

Universidade do Minho
Escola de Economia e Gestão

Duarte Nuno Martins da Cunha Oliveira

O impacto do desempenho ambiental no risco financeiro de uma
empresa

Tese de Mestrado

Mestrado em Finanças

Trabalho realizado sob a orientação do

Professor Doutor Nelson Manuel Pinho Brandão Costa Areal

Abril de 2018

Declaração

Nome: Duarte Nuno Martins da Cunha Oliveira

Endereço eletrónico: dnmdco@gmail.com

Número de Cartão de Cidadão: 14604305

Telemóvel: 937930625

Título da Dissertação: O impacto do desempenho ambiental no risco financeiro de uma empresa

Orientador: Professor Doutor Nelson Manuel Pinho Brandão Costa Areal

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Finanças

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, __/__/__

Assinatura: _____

Agradecimentos

Gostaria, em primeiro lugar, de agradecer ao professor Doutor Néelson Areal por toda a ajuda na minha dissertação. Os seus conselhos, o seu conhecimento e a sua disponibilidade foram fundamentais para conseguir realizar este trabalho.

Em seguida, gostaria de agradecer aos meus pais, a quem tudo devo, e à minha irmã, por me permitirem dedicar-me inteiramente a este trabalho, num ambiente familiar envolto em compreensão, carinho e amizade, cuja importância não poderia ser maior.

Devo também um obrigado muito especial à Marta, minha namorada, por não me deixar perder o foco, e por procurar sempre que eu dê mais de mim, seja mais exigente e mais trabalhador.

Um obrigado muito especial ainda para o Cláudio, por toda a ajuda dada, tanto a nível informático como econométrico, para além da amizade e do companheirismo, que me permitiu concluir este trabalho a tempo.

Por último, não posso ainda deixar de agradecer aos meus amigos, colegas, restantes professores e outros que, de forma mais ou menos direta, me ajudaram na realização deste trabalho.

Resumo

Num mundo cada vez mais populoso e tecnológico, acresce a necessidade de recursos naturais, o que coloca a Natureza sob grande pressão. Dessa forma, a população mundial começou a consciencializar-se de que os recursos são finitos, e que é preciso geri-los cuidadosamente. Essa consciencialização acaba também por se verificar no mundo empresarial, onde empresas com ações nefastas para o meio ambiente são penalizadas pelo público, quer através de menores receitas, quer através de piores desempenhos nos mercados financeiros, e também pelos governos, através de pesadas multas. Contudo, autores como Friedman argumentam que investimentos socialmente responsáveis (nos quais se incluem os investimentos ambientais) se tratam de problemas de agência. Dessa forma, este trabalho pretende verificar se efetivamente existe uma relação entre o desempenho ambiental e o risco financeiro, procurando também verificar qual dos argumentos teóricos poderá estar mais próximo da verdade.

Para esta dissertação foram utilizadas as bases de dados da Asset4, especificamente a lista Asset4 US e as listas DeadUS. A amostra engloba apenas empresas transacionadas nos EUA para o período entre 2002-2016. Para as medidas de risco utilizei dados entre 2002-2017 devido à necessidade de fazer testes de robustez a 24. A amostra final contempla 1172 empresas. Como variável dependente é utilizado o risco financeiro que é calculado através do desvio-padrão dos retornos, do prémio de risco de mercado dos modelos CAPM, Fama e French de 3 e 5 fatores e Carhart de 4 fatores, e através da assimetria e do semi-desvio-padrão, sendo o desempenho ambiental a principal variável independente em estudo.

Para a análise utilizei um modelo OLS, um modelo de efeitos fixos de empresa e um modelo 2SLS. Os resultados obtidos indicam que não há relação entre o desempenho ambiental e o risco total de uma empresa, tal como também não encontro evidência estatística de alguma relação entre o desempenho ambiental e o risco de perda. No entanto, há uma relação positiva e estatisticamente significativa entre o desempenho ambiental e o risco sistemático. Este estudo comprova ainda que não existe evidência estatística de que o desempenho ambiental tenha impacto diferenciado em empresas com melhores ou piores desempenhos ambientais.

Abstract

Since the end of the second World War, the earth's population has grown significantly. The needs of such population have put the planet under big pressure. The natural resources are scarce, and some of them are finite. If we push the planet too hard, we may end up causing irreversible environmental damages. The world's population has noticed this problem and in the need of a cautious management of the resources. This growing awareness also applies to the business world, where investors penalize firms with poor environmental practices. This penalization occurs via a lower demand and revenues, through fines and law suits, as well as through lower reputation. However, Friedman infers that social responsible investments (which include environmental investments) are agency problems. With this work, I seek to investigate if there is a relationship between corporate environmental performance and firm risk and which arguments better suit the empirical evidence.

I used the Asset4 database, specifically the Asset4 US and the six lists of DeadUS companies. The sample includes 1172 US firms for the 2002-2016 time period. For risk measures I used data between 2002-2017. I also calculated the risk measures for a 24-month period as robustness check. As proxies for financial risk I used the CAPM's market risk premium, the market risk premium of the Fama and French 3 and 5 factor models, the market risk premium of the Carhart 4 factor model, the standard deviation, the skewness of the returns and the downside standard deviation. The main independent variable is corporate environmental performance.

In my analysis, I perform an OLS regression controlled with year and industry dummies, a fixed effects model with firm fixed effects and a 2SLS model. I found no statistical evidence of a relationship between corporate environmental performance and total and downside risk, however I found a positive relationship between corporate environmental performance and systematic risk. I also didn't find evidence of a different relationship between corporate environmental performance and firm risk for top and bottom companies in environmental issues.

Índice

| | |
|-------------------------------------|------|
| Agradecimentos..... | iii |
| Resumo..... | v |
| Abstract..... | vii |
| Lista de abreviaturas e Siglas..... | xi |
| Índice de Tabelas | xiii |
| 1. Introdução | 2 |
| 2. Revisão da literatura | 7 |
| 2.1 Formulação de hipóteses..... | 12 |
| 3. Metodologia | 16 |
| 3.1 Dados | 19 |
| 4. Resultados..... | 22 |
| 4.1 Estatística descritiva | 22 |
| 4.2 Modelos multivariados | 27 |
| 4.3 Testes de robustez..... | 38 |
| 4.4 Discussão..... | 41 |
| 5. Conclusão | 46 |
| Bibliografia | 48 |
| Anexos | 52 |

Lista de abreviaturas e Siglas

CAPM – Capital Asset Pricing Model

DAE – Desempenho Ambiental Empresarial

DFE – Desempenho Financeiro de uma Empresa

DSE - Desempenho Social Empresarial

EUA – Estados Unidos da América

ISR – Investimentos Socialmente Responsáveis

RAE – Responsabilidade Ambiental de uma Empresa

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Estatística descritiva | 23 |
| Tabela 2 - Número de observações por ano da variável ENVSCORE | 25 |
| Tabela 3 - Correlação entre as variáveis | 26 |
| Tabela 4 - Regressão por OLS | 29 |
| Tabela 5 - Regressão por efeitos fixos de empresa | 31 |
| Tabela 6 - Regressão por 2SLS | 34 |
| Tabela 7 - Análise topo/fundo por efeitos fixos | 36 |
| Tabela 8 - Análise topo/fundo pelo método 2SLS | 37 |
| Tabela 9 - Modelo de efeitos fixos calculado através de retornos por 24 meses | 38 |
| Tabela 10 - Modelo 2SLS com medidas de risco calculadas por 24 meses | 40 |
| Tabela 11 - Variáveis de controlo e código do datastream | 52 |
| Tabela 12 - Número de observações por indústria | 53 |
| Tabela 13 - Teste de heteroscedasticidade para as regressões OLS | 55 |
| Tabela 14 - Testes de autocorrelação | 57 |
| Tabela 15 - Teste de Hausman | 58 |
| Tabela 16 - Estatísticas do modelo 2SLS | 59 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Distribuição da variável ENVSCORE | 24 |
|--|----|

1. Introdução

Com as várias crises que o capitalismo gerou, ao longo das últimas décadas, ficaram patentes as fragilidades do sistema. A persecução do lucro não pode ser feita a qualquer custo sob pena de causar demasiados danos, quer a nível social, quer ambiental e até económico. Crises financeiras podem transformar-se em crises económicas e sociais, como ficou bem patente na Grande Depressão dos anos 30 e na crise do *sub-prime*, esta bastante recente e cujos efeitos ainda hoje se sentem. Sobre as causas e consequências dessas crises há uma série de estudos já publicados¹ de forma a ajudar a perceber o que se passou e evitar que tais acontecimentos se repitam. Contudo, menos estudadas pela literatura financeira têm sido as crises ambientais, as quais deixam marcas, por vezes indeléveis, nos ecossistemas. Do ponto de vista económico-financeiro isto poderia não ser tão grave se não afetasse a captação de recursos e a sustentabilidade dos mesmos, o que afeta as economias e as sociedades. Os recursos naturais são fundamentais em todo o processo económico pois são indispensáveis ao processo produtivo, quer como matéria-prima, quer como recurso energético. Dessa forma, alterações bruscas na sua oferta podem causar impactos significativos nas economias. Caso disso foi a crise petrolífera de 1973, que colocou fim a um período de prosperidade de 30 anos. Com a redução acentuada da oferta de um recurso natural, os custos de produção subiram abruptamente, devido ao aumento do preço do mesmo, o que teve um grande impacto económico. Apesar dessa crise ter sido causada por decisões políticas, nem sempre esse é o caso. E, dessa forma, tornou-se cada vez mais importante assegurar a sustentabilidade do planeta. Com o desenvolvimento industrial, iniciado em finais do século XVIII com a revolução industrial, tem havido uma necessidade cada vez maior de recursos naturais. O aumento da população tem também colocado desafios crescentes a um planeta finito, ou seja, com recursos limitados. Alguns desses recursos são renováveis, mas muitos deles não o são. Como tal, a partir de determinada altura, começaram-se a colocar questões sobre a sustentabilidade. Em finais de século XVIII, já Thomas Malthus escrevia sobre as suas preocupações, ao afirmar que “a população cresce segundo uma progressão geométrica e a produção de alimentos cresce segundo uma progressão aritmética” (Malthus, 1798). É verdade que nas suas ideias Malthus não incluiu o progresso técnico e tecnológico, mas está correto ao afirmar que é necessário haver um equilíbrio entre os recursos e a sua utilização,

¹Por exemplo, este assunto é debatido por Foster e Magdoff (2009) no seu livro “The Great Financial Crisis: Causes and Consequences”

caso contrário isso conduzirá a situações de escassez. Essa consciência foi-se desenvolvendo sobretudo em finais do século XX devido ao enorme crescimento populacional e económico que decorreu desde o final da segunda Grande Guerra. Desastres ambientais como Chernobyl, em 1986, e o derrame petrolífero no Golfo do México, em 2010, causaram impactos severos na fauna, flora, e nas economias e sociedades desses locais. Ecossistemas ficaram destruídos, locais ficaram inabitáveis e muitas pessoas perderam o seu trabalho devido à destruição dos recursos que lhes permitiam sobreviver. Devido também a esses fatores, surgiu uma necessidade cada vez maior de regulamentar as atividades empresariais de forma a evitar novos desastres e evitar o esgotamento dos recursos. Nos países desenvolvidos, sobretudo na Europa e na América do Norte, existem leis rígidas que regulamentam a atividade empresarial e o seu impacto a nível ambiental. Pesadas coimas foram atribuídas a várias empresas por desrespeito dessas legislações, sendo as fraudes das emissões poluentes por parte de automóveis (*dieselgate*) um dos casos mais recentes. Essas coimas acabam por afetar severamente os resultados dessas empresas, o que altera a sua situação financeira. Dessa forma, empresas com comportamentos negativos para o ambiente poderão não ser tão rentáveis a médio-prazo, pois apesar de tecnologias e processos produtivos ambientalmente mais responsáveis serem dispendiosos, estes poderão reduzir o impacto ambiental da atividade das empresas. Assim sendo, estas ficarão mais adaptadas às rígidas legislações ambientais, o que diminui a probabilidade de as mesmas não serem cumpridas, o que poderá evitar o pagamento de elevadas multas. Como tal, empresas menos amigas do ambiente poderão apresentar um risco diferente, já que a probabilidade de serem penalizadas é maior do que a das empresas mais amigas, o que irá prejudicar os seus resultados. Para além disso, há ainda o impacto causado na imagem da empresa e na confiança dos consumidores. A Volkswagen, por exemplo, que foi uma das empresas implicadas no caso das emissões poluentes, viu a sua imagem fortemente afetada, sendo obrigada a compensar os consumidores pelos seus comportamentos. Para além disso, foi ainda forçada a rever o seu processo produtivo e a intervir nos carros, podendo ainda ter de enfrentar clientes e associações de defesa dos consumidores em tribunal. Dessa forma, o prejuízo causado não foi só a multa, mas também os danos causados à imagem e as compensações aos consumidores, o que levou a que a empresa apresentasse prejuízos significativos no ano fiscal de 2015, com os custos e provisões do *dieselgate* a superarem os 16 mil milhões de euros (Público, 2016, para. 2). A Volkswagen, uma das marcas líder de vendas de carros a nível mundial², poderá ver a sua imagem fortemente

² segundo dados de 2016, é mesmo a empresa líder a nível mundial (Motor 24, 2017, para. 1)

afetada, sendo que estes danos, difíceis de mensurar, poderão ser extremamente significativos. A Volkswagen passa a contar no seu currículo com condenações por informação fraudulenta e danos ao meio ambiente, pois foi uma das 11 empresas implicadas no *dieselgate* que, devido aos seus veículos excessivamente poluentes, terá causado poluição que terá sido responsável por cerca de 38000 mortes (Anenberg et al., 2017). Todos esses danos à imagem da empresa acabam por afetar a sua relação com os acionistas e com os *stakeholders* (partes interessadas), já que não é benéfico para eles estarem relacionados com uma empresa que esconde informação e comete fraudes. Para os acionistas é prejudicial pois com menos informação estão mais expostos a riscos, pois é mais difícil ter uma visão real da verdadeira situação da empresa. Já os *stakeholders* sentem-se prejudicados pela poluição emitida e também se poderão sentir lesados pela fraude praticada. Citando Metcalf, Mackelprang e Galbreth (2016), pp. 11, “os acionistas preocupam-se com as futuras implicações legais e financeiras, enquanto as populações locais se preocupam com questões de saúde humana”. Como tal, é de esperar que empresas com melhor desempenho ambiental possam apresentar um risco financeiro diferente. Os mesmos autores ainda referem que empresas com menor risco ambiental apresentam um menor nível de risco não-sistemático.

Considerando todos os fatores já referidos, e a existência de poucos estudos sobre a matéria, entendi ser importante e interessante abordar a temática do impacto do desempenho ambiental de uma empresa no risco financeiro da mesma. Este estudo assume cada vez mais relevância num mundo em que os recursos são muito escassos face às cada vez maiores necessidades da população mundial. Existe também uma crescente consciencialização dessas dificuldades, o que faz aumentar a procura por produtos e energias amigas do ambiente. Irei utilizar um índice ambiental bastante abrangente de forma a mitigar um dos problemas existentes na literatura sobre o tema, que se trata da falta de consenso e da existência de um índice que contenha informação sobre os diversos aspetos ambientais. Dessa forma, irei averiguar se o risco financeiro de uma empresa é influenciado pelo seu desempenho ambiental, sendo esse o principal objetivo do meu trabalho. Para além disso, procuro também averiguar quais dos argumentos teóricos se encontram mais próximos da realidade, e ainda verificar se empresas mais e menos poluentes apresentam riscos financeiros diferentes.

O restante deste trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: na secção 2 é apresentada a revisão de literatura sobre o tema e descrita a formulação de hipóteses, a secção

3 caracteriza-se pela descrição da metodologia e dos dados utilizados, a secção 4 prende-se com a apresentação e discussão dos resultados obtidos, sendo a secção 5 destinada à conclusão.

2. Revisão da literatura

A responsabilidade ambiental é uma das componentes da responsabilidade social das empresas e da sustentabilidade empresarial (Cai et al., 2016). Já há algumas décadas que vem sendo debatido o tema de uma possível relação entre a responsabilidade social e o desempenho financeiro das empresas, sendo que a diversidade de opiniões e resultados tem ficado bem patente. Estudos como o de McGuire et al (1988) defendem que existe uma relação positiva entre a responsabilidade social das empresas e o seu desempenho financeiro, ao passo que outros como o de Friedman (1970) defendem que iniciativas sociais por parte das empresas afetam negativamente o seu desempenho financeiro. Há ainda outras opiniões, como a de McWilliams e Siegel (2000) que defendem uma relação neutra entre a responsabilidade social e o desempenho financeiro das empresas, ou seja, que não há um efeito de causalidade entre as duas variáveis. Vários outros autores se têm juntado a este debate, tomando partido das diferentes posições, de forma que, atualmente, não é possível encontrar um consenso na literatura sobre esta temática.

Friedman (1970) é um dos principais defensores de que ISR (Investimentos Socialmente Responsáveis) apenas trarão efeitos negativos ao desempenho financeiro de uma empresa. Friedman defende que as empresas apenas têm responsabilidades para com os seus acionistas, sendo a sua missão a de aumentar a riqueza dos mesmos. Dessa forma, investimentos em iniciativas de carácter social por parte das empresas tratam-se, segundo o mesmo, de problemas de agência, em que os gestores desviam riqueza dos acionistas para investirem em iniciativas sociais do seu interesse. Usando os gastos em controlo da poluição como *proxy* para ISR, Mahapatra (1984) afirma que “os investidores veem os gastos em controlo de poluição como um desperdício de recursos que poderiam ter sido investidos de forma lucrativa”.

Já Cornell e Shapiro (1987) defendem que a relação de uma empresa com os seus *stakeholders* tem um impacto significativo no resultado financeiro. Segundo os mesmos, as relações de uma empresa dividem-se em relação explícitas e relações implícitas. Dessa forma, atuar ao nível social e ambiental poderá trazer benefícios explícitos que superem os custos destas medidas, visto que trará ganhos de imagem, reputação, entre outros, que por vezes são pouco considerados pela teoria económica. Falhar ao nível das reclamações implícitas poderá prolongar o efeito no tempo, já que os agentes económicos desconfiarão da empresa, mesmo para diferentes produtos. A reforçar esta posição McGuire et al (1988) afirmam que as empresas que tentem

reduzir os seus custos implícitos através da redução do investimento em iniciativas sociais e ambientais poderão ver os seus custos explícitos aumentar.

Por outro lado, existem autores que afirmam que não existe relação entre a responsabilidade social e o desempenho financeiro das empresas. McWilliams e Siegel (2000) são uns dos defensores desta visão, ao defenderem que os estudos anteriores apenas conseguem chegar a conclusões diferentes devido à má formulações dos modelos, nomeadamente à não inclusão de variáveis explicativas relevantes. Auperle, Carrol e Hatfield (1985) demonstram que não há relação entre o desempenho social e o lucro de uma empresa, sendo que, segundo os mesmos, os estudos anteriores focam-se em amostras muito restritas e particulares, como as 14 empresas usadas por Moskowitz (1972), para além de apresentarem erros metodológicos, como horizontes temporais bastante curtos e não controlarem para o risco. Oferecendo a opinião de que não existe relação entre ISR e o desempenho financeiro de uma empresa (DFE), McWilliams e Siegel (2001) apresentam o argumento microeconómico de que num mercado livre e competitivo não é possível obter lucros económicos pois, caso uma empresa consiga obter retornos superiores devido ao seu nível de ISR, estes retornos superiores rapidamente deixarão de existir devido à entrada de novas empresas no mercado ou através da alteração dos ISR das existentes para níveis iguais, até se atingir um ponto de lucro nulo. Para além disso, há autores que dividem a sua análise da relação entre ISR e desempenho financeiro. Por exemplo, Oikonomou, Brooks e Pavelin (2012) dividem os comportamentos sociais em responsáveis e irresponsáveis, e concluem que comportamentos socialmente responsáveis não conduzem a um menor nível de risco financeiro, mas que comportamentos socialmente irresponsáveis aumentam o risco financeiro de uma empresa.

Há ainda autores que afirmam que ISR podem conduzir mesmo a uma diminuição dos custos de uma empresa. McGuire et al (1988) afirmam que isso pode ocorrer pois empresas com melhor desempenho ambiental têm menos tendência a enfrentar multas e processos em tribunal. Porte e Van der Linde (1995) defendem que empresas que adotem processos mais amigos do ambiente acabam por reduzir os seus custos, pois necessitam de menos matérias-primas, menos espaço para as armazenar e também menores custos de transporte. Para além disso, investimentos nesses processos poderão gerar ativos intangíveis que poderão fortalecer a sua posição competitiva e permitir à empresa cobrar um preço *premium* pelos seus produtos.

No que toca à relação entre a responsabilidade ambiental de uma empresa (RAE) e o desempenho financeiro, também não existe um consenso na literatura, até porque a RAE é uma das vertentes da responsabilidade social das empresas, como já enunciado anteriormente. Esta relação em particular tem sido alvo de uma atenção crescente nos últimos anos devido, sobretudo, à maior consciência ambiental por parte das comunidades. Horváthová (2010) analisou um conjunto de estudos existentes através de uma meta-análise e concluiu que 55% dos estudos por ele analisados demonstram uma associação positiva entre o desempenho ambiental de uma empresa e o seu desempenho financeiro. 30% desses estudos demonstram que não há relação entre os dois níveis de desempenho e 15% afirma que há uma relação negativa entre o desempenho ambiental e o desempenho financeiro de uma empresa. Klassen e McLaughlin (1996) afirmam que não só eventos ambientais positivos causam um melhor desempenho financeiro por parte das empresas, como maus desempenhos ambientais causam um impacto negativo no desempenho financeiro. Wahba (2007) concluiu que a RAE é um regressor importante no desempenho financeiro de uma empresa, não podendo ser excluído dos modelos. Derwall, Guenster, Bauer e Koedijk (2005) demonstraram que empresas com maior responsabilidade ambiental proporcionam retornos superiores aos seus acionistas que empresas com piores desempenhos nesse capítulo. Já Russo e Fouts (1997) defendem que existe uma relação positiva entre o desempenho ambiental e o lucro económico, mas que essa relação é moderada pelo nível de crescimento da indústria, sendo esta relação mais significativa em indústrias de rápido crescimento.

Por outro lado, existem opiniões de que não compensa fazer esforços para reduzir o impacto ambiental de uma empresa. Mahapatra (1984) concluiu que os investidores não reconhecem valor na redução da poluição por parte das empresas e, como tal, estas não o devem fazer, para além do estipulado por lei. Já King e Lenox (2001) encontraram evidência de que existe relação entre o desempenho ambiental e o desempenho financeiro, mas não conseguiram demonstrar que essa relação fosse significativa. Através da utilização de efeitos fixos e efeitos aleatórios, foi-lhes perceptível que o tipo de modelo e o tipo de análise realizado alterava as conclusões, pois os estimadores alteravam a sua significância³. Assim sendo, para os autores a questão de “Quando compensa ser verde?” é mais importante que a questão “Compensa ser verde?”. Já Barnett e Salomon (2012) demonstraram que a relação entre o desempenho social de

³ por exemplo, as emissões por indústria não eram estatisticamente significantes para o modelo de efeitos fixos, mas eram-no a um nível de 5% para o modelo de efeitos aleatórios.

uma empresa e o seu desempenho financeiro é em forma de U, ou seja, as empresas com fracos desempenhos sociais apresentam um melhor desempenho financeiro que as empresas com desempenhos sociais médios. Contudo, as empresas com melhores desempenhos sociais são as que apresentam os melhores desempenhos financeiros.

No que toca especificamente à relação entre o desempenho ambiental e o risco financeiro, não há muitos estudos sobre o tema. Um dos primeiros autores a conseguir estabelecer uma relação entre essas variáveis foi Spicer (1978), que utilizou o controlo de poluição de uma empresa como *proxy* para desempenho social. Spicer concluiu que empresas com melhor controlo da poluição apresentavam, entre outros aspetos financeiros, risco sistemático e risco total menor. No entanto, o seu estudo foi criticado por Chen e Metcalf (1979), que afirmam que o estudo de Spicer apresenta vários erros. Desde logo, que as suas conclusões são erradas para duas das variáveis analisadas (precisamente risco total e risco sistemático) para o nível de significância utilizado (5%). Para além disso, adicionaram o tamanho de empresa ao modelo de Spicer como variável de controlo e os resultados mudaram radicalmente, deixando de existir relação entre o controlo de poluição e o desempenho financeiro da empresa. Apesar da crítica, as conclusões dos modelos poderiam estar distorcidas devido à inclusão de nenhuma (no caso de Spicer) ou apenas uma variável de controlo (no caso de Chen e Metcalf), e ainda devido ao facto de apenas efetuarem a análise para uma indústria, neste caso a indústria do papel. Estudos mais recentes, mais completos, demonstraram que poderá haver uma relação negativa entre o risco financeiro e o desempenho financeiro. Muhammad, Scrimgeour, Reddy e Abidin (2015) analisaram o caso da indústria australiana e concluíram que há uma relação negativa entre o desempenho ambiental de uma empresa e o seu risco não-sistemático e risco de perda, mas não encontraram relação entre o desempenho ambiental e o risco sistemático. Já a Cai et al (2016), ao focarem a sua análise em empresas norte-americanas, foi-lhes possível concluir que existe uma forte relação negativa entre a responsabilidade ambiental de uma empresa e o seu risco financeiro, sendo que iniciativas ecológicas tendem a conduzir a uma diminuição do risco. Estas conclusões são ainda reforçadas por Salama, Anderson e Toms (2011) que, ao analisarem uma possível relação entre responsabilidade ambiental e risco sistemático nas empresas britânicas, concluíram que existe uma relação negativa e estatisticamente significativa, apesar de esta ser apenas de -0,028. Apesar disso, existem estudos com outro tipo de resultados. Sharfman e Fernando (2008) estudaram a relação entre a gestão do risco ambiental de uma empresa e o seu custo de capital. Através da sua análise concluíram que empresas com melhor gestão ambiental apresentavam um custo de

capital mais baixo, mas o seu custo da dívida era superior. Já Metcalf, Mackelprang e Galbreth (2016) analisaram o impacto da poluição no risco não sistemático de uma empresa e não encontraram uma relação direta entre as mesmas, mas sim entre o risco não sistemático e o risco ambiental de uma empresa, que engloba não só a poluição, mas também a exposição humana à mesma e da comunidade onde esta ocorre.

A diversidade de resultados que tem estado presente na literatura deve-se a dois fatores principais: à diferente especificação de modelos e métodos utilizados, e aos diferentes *proxies* utilizados para medir Desempenho Ambiental Empresarial (DAE) e Desempenho Social Empresarial (DSE). No que toca aos métodos, a maior parte dos autores utilizam dados e modelos econométricos para analisar uma possível relação entre DAE/DSE e DFE, existindo ainda uma minoria que analisa a relação através de argumentos teóricos (McWilliams e Siegel, 2001, por exemplo). No que toca à obtenção de dados, a metodologia utilizada é bastante diversa. Há autores que utilizam inquéritos (Spicer, 1978), outros utilizam estudos publicados (Salama et al., 2011, utilizam o inquérito da revista Management Today), outros autores utilizam diferentes bases de dados sendo que estas apresentam dados para diferentes empresas. Por exemplo, Cai et al (2016) utilizam a base de dados de Kinder, Lydenberg e Domini (KLD) e Tan, Habibullah, Tan e Shoon (2017) utilizam o Thomson Reuters datastream. Já no que toca aos *proxies*, estes são tremendamente diversos, e quase singulares, sendo que raramente o mesmo *proxy* é utilizado em mais que um estudo. Desde os gastos em controlo de poluição, passando por classificações em aspetos sociais/ambientais atribuídos por parte de publicações (como a base de dados KLD), estas medidas vão variando de estudo para estudo, nomeadamente no que concerne aos desempenhos sociais e ambientais, já que estes são bastante difíceis de medir. Dessa forma, é também expectável que os resultados sejam diferentes, e que não seja possível haver um consenso, entre os resultados dos vários estudos. Aliás, Ullmann (1985) afirma mesmo que “nesta altura, a relação entre desempenho social e desempenho financeiro será melhor descrita como dados à procura de uma teoria adequada”. Ullmann aponta ainda que os resultados inconsistentes se devem a 3 razões: falha na teoria, má definição das variáveis chave e deficiências nas bases de dados utilizadas.

2.1 Formulação de hipóteses

Um melhor desempenho ambiental por parte de uma empresa acarreta uma série de benefícios, tais como reputacionais, financeiros e económicos.

No que concerne aos aspetos reputacionais, um melhor desempenho ambiental por parte de uma empresa é valorizado pela sociedade, proporcionando mesmo ganhos de reputação (Miles e Covin, 2000). Atualmente existe bastante preocupação, sobretudo no mundo desenvolvido, para com o meio ambiente. Tal como já discutido previamente, essa preocupação tem-se acentuado a cada ano, e isso é bem patente nas diversas legislações, conferências e outros eventos que procuram especificamente debater os problemas ambientais. Exemplos dessas convenções são o protocolo de Quioto (assinado em 1997) e o acordo de Paris (assinado em 2015). Contudo, continua a haver alguma resistência por parte de algumas entidades ou países para proteger o meio ambiente. Os EUA, com a eleição de Donald Trump, decidiram abandonar o acordo alcançado em Paris, tendo estes já não feito parte do protocolo de Quioto. Apesar desses contratempos, os mercados financeiros entendem a necessidade de mudanças e tendem a premiar as empresas que façam esforços para diminuir a sua pegada ecológica e a penalizar as empresas com comportamentos nefastos para o meio ambiente. Segundo Capelle-Blancard e Laguna (2010), os mercados financeiros penalizam em 1,3% as empresas responsáveis por acidentes ambientais imediatamente após estes ocorrerem. Segundo os mesmos autores, as perdas são proporcionais aos custos sociais que esses acidentes causam, sendo que acidentes mais severos resultam também em penalizações mais severas para as empresas. Existe ainda mais um argumento que favorece as empresas com elevados investimentos ambientais, que se trata da teoria da boa gestão. Segundo Miles e Covin (2000), “a teoria da boa gestão sugere que empresas geridas de forma competente e inovadoras procuram constantemente fontes de vantagem competitiva, tal como marketing ambiental, de forma a satisfazer os consumidores e os *stakeholders* de forma a aumentar a riqueza dos accionistas.”

Os benefícios financeiros que podem ser conseguidos através de um melhor desempenho ambiental são bastante diversos. Por um lado, um melhor desempenho ambiental tende a ser premiado pelos mercados financeiros através de uma maior abertura de capital, pois falhas de gestão dos riscos ambientais poderão fazer transparecer aos investidores evidências de má gestão, de acordo com a teoria da boa gestão (McGuire et al., 1988). Por outro lado, poderá conduzir à

diminuição de gastos através de menores possibilidades de multas e processos em tribunal, como já foi debatido, mas também a uma menor probabilidade de intervenção de agências governamentais e regulatórias (Orlitzky e Benjamin, 2001), o que resulta numa maior certeza dos fluxos de caixa. Esses menores riscos são vistos pelos investidores como uma espécie de proteção do seu investimento, já que a probabilidade de flutuações negativas diminui drasticamente. (Godfrey, 2005).

No que concerne a aspetos económicos, melhores desempenhos ambientais poderão conduzir a um aumento das receitas, através de uma maior atração por parte dos consumidores e expansão para mercados com grupos de consumidores mais preocupados com o meio ambiente (Klassen e McLaughlin, 1996, Miles e Covin, 2000), o que poderá permitir a essas empresas cobrar um preço “premium”. Do ponto de vista dos custos, Porter e Van der Linde (1995) defendem que investimentos em processos produtivos mais amigos do ambiente acabam por ser rentáveis para as empresas devido à menor necessidade de inputs e redução de desperdícios.

Dessa forma, e analisando os diferentes argumentos invocados por ambas as partes, e os estudos já realizados, será de esperar que as empresas com melhores desempenhos ambientais apresentem riscos financeiros menores, quer sejam riscos sistemáticos, não sistemáticos e até menores riscos de perda, devido à maior certeza dos fluxos de caixa que as empresas ambientalmente mais responsáveis apresentam. As hipóteses que irei testar serão as seguintes:

Hipótese 1a: Empresas ambientalmente mais responsáveis apresentam menor risco sistemático,

Hipótese 1b: Empresas ambientalmente mais responsáveis apresentam menor risco total,

Hipótese 1c: Empresas ambientalmente mais responsáveis apresentam menor risco de perda,

Apesar dos benefícios que um melhor desempenho ambiental providencia, e já debatidos nesta secção, não será expectável que todas as empresas vejam o seu risco financeiro afetado de igual forma pelo desempenho ambiental. Será expectável que empresas em setores mais poluentes, como as empresas industriais, sejam mais premiadas pelos mercados financeiros e pela sociedade por realizarem esforços ambientais do que as empresas em setores menos poluentes, como o setor dos serviços. Isto deverá ocorrer pois um maior esforço por parte de uma empresa industrial terá consequências maiores para o meio ambiente, já que irá reduzir a pegada

ambiental gerada por uma atividade bastante poluente, que um maior esforço por parte de uma empresa de serviços, que se trata de um setor que, geralmente, emite uma pegada ambiental bastante reduzida (Cai et al., 2016). Como defesa desta opinião, vários estudos dividiram a sua análise da relação entre CSP e desempenho ambiental e entre risco financeiro e desempenho ambiental. Cai et al (2016) demonstraram que há uma relação negativa entre risco financeiro e desempenho ambiental para as empresas industriais, mas que essa relação é positiva para empresas do setor terciário. Para além disso, há outros estudos que comprovam que o comportamento da relação entre desempenho ambiental e risco financeiro não é uniforme (Oikonomou et al., 2012, Barnett e Salomon, 2012).

Hipótese 2a: O desempenho ambiental causa maior impacto no risco sistemático de empresas com piores desempenhos ambientais.

Hipótese 2b: O desempenho ambiental causa maior impacto no risco total de empresas com piores desempenhos ambientais.

Hipótese 2c: O desempenho ambiental causa maior impacto no risco de perda de empresas com piores desempenhos ambientais.

3. Metodologia

A metodologia desta dissertação prende-se com uma análise em painel das diferentes empresas em estudo. Procuro relacionar o risco financeiro das empresas com o desempenho ambiental, sendo a primeira a variável dependente e a segunda a principal variável independente em estudo. Para além disso, vou controlar para outras variáveis que causam impacto no risco financeiro. Fatores como o tamanho do ativo ou o grau de endividamento têm um impacto significativo no risco de uma empresa já que poderão afetar a certeza dos fluxos de caixa. Como variáveis independentes, para além do desempenho ambiental, irei então utilizar outras variáveis. As variáveis de controlo, seguindo Cai et al. (2016) serão o tamanho da empresa, dado pelo logaritmo do ativo total; rácio *market-to-book* (valor de mercado do capital próprio dividido pelo valor histórico do capital próprio); intensidade de capital; taxa de crescimento das vendas; retorno do ativo; variação do retorno do ativo e despesa em investigação e desenvolvimento (I&D). Incluirei também o rácio *debt-to-equity* (dívida sobre capital próprio, Muhammad et al., 2015), o rácio de liquidez corrente (ativo corrente sobre o passivo corrente, Salama et al., 2011) e ainda a taxa de crescimento do ativo (Salama et al., 2011). Seria interessante incluir também os gastos em publicidade como percentagem das vendas, tal como usado por outros estudos (por exemplo, Cai et al., 2016). Contudo, o Thomson Reuters datastream não proporciona dados sobre os gastos em publicidade e, como tal, não me foi possível incluir essa variável nos modelos. Dados sobre as variáveis de controlo encontram-se na Tabela 4⁴.

Neste trabalho utilizo diferentes medidas de risco financeiro. Essas medidas são a volatilidade, dada pelo desvio-padrão dos retornos, o prémio de risco de mercado do CAPM, o prémio de risco de mercado dos modelos de 3 fatores de Fama e French e Carhart de 4 fatores (1997), tal como usado por Cai et al. (2016), pois são medidas amplamente utilizadas pela literatura. No que toca ao CAPM, o beta do prémio de risco de mercado deste modelo é a medida de risco mais utilizada, sendo esse fator a única medida de risco sistemático do modelo (Estrada, 2002). A grande utilização deste modelo deve-se à sua simplicidade e à sua validade empírica (Muhammad et al, 2015). Ao utilizar estas medidas conseguirei ainda efetuar comparações dos meus resultados com os de estudos anteriores (Cai et al., 2016, Muhammad et al., 2015, Salama et al., 2011). Para além dessas medidas, utilizarei o modelo de 5 fatores de Fama e French (2015)

⁴ Ver Anexos

que, ao introduzir mais variáveis de controlo, aumenta o poder explicativo de modelo, quando comparado com o modelo de 3 fatores. O prémio de risco de mercado do modelo CAPM (introduzido por Sharpe, 1964, Lintner, 1965 e Mossin, 1966), tal como o dos modelos de 3 e 5 fatores de Fama e French e do modelo Carhart de 4 fatores dão uma medida do risco sistemático da empresa. Estudos mais recentes afirmam ainda que o risco não sistemático também importa, devido ao facto de muitos investidores não terem uma carteira completamente diversificada (Fu, 2009). Assim, utilizarei a volatilidade, dada pelo desvio-padrão dos retornos, como medida do risco total de uma empresa. Para além das medidas de risco mais tradicionais, irei também utilizar o risco de perda como uma das medidas de risco financeiro, seguindo a metodologia aplicada por Oikonomou et al. (2012), Muhammad et al. (2015) e Cai et al. (2016). Estas medidas poderão ser extremamente úteis para os investidores já que, geralmente, estes são mais sensíveis aos movimentos inferiores dos retornos (perdas) do que aos movimentos superiores (Oikonomou et al., 2012). Para além do mais, os mesmos autores afirmam que as distribuições dos retornos não são simétricas, o que torna medidas como o desvio-padrão ineficientes, pois ocorrerá um de dois efeitos: ou os retornos negativos dominarão os positivos, ou os positivos dominarão os negativos. Oikonomou et al. (2012) argumentam ainda que, em caso de as distribuições serem simétricas, as medidas de risco de perda produzirão o mesmo resultado que as medidas de risco tradicionais. Dessa forma, incluirei o semi-desvio-padrão e a assimetria (*skewness*) das distribuições dos retornos como medidas do risco de perda. Escolhi essas 2 medidas já que dão informação acerca da distribuição dos retornos. Ou seja, no caso da *skewness* indica se uma distribuição tem assimetria para a esquerda (mais retornos negativos do que positivos) ou se tem assimetria para a direita (mais retornos positivos do que negativos). No caso do semi-desvio-padrão, esta trata-se de uma medida que indica a parte inferior dos retornos, ou seja, apenas a perda dos retornos de uma empresa face aos seus retornos médios. Trata-se de uma medida especialmente útil para investidores avessos ao risco, pois estes poderão estar interessados apenas na volatilidade negativa dos retornos (Cai et al., 2016) e que não é fornecida pelo desvio-padrão, já que este fornece uma medida do risco total, isto é, captura os retornos positivos e negativos das ações de uma empresa.

Para calcular os retornos de uma ação utilizei a seguinte fórmula:

$$R_{i,t} = (RI_{i,t} - RI_{i,t-1}) / RI_{i,t-1}$$

Sendo que $R_{i,t}$ é o retorno da empresa i no dia t ; $RI_{i,t}$ é o índice de rendibilidade fornecido pelo datastream da Thomson Reuters para a empresa i no dia t .

Em seguida procedi à estimação dos prémios de risco de mercado dos diferentes modelos. Para conseguir obter esses coeficientes utilizei as seguintes fórmulas:

$$\text{CAPM: } r_{i,t} - rf_t = \alpha + \beta (r_{m,t} - rf_t) + u_{i,t}$$

$$\text{Fama e French 3 fatores: } r_{i,t} - rf_t = \alpha + \beta_1 \text{Mercado}_t + \beta_2 \text{SMB}_t + \beta_3 \text{HML}_t + u_{i,t}$$

$$\text{Carhart 4 fatores: } r_{i,t} - rf_t = \alpha + \beta_1 \text{Mercado}_t + \beta_2 \text{SMB}_t + \beta_3 \text{HML}_t + \beta_4 \text{Momentum}_t + u_{i,t}$$

$$\text{Fama e French 5 fatores: } r_{i,t} - rf_t = \alpha + \beta_1 \text{Mercado}_t + \beta_2 \text{SMB}_t + \beta_3 \text{HML}_t + \beta_4 \text{CMA}_t + \beta_5 \text{RMW}_t + u_{i,t},$$

sendo que $r_{i,t}$ é o retorno da empresa i no período t , rf é o retorno do ativo isento de risco, mercado é o prémio de risco de mercado de Fama e French, SMB (*small minus big*) é a diferença de rendibilidades entre as empresas grandes e pequenas, HML (*high minus low*) é a diferença de rendibilidades entre empresas com elevado rácio *book-to-market* e com valores baixos para esse rácio, Momentum é a diferença de rendibilidades entre empresas rendibilidades elevadas no período anterior e empresas com rendibilidades baixas, CMA (*conservative minus aggressive*) é a diferença de rendibilidades entre empresas com elevado e baixo investimento e RMW (*robust minus weak*) é a diferença de rendibilidade entre empresas com elevado e baixo lucro.

Nos diversos modelos em análise as variáveis explicativas encontram-se desfasadas um período em relação à variável dependente. Dessa forma garanto um efeito de causalidade na variável dependente, sendo que o mercado já teve tempo para receber a informação sobre as diversas variáveis independentes (tamanho do ativo, ROA, etc.) e ajustar as suas expetativas de risco. Este procedimento já foi utilizado nos estudos anteriores que se debruçaram sobre esta temática (Cai et al., 2016, Muhammad et al., 2015).

Para análise do impacto do desempenho ambiental no risco financeiro irei utilizar o seguinte modelo econométrico:

$$MR_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \text{CEP}_{i,t-1} + \beta_2 \log \text{AT}_{i,t-1} + \beta_3 \text{MTB}_{i,t-1} + \beta_4 \text{AG}_{i,t-1} + \beta_5 \text{RD}_{i,t-1} + \beta_6 \text{CI}_{i,t-1} + \beta_7 \text{ROA}_{i,t-1} + \beta_8 \text{chg_ROA}_{i,t-1} + \beta_9 \text{SG}_{i,t-1} + \beta_{10} \text{CR}_{i,t-1} + \beta_{11} \text{DY}_{i,t-1} + \beta_{12} \text{D2E}_{i,t-1} + \beta_{13} \text{DA} + \beta_{14} \text{DI} + u_{i,t};$$

onde $MR_{i,t}$ representa a medida de risco utilizada (volatilidade dos retornos, beta de prémio de risco de mercado do CAPM, beta de prémio de risco de mercado dos modelo de 3 e 5 fatores de Fama

e French, beta de prémio de risco de mercado do modelo Carhart de 4 fatores e risco de perda), $CEP_{i,t}$ representa o desempenho ambiental da empresa, $\log AT_{i,t}$ representa o logaritmo do ativo total, $MTB_{i,t}$ representa o rácio *market-to-book*, $AG_{i,t+1}$ representa o crescimento do ativo, RD representa a investigação e desenvolvimento, CI representa a intensidade de capital, ROA é o retorno do ativo, chg_ROA é a variação do retorno do ativo, SG é o crescimento das vendas, CR é a liquidez corrente, DY representa o rácio de pagamento de dividendos, D2E é a dívida sobre o valor histórico do capital próprio. DA e DI são *dummies* de ano e indústria, respetivamente, e $u_{i,t}$ representa o termo de erro.

Irei utilizar diferentes modelos econométricos para analisar as minhas hipóteses. Em primeiro lugar irei utilizar uma regressão OLS, a qual tem por base o método da minimização dos mínimos quadrados. De seguida, e devido às ineficiências do OLS, estimarei um modelo de efeitos fixos, o qual tem em conta os efeitos não observados das empresas. Para tentar reduzir os problemas de endogeneidade utilizo uma variável instrumental e o método de regressão em dois passos (2SLS). Mais detalhes sobre os diferentes modelos serão apresentados na secção 4.2.

Para testar a hipótese 2 de que iniciativas ambientais causam maior impacto em empresas com piores desempenhos ambientais reduzirei a minha amostra aos 20% com melhor desempenho ambiental e aos 20% com pior desempenho ambiental. Em seguida irei criar uma *dummy*, a qual será se a empresa pertence aos 20% com melhor desempenho ambiental e verificarei se essa *dummy* é estatisticamente significativa.

3.1 Dados

Os dados para esta dissertação foram retirados das listas Asset4US e das listas DeadUs através do datastream da Thomson Reuters⁵, garantindo assim que na amostra estão incluídas empresas vivas e mortas (evitando-se o problema do viés de sobrevivência). Apenas foram incluídas empresas com dados para a variável ENVSCORE, que tenham sido transacionadas nos EUA e cujos instrumentos financeiros se tratassem de ações ordinárias. A variável ENVSCORE contempla 3 dimensões ambientais: redução de recursos, inovação de produto e emissões. Como

⁵ O datastream da Thomson Reuters disponibiliza 6 listas de empresas mortas nos EUA, sendo essas listas numeradas da DeadUs1 até à DeadUs6.

se trata de um índice extremamente amplo, e dado que a literatura se divide bastante na variável ambiental utilizada, decidi utilizar um indicador mais global, que comporte as várias dimensões ambientais que uma empresa tem. Dessa forma, aumento a abrangência da minha análise, procurando uma relação mais global entre o desempenho ambiental e o risco financeiro, não me cingindo a aspetos específicos de cada uma das dimensões. Por exemplo, se escolhesse utilizar apenas o montante de emissões poluentes produzidos por uma empresa, poderia não dar a devida importância a aspetos como a inovação do produto e de processos e a redução dos recursos utilizados, que são também indicativos do esforço que uma empresa faz para proteger o meio ambiente. Aliás, como demonstrado por Tan et al. (2017), nalgumas indústrias há aspetos ambientais que causam impacto no desempenho financeiro, e outros não. Por exemplo, os autores demonstraram que no setor da restauração, a inovação do produto tem impacto no desempenho financeiro, enquanto que a redução de emissões e a redução dos recursos não têm. Dessa forma, entendi ser a melhor decisão utilizar um indicador mais global, neste caso o ENVSCORE.

Após retirar as empresas com dados para a variável ENVSCORE, excluí da minha base de dados as empresas que não possuíam dados para todas as variáveis de controlo, o que impossibilitaria uma análise completa. Neste ponto, a minha amostra contemplava 1526 empresas. Em seguida retirei o CUSIP⁶ para poder cruzar as informações do datastream com as informações da CRSP (Center for Research in Security Prices). O objetivo deste cruzamento passava por ter uma maior garantia de que as empresas na base de dados cumpriam os critérios acima especificados, ou seja, que eram transacionadas nos EUA e que se tratavam de ações “ordinárias”, pois os dados disponibilizados pelo datastream da Thomson Reuters não permitiam efetuar essa validação. Esta informação da CRSP foi muito importante porque permitiu excluir empresas com mais do que uma classe de ações. Por exemplo, na base de dados constavam a Liberty Media starz.A e Liberty Media starz.B. Assim foi-me possível excluir a Liberty Media starz.B e manter apenas a Liberty Media starz.A. Exemplos como esse repetiam-se para outras empresas, sendo que excluí 10 empresas através desse método.

Já no que toca às medidas de risco, retirei os retornos diários para o período entre 2002-2017 através do datastream da Thomson Reuters. Já no que toca aos fatores dos modelos de 3 e 5 fatores de Fama e French e do modelo Carhart de 4 fatores retirei os dados diários referentes à América do Norte através do website do professor Kenneth French para o mesmo período.

⁶ O CUSIP trata-se de um código de 9 dígitos usado para identificar um ativo financeiro norte-americano.

Novamente fi-lo utilizando o datastream da Thomson Reuters. Contudo, dadas as especificidades do datastream⁷, necessitei de retirar uma outra variável, de forma a poder excluir feriados e os dias em que as ações de cada empresa não foram transacionadas. Posteriormente, após a limpeza completa dos dados (ou seja, eliminação dos dias em que as ações das empresas não foram efetivamente transacionadas), foi-me possível calcular as medidas de risco anuais através dos retornos diários das empresas.

Por último, precisei de retirar as empresas que não tivessem dados para os seus retornos diários e que não tivessem dados para as variáveis de controlo do período anterior. No final, fiquei com 6250 observações anuais para 1172 empresas.

⁷ A variável RI do datastream replica o último resultado disponível caso a empresa não tenha sido transacionada por algum motivo particular (feriados, retirada de transação, etc.). Dessa forma, retirei a variável P#S que não apresenta valores para esses dias para poder verificar quais os dias em que não teria efetivamente ocorrido transações, o que me permitiu eliminar os dados repetidos pelo RI do datastream.

4. Resultados

Nesta secção vão ser apresentados e discutidos os resultados obtidos. Em primeiro lugar apresento a estatística descritiva das diferentes variáveis e, em seguida, apresento a tabela dos coeficientes de correlação das mesmas. Depois apresento os resultados das regressões e das estimações efetuadas, começando por abordar um modelo OLS, sendo elaborado, em seguida, um modelo de efeitos fixos com erros-padrão robustos. Posteriormente elaboro um modelo 2SLS para tentar diminuir o problema da endogeneidade. Os vários modelos utilizados permitir-me-ão concluir se existe relação entre o desempenho ambiental e o desempenho financeiro. São ainda efetuados testes de robustez com as medidas de risco elaboradas por um horizonte temporal de 24 meses.

4.1 Estatística descritiva

Os dados referentes à estatística descritiva das variáveis de controlo e das medidas de risco encontram-se na tabela 1. A tabela apresenta o número de observações de cada variável, o seu valor médio, a mediana (dada pelo percentil 50), o desvio-padrão, e os valores mínimos e máximos observados para cada variável. A amostra contempla 1172 empresas e 6250 observações anuais para as variáveis de controlo e medidas de risco. Todas as variáveis presentes foram *winsorized* (controladas para valores extremos) para um nível de 1%. Como a tabela demonstra, a média dos desvios-padrão, medida de risco total, é de 0,341, e a sua mediana é de 0,297. Já no que toca às medidas de risco sistemático, a média do beta de mercado do CAPM é de 1,162, sendo a sua mediana de 1,106 e o seu desvio-padrão de 0,446. Resultado ligeiramente diferente foi obtido pelos betas do prémio de risco de mercado dos modelos de 3 fatores de Fama e French e Carhart de 4 fatores, sendo que a média destes foi 1,076. Das diferentes medidas de risco sistemático, a que apresenta média mais baixa é o prémio de risco do modelo Fama e French de 5 fatores, cuja média é de 1,073, sendo, no entanto, um valor muito aproximado aos valores dos modelos de 3 e 4 fatores. Por último, a assimetria e o semi desvio-padrão médios são de 0,146 e 0,276. Uma assimetria média positiva indica que a maior parte dos retornos das empresas presentes nesta amostra são positivos.

Tabela 1 - Estatística descritiva

A seguinte tabela apresenta a estatística descritiva das diferentes variáveis. Vol2 é a volatilidade anualizada dos retornos, beta_CAPM2 refere-se ao coeficiente de mercado do CAPM, beta_FF32 e beta_FF52 referem-se aos coeficientes de mercado dos modelos de 3 e 5 fatores, respetivamente, sendo que beta_carhart2 apresenta o beta de mercado do modelo Carhart de 4 fatores. Skewness2 refere-se à assimetria da distribuição dos retornos e semivariance2 refere-se ao semi-desvio-padrão dos retornos. ENVSCORE é o índice ambiental utilizado, research_development refere-se à investigação e desenvolvimento, assets_growth informa sobre o crescimento do ativo face ao ano anterior, capital_intensity refere-se à intensidade de capital, ROA é o retorno do ativo, chg_ROA é a variação do retorno do ativo em relação ao ano anterior, market_to_book refere-se ao rácio entre o valor de mercado e o valor histórico do capital próprio, sales_growth dá-nos informação sobre o crescimento das vendas em relação ao ano anterior, current_ratio apresenta dados referentes à liquidez corrente, dividend_yield é o rácio de pagamento de dividendos e D2E refere-se ao rácio dívida sobre capital próprio. Mais informações sobre estas variáveis encontram-se no anexo 1, sendo que todas elas se encontram *winsorized* a um nível de 1%. No que toca às diferentes colunas, N indica o número de observações de cada variável, mean refere-se à média, p50 refere-se à mediana, sd é o desvio-padrão de cada variável, sendo o min e o max os valores mínimos e máximos observados para cada variável, respetivamente.

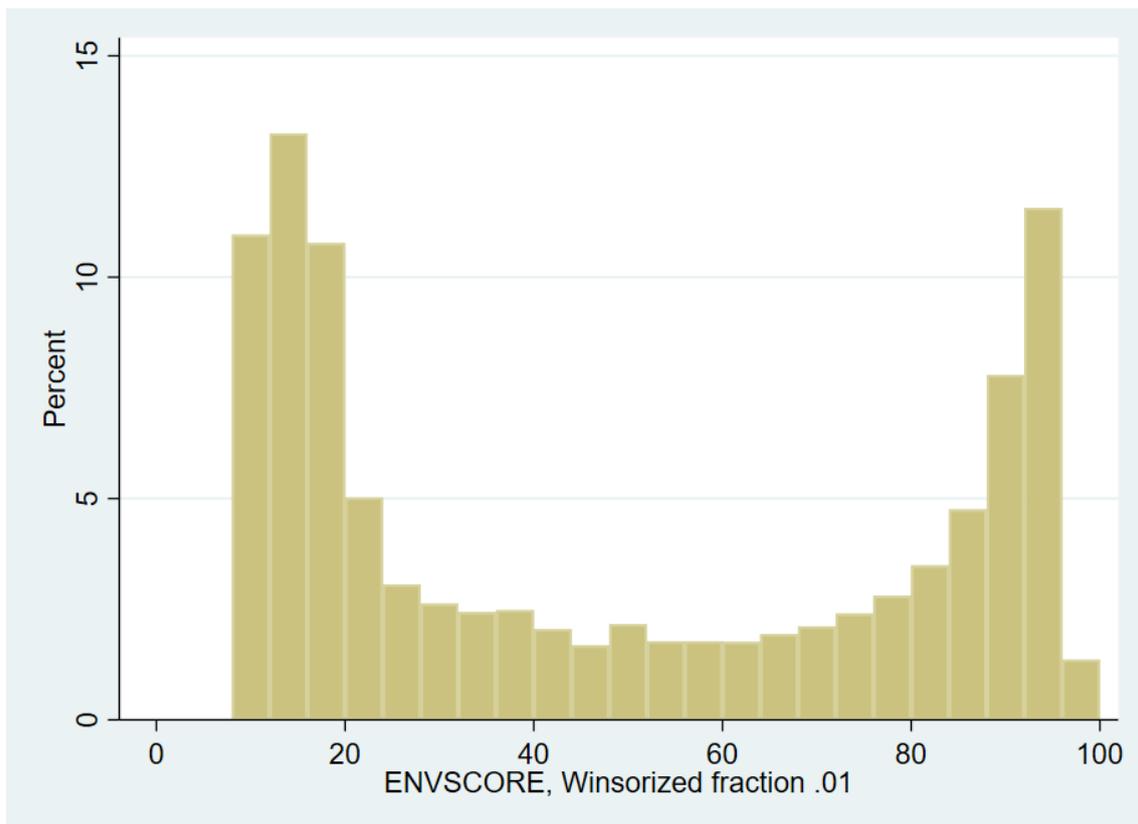
| variable | N | mean | p50 | sd | min | max |
|--------------|------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| vol2 | 6250 | .3407073 | .2973064 | .1661989 | .132987 | 1.413321 |
| beta_CAPM2 | 6250 | 1.161999 | 1.106279 | .445697 | -.0122218 | 2.653858 |
| beta_FF32 | 6250 | 1.075961 | 1.05094 | .3639384 | -.1413601 | 2.269281 |
| beta_carha~2 | 6250 | 1.075946 | 1.05094 | .3640243 | -.1390342 | 2.27145 |
| beta_FF52 | 6250 | 1.073091 | 1.060167 | .3359664 | -.1817028 | 2.169242 |
| skewness2 | 6250 | .146097 | .0978127 | 1.21239 | -3.618142 | 5.142233 |
| semivarian~2 | 6250 | .2757495 | .2410065 | .1328775 | .1260937 | 1.404486 |
| ENVSCORE | 6250 | 47.99682 | 38.905 | 32.49264 | 9.45 | 96.57 |
| research_d~t | 6250 | 10.19187 | 2.715 | 29.01377 | 0 | 257.8 |
| assets_gro~h | 6250 | 10.78903 | 5.37 | 27.89046 | -33.95 | 170.02 |
| capital_in~y | 6250 | 4.398509 | 3.33 | 3.784605 | .29 | 21.8 |
| ROA | 6250 | 6.014069 | 7.245 | 10.8349 | -46.73 | 30.15 |
| chg_ROA | 6250 | -.0896742 | -.0302162 | 2.222642 | -10.57622 | 12.34783 |
| market_to_~k | 6250 | 4.150622 | 2.98 | 7.279209 | -26 | 49.09 |
| sales_growth | 6250 | 10.55795 | 6.935 | 24.26462 | -41.94 | 148.44 |
| log_total_~s | 6250 | 15.43406 | 15.30675 | 1.404397 | 11.9975 | 19.08179 |
| current_ra~o | 6250 | 2.352034 | 1.87 | 1.659287 | .57 | 10 |
| dividend_y~d | 6250 | 1.177392 | .755 | 1.381728 | 0 | 5.73 |
| D2E | 6250 | 77.85372 | 47.235 | 225.1757 | -939.19 | 1476.92 |

No que toca às variáveis, é importante realçar que a média do ENVSCORE não atinge os 50%, ficando-se pelos 47,997%. Para além disso, a mediana é de apenas 38,905%, o que significa que metade das empresas apresentam um valor inferior a 39% para o seu índice ambiental. Este valor é um valor bastante baixo e que permite concluir que muitas das empresas constantes desta base de dados não apresentam um desempenho ambiental positivo, havendo ainda uma margem muito grande para melhorar neste capítulo. É ainda de realçar que o desvio-padrão de 32,49 é um valor extremamente significativo, que parece indicar que os valores desta variável poderão ser bastante extremados. Como análise suplementar desta variável, que entendo ser de vital

importância, dada que é a principal variável independente em análise, apresento o histograma da distribuição da mesma na figura 1. Como se pode verificar na figura, grande parte das observações para a variável ENVSCORE encontram-se no extremo esquerdo da distribuição, ou seja, mais de 10% das observações compreendem valores entre 8 e 12% para o índice ENVSCORE, cerca de 13% compreendem valores entre 12 e 16% e mais de 10% apresentam valores entre 16 e 20%. Isto significa que cerca de 35% do total das observações apresentam um valor inferior a 20% para a variável ENVSCORE, o que é significativo. Em contrapartida, mais de 10% das observações têm valores entre 92 e 96% para o desempenho ambiental. Pelo histograma percebe-se que a distribuição dessa variável é muito extremada, sendo que entre os 20% e os 88% nenhum intervalo ultrapassa o número de observações em 5%. Esta dispersão justifica o desvio-padrão muito

Figura 1 - Distribuição da variável ENVSCORE

Na figura seguinte são apresentados os valores para a variável ENVSCORE para o período entre 2002-2016. A variável encontra-se *winsorized* a um nível de 1%. No eixo das abcissas encontra-se a classificação para a variável ENVSCORE, sendo que no eixo das ordenadas se encontra a percentagem de observações a que correspondem para um dado valor de ENVSCORE. A largura de cada barra é de 4%.



elevado, o que poderá ter impacto nos meus resultados, dizendo à presença de *outliers*.

De forma a possibilitar uma análise completa, apresento na tabela 2 o número de observações por ano para a variável ENVSCORE. Como a tabela indica, entre o período 2002-2004

apenas pouco mais de 200 empresas apresentam dados anualmente para o desempenho ambiental, o que é um número extremamente baixo, já que representa menos de 20% do total de empresas. O número de observações anuais vai crescendo, atingindo o seu máximo para o ano 2016, onde disponho de 770 observações anuais. De referir ainda que, à exceção de 2016, nenhum dos anos apresenta dados para o ENVSCORE para pelo menos 50% das empresas. Estas limitações poderão estar relacionadas com as empresas mortas, as quais, por terem sido descontinuadas, deixam de apresentar dados em algum período do tempo. Estas limitações acabam por tornar o meu horizonte temporal mais curto, o que poderá ter efeito nos resultados.

Tabela 2 - Número de observações por ano da variável ENVSCORE

Esta tabela apresenta o número de observações por ano para a variável ENVSCORE. A primeira coluna refere-se ao ano e a segunda coluna (N) refere-se ao número de observações. O número total de empresas é de 1172.

| year | N |
|-------|------|
| 2002 | 220 |
| 2003 | 228 |
| 2004 | 217 |
| 2005 | 333 |
| 2006 | 333 |
| 2007 | 363 |
| 2008 | 446 |
| 2009 | 514 |
| 2010 | 535 |
| 2011 | 532 |
| 2012 | 473 |
| 2013 | 353 |
| 2014 | 363 |
| 2015 | 570 |
| 2016 | 770 |
| Total | 6250 |

Em seguida, na tabela 3, são apresentados os coeficientes de correlação para as diferentes variáveis em estudo. A variável ENVSCORE apresenta alguma correlação com o tamanho do ativo devido ao facto de empresas maiores terem maior capacidade financeira para fazer investimentos ambientalmente responsáveis. Para além disso, as variáveis *market-to-book* e *Debt-to-equity* apresentam uma correlação bastante significativa, o que faz sentido dado que ambas apresentam no seu denominador o valor histórico do capital próprio.

Tabela 3 - Correlação entre as variáveis

Na tabela seguinte são apresentadas os coeficientes de correlação entre as diferentes variáveis. Os valores variam entre -1 (correlação negativa total) e 1 (correlação positiva total). Um valor de 0 indica total ausência de correlação.

| | vol2 | beta_CAPM2 | beta_FF32 | beta_carha~2 | beta_FF52 | skewness2 | semivarian~2 | ENVSCORE | research_d~t | assets_gro~h | capital_in~y | ROA | chg_ROA | market_to~k | sales_growth | log_total~s | current_ra~o | dividend_y~d | D2E | | |
|--------------|---------|------------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------|--|--|
| vol2 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| beta_CAPM2 | 0.5282 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| beta_FF32 | 0.4432 | 0.8664 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| beta_carha~2 | 0.4431 | 0.8663 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| beta_FF52 | 0.3326 | 0.7577 | 0.9189 | 0.9189 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| skewness2 | 0.1134 | 0.0186 | 0.0008 | 0.0005 | -0.0150 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| semivarian~2 | 0.8874 | 0.4127 | 0.2977 | 0.2977 | 0.1788 | -0.1535 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVSCORE | -0.2262 | -0.1603 | -0.0156 | -0.0158 | 0.0477 | -0.0418 | -0.2505 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | | |
| research_d~t | 0.2667 | 0.2280 | 0.0379 | 0.0379 | -0.0934 | 0.0527 | 0.3049 | -0.1643 | 1.0000 | | | | | | | | | | | | |
| assets_gro~h | 0.0695 | 0.0391 | 0.0422 | 0.0423 | -0.0052 | -0.0440 | 0.1140 | -0.1260 | 0.0777 | 1.0000 | | | | | | | | | | | |
| capital_in~y | 0.1235 | 0.0348 | 0.0748 | 0.0749 | 0.0569 | 0.0050 | 0.1255 | 0.0205 | -0.0996 | 0.2074 | 1.0000 | | | | | | | | | | |
| ROA | -0.3739 | -0.3302 | -0.1525 | -0.1526 | -0.0427 | -0.0876 | -0.3686 | 0.1743 | -0.5391 | 0.0566 | 0.1052 | 1.0000 | | | | | | | | | |
| chg_ROA | -0.0493 | -0.0233 | -0.0205 | -0.0205 | -0.0188 | -0.0204 | -0.0495 | 0.0078 | 0.0315 | 0.0252 | 0.0157 | 0.1273 | 1.0000 | | | | | | | | |
| market_to~k | -0.0259 | -0.0150 | -0.0117 | -0.0116 | -0.0233 | -0.0097 | 0.0083 | -0.0093 | 0.0666 | 0.0550 | 0.0367 | 0.0315 | 0.0315 | 1.0000 | | | | | | | |
| sales_growth | 0.1504 | 0.0896 | 0.0549 | 0.0549 | -0.0100 | -0.0198 | 0.1934 | -0.1792 | 0.1725 | 0.4947 | 0.1580 | -0.0522 | -0.0522 | 0.0315 | 1.0000 | | | | | | |
| log_total~s | -0.2907 | -0.3113 | -0.0759 | -0.0759 | -0.0127 | -0.0666 | -0.2905 | 0.5713 | -0.2961 | -0.0410 | 0.0256 | 0.2142 | 0.2142 | 0.0315 | 0.0315 | 1.0000 | | | | | |
| current_ra~o | 0.1651 | 0.2205 | 0.0872 | 0.0874 | -0.0038 | 0.0342 | 0.1736 | -0.2270 | 0.4301 | 0.1125 | -0.0767 | -0.1420 | -0.1420 | 0.0315 | 0.0315 | 0.0315 | 1.0000 | | | | |
| dividend_y~d | -0.2614 | -0.2524 | -0.1687 | -0.1690 | -0.0753 | -0.0406 | -0.2627 | 0.4063 | -0.1846 | -0.1660 | -0.0253 | 0.1550 | 0.1550 | 0.0315 | 0.0315 | 0.0315 | 0.0315 | 1.0000 | | | |
| D2E | 0.0094 | 0.0298 | 0.0429 | 0.0430 | 0.0718 | 0.0023 | 0.0043 | 0.0706 | -0.0643 | -0.0175 | 0.0127 | -0.0111 | -0.0111 | 0.0315 | 0.0315 | 0.0315 | 0.0315 | 0.0315 | 1.0000 | | |

Tabela 3 - continuação

| | chg_ROA | market_to_book | sales_growth | log_total_assets | current_ratio | dividend_yield | D2E |
|------------------|---------|----------------|--------------|------------------|---------------|----------------|--------|
| chg_ROA | 1.0000 | | | | | | |
| market_to_book | 0.0267 | 1.0000 | | | | | |
| sales_growth | 0.0537 | 0.0988 | 1.0000 | | | | |
| log_total_assets | -0.0016 | -0.0716 | -0.1417 | 1.0000 | | | |
| current_ratio | 0.0309 | -0.0110 | 0.1510 | -0.4023 | 1.0000 | | |
| dividend_yield | -0.0008 | -0.0449 | -0.2259 | 0.4108 | -0.2127 | 1.0000 | |
| D2E | -0.0135 | 0.6939 | -0.0364 | 0.0854 | -0.1179 | 0.0631 | 1.0000 |

No entanto, e segundo a “regra do polegar” de Gujarati (2004), como nenhuma variável explicativa apresenta um coeficiente de correlação igual ou superior a 0,8⁸, não deverão existir problemas de multicolineariedade. Interessante ainda é o coeficiente de correlação entre a investigação e desenvolvimento e o retorno do ativo, sendo que o mesmo é de -0,5391, o que significa que valores positivos dos retornos do ativo poderão estar ligeiramente correlacionados com valores mais baixos de investigação e desenvolvimento, o que pode parecer um pouco contraditório, já que a investigação e desenvolvimento é fonte de vantagem competitiva por parte das empresas. Contudo, como esses investimentos providenciam retornos a médio/longo prazo, poderá ser expectável que, inicialmente, esses investimentos acabem por diminuir o retorno do ativo, devido ao aumento dos gastos. Como o horizonte temporal deste estudo é relativamente curto (14 anos), poderá aí residir a explicação para esse coeficiente. Nota ainda para o coeficiente de correlação de 0,4947 entre o crescimento do ativo e o crescimento das vendas, o que faz sentido, dado que, muitas vezes, o crescimento das vendas resulta de investimentos das empresas, o que acaba por aumentar o seu ativo.

4.2 Modelos multivariados

Esta secção cobre a análise empírica e os diferentes modelos. Dando seguimento ao capítulo anterior, começo por estimar os coeficientes através de um modelo OLS. O modelo OLS utilizado inclui, para além das diferentes variáveis de controlo e do ENVSCORE, principal variável independente em análise, dummies de ano e de indústria. É extremamente importante incluir

⁸ Algumas das variáveis dependentes apresentam, entre elas, coeficientes de correlação extremamente elevados (superior a 0,9 em muitos casos). Contudo, como estas nunca estão presentes no mesmo modelo, o problema de multicolineariedade não se lhes aplica. Para além do mais, é expectável que os modelos de 3, 4 e 5 fatores apresentem um coeficiente de correlação bastante elevado, já que partilham vários dos fatores explicativos, o que é confirmado na tabela 2.

estas dummies no meu estudo pois os setores de atividade acabam por ter um grande impacto no risco das empresas. Como Cai et al.(2016) demonstraram, por vezes a mesma variável pode ter impactos diferentes dadas as indústrias das empresas em análise. Para obter as dummies de indústria utilizei os dois primeiros dígitos do sic code que obtive através do datastream da Thomson Reuters⁹. Necessitei também de incluir *dummies* de ano, de forma a moderar um pouco os efeitos causados pelos ciclos económicos. Esta abordagem foi utilizada por diversos outros autores em análise do impacto no risco das empresas (Cai et al., 2016, por exemplo). Os dados deste modelo encontram-se na tabela 4. Como é possível verificar na tabela, através do método OLS conclui-se que não há evidência estatística que suporte uma relação entre a volatilidade e o desempenho ambiental, e que há uma relação positiva e estatisticamente significativa a um nível de 1% entre três das quatro medidas de risco sistemático e o desempenho ambiental, sendo que a significância estatística é de 10% quando a variável dependente é o prémio de risco de mercado do CAPM. Já no que toca às medidas de risco de perda, estas apresentam resultados idênticos, não existindo evidência estatística que permita inferir que existe uma qualquer relação entre o desempenho ambiental e as mesmas. Estes resultados são diferentes dos obtidos pelo estudo de Cai et al. (2016), que reportava uma relação negativa e estatisticamente significativa entre o desempenho ambiental e as diferentes medidas de risco.

⁹ A lista de indústrias e respetivo número de observações encontram-se no Anexo 2

Tabela 4 - Regressão por OLS

Na tabela seguinte são apresentadas as estimações através de OLS. A amostra contém dados para o período entre 2002-2016. A principal variável em análise é o desempenho ambiental dado pelo ENVSCORE, sendo que na primeira coluna são apresentadas as diferentes variáveis de controlo. Na coluna (1) são apresentados os coeficientes das diferentes variáveis independentes sendo a volatilidade total a variável dependente. Na coluna (2) a variável dependente é o prémio de risco de mercado do CAPM (beta_CAPM), na coluna (3) a variável dependente é o prémio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (beta_FF3), na coluna (4) a variável dependente é o prémio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prémio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nas colunas (6) e (7) são apresentados 2 modelos para o risco de perda, sendo na coluna (6) a assimetria da distribuição dos retornos a variável dependente e na coluna (7) a variável dependente é o semi-desvio-padrão. Todas as variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. Entre parêntesis encontram-se as estatísticas z corrigidas para heteroscedasticidade e autocorrelação. ***, ** e * indicam um nível de significância de 1%, 5% e 10% respetivamente.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | 0.0000 (0.10) | 0.0006* (1.76) | 0.0008*** (2.92) | 0.0008*** (2.92) | 0.0008*** (3.37) | 0.0001 (0.16) | -0.0001 (-1.18) |
| research_development | 0.0004*** (2.78) | 0.0004 (0.95) | -0.0004 (-1.19) | -0.0004 (-1.19) | -0.0012*** (-3.75) | 0.0003 (0.29) | 0.0005*** (3.37) |
| ROA | -0.0045*** (-14.76) | -0.0098*** (-11.07) | -0.0055*** (-7.53) | -0.0055*** (-7.53) | -0.0034*** (-5.26) | -0.0079*** (-4.06) | -0.0031*** (-12.03) |
| chg_ROA | -0.0001 (-0.13) | 0.0003 (0.11) | -0.0001 (-0.06) | -0.0001 (-0.06) | -0.0005 (-0.24) | -0.0050 (-0.67) | -0.0006 (-0.73) |
| assets_growth | 0.0001* (1.92) | 0.0003 (1.31) | 0.0004** (1.98) | 0.0004** (1.99) | 0.0002 (0.99) | -0.0017** (-2.21) | 0.0002*** (2.87) |
| capital_intensity | 0.0035*** (4.43) | 0.0063*** (3.16) | 0.0056*** (3.15) | 0.0056*** (3.17) | 0.0033*** (2.01) | 0.0086 (1.61) | 0.0027*** (3.92) |
| sales_growth | 0.0003*** (3.04) | 0.0006** (2.02) | 0.0006** (2.25) | 0.0006** (2.24) | 0.0003 (1.06) | -0.0012 (-1.17) | 0.0004*** (4.40) |
| log_total_assets | -0.0243*** (-10.86) | -0.0569*** (-7.82) | -0.0095 (-1.49) | -0.0095 (-1.48) | -0.0150** (-2.52) | -0.0514*** (-3.06) | -0.0149*** (-7.95) |
| current_ratio | 0.0018 (1.14) | 0.0084* (1.75) | 0.0041 (0.97) | 0.0042 (0.98) | -0.0028 (-0.70) | 0.0084 (0.60) | 0.0008 (0.53) |
| market_to_book | -0.0023*** (-4.83) | -0.0073*** (-5.10) | -0.0034*** (-2.77) | -0.0034*** (-2.77) | -0.0048*** (-4.25) | -0.0057 (-1.61) | -0.0010** (-2.32) |
| dividend_yield | -0.0161*** (-7.53) | -0.0293*** (-4.58) | -0.0297*** (-5.56) | -0.0298*** (-5.58) | -0.0139*** (-2.76) | -0.0190 (-1.45) | -0.0138*** (-7.58) |
| D2E | 0.0001*** (4.57) | 0.0003*** (6.04) | 0.0002*** (4.38) | 0.0002*** (4.39) | 0.0002*** (5.60) | 0.0002 (1.50) | 0.0000*** (2.66) |
| Dummy de Ano | Sim | | | | | | |
| Dummy de Indústria | Sim | | | | | | |
| Observações | 6,249 | 6,249 | 6,249 | 6,249 | 6,249 | 6,249 | 6,249 |
| R ² | 0.534 | 0.235 | 0.076 | 0.076 | 0.046 | 0.021 | 0.420 |

No entanto, o método OLS sofre de vários problemas que fazem com que não seja o modelo mais adequado para a minha análise. Em primeiro lugar, sofre de problemas de endogeneidade pois não tem em consideração os efeitos não observados das empresas. Para além disso, as regressões OLS costumam ainda sofrer de problemas de heteroscedasticidade, os quais distorcem os resultados dos diferentes modelos devido a erros nos desvios-padrão. Para confirmar esta situação, que pode ser corrigida através de erros-padrão robustos, fiz um teste de Breusch-Pagan. O teste de Breusch-Pagan confirmou que a minha amostra sofre de

heteroscedasticidade¹⁰, o que implica que, ao longo da minha análise, terei de calcular os erros-padrão robustos, de forma a certificar-me que os mesmos são eficientes e garantir que as minhas análises estejam corretas. Existe ainda mais um problema que se trata da autocorrelação dos resíduos, situação que pode ser verificada seguindo a metodologia de Wooldridge (2010), e que reporta que existem problemas de autocorrelação na minha amostra¹¹. Assim sendo, os resultados destas regressões devem ser interpretados com cautela. O passo seguinte trata-se de realizar um teste de Hausman e verificar se devo realizar a minha análise através de um modelo de efeitos fixos ou através de um modelo de efeitos aleatórios. Para além disso, o teste de Hausman ajuda a determinar se um modelo OLS poderá ser uma boa opção (Oikonomou et al., 2012). O modelo de efeitos fixos pressupõe que poderá haver endogeneidade na amostra causada por características não observadas das empresas. Este modelo é adequado quando nos encontramos a analisar um grupo específico de empresas (Baltagi, 2008), o que é o caso desta análise. Segundo o mesmo autor, um modelo de efeitos aleatórios é mais adequado quando a amostra representa uma amostra aleatória dentro de uma população.

O resultado do teste de Hausman¹² determinou que os modelos de efeitos fixos são mais adequados para a minha análise dada a amostra, o que implica também que o modelo OLS é ineficiente. Como tal, em seguida estimei os coeficientes para as diferentes variáveis de controlo com as diferentes medidas de risco como variáveis dependentes, só que utilizei efeitos fixos de empresa. Os resultados encontram-se na tabela 5.

¹⁰ A heteroscedasticidade foi confirmada, para todos os modelos, a um nível de significância de 1%. Mais detalhes encontram-se no anexo 3.

¹¹ Para mais detalhes ver anexo 4.

¹² O teste de Hausman, para os diferentes modelos, rejeita a hipótese nula de não correlação entre estimadores e efeitos a um nível de 1%. Para uma análise mais detalhada, ver anexo 5.

Tabela 5 - Regressão por efeitos fixos de empresa

Nesta tabela são apresentados os resultados das regressões controladas para efeitos fixos de empresa para o período de 2002-2016. Na coluna (1) a variável dependente é o desvio-padrão dos retornos, na coluna (2) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do CAPM (beta_CAPM), na coluna (3) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (beta_FF32), na coluna (4) a variável dependente é o prêmio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prêmio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nos modelos (6) e (7) são apresentadas as *proxies* utilizadas como risco de perda, sendo na coluna (6) utilizada a assimetria da distribuição dos retornos e na coluna (7) o semi-desvio-padrão dos retornos. As diferentes variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. Estatísticas t robustas são apresentadas em parêntesis. ***, ** e * indicam um nível de significância de 1%, 5% e 10% respetivamente.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | -0.0001 (-0.69) | 0.0004 (1.18) | 0.0005* (1.66) | 0.0005* (1.66) | 0.0004 (1.58) | 0.0004 (0.44) | -0.0001 (-1.48) |
| research_development | -0.0006 (-0.97) | -0.0021 (-1.61) | -0.0016** (-2.15) | -0.0016** (-2.15) | -0.0017*** (-2.95) | -0.0111** (-2.10) | 0.0001 (0.20) |
| ROA | -0.0031*** (-8.64) | -0.0064*** (-5.38) | -0.0038*** (-3.87) | -0.0038*** (-3.88) | -0.0014* (-1.79) | -0.0134*** (-5.46) | -0.0018*** (-5.37) |
| chg_ROA | 0.0001 (0.17) | -0.0020 (-0.96) | -0.0017 (-0.83) | -0.0017 (-0.83) | -0.0028 (-1.50) | -0.0081 (-1.00) | 0.0003 (0.34) |
| assets_growth | 0.0001* (1.78) | 0.0005** (2.40) | 0.0005*** (2.72) | 0.0005*** (2.72) | 0.0005*** (2.71) | -0.0005 (-0.53) | 0.0001 (1.56) |
| capital_intensity | 0.0026** (2.55) | 0.0022 (0.86) | 0.0015 (0.63) | 0.0016 (0.64) | -0.0019 (-0.85) | 0.0034 (0.36) | 0.0019** (2.17) |
| sales_growth | -0.0000 (-0.19) | -0.0001 (-0.21) | 0.0004 (1.24) | 0.0004 (1.26) | 0.0004 (1.32) | -0.0023** (-2.24) | 0.0002 (1.48) |
| log_total_assets | -0.0212*** (-3.27) | -0.0578** (-2.57) | -0.0178 (-0.95) | -0.0178 (-0.95) | -0.0606*** (-3.85) | -0.2901*** (-5.30) | -0.0063 (-1.15) |
| current_ratio | -0.0007 (-0.31) | 0.0061 (0.87) | 0.0038 (0.59) | 0.0038 (0.59) | -0.0002 (-0.04) | -0.0340 (-1.42) | 0.0002 (0.13) |
| market_to_book | -0.0012** (-2.23) | -0.0018 (-1.23) | -0.0002 (-0.16) | -0.0002 (-0.17) | -0.0015 (-1.44) | -0.0162*** (-2.98) | 0.0000 (0.05) |
| dividend_yield | -0.0013 (-0.48) | -0.0172** (-2.09) | -0.0223*** (-3.38) | -0.0225*** (-3.41) | -0.0159*** (-2.59) | 0.0517** (2.44) | -0.0019 (-0.95) |
| D2E | 0.0001*** (2.63) | 0.0001*** (2.97) | 0.0001** (2.19) | 0.0001** (2.22) | 0.0001*** (3.42) | 0.0004** (2.17) | 0.0000 (1.12) |
| Constant | 0.6908*** (7.09) | 2.1171*** (6.21) | 1.4463*** (5.11) | 1.4462*** (5.11) | 1.9877*** (8.45) | 4.5908*** (5.57) | 0.4038*** (4.95) |
| Dummy de ano | Sim | | | | | | |
| Observações | 6,250 | 6,250 | 6,250 | 6,250 | 6,250 | 6,250 | 6,250 |
| R ² | 0.585 | 0.080 | 0.057 | 0.057 | 0.039 | 0.032 | 0.419 |
| Número de empresas | 1,172 | 1,172 | 1,172 | 1,172 | 1,172 | 1,172 | 1,172 |

As variáveis de controlo têm comportamentos díspares. Algumas encontram-se conforme o que seria expectável pela literatura, outras apresentam resultados que não seriam esperados. O logaritmo do ativo total apresenta um coeficiente negativo e estatisticamente significativo a um nível de 1% para a volatilidade, para o prêmio de risco de mercado do CAPM e para o prêmio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French, sendo que para o prêmio de risco de mercado dos modelos de 3 fatores de Fama e French e do modelo Carhart de 4 fatores o logaritmo do ativo total não é estatisticamente significativo. Esta não significância acaba por ser um pouco surpreendente, dado que a literatura prevê que o tamanho de uma empresa esteja negativamente

relacionado com o risco (Muhammad et al., 2015). No entanto, os próprios autores encontraram uma relação positiva estatisticamente significativa para um nível de 1% entre o tamanho da empresa e o risco total e não encontraram relação entre o tamanho da empresa e o risco sistemático. Mesmo assim, para o modelo Fama e French de 5 fatores (o que é considerado mais completo pela literatura) o nível de significância é de 99% . O rácio de pagamento de dividendos tem uma relação negativa e estatisticamente significativa a um nível de, pelo menos, 5% para o risco sistemático de uma empresa. Para além disso, tem uma relação positiva com a assimetria de uma distribuição, o que implica que um maior rácio de pagamento de dividendos é responsável por gerar um maior número de retornos positivos. Este resultado seria expectável, já que é uma garantia de retorno para os investidores, o que explica também a sua relação negativa com o risco sistemático. No entanto, há outras variáveis com comportamentos algo estranhos. O retorno do ativo apresenta uma relação negativa e estatisticamente significativa para os diferentes modelos de risco. Contudo, apesar de isso significar uma diminuição do risco total, sistemático e de perda, a sua relação com a assimetria implica exatamente o contrário. Ou seja, um maior retorno do ativo implica uma distribuição dos retornos mais à esquerda, o que é de estranhar dados os restantes resultados. O mesmo acontece com o logaritmo do ativo total, sendo que, neste caso, não existe evidência estatística para concluir que existe alguma relação entre o mesmo e o semi-desvio-padrão, sendo que existe uma relação negativa entre o primeiro e a assimetria da distribuição. Apesar de estas relações serem interessantes de ser analisadas, isso escapa ao âmbito deste trabalho.

Já no que concerne à principal variável independente em estudo, o ENVSCORE, o seu coeficiente e a estatística t indicam que não há relação entre o risco total de uma empresa e o seu desempenho ambiental. Este resultado contradiz os estudos anteriores sobre esta temática, pois tanto Cai et al. (2016) como Muhammad et al. (2015) tinham demonstrado existir uma relação negativa e estatisticamente significativa para um nível de 1% entre as duas variáveis. Nas colunas dois, três, quatro e cinco são apresentados os resultados para os modelos de efeitos fixos sendo as variáveis dependentes as diferentes medidas de risco sistemático. É possível verificar pelos coeficientes do ENVSCORE que o desempenho ambiental tem um impacto positivo no risco sistemático das empresas a um nível de significância de 10% para o modelo de 3 fatores de Fama e French e Carhart de 4 fatores, sendo que nos restantes dois modelos não existe evidência de que o desempenho ambiental tem alguma relação com o risco sistemático de uma empresa. Este resultado acaba por ser diferente do obtido por Cai et al. (2016) e Salama et al. (2011), mas está

conforme o estudo de Muhammad et al. (2015), o qual concluiu que não existe evidência estatística de que o desempenho ambiental tem impacto no risco sistemático de uma empresa. Por último, analiso o impacto do ENVSCORE no risco de perda de uma empresa e, tal como em dois dos modelos de risco sistemático, não há evidência estatística que permita afirmar que existe uma qualquer relação entre as diferentes medidas do risco de perda (assimetria e semi-desvio-padrão) e o desempenho ambiental, o que, novamente, contraria os resultados obtidos por Cai et al. (2016), que tinham reportado uma relação negativa entre essas variáveis.

No entanto, e dado o R^2 baixo dos diferentes modelos, poderá haver problemas de variáveis omitidas e causalidade inversa (a variável dependente influenciar as variáveis independentes), o que se traduz em problemas de endogeneidade. Para diminuir esse problema, elaboro em seguida um modelo 2SLS com o ENVSCORE a ser instrumentalizado. Este modelo já foi aplicado por Cai et al. (2016) devido ao facto de os mesmos entenderem que o nível de investimento ambiental poderia ser determinado endogenamente pelas empresas, o que afetaria as estimações devido a correlação com o termo de erro. Para além disso, Wooldridge (2015) defende que em contexto de modelos com séries temporais, poderá ser útil aplicar o modelo 2SLS e instrumentalizar variáveis independentes através do desfasamento de 2 anos dessa mesma variável. Ou seja, neste caso o ENVSCORE será dado pelo seguinte modelo, sendo esta a primeira regressão do método 2SLS:

$$\text{ENVSCORE}_{i,t+1} = \alpha + \beta_1 \text{ENVSCORE}_{i,t+2} + \beta_2 \log \text{ATI}_{i,t+1} + \beta_3 \text{MTB}_{i,t+1} + \beta_4 \text{AG}_{i,t+1} + \beta_5 \text{RD}_{i,t+1} + \beta_6 \text{CI}_{i,t+1} + \beta_7 \text{ROA}_{i,t+1} + \beta_8 \text{chg_ROA}_{i,t+1} + \beta_9 \text{SG}_{i,t+1} + \beta_{10} \text{CR}_{i,t+1} + \beta_{11} \text{DY}_{i,t+1} + \beta_{12} \text{D2A}_{i,t+1} + \beta_{13} \text{D2E}_{i,t+1} + u_{i,t};$$

Após a determinação do ENVSCORE por esse modelo, faço a segunda fase deste modelo, sendo a mesma dada por:

$$\text{MR}_{it} = \alpha_{i,t} + \gamma_1 \text{CEP}_{i,t+1} + \gamma_2 \log \text{ATI}_{i,t+1} + \gamma_3 \text{MTB}_{i,t+1} + \gamma_4 \text{AG}_{i,t+1} + \gamma_5 \text{RD}_{i,t+1} + \gamma_6 \text{CI}_{i,t+1} + \gamma_7 \text{ROA}_{i,t+1} + \gamma_8 \text{chg_ROA}_{i,t+1} + \gamma_9 \text{SG}_{i,t+1} + \gamma_{10} \text{CR}_{i,t+1} + \gamma_{11} \text{DY}_{i,t+1} + \gamma_{12} \text{D2A}_{i,t+1} + \gamma_{13} \text{D2E}_{i,t+1} + \gamma_{14} \text{DA} + \gamma_{15} \text{DI} + u_{i,t};$$

Idealmente, as variáveis instrumentais devem apresentar elevada correlação com a variável instrumentalizada e nenhuma correlação com o termo de erro (Cai et al., 2016). Esses pressupostos foram testados através da estatística F da primeira regressão, através de um teste de Sargan (o qual visa verificar se os instrumentos utilizados não apresentam correlação com o teste) e através de um teste de fraco instrumento (verifica se o instrumento é importante na

explicação da variável instrumentalizada ou se apenas tem um efeito fraco na mesma). Ambos os testes validaram os instrumentos utilizados¹³, sendo que estes ajudam a reduzir a endogeneidade.

Tabela 6 - Regressão por 2SLS

Nesta tabela são apresentados os resultados para o método de 2SLS. Na coluna (1) é apresentado os coeficientes das diferentes variáveis independentes sendo a volatilidade total a variável dependente. Na coluna (2) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do CAPM (beta_CAPM), na coluna (3) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (beta_FF32), na coluna (4) a variável dependente é o prêmio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prêmio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nas colunas (6) e (7) são apresentadas as duas medidas de risco de perda, sendo que na coluna (6) são apresentados os coeficientes quando a variável dependente é a assimetria (skewness) da distribuição e na coluna (7) a variável dependente é o semi-desvio-padrão. Todas as variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. ***, ** e * representam um nível de significância de 1, 5 e 10% respectivamente. Estatísticas z são apresentadas em parêntesis.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | 0.0001 (0.72) | 0.0009*** (3.50) | 0.0010*** (4.63) | 0.0010*** (4.63) | 0.0013*** (5.93) | -0.0007 (-0.79) | -0.0000 (-0.35) |
| research_development | -0.0001 (-0.86) | -0.0019*** (-4.12) | -0.0012*** (-2.91) | -0.0012*** (-2.91) | -0.0021*** (-5.22) | 0.0040** (2.34) | -0.0001 (-0.81) |
| ROA | -0.0051*** (-22.57) | -0.0099*** (-14.09) | -0.0052*** (-8.31) | -0.0052*** (-8.32) | -0.0044*** (-7.36) | -0.0082*** (-3.24) | -0.0035*** (-18.05) |
| chg_ROA | 0.0003 (0.31) | 0.0009 (0.32) | -0.0003 (-0.12) | -0.0003 (-0.11) | -0.0001 (-0.05) | -0.0019 (-0.19) | -0.0005 (-0.70) |
| assets_growth | 0.0001 (1.52) | 0.0001 (0.42) | 0.0001 (0.52) | 0.0001 (0.53) | -0.0001 (-0.27) | -0.0015 (-1.60) | 0.0001 (1.40) |
| capital_intensity | 0.0036*** (6.15) | 0.0059*** (3.19) | 0.0048*** (2.90) | 0.0048*** (2.91) | 0.0027* (1.69) | 0.0042 (0.64) | 0.0033*** (6.39) |
| sales_growth | 0.0005*** (4.33) | 0.0014*** (3.89) | 0.0016*** (4.99) | 0.0016*** (4.98) | 0.0008** (2.52) | -0.0014 (-1.08) | 0.0005*** (5.29) |
| log_total_assets | -0.0233*** (-12.36) | -0.0623*** (-10.62) | -0.0274*** (-5.23) | -0.0274*** (-5.21) | -0.0335*** (-6.67) | -0.0423** (-2.01) | -0.0137*** (-8.35) |
| current_ratio | 0.0026* (1.82) | 0.0033 (0.74) | 0.0028 (0.70) | 0.0028 (0.71) | -0.0000 (-0.01) | 0.0121 (0.76) | 0.0020 (1.64) |
| market_to_book | -0.0031*** (-7.73) | -0.0099*** (-8.04) | -0.0061*** (-5.57) | -0.0061*** (-5.58) | -0.0064*** (-6.12) | -0.0104** (-2.36) | -0.0013*** (-3.71) |
| dividend_yield | -0.0154*** (-10.50) | -0.0250*** (-5.50) | -0.0253*** (-6.21) | -0.0254*** (-6.23) | -0.0152*** (-3.90) | -0.0270* (-1.65) | -0.0130*** (-10.21) |
| D2E | 0.0001*** (7.94) | 0.0004*** (9.55) | 0.0002*** (6.88) | 0.0002*** (6.90) | 0.0002*** (7.47) | 0.0003** (1.99) | 0.0000*** (4.21) |
| Constante | 0.7013*** (18.72) | 2.1250*** (18.23) | 1.4376*** (13.79) | 1.4372*** (13.78) | 1.4386*** (14.41) | 0.4857 (1.16) | 0.5318*** (16.36) |
| Dummy de Ano | Sim | | | | | | |
| Dummy de Indústria | Sim | | | | | | |
| Observações | 3,977 | 3,977 | 3,977 | 3,977 | 3,977 | 3,977 | 3,977 |
| R ² | 0.616 | 0.371 | 0.300 | 0.300 | 0.262 | 0.038 | 0.489 |

O modelo 2SLS apresenta resultados diferentes em comparação com o modelo de efeitos fixos. Neste modelo, o desempenho ambiental continua sem apresentar evidência estatística de que influencia o risco total de uma empresa, medido pelo desvio-padrão, e também o risco de

¹³ Ver anexo 6 para mais detalhes.

perda, medido pela assimetria da distribuição e o semi-desvio-padrão. Contudo, já no que concerne ao risco sistemático, há evidência estatística que permite afirmar que há uma relação positiva entre o desempenho ambiental e o risco sistemático com um nível de confiança de 99% para todas as variáveis. Isto significa que um melhor desempenho ambiental acarreta um maior risco sistemático.

Para poder testar a hipótese 2 de que o desempenho ambiental causa maior impacto em empresas com piores desempenhos ambientais separei a minha amostra em 2 grupos, como descrito na secção 3. No primeiro grupo incluí as empresas cujo ENVSCORE estivesse nos 20% melhores, e no outro grupo incluí as empresas que estivessem nos 20% piores no que ao desempenho ambiental diz respeito. Esta seleção por grupos foi feita anualmente, ou seja, os melhores 20% incluem os melhores 20% de 2002, os melhores 20% de 2003, até ao ano 2016, inclusive, sendo que os 20% piores incluem os piores 20% de 2002, os 20% piores de 2003%, até 2016. As restantes observações foram eliminadas, sendo que criei uma *dummy* que assume o valor de 1 caso a empresa pertença aos 20% melhores, e assume um valor de 0 caso contrário. Para esta análise utilizei um modelo de efeitos fixos e um modelo 2SLS. Optei por não utilizar um modelo OLS dado que anteriormente provei a sua ineficiência para esta análise. Os resultados são apresentados na tabela 7. Como se pode ver na tabela, não há evidência estatística que permita concluir que exista alguma relação entre a variável top e o risco total de uma empresa. Contudo, essa mesma variável apresenta uma relação negativa e estatisticamente significativa para três das quatro medidas de risco sistemático. Em relação ao prémio de risco de mercado do CAPM, a relação é estatisticamente significativa a um nível de 5%; já no que toca ao prémio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French e do modelo Carhart de 4 fatores a significância estatística é de 10%. Porém, não há relação entre a variável top e o prémio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Já no que concerne à relação entre a variável top e o risco de perda, esta relação apresenta resultados diferentes consoante a variável dependente utilizada. Em relação à assimetria da distribuição, a relação é negativa e estatisticamente significativa a um nível de 10%, o que significa que pertencer às melhores empresas no que concerne ao desempenho ambiental causa uma deslocação dos retornos para a esquerda. Contudo, o resultado apresentado quando a *proxy* para risco de perda é o semi-desvio-padrão não demonstra existir evidência para concluir que possa existir alguma relação.

Tabela 7 - Análise topo/fundo por efeitos fixos

Nesta tabela são apresentados os resultados das regressões controladas para efeitos fixos de empresa entre as empresas com os 20% melhores desempenhos ambientais e as empresas com os 20% piores. Para distinguir as duas empresas, utilizo uma *dummy* (top) que assume o valor de 1 se a empresa pertence aos melhores 20%, 0 caso contrário. Na coluna (1) apresento os coeficientes das diferentes variáveis independentes para o desvio-padrão. Na coluna (2) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do CAPM (beta_CAPM), na coluna (3) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (beta_FF3), na coluna (4) a variável dependente é o prêmio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prêmio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nos modelos (6) e (7) são apresentadas as *proxies* utilizadas como risco de perda, sendo na coluna (6) utilizada a assimetria da distribuição dos retornos e na coluna (7) o semi-desvio-padrão dos retornos. As diferentes variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. Estatísticas t robustas são apresentadas em parêntesis. ***, ** e * indicam um nível de significância de 1%, 5% e 10% respetivamente.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | 0.0012 (1.18) | 0.0068* (1.91) | 0.0042 (1.46) | 0.0042 (1.47) | -0.0010 (-0.44) | 0.0178* (1.94) | 0.0004 (0.46) |
| top | -0.1079 (-1.46) | -0.5752** (-2.14) | -0.3599* (-1.65) | -0.3618* (-1.66) | 0.0530 (0.31) | -1.2199* (-1.75) | -0.0504 (-0.79) |
| research_development | -0.0020*** (-3.54) | -0.0049*** (-5.20) | -0.0027*** (-3.47) | -0.0027*** (-3.46) | -0.0019*** (-3.00) | -0.0206*** (-3.29) | -0.0005 (-1.55) |
| ROA | -0.0043*** (-4.91) | -0.0083*** (-4.29) | -0.0048*** (-2.93) | -0.0048*** (-2.94) | -0.0024* (-1.71) | -0.0124*** (-3.42) | -0.0026*** (-3.07) |
| chg_ROA | 0.0004 (0.34) | -0.0034 (-1.04) | -0.0016 (-0.53) | -0.0015 (-0.52) | -0.0027 (-1.09) | -0.0100 (-0.84) | 0.0006 (0.49) |
| assets_growth | 0.0003* (1.86) | 0.0005 (1.57) | 0.0005* (1.70) | 0.0005* (1.71) | 0.0006** (2.36) | 0.0003 (0.22) | 0.0002 (1.15) |
| capital_intensity | 0.0047* (1.84) | 0.0043 (1.01) | 0.0045 (1.07) | 0.0045 (1.09) | 0.0006 (0.19) | 0.0101 (0.61) | 0.0037* (1.87) |
| sales_growth | 0.0000 (0.28) | -0.0011** (-2.01) | -0.0006 (-1.13) | -0.0006 (-1.12) | -0.0004 (-0.96) | -0.0036** (-2.15) | 0.0003** (2.11) |
| log_total_assets | -0.0256*** (-2.63) | -0.0253 (-0.87) | 0.0067 (0.27) | 0.0069 (0.27) | -0.0398* (-1.77) | -0.3354*** (-3.77) | -0.0150* (-1.79) |
| current_ratio | -0.0027 (-0.77) | 0.0074 (0.57) | 0.0002 (0.02) | 0.0002 (0.01) | -0.0068 (-0.68) | -0.0776* (-1.80) | 0.0001 (0.04) |
| market_to_book | -0.0010 (-1.51) | -0.0009 (-0.38) | -0.0014 (-0.73) | -0.0014 (-0.74) | -0.0021 (-1.29) | -0.0106 (-1.09) | -0.0001 (-0.15) |
| dividend_yield | -0.0055 (-1.06) | -0.0281** (-2.09) | -0.0256** (-2.32) | -0.0262** (-2.37) | -0.0152 (-1.58) | 0.0542 (1.45) | -0.0022 (-0.57) |
| D2E | 0.0000 (1.49) | 0.0001 (1.50) | 0.0001* (1.71) | 0.0001* (1.73) | 0.0001** (2.22) | 0.0002 (0.59) | 0.0000 (1.00) |
| Constante | 0.7606*** (5.10) | 1.6064*** (3.64) | 1.0638*** (2.80) | 1.0619*** (2.80) | 1.6707*** (4.99) | 5.3452*** (3.98) | 0.5286*** (4.20) |
| Dummy de Ano | Sim | | | | | | |
| Observações | 2,462 | 2,462 | 2,462 | 2,462 | 2,462 | 2,462 | 2,462 |
| R ² | 0.630 | 0.117 | 0.081 | 0.082 | 0.050 | 0.059 | 0.457 |
| Número de empresas | 781 | 781 | 781 | 781 | 781 | 781 | 781 |

Em seguida faço a mesma análise, mas através de um modelo 2SLS, com o desempenho ambiental a ser novamente instrumentalizado. Como já descrito anteriormente, este processo visa corrigir algumas das ineficiências do modelo de efeitos fixos através da redução dos problemas de endogeneidade. Os resultados encontram-se na tabela 8.

Tabela 8 - Análise topo/fundo pelo método 2SLS

Nesta tabela são apresentados os resultados das regressões com a base de dados composta através das empresas com melhores e piores desempenhos ambientais para o modelo 2SLS. Para distinguir as duas empresas, utilizo uma *dummy* (top) que assume o valor de 1 se a empresa pertence aos melhores 20%, 0 caso contrário. Na coluna (1) encontram-se os coeficientes das diferentes variáveis independentes sendo a volatilidade total a variável dependente. Na coluna (2) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do CAPM (beta_CAPM), na coluna (3) a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (beta_FF3), na coluna (4) a variável dependente é o prêmio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prêmio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nos modelos (6) e (7) são apresentadas as *proxies* utilizadas como risco de perda, sendo na coluna (6) utilizada a assimetria da distribuição dos retornos e na coluna (7) o semi-desvio-padrão dos retornos. As diferentes variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. Estatísticas z são apresentadas em parêntesis. ***, ** e * indicam um nível de significância de 1%, 5% e 10% respetivamente.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | 0.0019 (0.72) | 0.0024 (0.27) | -0.0018 (-0.23) | -0.0017 (-0.23) | -0.0014 (-0.20) | -0.0235 (-0.82) | 0.0007 (0.30) |
| top | -0.1350 (-0.66) | -0.1125 (-0.16) | 0.2176 (0.37) | 0.2146 (0.36) | 0.1951 (0.34) | 1.8743 (0.83) | -0.0528 (-0.30) |
| research_development | 0.0001 (0.27) | -0.0024*** (-3.79) | -0.0011** (-2.03) | -0.0011** (-2.04) | -0.0017*** (-3.17) | 0.0025 (1.19) | 0.0001 (0.37) |
| ROA | -0.0051*** (-15.92) | -0.0123*** (-11.54) | -0.0069*** (-7.41) | -0.0069*** (-7.41) | -0.0054*** (-6.13) | -0.0060* (-1.70) | -0.0033*** (-12.11) |
| chg_ROA | 0.0003 (0.25) | -0.0012 (-0.30) | -0.0022 (-0.63) | -0.0021 (-0.63) | -0.0014 (-0.44) | -0.0043 (-0.33) | -0.0002 (-0.25) |
| assets_growth | 0.0002** (2.29) | 0.0004 (1.00) | 0.0003 (0.98) | 0.0003 (0.98) | 0.0003 (0.90) | -0.0007 (-0.62) | 0.0001 (1.62) |
| capital_intensity | 0.0039*** (4.46) | 0.0073** (2.52) | 0.0056** (2.23) | 0.0056** (2.24) | 0.0038 (1.58) | -0.0015 (-0.15) | 0.0039*** (5.20) |
| sales_growth | 0.0004*** (2.94) | 0.0004 (0.76) | 0.0007* (1.72) | 0.0007* (1.72) | -0.0000 (-0.11) | -0.0044*** (-2.67) | 0.0006*** (4.76) |
| log_total_assets | -0.0270*** (-9.44) | -0.0590*** (-6.18) | -0.0203** (-2.45) | -0.0203** (-2.45) | -0.0239*** (-3.03) | -0.0414 (-1.32) | -0.0171*** (-6.98) |
| current_ratio | 0.0035* (1.80) | 0.0154** (2.39) | 0.0086 (1.53) | 0.0086 (1.53) | 0.0004 (0.07) | 0.0085 (0.40) | 0.0039** (2.32) |
| market_to_book | -0.0020*** (-3.64) | -0.0083*** (-4.47) | -0.0064*** (-4.02) | -0.0065*** (-4.03) | -0.0063*** (-4.15) | -0.0051 (-0.84) | -0.0004 (-0.89) |
| dividend_yield | -0.0159*** (-7.09) | -0.0341*** (-4.54) | -0.0299*** (-4.60) | -0.0302*** (-4.63) | -0.0184*** (-2.96) | -0.0187 (-0.76) | -0.0116*** (-5.99) |
| D2E | 0.0001*** (4.67) | 0.0003*** (5.51) | 0.0002*** (5.16) | 0.0002*** (5.18) | 0.0002*** (5.07) | 0.0001 (0.77) | 0.0000* (1.96) |
| Constante | 0.7321*** (11.26) | 2.2029*** (10.16) | 1.6509*** (8.78) | 1.6505*** (8.78) | 1.3776*** (7.70) | 0.5821 (0.82) | 0.5959*** (10.68) |
| Dummy de Ano | Sim | | | | | | |
| Dummy de Indústria | Sim | | | | | | |
| Observações | 1,930 | 1,930 | 1,930 | 1,930 | 1,930 | 1,930 | 1,930 |
| R ² | 0.619 | 0.386 | 0.309 | 0.309 | 0.263 | 0.054 | 0.508 |

Como se pode verificar pela tabela, a variável *dummy* top continua sem apresentar significância estatística que permita concluir que existe uma relação entre a mesma e o risco total de uma empresa. Por oposição, a relação da mesma para com três das quatro medidas de risco sistemático alterou-se, sendo que não é possível determinar se as empresas com melhor desempenho ambiental apresentam um risco sistemático diferente das empresas com pior

desempenho. Conclusão idêntica foi atingida para o risco de perda, já que também não existe evidência estatística que permita concluir que existe relação entre a variável top e o risco de perda.

4.3 Testes de robustez

Para complementar a minha análise entre o risco financeiro de uma empresa e o seu desempenho ambiental, elaborei testes de robustez com os retornos a serem calculados através de dados diários, mas para um horizonte temporal de 24 meses no lugar de 12 meses, como até agora realizado. Este método procura verificar se com um horizonte temporal maior os resultados se mantêm ou se se alteram de alguma forma. Para além desta alteração do cálculo dos retornos, retirei também a variável crescimento do retorno do ativo (*chg_ROA*) dado que em nenhum dos modelos anteriores demonstrou significância estatística, não fazendo sentido mantê-la na amostra. Este procedimento foi também utilizado por Cai et al. (2016). Tal como utilizado para a análise entre as melhores e piores empresas a nível ambiental, o modelo OLS não foi utilizado dadas as suas ineficiências. Apresento, então, o modelo 2SLS com as medidas de risco a serem calculados por um horizonte temporal de 24 meses. Os resultados são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Modelo de efeitos fixos calculado através de retornos por 24 meses

Nesta tabela são apresentados os resultados das regressões controladas para efeitos fixos de empresa calculadas através de um horizonte temporal de 24 meses. Na coluna (1) são apresentados os coeficientes das diferentes variáveis independentes para o desvio-padrão. Na coluna (2) a variável dependente é o prémio de risco de mercado do CAPM (*beta_CAPM*), na coluna (3) a variável dependente é o prémio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (*beta_FF32*), na coluna (4) a variável dependente é o prémio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prémio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nos modelos (6) e (7) são apresentadas as *proxies* utilizadas como risco de perda, sendo na coluna (6) utilizada a assimetria da distribuição dos retornos e na coluna (7) o semi-desvio-padrão dos retornos. As diferentes variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. Estatísticas t robustas são apresentadas em parêntesis. ***, ** e * indicam um nível de significância de 1%, 5% e 10% respetivamente.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | -0.0001 (-0.58) | 0.0003 (0.87) | 0.0003 (1.12) | 0.0003 (1.19) | 0.0003 (1.05) | 0.0032* (1.86) | -0.0002* (-1.78) |
| research_development | -0.0008 (-1.28) | -0.0017 (-1.06) | -0.0015 (-1.40) | -0.0013 (-1.07) | -0.0013 (-1.38) | -0.0067 (-0.61) | -0.0004 (-1.01) |
| ROA | -0.0038*** (-6.70) | -0.0054*** (-5.49) | -0.0029*** (-3.67) | -0.0029*** (-3.67) | -0.0030*** (-4.05) | -0.0143*** (-3.22) | -0.0021*** (-4.28) |
| assets_growth | 0.0002** (2.05) | 0.0003* (1.71) | 0.0005*** (2.93) | 0.0005*** (2.95) | 0.0004*** (2.61) | -0.0007 (-0.61) | 0.0002** (2.36) |
| capital_intensity | 0.0023 (1.42) | -0.0014 (-0.60) | -0.0033 (-1.61) | -0.0034* (-1.65) | -0.0045** (-2.20) | -0.0096 (-0.57) | 0.0026** (2.01) |
| sales_growth | 0.0000 (0.19) | 0.0003 (1.28) | 0.0006*** (2.68) | 0.0007*** (2.92) | 0.0005** (1.98) | -0.0032* (-1.77) | 0.0003*** (2.96) |
| log_total_assets | -0.0398*** (-3.54) | -0.0501** (-2.46) | -0.0341** (-2.08) | -0.0435*** (-2.66) | -0.0551*** (-3.34) | -0.4549*** (-4.41) | -0.0038 (-0.43) |
| current_ratio | -0.0010 (-0.33) | -0.0008 (-0.11) | -0.0043 (-0.70) | -0.0042 (-0.70) | 0.0014 (0.24) | -0.0226 (-0.62) | 0.0012 (0.52) |
| market_to_book | -0.0018** (-2.30) | -0.0037** (-2.48) | -0.0014 (-1.16) | -0.0020 (-1.62) | -0.0022** (-1.99) | -0.0272*** (-3.23) | 0.0004 (0.84) |
| dividend_yield | 0.0033 (0.85) | 0.0018 (0.25) | -0.0077 (-1.32) | -0.0081 (-1.36) | -0.0096* (-1.69) | 0.0356 (1.08) | 0.0014 (0.53) |
| D2E | 0.0001** (2.23) | 0.0002*** (3.36) | 0.0001** (2.10) | 0.0001** (2.53) | 0.0001*** (2.75) | 0.0007*** (2.72) | -0.0000 (-0.44) |
| Constante | 1.0623*** (6.10) | 1.9568*** (6.28) | 1.6119*** (6.47) | 1.7601*** (7.09) | 1.9355*** (7.69) | 7.6137*** (4.75) | 0.4283*** (3.22) |
| Dummy de Ano | Sim | | | | | | |
| Observações | 5,369 | 5,369 | 5,369 | 5,369 | 5,369 | 5,369 | 5,369 |
| R ² | 0.537 | 0.073 | 0.052 | 0.053 | 0.045 | 0.043 | 0.465 |
| Número de empresas | 893 | 893 | 893 | 893 | 893 | 893 | 893 |

Como se pode ver na tabela, não há evidência estatística de alguma relação entre o desempenho ambiental e o risco de total. Este resultado é consistente com o modelo de efeitos fixos com as medidas de risco calculadas por um horizonte de 12 meses. Para além disso, também a relação entre DAE e o prémio de risco de mercado do CAPM e do modelo de 5 fatores da Fama e French não se altera, não existindo evidência estatística de alguma relação. No entanto, a relação com as outras duas medidas de risco sistemático (prémio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French e Carhart de 4 fatores) perde a significância que evidenciava, não existindo evidência estatística de existência de alguma relação entre as mesmas e o ENVSCORE. No que concerne às medidas do risco de perda, existe uma relação positiva entre o desempenho ambiental e a assimetria da distribuição dos retornos, o que significa que um melhor desempenho ambiental conduz a uma distribuição dos retornos mais à direita. Por sua vez, a relação entre DAE e semi-desvio-padrão é negativa e estatisticamente significativa a um nível de 10%, o que significa que um melhor ENVSCORE origina uma menor variação negativa dos retornos. Novamente estes resultados são diferentes dos obtidos pelo horizonte temporal de 12 meses, sendo que este modelo apresenta alterações para quatro das sete variáveis dependentes em análise.

Em seguida, e tal como foi prática durante esta dissertação, elaboro um modelo 2SLS. Os resultados deste modelo para um horizonte temporal de 24 meses encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 - Modelo 2SLS com medidas de risco calculadas por 24 meses

Nesta tabela são apresentados os resultados para o método de 2SLS com as medidas de risco calculadas através de um horizonte temporal de 24 meses. Na coluna (1) são apresentado os coeficientes das diferentes variáveis independentes para a volatilidade dos retornos. Na coluna (2) a variável dependente é o prémio de risco de mercado do CAPM (beta_CAPM), na coluna (3) a variável dependente é o prémio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French (beta_FF3), na coluna (4) a variável dependente é o prémio de risco do modelo Carhart de 4 fatores e na coluna (5) a variável dependente trata-se do prémio de risco de mercado do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nas colunas (6) e (7) são apresentadas as duas medidas de risco de perda, sendo que na coluna (6) são apresentados os coeficientes quando a variável dependente é a assimetria da distribuição e na coluna (7) a variável dependente é o semi-desvio-padrão. Todas as variáveis encontram-se *winsorized* a um nível de 1%. ***, ** e * representam um nível de significância de 1, 5 e 10% respetivamente. Estatísticas z são apresentadas em parêntesis.

| Modelos | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Variáveis | vol | beta_CAPM | beta_FF3 | beta_carhart | beta_FF5 | skewness | semivariance |
| ENVSCORE | 0.0001 (0.76) | 0.0007*** (3.19) | 0.0009*** (4.51) | 0.0009*** (4.53) | 0.0012*** (6.05) | 0.0006 (0.52) | -0.0001 (-0.60) |
| research_development | -0.0005** (-2.36) | -0.0031*** (-6.94) | -0.0021*** (-5.33) | -0.0021*** (-5.29) | -0.0027*** (-7.11) | 0.0056** (2.51) | -0.0003* (-1.95) |
| ROA | -0.0071*** (-22.51) | -0.0103*** (-16.28) | -0.0067*** (-11.81) | -0.0066*** (-11.75) | -0.0059*** (-11.05) | -0.0100*** (-3.15) | -0.0049*** (-18.93) |
| assets_growth | 0.0003** (2.18) | 0.0002 (0.89) | 0.0002 (1.13) | 0.0002 (1.16) | 0.0001 (0.36) | -0.0016 (-1.38) | 0.0002** (2.14) |
| capital_intensity | 0.0051*** (6.05) | 0.0052*** (3.09) | 0.0038** (2.55) | 0.0038** (2.51) | 0.0016 (1.10) | 0.0092 (1.09) | 0.0043*** (6.36) |
| sales_growth | 0.0005*** (3.01) | 0.0010*** (3.27) | 0.0013*** (4.42) | 0.0013*** (4.41) | 0.0006** (2.32) | -0.0022 (-1.37) | 0.0006*** (4.87) |
| log_total_assets | -0.0345*** (-12.57) | -0.0540*** (-9.82) | -0.0273*** (-5.56) | -0.0273*** (-5.58) | -0.0341*** (-7.33) | -0.0768*** (-2.78) | -0.0202*** (-9.05) |
| current_ratio | 0.0031 (1.49) | 0.0008 (0.20) | 0.0001 (0.02) | 0.0000 (0.01) | -0.0030 (-0.87) | 0.0135 (0.65) | 0.0027 (1.61) |
| market_to_book | -0.0040*** (-6.77) | -0.0089*** (-7.54) | -0.0052*** (-4.97) | -0.0052*** (-4.98) | -0.0060*** (-5.97) | -0.0154*** (-2.59) | -0.0015*** (-3.14) |
| dividend_yield | -0.0224*** (-10.77) | -0.0205*** (-4.93) | -0.0228*** (-6.16) | -0.0229*** (-6.17) | -0.0123*** (-3.48) | -0.0633*** (-3.03) | -0.0184*** (-10.90) |
| D2E | 0.0001*** (6.55) | 0.0003*** (8.93) | 0.0002*** (6.17) | 0.0002*** (6.19) | 0.0002*** (7.15) | 0.0004** (2.13) | 0.0000*** (2.90) |
| Constante | 1.0702*** (19.89) | 1.9290*** (17.91) | 1.4151*** (14.72) | 1.4184*** (14.77) | 1.4174*** (15.53) | 0.6972 (1.29) | 0.7970*** (18.18) |
| Dummy de Ano | Sim | | | | | | |
| Dummy de Indústria | Sim | | | | | | |

Os resultados deste modelo são consistentes com os resultados obtidos para o modelo que utiliza um horizonte temporal de 12 meses. A relação entre DAE e as diferentes medidas de risco não se altera, sendo que não existe evidência estatística de que o desempenho ambiental cause impacto no risco total e no risco de perda de uma empresa, mas existe uma relação positiva e estatisticamente significativa a um nível de 1% entre o ENVSCORE e o risco sistemático da empresa. Dessa forma, um melhor desempenho ambiental origina um maior risco sistemático.

4.4 Discussão

Nesta secção vão ser discutidos os resultados obtidos na dissertação. Os modelos OLS e 2SLS reportaram resultados semelhantes, sendo que ambos os modelos evidenciam uma relação positiva e estatisticamente significativa entre o desempenho ambiental e o risco sistemático das empresas. Este resultado é contrário aos resultados obtidos pela literatura. Cai et al. (2016) e Salama et al. (2011) tinham concluído que existia uma relação negativa e estatisticamente significativa entre as duas variáveis, enquanto Muhammad et al. (2015) concluíram que não existia evidência de que houvesse alguma relação. Contudo, apenas Cai et al. utilizaram esses dois modelos, sendo que nos outros estudos apenas foram utilizados modelos de efeitos fixos de empresa ou modelo de efeitos aleatórios. Já no que toca aos resultados obtidos pelo modelo de efeitos fixos, estes diferem dos resultados obtidos por Cai et al. (2016) e Salama et al. (2011), mas estão conforme os resultados obtidos por Muhammad et al. (2015). Estes resultados podem ter diferentes explicações. Em primeiro lugar, há que considerar os horizontes temporais. O estudo de Cai et al. (2016) inclui um horizonte de 21 anos, sendo que, no meu estudo, o horizonte temporal é de 14 anos, no de Muhammad et al. (2015) o mesmo é de 9 anos e no de Salama et al. (2011) é de 12 anos. Os investimentos em iniciativas ambientais são considerados investimentos de médio e longo prazo (Cai et al., 2016), o que pode ajudar a explicar a diferença de resultados. Dados os diferentes horizontes temporais, será expectável que um período temporal maior incorpore melhor os efeitos de melhores desempenhos ambientais, ou seja, que os efeitos de um melhor desempenho ambiental se notem mais em análises de longo prazo. Dessa forma, será expectável que o trabalho de Cai et al. (2016), em comparação com os restantes, apresente uma melhor incorporação dos efeitos ambientais no risco financeiro das empresas, o que efetivamente acontece. É importante ainda notar que o trabalho com o horizonte temporal mais curto (Muhammad et al, 2015) é o único na literatura estudada que não reporta uma relação negativa entre o DAE e o seu risco financeiro.

Em segundo lugar, é importante referir as diferentes metodologias utilizadas, quer na construção das bases de dados, quer nos modelos utilizados. Neste estudo utilizo o ENVSCORE, um índice ambiental fornecido pela Thomson Reuters, como *proxy* para o desempenho ambiental. Este índice engloba três categorias distintas, sendo elas o nível de emissões, a redução de recursos e a inovação do produto. Contudo, nos outros estudos foram utilizados outros indicadores como

índice ambiental. No estudo de Muhammad et al. (2015) foi utilizado um desempenho tóxico ponderado como *proxy* para desempenho ambiental, o que é apenas uma das três vertentes incluídas no índice ENVSCORE por mim utilizado. Já no estudo de Salama et al. (2011) são utilizados os dados reputacionais obtidos por inquéritos publicados pela revista *Management Today* como *proxy* para o DAE, os quais apresentam uma medida de reputação de uma empresa e não um desempenho ambiental como eu utilizo, e representam apenas uma pequena e muito específica parte do mercado britânico. Ao utilizar uma amostra tão seletiva, os autores acabam por obter resultados para as melhores empresas britânicas a nível ambiental. Por último, Cai et al. (2016) utilizam duas medidas de DAE, as duas baseadas na base de dados KLD. A primeira dessas medidas são os pontos fortes ambientais líquidos, que se traduzem simplesmente nos pontos fortes ambientais menos as fraquezas ambientais. O segundo índice utilizado consiste num rácio determinado pelos pontos fortes líquidos ambientais a dividir pela soma de pontos fortes e fraquezas ambientais. Todas estas medidas de DAE são substancialmente diferentes entre elas e também são substancialmente diferentes da que eu utilizo, o que também poderá ajudar a explicar resultados diferentes, sendo que, como já referido, a diversidade de *proxies* para desempenho ambiental é um problema da literatura.

Para além das medidas de desempenho ambiental, os diferentes estudos utilizam amostras de países diferentes: eu, tal como Cai et al. (2016) utilizo apenas empresas norte-americanas, Muhammad et al. (2015) utilizam apenas empresas australianas, e Salama et al. (2011) utilizam empresas britânicas. No que concerne à metodologia aplicada, Salama et al. (2011) utilizam um modelo de efeitos fixos e outro de efeitos aleatórios; Muhammad et al. (2015) utilizam apenas um modelo de efeitos fixos como parte da sua análise, enquanto o trabalho de Cai et al. (2016) utiliza, para além do modelo de efeitos fixos, um modelo OLS, um modelo 2SLS e um modelo dinâmico de métodos de momentos generalizados (GMM). Comparando os meus resultados com os da literatura, os resultados obtidos pelo modelo de efeitos fixos são consistentes com os de Muhammad et al. (2015), que concluíram não existir evidência estatística para afirmar que existe relação entre o prémio de risco de mercado do modelo CAPM e o desempenho ambiental. Contudo, no que toca ao risco total, os meus resultados já diferem dos obtidos por estes autores, já que os mesmos concluem que há uma relação negativa e estatisticamente significativa a um nível de 1% (tal como Cai et al., 2016), enquanto eu não encontro evidência estatística que me permita concluir que existe relação entre o DAE e o risco financeiro de uma empresa.

Contudo, os meus resultados alteram-se quando utilizo um modelo 2SLS. Através deste modelo continuo sem poder afirmar que existe alguma relação entre o DAE e o risco total, mas posso afirmar, para um nível de confiança de 99%, que existe uma relação positiva entre as diferentes medidas de risco sistemático e o DAE. No que toca ao risco de perda, não há relação entre o desempenho ambiental e as duas variáveis utilizadas, a assimetria da distribuição dos retornos e o semi-desvio-padrão.

Os meus resultados permitem-me rejeitar as hipóteses H1a e H1b. Dessa forma posso afirmar que o desempenho ambiental não reduz o risco total nem o risco sistemático, sendo que os meus resultados indicam que um melhor desempenho ambiental origina um maior risco sistemático. Estes resultados são confirmados pelos testes de robustez utilizados.

No que concerne ao risco de perda, a hipótese nula é rejeitada em todos os modelos com as medidas de risco elaboradas por um horizonte temporal de 12 meses, mas não é rejeitada para o modelo de efeitos fixos quando as medidas de risco são calculadas por um horizonte temporal de 24 meses. Dessa forma, a hipótese nula não é rejeitada para o modelo de efeitos fixos, mas é o para o modelo 2SLS.

Estes resultados são diferentes do que seria previsto dada a literatura. No entanto, podem ter algumas explicações. Uma delas prende-se com as bases de dados utilizadas, as quais são diferentes entre os vários estudos. Eu utilizo uma base de dados que contém empresas mortas, as quais apresentam um risco financeiro maior. Os estudos anteriores sobre o tema não utilizaram o mesmo procedimento. Para além disso, eu utilizo um painel não balanceado, tal como Cai et al. (2016), mas diferente da metodologia utilizada por Muhammad et al. (2015).

Um outro motivo que poderá explicar a falta de evidência estatística entre o desempenho ambiental e o risco total e a relação positiva entre o risco sistemático e o DAE prende-se com o facto de multas e processos em tribunal serem eventos aleatórios e de ser possível ludibriar alguns resultados. Tal como já referido na introdução, a Volkswagen foi uma das empresas implicadas no *dieselgate*, e foi provado que a empresa manipulava os dados referentes às emissões. Ao manipular esses dados, a Volkswagen estava a reportar menor poluição e, conseqüentemente, melhores desempenhos ambientais que aqueles que efetivamente estava a ter. Dessa forma, durante alguns anos a Volkswagen não foi tão penalizada pelos índices e estudos ambientais como deveria ter sido.

Por último, existe um outro argumento, relacionado com o processo produtivo das empresas. Empresas com melhores desempenhos ambientais poderão, como já referido anteriormente, atingi-lo através de processos produtivos menos poluentes (e muitas vezes mais caros) e através de matérias-primas mais caras, de forma a reduzir os desperdícios e a aumentar a qualidade dos produtos. Contudo, estas empresas poderão ficar mais expostas a choques negativos (Salama et al., 2011) e a flutuações de preços das matérias-primas.

Já no que toca à relação entre o DAE e o risco de perda, não obtive evidência através do modelo 2SLS de que existe uma relação negativa entre o DAE e o semi-desvio-padrão, o que significa que não há evidência estatística de que um melhor desempenho ambiental tenha impacto na variabilidade negativa dos retornos.

No que concerne à segunda hipótese do meu estudo (H2), não consegui concluir que empresas ambientalmente mais responsáveis e empresas ambientalmente menos responsáveis apresentem risco total e de perda diferentes, mas posso afirmar que as melhores empresas a nível ambiental apresentam um risco sistemático menor quando comparadas com as piores empresas. Dessa forma, rejeito as hipóteses H2b e H2c, mas não H2a. Estes resultados, novamente, são contrários ao que a literatura afirma, com a exceção da relação entre DAE e risco sistemático, a qual se encontra consoante a literatura. O estudo de Cai et al. (2016) providencia algumas bases que podem suportar estes resultados. Os autores concluíram que as empresas do setor dos serviços apresentam uma relação positiva e estatisticamente significativa entre DAE e DFE. Por oposição, as empresas industriais apresentam uma relação negativa entre essas duas variáveis. Como as empresas do setor dos serviços são muito menos poluentes que as empresas industriais, estes elevados desempenhos ambientais podem não ser premiados pelos mercados financeiros, que não veem benefícios, para empresas tão pouco poluentes, de investir em melhor RAE. No entanto, as empresas bastante poluentes incorrem também em riscos de processos em tribunal e multas que poderão diminuir os seus resultados, o que aumenta o seu risco financeiro (como já falado anteriormente). Assim sendo, poderá acontecer que, fruto de empresas mais e menos poluentes adotarem comportamentos que poderão diminuir o retorno dos acionistas, estes acabem por não fazer grande distinção entre as mesmas, não existindo então uma relação entre o risco financeiro e o desempenho ambiental ser dos melhores ou dos piores. Contudo, é normal que uma empresa no topo no que a aspetos ambientais diz respeito acabe por diminuir o risco sistemático, quando comparado com as piores empresas a nível ambiental. Estas poderão, com

os seus débeis comportamentos, causar degradação do meio ambiente, o que tem impacto nas populações e, conseqüentemente, nos mercados que as mesmas integram.

5. Conclusão

Neste trabalho foi debatida uma possível relação entre o desempenho ambiental de uma empresa e o seu risco financeiro. Foi utilizado um índice ambiental bastante abrangente, que inclui não só o nível de emissões por parte de uma empresa, como utilizado por Muhammad et al. (2015), mas também a inovação de produto e a redução de recursos. Para além disso, foram utilizadas diversas variáveis de controlo e várias medidas de risco, tanto sistemático, como total e ainda medidas do risco de perda. O primeiro modelo utilizado foi um modelo OLS com *dummies* de indústria e de ano (as *dummies* de ano estiveram presentes em todos os modelos). Contudo, devido às ineficiências do método OLS (demonstradas pelos testes de heterocedasticidade e pelo teste de Hausman), elaborei um modelo de efeitos fixos. Em seguida, para tentar diminuir o problema da endogeneidade, construí um modelo 2SLS.

No que toca a uma possível relação entre o risco total de uma empresa e o desempenho ambiental, não pude confirmar essa hipótese, sendo que não existe evidência estatística que permita concluir que o desempenho ambiental influencie o risco total de uma empresa. Já no que toca à possibilidade do desempenho ambiental de uma empresa poder estar negativamente relacionado com o risco sistemático da mesma, pude rejeitar essa hipótese, sendo que o desempenho ambiental tem uma relação positiva com o risco sistemático da mesma. Este resultado contraria a literatura sobre o tema (Cai et al., 2016 e Salama et al., 2011 tinham obtido resultados que indicavam uma relação negativa entre essas duas variáveis; Muhammad et al., 2015 tinham concluído que não havia relação entre as mesmas). Já no que diz respeito ao risco de perda, encontrei uma relação negativa e estatisticamente significativa a um nível de 10% entre as medidas de risco de perda e o DAE para o modelo de efeitos fixos, quando os retornos foram calculados por um horizonte temporal de 24 meses. Nos restantes modelos utilizados não encontrei evidência suficiente para afirmar que existe relação entre o desempenho ambiental e o risco de perda.

Este estudo, no entanto, sofre de várias limitações. Em primeiro lugar, o datastream da Thomson Reuters apresenta um horizonte temporal máximo de 14 anos para o desempenho ambiental, o que condiciona a análise de longo prazo, e para um número máximo de 2303 empresas. Para além dessa limitação, os dados para os primeiros três anos (2002, 2003 e 2004) correspondem apenas a cerca de 20% do total de empresas, o que restringe ainda mais o horizonte

temporal. Em segundo lugar, apenas são incluídas empresas americanas nesta análise, o que faz com que os resultados obtidos apenas possam ser considerados localmente, isto é, não se pode concluir que sejam os mesmos noutros mercados financeiros. Por último, poderão existir modelos econométricos mais avançados que permitam uma melhor análise entre estas variáveis. Os modelos utilizados, com a inclusão de *dummies* de indústria e de ano ou com a utilização de modelos fixos de empresa, permitem uma boa análise. Contudo, outros modelos poderão permitir aprofundá-la e corrigir problemas de endogeneidade e/ou outros que existam.

Para futura investigação, poderá fazer sentido estender esta análise, principalmente em mercados importantes como o europeu ou o asiático, e verificar se os meus resultados se mantêm, ou se os de estudos anteriores se encontram mais próximos da realidade. Poderá fazer sentido também alargar o horizonte temporal e a base de dados de empresas, permitindo uma análise de longo prazo que permita incorporar na totalidade os efeitos de um melhor desempenho ambiental. Fará ainda sentido utilizar um modelo dinâmico dado que as medidas de risco são tradicionalmente autocorrelacionadas, podendo um modelo desse género ultrapassar essas limitações. Por último, poderá fazer sentido utilizar uma medida de desempenho ambiental diferente do ENVSCORE por mim utilizado, devido às limitações do mesmo, e até porque poderá fazer sentido analisar em específico alguma das categorias por ele contidas, como a redução de emissões ou a restrição de recursos, dado o contexto em que a análise é elaborada.

Bibliografia

Anenberg, Susan C. ; Miller, Joshua; Minjares, Ray; Du, Li; Henze, Daven K. ; Lacey, Forrest; Malley, Christopher S. ; Emberson, Lisa; Franco, Vicente; Klimont, Zbigniew; Heyes, Chris (2017). Impacts and mitigation of excess diesel-related NOx emissions in 11 major vehicle markets. *Nature*, 545, 467-471.

Aupperle, K. E., Carroll, A. B., & Hatfield, J. D. (1985). An empirical examination of the relationship between corporate social responsibility and profitability. *Academy of management Journal*, 28(2), 446-463.

Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.

Barnett, M. L., & Salomon, R. M. (2012). Does it pay to be really good? Addressing the shape of the relationship between social and financial performance. *Strategic Management Journal*, 33(11), 1304-1320.

Bragdon, J. H., & Marlin, J. A. (1972). Is Pollution Profitable. *Risk management*, 19(4), 9-18.

Cai, Li; Cui, J. ; Jo, H. (2016). Corporate environmental responsibility and firm risk. *Journal of Business Ethics*, 139, 563-594.

Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of finance*, 52(1), 57-82.

Capelle-Blancard, G., & Laguna, M. A. (2010). How does the stock market respond to chemical disasters?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(2), 192-205.

Chen, K. H., & Metcalf, R. W. (1980). The relationship between pollution control record and financial indicators revisited. *The Accounting Review*, 55(1), 168-177.

Cohen, M. A., Fenn, S., & Naimon, J. S. (1995). *Environmental and financial performance: are they related?*. Investor Responsibility Research Center, Environmental Information Service.

Cornell, B., & Shapiro, A. C. (1987). Corporate stakeholders and corporate finance. *Financial management*, 5-14.

Derwall, J., Guenster, N., Bauer, R., & Koedijk, K. (2005). The eco-efficiency premium puzzle. *Financial Analysts Journal*, 61(2), 51-63.

- Estrada, J. (2002). Systematic risk in emerging markets: the D-CAPM. *Emerging Markets Review*, 3(4), 365-379.
- Fama, E. F. & French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1-22.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Foster, J. B., & Magdoff, F. (2009). *The great financial crisis: Causes and consequences*. NYU Press.
- Fu, F. (2009). Idiosyncratic risk and the cross-section of expected stock returns. *Journal of Financial Economics*, 91(1), 24-37.
- Godfrey, P. C. (2005). The relationship between corporate philanthropy and shareholder wealth: A risk management perspective. *Academy of management review*, 30(4), 777-798.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic econometrics* (4th ed.). New York: Tata McGraw-Hill Companies.
- Horváthová, E. (2010). Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis. *Ecological Economics*, 70, 52-59.
- King, A. A., & Lenox, M. J. (2001). Does it really pay to be green? An empirical study of firm environmental and financial performance. *Journal of Industrial Ecology*, 5(1), 105-116.
- Klassen, R. D., & McLaughlin, C. P. (1996). The impact of environmental management on firm performance. *Management science*, 42(8), 1199-1214.
- Konar, S. ; Cohen, M. (2001). Does the market value environmental Performance? *The Review of Economics and Statistics*, 83(2), 281-289.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk, and maximal gains from diversification. *The journal of finance*, 20(4), 587-615.
- Mahapatra, S. (1984). Investor reacting to a corporate social accounting. *Journal of Business finance and Accounting*, 11(1), 29-40.
- Malthus, T. R. (1798). *An essay on the principle of population* (Vol. 2). London.

- McGuire, J. B., Sundgren, A., & Schneeweis, T. (1988). Corporate social responsibility and firm financial performance. *Academy of management Journal*, 31(4), 854-872.
- McWilliams, A., & Siegel, D. (2000). Corporate social responsibility and firm financial performance: correlation or mis-specification? *Strategic Management Journal*, 21(5), 603-609.
- McWilliams, A., & Siegel, D. (2001). Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective. *Academy of management review*, 26(1), 117-127.
- Metcalf, A. Y., Mackelprang, A. W., & Galbreth, M. R. (2016). Linking pollution toxicity and human exposure to firm idiosyncratic risk. *Journal of Cleaner Production*, 131, 659-666.
- Miles, M. P., & Covin, J. G. (2000). Environmental marketing: A source of reputational, competitive, and financial advantage. *Journal of business ethics*, 23(3), 299-311.
- Motor 24 (2017). Motor 24 Futuro em Movimento. Acessado em 14 de Outubro, 2017, através de <https://www.motor24.pt/sites/turbo/volkswagen-novo-lider-do-mercado-automovel-mundial/>
- Muhammad, N., Scrimgeour, F., Reddy, K., & Abidin, S. (2015). The impact of corporate environmental performance on market risk: The Australian industry case. *Journal of business ethics*, 132(2), 347-362.
- Oikonomou, I., Brooks, C., & Pavelin, S. (2012). The impact of corporate social performance on financial risk and utility: A longitudinal analysis. *Financial Management*, 41(2), 483-515.
- Orlitzky, M., & Benjamin, J. D. (2001). Corporate social performance and firm risk: A meta-analytic review. *Business & Society*, 40(4), 369-396.
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic perspectives*, 9(4), 97-118.
- Público (2008, 28 de Abril). Fraude nas emissões empurra Volkswagen para prejuízos. Acessado em 17 de Outubro, 2017, através de <https://www.publico.pt/2016/04/28/economia/noticia/fraude-nas-emissoes-empurra-volkswagen-para-prejuizos-1730375>
- Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Academy of management Journal*, 40(3), 534-559.

Salama, A., Anderson, K., & Toms, J. S. (2011). Does community and environmental responsibility affect firm risk? Evidence from UK panel data 1994–2006. *Business Ethics: A European Review*, 20(2), 192-204.

Sharfman, M. P., & Fernando, C. S. (2008). Environmental risk management and the cost of capital. *Strategic management journal*, 29(6), 569-592.

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.

Spicer, B. H. (1978). Investors, corporate social performance and information disclosure: An empirical study. *Accounting Review*, 94-111.

Tan, S.; Habibullah, M.; Tan, S.; Choon, S. (2017). The impact of the dimensions of environmental performance on firm performance in travel and tourism industry. *Journal of Environmental Management*, 203, 603-611.

Ullmann, A. A. (1985). Data in search of a theory: A critical examination of the relationships among social performance, social disclosure, and economic performance of US firms. *Academy of management review*, 10(3), 540-557.

Wahba, H. (2008). Does the market value corporate environmental responsibility? An empirical examination. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 15(2), 89-99.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.

Wooldridge, J. M. (2015). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.

Anexos

Anexo 1

Tabela 11 - Variáveis de controlo e código do datastream

A tabela seguinte apresenta as variáveis de controlo utilizadas, a sua definição e o código do datastream para a sua obtenção.

| Variável | Definição | Código do Datastream |
|--------------------------------|--|----------------------|
| Ativo total | Logaritmo do ativo total da empresa, calculado após a obtenção do ativo total | WC02999 |
| Market-to-book | Rácio entre o valor de mercado do capital próprio de uma empresa e o seu valor histórico | MTBV |
| Intensidade de Capital | Gastos de capital como percentagem do ativo total | WC08416 |
| Taxa de crescimento das vendas | $((Vendas_t / Vendas_{t-1}) - 1) * 100$ | WC08631 |
| ROA | Retorno do ativo | WC08326 |
| Varição do ROA | $(Retorno\ do\ ativo_t - Retorno\ do\ ativo_{t-1}) / Retorno\ do\ ativo_{t-1}$ | |
| Intensidade de I&D | Gastos totais em investigação e desenvolvimento sobre o total das vendas | WC08341 |
| Dividend yield | Rácio de pagamento de dividendos | DY |
| Liquidez corrente | Rácio entre o ativo corrente e o passivo corrente | WC08106 |
| Crescimento do ativo | $((Ativo\ total_t - Ativo\ total_{t-1}) - 1) * 100$ | WC08621 |
| Rácio debt-to-equity | Rácio entre a dívida total e o capital próprio | WC08231 |
| Environmental score | Pontuação atribuída pela Asset4 ao desempenho ambiental das empresas através de uma média ponderada entre as categorias de redução de emissões, redução de resíduos e inovação do produto. | ENVSCORE |

Anexo 2

Tabela 12 - Número de observações por indústria

A tabela seguinte apresenta o número de observações por cada indústria na minha amostra. Na primeira coluna é apresentado o sic code de 2 dígitos, o qual foi utilizado para identificar as diferentes indústrias. Na segunda coluna é apresentada a descrição da indústria. Na terceira coluna são apresentados o número de observações disponíveis para cada indústria, sendo que N representa o número de observações.

| Code Value | Description | N |
|------------|--|-----|
| 10 | Metal Mining | 33 |
| 12 | Coal Mining | 8 |
| 13 | Oil and Gas Extraction | 100 |
| 14 | Mining and Quarrying of Nonmetallic Minerals, Except Fuels | 21 |
| 15 | Construction - General Contractors & Operative Builders | 54 |
| 16 | Heavy Construction, Except Building Construction, Contractor | 14 |
| 20 | Food and Kindred Products | 261 |
| 21 | Tobacco Products | 44 |
| 22 | Textile Mill Products | 2 |
| 23 | Apparel, Finished Products from Fabrics & Similar Materials | 34 |
| 24 | Lumber and Wood Products, Except Furniture | 28 |
| 25 | Furniture and Fixtures | 46 |
| 26 | Paper and Allied Products | 98 |
| 27 | Printing, Publishing and Allied Industries | 32 |
| 28 | Chemicals and Allied Products | 922 |
| 29 | Petroleum Refining and Related Industries | 72 |
| 30 | Rubber and Miscellaneous Plastic Products | 84 |
| 31 | Leather and Leather Products | 1 |
| 32 | Stone, Clay, Glass, and Concrete Products | 23 |
| 33 | Primary Metal Industries | 92 |
| 34 | Fabricated Metal Products | 151 |
| 35 | Industrial and Commercial Machinery and Computer Equipment | 516 |
| 36 | Electronic & Other Electrical Equipment & Components | 747 |
| 37 | Transportation Equipment | 309 |
| 38 | Measuring, Photographic, Medical, & Optical Goods, & Clocks | 646 |
| 39 | Miscellaneous Manufacturing Industries | 51 |
| 40 | Railroad Transportation | 10 |
| 42 | Motor Freight Transportation | 12 |

Tabela 12 - Continuação

| | | |
|----|--|-----|
| 44 | Water Transportation | 4 |
| 45 | Transportation by Air | 3 |
| 47 | Transportation Services | 5 |
| 48 | Communications | 95 |
| 49 | Electric, Gas and Sanitary Services | 100 |
| 50 | Wholesale Trade - Durable Goods | 54 |
| 51 | Wholesale Trade - Nondurable Goods | 76 |
| 52 | Building Materials, Hardware, Garden Supplies & Mobile Homes | 39 |
| 53 | General Merchandise Stores | 111 |
| 54 | Food Stores | 21 |
| 55 | Automotive Dealers and Gasoline Service Stations | 37 |
| 56 | Apparel and Accessory Stores | 59 |
| 57 | Home Furniture, Furnishings and Equipment Stores | 33 |
| 58 | Eating and Drinking Places | 38 |
| 59 | Miscellaneous Retail | 93 |
| 60 | Depository Institutions | 3 |
| 62 | Security & Commodity Brokers, Dealers, Exchanges & Services | 25 |
| 63 | Insurance Carriers | 1 |
| 64 | Insurance Agents, Brokers and Service | 16 |
| 65 | Real Estate | 2 |
| 67 | Holding and Other Investment Offices | 10 |
| 70 | Hotels, Rooming Houses, Camps, and Other Lodging Places | 33 |
| 72 | Personal Services | 5 |
| 73 | Business Services | 794 |
| 75 | Automotive Repair, Services and Parking | 11 |
| 78 | Motion Pictures | 23 |
| 79 | Amusement and Recreation Services | 9 |
| 80 | Health Services | 43 |
| 82 | Educational Services | 18 |
| 87 | Engineering, Accounting, Research, and Management Services | 77 |

Anexo 3

Tabela 13 - Teste de heteroscedasticidade para as regressões OLS

Esta tabela apresenta os resultados do teste de Breusch-Pagan para heteroscedasticidade. São apresentados os diferentes modelos, sendo o 1º teste para o modelo em que a variável dependente é o desvio-padrão, no 2º teste a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do CAPM, no 3º teste a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French, no 4º a variável dependente é o prêmio de risco de mercado do modelo Carhart de 4 fatores, no 5º é o prêmio de risco do modelo de 5 fatores de Fama e French. Nos 6º e 7º testes as variáveis dependentes são a assimetria da distribuição e o semi-desvio-padrão, respetivamente. A hipótese nula em teste é de que a variância é constante, hipótese essa que é rejeitada a um nível de 1% para todas as variáveis em análise, podendo-se afirmar, com 99% de confiança, que existe heteroscedasticidade nos diferentes modelos.

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of vol2
```

```
chi2(1)      = 2223.11
Prob > chi2  = 0.0000
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of beta_CAPM2
```

```
chi2(1)      = 450.61
Prob > chi2  = 0.0000
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of beta_FF32
```

```
chi2(1)      = 155.07
Prob > chi2  = 0.0000
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of beta_carhartt2
```

```
chi2(1)      = 155.63
Prob > chi2  = 0.0000
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of beta_FF52
```

```
chi2(1)      = 34.46
Prob > chi2  = 0.0000
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of skewness2
```

```
chi2(1)      = 169.64
Prob > chi2  = 0.0000
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of semivariance2

chi2(1) = 2028.49
Prob > chi2 = 0.0000

Anexo 4

Tabela 14 - Testes de autocorrelação

A tabela seguinte apresenta os resultados para o teste de autocorrelação sugerido por Wooldridge (2010). No primeiro teste é elaborado o teste sendo a variável dependente o desvio-padrão, no segundo essa é o prémio de risco de mercado do CAPM, no terceiro é o prémio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French. No quarto, quinto e sexto teste são utilizados o prémio de risco do modelo Carhart de 4 fatores, Fama e French de 5 fatores e assimetria da distribuição como variáveis dependentes, sendo que no sétimo teste essa variável é o semi-desvio-padrão. A hipótese nula do teste é de que não existe correlação, sendo que a hipótese nula é rejeitada a um nível de 1% em todos os modelos exceto o modelo em que a variável dependente é a assimetria, não existindo nesse modelo evidência de autocorrelação.

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 460.349$$
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 115.141$$
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 106.924$$
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 106.951$$
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 81.561$$
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 0.025$$
$$\text{Prob} > F = 0.8732$$

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 595) = 174.948$$
$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Anexo 5

Tabela 15 - Teste de Hausman

A tabela seguinte apresenta os resultados para o teste de Hausman. No primeiro teste é elaborado o teste sendo a variável dependente o desvio-padrão, no segundo essa é o prêmio de risco de mercado do CAPM, no terceiro é o prêmio de risco de mercado do modelo de 3 fatores de Fama e French. No quarto, quinto e sexto teste são utilizados o prêmio de risco do modelo Carhart de 4 fatores, Fama e French de 5 fatores e assimetria da distribuição como variáveis dependentes, sendo que no sétimo teste essa variável é o semi-desvio-padrão. A hipótese nula do teste afirma que não existe correlação entre estimadores e efeitos. É possível verificar que esse pressuposto é rejeitado a um nível de 1% em todos os modelos.

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 94.30 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 48.78 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 33.60 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0008 \end{aligned}$$

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 33.62 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0008 \end{aligned}$$

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 44.62 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 45.61 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \text{chi2(12)} &= (b-B)' [(V_b - V_B)^{-1}] (b-B) \\ &= 60.64 \\ \text{Prob>chi2} &= 0.0000 \end{aligned}$$

Anexo 6

Tabela 16 - Estatísticas do modelo 2SLS

A tabela seguinte apresenta algumas estatísticas para o modelo 2SLS relativos à variável ENVSCORE e às suas variáveis instrumentais. Na primeira coluna encontram-se as diferentes variáveis dependentes utilizadas neste estudo, na segunda coluna encontra-se o resultado da primeira fase do teste F. Na terceira coluna encontra-se o resultado do teste de Sargan, para o qual a hipótese nula não pode ser rejeitada a um nível de 5% para nenhum modelo. Por último, na quarta coluna encontra-se o teste de instrumento fraco, cuja hipótese nula afirma que o instrumento não explica o comportamento da variável instrumentalizada. A hipótese nula é rejeitada sempre que a estatística Stock-Yogo é inferior à estatística Cragg-Donald Wald, o que acontece em todos os casos, logo o instrumento é relevante na explicação da variável instrumentalizada.

| Variável dependente | Primeira fase | Sargan statistic | Weak instruments test |
|---------------------|-------------------|--------------------------|--|
| vol | F(2, 3899) P-val | 1.175 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.2783 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| beta_CAPM | F(2, 3899) P-val | 1.043 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.3071 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| beta_FF3 | F(2, 3899) P-val | 2.819 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.0932 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| beta_carhart | F(2, 3899) P-val | 2.762 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.0965 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| beta_FF5 | F(2, 3899) P-val | 0.816 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.3664 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| skewness | F(2, 3899) P-val | 0.816 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.3664 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| semivariance | F(2, 3899) P-val | 0.33 | (Cragg-Donald Wald F statistic): 4964.642 |
| | 4964.64 0.0000 | Chi-sq(1) P-val = 0.5658 | Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size 19.93 |
| | | | 15% maximal IV size 11.59 |
| | | | 20% maximal IV size 8.75 |
| | | | 25% maximal IV size 7.25 |