 e 15 deram mais importância ao *expense ratio* e os fundos 14, 16 e 19 optaram por enfatizar o desvio padrão. Assim sendo, os resultados levam a crer que podemos ter fundos eficientes que apresentam comissões mais baixas adequadas a investidores que não tenham a possibilidade de suportar um montante de despesas consideráveis associadas a um fundo de investimento, ao mesmo tempo que os restantes referidos poderão ser menos voláteis e atrair investidores de perfil avesso ao risco ou que pretendam construir uma estratégia de cobertura.

Tabela 7 - Pesos escolhidos pelos fundos eficientes a 1 ano

1 Ano											
<i>Green funds</i>	W_{Beta}	$W_{Exp. ratio}$	$W_{Desv pad}$	W_{Idade}	W_{Sharpe}	<i>Black funds</i>	W_{Beta}	$W_{Exp. ratio}$	$W_{Desv pad}$	W_{Idade}	W_{Sharpe}
1	0,275	0,725	0,000	0,000	0,000	1	0,472	0,000	0,000	0,528	0,000
2	0,389	0,611	0,000	0,000	0,000	2	0,000	0,000	0,000	0,148	0,852
3	0,230	0,672	0,000	0,000	0,098	3	0,000	0,000	0,000	0,148	0,852
4	0,000	0,169	0,738	0,071	0,022	4	0,000	0,108	0,000	0,042	0,850
5	0,262	0,000	0,000	0,000	0,738	5	0,000	0,108	0,000	0,042	0,850
6	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	0,000	0,108	0,000	0,042	0,850
7	0,000	0,000	0,859	0,141	0,000	7	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,752	0,000	0,000	0,248	8	0,000	0,108	0,000	0,042	0,850
9	0,570	0,000	0,000	0,092	0,339	9	0,000	0,462	0,000	0,538	0,000
10	0,182	0,482	0,000	0,000	0,337	10	0,475	0,000	0,179	0,073	0,273
11	0,347	0,653	0,000	0,000	0,000	11	0,000	0,001	0,875	0,123	0,002
12	0,000	0,699	0,000	0,301	0,000	12	0,421	0,000	0,579	0,000	0,000
13	0,489	0,000	0,000	0,511	0,000	13	0,472	0,000	0,000	0,528	0,000
14	0,000	0,012	0,863	0,122	0,002	14	0,000	0,000	0,000	0,148	0,852
15	0,000	0,776	0,044	0,180	0,000	15	0,000	0,108	0,000	0,042	0,850
16	0,257	0,236	0,506	0,000	0,000	16	0,525	0,052	0,000	0,019	0,403
17	0,610	0,000	0,000	0,165	0,225	17	0,519	0,000	0,000	0,071	0,409
18	0,442	0,359	0,000	0,000	0,199	18	0,000	0,108	0,000	0,042	0,850
19	0,000	0,000	0,837	0,000	0,163	19	0,000	0,000	0,246	0,000	0,754
20	0,000	0,000	0,982	0,000	0,018	20	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000

O fundo 13 foi o único fundo eficiente a atribuir maior peso à idade ($W_{Idade} = 0,511$), mostrando possivelmente que a maturidade deste fundo é um fator relevante para qualquer investidor, visto que a antiguidade pode dar segurança na decisão de investimento.

De um modo geral, nesta amostra, os *inputs* sobrepõem-se aos *outputs* em termos de fatores com maior importância na vertente da eficiência, visto terem sido estes fatores os mais ponderados na avaliação. O *output* índice de Sharpe não apresentou valores

suficientemente elevados para colaborar na eficiência de uma forma mais preponderante. Prova disso reflete-se no facto de que nos 3 *green funds* com maior *score* de eficiência (fundos 6, 8 e 13), somente o fundo 8 atribuiu peso ao índice de Sharpe, enquanto os outros dois não ponderaram este fator. Este resultado contraria, de certa forma, os de Alda (2021), no sentido em que a autora aborda o facto dos *green funds* exibirem melhor *performance* que os *black funds*.

Do outro lado do espectro, para os *black funds* obtiveram-se 6 fundos eficientes (Tabela 6), o que desde já revela uma inferioridade perante os *green funds*. O fundo com melhor pontuação de eficiência foi o 9, que escolheu atribuir maior peso à idade ($W_{Idade} = 0,538$), provavelmente por causa da adaptabilidade que tem no mercado, ou seja, um fundo com maior idade necessita de acompanhar as tendências e adaptar-se aos mais recentes instrumentos financeiros. O fator desvio padrão foi essencial para o d^* de dois fundos (11 e 12), mostrando que, em 2021, os mesmos não tiveram muita volatilidade. Desta forma, um investidor avesso ao risco tem, em qualquer dos dois tipos de fundos, critérios que correspondam ao seu estilo de investimento. O fundo 19 poderá enquadrar-se mais no leque de escolhas de um investidor tradicional, visto que aloca grande parte do seu peso ao índice de Sharpe ($W_{Sharpe} = 0,754$), ao mesmo tempo que o fundo 7 tem a possibilidade de adequar-se a investidores conservadores que pretendam poupar nas despesas afetas à manutenção de posições em fundos de investimento, porque a maioria do seu peso é atribuído ao fator *expense ratio* ($W_{Exp. ratio} = 0,754$). O fundo 20 parece apresentar-se como o fundo eficiente menos arriscado, em comparação com o mercado, pois atribui a totalidade do seu peso ao fator beta ($W_{Beta} = 1$).

Da análise desta amostra, conclui-se que os *black funds* escolhem o fator índice de Sharpe como essencial para alcançarem a sua pontuação de eficiência, justificado pelo facto de 9 dos 20 *black funds* atribuírem maior peso a este fator. Por conseguinte, este tipo de fundos a 1 ano, pode ajustar-se tendencialmente melhor a um investidor comum, que tenha como referência de *performance* a obtenção de maiores rendibilidades. Esta conclusão vai ao encontro dos resultados de Chang *et al.* (2012), uma vez que os *green funds*, a curto prazo, ainda não conseguem manifestar resultados satisfatórios para os investidores. Do mesmo modo, corroboramos as conclusões de Ibikunle e Steffen (2017) que referem que a *performance* dos *black funds* diminui ao longo do tempo, mas que no curto prazo podem ter sucesso. A fraca rendibilidade dos *green funds* também pode estar

associada ao facto de durante o período de Covid-19, no qual o ano 2021 se encontra inserido, a *performance* deste tipo de fundos se tenha deteriorado (Naqvi *et al.*, 2021).

4.1.2. Resultados para 3 anos

Num contexto relacionado com uma perspectiva a médio/longo prazo, o número de fundos eficientes manteve-se para os *green funds* e aumentou para 7 nos *black funds*. Mesmo com ou sem variações no número de fundos eficientes, para ambos os tipos de fundos, deram-se mudanças na classificação dos fundos (ineficientes a eficientes). Na transição de 1 para 3 anos, os *green funds* 14 e 16 deixaram de obter pontuação suficiente para serem classificados como fundos eficientes e passaram a ineficientes, enquanto os *green funds* 2 e 12 e o *black fund* 6 ganharam estatuto de eficientes. Tal ficou a dever-se à alteração de atribuição de pesos por parte dos fundos em questão, o que fez com que o *score* de eficiência modificasse com a transição referida. Para os *green funds*, o fundo mais eficiente foi o 13 e nos *black funds* o mais eficientes foi o fundo 9. Ambos os fundos eficientes atribuíram maior peso ao fator idade (Tabela 8), devido possivelmente à maturidade/longevidade que apresentam no mercado perante os investidores pode ser útil.

Tabela 8 - Pesos escolhidos pelos fundos eficientes a 3 anos

3 Anos											
<i>Green funds</i>	W_{Beta}	$W_{\text{Exp. ratio}}$	$W_{\text{Desv pad}}$	W_{Idade}	W_{Sharpe}	<i>Black funds</i>	W_{Beta}	$W_{\text{Exp. ratio}}$	$W_{\text{Desv pad}}$	W_{Idade}	W_{Sharpe}
1	0,000	0,694	0,000	0,000	0,306	1	0,547	0,000	0,204	0,249	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	2	0,616	0,000	0,000	0,024	0,360
3	0,000	0,117	0,000	0,000	0,883	3	0,365	0,000	0,000	0,026	0,609
4	0,000	0,000	0,000	0,567	0,433	4	0,432	0,030	0,000	0,000	0,538
5	0,000	0,000	0,031	0,000	0,969	5	0,617	0,029	0,000	0,000	0,354
6	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	0,000	0,034	0,000	0,000	0,966
7	0,000	0,000	0,830	0,170	0,000	7	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,954	0,046	0,000	0,000	8	0,432	0,030	0,000	0,000	0,538
9	0,159	0,000	0,000	0,468	0,373	9	0,000	0,487	0,000	0,513	0,000
10	0,143	0,488	0,259	0,000	0,110	10	0,608	0,000	0,050	0,015	0,326
11	0,000	0,000	0,000	0,567	0,433	11	0,000	0,000	0,949	0,000	0,051
12	0,000	0,000	0,000	0,600	0,400	12	0,553	0,000	0,447	0,000	0,000
13	0,470	0,000	0,000	0,530	0,000	13	0,547	0,000	0,204	0,249	0,000
14	0,000	0,270	0,718	0,012	0,000	14	0,613	0,372	0,000	0,015	0,000
15	0,000	0,574	0,327	0,000	0,099	15	0,613	0,372	0,000	0,015	0,000
16	0,000	0,300	0,698	0,002	0,000	16	0,585	0,254	0,162	0,000	0,000
17	0,000	0,000	0,000	0,112	0,888	17	0,581	0,243	0,176	0,000	0,000
18	0,000	0,089	0,000	0,000	0,911	18	0,289	0,000	0,000	0,000	0,711
19	0,000	0,003	0,997	0,000	0,000	19	0,532	0,000	0,000	0,000	0,468
20	0,000	0,000	0,830	0,170	0,000	20	0,682	0,000	0,000	0,000	0,318

Os *green funds* começaram a melhorar a sua *performance*, divergindo dos resultados obtidos por Fabregat-Aibar *et al.* (2019), uma vez que 5 fundos sustentáveis selecionaram o índice de Sharpe (fundos 2, 3, 5, 17 e 18) como fator a atribuir maior peso. Os pesos escolhidos por estes fundos para o fator índice de Sharpe foram, em média superiores aos pesos alocados pelos *black funds* ao fator em causa. Este resultado leva a crer que a rentabilidade dos *green funds* é melhor que a dos *black funds*, de acordo com Bodhanwala e Bodhanwala (2019).

Considerando os *black funds*, o fator beta foi selecionado como essencial para a obtenção dos *scores* de eficiência, através do peso atribuído. Isto pode revelar que são menos arriscados que o mercado, fazendo com que tenham melhores coeficientes beta que os *green funds*, a médio/longo prazo. O peso alocado à idade, de 1 para 3 anos, diminuiu, ao mesmo tempo que o índice de Sharpe também perdeu peso. Por isso, podemos ter uma correlação negativa, como foi observado por Howell (2001). Os três anos analisados englobam a fase antecedente (ano 2019) e o decorrer (anos 2020 e 2021) da pandemia de Covid-19. Por conseguinte, os *green funds* parecem não ser afetados com tanta preponderância durante este período de crise, tal como Silva e Cortez (2016) e Pastor e Vorsatz (2020) apuraram para períodos de crise semelhantes a este.

4.1.3. Resultados para 5 anos

Num horizonte enquadrado a longo prazo, tanto para os *green funds* como para os *black funds*, o número de fundos eficientes diminuiu, com destaque para os primeiros, visto que o decréscimo foi superior. O fundo mais eficiente, para os *green funds*, foi o 13 que dividiu o peso pelos fatores beta e idade (Tabela 9), levando a crer que seja menos arriscado devido à experiência que tem nos mercados. Nos *black funds*, o fundo 9 obteve maior *score* de eficiência, atribuindo maior peso ao fator idade ($W_{Idade} = 0,521$), podendo indicar que este fundo encontra-se bem cimentado nos mercados financeiros, exibindo resiliência face às crises financeiras ocorridas anteriormente.

Tabela 9 - Pesos escolhidos pelos fundos eficientes a 5 anos

5 Anos											
<i>Green funds</i>	W_{Beta}	$W_{Exp. ratio}$	$W_{Desv pad}$	W_{Idade}	W_{Sharpe}	<i>Black funds</i>	W_{Beta}	$W_{Exp. ratio}$	$W_{Desv pad}$	W_{Idade}	W_{Sharpe}
1	0,000	0,644	0,000	0,000	0,356	1	0,589	0,000	0,000	0,411	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	2	0,572	0,000	0,000	0,123	0,305
3	0,000	0,266	0,000	0,000	0,734	3	0,415	0,000	0,000	0,133	0,452
4	0,029	0,000	0,000	0,563	0,408	4	0,572	0,097	0,058	0,000	0,273
5	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	5	0,575	0,117	0,000	0,000	0,307
6	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6	0,000	0,252	0,000	0,000	0,748
7	0,000	0,000	0,810	0,190	0,000	7	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,384	0,569	0,000	0,047	8	0,575	0,117	0,000	0,000	0,307
9	0,510	0,000	0,000	0,274	0,217	9	0,000	0,474	0,000	0,521	0,005

10	0,000	0,498	0,200	0,000	0,303	10	0,571	0,000	0,121	0,147	0,161
11	0,000	0,000	0,000	0,567	0,433	11	0,000	0,000	0,951	0,000	0,049
12	0,000	0,000	0,000	0,576	0,424	12	0,546	0,000	0,454	0,000	0,000
13	0,500	0,000	0,000	0,500	0,000	13	0,589	0,000	0,000	0,411	0,000
14	0,000	0,299	0,701	0,000	0,000	14	0,602	0,375	0,000	0,023	0,000
15	0,000	0,600	0,250	0,000	0,150	15	0,602	0,375	0,000	0,023	0,000
16	0,000	0,384	0,569	0,000	0,047	16	0,576	0,240	0,181	0,004	0,000
17	0,000	0,000	0,000	0,567	0,433	17	0,576	0,240	0,181	0,004	0,000
18	0,412	0,419	0,000	0,042	0,127	18	0,575	0,117	0,000	0,000	0,307
19	0,000	0,006	0,994	0,000	0,000	19	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
20	0,000	0,000	0,810	0,190	0,000	20	0,682	0,000	0,000	0,000	0,318

O fator desvio padrão foi um dos mais determinantes para os *green funds* alcançarem a sua classificação de eficiência, indo provavelmente ao encontro dos interesses do investidor conservador ou avesso ao risco, que tem em conta a volatilidade do instrumento financeiro em que pretende investir. Em contrapartida, o fator beta continua a ser o que é mais vezes atribuído a maioria dos pesos dos *black funds*, como tinha acontecido na análise a 3 anos, podendo ser devido ao baixo risco de mercado por parte dos mesmos.

Os resultados parecem demonstrar que os *green funds* revelam uma eficiência superior à dos *black funds*, mediante o maior número de fundos eficientes, e ultrapassam os mesmos em termos de rendibilidade, tal como em Ito *et al.* (2013), Ibikunle e Steffen (2017) e Bodhanwala e Bodhanwala (2019). Tal como vimos no período de 3 anos, na análise a 5 anos os *green funds* continuam a alocar a maioria do peso ao índice de Sharpe e os *black funds* a beta, indicando possivelmente que o comportamento de ambos os fundos não se alterou.

4.1.4. Resultados da amostra global

No que concerne aos resultados provenientes da metodologia aplicada à amostra global, na análise dos períodos de 1 e 3 anos obtiveram-se 12 fundos eficientes, sendo que o fundo 29 foi o mais eficiente (Tabela 10). Este fundo atribuiu peso ao *expense ratio* e à idade, devido a estes serem os fatores com melhores *performances* para os dois períodos referidos. O baixo custo das comissões aliado ao facto de estar bem cimentado no mercado devido à sua idade, podem fazer com que o fundo 29 seja um bom partido para potenciais investidores que procurem um fundo de investimento acessível e com um bom histórico para começarem a investir.

Na análise de 1 ano, os fatores com maior peso atribuído são o beta e o índice de Sharpe, em que os *green funds* selecionaram mais vezes beta e os *black funds* o índice de Sharpe. Este resultado está em conformidade com o obtido por Chang *et al.* (2012) e Ito *et al.* (2013), na medida em que os *black funds* são os mais tradicionais, mais conhecidos no mercado e a rendibilidade é um fator mais relevante para um potencial investidor avesso ao risco. A falta de diversificação, justificada pelos filtros negativos aplicados pelos *green funds* (Trinks e Scholtens, 2017), pode explicar o peso reduzido atribuído à rendibilidade, consoante a teoria moderna do portfólio de Markowitz (1952). O facto da variável beta prevalecer como fator preponderante de eficiência, nos *green funds*, pode estar relacionado com o risco que estes fundos têm no mercado, visto que são ainda fundos relativamente recentes e os investidores, sem histórico, têm receio do *trade-off* custo benefício não ser ainda compensador, indo ao encontro dos resultados de Yue *et al.* (2020), uma vez que os autores indicam que os *green funds* são menos arriscados que os *black funds*. Por outro lado, na análise de 3 anos os *black funds* atribuíram um maior número de vezes a maior parte dos seus pesos ao fator beta, em relação aos *green funds*. Desta forma, os *black funds* são provavelmente menos arriscados que os *green funds*, em comparação com o beta de mercado. Porém, em termos de risco individual, os *green funds* parecem ser menos voláteis, uma vez que o número de fundos que utiliza o fator desvio-padrão para potenciar o seu d^* é superior.

Por último, na amostra global, beta continua a ser o fator com mais peso alocado pelos fundos e os *inputs* sobrepuseram-se aos *outputs* para os fatores com influência superior. Dez fundos foram considerados eficientes, dos quais 6 são *green funds* e 4 são *black*

funds. O fundo 29 revelou um melhor *score* de eficiência, atribuindo maior peso ao *expense ratio* ($W_{Exp. ratio} = 0,586$), podendo indicar uma estratégia de captação de investidores baseada em valores de comissões baixos.

Tabela 10 - Scores de eficiência para a amostra global (*Green funds* e *black funds*)

<i>Green e black funds</i>	d* 1 ano	d* 3 anos	d* 5 anos
1	0,092	-0,049	0,011
2	0,124	-0,014	0,058
3	0,105	0,005	0,003
4	0,072	0,048	0,039
5	0,011	0,027	0,041
6	0,028	0,004	0,005
7	0,002	0,003	0,007
8	0,009	0,021	0,025
9	-0,013	-0,050	-0,061
10	-0,010	-0,014	-0,015
11	0,130	0,044	0,046
12	0,000	-0,032	-0,009
13	-0,040	-0,025	-0,026
14	-0,007	0,001	0,005
15	-0,013	-0,006	-0,001
16	-0,012	0,037	0,046
17	0,132	0,046	0,072
18	0,084	0,016	0,026
19	-0,008	-0,016	-0,014
20	0,015	0,013	0,012
21	0,000	0,000	0,000
22	0,115	0,504	0,497
23	0,013	0,173	0,200
24	0,071	0,160	0,155
25	0,033	0,114	0,110
26	0,022	0,103	0,103
27	-0,020	-0,027	-0,036
28	0,049	0,097	0,094
29	-0,151	-0,132	-0,130
30	0,002	0,061	0,062
31	0,012	0,038	0,040

32	-0,059	-0,058	-0,061
33	0,000	0,000	0,000
34	0,109	0,132	0,132
35	0,140	0,141	0,144
36	0,143	0,149	0,155
37	0,140	0,169	0,171
38	0,018	0,176	0,176
39	-0,078	0,171	0,163
40	-0,024	-0,033	-0,045

Tabela 11 - Pesos selecionados pelos fundos eficientes na amostra coletiva (*Green funds* e *black funds*)

<i>Green e Black funds</i>	1 ano					3 anos					5 anos				
	W _{Beta}	W _{Exp. ratio}	W _{Desv pad}	W _{Idade}	W _{Sharpe}	W _{Beta}	W _{Exp. ratio}	W _{Desv pad}	W _{Idade}	W _{Sharpe}	W _{Beta}	W _{Exp. ratio}	W _{Desv pad}	W _{Idade}	W _{Sharpe}
1	0,456	0,236	0,273	0,000	0,035	0,000	0,591	0,000	0,000	0,409	0,000	0,584	0,000	0,000	0,416
2	0,525	0,068	0,000	0,021	0,386	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,572	0,233	0,000	0,000	0,195
3	0,525	0,068	0,000	0,021	0,386	0,000	0,171	0,000	0,000	0,829	0,000	0,359	0,000	0,000	0,641
4	0,453	0,230	0,270	0,010	0,037	0,559	0,187	0,202	0,023	0,029	0,550	0,214	0,199	0,007	0,030
5	0,543	0,031	0,017	0,000	0,408	0,681	0,000	0,000	0,000	0,319	0,652	0,000	0,211	0,000	0,136
6	0,456	0,236	0,273	0,000	0,035	0,590	0,151	0,202	0,000	0,058	0,523	0,198	0,268	0,000	0,011
7	0,000	0,000	0,884	0,116	0,000	0,000	0,000	0,926	0,074	0,000	0,000	0,000	0,920	0,080	0,000
8	0,000	0,389	0,578	0,000	0,034	0,160	0,355	0,468	0,000	0,017	0,000	0,376	0,594	0,000	0,030
9	0,466	0,000	0,385	0,044	0,105	0,000	0,000	0,000	0,392	0,608	0,000	0,000	0,035	0,367	0,597
10	0,300	0,263	0,374	0,000	0,063	0,000	0,459	0,363	0,000	0,178	0,000	0,562	0,023	0,000	0,416
11	0,515	0,021	0,000	0,077	0,387	0,561	0,000	0,000	0,221	0,217	0,566	0,000	0,000	0,206	0,228
12	0,000	0,230	0,000	0,770	0,000	0,000	0,000	0,000	0,477	0,523	0,000	0,000	0,000	0,452	0,548
13	0,483	0,000	0,076	0,148	0,293	0,579	0,000	0,242	0,179	0,000	0,575	0,000	0,245	0,181	0,000
14	0,000	0,022	0,876	0,099	0,004	0,000	0,271	0,724	0,005	0,000	0,000	0,287	0,713	0,000	0,000
15	0,000	0,375	0,585	0,041	0,000	0,000	0,407	0,558	0,004	0,031	0,000	0,381	0,554	0,012	0,052
16	0,433	0,196	0,358	0,013	0,000	0,009	0,303	0,688	0,000	0,000	0,000	0,376	0,594	0,000	0,030
17	0,515	0,021	0,000	0,077	0,387	0,681	0,000	0,000	0,000	0,319	0,676	0,000	0,000	0,000	0,324

18	0,525	0,068	0,000	0,021	0,386	0,681	0,000	0,000	0,000	0,319	0,539	0,275	0,000	0,026	0,159
19	0,000	0,000	0,708	0,000	0,292	0,000	0,003	0,997	0,000	0,000	0,000	0,006	0,994	0,000	0,000
20	0,000	0,000	0,963	0,000	0,037	0,493	0,000	0,505	0,002	0,000	0,473	0,000	0,518	0,010	0,000
21	0,512	0,000	0,000	0,488	0,000	0,625	0,000	0,000	0,375	0,000	0,622	0,000	0,049	0,328	0,000
22	0,000	0,000	0,000	0,166	0,834	0,534	0,180	0,000	0,127	0,159	0,529	0,204	0,000	0,103	0,163
23	0,000	0,000	0,000	0,166	0,834	0,534	0,180	0,000	0,127	0,159	0,529	0,204	0,000	0,103	0,163
24	0,000	0,107	0,000	0,048	0,845	0,562	0,242	0,160	0,000	0,036	0,549	0,222	0,199	0,003	0,026
25	0,000	0,107	0,000	0,048	0,845	0,557	0,296	0,000	0,009	0,138	0,541	0,286	0,000	0,016	0,157
26	0,000	0,107	0,000	0,048	0,845	0,555	0,281	0,035	0,007	0,122	0,541	0,286	0,000	0,016	0,157
27	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
28	0,000	0,107	0,000	0,048	0,845	0,562	0,242	0,160	0,000	0,036	0,549	0,222	0,199	0,003	0,026
29	0,000	0,532	0,000	0,468	0,000	0,000	0,585	0,000	0,415	0,000	0,000	0,586	0,000	0,414	0,000
30	0,437	0,000	0,000	0,093	0,469	0,555	0,224	0,202	0,007	0,012	0,549	0,220	0,199	0,005	0,027
31	0,437	0,000	0,000	0,093	0,469	0,548	0,230	0,222	0,000	0,000	0,534	0,225	0,241	0,000	0,000
32	0,504	0,000	0,496	0,000	0,000	0,616	0,000	0,384	0,000	0,000	0,607	0,000	0,393	0,000	0,000
33	0,512	0,000	0,000	0,488	0,000	0,625	0,000	0,000	0,375	0,000	0,622	0,000	0,049	0,328	0,000
34	0,000	0,000	0,000	0,166	0,834	0,534	0,180	0,000	0,127	0,159	0,600	0,373	0,000	0,027	0,000
35	0,000	0,107	0,000	0,048	0,845	0,611	0,371	0,000	0,017	0,000	0,600	0,373	0,000	0,027	0,000
36	0,441	0,061	0,000	0,026	0,473	0,562	0,242	0,160	0,000	0,036	0,549	0,222	0,199	0,003	0,026
37	0,437	0,000	0,000	0,093	0,469	0,557	0,230	0,203	0,000	0,010	0,549	0,222	0,199	0,003	0,026
38	0,000	0,107	0,000	0,048	0,845	0,557	0,296	0,000	0,009	0,138	0,541	0,286	0,000	0,016	0,157
39	0,000	0,000	0,060	0,000	0,940	0,557	0,230	0,203	0,000	0,010	0,560	0,202	0,200	0,000	0,038
40	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,707	0,000	0,000	0,000	0,293	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000

4.2. *Slacks*

Mediante a resolução do problema linear da Fase 2 (formulação 3) obtemos o valor das *slacks* para que cada fundo ineficiente consiga igualar o par que escolheu na fronteira eficiente. A medida s^* indica a distância que os fundos ineficientes terão de percorrer para alcançar o seu *benchmark*, ou alvo, na fronteira de eficiência.

4.2.1. Amostras parcelares

Nos *green funds* os fatores dos fundos ineficientes que apresentam maiores valores, na análise de 1 ano, são o beta e o desvio padrão e nas análises de 3 anos e 5 anos é apenas o fator desvio padrão. Deste modo, os fundos ineficientes que fizeram esta escolha necessitam de reduzir esses *inputs*, a fim de melhorarem o seu d^* , como podemos ver na Tabela 12. Os fundos escolhidos mais vezes como *benchmarks* foram o fundo 13, para o período de 1 ano e o fundo 9 para os períodos de 3 e 5 anos.

No caso dos *black funds*, os fatores desvio padrão e beta são os que necessitam de ser reduzidos, nas análises de 1 e 3 anos, respetivamente, para que os fundos ineficientes aumentem a sua eficiência (Tabela 13). Assim sendo, o fundo 19 foi escolhido um maior número de vezes como *benchmark*, relativamente à análise de 1 ano, e o fundo 9 foi o *benchmark* escolhido mais vezes na análise de 3 anos. O mesmo fundo 9 continua a ser a referência mais vezes escolhida como *benchmark* na análise de 5 anos, indicando que os *black funds* que usem este fundo como par têm de aumentar os *outputs*.

Os fatores idade, índice de Sharpe e *expense ratio* foram os que apresentaram um maior número de *slacks* nulas nas amostras parcelares. O fator idade fê-lo para a análise de 1 e 3 anos dos *green funds* e *black funds*. O fator índice de Sharpe exibiu esse maior número para a análise de 3 e 5 anos dos *green funds*. Por último, o fator *expense ratio* apresenta mais *slacks* nulas nos *black funds*, na análise de 5 anos. Os resultados podem significar que os *green funds* têm valores de idade e rendibilidade equiparados, relativamente aos seus pares e os *black funds* podem ter valores de idade e *expense ratio* também equiparados, para os respetivos períodos.

Tabela 12 - Pares e slacks para os green funds

1 ano							3 anos							5 anos						
Green funds	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	Green funds	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	Green funds	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}
2	Fd (6)	0,635	0,122	0,455	0,000	0,059	3	Fd (1); Fd (9)	0,309	0,083	0,512	0,077	0,000	2	Fd (9)	0,359	0,189	0,774	0,194	0,189
3	Fd (8); Fd (13)	0,000	0,340	0,536	0,102	0,194	4	Fd (9); Fd (12)	0,094	0,272	0,166	0,235	0,000	3	Fd (9); Fd (10)	0,319	0,019	0,565	0,056	0,000
4	Fd (14)	0,277	0,054	0,207	0,061	0,137	5	Fd (9)	0,267	0,235	0,185	0,252	0,052	4	Fd (9); Fd (12)	0,028	0,229	0,158	0,222	0,000
5	Fd (9); Fd (10)	0,104	0,227	0,109	0,233	0,000	7	Fd (13); Fd (19)	0,219	0,248	0,010	0,000	0,296	5	Fd (9)	0,206	0,193	0,197	0,258	0,170
7	Fd (13); Fd (14)	0,283	0,311	0,003	0,000	0,366	11	Fd (9); Fd (12)	0,267	0,310	0,748	0,136	0,000	7	Fd (13); Fd (19)	0,229	0,318	0,022	0,000	0,519
11	Fd (1); Fd (13)	0,082	0,378	0,477	0,000	0,136	14	Fd (10); Fd (13); Fd (19)	0,317	0,010	0,000	0,000	0,596	8	Fd (13); Fd (15)	0,033	0,104	0,052	0,535	0,000
12	Fd (13)	0,434	0,000	0,022	0,000	0,130	16	Fd (10); Fd (15)	0,000	0,250	0,036	0,306	0,309	11	Fd (9); Fd (12)	0,236	0,278	0,709	0,141	0,000
17	Fd (6); Fd (13)	0,657	0,355	0,363	0,000	0,085	17	Fd (9)	0,425	0,357	0,417	0,126	0,105	14	Fd (13); Fd (19)	0,306	0,000	0,021	0,206	0,278
18	Fd (6); Fd (10); Fd (13)	0,313	0,074	0,325	0,000	0,000	18	Fd (2); Fd (9)	0,055	0,000	0,219	0,075	0,036	16	Fd (15)	0,053	0,238	0,058	0,323	0,030
20		0,073	0,398	0,016	0,000	0,254	20	Fd (19)	0,121	0,323	0,042	0,000	0,163	17	Fd (9); Fd (12)	0,191	0,430	0,353	0,320	0,000
														18	Fd (6); Fd (9)	0,171	0,017	0,356	0,054	0,000
														20	Fd (19)	0,099	0,245	0,040	0,000	0,129

Tabela 13 - Pares e *slacks* para os *black funds*

1 ano							3 anos							5 anos						
<i>Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	<i>Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	<i>Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}
1		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Fd (9); Fd (19)	0,222	0,228	0,796	0,000	0,138	2	Fd (9); Fd (19); Fd (20)	0,860	0,144	0,227	0,000	0,000	2	Fd (9); Fd (20)	0,811	0,267	0,260	0,142	0,000
3	Fd (9); Fd (19)	0,102	0,054	0,204	0,000	0,015	3	Fd (9); Fd (19)	0,080	0,046	0,222	0,000	0,045	3	Fd (9); Fd (19)	0,076	0,197	0,209	0,000	0,103
4	Fd (9); Fd (19)	0,099	0,000	0,255	0,040	0,082	4	Fd (6)	0,012	0,162	0,038	0,000	0,102	4	Fd (11); Fd (19)	0,077	0,000	0,213	0,171	0,163
5	Fd (7); Fd (19)	0,105	0,000	0,190	0,008	0,039	5	Fd (9); Fd (19)	0,080	0,000	0,254	0,313	0,200	5	Fd (9); Fd (19); Fd (20)	0,183	0,000	0,131	0,374	0,000
6	Fd (7); Fd (9); Fd (19)	0,099	0,000	0,155	0,000	0,026	8	Fd (6); Fd (9)	0,005	0,037	0,000	0,115	0,040	6	Fd (9); Fd (19)	0,049	0,000	0,097	0,230	0,008
8	Fd (7); Fd (9); Fd (19)	0,101	0,000	0,153	0,000	0,058	10	Fd (9); Fd (11)	0,018	0,063	0,065	0,000	0,004	8	Fd (9); Fd (19); Fd (20)	0,107	0,000	0,008	0,301	0,000
10	Fd (9); Fd (11); Fd (19); Fd (20)	0,000	0,143	0,000	0,000	0,000	13		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10	Fd (9); Fd (11)	0,018	0,067	0,062	0,000	0,052
13		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	14	Fd (7); Fd (9)	0,091	0,212	0,258	0,000	0,415	13		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 13 – Pares e *slacks* para os *black funds* (continuação)

1 ano							3 anos							5 anos						
<i>Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	<i>Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	<i>Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}
14	Fd (9); Fd (19)	0,162	0,035	0,357	0,000	0,130	15	Fd (7)	0,090	0,225	0,247	0,137	0,520	14	Fd (7); Fd (9)	0,090	0,209	0,256	0,000	0,422
15	Fd (7)	0,141	0,248	0,314	0,132	0,128	16	Fd (7)	0,248	0,000	0,065	0,060	0,116	15	Fd (7)	0,094	0,228	0,267	0,141	0,466
16	Fd (7); Fd (19); Fd (20)	0,272	0,000	0,208	0,008	0,000	17	Fd (9); Fd (12)	0,303	0,000	0,000	0,092	0,123	16	Fd (7)	0,261	0,000	0,061	0,056	0,141
17	Fd (9); Fd (19); Fd (20)	0,268	0,016	0,176	0,000	0,000	18	Fd (6)	0,039	0,162	0,247	0,068	0,039	17	Fd (7); Fd (9); Fd (12)	0,246	0,000	0,200	0,000	0,224
18	Fd (7); Fd (19)	0,099	0,099	0,228	0,000	0,008								18	Fd (9); Fd (19); Fd (10)	0,215	0,000	0,151	0,176	0,000

4.2.2. Amostra global

Os fatores desvio padrão e beta são os *inputs* que os fundos ineficientes da amostra global têm de diminuir, com o objetivo de chegarem à fronteira de eficiência (Tabela 14). O desvio padrão tem maior valor de *slacks* na análise de 1 ano, enquanto o beta tem maior valor para a análise de 3 e 5 anos. Os fundos 27, 40 e 10 foram escolhidos mais vezes como *benchmarks* para os períodos de 1, 3 e 5 anos, respectivamente. O resultado demonstra que maioria dos fundos ineficientes tencionam igualar ou incluir estes fundos na combinação linear (alvo) de fundos eficientes da fronteira eficiente. No caso do fundo 10, observou-se a única vez que um fundo sustentável foi escolhido mais vezes como *benchmark*, podendo indicar que a longo prazo os *green funds* podem ser uma melhor aposta, de acordo com Renneboog *et al.* (2008).

Os fundos ineficientes têm valores dos fatores idade, *expense ratio* e índice de Sharpe semelhantes aos dos fundos eficientes na análise a 1, 3 e 5 anos, respectivamente, pela observação do número de *slacks* nulas de cada fator.

Tabela 14 - Pares e *slacks* para a amostra global (*Green funds* e *black funds*)

1 Ano							3 anos							5 anos						
<i>Green e Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	<i>Green e Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}	<i>Green e Black funds</i>	Par(es)	S _{Beta}	S _{Exp. ratio}	S _{Desv pad}	S _{Idade}	S _{Sharpe}
1	Fd (27); Fd (40)	0,000	0,299	0,048	0,224	0,245	1	Fd (27); Fd (40)	0,000	0,299	0,048	0,224	0,245	1	Fd (10); Fd (27)	0,014	0,018	0,077	0,104	0,000
2	Fd (10); Fd (27); Fd (40)	0,235	0,000	0,230	0,047	0,000	2	Fd (10); Fd (27); Fd (40)	0,235	0,000	0,230	0,047	0,000	2	Fd (10); Fd (40)	0,068	0,084	0,187	0,055	0,000
3	Fd (9); Fd (27); Fd (40)	0,196	0,000	0,266	0,081	0,000	3	Fd (9); Fd (27); Fd (40)	0,196	0,000	0,266	0,081	0,000	3	Fd (9); Fd (10)	0,032	0,007	0,197	0,053	0,000
4	Fd (16); Fd (27)	0,017	0,274	0,004	0,057	0,000	4	Fd (16); Fd (27)	0,017	0,274	0,004	0,057	0,000	4	Fd (9); Fd (32)	0,054	0,007	0,038	0,035	0,000
5	Fd (9); Fd (39)	0,000	0,000	0,011	0,138	0,027	5	Fd (9); Fd (39); Fd (40)	0,000	0,000	0,011	0,138	0,027	5	Fd (9)	0,021	0,072	0,069	0,244	0,098
6	Fd (10); Fd (16); Fd (27); Fd (40)	0,000	0,120	0,000	0,126	0,000	6	Fd (10); Fd (16); Fd (27); Fd (40)	0,000	0,120	0,000	0,126	0,000	6	Fd (9); Fd (13); Fd (32)	0,007	0,000	0,006	0,374	0,000
7	Fd (13); Fd (14)	0,034	0,137	0,002	0,000	0,130	7	Fd (13); Fd (14)	0,034	0,137	0,002	0,000	0,130	7	Fd (13); Fd (19)	0,023	0,118	0,008	0,000	0,298
8	Fd (10); Fd (27)	0,031	0,000	0,006	0,100	0,154	8	Fd (10); Fd (27)	0,031	0,000	0,006	0,100	0,154	8	Fd (10); Fd (27)	0,036	0,000	0,031	0,084	0,236
11	Fd (13); Fd (29); Fd (40)	0,203	0,000	0,429	0,337	0,000	11	Fd (13); Fd (29); Fd (40)	0,203	0,000	0,429	0,337	0,000	11	Fd (9); Fd (13); Fd (40)	0,081	0,046	0,183	0,000	0,000
12	Fd (13)	0,052	0,000	0,017	0,000	0,046	12	Fd (13)	0,052	0,000	0,017	0,000	0,046	14	Fd (13); Fd (19)	0,031	0,000	0,007	0,194	0,160

Dualidade entre green e black funds: análise de performance e eficiência

17	Fd (9); Fd (29); Fd (40)	0,192	0,356	0,000	0,327	0,000	17	Fd (9); Fd (29); Fd (40)	0,192	0,356	0,000	0,327	0,000	16	Fd (10); Fd (13)	0,052	0,046	0,048	0,395	0,000
18	Fd (9); Fd (27); Fd (40)	0,156	0,000	0,147	0,080	0,000	18	Fd (9); Fd (27); Fd (40)	0,156	0,000	0,147	0,080	0,000	17	Fd (9); Fd (40)	0,107	0,069	0,020	0,092	0,000
20	Fd (19)	0,009	0,175	0,012	0,000	0,090	20	Fd (19)	0,009	0,175	0,012	0,000	0,090	18	Fd (9); Fd (29); Fd (40)	0,037	0,022	0,069	0,000	0,000
21		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	21		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	20	Fd (19)	0,010	0,091	0,014	0,000	0,074
22	Fd (29); Fd (39)	0,222	0,228	0,641	0,000	0,138	22	Fd (29); Fd (39)	0,222	0,228	0,641	0,000	0,138	21		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	Fd (29); Fd (39)	0,102	0,054	0,165	0,000	0,015	23	Fd (29); Fd (39)	0,102	0,054	0,165	0,000	0,015	22	Fd (9); Fd (40)	0,883	0,137	0,161	0,011	0,000
24	Fd (27); Fd (39)	0,098	0,231	0,179	0,000	0,055	24	Fd (27); Fd (39)	0,098	0,231	0,179	0,000	0,055	23	Fd (9); Fd (29); Fd (40)	0,372	0,013	0,025	0,000	0,000
25	Fd (27); Fd (39)	0,105	0,000	0,153	0,007	0,039	25	Fd (27); Fd (39)	0,105	0,000	0,153	0,007	0,039	24	Fd (27)	0,273	0,005	0,023	0,000	0,000
26	Fd (27); Fd (39)	0,099	0,053	0,119	0,000	0,019	26	Fd (27); Fd (39)	0,099	0,053	0,119	0,000	0,019	25	Fd (10); Fd (27); Fd (40)	0,203	0,000	0,086	0,048	0,000
28	Fd (27); Fd (39)	0,100	0,033	0,119	0,000	0,053	28	Fd (27); Fd (39)	0,100	0,033	0,119	0,000	0,053	26	Fd (10); Fd (27)	0,040	0,279	0,119	0,109	0,000
30	Fd (9); Fd (29); Fd (39)	0,000	0,156	0,020	0,000	0,005	30	Fd (9); Fd (29); Fd (39)	0,000	0,156	0,020	0,000	0,005	28	Fd (10); Fd (27); Fd (32)	0,132	0,000	0,109	0,032	0,000
31	Fd (9); Fd (29); Fd (39)	0,000	0,108	0,032	0,000	0,025	31	Fd (9); Fd (29); Fd (39)	0,000	0,108	0,032	0,000	0,025	30	Fd (13); Fd (29); Fd (32)	0,091	0,000	0,061	0,000	0,005
33		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	33		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	31	Fd (13);	0,065	0,000	0,021	0,000	0,016

Dualidade entre green e black funds: análise de performance e eficiência

															Fd (27); Fd (32)					
34	Fd (29); Fd (39)	0,162	0,035	0,288	0,000	0,130	34	Fd (29); Fd (39)	0,162	0,035	0,288	0,000	0,130	33		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
35	Fd (27); Fd (39)	0,142	0,000	0,281	0,007	0,166	35	Fd (27); Fd (39)	0,142	0,000	0,281	0,007	0,166	34	Fd (27); Fd (29)	0,090	0,209	0,214	0,000	0,181
36	Fd (10); Fd (27)	0,173	0,017	0,407	0,000	0,139	36	Fd (10); Fd (27)	0,173	0,017	0,407	0,000	0,139	35	Fd (27)	0,094	0,228	0,224	0,122	0,199
37	Fd (9)	0,185	0,026	0,473	0,000	0,127	37	Fd (9)	0,185	0,026	0,473	0,000	0,127	36	Fd (10); Fd (27); Fd (29)	0,124	0,000	0,358	0,000	0,607
38	Fd (27); Fd (39)	0,099	0,099	0,183	0,000	0,008	38	Fd (27); Fd (39)	0,099	0,099	0,183	0,000	0,008	37	Fd (10); Fd (29)	0,216	0,000	0,225	0,000	0,279
														38	Fd (1); Fd (27); Fd (40)	0,325	0,000	0,072	0,032	0,000
														39	Fd (10); Fd (32)	0,252	0,107	0,000	0,183	0,000

4.3. Resumo da discussão dos resultados

Mediante a análise dos resultados alcançados, podemos admitir que quando as amostras de *green funds* e *black funds* são estudadas tanto de forma agregada como em separado, o primeiro tipo de fundos apresenta para todos os intervalos de tempo uma maior quantidade de fundos eficientes.

Embora no período de 1 ano a amostra de *green funds* não consiga obter melhor eficiência que a amostra de *black funds*, nos períodos de 3 e 5 anos já obtiveram melhores resultados, o que converge não só com Bilbao-Terol *et al.* (2021), porque os autores indicam que os fundos sustentáveis revelam um melhor comportamento, em termos de eficiência, em comparação com fundos não sustentáveis, como também com Renneboog *et al.* (2008), que afirmam que os fundos sustentáveis podem ultrapassar os fundos não sustentáveis a longo prazo.

Na ótica de um investidor, os *green funds* levam a crer que são menos voláteis e apresentam menores custos a suportar, o que pode auxiliar na procura por fundos sustentáveis por parte de investidores avessos ao risco, recém-investidores que pretendam entrar nos mercados financeiros e investidores que tenham o objetivo de equilibrar uma carteira de investimento, a fim de mitigar o risco e possivelmente aumentar os retornos. Para além disso, parecem apresentar bons indicadores de rendibilidade a longo prazo para qualquer investidor que use esse indicador como fator decisivo. Os *black funds* podem ser úteis para os interessados em fundos menos arriscados, que o mercado (avaliado pelo beta), e na obtenção de rendimentos a curto prazo, visto que o valor dos pesos atribuídos ao fator índice de Sharpe é maior para a análise de 1 ano.

Os resultados levam-nos a aceitar que a transição de um investimento com pouco ou nenhum índice de sustentabilidade para um com bons índices, já se encontre num ritmo mais avançado do que há alguns anos evidenciando melhores perspectivas de resultados a longo prazo. Prova disso reflete-se no facto dos *green funds* com melhores *scores* de eficiência serem os candidatos escolhidos pelos investidores que se pretendem expor aos mercados de investimento sustentáveis (Tsolas & Charles, 2015), e também pela quantidade superior de *green funds* eficientes numa carteira constituída pelos dois tipos de fundos abordados.

5. Conclusão

5.1. Comentários finais

A preocupação ambiental, relacionada com o bem-estar do nosso planeta, tem estado cada vez mais em evidência, não só entre académicos, mas também entre gestores, reguladores e investidores. Desde os hábitos mais simples até aos fenómenos mais complexos, a humanidade encontra-se num processo de procura de soluções para os problemas causados pelos combustíveis fósseis. Numa perspetiva financeira, os instrumentos financeiros associados a este tipo de recursos têm vindo a sofrer um desinvestimento, com o objetivo de combater os problemas ambientais. Desta forma, a procura por fundos sustentáveis tem crescido nos últimos anos, levando a que seja exequível fazer investimentos rentáveis, mas sustentáveis.

Por conseguinte, a presente dissertação teve como objetivo analisar a eficiência e *performance* de *green funds* e *black funds*, através de 2 amostras de cada tipo de fundos e uma amostra global. Por intermédio da metodologia utilizada – *Value-Based DEA*, concebida por Gouveia *et al.*, (2008), tornou-se viável a comparação de eficiência e *performance* das amostras entre si, a análise dos fundos classificados como eficientes e perceber quais foram os fatores que possibilitaram avaliar a eficiência.

A literatura existente sobre o tema abordado menciona que, ao longo do tempo, os *green funds* têm conseguido aumentar as suas *performances*, a fim de igualarem ou ultrapassarem os *black funds*. Este fenómeno deve-se, em grande parte, à consciencialização e melhoria de desempenho, por parte dos fundos sustentáveis. Contudo, os mesmos sofrem ainda da falta de diversificação, levando a uma limitação da escolha de instrumentos financeiros em que investem.

Os resultados obtidos permitem concluir que os *green funds* a médio/longo prazo evidenciam uma melhor eficiência e *performance* que os *black funds*. Apenas no período de 1 ano é que ainda não o conseguem fazer, devido à rendibilidade exibida a curto prazo pelos *black funds*, o que não é de estranhar dada a perceção histórica deste tipo de fundos.

Num futuro próximo, para que seja efetuada a melhoria e reforço do investimento sustentável, devem ser executadas intervenções regulamentares nas políticas de investimento, com o intuito de auxiliar outros mercados emergentes a alcançarem uma estratégia de robustez ecológica (Ji *et al.*, 2021), dado que as mesmas políticas podem, a longo prazo, reduzir a diferença entre a oferta e a procura dos *green funds* (Polzin & Sanders, 2020).

5.2. Contribuições teóricas e práticas

A sustentabilidade no contexto que diz respeito aos fundos de investimento tem sofrido uma crescente adesão ao longo dos anos pelos investidores éticos. Deste modo, o presente estudo pode destacar-se como uma mais-valia para esse tipo de investidor e para qualquer investidor que ainda apresente algum ceticismo perante os fundos sustentáveis.

Neste estudo, a superioridade numérica de fundos eficientes para a amostra sustentável, leva a que seja possível assumir que, no futuro que se supõe próximo, a discrepância entre os *green funds* e *black funds* seja superior à que presenciamos atualmente, dado que os problemas relacionados com as alterações climáticas estão infelizmente cada vez mais a acentuar-se e qualquer investidor, que tenha um mínimo de princípio ético, quererá contribuir, numa perspetiva financeira, para o combate aos problemas ambientais do nosso planeta. Logo, a crescente adesão aos *green funds* e o desinvestimento nos *black funds*, poderá aumentar ainda mais a eficiência e *performance* dos *green funds*, validando assim a transição de um investimento não sustentável para um investimento sustentável com um maior nível de rendibilidade.

Neste sentido, este estudo poderá também ajudar futuros investigadores, investidores institucionais e outros a terem mais em consideração a vertente sustentável, no momento em que decidem investir em mercados financeiros e averiguar quais os fatores que podem influenciar a eficiência dos fundos sustentáveis. Desta forma, é possível estabelecer uma estratégia a longo prazo que proteja o nosso planeta dos problemas ambientais oriundos dos combustíveis fósseis.

5.3. Limitações e linhas de investigação futura

As limitações do presente estudo passaram por duas fases. A primeira refletiu-se na escassez de literatura que considere a metodologia *Value-Based* DEA, no tema do investimento sustentável, fazendo com que a comparação dos resultados obtidos se tornasse mais difícil. A segunda limitação restringiu-se à falta de dados para um período de 10 anos, o que inviabilizou um estudo mais pormenorizado a longo prazo, visto que seria relevante estudar o desenvolvimento dos *green funds* num momento em que se encontravam numa fase de crescimento significativo devido à consciencialização dos investidores.

Como sugestão de investigação futura, seria pertinente, por um lado, incluir alguns *inputs* e/ou *outputs* na investigação, como por exemplo *turnover*, dimensão dos fundos, Alfa de Jensen, entre outros. Por outro lado, o aumento da dimensão das amostras, de forma a verificar se os resultados se alteram de forma significativa, a utilização de um período de análise de 10 anos e a expansão das amostras para outros países, também seriam interessantes de explorar.

Referências

- Ali, A. I., & Seiford, L. M. T., (1993). The mathematical programming approach to efficiency analysis. In H. Fried, C.A.K. Lovell and S.S. Schmidt, eds. *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*. New York. 120-153.
- Ali, A. I., Lerne, C. S., & Seiford, L. M. (1995). Components of efficiency evaluation in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 462-473.
- Allevi, E., Basso, A., Bonenti, F., Oggioni, G., & Riccardi, R. (2019). Measuring the environmental *performance* of green SRI funds: A DEA approach. *Energy Economics*, 79, 32-44.
- Ambec, S., & Lanoie, P. (2008). Does it pay to be *green*? A systematic overview. *The Academy of Management Perspectives*, 45-62.
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management science*, 39(10), 1261-1264.
- Basso, A., & Funari, S. (2003). Measuring the performance of ethical mutual funds: a DEA approach. *Journal of the operational research society*, 54(5), 521-531.
- Basso, A., & Funari, S. (2017). The role of fund size in the performance of mutual funds assessed with DEA models. *The European Journal of Finance*, 23(6), 457-473.
- Benson, K. L., & Humphrey, J. E. (2008). Socially responsible investment funds: Investor reaction to current and past returns. *Journal of Banking & Finance*, 32(9), 1850-1859.
- Bergman, N. (2018). Impacts of the fossil fuel divestment movement: Effects on finance, policy and public discourse. *Sustainability*, 10(7), 2529.
- Bilbao-Terol, A., Arenas-Parra, M., & Bilbao-Terol, C. (2021). Measuring the overall efficiency of SRI and conventional mutual funds by a diversification-consistent DEA model. *International Transactions in Operational Research*.

- Bodhanwala, S., & Bodhanwala, R. (2019). Relationship between sustainable and responsible investing and returns: a global evidence. *Social Responsibility Journal*.
- Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European journal of operational research*, 52(1), 1-15.
- Briec, W., & Kerstens, K. (2009). Multi-horizon Markowitz portfolio performance appraisals: A general approach. *Omega*, 37(1), 50-62.
- Neves, M.E, Proença, C., & Cancela, B. (2022). Governance and social responsibility: what factors impact corporate performance in a small banking-oriented country? *International Journal of Accounting and Information Management*.
- Chang, C. E., Nelson, W. A., & Witte, H. D. (2012). Do green mutual funds perform well?. *Management Research Review*.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L., & Stutz, J. (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of econometrics*, 30(1-2), 91-107.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1997). Data envelopment analysis theory, methodology and applications. *Journal of the Operational Research society*, 48(3), 332-333.
- Chen, Z., & Lin, R. (2006). Mutual fund performance evaluation using data envelopment analysis with new risk measures. *Or Spectrum*, 28(3), 375-398.
- Chung, H., Lee, H. H., & Tsai, P. C. (2012). Are green fund investors really socially responsible?. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 15(04), 1250023.
- Climent, F., & Soriano, P. (2011). Green and good? The investment performance of US environmental mutual funds. *Journal of Business Ethics*, 103(2), 275-287.

do Castelo Gouveia, M., Duarte Neves, E., Cândido Dias, L., & Henggeler Antunes, C. (2018). *Performance* evaluation of Portuguese mutual fund portfolios using the value-based DEA method. *Journal of the Operational Research Society*, 69(10), 1628-1639.

Dopierala, Ł., Mosionek-Schweda, M., & Ilczuk, D. (2020). Does the asset allocation policy affect the *performance* of climate-themed funds? Empirical evidence from the Scandinavian mutual funds market. *Sustainability*, 12(2), 654.

Eling, M. (2008). Does the measure matter in the mutual fund industry?. *Financial Analysts Journal*, 64(3), 54-66.

Fabregat-Aibar, L., Barberà-Mariné, M. G., Terceño, A., & Pié, L. (2019). A bibliometric and visualization analysis of socially responsible funds. *Sustainability*, 11(9), 2526.

Ferreira, M. A., Keswani, A., Miguel, A. F., & Ramos, S. B. (2013). The determinants of mutual fund *performance*: A cross-country study. *Review of Finance*, 17(2), 483-525.

Gangi, F., & Varrone, N. (2018). Screening activities by socially responsible funds: A matter of agency? *Journal of Cleaner Production*, 197, 842-855.

Gonçalves, T., Pimentel, D., & Gaio, C. (2021). Risk and *Performance* of European Green and Conventional Funds. *Sustainability*, 13(8), 4226.

Gouveia, M. C., Dias, L. C., & Antunes, C. H. (2008). Additive DEA based on MCDA with imprecise information. *Journal of the Operational Research Society*, 59(1), 54-63.

Gouveia, M. C., Dias, L. C., & Antunes, C. H. (2013). Super-efficiency and stability intervals in additive DEA. *Journal of the Operational Research Society*, 64(1), 86-96.

Gregoriou, G. N., Sedzro, K., & Zhu, J. (2005). Hedge fund performance appraisal using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 164(2), 555-571.

Henriques, I., & Sadorsky, P. (2018). Investor implications of divesting from fossil fuels. *Global Finance Journal*, 38, 30-44.

Henriques, C. O., Neves, M. E., Castelão, L., & Nguyen, D. K. (2022). Assessing the performance of exchange traded funds in the energy sector: a hybrid DEA multiobjective linear programming approach. *Annals of operations research*, 1-26.

Howell, Michael. (2001). Fund Age and Performance. *The Journal of Alternative Investments*. 4. 57-60. 10.3905/jai.2001.319011.

Hunt, C., & Weber, O. (2019). Fossil fuel divestment strategies: Financial and carbon-related consequences. *Organization & Environment*, 32(1), 41-61.

Ibikunle, G., & Steffen, T. (2014). Do Green Investments Trick or Treat? A Quarter Century of Evidence from European Mutual Funds *Performance. A Quarter Century of Evidence from European Mutual Funds Performance (November 22, 2014)*.

Ibikunle, G., & Steffen, T. (2017). European green mutual fund performance: A comparative analysis with their conventional and black peers. *Journal of Business Ethics*, 145(2), 337-355.

Ito, Y., Managi, S., & Matsuda, A. (2013). Performances of socially responsible investment and environmentally friendly funds. *Journal of the Operational Research Society*, 64(11), 1583-1594.

Ji, X., Zhang, Y., Mirza, N., Umar, M., & Rizvi, S. K. A. (2021). The impact of carbon neutrality on the investment performance: evidence from the equity mutual funds in BRICS. *Journal of Environmental Management*, 297, 113228.

Jin, J., & Han, L. (2018). Assessment of Chinese green funds: Performance and industry allocation. *Journal of Cleaner Production*, 171, 1084-1093.

Keeney RL, Raiffa H, *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*, Wiley, New York, 1976.

Koellner, T., Suh, S., Weber, O., Moser, C., & Scholz, R. W. (2007). Environmental impacts of conventional and sustainable investment funds compared using input-output

life-cycle assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 11(3), 41-60.

Krueger, P., Sautner, Z., & Starks, L. T. (2020). The importance of climate risks for institutional investors. *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1067-1111.

Leite, P., & Cortez, M. C. (2015). Performance of European socially responsible funds during market crises: Evidence from France. *International review of financial analysis*, 40, 132-141.

Lesser, K., Rößle, F., & Walkshäusl, C. (2016). Socially responsible, *green*, and faith-based investment strategies: Screening activity matters!. *Finance Research Letters*, 16, 171-178.

Lin, R., Chen, Z., Hu, Q., & Li, Z. (2017). Dynamic network DEA approach with diversification to multi-period performance evaluation of funds. *Or Spectrum*, 39(3), 821-860.

Lin, R., & Li, Z. (2020). Directional distance-based diversification super-efficiency DEA models for mutual funds. *Omega*, 97, 102096.

Malhotra, D. K., & McLeod, R. W. (1997). An empirical analysis of mutual fund expenses. *Journal of financial research*, 20(2), 175-190.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
<https://doi.org/10.2307/2975974>

Martí-Ballester, C. P. (2019a). The role of mutual funds in the sustainable energy sector. *Business Strategy and the Environment*, 28(6), 1107-1120

Martí-Ballester, C. P. (2019b). Do European renewable energy mutual funds foster the transition to a low-carbon economy?. *Renewable Energy*, 143, 1299-1309.

Martí-Ballester, C. P. (2020). Examining the behavior of renewable-energy fund investors. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2624-2634.

- Matallín-Sáez, J. C., Soler-Domínguez, A., Tortosa-Ausina, E., & de Mingo-López, D. V. (2019). Ethical strategy focus and mutual fund management: Performance and persistence. *Journal of cleaner production*, 213, 618-633.
- Morey, M. R. (2002). Mutual fund age and Morningstar ratings. *Financial Analysts Journal*, 58(2), 56-63.
- Muñoz, F. (2019). The ‘smart money effect’ among socially responsible mutual fund investors. *International Review of Economics & Finance*, 62, 160-179.
- Muñoz, F., Vargas, M., & Marco, I. (2014). Environmental mutual funds: Financial performance and managerial abilities. *Journal of Business Ethics*, 124(4), 551-569.
- Murthi, B. P. S., Choi, Y. K., & Desai, P. (1997). Efficiency of mutual funds and portfolio performance measurement: A non-parametric approach. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 408-418.
- Naqvi, B., Mirza, N., Rizvi, S. K. A., Porada-Rochón, M., & Itani, R. (2021). Is there a green fund premium? Evidence from twenty seven emerging markets. *Global Finance Journal*, 50, 100656.
- Pástor, L., Stambaugh, R. F., & Taylor, L. A. (2017). Do funds make more when they trade more?. *The Journal of Finance*, 72(4), 1483-1528.
- Pástor, L., & Vorsatz, M. B. (2020). Mutual fund performance and flows during the COVID-19 crisis. *The Review of Asset Pricing Studies*, 10(4), 791-833.
- Polzin, F., & Sanders, M. (2020). How to finance the transition to low-carbon energy in Europe?. *Energy Policy*, 147, 111863.
- Reboredo, J. C., Quintela, M., & Otero, L. A. (2017). Do investors pay a premium for going green? Evidence from alternative energy mutual funds. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 512-520.

Renneboog, L., Ter Horst, J., & Zhang, C. (2008). Socially responsible investments: Institutional aspects, performance, and investor behavior. *Journal of banking & finance*, 32(9), 1723-1742.

Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, 39(1), 119-138.

Silva, F., & Cortez, M. C. (2016). The performance of US and European green funds in different market conditions. *Journal of Cleaner Production*, 135, 558-566.

Soler-Domínguez, A., Matallín-Sáez, J. C., de Mingo-López, D. V., & Tortosa-Ausina, E. (2021). Looking for sustainable development: Socially responsible mutual funds and the low-carbon economy. *Business strategy and the environment*, 30(4), 1751-1766.

Su, X. (2021). Can green investment win the favor of investors in China? Evidence from the return performance of green investment stocks. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57(11), 3120-3138.

Trinks, P. J., & Scholtens, B. (2017). The opportunity cost of negative screening in socially responsible investing. *Journal of Business Ethics*, 140(2), 193-208.

Trinks, A., Scholtens, B., Mulder, M., & Dam, L. (2018). Fossil fuel divestment and portfolio performance. *Ecological economics*, 146, 740-748.

Tsolas, I. E. (2014). Precious metal mutual fund performance appraisal using DEA modeling. *Resources Policy*, 39, 54-60.

Tsolas, I. E., & Charles, V. (2015). Green exchange-traded fund performance appraisal using slacks-based DEA models. *Operational Research*, 15(1), 51-77.

Van der Ploeg, F., & Rezai, A. (2020). Stranded assets in the transition to a carbon-free economy. *Annual review of resource economics*, 12, 281-298.

Vidal-García, J., Vidal, M., Boubaker, S., & Hassan, M. (2018). The efficiency of mutual

funds. *Annals of Operations Research*, 267(1), 555-584.

Yue, X. G., Han, Y., Teresiene, D., Merkyte, J., & Liu, W. (2020). Sustainable funds' performance evaluation. *Sustainability*, 12(19), 8034.

Apêndices

Apêndice 1 - Dados convertidos em escala de valor para 1 ano (*Green funds*)

1 ano	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Green fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	1,007	0,004	38,460	12	0,207	0,241	0,905	0,492	0,127	0,078
2	0,971	0,007	45,250	12	0,246	0,292	0,385	0,359	0,127	0,135
3	1,000	0,006	47,207	13	0,331	0,252	0,506	0,321	0,188	0,260
4	0,995	0,006	24,453	14	0,437	0,258	0,495	0,766	0,248	0,418
5	0,803	0,007	19,983	11	0,720	0,529	0,281	0,853	0,067	0,835
6	0,520	0,006	21,972	12	0,286	0,927	0,506	0,814	0,127	0,194
7	0,989	0,007	15,015	17	0,281	0,267	0,275	0,950	0,430	0,187
8	1,072	0,004	20,151	12	0,444	0,151	0,885	0,850	0,127	0,428
9	0,722	0,006	14,369	15	0,717	0,643	0,497	0,963	0,309	0,831
10	0,816	0,005	14,836	13	0,749	0,510	0,641	0,954	0,188	0,878
11	1,001	0,006	57,849	15	0,194	0,250	0,479	0,113	0,309	0,059
12	1,059	0,005	19,597	24	0,435	0,168	0,713	0,861	0,855	0,414
13	0,751	0,005	18,454	24	0,523	0,602	0,713	0,883	0,855	0,544
14	0,798	0,006	13,855	15	0,530	0,535	0,549	0,973	0,309	0,555
15	1,039	0,005	18,054	19	0,333	0,197	0,844	0,891	0,552	0,264
16	0,694	0,006	13,932	14	0,171	0,682	0,619	0,971	0,248	0,025
17	1,006	0,008	40,269	13	0,248	0,243	0,169	0,457	0,188	0,138
18	0,789	0,006	37,605	13	0,349	0,548	0,461	0,509	0,188	0,288
19	0,929	0,006	14,160	13	0,756	0,352	0,567	0,967	0,188	0,888
20	0,980	0,008	14,973	13	0,584	0,279	0,169	0,951	0,188	0,635
Média	0,897	0,006	25,522	14,700	0,427	0,396	0,533	0,745	0,291	0,403
Máximo	1,072	0,008	57,849	24,000	0,756	0,927	0,905	0,973	0,855	0,888
Mínimo	0,520	0,004	13,855	11,000	0,171	0,151	0,169	0,113	0,067	0,025

Apêndice 2 - Dados convertidos em escala de valor para 1 ano (*Black funds*)

1 ano	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Black fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	-2,820	0,010	54,943	13	-0,798	0,925	0,149	0,466	0,263	0,042
2	2,415	0,010	73,160	12	0,634	0,041	0,099	0,134	0,197	0,790
3	1,707	0,006	42,296	15	0,803	0,161	0,465	0,697	0,395	0,879
4	1,685	0,006	44,852	14	0,683	0,164	0,495	0,650	0,329	0,816
5	1,728	0,004	43,183	14	0,709	0,157	0,743	0,681	0,329	0,830
6	1,693	0,004	40,729	14	0,752	0,163	0,673	0,726	0,329	0,852
7	1,106	0,001	34,695	16	0,711	0,262	0,990	0,836	0,461	0,831
8	1,699	0,004	40,758	14	0,686	0,162	0,693	0,725	0,329	0,817
9	1,103	0,001	34,645	22	0,679	0,263	0,970	0,837	0,855	0,814
10	1,072	0,004	33,626	20	0,704	0,268	0,683	0,855	0,724	0,827
11	1,025	0,004	31,888	19	0,672	0,276	0,663	0,887	0,658	0,810
12	-1,330	0,010	29,468	12	-0,778	0,674	0,149	0,931	0,197	0,052
13	-2,820	0,010	54,943	13	-0,798	0,925	0,149	0,466	0,263	0,042
14	2,059	0,004	52,697	19	0,496	0,101	0,743	0,507	0,658	0,718
15	1,943	0,004	51,884	14	0,466	0,121	0,743	0,522	0,329	0,703
16	1,937	0,004	49,152	14	0,471	0,122	0,683	0,572	0,329	0,705
17	1,815	0,006	46,560	15	0,474	0,142	0,465	0,619	0,395	0,707
18	1,690	0,006	44,093	13	0,810	0,163	0,495	0,664	0,263	0,883
19	1,101	0,009	28,568	10	0,941	0,263	0,198	0,948	0,066	0,951
20	-2,965	0,010	56,626	12	-0,769	0,950	0,149	0,436	0,197	0,057
Média	0,792	0,006	44,438	14,750	0,377	0,315	0,520	0,658	0,378	0,656
Máximo	2,415	0,010	73,160	22,000	0,941	0,950	0,990	0,948	0,855	0,951
Mínimo	-2,965	0,001	28,568	10,000	-0,798	0,041	0,099	0,134	0,066	0,042

Apêndice 3 - Dados convertidos em escala de valor para 1 ano (*Green funds e black funds*)

1 ano	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Green e Black fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	1,007	0,004	38,460	12	0,207	0,279	0,670	0,618	0,172	0,567
2	0,971	0,007	45,250	12	0,246	0,285	0,442	0,518	0,172	0,587
3	1,000	0,006	47,207	13	0,331	0,280	0,495	0,489	0,230	0,632
4	0,995	0,006	24,453	14	0,437	0,281	0,490	0,824	0,287	0,688
5	0,803	0,007	19,983	11	0,720	0,313	0,396	0,890	0,115	0,835
6	0,520	0,006	21,972	12	0,286	0,361	0,495	0,860	0,172	0,608
7	0,989	0,007	15,015	17	0,281	0,282	0,393	0,963	0,460	0,606
8	1,072	0,004	20,151	12	0,444	0,268	0,661	0,887	0,172	0,691
9	0,722	0,006	14,369	15	0,717	0,327	0,491	0,972	0,345	0,834
10	0,816	0,005	14,836	13	0,749	0,311	0,554	0,965	0,230	0,851
11	1,001	0,006	57,849	15	0,194	0,280	0,483	0,333	0,345	0,560
12	1,059	0,005	19,597	24	0,435	0,270	0,586	0,895	0,862	0,686
13	0,751	0,005	18,454	24	0,523	0,322	0,586	0,912	0,862	0,732
14	0,798	0,006	13,855	15	0,530	0,314	0,514	0,980	0,345	0,736
15	1,039	0,005	18,054	19	0,333	0,273	0,644	0,918	0,575	0,633
16	0,694	0,006	13,932	14	0,171	0,332	0,545	0,978	0,287	0,548
17	1,006	0,008	40,269	13	0,248	0,279	0,347	0,591	0,230	0,589
18	0,789	0,006	37,605	13	0,349	0,316	0,475	0,630	0,230	0,642
19	0,929	0,006	14,160	13	0,756	0,292	0,522	0,975	0,230	0,854
20	0,980	0,008	14,973	13	0,584	0,283	0,347	0,963	0,230	0,764
21	-2,820	0,010	54,943	13	-0,798	0,925	0,149	0,375	0,230	0,042
22	2,415	0,010	73,160	12	0,634	0,041	0,099	0,108	0,172	0,790
23	1,707	0,006	42,296	15	0,803	0,161	0,465	0,561	0,345	0,879
24	1,685	0,006	44,852	14	0,683	0,164	0,495	0,524	0,287	0,816
25	1,728	0,004	43,183	14	0,709	0,157	0,743	0,548	0,287	0,830
26	1,693	0,004	40,729	14	0,752	0,163	0,673	0,584	0,287	0,852
27	1,106	0,001	34,695	16	0,711	0,262	0,990	0,673	0,402	0,831
28	1,699	0,004	40,758	14	0,686	0,162	0,693	0,584	0,287	0,817
29	1,103	0,001	34,645	22	0,679	0,263	0,970	0,674	0,747	0,814

30	1,072	0,004	33,626	20	0,704	0,268	0,683	0,689	0,632	0,827
31	1,025	0,004	31,888	19	0,672	0,276	0,663	0,714	0,575	0,810
32	-1,330	0,010	29,468	12	-0,778	0,674	0,149	0,750	0,172	0,052
33	-2,820	0,010	54,943	13	-0,798	0,925	0,149	0,375	0,230	0,042
34	2,059	0,004	52,697	19	0,496	0,101	0,743	0,408	0,575	0,718
35	1,943	0,004	51,884	14	0,466	0,121	0,743	0,420	0,287	0,703
36	1,937	0,004	49,152	14	0,471	0,122	0,683	0,461	0,287	0,705
37	1,815	0,006	46,560	15	0,474	0,142	0,465	0,499	0,345	0,707
38	1,690	0,006	44,093	13	0,810	0,163	0,495	0,535	0,230	0,883
39	1,101	0,009	28,568	10	0,941	0,263	0,198	0,763	0,057	0,951
40	-2,965	0,010	56,626	12	-0,769	0,950	0,149	0,351	0,172	0,057
Média	0,845	0,006	34,980	14,725	0,402	0,306	0,513	0,669	0,329	0,669
Máximo	2,415	0,010	73,160	24,000	0,941	0,950	0,990	0,980	0,862	0,951
Mínimo	-2,965	0,001	13,855	10,000	-0,798	0,041	0,099	0,108	0,057	0,042

Apêndice 4 - Dados convertidos em escala de valor para 3 anos (*Green funds*)

3 anos	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Green fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	1,000	0,005	31,769	9	0,350	0,374	0,889	0,503	0,113	0,823
2	0,982	0,007	43,053	9	0,374	0,398	0,296	0,174	0,113	0,893
3	0,998	0,006	38,974	10	0,362	0,376	0,546	0,293	0,176	0,857
4	0,901	0,007	24,898	11	0,287	0,506	0,362	0,703	0,239	0,644
5	0,886	0,007	24,132	8	0,348	0,527	0,303	0,725	0,050	0,817
6	0,593	0,006	20,975	9	0,323	0,920	0,546	0,817	0,113	0,746
7	0,993	0,007	18,428	14	0,152	0,384	0,384	0,891	0,428	0,258
8	1,133	0,005	25,327	9	0,101	0,194	0,889	0,690	0,113	0,110
9	0,687	0,006	17,769	12	0,366	0,794	0,539	0,910	0,302	0,869
10	0,744	0,006	18,407	10	0,349	0,718	0,668	0,891	0,176	0,820
11	1,000	0,007	44,576	12	0,304	0,373	0,303	0,130	0,302	0,691
12	1,162	0,005	22,416	21	0,106	0,156	0,850	0,775	0,868	0,127
13	0,861	0,005	21,189	21	0,069	0,560	0,852	0,810	0,868	0,020
14	1,024	0,006	18,176	12	0,094	0,341	0,634	0,898	0,302	0,092
15	1,096	0,005	21,485	16	0,185	0,245	0,874	0,802	0,553	0,352
16	1,088	0,006	22,634	11	0,081	0,256	0,619	0,768	0,239	0,055
17	1,003	0,008	32,100	10	0,329	0,369	0,182	0,493	0,176	0,764
18	0,807	0,006	32,127	10	0,355	0,632	0,473	0,492	0,176	0,839
19	0,812	0,006	16,307	10	0,362	0,626	0,505	0,953	0,176	0,859
20	0,902	0,008	17,735	10	0,305	0,505	0,182	0,911	0,176	0,696
Média	0,934	0,006	25,624	11,700	0,260	0,463	0,545	0,681	0,283	0,567
Máximo	1,162	0,008	44,576	21,000	0,374	0,920	0,889	0,953	0,868	0,893
Mínimo	0,593	0,005	16,307	8,000	0,069	0,156	0,182	0,130	0,050	0,020

Apêndice 5 - Dados convertidos em escala de valor para 3 anos (*Black funds*)

3 anos	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Black fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	-2,282	0,010	73,188	10	-0,178	0,937	0,225	0,448	0,253	0,087
2	4,727	0,011	97,683	9	-0,139	0,059	0,098	0,128	0,185	0,279
3	1,744	0,006	64,174	12	-0,008	0,433	0,513	0,565	0,390	0,916
4	1,639	0,006	55,747	11	-0,013	0,446	0,540	0,675	0,322	0,894
5	1,788	0,004	63,712	11	-0,042	0,427	0,766	0,571	0,322	0,753
6	1,540	0,004	52,861	11	0,008	0,458	0,702	0,713	0,322	0,996
7	1,240	0,001	43,006	13	-0,008	0,496	0,991	0,842	0,459	0,919
8	1,511	0,004	50,477	11	-0,002	0,462	0,720	0,744	0,322	0,945
9	1,190	0,001	41,487	19	-0,002	0,502	0,964	0,862	0,870	0,946
10	1,203	0,004	41,684	17	-0,010	0,501	0,702	0,859	0,733	0,909
11	0,997	0,005	34,323	16	-0,012	0,527	0,666	0,955	0,664	0,896
12	-1,203	0,010	39,153	9	-0,119	0,802	0,225	0,892	0,185	0,376
13	-2,282	0,010	73,188	10	-0,178	0,937	0,225	0,448	0,253	0,087
14	1,943	0,004	61,998	16	-0,090	0,408	0,766	0,594	0,664	0,518
15	1,958	0,004	61,909	11	-0,114	0,406	0,766	0,595	0,322	0,399
16	1,894	0,004	59,382	11	-0,096	0,414	0,702	0,628	0,322	0,490
17	1,669	0,006	55,247	12	-0,125	0,442	0,513	0,682	0,390	0,346
18	1,851	0,006	71,785	10	0,000	0,420	0,540	0,466	0,253	0,957
19	1,048	0,009	51,267	7	0,003	0,520	0,270	0,734	0,048	0,971
20	-2,530	0,010	84,101	9	-0,156	0,968	0,225	0,305	0,185	0,195
Média	0,982	0,006	58,819	11,750	-0,064	0,528	0,556	0,635	0,373	0,644
Máximo	4,727	0,011	97,683	19,000	0,008	0,968	0,991	0,955	0,870	0,996
Mínimo	-2,530	0,001	34,323	7,000	-0,178	0,059	0,098	0,128	0,048	0,087

Apêndice 6 - Dados convertidos em escala de valor para 3 anos (*Green funds* e *black funds*)

3 anos	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Green e Black fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	1,000	0,005	31,769	9	0,350	0,526	0,667	0,816	0,161	0,898
2	0,982	0,007	43,053	9	0,374	0,528	0,447	0,694	0,161	0,938
3	0,998	0,006	38,974	10	0,362	0,526	0,540	0,738	0,220	0,918
4	0,901	0,007	24,898	11	0,287	0,538	0,472	0,890	0,280	0,795
5	0,886	0,007	24,132	8	0,348	0,540	0,450	0,898	0,101	0,895
6	0,593	0,006	20,975	9	0,323	0,577	0,540	0,932	0,161	0,854
7	0,993	0,007	18,428	14	0,152	0,527	0,480	0,960	0,458	0,573
8	1,133	0,005	25,327	9	0,101	0,509	0,667	0,885	0,161	0,488
9	0,687	0,006	17,769	12	0,366	0,565	0,537	0,967	0,339	0,925
10	0,744	0,006	18,407	10	0,349	0,558	0,585	0,960	0,220	0,896
11	1,000	0,007	44,576	12	0,304	0,526	0,450	0,678	0,339	0,822
12	1,162	0,005	22,416	21	0,106	0,506	0,653	0,917	0,875	0,497
13	0,861	0,005	21,189	21	0,069	0,544	0,654	0,930	0,875	0,436
14	1,024	0,006	18,176	12	0,094	0,523	0,573	0,962	0,339	0,478
15	1,096	0,005	21,485	16	0,185	0,514	0,662	0,927	0,577	0,627
16	1,088	0,006	22,634	11	0,081	0,515	0,567	0,914	0,280	0,456
17	1,003	0,008	32,100	10	0,329	0,526	0,405	0,812	0,220	0,864
18	0,807	0,006	32,127	10	0,355	0,550	0,513	0,812	0,220	0,907
19	0,812	0,006	16,307	10	0,362	0,550	0,525	0,982	0,220	0,919
20	0,902	0,008	17,735	10	0,305	0,538	0,405	0,967	0,220	0,825
21	-2,282	0,010	73,188	10	-0,178	0,937	0,225	0,369	0,220	0,029
22	4,727	0,011	97,683	9	-0,139	0,059	0,098	0,105	0,161	0,094
23	1,744	0,006	64,174	12	-0,008	0,433	0,513	0,466	0,339	0,309
24	1,639	0,006	55,747	11	-0,013	0,446	0,540	0,557	0,280	0,301
25	1,788	0,004	63,712	11	-0,042	0,427	0,766	0,471	0,280	0,254
26	1,540	0,004	52,861	11	0,008	0,458	0,702	0,588	0,280	0,336
27	1,240	0,001	43,006	13	-0,008	0,496	0,991	0,695	0,399	0,310
28	1,511	0,004	50,477	11	-0,002	0,462	0,720	0,614	0,280	0,319
29	1,190	0,001	41,487	19	-0,002	0,502	0,964	0,711	0,756	0,319

30	1,203	0,004	41,684	17	-0,010	0,501	0,702	0,709	0,637	0,306
31	0,997	0,005	34,323	16	-0,012	0,527	0,666	0,788	0,577	0,302
32	-1,203	0,010	39,153	9	-0,119	0,802	0,225	0,736	0,161	0,127
33	-2,282	0,010	73,188	10	-0,178	0,937	0,225	0,369	0,220	0,029
34	1,943	0,004	61,998	16	-0,090	0,408	0,766	0,490	0,577	0,175
35	1,958	0,004	61,909	11	-0,114	0,406	0,766	0,491	0,280	0,134
36	1,894	0,004	59,382	11	-0,096	0,414	0,702	0,518	0,280	0,165
37	1,669	0,006	55,247	12	-0,125	0,442	0,513	0,563	0,339	0,117
38	1,851	0,006	71,785	10	0,000	0,420	0,540	0,384	0,220	0,322
39	1,048	0,009	51,267	7	0,003	0,520	0,270	0,606	0,042	0,327
40	-2,530	0,010	84,101	9	-0,156	0,968	0,225	0,252	0,161	0,066
Média	0,958	0,006	42,221	11,725	0,098	0,531	0,548	0,703	0,323	0,484
Máximo	4,727	0,011	97,683	21,000	0,374	0,968	0,991	0,982	0,875	0,938
Mínimo	-2,530	0,001	16,307	7,000	-0,178	0,059	0,098	0,105	0,042	0,029

Apêndice 7 - Dados convertidos em escala de valor para 5 anos (*Green funds*)

5 anos	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Green fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	0,999	0,005	26,867	7	0,237	0,440	0,845	0,485	0,103	0,602
2	0,986	0,007	36,496	7	0,268	0,457	0,311	0,133	0,103	0,704
3	0,998	0,006	31,375	8	0,317	0,441	0,551	0,320	0,168	0,867
4	0,851	0,007	20,738	9	0,263	0,630	0,365	0,708	0,232	0,686
5	0,866	0,007	20,709	6	0,274	0,610	0,306	0,709	0,039	0,722
6	0,626	0,006	18,738	7	0,192	0,920	0,551	0,781	0,103	0,450
7	0,997	0,007	16,413	12	0,062	0,443	0,277	0,866	0,426	0,021
8	1,115	0,005	21,199	7	0,147	0,290	0,771	0,692	0,103	0,303
9	0,706	0,006	15,302	10	0,325	0,816	0,500	0,907	0,297	0,892
10	0,784	0,006	16,372	8	0,311	0,716	0,625	0,868	0,168	0,847
11	0,999	0,007	35,693	10	0,269	0,439	0,306	0,163	0,297	0,708
12	1,158	0,005	19,325	19	0,096	0,236	0,847	0,760	0,877	0,133
13	0,834	0,005	18,720	19	0,087	0,651	0,843	0,782	0,877	0,104
14	1,059	0,006	16,887	10	0,113	0,362	0,637	0,849	0,297	0,188
15	1,178	0,005	20,146	14	0,168	0,210	0,887	0,730	0,555	0,372
16	1,219	0,006	21,725	9	0,159	0,157	0,649	0,672	0,232	0,342
17	1,003	0,008	26,294	8	0,250	0,435	0,184	0,506	0,168	0,643
18	0,808	0,006	26,392	8	0,273	0,685	0,502	0,502	0,168	0,721
19	0,810	0,006	14,163	8	0,294	0,683	0,453	0,948	0,168	0,789
20	0,887	0,007	15,251	8	0,255	0,583	0,208	0,909	0,168	0,660
Média	0,944	0,006	21,940	9,700	0,218	0,510	0,531	0,664	0,277	0,538
Máximo	1,219	0,008	36,496	19,000	0,325	0,920	0,887	0,948	0,877	0,892
Mínimo	0,626	0,005	14,163	6,000	0,062	0,157	0,184	0,133	0,039	0,021

Apêndice 8 - Dados convertidos em escala de valor para 5 anos (*Black funds*)

5 anos	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Black fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	-2,223	0,010	61,184	8	-0,151	0,922	0,217	0,455	0,246	0,067
2	4,439	0,011	82,801	7	-0,112	0,058	0,098	0,126	0,176	0,243
3	1,691	0,008	51,978	10	0,008	0,414	0,353	0,595	0,387	0,777
4	1,598	0,006	45,911	9	-0,015	0,426	0,536	0,687	0,317	0,676
5	1,734	0,004	51,839	9	-0,030	0,409	0,763	0,597	0,317	0,610
6	1,504	0,004	43,233	9	0,019	0,438	0,681	0,728	0,317	0,828
7	1,228	0,001	35,271	11	-0,004	0,474	0,991	0,849	0,458	0,726
8	1,475	0,004	41,339	9	-0,008	0,442	0,718	0,757	0,317	0,706
9	1,179	0,001	33,995	17	0,000	0,480	0,954	0,869	0,880	0,744
10	1,192	0,004	34,181	15	-0,005	0,479	0,681	0,866	0,739	0,718
11	0,992	0,005	28,195	14	0,009	0,505	0,645	0,957	0,669	0,784
12	-1,164	0,010	32,386	7	-0,106	0,785	0,217	0,893	0,176	0,270
13	-2,223	0,010	61,184	8	-0,151	0,922	0,217	0,455	0,246	0,067
14	1,900	0,004	51,422	14	-0,096	0,387	0,763	0,604	0,669	0,313
15	1,949	0,004	52,821	9	-0,108	0,381	0,763	0,582	0,317	0,260
16	1,860	0,004	49,622	9	-0,094	0,392	0,681	0,631	0,317	0,321
17	1,644	0,006	46,312	10	-0,115	0,420	0,508	0,681	0,387	0,227
18	1,760	0,006	57,153	8	-0,022	0,405	0,536	0,516	0,246	0,643
19	1,048	0,009	41,310	5	0,053	0,497	0,262	0,757	0,035	0,977
20	-2,568	0,010	73,743	7	-0,140	0,967	0,217	0,264	0,176	0,116
Média	0,951	0,006	48,794	9,750	-0,053	0,510	0,540	0,644	0,370	0,504
Máximo	4,439	0,011	82,801	17,000	0,053	0,967	0,991	0,957	0,880	0,977
Mínimo	-2,568	0,001	28,195	5,000	-0,151	0,058	0,098	0,126	0,035	0,067

Apêndice 9 - Dados convertidos em escala de valor para 5 anos (*Green funds* e *black funds*)

5 anos	Fatores com dados na escala original					Fatores com dados na escala de valor				
<i>Green e Black fund</i>	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe	Beta	Exp. Ratio	Desv. Pad	Idade	Sharpe
1	1,000	0,005	31,769	9	0,350	0,526	0,667	0,816	0,161	0,898
2	0,982	0,007	43,053	9	0,374	0,528	0,447	0,694	0,161	0,938
3	0,998	0,006	38,974	10	0,362	0,526	0,540	0,738	0,220	0,918
4	0,901	0,007	24,898	11	0,287	0,538	0,472	0,890	0,280	0,795
5	0,886	0,007	24,132	8	0,348	0,540	0,450	0,898	0,101	0,895
6	0,593	0,006	20,975	9	0,323	0,577	0,540	0,932	0,161	0,854
7	0,993	0,007	18,428	14	0,152	0,527	0,480	0,960	0,458	0,573
8	1,133	0,005	25,327	9	0,101	0,509	0,667	0,885	0,161	0,488
9	0,687	0,006	17,769	12	0,366	0,565	0,537	0,967	0,339	0,925
10	0,744	0,006	18,407	10	0,349	0,558	0,585	0,960	0,220	0,896
11	1,000	0,007	44,576	12	0,304	0,526	0,450	0,678	0,339	0,822
12	1,162	0,005	22,416	21	0,106	0,506	0,653	0,917	0,875	0,497
13	0,861	0,005	21,189	21	0,069	0,544	0,654	0,930	0,875	0,436
14	1,024	0,006	18,176	12	0,094	0,523	0,573	0,962	0,339	0,478
15	1,096	0,005	21,485	16	0,185	0,514	0,662	0,927	0,577	0,627
16	1,088	0,006	22,634	11	0,081	0,515	0,567	0,914	0,280	0,456
17	1,003	0,008	32,100	10	0,329	0,526	0,405	0,812	0,220	0,864
18	0,807	0,006	32,127	10	0,355	0,550	0,513	0,812	0,220	0,907
19	0,812	0,006	16,307	10	0,362	0,550	0,525	0,982	0,220	0,919
20	0,902	0,008	17,735	10	0,305	0,538	0,405	0,967	0,220	0,825
21	-2,282	0,010	73,188	10	-0,178	0,937	0,225	0,369	0,220	0,029
22	4,727	0,011	97,683	9	-0,139	0,059	0,098	0,105	0,161	0,094
23	1,744	0,006	64,174	12	-0,008	0,433	0,513	0,466	0,339	0,309
24	1,639	0,006	55,747	11	-0,013	0,446	0,540	0,557	0,280	0,301
25	1,788	0,004	63,712	11	-0,042	0,427	0,766	0,471	0,280	0,254
26	1,540	0,004	52,861	11	0,008	0,458	0,702	0,588	0,280	0,336
27	1,240	0,001	43,006	13	-0,008	0,496	0,991	0,695	0,399	0,310
28	1,511	0,004	50,477	11	-0,002	0,462	0,720	0,614	0,280	0,319
29	1,190	0,001	41,487	19	-0,002	0,502	0,964	0,711	0,756	0,319

30	1,203	0,004	41,684	17	-0,010	0,501	0,702	0,709	0,637	0,306
31	0,997	0,005	34,323	16	-0,012	0,527	0,666	0,788	0,577	0,302
32	-1,203	0,010	39,153	9	-0,119	0,802	0,225	0,736	0,161	0,127
33	-2,282	0,010	73,188	10	-0,178	0,937	0,225	0,369	0,220	0,029
34	1,943	0,004	61,998	16	-0,090	0,408	0,766	0,490	0,577	0,175
35	1,958	0,004	61,909	11	-0,114	0,406	0,766	0,491	0,280	0,134
36	1,894	0,004	59,382	11	-0,096	0,414	0,702	0,518	0,280	0,165
37	1,669	0,006	55,247	12	-0,125	0,442	0,513	0,563	0,339	0,117
38	1,851	0,006	71,785	10	0,000	0,420	0,540	0,384	0,220	0,322
39	1,048	0,009	51,267	7	0,003	0,520	0,270	0,606	0,042	0,327
40	-2,530	0,010	84,101	9	-0,156	0,968	0,225	0,252	0,161	0,066
Média	0,958	0,006	42,221	11,725	0,098	0,531	0,548	0,703	0,323	0,484
Máximo	4,727	0,011	97,683	21,000	0,374	0,968	0,991	0,982	0,875	0,938
Mínimo	-2,530	0,001	16,307	7,000	-0,178	0,059	0,098	0,105	0,042	0,029