



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Discrepâncias Regionais no PISA

Principais Fatores Influenciadores dos Resultados
Regionais no PISA 2015, 2018 e 2022

Sofia Brandão Fernandes

Católica Porto Business School

2024



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Discrepâncias Regionais no PISA

Principais Fatores Influenciadores dos Resultados Regionais no PISA 2015, 2018 e 2022

Trabalho Final na modalidade de Dissertação
apresentado à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de mestre em Gestão

por

Sofia Brandão Fernandes

sob orientação de
Prof. Dr. Maria da Conceição Andrade Silva

Católica Porto Business School, Universidade Católica Portuguesa
Abril, 2024

Agradecimentos

Primeiro, gostaria de agradecer a Prof. Dr. Conceição Silva por toda a ajuda, tempo e partilha de conhecimento no processo de elaboração do meu trabalho final de mestrado. Sem o seu acompanhamento este resultado não teria sido possível de obter.

Além disso, gostaria também de agradecer à minha família, namorado e amigos por todo o apoio e encorajamento dado durante a elaboração desta dissertação.

Resumo

O principal objetivo deste estudo é descobrir quais os principais fatores influenciadores nos resultados regionais do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) para os anos de 2015, 2018 e 2022, a nível nacional.

Desta forma, começou-se por enquadrar o tema e analisar a literatura existente, tanto a nível nacional como internacional. Os dados do PISA relativos aos anos de 2015, 2018 e 2022 foram obtidos do *site* oficial da OCDE, tendo os dados portugueses sido filtrados, limpos e preparados. De seguida, efetuou-se uma análise descritiva das principais variáveis e aplicou-se os modelos de regressão linear à amostra.

Pode-se concluir que a maioria das regiões, por si só, não se demonstraram estatisticamente significativas nos resultados devido a ter-se incluído outras variáveis de controlo. O estatuto socioeconómico e cultural do aluno revelou-se o principal fator que influencia positivamente os resultados, ou seja, alunos com maiores posses económicas normalmente obtêm uma melhor qualificação no questionário. Além disso, os alunos que repetiram o ano letivo, faltaram a pelo menos uma aula nas últimas duas semanas anteriores à elaboração do questionário, frequentam uma escola privada com financiamento público ou uma escola pública tendem a alcançar resultados inferiores no questionário comparativamente com as variáveis bases. As variáveis de referência são os alunos que nunca repetiram o ano, que não faltaram a nenhuma aula e que frequentam uma escola privada, sem financiamento do Governo, respetivamente.

Palavras-chave: PISA, NUTS II, Modelos Regressão Linear, Valores Plausíveis.

Abstract

The primary goal is to discern the key factors influencing regional outcomes in the Programme for International Student Assessment (PISA) for the years 2015, 2018, and 2022 at the national level.

To this end, the topic was initially framed, and existing literature on both national and international levels was reviewed. Data from the PISA for the years 2015, 2018, and 2022 was obtained from the official OECD website, Portuguese data were filtered, cleaned, and prepared. Subsequently, a descriptive analysis of the main variables was conducted, and linear regression models were applied to the sample.

It can be concluded that most regions, on their own, were not statistically significant in the results due to the inclusion of other control variables. The student's socio-economic and cultural status proved to be the main factor positively influencing the results, i.e. students with greater economic means usually scored better on the questionnaire. In addition, students who have repeated the school year, missed at least one class in the last two weeks prior to taking the questionnaire, attend a private school with public funding or a public school tend to achieve lower results in the questionnaire compared to the base variables. The reference variables are the students who have never repeated the year, who have not missed any classes and who attend a private school without government funding, respectively.

Keywords: PISA, NUTS II, Linear Regression Models, Plausible Values

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tabelas	xv
Introdução.....	17
Capítulo 1 Revisão da Literatura	19
1. O estado da educação em Portugal.....	19
1.1 O papel dos ISLAS no ensino em Portugal	21
2. Discrepâncias Regionais nos Resultados do PISA.....	23
2.1 Visão Global e Geográfica.....	23
2.2 Contexto português	25
2.3 Internacionalmente	28
3. Sumário	31
Capítulo 2 Metodologia, Análise e Descrição dos Dados	32
1. Metodologia.....	32
1.1 Modelos de Regressão	33
1.2 Descrição dos dados	35
2. Resultados Regionais do PISA 2015, 2018 e 2022.....	41
2.1 Principais variáveis por NUTS II.....	44
2.1.1 Variáveis Categóricas	44
2.1.2 Fatores e Variáveis Numéricas	46
Capítulo 3 Resultados	52
1. Modelos de Regressão para a base de dados conjunta	52

2. Modelos de Regressão para cada ano do PISA	56
2.1 PISA 2015.....	56
2.2 PISA 2018.....	58
2.3 PISA 2022	61
3. Pressupostos	64
3.1 Multicolinearidade.....	64
3.2 Normalidade	64
3.3 <i>Outliers</i>	65
3.4 Autocorrelação	66
3.5 Heterocedasticidade	66
Capítulo 4 Conclusão e Investigação Futura.....	68
1. Conclusão.....	68
2. Limitações e Investigação Futura	72
Bibliografia.....	74
Apêndice 1 – Explicação das principais variáveis analisadas.....	79
Apêndice 2 – Normalidade dos modelos de regressão de matemática.....	86

Índice de Figuras

Figura 1: Taxa de retenção e desistência no ensino básico e secundário, em percentagem	20
Figura 2: Total de alunos matriculados no ensino superior desde 2002	21
Figura 3: Dados demográficos da literatura	24
Figura 4: Metodologia	25
Figura 5: Mapa de calor das variáveis numéricas comuns ao PISA 2015, 2018 e 2022	40
Figura 6: Resultados médios da disciplina de matemática do PISA e por região	42
Figura 7: Resultados médios da disciplina de leitura do PISA e por região.....	42
Figura 8: Resultados médios da disciplina de ciências do PISA e por região	43
Figura 9: Mapa de calor relativo à frequência relativa das observações das variáveis categóricas por região e ano.....	44
Figura 10: <i>Boxplots</i> do ESCS por NUTS II e por ano.....	46
Figura 11: <i>Boxplots</i> do <i>Bullying</i> por NUTS II e por ano	47
Figura 12: <i>Boxplots</i> do Bem-Estar por NUTS II e por ano	47
Figura 13: <i>Boxplots</i> do Número Médio de Alunos nas Escolas por NUTS II e por ano.....	48
Figura 14: <i>Boxplots</i> da Idade Média dos Professores por NUTS II e por ano.....	49
Figura 15: <i>Boxplots</i> do Sentido de Pertença por NUTS II e por ano	50
Figura 16: <i>Boxplots</i> da Satisfação com o Atual Ambiente Profissional por NUTS II e por ano.....	50
Figura 17: <i>Boxplots</i> da Satisfação com a Profissão de Professor por NUTS II e por ano.....	51

Figura 18: Normalidade dos modelos de regressão dos resultados de matemática da base de dados conjunta	65
Figura 19: Análise da heterocedasticidade do modelo da base de dados conjunta de matemática.	67

Índice de Tabelas

Tabela 1: Explicação das variáveis do aluno	35
Tabela 2: Explicação das variáveis do escola	37
Tabela 3: Explicação das variáveis dos professores	38
Tabela 4: Análise estatística das variáveis numéricas para PISA 2015, 2018 e 2022	39
Tabela 5: Média dos resultados do PISA para cada disciplina por NUTS II.....	43
Tabela 6: Definição das variáveis bases	53
Tabela 7: Significado estatístico subjacente aos modelos de regressão.....	54
Tabela 8: Resultados dos modelos de regressão da base de dados conjunta	54
Tabela 9: Resultados dos modelos de regressão do PISA 2015	57
Tabela 10: Resultados dos modelos de regressão do PISA 2018	59
Tabela 11: Resultados dos modelos de regressão do PISA 2022	62

Introdução

O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) desempenha um papel crucial na melhoria do sistema educativo, fornecendo dados valiosos para identificar áreas a melhorar na educação de cada país (Baroutsis et al., 2017). Decisores políticos, comentadores e ministros analisam estes dados para determinar as melhores políticas e reformas necessárias a implementar.

Os alunos portugueses obtiveram elevadas discrepâncias regionais nos resultados nas distintas edições do PISA, nomeadamente em 2015, 2018 e 2022, e poucos são os estudos que procuram explicar estas diferenças (Cravinho, 2019; Marôco et al., 2016; Marôco, 2016, 2020).

Assim, pretende-se responder à seguinte questão de investigação: Por que motivo algumas regiões de Portugal (NUTS II) obtiveram melhores resultados no PISA do que outras?

O presente estudo pretende identificar quais os principais fatores que explicam os resultados no PISA de 2015, 2018 e 2022, com especial ênfase na análise do efeito da região, utilizando modelos de regressão linear. Procura-se explorar se fatores como a imigração, o tipo de escola (privada e pública), repetição do ano e o Estatuto Socioeconómico e Cultural (ESCS) afetam os resultados portugueses do PISA para os anos de 2015, 2018 e 2022. Este é um dos primeiros estudos a nível nacional que utilizará os dados mais recentes do PISA para identificar os fatores que influenciam as qualificações dos alunos.

Em todos os anos analisados, concluiu-se que o ESCS afeta positivamente os resultados. Por outro lado, o aluno ser repetente, frequentar uma escola pública ou privada, com financiamento do Estado, e ter faltado ou chegado atrasado às aulas nas últimas duas semanas antes da realização do questionário tem um efeito negativo nos resultados comparativamente com as suas variáveis base. Importante salientar que a maior parte das regiões não são estatisticamente significativas nos resultados dos estudantes na maioria dos anos e disciplinas analisadas. Ou seja, as discrepâncias regionais observadas nos resultados esbatem-se quando se tem em conta os fatores determinantes desses mesmos resultados.

Os resultados deste estudo têm o potencial de melhorar o sistema educativo, aprimorar os resultados académicos dos alunos e reduzir as disparidades nos resultados do PISA nas várias regiões de Portugal.

Deste modo, este estudo está estruturado da seguinte forma: no Capítulo 1 apresenta-se a revisão da literatura subjacente ao tema; no Capítulo 2 é explicado o método aplicado no estudo, bem como, a descrição e análise descritiva das variáveis do PISA analisadas; no Capítulo 3 são exibidos os resultados dos modelos de regressão linear; por fim, o Capítulo 4 é composto pela conclusão, principais limitações e investigação futura.

Capítulo 1

Revisão da Literatura

1. O estado da educação em Portugal

A educação em Portugal, afetada pela ditadura e Estado Novo, sofria de altas taxas de analfabetismo e baixa escolaridade. Após o 25 de abril, houve progressos significativos, com reformas visando reduzir o insucesso escolar (Cravinho, 2019). A Constituição portuguesa de 1976 visa democratizar a educação, garantindo a igualdade de oportunidades e reduzindo as disparidades socioeconómicas, conforme o nº 1 e 2, do artigo 73º (Cravinho, 2019).

Em 2020, devido ao confinamento pandémico, as escolas adaptaram-se e aplicaram o ensino à distância. Alunos do 12º ano puderam escolher fazer exames nacionais somente se necessários para a entrada na universidade, sendo esta flexibilidade mantida até 2023.

Em 2023, Portugal reintroduziu três exames obrigatórios para alunos do 12º ano, sendo o de português exigido e os outros dois à escolha do aluno, a serem implementados no ano letivo de 2024/2025.

Dados do PORDATA mostram que a taxa de retenção e desistência do 3º ciclo¹ e do ensino secundário² tem diminuído, atingindo o valor mais baixo em 2020, 3% para o 3º ciclo, e em 2021, 8,3% para o ensino secundário (Figura 1). No entanto, desde então, essa taxa tem aumentado para o 3º ciclo e manteve-se relativamente estável para o ensino secundário. Os alunos matriculados no ensino superior³ aumentaram desde 2015, com picos em 2021, 2022 e 2023 (Figura 2).

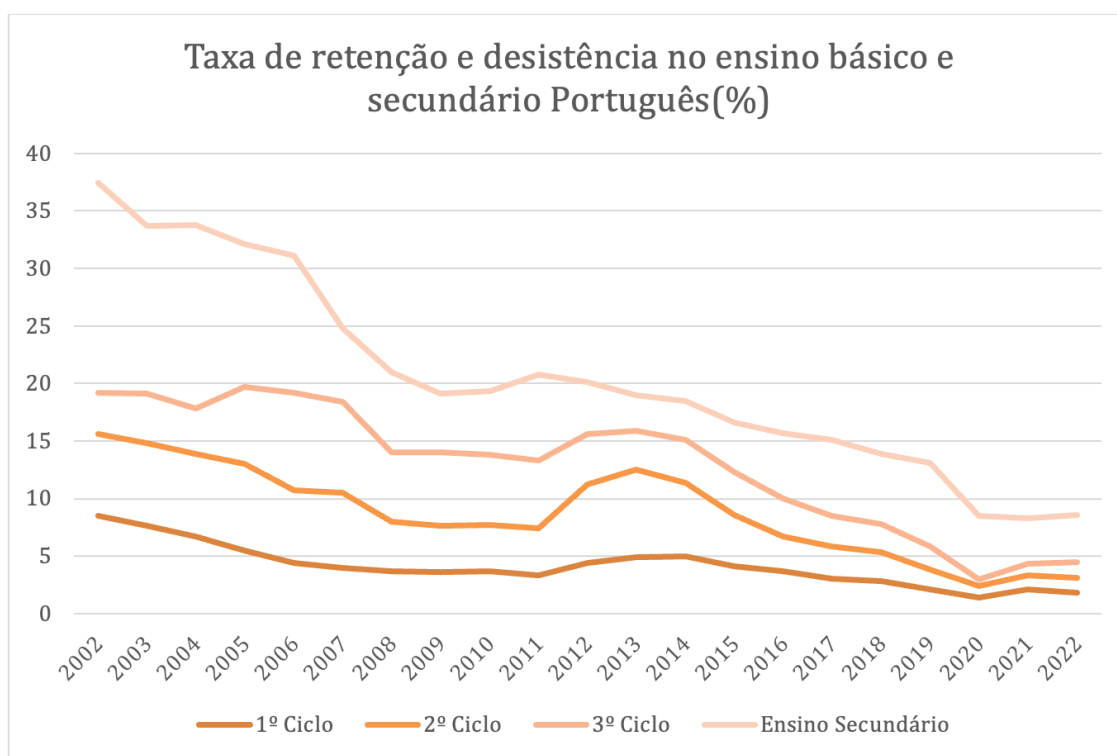


Figura 1: Taxa de retenção e desistência no ensino básico e secundário, em percentagem.

¹ <https://www.pordata.pt/portugal/taxa+de+retencao+e+desistencia+no+ensino+basico+total+e+por+ano+de+escolaridade-3507-316789>

² <https://www.pordata.pt/portugal/taxa+de+retencao+e+desistencia+no+ensino+secundario+total++por+modalidade+de+ensino+e+ano+de+escolaridade-3511>

³ <https://www.pordata.pt/portugal/alunos+matriculados+no+ensino+superior+total+e+por+sexo-1048>



Figura 2: Total de alunos matriculados no ensino superior desde 2002.

1.1 O papel dos ISLAS no ensino em Portugal

Todos os estudos de Avaliações Internacionais em Grande Escala (ISLA), como o Tendências em Estudo Internacional de Matemática e Ciência (TIMSS), o Progresso no Estudo Internacional da Literacia em Leitura (PIRLS) e o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), permitem comparações entre países e o acompanhamento das tendências ao longo do tempo.

Em 2000, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, OCDE, começou o PISA, que se tornou o mais conhecido de todos os estudos internacionais (Crato, 2021). Este programa foi criado com o objetivo de responder a algumas limitações tais como insuficiência na medição da qualidade da educação e a limitada cobertura internacional (Breakspear, 2014).

O PISA é uma avaliação global dos estudantes de 15 anos em matemática, leitura e ciências, focada em aplicar conhecimentos na vida real. Inclui testes de competências e questionários sobre o historial do aluno e escola, e opcionalmente sobre TIC, bem-estar, carreiras e literacia financeira. Em 2018, além dos questionários de alunos, incluiu questionários para pais, professores e um teste de literacia financeira (Araújo et al., 2020).

Dependendo da edição, o PISA também avalia a capacidade de resolução colaborativa de problemas, a literacia financeira e o pensamento criativo dos alunos que efetuam a prova (novo domínio avaliado apenas na edição do PISA 2022). O teste cognitivo nos diferentes domínios é elaborado de acordo com um quadro de referência comum a todos os países da OCDE que participam no PISA.

Os alunos de 15 anos que realizam a prova, em cada país e ciclo, são selecionados através de um processo de amostragem que decorre em duas fases. Na primeira fase, através de um processo de amostragem aleatório e estratificado, é selecionado um conjunto de escolas. De seguida, por cada escola selecionada são escolhidos 40 alunos que cumpram os critérios do PISA, terem 15 anos e frequentarem pelo menos o 7º ano de escolaridade.

Portugal aderiu ao PISA desde a sua primeira edição, tendo obtido na mesma um dos piores resultados comparativamente com outros países pertencentes à OCDE. No entanto, os estudantes portugueses nas próximas edições melhoraram as classificações. Numa lista de 79 participantes, na edição do PISA de 2018, Portugal alcançou o 24º lugar tanto a ciências como a leitura, e o 22º lugar a matemática, ficando acima da média da OCDE em todos os domínios (Rosa et al., 2020).

O TIMSS é um estudo internacional que avalia as competências dos estudantes em matemática e ciências. Começou no ano letivo de 1994/1995 e realiza-se de quatro em quatro anos. Após resultados baixos dos alunos

portugueses na primeira edição, Portugal retirou-se do estudo até 2011, duvidando da sua relevância (Barroso, 2010; Carvalho et al., 2017; Marôco, 2021).

Todavia, o TIMSS difere do PISA pois centra-se nos ambientes familiares e escolares, currículos, recursos e no sucesso dos alunos da escola (Martin et al., 2013), enquanto o PISA avalia principalmente competências para a vida.

Os pobres resultados nas primeiras edições dos estudos internacionais TIMSS e PISA impulsionaram a reformas no sistema educativo português nos anos seguintes. No entanto, os resultados nacionais do PISA 2022 ficaram muito aquém do esperado, tendo Portugal reduzido os seus resultados a matemática e leitura.

2. Discrepâncias Regionais nos Resultados do PISA

2.1 Visão Global e Geográfica

De acordo com a literatura, o tema subjacente às discrepâncias regionais nos resultados das variadas edições do PISA, não é muito aprofundado. Deste modo, foram revistos artigos científicos em que o principal objetivo é compreender as diferenças existentes nos resultados dos ISLAS entre as várias regiões de um país. Tal como se pode visualizar na Figura 3, dos 13 artigos revistos, 46% destes são relativos a discrepâncias regionais existentes a nível nacional e 15% são artigos turcos e artigos espanhóis.

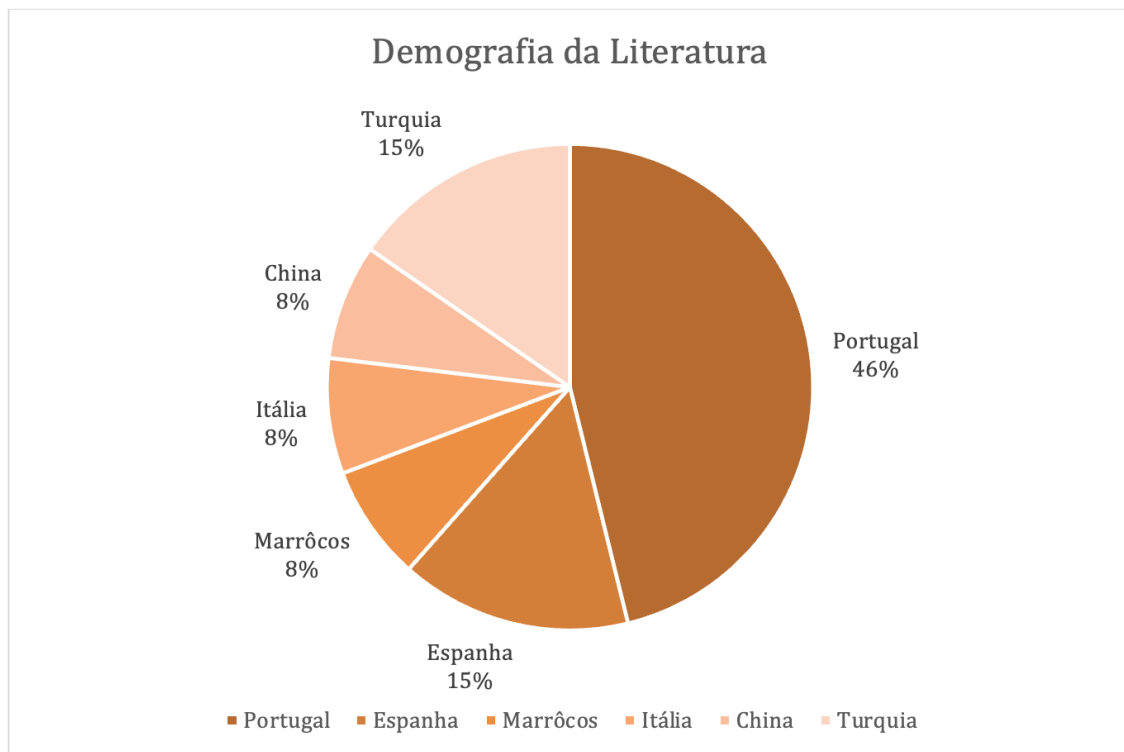


Figura 3: Dados demográficos da literatura.

Relativamente às metodologias adotadas na literatura, em 53,85% dos artigos existe a combinação entre dois tipos de metodologia, 38,46% utilizaram o método quantitativo e apenas 7,69% dos artigos adotaram o método qualitativo.

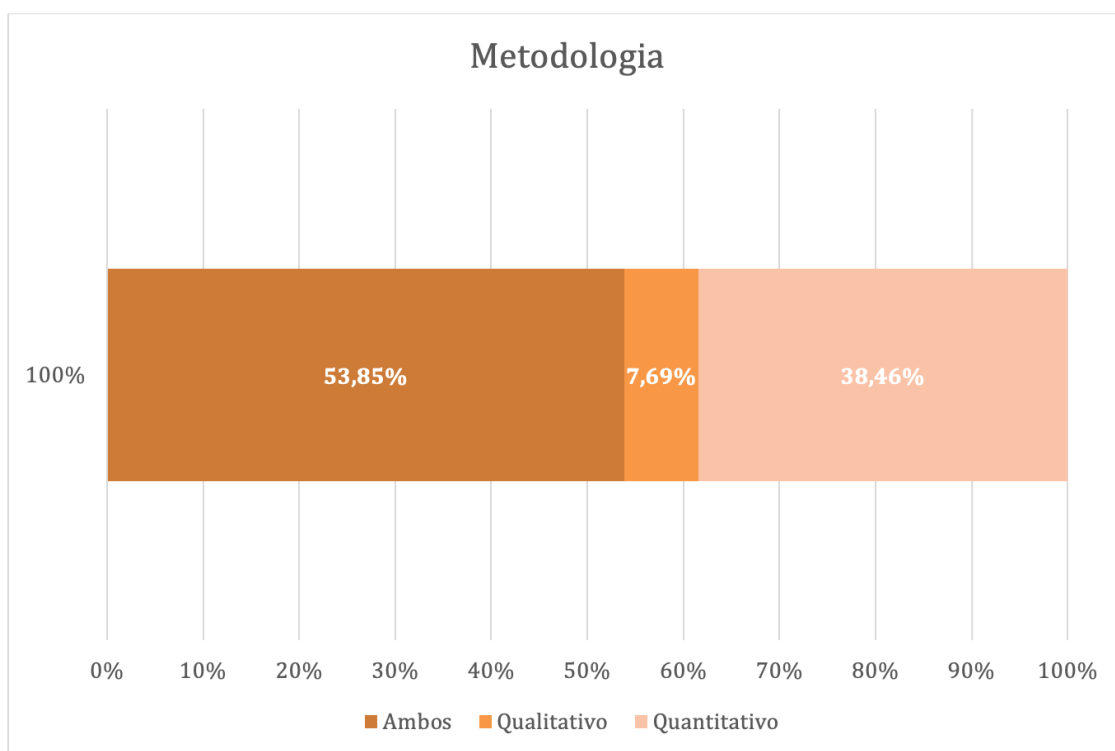


Figura 4: Metodologia.

2.2 Contexto português

Os dados do PISA relativos a Portugal revelam disparidades regionais assinaláveis. Na análise da literacia científica durante o PISA 2015, a diferença entre as NUTS III portuguesas com melhor e pior desempenho foi equivalente a quase dois anos e meio de escolaridade (Marôco et al., 2016; Marôco, 2016, 2020). Assimetrias semelhantes foram observadas na análise das literacias de leitura, matemática e ciências em 2018.

Marôco (2016) realizou um estudo para identificar as variáveis ao nível do aluno, da família e da escola que têm maior poder preditivo para variações nos resultados do PISA 2015, com pelo menos um tamanho de efeito médio ($\beta \geq 0,20$). Os autores recorreram tanto a modelos de regressão dos Mínimos Quadrados Ordinários ou a Modelos Lineares Hierárquicos quando o efeito de grupo hierárquico se revelou considerável.

Relativamente às variáveis estudadas a nível dos alunos, apenas o estatuto profissional esperado pelos alunos quando fizerem 30 anos e as crenças epistemológicas dos alunos sobre as ciências afetaram os resultados do PISA 2015. A nível da família, o índice de Estatuto Socioeconómico e Cultural (ESCS) foi o único preditor estatisticamente significativo com um efeito médio considerável no desempenho dos alunos no PISA 2015. Finalmente, a nível da escola, a perceção dos diretores sobre quanto o comportamento disruptivo dos alunos prejudica o ensino e a aprendizagem, assim como, a dimensão média das turmas foram as variáveis estatisticamente mais relevantes para o estudo. A primeira teve um impacto negativo, enquanto a segunda teve um impacto positivo nos resultados do PISA 2015 a nível nacional (Marôco, 2016).

Assim, Marôco (2016) concluiu que as regiões com resultados inferiores no PISA são aquelas em que: os alunos têm expectativas mais baixas em relação ao seu futuro estatuto profissional quando tiverem 30 anos e têm opiniões mais negativas sobre a utilidade da ciência e dos métodos de investigação científica como fontes de conhecimento; as famílias têm um ESCS mais baixo; e os diretores das escolas referem que os comportamentos disruptivos dos alunos são mais prejudiciais para a aprendizagem.

Segundo Marôco (2021), durante a avaliação do PISA 2018, os principais fatores que influenciam o desempenho académico dos alunos portugueses foram as suas expectativas de sucesso e o ESCS. Estes determinantes têm desempenhado, de forma consistente, um papel significativo na definição dos resultados dos alunos portugueses nas avaliações do PISA. Neste estudo, o autor averigua que a composição do PISA não é comparável à estrutura dos exames nacionais, enquanto a estrutura do TIMSS é mais parecida.

Cravinho (2019) argumenta, no seu estudo, que os resultados escolares baixos, devido ao ESCS das famílias dos alunos, não é suficiente para explicar as disparidades regionais observadas no país. Além disso, agrupou as regiões

em dois *clusters*, sendo o primeiro composto pelas regiões que obtiveram melhores resultados nas várias literacias do PISA 2018 e o segundo pelas regiões que obtiveram piores resultados. A região de Coimbra, Leiria e a Área Metropolitana do Porto são as regiões com melhores resultados, em contrapartida das regiões dos Açores, Baixo Alentejo e Alto Alentejo. Por fim, verificou ainda que a amplitude de desigualdade de resultados dos alunos de topo é superior à amplitude de desigualdades dos alunos abaixo do nível de proficiência de base (nível 2).

Por sua vez, Rosa et al. (2020) concluíram a existência de uma diferenciação dos resultados nas regiões portuguesas nos vários estudos: TIMSS, TIMSS *Advanced*, PIRLS, ePIRLS e PISA. Os autores descobriram, através de uma análise de correlação entre os resultados médios nos supramencionados exames, para o ano de 2015, por NUTS III, que o domínio do exame (leitura, matemática e ciências) não se apresenta como relevante. Todavia, o objeto de avaliação (competências académicas nos estudos da *International Association for Evaluation of Educational Achievement*, IEA, e competências para a vida nos estudos da OCDE) em cada estudo parece determinante para os resultados dos questionários. Este artigo revelou ainda que a correlação entre os resultados médios e o PIB per capita de cada região é significativa apenas para as regiões com valores mais extremos de PIB/per capita, mas não para as outras regiões. A região com PIB/habitante mais elevado é a região com melhores resultados médios nos três estudos do PISA e as duas regiões com PIB/habitante inferior são as que têm os piores resultados médios em sete dos nove estudos.

Couto et al. (2020), no seu estudo, aplicam modelos multinível aos resultados portugueses do PISA de 2015, verificando que a variância explicada devido a diferenças regionais é inferior a 5%, ou seja, estatisticamente insignificante, enquanto a variância regional explicada pela posição individual ou escolar de acordo com o estatuto socioeconómico varia entre 20% e 24%, sendo que este

impacto se baseia principalmente na variabilidade entre escolas. Nesse contexto, os autores argumentam que a descentralização das políticas educacionais é essencial para estabelecer sistemas de gestão educacional local que sejam eficazes na abordagem dos desafios decorrentes de ambientes desfavorecidos.

2.3 Internacionalmente

Partindo para estudos internacionais, Gomendio (2021) explica que Espanha tem obtido resultados muito baixos devido à alta taxa de repetição de ano, ao elevado nível de abandono escolar e a grandes discrepâncias regionais. O autor compara o nível de investimento, o tamanho da turma e o valor do salário dos professores com a performance dos alunos no PISA 2015 entre várias regiões espanholas e conclui que nenhum desses fatores influencia os resultados dos alunos. No entanto, aponta que a falta de provas nacionais e a inexistência de exames em algumas regiões do país leva a maus resultados escolares e a grandes diferenças regionais. Além disso, o autor expõe que a maioria dos alunos que abandonam os estudos cedo vem de famílias desfavorecidas e migrantes.

Molina-Muñoz et al. (2023) concluem que a resiliência, a motivação do aluno para atingir metas, a competitividade, a cooperação e a boa relação com os pais, tem um impacto positivo nos resultados de matemática, na amostra dos dados do PISA 2018 de Espanha, enquanto o *bullying*, o sentido da vida e a competitividade tem um impacto negativo.

Na China, através dos dados do PISA 2018, procurou-se perceber qual a relação entre os resultados de leitura, empenho e desempenho em três regiões chinesas. Recorrendo a métodos de regressão linear hierárquicos de dois níveis, os autores concluem que o clima disciplinar, o apoio do professor e o envolvimento cognitivo têm uma relação positiva significativa, enquanto a

instrução dirigida pelo professor e a dificuldade de leitura percebida pelo aluno têm uma relação negativa significativa com o desempenho em leitura nas três regiões analisadas. Além disso, os resultados salientam a importância de considerar a diversidade intracultural quando se estudam as práticas educativas chinesas. Os autores argumentam que a China obteve dos melhores resultados no PISA devido à existência de poucos alunos imigrantes, por consequência da restrição *Hukou* (Gu & Lau, 2023).

Daniele (2021) analisa se as disparidades nos resultados entre várias regiões de Itália e Espanha podem ser explicadas pela maior taxa de pobreza existente em algumas regiões, utilizando o método de regressão múltipla para os dados do questionário de matemática do PISA de 2012. Nas regressões, o efeito da pobreza relativa nas classificações médias é altamente significativo, resistente a diferentes especificações e independente das origens dos alunos e dos níveis de desenvolvimento regional, ou seja, a taxa de pobreza e a média dos resultados estão negativamente correlacionados, sendo este relacionamento independente do ESCS do aluno e de alguns fatores relacionados com a escola. Além disso, o autor afirma que alunos com um baixo ESCS da família que frequentam escolas com um médio/baixo ESCS das famílias dos alunos, têm piores resultados do que se eles frequentassem escolas com um melhor nível de ESCS das famílias dos estudantes, ou com uma composição heterogênea (Willms, 2006). Por fim, conclui que os genes e as condições do ambiente afetam os resultados entre regiões.

Em Marrocos e através de métodos de *data mining*, nomeadamente *Deep Embedding Clustering*, agrupou-se a referida população em dois *clusters*, separando as regiões com bons resultados daquelas que tem baixos resultados, e por fim, elaborou-se um mapa ilustrando das regiões com piores qualificações, utilizando os dados do PISA de 2018. A partir dos *clusters* é possível visualizar quais as características que os distinguem, podendo-se criar

medidas que melhorem o sistema educativo em Marrocos, tais como a oferta de apoio específico a escolas desfavorecidas, o combate à diferença de género, assistência a famílias monoparentais e promoção de ambientes favoráveis nas escolas (Tammouch et al., 2023).

Na Turquia, o objetivo primordial do estudo de Özdemir (2016) é descobrir o nível de equidade no sistema educativo turco, utilizando modelos de regressão multinível, para os dados relativos a matemática, no PISA 2012. Desta forma, as variáveis estudadas são o contexto socioeconómico, a região geográfica e as várias escolas do país. O autor conclui que as diferenças socioeconómicas encontradas nos tipos de escolas e pelas regiões estão altamente correlacionadas com o desempenho dos alunos. Além disso, o autor afirma que as regiões orientais na Turquia precisam de investir no ensino, mais do que qualquer outra região.

Por fim, um outro estudo na Turquia aplica o método de regressão linear simples à base de dados turca do PISA 2006 utilizando os resultados dos alunos em ciências, matemática e leitura como variáveis dependentes, e o nível de educação dos pais e o rendimento médio anual como variáveis independentes do estudo. O principal objetivo foi determinar os efeitos comuns e relativos das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes nas diversas regiões geográficas. Deste modo, os autores concluem que as variáveis familiares afetam o desempenho dos alunos, sendo a disciplina de matemática mais afetada que a de leitura. A partir do estudo conclui-se que à medida que o desenvolvimento regional diminui, os efeitos das variáveis familiares nos resultados também diminuem (Tomul et al., 2009).

3. Sumário

Tal como foi evidenciado na revisão da literatura, existem elevadas discrepâncias nos resultados do PISA, para os diferentes domínios, entre regiões do mesmo país, tanto a nível nacional como internacional. Este tema é de extrema importância, mas existem poucos estudos sobre o mesmo.

Compreender as razões da existência de disparidades nos resultados pode proporcionar *insights* valiosos sobre os sistemas educacionais e as políticas implementadas em diferentes regiões. A análise dessas diferenças, através dos dados do PISA, pode ajudar a identificar áreas de melhoria e desenvolver estratégias mais eficazes para promover a igualdade de oportunidades educacionais, bem como, melhorar a qualidade da educação e o desempenho dos estudantes.

De acordo com a literatura, o ESCS, as expectativas dos alunos, o clima disciplinar e a dimensão média das turmas, são as variáveis mais abordadas pelos autores que melhor explicam as diferenças regionais encontradas.

Capítulo 2

Metodologia, Análise e Descrição dos Dados

1. Metodologia

A metodologia mais adequada para investigar as discrepâncias nos resultados do PISA de 2015, 2018 e 2022 em algumas regiões de Portugal e encontrar os principais fatores que explicam a razão para que tal aconteça envolve uma combinação das abordagens qualitativas e quantitativas. Ao empregar esta abordagem combinada, compreende-se o tema de forma abrangente garantindo assim uma investigação mais robusta.

Inicialmente, a abordagem qualitativa envolve uma análise da documentação e da literatura relevantes (Yin, 1994). As técnicas específicas de recolha de dados variam consoante a estratégia de investigação utilizada (Creswell, 2007).

Posteriormente, foi efetuada uma análise quantitativa utilizando os dados portugueses do PISA. A investigação quantitativa visa recolher dados numéricos e fazer generalizações sobre grupos de indivíduos ou fornecer explicações para fenómenos específicos (Muijs, 2010).

Desta forma, iniciou-se a análise quantitativa limpando e preparando as bases de dados do PISA de 2015, 2018 e 2022, retiradas do *site* da OCDE⁴. A limpeza dos dados consiste em melhorar a qualidade da amostra através da resolução de problemas, como valores em falta e contradições. De seguida,

⁴ <https://www.oecd.org/pisa/data/>

criou-se uma base de dados geral aos três anos de estudo, em que se incluiu as variáveis comuns aos três anos. Posteriormente, foram aplicados modelos de regressão às bases de dados.

Para juntar os dados do aluno, da escola e dos professores foi usado o programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS). Para o tratamento dos dados, nomeadamente a limpeza dos dados, e a aplicação dos modelos de regressão foi utilizada a linguagem de programação R, no programa *RStudio*.

1.1 Modelos de Regressão

O modelo de regressão linear é usado para explicar a relação entre uma ou mais variáveis independentes, X_{1i} , X_{2i} , ..., X_{ki} , e uma variável dependente, Y_i . Essa relação pode ser expressa pela seguinte equação:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \mu_i,$$

em que β_0 , β_1 , ..., β_k representam os coeficientes de regressão, enquanto X_{1i} , X_{2i} , ..., X_{ki} são as variáveis explicativas (independentes) do modelo, e μ_i é uma perturbação aleatória. Os coeficientes de regressão, β_k , indicam a variação esperada em Y_i quando X_{ki} aumenta uma unidade, mantendo as outras variáveis constantes.

O objetivo da análise de regressão linear é determinar o melhor modelo, expresso por uma equação, para prever os valores da variável dependente com base nos valores das variáveis independentes (Randolph et al., 2013). Desta forma, a regressão linear pode ter dois propósitos: prever ou compreender o fenómeno medido pela variável dependente.

Num modelo de regressão, a multicolinearidade acontece quando duas ou mais variáveis independentes estão altamente correlacionadas. O diagnóstico da presença de multicolinearidade pode ser realizado através da análise das correlações entre as variáveis e, formalmente, através da análise dos valores dos Fatores de Inflação da Variância (VIF). Um valor de VIF igual ou superior a 10

indica que é possível a existência de multicolinearidade entre duas variáveis explicativas no modelo (Wetherill, 1986).

Analizou-se também a presença de *outliers* nos modelos, pois a presença destes pode distorcer as previsões e afetar a precisão dos modelos. Para tal aplicou-se o teste de *Bonferroni*, em que a hipótese nula indica a inexistência de *outliers* na amostra.

A autocorrelação é uma medida estatística que retrata a relação entre um valor e os valores anteriores numa série temporal, ou seja, em que existe uma covariância não nula entre as variáveis residuais (Murteira et al., 2014).

Um dos pressupostos no modelo de regressão linear exige que a variabilidade dos erros deve ser constante ($\text{Var}(Y_i | X_i) = \text{Var}(\mu_i) \neq \sigma^2$), ou seja, o modelo deve ser homocedástico. A heteroscedasticidade acontece quando os erros apresentam variâncias distintas em função das variáveis explicativas $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$, e pode ser diagnosticada visualmente, por meio de gráficos de resíduos, ou formalmente, utilizando o teste de *Breusch-Pagan*, tendo este como hipótese nula a presença de homocedasticidade, onde a variância condicional dos erros é constante.

Quando a heterocedasticidade é identificada, uma abordagem comum é a aplicação de erros-padrão robustos, propostos por Halbert White. Essa técnica não elimina a heterocedasticidade, mas ajusta os erros-padrão, permitindo a utilização das técnicas convencionais de inferência estatística com base nos resultados do ajuste do modelo.

Além disso, ao comparar os erros-padrão convencionais com os erros-padrão robustos resultantes da correção da heterocedasticidade, é essencial analisar se houve alterações nos resultados do modelo.

1.2 Descrição dos Dados

As bases de dados utilizadas são referentes aos dados do PISA de 2015, 2018 e 2022. Desta forma, agrupou-se os três questionários (aluno, escola e professor) numa única base de dados e filtrou-se os dados de Portugal, resultando para 2015, uma base de dados com 7 325 observações e 151 variáveis, para 2018, 5 932 observações e 206 variáveis, e para 2022, 6 793 observações e 80 variáveis. Posteriormente, limpou-se os dados, substituindo os valores em falta pela sua média quando os valores são numéricos ou fatores e pela sua moda quando a variável é categórica. Este procedimento foi adotado apenas quando a percentagem de valores em falta na variável era inferior a 5%. Quando era superior, optou-se por eliminar as observações com os valores em falta.

Assim, as bases de dados são compostas por variáveis relativas ao aluno (Tabela 1), escola (Tabela 2) e professor (Tabela 3). No Apêndice 1 encontra-se uma descrição mais detalhada das variáveis.

Variável Aluno	Significado
Estatuto de imigração	Variável categórica: • 1, nativo; • 2, imigrante de segunda geração; • 3, imigrante de primeira geração.
Repetição de ano	Variável binária: • 0, não repetiu o ano; • 1, caso contrário.
Sentido de pertença na escola	Fator que avalia como o aluno se sente na sua escola.
Linguagem falada em casa	Variável binária: • 0, fala maioritariamente português em casa; • 1, fala outra língua.
Estatuto Económico, Social e Cultural (ESCS)	Fator construído com um agregado de várias variáveis do PISA.
<i>Bullying</i> sofrido pelo aluno	Fator que avalia se o aluno vivenciou <i>bullying</i> , por parte dos seus colegas, nos últimos 12 meses.

Bem-estar	Variável numérica que ilustra se o aluno está satisfeito com a sua vida como um todo, numa escala de 0 (insatisfeito) a 10 (satisfeito).
Assiduidade do aluno	Variável binária: • 0, não faltou a nenhuma aula nas últimas duas semanas; • 1, caso contrário.
Pontualidade do aluno (nas últimas duas semanas antes do questionário)	Variável categórica: • 0, nunca chegou atrasado a uma aula; • 1, chegou atrasado ocasionalmente (1 ou 2 vezes); • 2, chegou atrasado frequentemente (3 ou mais vezes).
Suporte emocional dos pais percebido pelo aluno	Fator que avalia, no ano letivo em questão, o apoio parental na ótica do aluno.
Ansiedade ao efetuar o teste	Fator que mede a ansiedade do aluno ao realizar testes.
Motivação em atingir metas	Fator que avalia o desejo do aluno por altas realizações.
Gostar de Cooperação	Fator que relata se o aluno gosta de cooperar/ajudar/trabalhar em equipa com os seus colegas.
Gosto pela Competitividade	Fator que expõe o desejo do estudante em superar os outros.
Domínio do trabalho	Fator que avalia a dedicação dos estudantes às tarefas.
Medo de falhar	Fator que avalia a preocupação do aluno com o fracasso.
Sentido da vida	Fator com o objetivo de avaliar se o aluno vê um propósito na sua vida.
Resiliência	Fator que avalia a habilidade do aluno em superar adversidades.
Sentimento de segurança do aluno	Fator que avalia se os alunos se sentem seguros nas escolas.
Apoio da família	Fator que avalia a frequência de atividades de suporte familiar.
Valores Plausíveis dos resultados de matemática, leitura e ciências	Variável numérica que é composta pelos valores médios dos alunos para cada disciplina. Para cada disciplina, o aluno apresenta 10 valores plausíveis.

Regiões (NUTS II)	Variável categórica, indicativa da região de residência do aluno.
-------------------	---

Tabela 1: Explicação das variáveis do aluno. Fonte: (OECD, 2017b, 2019b, 2023c)

O índice de imigração distingue entre imigrantes de primeira geração, os estudantes nascidos fora do país de avaliação, e de segunda geração, os alunos nascidos no país, mas com pais imigrantes.

O ESCS é um indicador fornecido pela OCDE que se baseia em três sub-indicadores, construído com base numa análise fatorial: a situação profissional dos pais mais elevada, a maior escolaridade dos pais expressa em anos e a posse de bens em casa. A razão para a escolha destes três elementos reside no facto de o estatuto socioeconómico ser mais conceptualizado teoricamente com base no estatuto profissional, na educação e no rendimento (Cowan et al., 2012).

Outras variáveis utilizadas também são construídas com base em sub-indicadores, ou seja, são fatores.

Variável Escola	Significado
Número de alunos da escola	Variável numérica, que indica o total de matrículas na escola (número de alunos).
Número de alunos por turma	Variável categórica, que indica o número de alunos por turma: • 13, 15 ou menos alunos; • 18, 16 a 20 alunos; • 23, 21 e 25 alunos; • 28, 26 a 30 alunos; • 33, 31 a 35 alunos.
Tipo de escola	Variável categórica: • 1, escola privada, sem financiamento do Governo. • 2, escola privada, com financiamento do Governo. • 3, escola pública.
Preparação para estudo digital	Fator formado pelas respostas dos diretores relativas à capacidade da sua escola para utilizar dispositivos digitais para melhorar a aprendizagem e o ensino.

Tabela 2: Explicação das variáveis da escola. Fonte: (OECD, 2017b, 2019b, 2023c)

Variável Professor	Significado
Satisfação com a profissão de professor	Fator que mede o contentamento dos professores com a sua carreira.
Satisfação com o atual ambiente profissional	Fator que avalia a satisfação dos professores com a sua escola e desempenho.
Idade média dos professores	Variável numérica.
Autoeficácia do professor para manter relações positivas com os alunos	Fator, que avalia a habilidade do professor em manter relações positivas e motivadoras com os alunos.
Fontes de stresse do professor	Fator que mede o quanto certos aspetos do trabalho do docente são stressantes.
Sintomas físicos negativos	Fator que avalia a frequência de sintomas psicossomáticos nos professores.

Tabela 3: Explicação das variáveis dos professores. Fonte: (OECD, 2017b, 2019b, 2023c)

Primeiro, efetuou-se uma análise estatística para as variáveis numéricas em cada ano, tal como se pode visualizar na Tabela 4.

Pode-se verificar que a média do ESCS e a idade média dos professores têm aumentado ao longo dos anos analisados. Ou seja, em média, os professores no ativo são cada vez mais velhos. Os valores do *bullying* e do bem-estar dos alunos têm permanecido relativamente estáveis, apresentando apenas uma ligeira redução ao longo dos anos. Relativamente à satisfação média com a profissão de professor, esta também tem-se mantido relativamente constante, revelando um índice negativo, indicando que os professores portugueses encontram-se descontentes com a sua profissão.

Variável	Ano	MIN	1ºQuartil	Mediana	Média	3ºQuartil	MÁX	SD ⁵	IQR ⁶	CV ⁷
Sentido de pertença	2015	-3,13	-0,48	0,02	0,10	0,66	2,61	0,97	1,15	9,86
	2018	-3,24	-0,45	-0,00	0,15	0,68	2,76	0,97	1,13	6,43
	2022	-3,26	-0,47	-0,04	0,11	0,55	2,76	0,91	1,02	8,42
Ansiedade	2015	-2,51	-0,10	0,51	0,47	1,00	2,55	0,92	1,10	1,97
Motivação		-3,09	-0,47	0,12	0,18	0,81	1,85	0,89	1,28	4,95
Cooperação		-3,33	-0,29	0,40	0,37	0,97	2,29	0,95	1,26	2,60
Suporte emocional dos pais	2015	-3,08	-0,33	0,38	0,28	1,10	1,10	0,90	1,43	3,24
	2018	-2,45	-0,66	0,64	0,28	1,03	1,03	0,88	1,69	3,10
ESCS	2015	-4,15	-1,31	-0,53	-0,41	0,56	3,08	1,15	1,87	-2,77
	2018	-4,62	-1,18	-0,27	-0,28	0,75	2,56	1,14	1,93	-4,06
	2022	-3,53	-0,96	-0,05	-0,14	0,83	2,38	1,11	1,79	-8,08
<i>Bullying</i>	2015	1,00	1,00	1,00	1,19	1,17	4,00	0,40	0,17	0,33
	2018	1,00	1,00	1,00	1,21	1,17	4,00	0,43	0,17	0,35
	2022	1,00	1,00	1,00	1,17	1,17	4,00	0,35	0,17	0,29
Bem-Estar	2015	0,00	6,00	8,00	7,36	9,00	10,00	1,94	3,00	0,26
	2018	0,00	6,00	8,00	7,17	9,00	10,00	2,15	3,00	0,30
	2022	0,00	6,00	7,00	7,07	8,00	10,00	2,04	2,00	0,29
Nº total de alunos da escola	2015	2,00	1001,00	1488,00	1641,00	2356,00	3918,00	862,97	1355,00	0,53
	2018	56,00	883,00	1246,00	1462,00	1919,00	8150,00	975,55	1036,00	0,67
	2022	58,00	1105,00	1704,00	1680,00	2190,00	4173,00	800,52	1085,00	0,48
Satisfação com o atual ambiente profissional	2015	-1,39	-0,08	0,17	0,14	0,40	0,85	0,33	0,49	2,30
	2018	-0,86	-0,24	-0,01	-0,02	0,19	0,75	0,32	0,43	-18,26
	2022	-1,18	-0,09	0,10	0,10	0,32	0,72	0,30	0,41	3,01
Satisfação com a profissão de professor	2015	-1,20	-0,52	-0,30	-0,33	-0,13	0,47	0,29	0,39	-0,87
	2018	-1,23	-0,52	-0,35	-0,34	-0,18	0,74	0,30	0,34	-0,90
	2022	-1,09	-0,56	-0,38	-0,37	-0,19	0,33	0,27	0,37	-0,74
Idade média dos professores	2015	32,00	42,92	47,40	46,29	49,21	54,50	4,05	6,29	0,09
	2018	34,20	48,00	50,25	49,45	52,13	55,90	3,92	4,13	0,08
	2022	39,14	49,05	51,33	51,02	53,33	58,88	3,35	4,28	0,07
Competitividade	2018	-2,35	-0,73	-0,20	-0,05	0,57	2,01	0,97	1,30	-21,17
Domínio do trabalho		-2,74	-0,65	-0,10	0,13	0,63	1,82	0,92	1,28	7,08
Medo de Falhar		-1,89	-0,69	0,05	0,01	0,46	1,89	0,98	1,15	149,62
Índice do sentido da vida		-2,15	-0,57	0,26	0,08	0,55	1,74	0,94	1,11	11,11
Resiliência		-3,17	-0,52	-0,06	0,00	0,42	2,37	0,90	0,93	276,96
Autoeficácia do professor para manter relações positivas com os alunos	2018	-1,09	-0,39	-0,19	-0,20	0,00	0,62	0,31	0,39	-1,57
	2022	-1,01	-0,08	0,17	0,15	0,39	0,93	0,35	0,47	2,36
Índice de sentimento de segurança do aluno	2022	-2,79	-0,76	0,21	0,14	1,12	1,12	0,92	1,88	6,47
Apoio da família		-2,96	-0,26	0,31	0,46	1,56	1,96	0,99	1,82	2,16
Preparação para estudo digital		-1,59	-0,72	-0,29	-0,20	0,20	2,18	0,67	0,91	-3,41
Fontes de stresse do professor		-1,40	0,08	0,25	0,21	0,35	0,65	0,22	0,27	1,01
Sintomas físicos negativos		-0,55	0,04	0,18	0,19	0,38	0,72	0,23	0,35	1,20

Tabela 4: Análise estatística das variáveis numéricas para PISA 2015, 2018 e 2022.

De seguida, criou-se um mapa de calor (Figura 5) onde é possível visualizar as correlações existentes entre as variáveis numéricas comuns aos três anos do PISA analisados.

⁵ Desvio-Padrão

⁶ Intervalo-Interquartil

⁷ Coeficiente de Variação

Para obter-se uma melhor visualização das correlações existentes entre as variáveis, efetuou-se a média dos 10 valores plausíveis para cada uma das disciplinas.

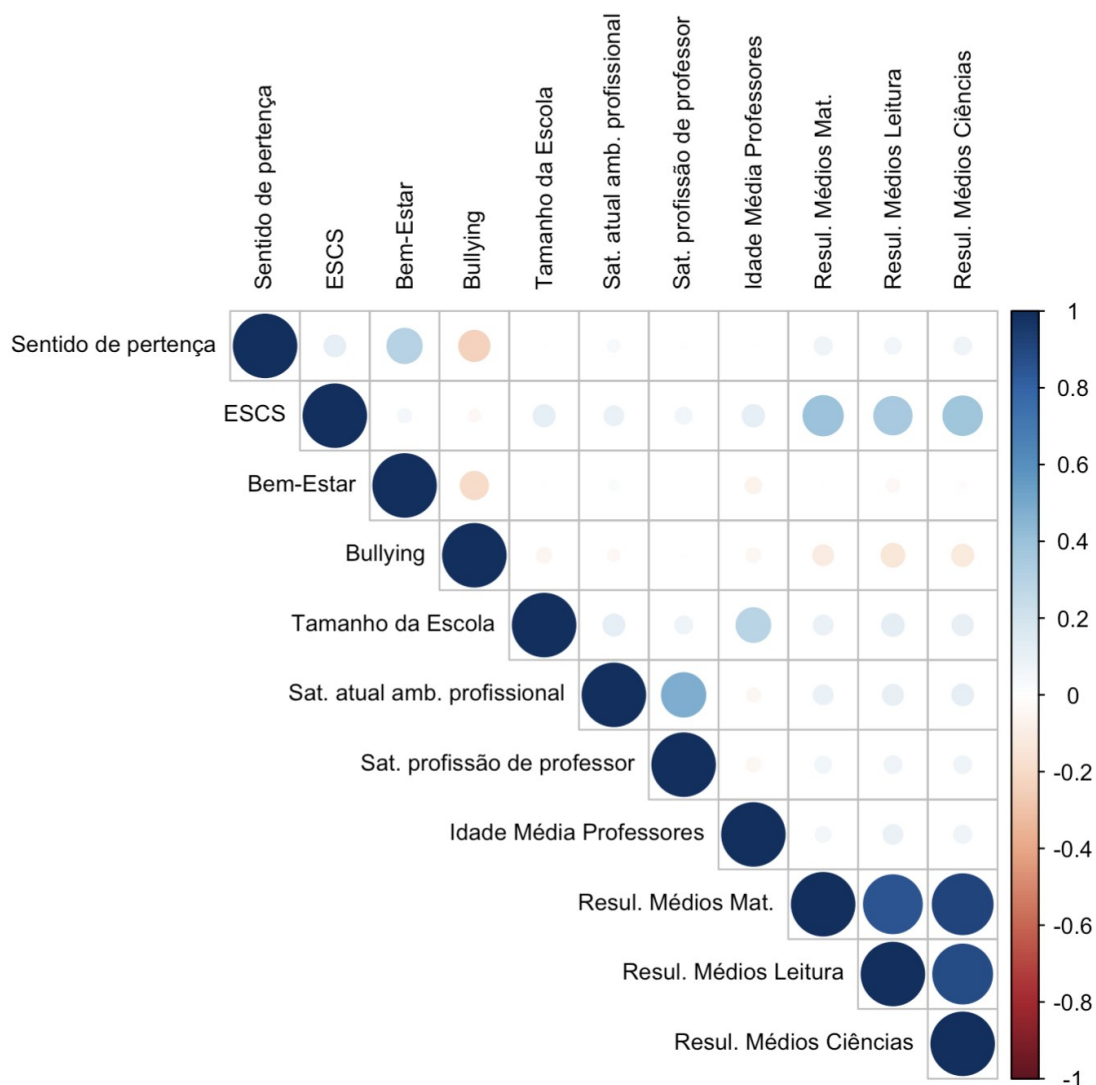


Figura 5: Mapa de calor das variáveis numéricas comuns ao PISA 2015, 2018 e 2022.

Através da Figura 5, pode-se concluir que o ESCS apresenta uma forte e positiva correlação com os resultados médios às três disciplinas. Além disso, o sentido de pertença do aluno, o tamanho da escola, a idade média dos professores, a satisfação do professor com o atual ambiente profissional e a

satisfação com a profissão de professor estão positivamente correlacionados com os resultados dos alunos.

Todavia, o *bullying* apresentou uma correlação negativa com os resultados médios a todas as disciplinas e com as variáveis relativas ao sentido de pertença do aluno e do bem-estar.

O tamanho da escola está positivamente correlacionado com a idade média dos professores e a satisfação com o atual ambiente profissional apresentou uma correlação positiva com a satisfação do professor com a sua profissão.

2. Resultados Regionais do PISA 2015, 2018 e 2022

De modo a averiguar as discrepâncias regionais, nos resultados médios dos alunos a cada disciplina do PISA 2015, 2018 e 2022, elaborou-se a Tabela 5 com a média dos resultados dos alunos portugueses para cada disciplina e ano, de acordo com a região correspondente. As Figuras 6, 7 e 8, mostram a evolução dos resultados por NUTS II.

Os resultados médios do PISA por região em Portugal mostram uma tendência de queda em todas as disciplinas, com 2022 a apresentar os menores valores, particularmente a Matemática. A Área Metropolitana de Lisboa (AML) e o Centro destacam-se com os melhores resultados a Matemática e Ciências. A Leitura, a região melhor colocada é a AML. No entanto, os Açores apresentam os piores resultados em todas as disciplinas e ciclos analisados.

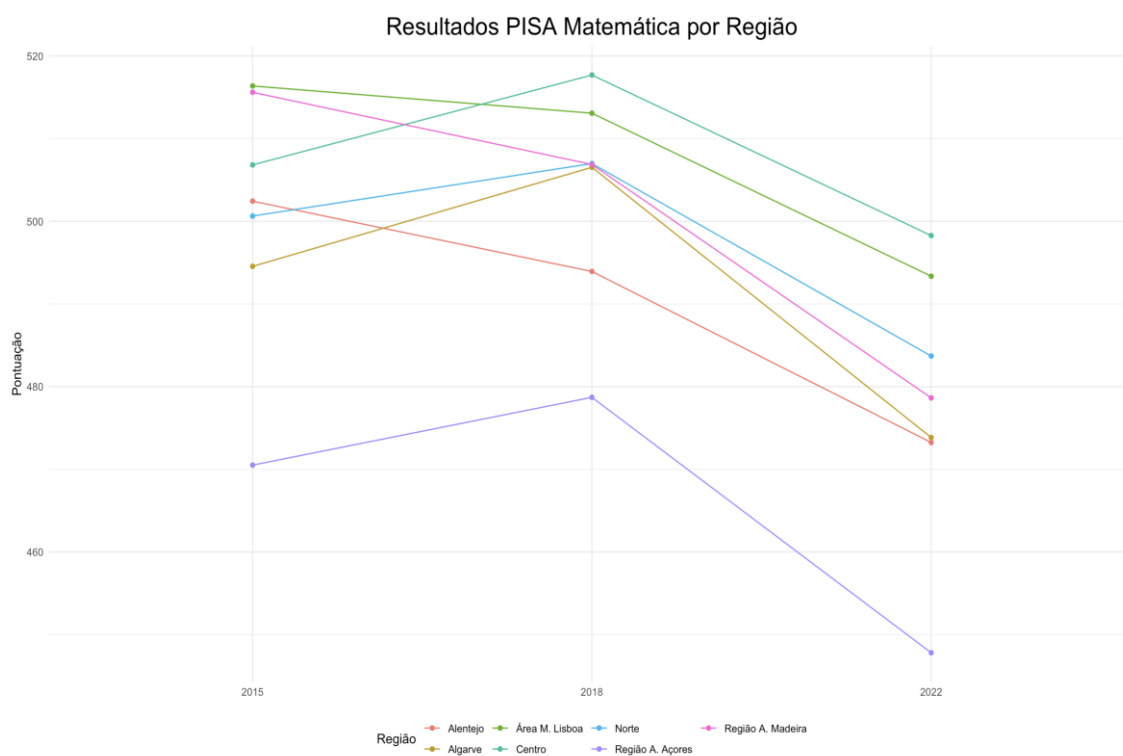


Figura 6: Resultados médios da disciplina de matemática do PISA e por região.

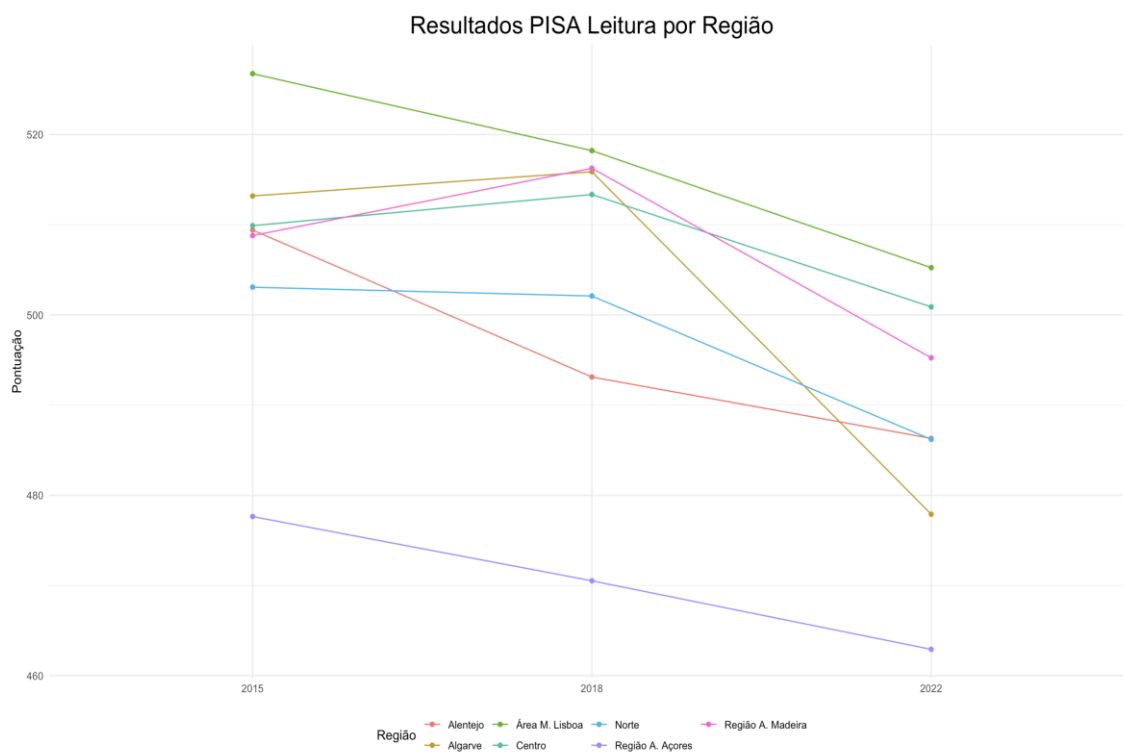


Figura 7: Resultados médios da disciplina de leitura do PISA e por região.

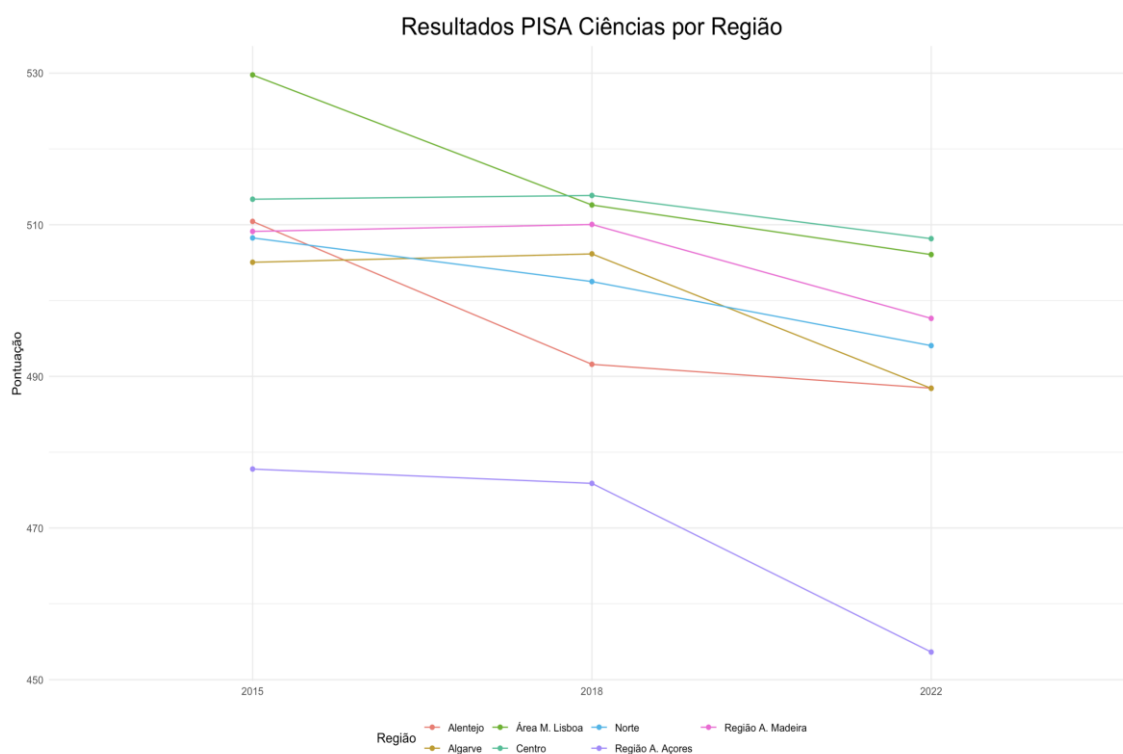


Figura 8: Resultados médios da disciplina de ciências do PISA e por região.

	Matemática			Leitura			Ciências		
	2015	2018	2022	2015	2018	2022	2015	2018	2022
Área M. Lisboa	516,36	513,07	493,35	526,76	518,22	505,25	529,76	512,86	506,06
Alentejo	502,44	493,93	473,24	509,42	493,12	486,32	510,44	491,59	488,45
Algarve	494,54	506,53	473,84	513,19	515,89	477,9	505,05	506,16	488,42
Centro	506,82	517,69	498,27	509,91	513,36	500,9	513,37	513,86	508,16
Norte	500,63	506,98	483,7	503,08	502,1	486,2	508,26	502,51	494,05
Região A. Açores	470,51	478,71	447,81	477,65	470,53	462,92	477,78	475,89	453,64
Região A. Madeira	515,6	506,87	478,64	508,8	516,27	495,25	509,05	510,04	497,65

Tabela 5: Média dos resultados do PISA para cada disciplina por NUTS II.

2.1 Principais variáveis por NUTS II

2.1.1 Variáveis Categóricas

Para compreender a distribuição regional das variáveis categóricas nas NUTS II, criou-se um mapa de calor (Figura 9) com as frequências relativas.

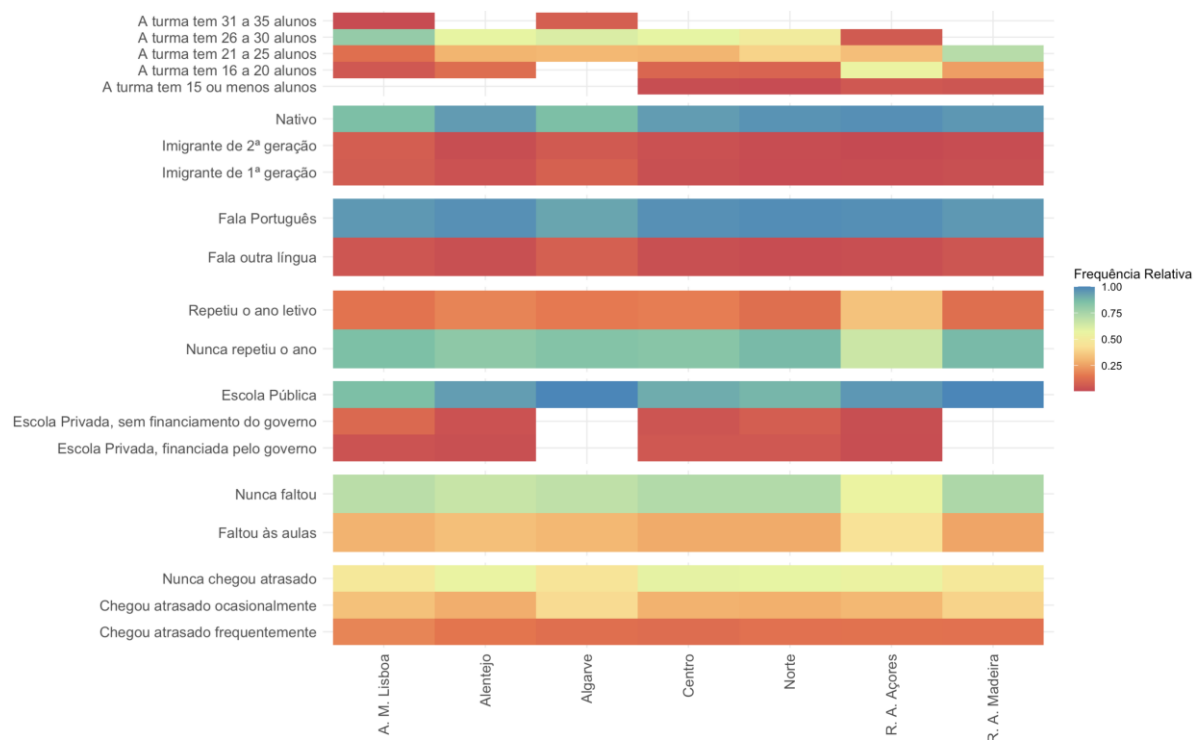


Figura 9: Mapa de calor relativo à frequência relativa das observações das variáveis categóricas por região

Relativamente ao índice do estatuto de imigração, conclui-se que a maioria das regiões apresenta um elevado número de estudantes nativos, sendo a AML juntamente com o Algarve as zonas que apresentam uma menor frequência relativa de alunos nativos e consequentemente uma maior frequência relativa de estudantes imigrantes de 2ª e 1ª geração.

Os Açores têm uma elevada frequência relativa de alunos que repetiram o ano, comparativamente aos que não repetiram, e uma elevada frequência relativa de alunos que faltaram a pelo menos uma aula nas últimas duas

semanas anteriores à elaboração do questionário, em comparação com os alunos que não faltaram. Verificou-se que o Norte, o Centro e a Madeira apresentam os alunos mais assíduos.

O Algarve, a AML e a Madeira pautam-se por uma menor frequência relativa de alunos a falar maioritariamente português em casa. No entanto, conclui-se que em todas as regiões a maioria dos alunos falam frequentemente português em casa.

As regiões Centro, Norte e Alentejo denotam-se por possuírem a menor frequência relativa de estudantes a chegarem atrasados às aulas, opostamente à AML, à Madeira e ao Algarve. A frequência relativa respeitante aos alunos a chegarem frequentemente atrasados é baixa na maioria das regiões e anos analisados.

Relativamente ao tamanho das turmas, conclui-se que normalmente as turmas são compostas entre 21 e 30 alunos no continente, sendo o Algarve e a AML as regiões que apresentam as turmas maiores, e entre 16 e 25 alunos nas ilhas.

Os alunos portugueses tendem a frequentar preferencialmente as escolas públicas em vez das privadas, sendo o Norte, o Centro e a AML as regiões que ostentam uma maior frequência relativa de alunos matriculados em escolas privadas. Nenhuma observação de alunos a frequentar escolas privadas é apresentada na Madeira e Algarve.

2.1.2 Fatores e Variáveis Numéricas

Para analisar as variáveis numéricas e os fatores mais relevantes, decidiu-se efetuar *boxplots* para as variáveis comuns a todos os anos estudados.

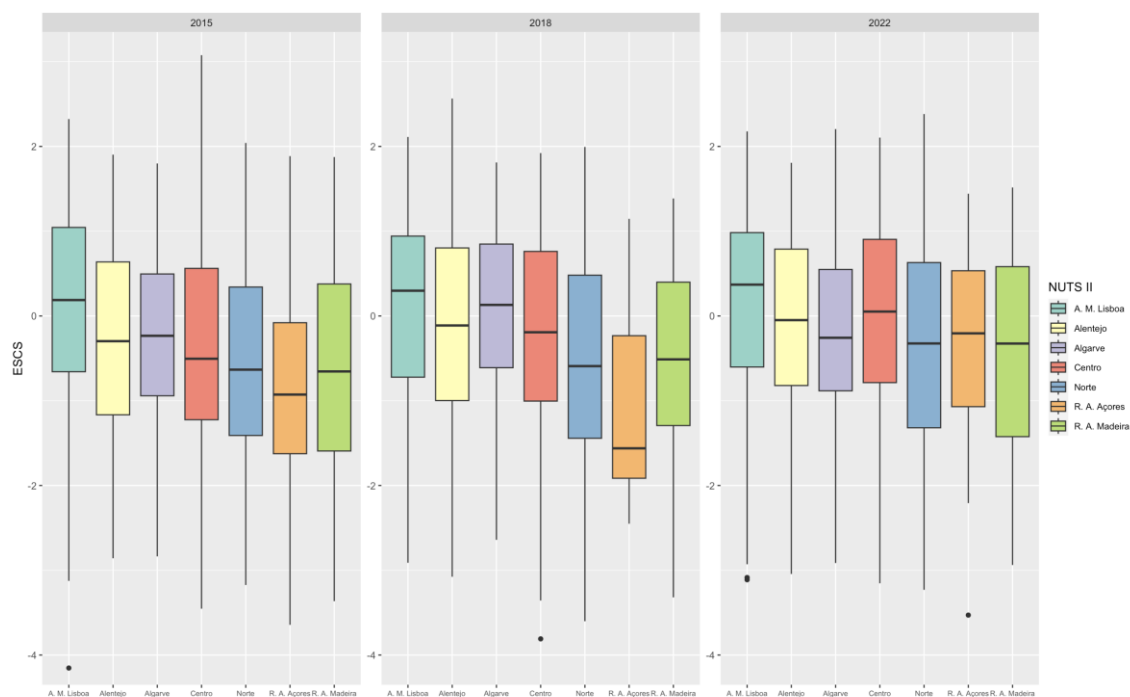


Figura 10: *Boxplots* do ESCS por NUTS II e por ano.

A Figura 10 mostra que o ESCS dos estudantes portugueses é estável ao longo do tempo, mas com variações significativas entre regiões. Os Açores apresentam um menor ESCS, sendo que este no ano de 2018 segue uma distribuição assimétrica positiva. A variabilidade entre regiões é idêntica, sendo que os Açores e o Algarve apresentam uma variabilidade menor e o Centro e o Norte uma maior.

Os *boxplots* presentes na Figura 11 indicam uma incidência de *bullying* baixa e estável em Portugal, com variações pontuais significativas e alterações anuais na dispersão dos casos por região.

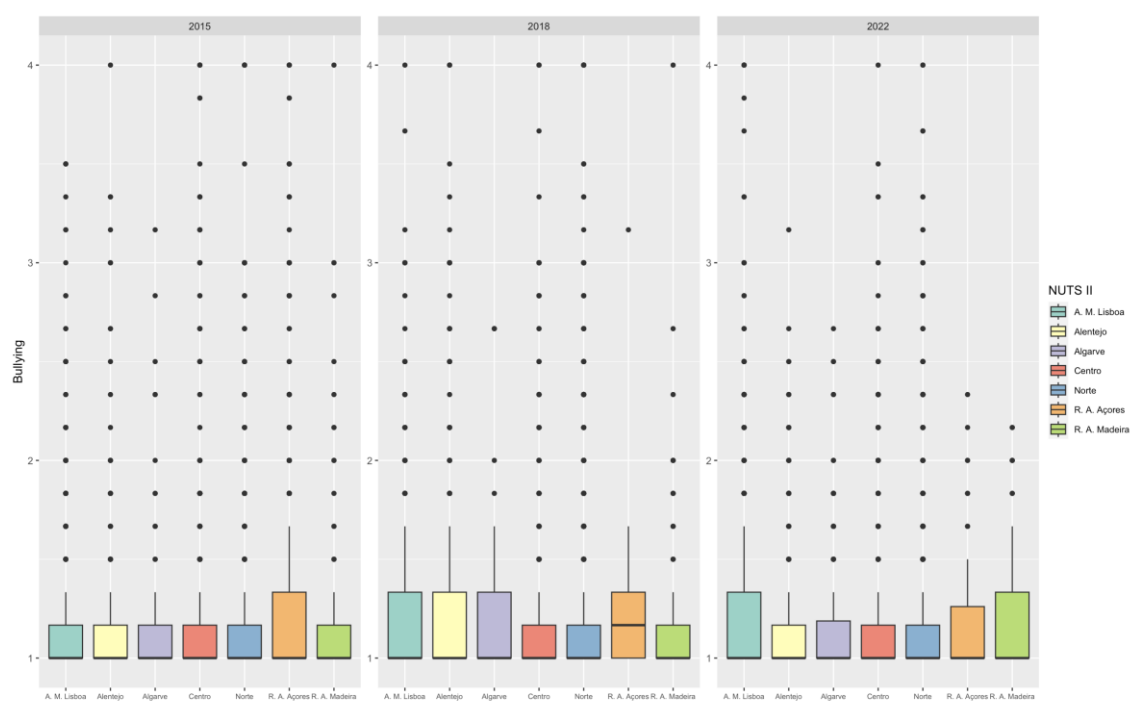


Figura 11: *Boxplots do Bullying por NUTS II e por ano.*

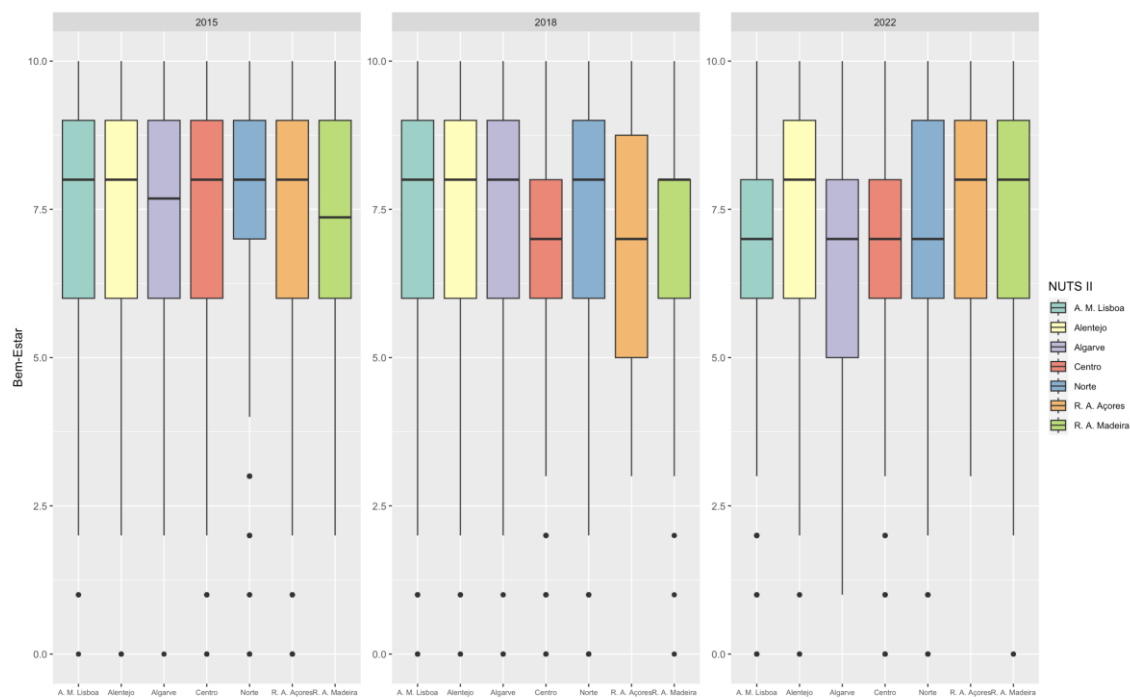


Figura 12: *Boxplots do Bem-Estar por NUTS II e por ano.*

Os *boxplots* do índice de bem-estar (Figura 12) mostram níveis elevados e consistentes em Portugal, com exceção de alguns *outliers* que indicam bem-estar abaixo da média. Os Açores destacam-se por uma maior variabilidade em 2018, opostamente à Madeira e ao Centro. Uma notável redução no bem-estar ocorreu em 2022, possivelmente devido ao COVID-19, embora o Norte, as regiões insulares e o Alentejo não tenham sido afetados significativamente.

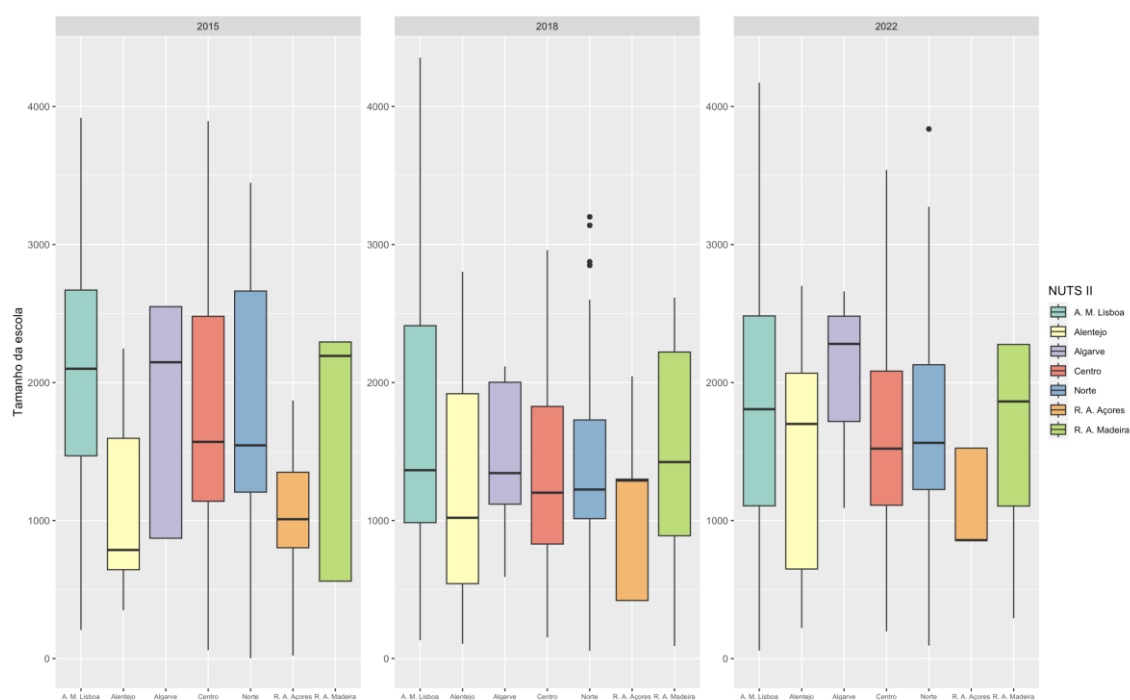


Figura 13: *Boxplots* do Número Médio de Alunos nas Escolas por NUTS II e por ano.

A Figura 13 mostra que, entre 2015 e 2022, a AML apresentou uma maior variabilidade nos dados e um maior número médio de alunos nas escolas. Todavia, os Açores apresentam um menor número médio de estudantes nas escolas.

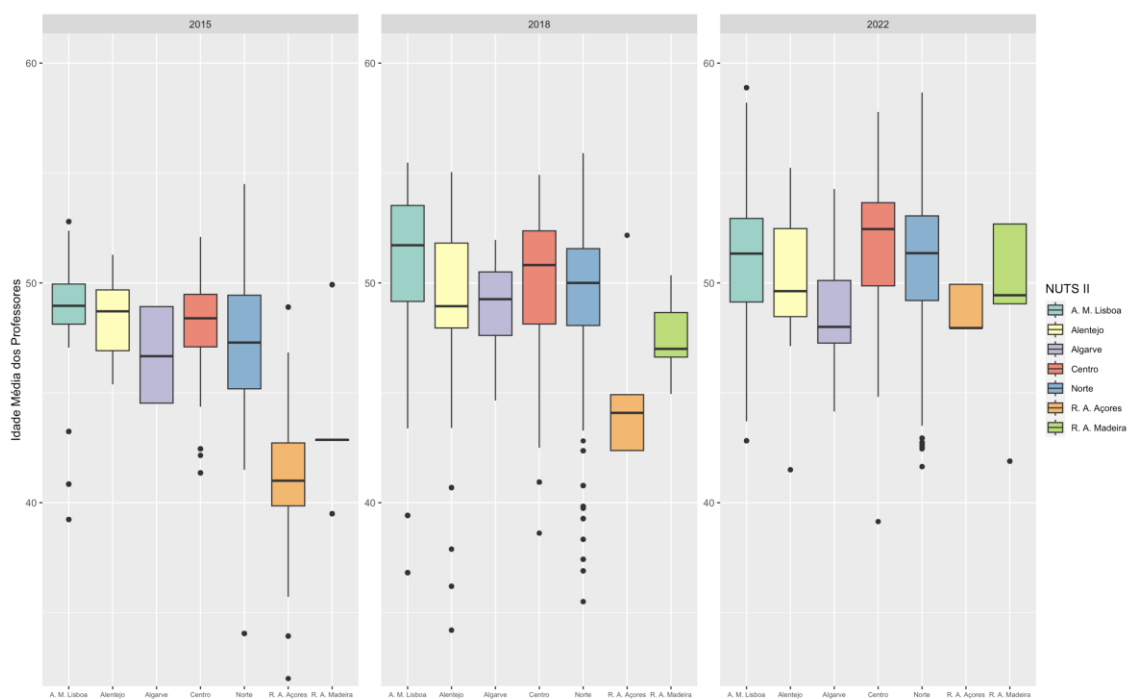


Figura 14: Boxplots da Idade Média dos Professores por NUTS II e por ano.

A Figura 14 destaca a variação na idade média dos professores por região, com *outliers* indicando extremos de idade. O Norte, a AML e o Centro têm maior diversidade etária, enquanto que os Açores apresentam os professores mais jovens. Em 2022, este índice subiu na maioria das regiões, situando-se geralmente entre os 40 e 55 anos.

O índice do sentido de pertença dos alunos mostrou-se estável entre as regiões, ao longo dos anos analisados, sem grandes alterações. Contudo, a presença de *outliers* em todas as regiões é notável (Figura 15).

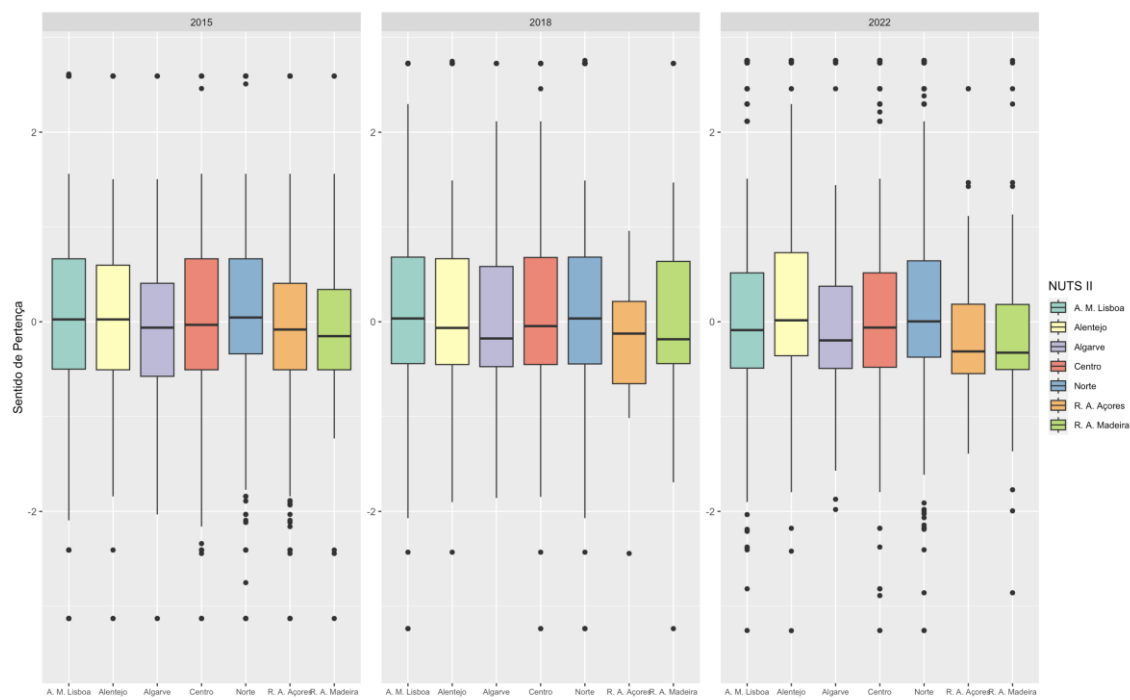


Figura 15: *Boxplots* do Sentido de Pertença por NUTS II e por ano.

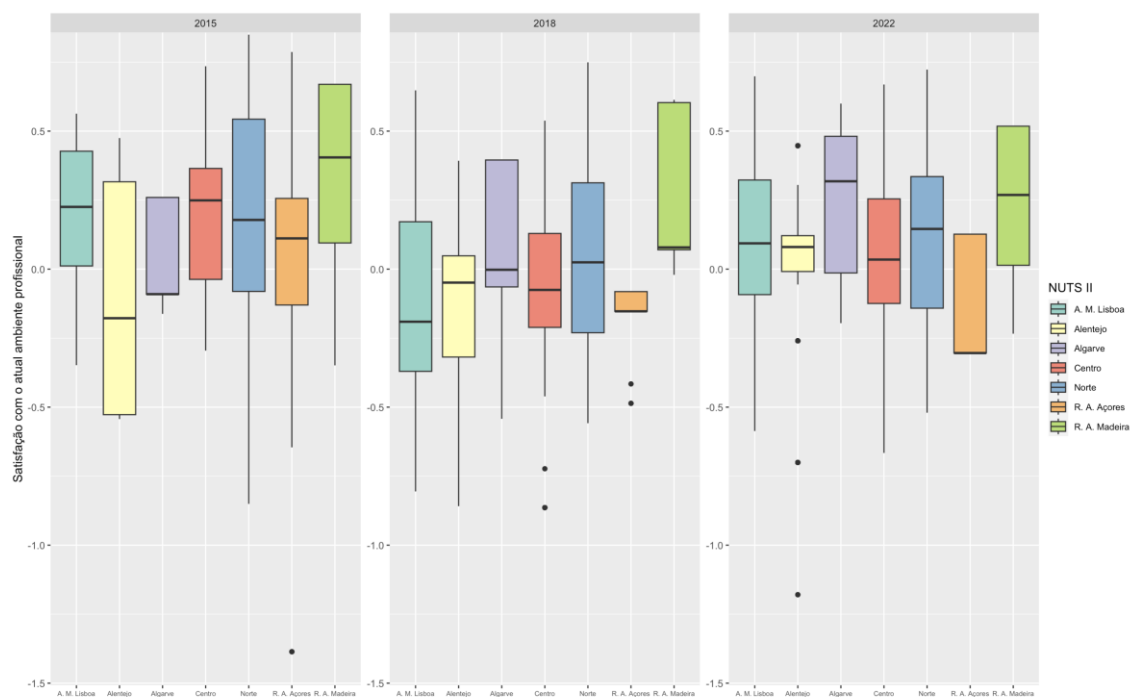


Figura 16: *Boxplots* da Satisfação com o Atual Ambiente Profissional por NUTS II e por ano.

Segundo a Figura 16, conclui-se que a Madeira exibe uma maior satisfação dos professores com o seu atual ambiente profissional e uma elevada variabilidade nos dados, apresentado uma distribuição simétrica em 2015 e 2022 e uma forte distribuição assimétrica positiva em 2018. Todavia, os Açores apresentam menor satisfação dos professores neste índice.

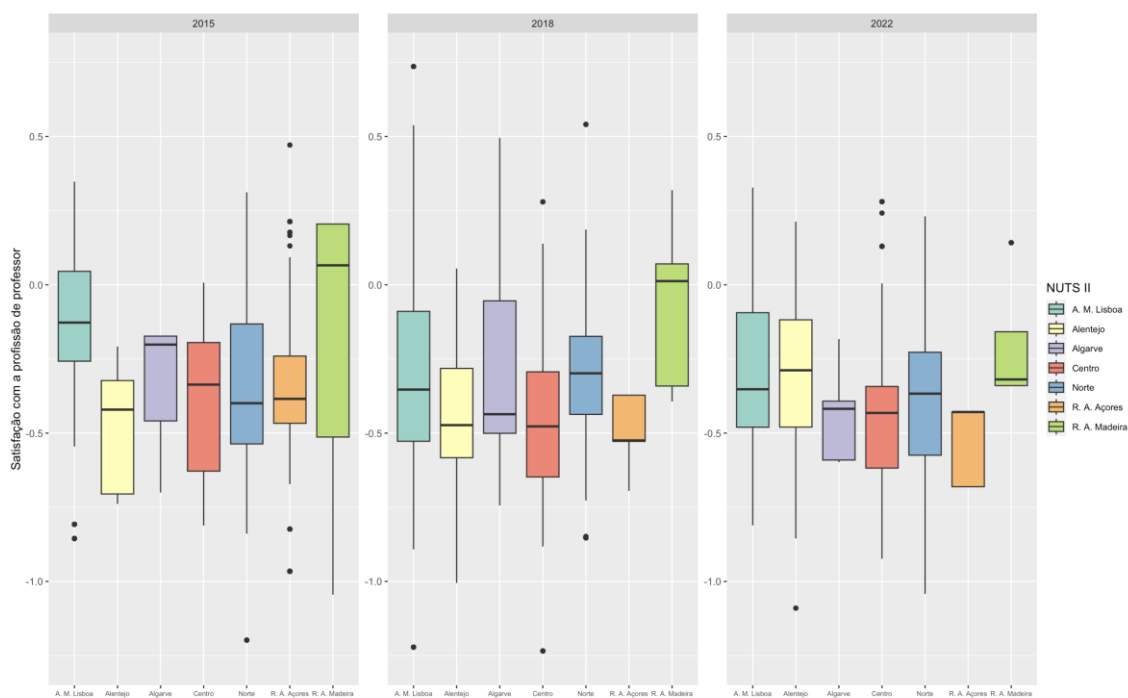


Figura 17: *Boxplots* da Satisfação com a Profissão de Professor por NUTS II e por ano.

Por fim, visualizando a Figura 17 pode-se concluir que houve uma diminuição na satisfação dos professores com a sua profissão na maioria das regiões ao longo dos anos. Em 2022, a AML, o Alentejo e a Madeira são as regiões onde os professores encontram-se mais satisfeitos, contrariamente ao Algarve e aos Açores.

Capítulo 3

Resultados

Iniciou-se a análise no R aplicando os modelos de regressão linear à base de dados que inclui todos os anos em conjunto e as variáveis comuns aos três anos do estudo do PISA, tendo como variável dependente cada valor plausível. Nos resultados, pode-se concluir que a variável “Ano” é significativa para todos os modelos. Desta forma, elaborou-se modelos de regressão linear para a base de dados individual de cada ano.

1. Modelos de Regressão para a base de dados conjunta

Para aplicar-se corretamente os modelos de regressão aos dados do PISA, segundo Aparicio et al. (2021), deve-se:

- Efetuar o modelo de interesse dez vezes utilizando cada um dos valores plausíveis para obter dez estimativas separadas dos coeficientes e dos erros de amostragem;
- Calcular a média das estimativas anteriores;
- Estimar a magnitude do erro de imputação;
- Calcular o valor do erro-padrão final combinando o erro médio de amostragem e o erro de imputação;

- Por fim, as estimativas dos parâmetros finais e o erro padrão são usados para realizar testes de hipóteses e construir intervalos de confiança, efetuando posteriormente os métodos habituais.

Os modelos de regressão linear foram aplicados a cada um dos valores plausíveis, ou seja, foram efetuados dez modelos de regressão para cada disciplina e, posteriormente, foi efetuado a média dos resultados da estimativa dos coeficientes e do *p-value*.

Para uma melhor compreensão dos dados gerados, é relevante identificar as categorias usadas como base nas variáveis categóricas (Tabela 6), sendo estas a referência ou o ponto de comparação para as outras categorias da mesma variável. As categorias base são as mesmas em todos os modelos de regressão realizados, tanto nos modelos relativos à base de dados conjunta como para os modelos dos anos individuais, excluindo a variável ano.

Variável Categórica	Variável Base
Região	AML
Ano	2015
Estatuto de Imigração	Nativo
Repetição de ano	Não Repetente
Linguagem falada em casa	Português
Assiduidade do aluno	Nunca faltou a nenhuma aula
Pontualidade do aluno	Nunca chegou atrasado a uma aula
Tamanho da turma	15 ou menos alunos
Tipo de escola	Escola privada, sem financiamento do Estado

Tabela 6: Definição das variáveis bases

Na Tabela 7 encontra-se o significado estatístico subjacente a cada símbolo presente nas tabelas de resultados dos modelos de regressão.

Símbolo	Significado variável	P-value
***	Significância estatística altíssima	< 0,001
**	Significância estatística muito alta	< 0,01
*	Significância estatística alta	< 0,05
.	Não é estatisticamente significativa	≥ 0,1

Tabela 7: Significado estatístico subjacente aos modelos de regressão

	Matemática			Leitura			Ciências		
	Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)	
(Intercept)	532,65	< 2.2e-16	***	512,99	< 2.2e-16	***	540,13	< 2.2e-16	***
Alentejo	-4,57	1,11e-01		-6,64	2,15e-02	*	-5,74	5,29e-02	.
Algarve	-4,27	3,29e-01		-4,37	3,23e-01		-5,26	2,38e-01	
Centro	9,67	1,55e-05	***	0,11	7,16e-01		5,12	1,40e-02	*
Norte	1,22	5,56e-01		-8,32	3,77e-05	***	-2,69	1,60e-01	
R. A. Açores	3,84	2,70e-01		4,60	2,08e-01		-0,03	7,71e-01	
R. A. Madeira	11,67	3,71e-02	*	8,56	8,16e-02	.	6,60	1,51e-01	
Ano 2018	0,45	5,99e-01		-5,88	3,64e-03	**	-9,89	6,60e-07	***
Ano 2022	-36,81	1,38e-77	***	-37,59	6,50e-81	***	-34,06	7,53e-66	***
Imigrante de 2ª Geração	-1,44	6,89e-01		4,57	2,27e-01		-	-	-
Imigrante de 1ª Geração	-12,47	2,54e-03	**	7,83	8,45e-02	.	-	-	-
Repetiu o ano letivo	-96,37	< 2.2e-16	***	-90,88	< 2.2e-16	***	-87,07	< 2.2e-16	***
Sentido de pertença	1,02	1,38e-01		1,44	4,47e-02	*	1,01	1,43e-01	
Fala outra língua em casa	-8,70	4,95e-02	*	-21,14	2,16e-06	***	-12,57	4,34e-03	**
ESCS	19,43	4,66e-220	***	16,16	3,68e-150	***	18,54	5,37e-197	***
Bem-Estar	-1,10	2,65e-03	**	-2,94	9,87e-18	***	-1,88	7,03e-09	***
Bullying	-6,01	5,27e-03	**	-14,63	1,60e-14	***	-10,24	1,69e-07	***
Faltar às aulas	-15,51	8,26e-23	***	-16,69	2,12e-25	***	-18,37	2,90e-31	***
Atrasado ocasionalmente	-2,45	1,03e-01		-3,18	9,86e-02	.	-3,45	2,47e-02	*
Atrasado frequentemente	-4,30	3,91e-02	*	-7,62	1,77e-04	***	-5,19	1,14e-02	*
Satisfação com o atual ambiente profissional	9,98	1,12e-05	***	12,75	1,87e-08	***	11,72	4,80e-08	***
Idade média dos professores	0,58	2,30e-02	*	1,37	1,05e-07	***	0,78	1,34e-03	**
Satisfação com a profissão de professor	-5,13	5,04e-02	.	-5,21	6,11e-02	.	-4,77	6,63e-02	.
Tamanho da escola	0,00	1,24e-02	*	0,00	1,84e-04	***	0,00	2,64e-03	**
Turma tem 16 a 20 alunos	0,57	6,42e-01		6,62	2,36e-01		-0,92	7,45e-01	
Turma tem 21 a 25 alunos	0,99	6,67e-01		8,96	1,03e-01		1,09	6,94e-01	
Turma tem 26 a 30 alunos	10,37	8,05e-02	.	17,74	1,45e-03	**	9,03	1,16e-01	
Turma tem 31 a 35 alunos	-0,22	6,75e-01		5,84	5,33e-01		3,26	7,25e-01	
Escola privada, com financiamento do governo	-37,84	3,22e-18	***	-28,06	3,55e-10	***	-30,63	1,14e-12	***
Escola Pública	-23,29	1,66e-09	***	-15,62	5,67e-05	***	-17,55	1,34e-06	***

Tabela 8: Resultados dos modelos de regressão da base de dados conjunta

De acordo com os resultados da Tabela 8, conclui-se que o ano de 2022, o aluno ter repetido o ano, ter faltado a pelo menos uma aula nas últimas duas semanas, o aluno frequentar uma escola privada, financiada pelo Governo, ou uma escola pública, têm um efeito negativo estatisticamente significativo nos resultados dos estudantes em todas as disciplinas comparativamente com as suas variáveis bases (Tabela 6), ou seja, os alunos que apresentem um destes fatores tendem a obter resultados inferiores em comparação com as variáveis base. Por exemplo, mantendo todas as outras variáveis constantes, um estudante que repetiu o ano obteve uma qualificação a matemática 96,37 pontos menor do que um aluno não repetente.

O ESCS e a satisfação do professor com o atual ambiente profissional afetam positivamente os resultados dos alunos portugueses, apresentando um nível de significância altíssimo. A idade média dos professores tem um impacto positivo e significativo nas qualificações de leitura.

O índice do *bullying* e surpreendentemente o do bem-estar revelam que os resultados dos alunos são afetados negativamente em todas as disciplinas, tendo um nível de significância muito alto a matemática e um nível de significância altíssimo para leitura e ciências.

Segundo a OECD (2017a) e a OECD (2019a), os dados do PISA 2015 e 2018 apresentaram uma relação negativa entre o nível de bem-estar dos alunos e a performance dos mesmos. Ou seja, países com piores qualificações demonstraram um maior nível de bem-estar e países com melhores resultados exibiram menores níveis de bem-estar.

Embora exista uma correlação observada, não se deve considerar como comprovativo de que a performance dos alunos contribui diretamente para o bem-estar dos estudantes. É possível que os resultados estejam a ser influenciados, em parte, por variações culturais que moldam a forma como os alunos respondem a inquéritos e se apresentam socialmente. A informação

disponível é insuficiente para separar os efeitos que a cultura pode ter na satisfação com a vida dos jovens e das consequências que o ambiente escolar tem na sua qualidade de vida (OECD, 2017a).

O Centro tende a apresentar melhores classificações a matemática quando comparada com a AML. O Norte tende a obter menores resultados a leitura comparativamente à região base, para um nível de significância de 0,01%. As outras regiões demonstram não serem significativamente diferentes da AML para o modelo.

2. Modelos de Regressão para cada ano do PISA

Tal como foi efetuado para a base de dados conjunta do questionário PISA 2015, 2018 e 2022, para cada disciplina foram efetuados 10 modelos de regressão, tendo como variável dependente cada valor plausível. Também se teve em consideração variáveis explicativas não comuns aos três anos. Desta forma, foram executados 30 modelos de regressão linear por ano, resultando em 90 modelos no total. No final, foi efetuado a média dos coeficientes e dos *p-values* dos 10 modelos de regressão para cada disciplina.

2.1 PISA 2015

Os resultados médios dos modelos de regressão para o ano de 2015 encontram-se na Tabela 9.

	Matemática			Leitura			Ciências		
	Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)	
(Intercept)	584,34	< 2.2e-16	***	517,90	1,75e-154	***	579,90	2,69e-200	***
Alentejo	1,71	6,43e-01		-0,17	7,49e-01		-2,64	6,06e-01	
Algarve	-2,90	6,08e-01		8,21	2,70e-01		-5,19	4,83e-01	
Centro	11,41	5,11e-03	**	1,37	5,73e-01		3,53	3,27e-01	
Norte	0,00	7,34e-01		-8,67	1,71e-02	*	-6,80	3,34e-02	*
R. A. Açores	-6,27	1,48e-01		1,00	7,00e-01		-9,08	4,73e-02	*
R. A. Madeira	12,26	1,70e-01		0,14	6,67e-01		-6,91	3,45e-01	
Repetiu o ano letivo	-100,30	1,13e-292	***	-92,08	2,39e-252	***	-88,41	5,82e-259	***
Sentido de pertença	2,14	4,63e-02	*	2,07	5,10e-02		-	-	-
Ansiedade	-12,03	2,51e-23	***	-7,53	1,11e-09	***	-14,03	8,40e-36	***
Motivação	13,42	3,11e-22	***	8,66	1,23e-09	***	13,73	8,87e-28	***
Suporte Emocional dos pais	-4,36	1,51e-02	*	2,59	4,14e-02	*	-	-	-
ESCS	1,56	2,85e-49	***	13,76	4,30e-39	***	14,97	1,08e-47	***
Bem-Estar	-1,92	1,45e-03	**	-3,21	4,74e-08	***	-2,88	1,42e-07	***
Faltou às aulas	-9,86	1,18e-05	***	-13,14	8,59e-09	***	-13,82	1,32e-08	***
Atrasado ocasionalmente	2,04	4,10e-01		-3,04	2,53e-01		0,13	7,37e-01	
Atrasado frequentemente	-8,68	1,88e-02	*	-11,69	5,62e-04	***	-6,58	3,62e-02	*
Falar outra língua	-17,57	3,07e-02	*	-24,31	1,36e-02	*	-18,82	1,50e-02	*
Bullying	-6,73	7,14e-02	.	-13,25	2,94e-05	***	-9,62	1,18e-03	**
Cooperação	-2,10	7,43e-02	.	2,60	2,33e-02	*	1,63	1,20e-01	
Imigrante de 2ª Geração	2,79	6,68e-01		13,66	3,40e-02	*	-	-	-
Imigrante de 1ª Geração	-1,54	2,92e-02	*	10,04	2,78e-01		-	-	-
Satisfação com o atual ambiente profissional	6,58	5,46e-02	.	12,26	2,19e-03	**	8,56	1,15e-02	*
Satisfação com a profissão de professor	-6,34	1,19e-01		-8,60	6,97e-02	.	-7,04	1,02e-01	
Idade média dos professores	-	-	-	1,57	5,90e-04	***	0,76	5,01e-02	.
Tamanho da escola	0,00	6,40e-02	.	0,00	1,40e-02	*	0,00	8,52e-02	.
Turma tem 16 a 20 alunos	2,14	5,11e-01		9,96	1,61e-01		-1,04	6,58e-01	
Turma tem 21 a 25 alunos	-8,69	3,05e-01		0,65	7,21e-01		-8,74	2,38e-01	
Turma tem 26 a 30 alunos	-1,89	5,52e-01		4,78	5,37e-01		-2,42	6,80e-01	
Turma tem 31 a 35 alunos	-11,96	3,86e-01		-12,97	3,52e-01		-7,56	5,26e-01	
Escola privada, com financiamento do governo	-60,81	3,61e-08	***	-44,73	5,92e-06	***	-47,11	4,63e-06	***
Escola pública	-29,89	3,31e-06	***	-21,09	6,44e-03	**	-29,55	1,44e-06	***

Tabela 9: Resultados dos modelos de regressão do PISA 2015

Segundo os resultados, observa-se que os alunos que repetiram o ano, frequentam uma escola privada, mas financiada pelo Governo ou pública, e que faltaram a pelo menos uma aula tendem a obter resultados inferiores a todas as

disciplinas comparativamente com as suas variáveis bases (Tabela 6). A ansiedade do aluno ao efetuar testes demonstrou-se estatisticamente significativa afetando negativamente os resultados a todas as disciplinas. Denota-se também que o índice de bem-estar influencia negativamente os resultados, tendo uma significância estatística muito alta para matemática e altíssima para leitura e ciências.

Este último resultado, tal como foi explicado anteriormente, é contrário ao esperado. Segundo a OECD (2017a), a relação entre a performance escolar e a satisfação com a vida é fraca. Os alunos com melhores e piores resultados, na maioria dos países, obtiveram níveis semelhantes de satisfação com a vida.

O ESCS e a motivação dos estudantes para atingir as suas metas influenciam positivamente as pontuações dos alunos no PISA 2015, sendo estas variáveis significativas para um nível de 0,01%.

Nos resultados de leitura, constata-se que o aluno chegar atrasado frequentemente às aulas e ser alvo de *bullying* tem um efeito negativo e significativo nas classificações. Opostamente, a idade média dos professores influencia positivamente os resultados para um nível de significância de 0,01%.

Além disso, conclui-se que todas as regiões, exceto o Centro (em relação aos resultados de matemática), não são estatisticamente significativas tendo por base a AML (apresentam um nível de significância reduzido – 10%).

2.2 PISA 2018

Relativamente ao PISA de 2018, a Tabela 10 ilustra os resultados médios para cada disciplina.

O Centro revelou ter uma significância estatística muito alta e positiva nos resultados de matemática comparativamente com a AML, sendo esta a única região a destacar-se.

	Matemática			Leitura			Ciências		
	Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)	
(Intercept)	468,84	1,48e-70	***	478,53	9,04e-65	***	496,84	2,17e-68	***
Alentejo	-5,34	3,08e-01		-10,58	3,14e-02	*	-5,60	3,04e-01	
Algarve	-1,81	7,67e-01		2,30	6,57e-01		-3,51	5,92e-01	
Centro	12,63	1,50e-03	**	1,74	6,45e-01		9,16	3,71e-02	*
Norte	5,34	2,32e-01		-5,61	1,46e-02		1,22	6,36e-01	
R. A. Açores	32,78	4,42e-02	*	18,08	2,31e-01		22,93	1,68e-01	
R. A. Madeira	10,50	2,44e-01		13,91	1,27e-01		11,53	2,08e-01	
Imigrante de 2ª Geração	-9,76	2,26e-01		-7,64	3,06e-01		-11,52	8,62e-02	.
Imigrante de 1ª Geração	-36,01	1,15e-03	**	-18,35	5,88e-02	.	-14,30	1,49e-01	
Repetiu o ano letivo	-99,31	1,64e-165	***	-89,61	1,02e-131	***	-83,04	6,04e-116	***
ESCS	16,47	7,94e-43	***	12,57	1,73e-26	***	15,79	2,06e-43	***
Suporte emocional dos pais	2,58	8,05e-02	.	4,41	4,32e-03	**	-2,49	7,82e-02	.
Faltou às aulas	-14,13	1,17e-08	***	-12,57	4,53e-06	***	-16,19	8,74e-10	***
Competitividade	2,40	7,20e-02	.	-3,91	2,66e-03	**	2,08	1,00e-01	
Domínio do trabalho	5,18	2,10e-03	**	11,42	6,04e-14	***	11,36	1,88e-14	***
Resiliência	5,81	7,44e-04	***	6,22	1,15e-04	***	5,81	3,91e-04	***
Sentido da vida	-14,78	9,81e-21	***	-16,61	3,64e-26	***	-14,53	7,90e-21	***
Sentimento de pertença	-3,33	2,14e-02	*	-	-	-	-	-	-
Bem-Estar	1,37	4,68e-02	*	-1,14	8,39e-02	.	-	-	-
Medo de falhar	-2,51	5,52e-02	.	4,33	1,08e-03	**	-2,97	3,43e-02	*
Bullying	-5,57	6,83e-02	.	-13,92	1,33e-05	***	-5,96	6,47e-02	.
Falar outra língua	13,50	1,75e-01		-11,01	2,18e-01		-	-	-
Atrasado ocasionalmente	-	-	-	2,56	3,58e-01		-	-	-
Atrasado frequentemente	-	-	-	-5,24	1,39e-01		-	-	-
Satisfação com o atual ambiente profissional	10,09	2,58e-02	*	13,99	2,22e-03	**	10,09	2,11e-02	*
Idade média dos professores	0,89	8,49e-02	.	0,99	5,76e-02	.	0,93	9,15e-02	.
Autoeficácia dos professores em manter relações positivas com os alunos	7,77	7,30e-02	.	6,80	1,03e-01		7,88	8,42e-02	.
Satisfação com a profissão de professor	-	-	-	-7,30	1,39e-01		-	-	-
Escola privada, com financiamento do governo	-32,32	8,59e-06	***	-25,45	3,03e-04	***	-21,47	1,51e-03	**
Escola pública	-19,44	8,93e-03	**	-11,38	1,40e-01		-8,81	1,19e-01	
Tamanho da escola	0,003	2,45e-02	*	0,003	3,57e-02	*	0,004	1,33e-03	**
Turma tem 16 a 20 alunos	17,70	1,97e-01		25,33	1,10e-01		19,81	1,56e-01	
Turma tem 21 a 25 alunos	32,46	1,47e-02	*	30,03	1,66e-02	*	28,01	3,62e-02	*
Turma tem 26 a 30 alunos	42,47	1,82e-03	**	50,29	1,69e-03	**	39,79	3,52e-03	**

Tabela 10: Resultados dos modelos de regressão do PISA 2018

Os estudantes repetentes, que faltaram a pelo menos uma aula nas últimas duas semanas e frequentam uma escola privada, financiada pelo Governo, tendem a obter piores pontuações a todas as disciplinas em comparação com as

suas variáveis base (Tabela 6), para um nível de significância altíssimo. Surpreendentemente e tal como no estudo de Molina-Muñoz et al. (2023), o sentido de vida do aluno demonstrou-se significativo para todas as disciplinas, exercendo um efeito negativo nos resultados.

A variável do *bullying* impacta negativamente os resultados de leitura, para um nível de significância de 0,01%.

Todavia, o ESCS, a resiliência e a dedicação do estudante exercem um impacto positivo fortemente significativo nas classificações em todas as disciplinas, ou seja, um aluno com mais posses económicas normalmente obtém melhores resultados.

Portugal comparativamente com a média dos países da OCDE, nos dados do PISA 2018, revelou uma maior taxa de alunos tanto a faltar como a chegar atrasados às aulas nas duas semanas anteriores à execução do questionário. Além disso, comprova que os alunos que normalmente faltam mais às aulas ou chegam atrasados tendem a obter resultados inferiores (Avvisati et al., 2019).

Relativamente ao nível de bem-estar, 69% dos alunos portugueses revelaram que se encontravam satisfeitos com as suas vidas, estando 2% acima da média da OCDE, e 96% dos estudantes portugueses indicaram que se sentiam às vezes ou sempre contentes, em contrapartida de 3% dos alunos se sentirem sempre tristes (Avvisati et al., 2019).

Tal como se pode verificar nos resultados, dados do PISA 2018 demonstram que o índice de sentido da vida está negativamente correlacionado aos resultados dos alunos em leitura, sendo esta relação curvilínea (OECD, 2019a). Em 26 dos 72 países analisados, os estudantes que concordaram que tem um sentido satisfatório para a vida obtiveram resultados significativamente inferiores a leitura do que aqueles que discordaram fortemente da mesma afirmação, tendo em consideração o perfil socioeconómico dos alunos e das escolas (OECD, 2019a).

Na maioria dos países e economias, os alunos que declararam ter chegado atrasados à escola ou ter faltado às aulas nas duas semanas anteriores ao teste PISA tendem a manifestar menos sentido de vida do que os alunos que declararam não ter chegado atrasados ou faltado às aulas (OECD, 2019a).

2.3 PISA 2022

Por fim, na Tabela 11 é apresentado os resultados médios dos modelos de regressão linear referente ao PISA 2022.

O Norte tende a apresentar qualificações inferiores a leitura comparativamente com a AML. É importante realçar que as outras regiões não se demonstraram estatisticamente significativas nos resultados do PISA 2022, ou seja, os resultados inferiores apresentados nos Açores não são fruto de fatores regionais, mas sim de outros fatores como o ESCS e a repetição do ano letivo.

As variáveis explicativas estatisticamente significativas que tendem a piorar os resultados comparativamente com às suas variáveis bases (Tabela 6) são: o aluno ser repetente; ter faltado a pelo menos uma aula nas últimas duas semanas; frequentar uma escola privada, financiada parcialmente pelo Estado. O stress sentido pelo professor e, tal como em 2015, o bem-estar do aluno demonstraram ser altamente significativos influenciando negativamente as classificações dos alunos. Contrariamente ao esperado, o apoio familiar também tende a piorar os resultados a matemática e ciências, e o estudante frequentar uma escola pública e chegar ocasionalmente atrasado às aulas tende a prejudicar significativamente os resultados das mesmas disciplinas, comparativamente às variáveis base (Tabela 6). O *bullying* revelou influenciar negativamente os resultados a leitura e os alunos que falam maioritariamente uma língua estrangeira em casa tendem a obter piores pontuações a leitura e a ciências do que os alunos que falam maioritariamente português.

	Matemática			Leitura			Ciências		
	Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)		Estimativa	Pr(> t)	
(Intercept)	466,84	1,07e-103	***	476,09	4,03e-86	***	489,45	1,70e-94	***
Alentejo	-2,82	4,93e-01		-3,21	4,96e-01		-2,64	5,23e-01	
Algarve	-7,23	2,60e-01		-20,17	1,14e-02	*	-7,22	3,43e-01	
Centro	5,86	7,12e-02	.	-3,95	2,82e-01		2,74	3,92e-01	
Norte	-2,59	4,06e-01		-13,31	1,23e-04	***	-6,41	5,74e-02	.
R. A. Açores	-13,99	1,72e-01		-13,25	2,47e-01		-24,66	3,89e-02	*
R. A. Madeira	14,31	5,51e-02	.	15,26	6,21e-02	.	14,69	9,87e-02	.
Imigrante de 2ª Geração	0,19	7,36e-01		1,17	6,93e-01		-	-	-
Imigrante de 1ª Geração	-11,14	3,34e-02	*	12,86	2,38e-02	*	-	-	-
Sentido de pertença	-	-	-	-2,22	1,06e-01		-2,54	6,90e-02	.
Falar outra língua	-13,64	2,14e-02	*	-27,89	5,99e-06	***	-15,63	8,23e-03	**
Repetiu o ano letivo	-83,08	3,34e-122	***	-81,91	1,21e-89	***	-81,53	1,40e-100	***
Faltar às aulas	-31,01	1,34e-16	***	-29,52	3,67e-12	***	-33,06	4,50e-17	***
Atrasado ocasionalmente	-9,02	1,52e-04	***	-6,62	1,05e-02	*	-9,40	1,52e-04	***
Atrasado frequentemente	-5,00	1,32e-01		-3,34	4,22e-01		-6,05	1,11e-01	
Sentimento de segurança	8,90	9,98e-14	***	6,06	8,05e-06	***	8,65	2,09e-10	***
Apoio da família	-5,88	3,05e-07	***	1,89	1,19e-01		-3,83	4,05e-03	**
ESCS	21,53	5,96e-105	***	16,29	1,51e-50	***	19,15	2,60e-66	***
Bem-Estar	-1,98	9,47e-04	***	-4,68	3,43e-13	***	-3,42	7,94e-08	***
Bullying	-8,02	1,18e-02	*	-11,79	7,44e-04	***	-9,91	1,93e-02	*
Idade média dos professores	1,27	2,71e-03	**	1,49	4,27e-03	**	1,23	6,96e-03	**
Satisfação com o atual ambiente profissional	12,69	1,60e-03	**	11,30	1,44e-02	*	14,39	1,71e-03	**
Satisfação com a profissão de professor	-13,79	8,38e-03	**	-10,95	4,39e-02	*	-11,76	2,44e-02	*
Autoeficácia dos professores em manter relações positivas com os alunos	10,81	1,16e-03	**	7,68	3,85e-02	*	7,98	2,83e-02	*
Stresse sentido pelo professor	-22,65	6,12e-04	***	-25,90	1,28e-03	**	-29,27	7,08e-05	***
Sintomas físicos negativos	17,04	7,36e-03	**	17,84	1,09e-02	*	15,18	1,61e-02	*
Escola privada, com financiamento do governo	-29,87	2,08e-06	***	-21,10	4,35e-03	**	-26,61	1,45e-04	***
Escola pública	-25,09	1,61e-06	***	-15,43	1,92e-02	*	-14,58	4,81e-03	**
Turma tem 16 a 20 alunos	-0,27	8,12e-01		2,13	7,04e-01		-0,89	7,90e-01	
Turma tem 21 a 25 alunos	6,73	4,61e-01		11,93	2,41e-01		10,56	2,96e-01	
Turma tem 26 a 30 alunos	16,83	6,95e-02	.	21,94	2,99e-02	*	19,14	6,59e-02	.
Turma tem 31 a 35 alunos	1,82	8,21e-01		24,34	1,85e-01		3,24	7,40e-01	
Tamanho da escola	0,00	5,22e-02	.	0,00	3,85e-02	*	0,00	6,09e-02	.
Preparação para estudo digital	-	-	-	-2,63	1,24e-01		-2,49	1,42e-01	

Tabela 11: Resultados dos modelos de regressão do PISA 2022

O ESCS e o sentimento de segurança do aluno são altamente significativos e influenciam positivamente os resultados médios.

Os resultados divulgados relativos ao sentimento de segurança dos alunos nas escolas e *bullying*, vão de encontro com o relatório do PISA 2022, em que salientam que nos sistemas educativos em que o desempenho se manteve elevado e o sentimento de pertença dos alunos melhorou, os alunos tendem a sentir-se mais seguros e menos expostos ao *bullying*. Portugal apresentou uma percentagem de alunos que não se sentem seguros e que são vítimas de *bullying* menor do que a média da OCDE (Avvisati et al., 2023).

A associação entre o apoio familiar e a performance dos alunos a matemática varia consideravelmente de acordo com os diferentes tipos de apoio considerados. Os alunos com melhores qualificações indicaram que as suas famílias comem com eles a refeição principal, conversam ou perguntam o que eles fizeram na escola naquele dia, “uma ou duas vezes por semana” ou “todos ou quase todos os dias”, alcançando mais 16 a 28 pontos comparativamente com os alunos que as famílias não fazem estas atividades regularmente. Já as famílias dos alunos com piores qualificações falam regularmente com estes sobre a importância de terminar o secundário ou sobre a sua futura educação, de modo a motivá-los a esforçarem-se mais nos seus estudos. Estes estudantes obtiveram menos 11 a 15 pontos a matemática do que os alunos que disseram que as suas famílias não o fazem regularmente (OECD, 2023b).

3. Pressupostos

Para alcançar o modelo ideal, foram estimados vários modelos até se chegar ao mais simples e reduzido, com a maioria dos coeficientes das variáveis independentes estatisticamente significativos.

Partindo do modelo geral para o específico, começou-se por aplicar o Critério de Informação de *Akaike*, que indicou que todos os modelos reduzidos apresentavam um menor valor comparativamente com o modelo inicial. Através do teste da ANOVA, concluiu-se que o segundo modelo é satisfatório, pela probabilidade resultante ser maior que o nível de significância (por defeito 5%).

Este processo foi efetuado em todos os modelos analisados, aceitando-se assim a validade do modelo escolhido.

3.1 Multicolinearidade

Primeiro, começou-se por averiguar a existência de correlações entre as variáveis numéricas dos modelos e concluiu-se que as mesmas não são muito fortes.

Formalmente, procedeu-se à análise dos valores dos Fatores de Infração da Variância (VIF), tendo sido o valor superior igual a 4,08, o que não é substancial. Desta forma, não foi encontrada multicolinearidade entre as variáveis dos modelos.

3.2 Normalidade

Através da análise da Figura 18, conclui-se que o modelo segue uma distribuição normal dos dados. No entanto, esta normalidade não é perfeita pois é visível a presença de *outliers*.

Este resultado foi consistente com as análises efetuadas para todos os modelos dos outros valores plausíveis, disciplinas e base de dados⁸. Para simplificar a apresentação apenas foi incluído o supramencionado gráfico.

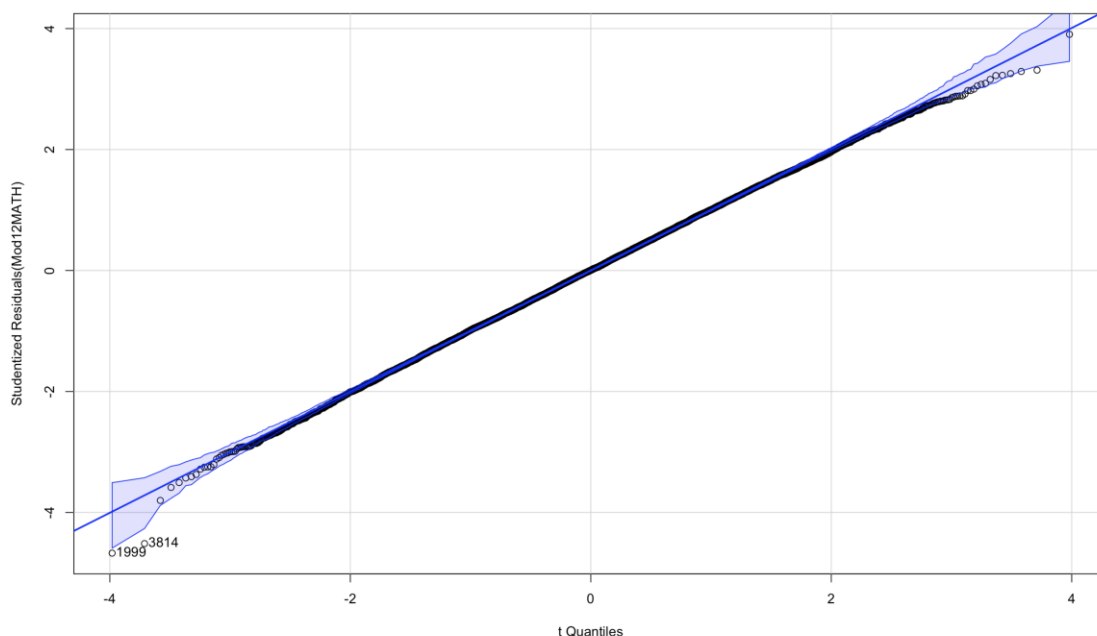


Figura 18: Normalidade do modelo de regressão dos resultados de matemática da base de dados conjunta.

3.3 Outliers

Relativamente à existência de *outliers*, comprovou-se, através do teste de *Benferroni*, a presença de possíveis *outliers* em alguns modelos. Todavia, comparou-se a distância de COOK com o valor crítico do valor de F, e concluiu-se que não há evidências estatísticas de que as observações identificadas como *outliers* estão a influenciar fortemente os resultados dos modelos. Assim, estes valores discrepantes não foram retirados dos modelos de regressão.

⁸ No Apêndice 2 encontra-se os gráficos de normalidade dos modelos de matemática para o PISA 2015, 2018 e 2022.

3.4 Autocorrelação

Os testes de *Breusch-Godfrey* foram efetuados para os modelos de regressão linear relativos à base de dados conjunta, ou seja, com o período temporal dos três anos analisados – 2015, 2018 e 2022. Todos os testes efetuados demonstraram a existência de autocorrelação. De modo a corrigir os modelos, primeiro verificou-se a existência de heterocedasticidade, pois podem ser retificados em conjuntos, substituindo os erros-padrões clássicos pelos erros-padrões robustos.

3.5 Heterocedasticidade

Através da análise dos gráficos relativos a este parâmetro (Figura 22), é possível averiguar a presença de heterocedasticidade em todos os modelos de regressão, pois os resíduos não se distribuem igualmente em torno da reta que na qual são nulos.

Procedendo ao teste formal de *Breusch-Pagan*, pode-se concluir a presença de heterocedasticidade em todos os modelos de regressão linear efetuados. Assim sendo, foi corregido este parâmetro e a autocorrelação substituindo os erros-padrões clássicos pelos erros-padrões robustos.

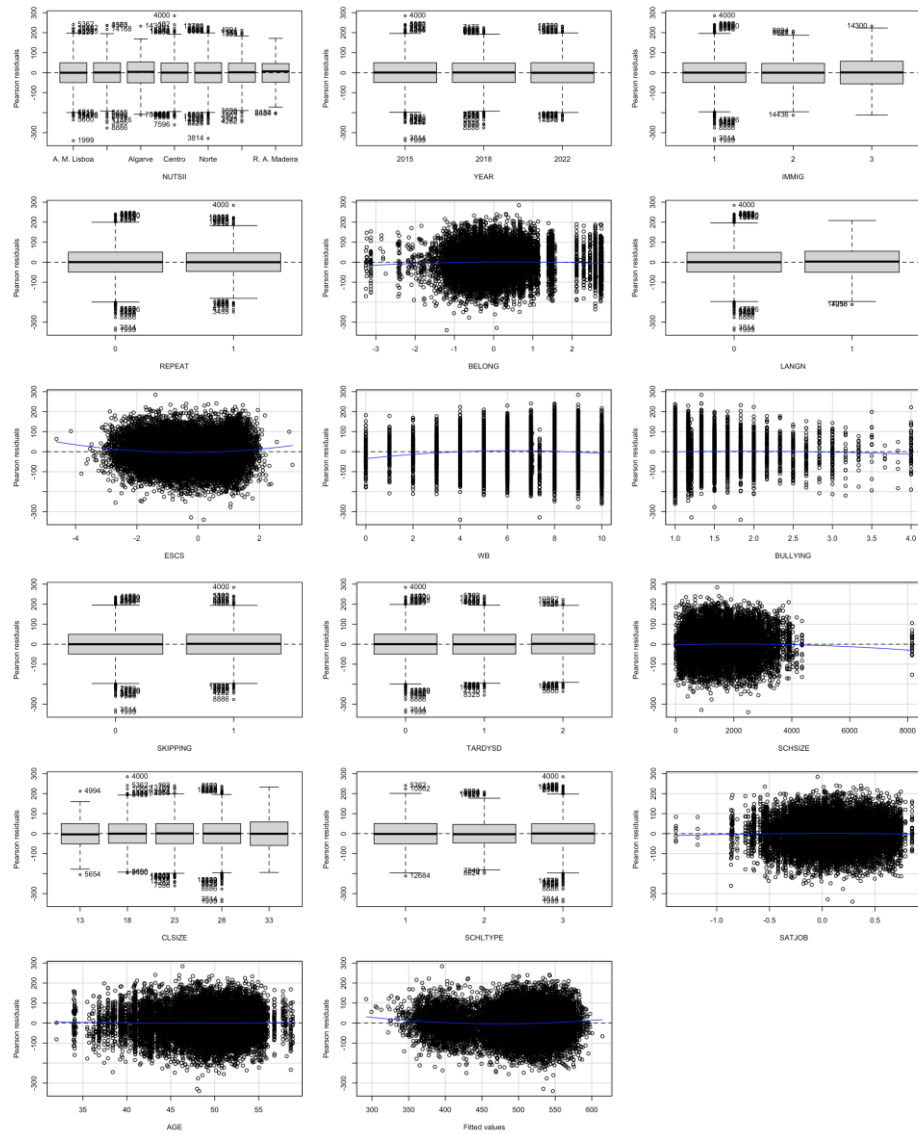


Figura 19: Análise da heterocedasticidade do modelo da base de dados conjunta de matemática.

Capítulo 4

Conclusão e Investigação Futura

1. Conclusão

Com esta dissertação pretendeu-se averiguar quais os principais fatores que influenciam os resultados dos alunos portugueses no PISA de 2015, 2018 e 2022 nas diferentes NUTS II, de modo a responder à questão de investigação: Por que motivo algumas regiões de Portugal (NUTS II) obtiveram melhores resultados no PISA do que outras?

Primeiro começou-se por calcular os valores médios dos resultados dos estudantes portugueses para cada disciplina e região e concluiu-se que a Área Metropolitana de Lisboa (AML) obteve melhores resultados em todas as disciplinas enquanto os Açores apresentaram as piores qualificações.

Posteriormente, foi efetuada uma análise descritiva das variáveis analisadas por região, analisando as frequências relativas e os *boxplots* para as principais variáveis categóricas e numéricas, respetivamente.

Por fim, realizaram-se 120 modelos de regressão linear, 30 referentes à base de dados que inclui todos os anos da análise e 90 relativos a base de dados individual a cada ano. Para conseguir-se retirar resultados dos mesmos, foi efetuado a média dos 10 modelos de regressão para cada disciplina e para cada ano. Importante salientar que foram elaborados modelos para os anos

individuais, pois a variável ano mostrou-se significativa nos modelos da base de dados conjunta.

Relativamente às diferenças regionais presentes nos modelos, apenas as regiões Centro e Norte revelaram-se estatisticamente significativas, a primeira a matemática, nos modelos da base de dados conjunta e para os anos de 2015 e 2018, e a segunda a leitura, nos modelos da base de dados conjunta e para o ano de 2022. Portanto, o Centro tende a obter melhores resultados a matemática e o Norte tende a apresentar piores pontuações a leitura comparativamente com a região base, a AML. Como nos modelos realizados foram incorporados um conjunto de variáveis de controlo fez com que as regiões perdessem relevância.

O Estatuto Socioeconómico e Cultural (ESCS) do aluno demonstrou-se estatisticamente significativo afetando positivamente os resultados, ou seja, um estudante com maiores posses tende a obter melhores resultados no questionário em todos os anos. Em 2022, mantendo todas as outras variáveis constantes, um aumento de uma unidade no ESCS está associado a um aumento médio de 21,53 pontos na classificação a matemática dos estudantes.

No PISA de 2022, 32% dos alunos portugueses estavam entre os alunos mais favorecidos que realizaram o teste PISA. No entanto, Estónia e Japão, que tem contextos socioeconómicos semelhantes, obtiveram melhores resultados (Avvisati et al., 2023).

Além disso, os alunos socioeconomicamente mais favorecidos superam os resultados dos alunos desfavorecidos, sendo esta diferença semelhante à diferença média dos países da OCDE e tem sido estável desde o ano de 2012 (OECD, 2023b).

Os alunos repetentes, que frequentam uma escola privada, com financiamento público, ou uma escola pública e que faltaram a pelo menos uma aula tendem a obter piores resultados comparativamente às suas variáveis bases (Tabela 6). Por exemplo, mantendo todas as outras variáveis constantes,

um aluno que nunca repetiu um ano letivo obteve uma qualificação a matemática 83,08 pontos melhor do que os alunos repetentes, no PISA 2022.

O *bullying* influencia negativamente os resultados dos alunos a leitura. Além disso, o bem-estar, contrariamente ao esperado, também demonstrou afetar negativamente os resultados dos estudantes nos anos de 2015 e 2022.

Segundo a OCDE (2017), a relação entre o bem-estar e os resultados dos alunos é fraca, pois os resultados podem estar a ser influenciados por variações culturais que diferem a forma como os alunos respondem aos questionários e como se apresentam socialmente. Os alunos portugueses continuam a sentir-se moderadamente satisfeitos com as suas vidas comparativamente com os resultados de 2018, atingindo um nível superior do que a média da OCDE (Duarte et al., 2023).

Portugal comparativamente com a média da OCDE, apresentou uma baixa percentagem de alunos que não se sentem seguros e que são vítimas de *bullying*, no PISA 2022 (Avvisati et al., 2023).

Na maioria dos países em que os alunos foram mais assíduos e pontuais, obtiveram uma melhor performance nos resultados de matemática em 2022, do que os países em que os alunos foram menos assíduos e pontuais. Em Portugal, os alunos que faltaram às aulas obtiveram uma classificação mais de 40 pontos inferior à dos estudantes que frequentaram regularmente a escola. Comparativamente com os dados de 2018, em 2022, os índices de o aluno ter chegado atrasado, ter faltado a alguma aula e a um dia inteiro de aulas diminuíram (OECD, 2023b).

Além disso, os alunos que falam maioritariamente uma língua estrangeira em casa tendem a obter resultados inferiores a leitura e a ciências, no ano de 2022, comparativamente aos alunos que falam maioritariamente português em casa.

Relativamente às variáveis de controlo que foram incorporadas apenas a um ano do estudo, conclui-se, para o ano de 2015, que a motivação tem um efeito positivo nos resultados, ou seja, maior a motivação do aluno, melhor tende a ser a qualificação no questionário. Todavia, a ansiedade sentida pelo aluno ao efetuar o teste tem um efeito oposto nas pontuações.

O PISA 2018, revelou que quanto maior o domínio do trabalho e da resiliência do aluno, melhores os resultados obtidos. Surpreendentemente, quanto maior o sentido da vida, piores tendem a ser os resultados. De salientar, que esta última relação é curvilínea (OECD, 2019a).

Por último, o sentimento de segurança do aluno exerce um efeito positivo na performance dos estudantes enquanto o stresse sentido pelos professores tem uma influência negativa nos resultados. Contrariamente ao que é exposto nos relatórios do PISA 2022, o apoio familiar é estatisticamente significativo, influenciando negativamente os resultados a matemática e ciências.

Segundo o Duarte et al. (2023), o valor do índice do apoio familiar português é o segundo maior de todos os países participantes, ou seja, os estudantes portugueses consideram receber um maior apoio familiar.

Para atenuar as disparidades regionais no PISA em Portugal, propõe-se medidas que apoiem os alunos com menos posses económicas disponibilizando programas de tutoria, aumentando a atribuição de bolsas de estudos, oferecendo apoio específico a escolas desfavorecidas (Tammouch et al., 2023) e a descentralização de políticas educacionais (Couto et al., 2020). Adicionalmente, propõem-se medidas que promovam um ambiente escolar seguro e livre de *bullying*, bem como políticas que incentivem a assiduidade e pontualidade escolar. Para aumentar a motivação, reduzir a ansiedade em contextos avaliativos e a taxa de repetição de ano (Ferreira et al., 2017), sugere-se a aplicação de intervenções psicopedagógicas, tais como a avaliação e apoio individualizado, técnicas de gestão comportamental, treino de habilidades socio

emocionais, adaptações curriculares e aconselhamento. Recomenda-se, também, o desenvolvimento de iniciativas que aprimorem as competências linguísticas dos estudantes que não falam português como língua materna e uma reavaliação do apoio familiar, orientando as famílias a proporcionarem aos alunos um acompanhamento mais eficaz. Para reduzir o stresse sentido pelos professores, aconselha-se a disponibilização gratuita a serviços de saúde mental e a melhoria das condições de trabalho. Posto isto, a gestão educacional deve ser informada por uma avaliação continua do impacto, ajustando as medidas consoante os resultados obtidos e as necessidades emergentes.

2. Limitações e Investigação Futura

Neste estudo, uma das principais dificuldades foi encontrar questões comuns do PISA aos três anos analisados, pois consoante o ano, as questões alteram-se. Adicionalmente, os alunos portugueses não responderam a todas as questões, não podendo incluí-las na análise.

Além disso, existem poucos estudos que tentem explicar as discrepâncias dos resultados do PISA entre regiões do mesmo país, tanto a nível nacional como internacional, o que limitou a revisão da literatura.

Desta forma, a amostra a utilizar numa análise futura deve incluir mais observações de escolas portuguesas, para se conseguir detetar precisamente as diferenças regionais existentes nos resultados dos estudantes portugueses.

Declaração: Durante a preparação deste trabalho, o autor utilizou o ChatGPT com o objetivo de reduzir o número de palavras. Após a utilização desta ferramenta/serviço, o autor reviu e editou o conteúdo conforme necessário e assume total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

Bibliografia

- Aparicio, J., Cordero, J. M., & Ortiz, L. (2021). Efficiency analysis with educational data: How to deal with plausible values from international large-scale assessments. *Mathematics*, 9(13), 1579. <https://doi.org/10.3390/math9131579>
- Araújo, L., Costa, P., & Crato, N. (2021). Assessment background: What PISA measures and how. *Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries* (pp. 249–263). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59031-4_12
- Avvisati, F., Echazarra, A., Givord, P., & Schwabe, M. (2019). PISA 2018 results: Portugal - Country note. *OECD*. <https://www.oecd.org/pisa/>
- Avvisati, F., & Ilizaliturri, R. (2023). PISA 2022 results: Factsheets – Portugal. *OECD*. <https://www.oecd.org>
- Baroutsis, A., & Lingard, B. (2017). Counting and comparing school performance: An analysis of media coverage of PISA in Australia, 2000–2014. *Journal of Education Policy*, 32(4), 432-449. doi:10.1080/02680939.2016.1252856.
- Barroso, C. F. de A. (2010). *Os estudos PISA e o ensino das ciências físico-naturais em Portugal: a comparabilidade dos resultados nacionais e as implicações para a política educacional*. [Universidade Nova de Lisboa]. <https://run.unl.pt/bitstream/10362/5279/1/carlosbarroso.pdf>
- Breakspear, S. (2014). How does PISA shape education policy making? Why how we measure learning determines what counts in education. *Centre for Strategic Education: Seminar Series* (Vol. 240, p. 16).

- Carvalho, L. M., Costa, E., & Gonçalves, C. (2017). Fifteen years looking at the mirror: On the presence of PISA in education policy processes (Portugal, 2000 - 2016). *European Journal of Education*, 52(2), 154-166. <https://doi.org/10.1111/ejed.12210>
- Couto, A. P., Costa, P., & Ferrão, M. E. (2020). Territorial Differences in Student Performance in Portugal: The Role of Family Characteristics and School Composition. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, nº 57
- Cowan, C. et al. (2012), Improving the measurement of socioeconomic status for the National Assessment of Educational Progress: A theoretical foundation, *National Center for Education Statistics*, https://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/researchcenter/socioeconomic_factors.pdf.
- Crato, N. (2021). Setting up the scene: Lessons learned from PISA 2018 statistics and other international student assessments. *Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries*, 1. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59031-4_13
- Cravinho, J. (2019). As desigualdades de resultados entre regiões e escolas e o direito institucional à igualdade de oportunidades. *Estado da Educação 2019. Conselho Nacional de Educação*, 540-562.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches*. Índia: SAGE Publications.
- Daniele, V. (2021). Socioeconomic inequality and regional disparities in educational achievement: The role of relative poverty. *Intelligence*, 84, <https://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101515>
- Duarte, A., Nunes, A., Vasconcelos, A., Mota, M., Cabral, M., & Rodrigues, M. (2023). PISA 2022 - Portugal. Relatório Nacional. *IAVE*.

- Ferreira, A. S., Flores, I., & Casas-Novas, T. (2017). Porque Melhoraram os Resultados PISA em Portugal. Estudo Longitudinal e comparado (2000–2015).
- Gomendio, M. (2021). Spain: The evidence provided by International large-scale assessments about the Spanish Education System: Why nobody listens despite all the noise. *Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries*, (pp. 175–201). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59031-4_9
- Gu, Y. X., & Lau, K. L. (2023). Reading instruction and reading engagement and their relationship with Chinese students' PISA reading performance: evidence from BSJZ, Hong Kong, and Chinese Taipei. *International Journal of Educational Research*, 120, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.102202>
- Marôco, J. (2016). Assimetrias Educacionais em Portugal: Através das Lentes do PISA. *Conselho Nacional de Educação (CNE)(Ed.), Estado da Educação*, 254–274.
- Marôco, J. (2020). International large-scale assessments: Trends and effects on the portuguese public education system. *Monitoring Student Achievement in the 21st Century: European Policy Perspectives and Assessment Strategies*, 207–222. Springer. <https://www.springer.com/gp/book/9783030389680#aboutBook>
- Marôco, J. (2021). Portugal: The PISA effects on education. *In Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries* (pp. 159–174). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59031-4_8
- Marôco, J., Gonçalves, C., Lourenço, V., & Mendes, R. (2016). PISA 2015 - Portugal. Vol. I: Literacia Científica, Literacia de Leitura & Literacia Matemática. IAVE.

- Martin, M., Foy, P., Mullis, I., & O'Dwyer, L. (2013). Effective schools in reading, mathematics, and science at the fourth grade. *TIMSS and PIRLS 2011*, 109-178.
- Molina-Muñoz, D., Contreras-García, J. M., & Molina-Portillo, E. (2023). Does the psychoemotional well-being of Spanish students influence their mathematical literacy? An evidence from PISA 2018. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1196529>
- Muijs, Daniel. (2010). *Doing Quantitative Research in Education with SPSS*. 2nd edition. London: SAGE Publications.
- Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A., Pimenta, C. e Pimenta, M. F. (2014). *Introdução à estatística* (Vol. 3). Escolar Editora.
- OECD. (2017a). PISA 2015 Results (Volume III). *OECD*. <https://doi.org/10.1787/9789264273856-en>
- OECD. (2017b). PISA 2015 Technical Report. *OECD*
- OECD. (2019a). PISA 2018 Results (Volume III). *OECD*. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>
- OECD. (2019b). PISA 2018 Technical Report. *OECD*
- OECD. (2023a). PISA 2022 Results (Volume I). *OECD*. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD. (2023b). PISA 2022 Results (Volume II). *OECD*. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- OECD. (2023c). PISA 2022 Technical Report. *OECD*.
- Özdemir, C. (2016). Equity in the Turkish education system: A multilevel analysis of social background influences on the mathematics performance of

- 15-year-old students. *European Educational Research Journal*, 15(2), 193–217. <https://doi.org/10.1177/1474904115627159>
- Randolph, K. A., & Myers, L. L. (2013). *Basic Statistics in Multivariate Analysis*. Oxford University Press.
- Rosa, V., Maia, J. S., Mascarenhas, D., & Teodoro, A. (2020). PISA, TIMSS e PIRLS em Portugal: uma análise comparativa. *Revista Portuguesa de Educação*, 33(1), 94-120. <https://doi.org/10.21814/RPE.18380>
- Tammouch, I., Elouafi, A., Eddarouich, S., & Touahni, R. (2023). Identifying low-performing regions in Moroccan education: A deep learning approach using the PISA dataset. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 10(7), 138–144. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2023.07.015>
- Tomul, E., & Çelik, K. (2009). The relationship between the students' academics achievement and their socioeconomic level: cross regional comparison. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1199–1204. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.216>
- Wetherill, G. B. (1986). *Regression analysis with applications*. London: Chapman & Hall.
- Willms, J. D. (2006). Learning divides. *Ten policy questions about the performance and equity of schools and schooling systems*. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods*. Sage.

Apêndice 1 – Explicação das principais variáveis analisadas

Variável	Nível	Questão	Escala	Tipo	Ano
Índice do estatuto de imigração	Aluno	“Em que país nasceu e os seus pais?”		Variável categórica com 3 níveis: “1 – Nativo. 2 – Segunda geração. 3 – Primeira geração.” Os imigrantes de primeira geração nasceram fora do país de avaliação e os imigrantes de segunda geração são os alunos que nasceram no país de avaliação, mas os pais nasceram noutro país. Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Índice de Repetição de ano	Aluno	“Já alguma vez repetiu um <ano letivo>?”		Variável binária: “0 – Não repetiu ano. 1 – Sim, repetiu o ano” Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Sentido de pertença na escola	Aluno	“Ao pensar na sua escola: até que ponto concorda com as seguintes afirmações? - Sinto-me como um estranho (ou deixado de fora) na escola. - Faço amigos facilmente na escola. - Sinto que pertenço à escola. - Sinto-me estranho e deslocado na minha escola. - Os outros alunos parecem gostar de mim. - Sinto-me sozinho na escola.”	“1 – Concordo completamente. 2 – Concordo. 3 – Discordo. 4 – Discordo completamente.”	Fator. Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Linguagem falada em casa	Aluno	“Que língua falas em casa a maior parte do tempo?”		Variável categórica com 2 níveis: “0 – Português. 1 – Outra língua.” Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Estatuto Económico, Social e Cultural	Aluno			Fator construído com um agregado de várias questões do PISA. Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Índice de bullying sofrido pelo aluno	Aluno	“Durante os últimos 12 meses, com que frequência teve as seguintes experiências na escola? - Os outros alunos deixaram-me de fora de propósito. - Os outros alunos gozaram	“1 – Nunca ou quase nunca. 2 – Algumas vezes ao ano. 3 – Algumas vezes por mês.	Fator.	2015 2018 2022

		comigo. - Fui ameaçado por outros alunos. - Outros alunos tiraram ou destruíram coisas que me pertenciam. - Fui agredido ou empurrado por outros alunos. - Outros alunos espalharam rumores desagradáveis sobre mim."	4 – Uma vez por semana ou mais."		
Índice do bem-estar do aluno	Aluno	"De um modo geral, até que ponto está satisfeito com a sua vida como um todo atualmente?"	0 (nada satisfeito) a 10 (totalmente satisfeito)	Variável numérica.	2015 2018 2022
Índice relativo a se o aluno faltou a alguma aula ou algum dia de aulas nas últimas duas semanas	Aluno			Variável binária: 0 – Nenhuma aula faltada nas últimas 2 semanas; 1 – Pelo menos uma aula faltada nas últimas duas semanas.	2015 2018 2022
Índice relativo a se o aluno chegou atrasado a alguma aula nas últimas duas semanas	Aluno			Variável categórica com 3 níveis: 0 – Nunca chegou atrasado a uma aula nas últimas 2 semanas; 1 – Atrasado ocasionalmente (1 ou 2 vezes nas últimas duas semanas); 3 – Frequentemente (3 ou mais vezes).	2015 2018 2022
Número de alunos da escola	Escola	"Em <data>, qual era o total de matrículas na escola (número de alunos)? - Número de rapazes: - Número de raparigas:"		Variável numérica. Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Número de alunos por turma	Escola	"Qual é a dimensão média das turmas de <língua de teste> em <grau nacional modal para jovens de 15 anos> na sua escola?"		Variável categórica com 5 níveis: 13 = 15 ou menos alunos; 18 = 16 a 20 alunos; 23 = 21 a 25 alunos; 28 = 26 a 30 alunos; 33 = 31 a 35 alunos.	2015 2018 2022
Tipo de escola: público, privada, público-privada	Escola	"A sua escola é pública ou privada?" "Que percentagem de financiamento total para um ano letivo normal provém das seguintes fontes?"		Variável categórica com 3 níveis: 1 – Privada, sem financiamento do Governo. 2 – Privada, financiada pelo Governo. 3 – Pública.	2015 2018 2022
Índice de satisfação com a profissão de professor	Professor	"Gostaríamos de saber qual a sua opinião geral sobre o seu trabalho. Até que ponto concorda ou discorda das seguintes afirmações? - As vantagens de ser professor superam claramente as desvantagens. - Se pudesse decidir de novo,	"1 – Concordo completamente. 2 – Concordo. 3 – Discordo. 4 – Discordo completamente."	Variável numérica. Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022

		continuar a escolher trabalhar como professor. - Arrependo-me de ter decidido ser professor. - Pergunto-me se não teria sido melhor escolher outra profissão. - Penso que a profissão de professor é valorizada na sociedade."			
Índice de satisfação com atual ambiente profissional	Professor	"Gostaríamos de saber qual a sua opinião geral sobre o seu trabalho. Até que ponto concorda ou discorda das seguintes afirmações? - Gosto de trabalhar nesta escola. - Recomendaria a minha escola como um bom sítio para trabalhar. - Estou satisfeito com o meu desempenho nesta escola. - Estou satisfeito com o meu trabalho."	"1 - Concordo completamente. 2 – Concordo. 3 – Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2015 2018 2022
Idade média dos professores	Professor			Variável numérica.	2015 2018 2022
Suporte Emocional dos pais percebido pelo aluno	Aluno	"Pensando no <este ano letivo>; em que medida concorda ou discorda das seguintes afirmações? - Os meus pais apoiam os meus esforços e os meus resultados escolares. - Os meus pais apoiam-me quando tenho dificuldades na escola. - Os meus pais encorajam-me a ser confiante".	"1 - Concordo completamente. 2 – Concordo. 3 – Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2015 2018
Ansiedade ao efetuar o teste	Aluno	"Em que medida discorda ou concorda com as seguintes afirmações sobre si próprio? - Preocupo-me frequentemente com o facto de ser difícil para mim fazer um teste. - Preocupo-me com o facto de ter más <notas> na escola. - Mesmo que esteja bem preparado para um teste, sinto-me muito ansioso. - Fico muito tenso quando estudo. - Fico nervoso quando não sei como resolver uma tarefa na escola."	"1 - Concordo completamente. 2 – Concordo. 3 – Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2015
Motivação em atingir metas	Aluno	"Em que medida discorda ou concorda com as seguintes afirmações sobre si próprio? - Quero ter boas notas na maioria	"1 - Concordo completamente. 2 – Concordo. 3 – Discordo.	Fator. Índice construído pela OCDE.	2015

		ou em todas as disciplinas. - Quero ser capaz de selecionar entre as melhores oportunidades disponíveis quando me formar. - Quero ser o melhor, independentemente do que faça. - Vejo-me como uma pessoa ambiciosa. - Quero ser um dos melhores alunos da minha turma."	4 - Discordo completamente."		
Gostar de cooperação	Aluno	"Em que medida discorda ou concorda com as seguintes afirmações sobre si próprio? - Sou um bom ouvinte. - Gosto de ver os meus colegas a serem bem-sucedidos. - Tenho em conta os interesses dos outros. - Gosto de considerar diferentes perspetivas."	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2015
Índice da autoeficácia do professor para manter relações positivas com os alunos	Professor	"No seu ensino, em que medida pode fazer o seguinte? - Fazer com que os alunos acreditem que podem ter um bom desempenho nos trabalhos escolares. - Ajudar os meus alunos a valorizar a aprendizagem. - Motivar os alunos que demonstram pouco interesse pelo trabalho escolar."	"1 - De modo algum. 2 - Até certo ponto. 3 - Um pouco. 4 - Muito."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2018 2022
Gosto pela Competitividade	Aluno	"Até que ponto concorda com as seguintes afirmações sobre si próprio? - Gosto de trabalhar em situações de competição com os outros. - É importante para mim ter um desempenho melhor do que o das outras pessoas numa tarefa. - Esforço-me mais quando estou em competição com outras pessoas."	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2018
Domínio do trabalho	Aluno	"Até que ponto concorda com as seguintes afirmações sobre si próprio? - Sinto satisfação em trabalhar o mais arduamente possível. - Quando começo uma tarefa, persisto até a terminar. - Parte do prazer que tenho em fazer as coisas é quando melhoro o meu desempenho anterior.	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2018

		- Se não sou bom em alguma coisa, prefiro continuar a esforçar-me para a dominar do que passar para algo em que possa ser bom."			
Índice de medo de falhar	Aluno	"Até que ponto concorda com as seguintes afirmações? - Quando falho, preocupo-me com o que os outros pensam de mim. - Quando falho, tenho medo de não ter talento suficiente. - Quando falho, duvido dos meus planos para o futuro."	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2018
Índice do sentido da vida	Aluno	"Até que ponto concorda com as seguintes afirmações? - A minha vida tem um significado ou objetivo claro. - Descobri um sentido satisfatório para a minha vida. - Tenho uma noção clara do que dá sentido à minha vida."	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2018
Resiliência	Aluno	"Até que ponto concorda com as seguintes afirmações? - Normalmente, consigo desenrascar-me de uma forma ou de outra. - Sinto-me orgulhoso pelas minhas realizações. - Sinto que consigo lidar com muitas tarefas ao mesmo tempo. - A minha confiança em mim próprio ajuda-me a ultrapassar os momentos difíceis. - Quando estou numa situação difícil, normalmente consigo encontrar uma saída."	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2018
Índice de sentimento de segurança do aluno	Aluno	"Sentem-se seguros quando vão para a escola, quando regressam da escola, nas salas de aula e noutros locais da escola (por exemplo, nos corredores e no refeitório)."	"1 - Concordo completamente. 2 - Concordo. 3 - Discordo. 4 - Discordo completamente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2022
Apoio da família	Aluno	Com que frequência os seus pais ou alguém da sua família fazem coisas diferentes com os alunos, indicativas de apoio familiar (por exemplo, "Falar sobre o teu desempenho na escola"; "Comer a refeição principal contigo"; ou "Passar algum tempo a falar contigo").	"1 - nunca ou quase nunca; 2 - Cerca de uma ou duas vezes por ano; 3 - Cerca de uma ou duas vezes por mês; 4 - Cerca de uma ou duas vezes por semana;	Fator. Índice construído pela OCDE.	2022

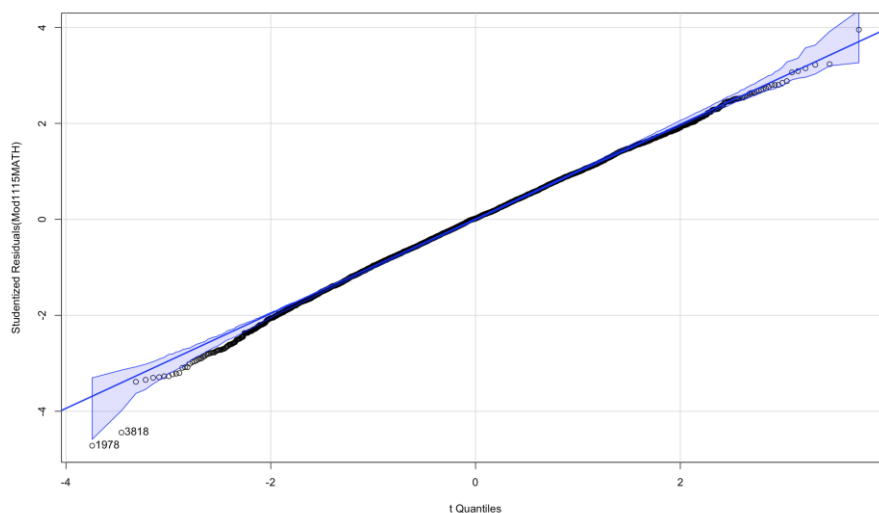
			5 - Todos os dias ou quase todos os dias."		
Preparação para estudo digital	Escola	Foi pedido aos diretores das escolas que classificassem a sua concordância com as afirmações sobre a capacidade da sua escola para utilizar dispositivos digitais para melhorar a aprendizagem e o ensino ("Os professores têm tempo suficiente para preparar aulas que integram dispositivos digitais", "A escola tem assistentes técnicos qualificados em número suficiente").	"1 - Discordo totalmente; 2 - Discordo; 3 - Concordo; 4 - Concordo totalmente."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2022
Fontes de stresse	Professor	As classificações dos professores sobre a sua concordância com várias situações que causam stresse no trabalho (por exemplo, "Ter demasiadas aulas para dar", "Ser responsabilizado pelo desempenho dos alunos").	"1 - De modo algum; 2 - Até certo ponto; 3 - Bastante; 4 - Muito."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2022
Sintomas físicos negativos	Professor	Respostas dos professores sobre a frequência com que tinham vários sintomas psicossomáticos durante o dia escolar (por exemplo, "Dores de cabeça", "Fadiga").	"1 - Nunca ou quase nunca; 2 - Cerca de uma ou duas vezes por ano; 3 - Cerca de uma ou duas vezes por mês; 4 - Cerca de uma ou duas vezes por semana; 5 - Todos os dias ou quase todos os dias."	Fator. Índice construído pela OCDE.	2022
10 Valores Plausíveis dos resultados na disciplina de matemática	Aluno			Variável numérica.	2015 2018 2022
10 Valores Plausíveis dos resultados na disciplina de leitura	Aluno			Variável numérica.	2015 2018 2022
10 Valores Plausíveis dos resultados na disciplina de ciências	Aluno			Variável numérica.	2015 2018 2022
Médias dos 10	Aluno			Variável numérica.	2015

Plausíveis valores relativos à disciplina de matemática					2018 2022
Médias dos 10 Plausíveis valores relativos à disciplina de leitura	Aluno			Variável numérica.	2015 2018 2022
Médias dos 10 Plausíveis valores relativos à disciplina de ciências	Aluno			Variável numérica.	2015 2018 2022

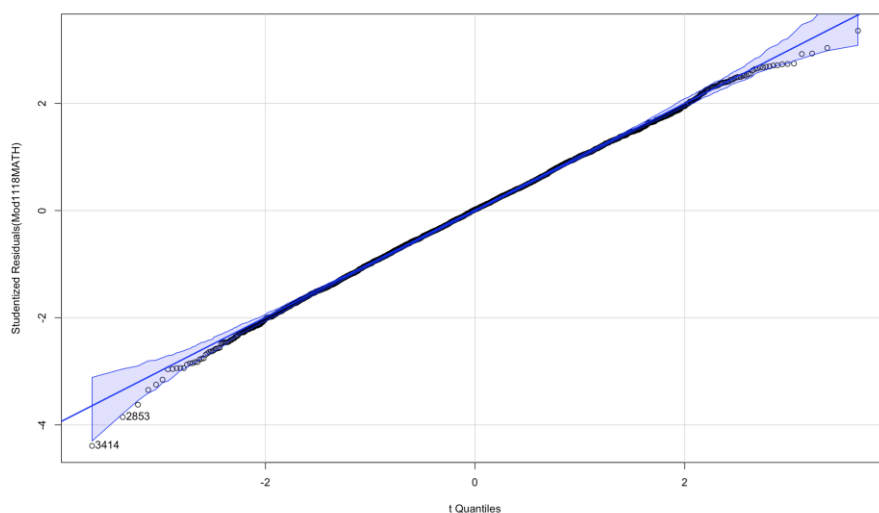
Fonte: OECD (2017b, 2019b, 2023c)

Apêndice 2 – Gráficos relativos à normalidade dos modelos de regressão de matemática

- Normalidade dos modelos de regressão dos resultados de matemática do PISA 2015:



- Normalidade do modelo de regressão dos resultados de matemática do PISA 2018:



- Normalidade do modelo de regressão dos resultados de matemática do PISA 2022:

