

# iscte

INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

**Exames Nacionais do Ensino Secundário: Uma proposta de *dashboard* para a monitorização e avaliação dos resultados.**

Leandro Miguel Costa Pinto

Mestrado em Business Analytics

Orientadora:

Professora Doutora Inês Teixeira de Sousa Messias,  
Investigadora associada, ISTAR-IUL

Junho, 2023





BUSINESS  
SCHOOL

---

Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e  
Economia

**Exames Nacionais do Ensino Secundário: Uma proposta  
de *dashboard* para a monitorização e avaliação dos  
resultados.**

Leandro Miguel Costa Pinto

Mestrado em Business Analytics

Orientadora:

Professora Doutora Inês Teixeira de Sousa Messias,  
Investigadora associada, ISTAR-IUL

Junho, 2023



*Ao meu Avô e ao Iscte por ter sido o meu  
espaço para crescer durante cinco anos.*



## **Agradecimentos**

Um agradecimento especial à minha orientadora, a Professora Doutora Inês Messias, por toda a sua ajuda neste processo, mas acima de tudo pela pronta disponibilidade que sempre me disponibilizou em todos os momentos.

Ao professor Raúl Laureano, enquanto diretor e professor do Mestrado, mas também a todos aqueles que contribuíram para dois anos muito felizes e repletos de aprendizagens.

Aos meus amigos, pessoas especiais e família pela paciência nestes últimos tempos entre a investigação e a vida profissional. Obrigado por estarem e terem ajudado para que isto fosse possível.

Não posso deixar de mencionar agradecimentos especiais aos participantes da investigação, cuja disposição em partilhar os seus conhecimentos e experiências permitiu o seu enriquecimento significativo.

A todos, obrigado.





## Resumo

A educação assume uma importância fundamental na vida das pessoas, sendo um elemento que contribui positivamente para a aquisição de novos conhecimentos e competências. No ensino secundário, em Portugal, os exames nacionais são uma componente importante no processo educativo e no acesso ao ensino superior. Ao mesmo tempo, cada vez mais tecnologias permitem apoiar processos como a gestão de desempenho, um aspeto fundamental na educação. Neste contexto, esta investigação tem como principal objetivo a construção de um *dashboard* para monitorizar e avaliar o desempenho dos alunos nos exames nacionais do ensino secundário.

Através de uma revisão sistemática da literatura que incidiu sobre a gestão de desempenho na educação com base em *dashboards*, foram obtidos *insights* relevantes que foram incluídos na versão final, complementados com interações com especialistas na área da educação.

A investigação seguiu a metodologia CRISP-DM tendo o *dashboard* sido realizado com recurso à ferramenta Microsoft Power BI Desktop. Com o objetivo de avaliar a utilidade e usabilidade do *dashboard* foi realizado um questionário respondido por três especialistas.

O resultado foi classificado como útil, fácil de utilizar e com informação relevante em cinco dimensões: visão geral, localização, *ranking*, *clusters* e escola pública *versus* escola privada.

**Palavras-Chave:** Gestão de Desempenho, Exames Nacionais, *Dashboard*, Power BI Desktop, Ensino Secundário

**Sistema de Classificação JEL:** M10, I21



## **Abstract**

Education plays a fundamental role in people's lives, being an element that contributes positively to the acquisition of new knowledge and skills. In secondary education in Portugal, national exams are a crucial component in the educational process and in access to Higher Education. At the same time, an increasing number of technologies allow for supporting processes such as performance management, which is essential in education. In this context, the main objective of this research is to construct a dashboard to monitor and evaluate students' performance in national exams in secondary education.

Through a systematic literature review focused on performance management in education using dashboards, relevant insights were obtained and included in the final version, complemented by interactions with experts in the field of education. The research followed the CRISP-DM methodology, with the dashboard being developed using the Microsoft Power BI Desktop tool. A questionnaire was administered to three experts to assess the usefulness and usability of the dashboard.

The result was classified as useful, easy to use, and providing relevant information in five dimensions: overview, location, ranking, clusters, and public school versus private school.

**Keywords:** Performance Management, National Exams, Dashboard, Power BI Desktop, Secondary Education

**JEL Classification:** M10, I21



## Índice

Capítulo 1– Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Questão de investigação e objetivos .....	1
1.3 Abordagem metodológica .....	2
1.4 Estrutura da dissertação .....	3
Capítulo 2 – Revisão da Literatura .....	5
2.1 Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura .....	5
2.2 Literatura incluída na Revisão Sistemática.....	8
2.3 Análise da literatura .....	10
2.3.1 <i>Dashboard</i> - ferramenta de apoio à gestão do desempenho na educação .....	10
2.3.2 Diferentes etapas na construção de um <i>dashboard</i> e ferramentas utilizadas ....	11
2.3.3 Indicadores para medir o desempenho e principais tipos de visualização .....	13
2.3.4 Avaliação de resultados apresentados pelo <i>dashboard</i> .....	14
2.4 Avaliação da qualidade da literatura selecionada .....	15
Capítulo 3 – Metodologia .....	17
3.1 Compreensão do Negócio .....	18
3.2 Compreensão dos Dados .....	19
3.3 Preparação dos dados .....	23
3.3.1 1 <sup>a</sup> Iteração .....	23
3.3.2 2. <sup>a</sup> Iteração .....	25
Capítulo 4 – Resultados .....	29
4.1 Resultados da 1. <sup>a</sup> Iteração .....	29
4.1.1 Limitações encontradas .....	33
4.2 Resultados da 2. <sup>a</sup> iteração: .....	33
4.3 Descrição do <i>dashboard</i> .....	39
4.3.1 Visão Geral.....	39

4.3.2 Localização.....	42
4.3.3 Ranking .....	43
4.3.4 <i>Clusters</i> .....	44
4.3.5 Escola Pública vs. Escola Privada .....	45
4.4 Avaliação .....	47
Capítulo 5 – Conclusões .....	51
5.1 Resumo .....	51
5.2 Contributos da investigação .....	52
5.3 Limitações da investigação .....	53
5.4 Proposta de investigação futura .....	53
Fontes.....	55
Referências Bibliográficas.....	55

## Índice de Figuras

Figura 2.1-Processo de seleção de literatura relevante.....	7
Figura 2.2-Nuvem de palavras das palavras-chave da literatura incluída na revisão sistemática.....	10
Figura 3.1-Modelo de dados no Power BI Desktop .....	24
Figura 4.1-Página Visão Geral: 1. <sup>a</sup> Iteração .....	30
Figura 4.2-Página Localização: 1. <sup>a</sup> Iteração .....	31
Figura 4.3-Página Ranking: 1. <sup>a</sup> Iteração .....	32
Figura 4.4-Página Visão Geral: 2. <sup>a</sup> Iteração .....	34
Figura 4.5-Página Localização: 2. <sup>a</sup> Iteração .....	35
Figura 4.6-Página Ranking: 2. <sup>a</sup> Iteração .....	36
Figura 4.7-Página Clusters: 2. <sup>a</sup> Iteração .....	37
Figura 4.8-Página Escola Pública vs. Privada: 2. <sup>a</sup> Iteração .....	38
Figura 4.9-Painel de indicadores .....	39
Figura 4.10-Gráfico da classificação média dos exames por exame .....	40
Figura 4.11-Gráfico do estado de aprovação .....	41
Figura 4.12- Gráfico da evolução da classificação média dos exames.....	41
Figura 4.13-Evolução anual do ranking por escola .....	41
Figura 4.14-Distribuição geográfica da média das classificações por distrito/concelho...	43
Figura 4.15-Clusters (Nº de exames vs. Média de exames) .....	44
Figura 4.16-Árvore de decomposição de tipo de exame realizado.....	45
Figura 4.17-Painel de indicadores da página Escola Pública vs. Privada: 2. <sup>a</sup> Iteração .....	46
Figura 4.18-Evolução da classificação média dos exames Escola Pública vs. Privada ....	46
Figura 4.19-Diferencial da classificação média dos exames Escola Pública vs. Privada..	47
Figura 4.20-Distribuição do diferencial da classificação média dos exames Escola Pública vs. Privada.....	47





## Índice de Tabelas

Tabela 2.1-Critérios de avaliação da literatura .....	7
Tabela 2.2-Literatura incluída na revisão sistemática .....	8
Tabela 2.3-Contexto da literatura incluída na revisão sistemática .....	9
Tabela 2.4-Segmento de indicadores de gestão de desempenho .....	13
Tabela 2.5-Avaliação da relevância da literatura incluída na revisão sistemática .....	15
Tabela 3.1-Descrição tblHomologa_Ano .....	19
Tabela 3.2- Descrição tblExames .....	20
Tabela 3.3-Descrição tblEscolas.....	20
Tabela 3.4- Descrição tblCursosTipo .....	21
Tabela 3.5-Descrição tblCursosSubTipo .....	21
Tabela 3.6- Descrição tblCursos.....	21
Tabela 3.7- Descrição tblCodsSitFreq.....	22
Tabela 3.8-Descrição tblCodsPubPriv.....	22
Tabela 3.9-Descrição tblDistrito.....	22
Tabela 3.10-Descrição tblConcelho.....	22
Tabela 3.11-Métricas selecionadas na 1. <sup>a</sup> iteração .....	24
Tabela 3.12--Métricas selecionadas na 2. <sup>a</sup> iteração .....	26
Tabela 4.1-Tabela de caracterização de distrito, concelho e escola .....	42
Tabela 4.2-Tabela de caracterização das escolas por ranking, nº de exames, média de exames, mediana, desvio padrão e tipo de escola.....	43
Tabela 4.3-Tabela de caracterização de clusters .....	44
Tabela 4.4-Questionário de avaliação do dashboard .....	48



## **Lista de siglas e acrónimos**

*Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM)

*Data Analysis Expressions* (DAX)

Direção Geral da Educação (DGE)

Exames Nacionais do Ensino Secundário (ENES)

*Extract, Transform and Load* (ETL)

Júri Nacional de Exames (JNE)

*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA)

Escola Particular e cooperativa (PRI)

Escola Pública (PUB)

*System Usability Scale* (SUS)

*Teaching Outcome Model* (TOM)



# Capítulo 1– Introdução

## 1.1 Enquadramento

Em Portugal, os exames nacionais desempenham um papel central na avaliação dos estudantes do ensino secundário, fornecendo informações importantes sobre o seu desempenho académico, sendo ainda essenciais no processo de acesso ao ensino superior. Estes exames realizam-se em várias disciplinas e abrangem um amplo espectro de conhecimentos e competências.

No entanto, a análise efetiva dos dados dos exames nacionais pode ser um desafio devido à sua complexidade e volume. É fundamental dispor de ferramentas e métodos adequados para recolher, processar, analisar e visualizar esses dados de forma eficiente e útil, com o objetivo de retirar *insights* relevantes para melhorar o processo educativo.

Neste sentido, a análise de dados educativos representa uma ferramenta essencial para aprimorar a qualidade do ensino e a tomada de decisões baseadas em dados. A compreensão e a interpretação dos resultados dos exames nacionais têm se mostrado fundamentais para avaliar o desempenho dos alunos e identificar áreas que necessitam de melhorias no ensino secundário em Portugal.

Neste contexto, o desenvolvimento de um *dashboard* dedicado à monitorização dos resultados dos exames nacionais em Portugal apresenta-se como uma solução com um grande potencial, dada a sua inexistência atualmente. A investigação realizada baseia-se num conjunto de bases de dados disponibilizadas para consulta e acesso público pelo Júri Nacional de Exames (JNE), uma entidade que integra a Direção Geral da Educação (DGE).

## 1.2 Questão de investigação e objetivos

Considerando a problemática coloca-se a seguinte questão de investigação: De que forma é que a monitorização do desempenho através de *dashboards* contribui para a melhoria nas classificações obtidas?

Através desta questão procura-se perceber de que forma a disponibilização de um *dashboard* permite apoiar no processo de monitorizar e avaliar o desempenho dos alunos nos exames nacionais do ensino secundário, ajudando a tomar decisões mais informadas e encontrando pontos de melhoria no desempenho.

Neste sentido, foi definido como principal objetivo a criação de um *dashboard* de monitorização e avaliação do desempenho de alunos. Enquanto objetivos específicos definem-se:

- Definir indicadores de monitorização e avaliação de desempenho relevantes na temática da educação, através de um *dashboard*;
- Criar um protótipo de *dashboard* para a monitorização e avaliação do desempenho de alunos nos exames nacionais do ensino secundário;
- Avaliar a utilidade e usabilidade do protótipo pelos especialistas.

Os resultados dos exames são divulgados anualmente pelo JNE através de um relatório anual sobre o ano anterior e através de estatísticas descritivas do ano corrente. Neste sentido, a concretização desta investigação procura possibilitar a comparação entre diferentes períodos temporais, permitindo uma avaliação e monitorização completa acerca dos resultados dos exames nacionais. Para além disso, permite colocar à disposição de diferentes possíveis utilizadores uma ferramenta útil e fácil de utilizar apoiando a tomada consciente e informada de decisões.

Por último, esta investigação contribui com informação relevante para um tema como a construção de *dashboards* na temática da educação que não sendo muito estudada pela comunidade científica, permite o enriquecimento da literatura.

### **1.3 Abordagem metodológica**

Metodologicamente, esta investigação recorre num primeiro momento a um conjunto de entrevistas a especialistas para definir algumas funcionalidades do *dashboard* e quais os indicadores que devem ser incluídos, para numa fase secundária proceder-se à avaliação final quanto à sua utilidade e usabilidade. Desta forma, esta primeira abordagem define-se como qualitativa.

Para a construção deste *dashboard* utilizou-se o Power BI Desktop, uma ferramenta da Microsoft, líder no *Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms 2023* da Gartner. É uma solução com um grande alcance de mercado, preço flexível, funcionalidades acima da média e uma evolução de produto muito ambiciosa (Gartner, 2023).

A metodologia escolhida para a segunda parte desta investigação corresponde ao *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM). Direcionada ao negócio, mas com uma grande componente de interação analítica permite em caso de alterações, uma grande flexibilidade sendo o processo ajustado iterativamente, definindo-se desta forma como quantitativa neste segundo momento.

A abordagem mista escolhida para esta investigação permitirá o acesso a informação detalhada sobre o assunto em estudo. Quanto aos procedimentos, esta investigação apresenta-se como investigação-ação, uma vez que apresenta 3 momentos de iteração, avaliando no fim de cada um deles os dados recolhidos, permitindo ir melhorando a performance do *dashboard* proposto, na procura de um resultado adaptado ao considerado ideal pelos especialistas. Assim, quanto ao tempo esta investigação é transversal, embora se procure com o *dashboard* a desenvolver que os seus utilizadores consigam eles mesmos ter acesso a informação longitudinal. A sua natureza é aplicada, uma vez que resulta desta investigação uma ferramenta útil, que poderá ser utilizada em contextos futuros, por instituições de educação nacionais.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos, sendo este primeiro uma introdução ao tema e à questão de investigação, bem como uma apresentação dos objetivos e da abordagem metodológica.

O segundo capítulo corresponde à revisão sistemática da literatura onde é descrito o protocolo da revisão sistemática e o processo de pesquisa. É ainda resumido o conteúdo dos artigos e onde são organizadas as ideias importantes a manter para a investigação, sendo este processo concluído com a avaliação dos artigos incluídos.

No terceiro capítulo há um direcionamento para a metodologia escolhida para a investigação, no que concerne ao processo de recolha e tratamento dos dados, como ainda à definição das métricas e visuais a incluir no *dashboard*.

O quarto capítulo compreende uma análise às iterações que permitem chegar à descrição final do *dashboard* e à sua avaliação por parte dos especialistas.

No quinto e último capítulo é apresentada a conclusão da investigação, sendo elencados os contributos da mesma. A dissertação termina com a apresentação das suas limitações e algumas possíveis etapas de uma proposta para investigação futura.



## Capítulo 2 – Revisão da Literatura

Este capítulo inclui a revisão sistemática da literatura incidindo sobre o tópico da gestão de desempenho na educação com base em *dashboards*. Esta segue os passos elencados por Kitchenham (2004) com o objetivo de promover uma abordagem rigorosa, transparente e com conclusões baseadas em evidências que permitem apoiar o processo de tomada de decisão, identificar *gaps* na literatura e guiar investigações futuras sobre o tema da gestão de desempenho na educação.

### 2.1 Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

Em qualquer processo de investigação é importante que seja escolhido um método que resuma o que foi realizado, fazendo com que este seja reproduzível e confiável. Para a revisão em causa, é importante que esta tenha capacidade de resumir e analisar as evidências de uma forma estruturada, explícita e sistemática relativamente às questões de investigação propostas (Garcia-Penalvo, 2022).

Para o presente estudo, a revisão de literatura tem como base uma abordagem metódica, procurando sistematizar a investigação sobre a gestão de desempenho na educação com base em *dashboards*.

Neste sentido, para que a revisão de literatura fosse o mais metódica possível, desenhou-se a seguinte questão de base para a pesquisa de literatura de suporte ao estudo: Como podem ser utilizados *dashboards* para avaliar e gerir o desempenho de alunos?

A revisão de literatura encontrada sugere que a gestão de desempenho deve estar alinhada com os objetivos de ensino, devendo procurar medir a perceção dos alunos sobre os conteúdos educativos e, desta forma, procurar contribuir para a adequação de estratégias pedagógicas que possam dar lugar a aprendizagens significativas (Wiggins,1993). Num contexto educacional que pode variar desde escolas, universidades, formação profissional e educação *online*, os alunos estão envolvidos num processo de aprendizagem e de aquisição de conhecimento. Um *dashboard* pode ser um elemento diferenciador na medida em que é uma ferramenta de visualização de dados utilizada para monitorizar e/ou facilitar a compreensão dos mesmos (Wexler *et al.*,2017).

Para responder à questão geral de revisão de literatura, desenham-se as seguintes questões específicas de investigação: (1) Qual o tipo de utilização que tem sido dada a *dashboards* focados na gestão de desempenho de alunos, em termos de contexto de ensino e utilizadores? (2) Que tipo de indicadores têm sido utilizados para medir o desempenho dos alunos e através de que tecnologias? (3) Em termos de visualização, quais são os tipos mais utilizados e para que situações? (4) Como têm sido avaliados os resultados apresentados pelos *dashboards*?

Com o objetivo de responder às questões colocadas, foi utilizada a abordagem *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA), para uma maior transparência na investigação (Liberati *et al.*, 2009), tendo em conta a sua maior facilidade de compreensão e adaptação a temas como a educação (Grant & Booth, 2009). Neste sentido foi procurada e selecionada literatura científica relevante, baseada em palavras-chave, período temporal, idioma e critérios de inclusão/exclusão. Em termos de repositórios científicos/académicos e base de dados foram escolhidas a *Web of Science* e *Scopus* por serem duas das fontes mais utilizadas para este tipo de estudo (Singh *et al.*, 2021).

De forma a concretizar a pesquisa foi elaborada uma *query* “(“*Learning Analytics*” AND (“*Visualization*” OR “*Visualisation*” OR “*Dashboard*”)) AND “*Educational Dashboard*”)” ao nível do título, resumo e palavras-chave, validada pela orientadora da investigação e baseada em Schwendimann *et al.* (2017). Neste processo inicial foram devolvidos um total de 739 artigos tendo a pesquisa de literatura ocorrido no dia 17 de dezembro de 2022.

Com objetivo de concentrar a lista de literatura relevante foram definidos critérios de inclusão: (1) Literatura que descreve *dashboards* em contextos de avaliação de aprendizagem e educação, (2) Literatura que incorpora fins educacionais para a construção do *dashboard* e (3) Literatura que avalia os *dashboards* descritos. Contrariamente, foram definidos como critérios de exclusão: (1) Literatura duplicada, (2) Literatura em língua que não a inglesa, (3) Literatura anterior com mais de 5 anos de publicação face ao período de extração, (4) Literatura que não está completamente disponível, (5) Literatura de natureza diferente de artigos científicos e (6) Literatura descontextualizada com o presente estudo.

Numa fase inicial foram excluídos 657 artigos de acordo com os critérios de exclusão identificados. Posteriormente, com a leitura do título, resumo e palavras-chave para determinar a relevância para o tema da revisão de literatura foram excluídos 60 artigos, visível na Figura 1.1. No final desta seleção, foram incluídos 20 artigos.

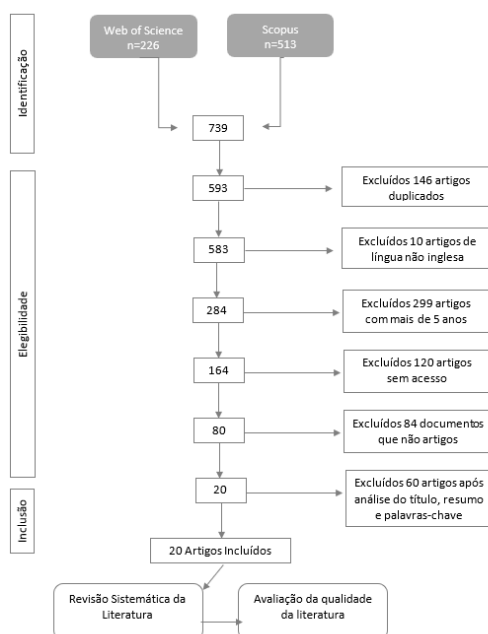


Figura 2.1-Processo de seleção de literatura relevante

Tendo como referência os artigos seleccionados, procedeu-se à sua avaliação em termos de qualidade, procurando inferir o seu contributo para responder de forma eficaz às questões de investigação propostas anteriormente, detalhado no ponto 2.4 da dissertação. Para esse efeito, foram desenvolvidas questões, visíveis na Tabela 2.1 sendo que para cada uma delas corresponde uma pontuação que varia entre 0 e 1. A pontuação de 0 foi atribuída a artigos que não respondem à questão, 0,5 se respondem parcialmente à questão e 1 se respondem de forma total.

Tabela 2.1-Critérios de avaliação da literatura

Questões de avaliação	Resposta
Q1 Descreve de forma clara o contexto do estudo e quais os principais utilizadores?	S(1), P(0,5), N(0)
Q2 O contexto do estudo está relacionado com a educação?	S(1), P(0,5), N(0)
Q3 Relaciona a avaliação do desempenho com a utilização de dashboards?	S(1), P(0,5), N(0)
Q4 Descreve métricas de avaliação de desempenho?	S(1), P(0,5), N(0)
Q5 Descreve e pormenoriza as etapas de construção de um dashboard?	S(1), P(0,5), N(0)
Q6 Descreve métodos de avaliação de dashboards após a sua implementação?	S(1), P(0,5), N(0)
Q7 Utiliza e identifica de forma clara uma metodologia rigorosa e replicável ?	S(1), P(0,5), N(0)
Q8 Apresenta as contribuições do estudo?	S(1), P(0,5), N(0)
Q9 Apresenta as limitações do estudo?	S(1), P(0,5), N(0)

## 2.2 Literatura incluída na Revisão Sistemática

Tendo como referência o resultado obtido após a fase de inclusão, foram enquadrados na Tabela 2.2 os 20 artigos. Nesta tabela estão definidos elementos relativos à literatura e ainda a sua relevância em termos de temática abordada.

Tabela 2.2-Literatura incluída na revisão sistemática

ID	Ano	Título	Autores	Journal	Quartil	Relevância
1	2018	Stakeholder perspectives on graphical tools for visualising student assessment and feedback data	Stander, J., Gresty, K., Eales, J. & Wei, Y.	Research in Learning Technology	Q2	Analisa a forma como tipos de visualização podem ser utilizados para apresentar informação relevante
2	2018	Investigating temporal access in a flipped classroom: procrastination persists	Aljarah, A., Thomas, M., & Shehab, M.	International Journal of Educational Technology in Higher Education	Q2	Analisar o comportamento de aprendizagem e características de alunos face a aplicações mobile em aula
3	2018	Data science approach for simulating educational data: Towards the development of teaching outcome model (TOM)	Ndukwe, I., Daniel, B., & Butson, R.	Big Data and Cognitive Computing	Q2	Solução para apoiar o desenvolvimento de teaching analytics
4	2020	From students with love: An empirical study on learner goals, self-regulated learning, and sense-making of learning analytics in higher education	Jivet, I., et al.	Computers in Human Behavior	Q1	Analisar como os alunos interagem com dashboards
5	2020	LADA: A learning analytics dashboard for academic advising	Gutiérrez, F., et al.	Computers in Human Behavior	Q1	Apresenta uma abordagem geral de dashboard para apoiar conselheiros académicos
6	2020	Problem characterization for visual analytics in MOOC learner's support monitoring: A case of Malaysian MOOC	Asli, M., Hamzah, M., Ibrahim, A. & Ayub, E.	Heliyon	Q1	Descreve os problemas e requirements gráficos na visualização de dados em cursos online
7	2020	Educational Data Mining for Tutoring Support in Higher Education: A Web-Based Tool Case Study in Engineering Degrees	Prada, M., et al.	IEEE	Q1	Ferramenta para apoiar o sistema de tutoria
8	2021	Responsive Dashboard as a Component of Learning Analytics System for Evaluation in Emergency Remote Teaching Situations	Corbu, E. & Edelhauser, E.	Sensors	Q1	Desenvolvimento de modelo de avaliação de processos de ensino e avaliação
9	2021	Intelligent Learning Analytics Dashboards: Automated Drill-Down Recommendations to Support Teacher Data Exploration	Khosravi, H., et al.	Journal of Learning Analytics	Q1	Ferramenta para identificar, explorar e recomendar ações a sub-grupos de alunos
10	2021	Four design principles for learner dashboards that support student agency and empowerment	Bennet, L. & Folley, S.	Journal of Applied Research in Higher Education	Q3	Analisar as formas que os alunos reagem ao receber informação através de um dashboard
11	2021	Unveiling educational patterns at a regional level in Colombia: data from elementary and public high school institutions	Hernández-Leal, E., Duque-Méndez, N. & Cechinel, C.	Heliyon	Q1	Desenvolvimento de dashboard e análise de padrões do sistema de ensino
12	2021	Tabat: design and experimentation of a learning analysis dashboard for teachers and learners	Safsouf, Y., Mansouri, K. & Poirirer, F.	Journal of Information Technology: Research	Q1	Desenvolvimento de dashboard para monitorizar o progresso dos alunos
13	2022	Strategic Development of a National Pre-tertiary Learning Analytics System	Divjak, B., Vondra, P. & Aničić, K.	Journal of Information and Organizational Sciences	Q4	Desenvolvimento de dashboard para graus de ensino anteriores à universidade
14	2022	Learning analytics dashboard: a tool for providing actionable insights to learners	Susnjak, T., Ramaswami, G. & Mathrani, A.	International Journal of Educational Technology in Higher Education	Q1	Propõe um conceito de dashboard que integra elementos descritivos, prescritivos e preditivos
15	2022	Smart Analysis of Learners Performance Using Learning Analytics for Improving Academic Progression: A Case Study Model	Krishnan, R., et al.	Sustainability	Q2	Avalia o papel do sistema de gestão de ensino e a medição da atividade dos alunos em cursos online
16	2022	Coping with Access Difficulties and Absenteeism through Data Visualization: A Case Study from a Rural Vocational School in Northern Greece	Samaras, C., et al.	Applied Sciences	Q2	Ferramenta para combater o absentismo no ensino secundário.
17	2022	Developing a Growth Learning Data Mindset: A Secondary School Approach to Creating a Culture of Data Driven Improvement	Vigentini, L., Swibel, B., & Hasler, G.	Journal of Learning Analytics	Q1	Analisar o impacto de dashboards num contexto de ensino secundário.
18	2022	Technology Enhanced Learning Analytics Dashboard in Higher Education	Jayashanka, R., Hettiarachchi, E., & Hewagamage, K.	Electronic Journal of e-Learning	Q2	Desenvolvimento de dashboard para melhorar a motivação, interesse e notas dos alunos
19	2022	Designing an Intelligent Virtual Educational System to Improve the Efficiency of Primary Education in Developing Countries	Alonso-Secades, V., et al.	Electronics	Q2	Desenvolvimento de sistema inteligente para melhorar a eficiência do ensino primário
20	2022	Use of Predictive Analytics within Learning Analytics Dashboards: A Review of Case Studies	Ramaswami, G., Susnjak, T., Mathrani, A., & Umer, R.	Technology, Knowledge and Learning	Q1	Avaliar as limitações na literatura da utilização de métodos preditivos em dashboards

Foram ainda sumarizados na tabela 2.3, os elementos relativos ao contexto dos artigos no que concerne ao nível de ensino, à amostra da investigação, aos principais utilizadores, à fonte de dados, ao país, a fase de implementação e ao tipo de elementos predominantemente descritos na investigação. Da informação apresentada, conclui-se que mais de metade da literatura selecionada apresenta como principal referência o nível de ensino superior, os dados de origem tendem na sua maioria a provir de sistemas de gestão do ensino e os elementos predominantes nos *dashboards* tendem a ser quase na sua totalidade apenas descritivos. Fica demonstrado que existe um *gap* de investigação relativamente à construção e desenvolvimento de *dashboards* no ensino básico e secundário, tendo a maioria da literatura foco em ensino superior e em formas de aprendizagem online.

Tabela 2.3-Contexto da literatura incluída na revisão sistemática

ID	Nível de Ensino	Amostra	Utilizadores	Fonte	País	Implementação	Elementos predominantes
1	Ensino Superior	87 pessoas	Professores, alunos e instituições de ensino e administração pública	N.E.	N.E.	N.E.	Descritivos
2	Ensino Superior	63 pessoas	Alunos	Plataforma E-Learning	N.E.	Protótipo	Descritivos
3	Ensino Superior	N.E.	Professores	Dados simulados	Nova Zelândia	Protótipo	Descritivos
4	Ensino Superior	247 pessoas	Alunos	N.E.	Países Baixos	Protótipo	Descritivos
5	Ensino Superior	24 pessoas	Conselheiros académicos	Sistema de ensino	País na Europa/País na América Latina	Implementado	Preditivos
6	Ensino Superior	5 pessoas	Professores	Plataforma E-Learning	Malásia	Protótipo	Descritivos
7	Ensino Superior	21000 pessoas	Conselheiros académicos	Sistema de ensino	Países União Europeia	Protótipo	Descritivos/Preditivos
8	Ensino Superior	300 pessoas	Professores e alunos	Plataforma E-Learning	Roménia	Implementado	Descritivos
9	Ensino Superior	875 pessoas	Professores	Sistema de ensino	Austrália	Protótipo	Preditivos
10	Ensino Superior	24 pessoas	N.E.	N.E.	N.E.	NE.	N.E.
11	Ensino Primário/Secundário	6400 pessoas	Instituições de ensino e administração pública	Sistema de ensino	Colômbia	Protótipo	Descritivos/Preditivos
12	Ensino Superior	51 pessoas	Professores e alunos	Plataforma E-Learning	Marrocos	Protótipo	Descritivos/Prescritivos
13	Ensino Primário/Secundário	262 pessoas	Professores, alunos e instituições de ensino e administração pública	Sistema de ensino	Croácia	Protótipo	Descritivos
14	N.E.	N.E.	Alunos	N.E.	N.E.	Protótipo	Descritivos/Preditivos/Prescritivos
15	Ensino Superior	50 pessoas	Professores	Plataforma E-Learning	Omã	Protótipo	Descritivos
16	Ensino Primário/Secundário	258 pessoas	Professores	Sistema de ensino	Grécia	Implementado	Descritivos
17	Ensino Primário/Secundário	225 pessoas	Professores, alunos e instituições de ensino	Sistema de ensino	Austrália	Implementado	Descritivos
18	Ensino Superior	148 pessoas	Alunos	Plataforma E-Learning	Sri Lanka	Protótipo	Descritivos
19	Ensino Primário	N.E.	Professores, alunos e instituições de ensino	Sistema de ensino	40 países	Protótipo	Descritivos/Preditivos
20	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	Preditivos

**Legenda:** N.E. - não especificado de forma evidente na literatura

Através da representação sob a forma de nuvem de palavras das palavras-chave da literatura selecionada (realizada em wordclouds.com), concretizada na Figura 2.2, verifica-se que os termos que mais ocorrem são *learning*, *analytics*, *data*, *education* e como seria de esperar *dashboard* e *visualization* decorrentes da própria *query* de pesquisa. Ainda que estes últimos sejam de facto o objeto de estudo da maioria da literatura selecionada, os termos *learning analytics* tendem a ser incluídos muitas vezes nas palavras-chave.



“Autoridades Nacionais e Locais de Educação, Investigadores e Parceiros”. De notar que também Ramaswami *et al.* (2022) destacam estes utilizadores mencionando que a grande maioria dos *dashboards* existentes na literatura está direcionado para os alunos. Com base na análise à literatura incluída nesta revisão, 55% dos artigos têm como principais utilizadores os professores, seguido dos alunos (50%), existindo vários artigos com referência a *dashboards* para mais que um *target* (30%), visível na Tabela 2.3.

Numa tendência inversa a estes *dashboards* mais tradicionais de visualização de informação sobre os alunos ou professores que permitem perceber e tomar decisões informadas sobre o processo educativo, aos poucos, mais *dashboards* têm incluído algoritmos de inteligência artificial para efetuar previsões e incorporar valor aos mesmos (Khosravi *et al.*, 2021). Apesar de vários incorporarem métodos preditivos, muito poucos se mostraram interpretáveis em termos de como os modelos funcionam, nomeadamente, a explicação de como foi prevista uma determinada classificação para um determinado aluno (Ramaswami *et al.*, 2022). Na literatura selecionada, apenas sete artigos mencionam elementos preditivos na construção de *dashboards*, e apenas dois referem elementos prescritivos.

Adicionalmente, tem-se verificado que muitos dos *dashboards* publicados na literatura ficaram apenas pela fase do protótipo, contrariamente ao número bastante reduzido que foi implementado (Susnak *et al.*, 2022). De facto, na literatura apenas quatro passaram a fase de protótipo, tendo sido implementados (Tabela 2.3).

De acordo com Bennet & Folley (2018), para os *dashboards* terem sucesso na sua aplicabilidade devem seguir quatro princípios: 1) devem ser adaptáveis aos utilizadores, 2) a fonte dos dados deve ser acessível e compreensível, 3) os utilizadores devem conseguir identificar informação útil para que possam tomar decisões informadas e por último, 4) devem ser passíveis de ser incluídos no processo educativo e refletir os efeitos dele no desempenho a avaliar.

### **2.3.2 Diferentes etapas na construção de um *dashboard* e ferramentas utilizadas**

De acordo com Ndukwe *et al.* (2018) é proposta a utilização do ciclo *Teaching Outcome Model* (TOM) no qual o processo se inicia com a recolha de dados, sendo esta recolha coerente com o que se pretende analisar nas etapas seguintes. Segue-se a análise dos dados, onde estes são processados e agregados antes de serem visualizados na fase seguinte, onde os utilizadores

conseguem tirar conclusões práticas sobre os resultados. Neste sentido, é apresentada a última fase, onde, tendo por base as etapas anteriores, é concretizada uma ação que vai ao encontro da informação disponibilizada através do *dashboard*.

Numa perspectiva semelhante, Safsouf *et al.* (2021) promove a criação de um *dashboard* com início na fase de recolha de dados, na qual é feita a determinação da fonte dos dados e posteriormente, a sua recolha. De seguida, são criados algoritmos que permitam a criação de indicadores e que analisem os dados recolhidos, na fase de análise. Posteriormente, e numa das principais fases, o objetivo passa por transformar e preparar os dados de forma a colocá-los num formato *standard* e permitir que possam ser utilizados para outros fins antes de serem apresentados, na última fase, onde são visualizados sob a forma de um *dashboard*.

Num cenário mais prático e numa análise de performance a nível regional dos alunos do ensino público na Colômbia, Hernandez-Leal *et al.* (2021) defendem 7 etapas de construção. A primeira consiste na recolha de dados de diversas fontes, sendo construído um processo de *Extract, Transform and Load* (ETL), que conjuga os processos de compreensão dos dados, extração e filtração e por último, de transformação dos mesmos. Após este processo, os dados são armazenados numa base de dados sob a forma de um modelo relacional antes de serem sujeitos à aplicação de algoritmos como *clustering* e árvores de decisão, que permitem numa fase posterior, a análise de resultados e identificação de padrões. De forma comum às etapas defendidas por outros autores, a última consiste na apresentação e visualização dos resultados para que seja possível tomar decisões úteis e fundamentadas.

Para cada etapa na construção de um *dashboards*, ficou demonstrada a utilização de diferentes ferramentas. É sugerida numa fase mais inicial a recolha e integração de dados através de PostgreSQL (Hernandez-Leal *et al.*, 2021), SQL SERVER (Samaras *et al.*, 2022; Alonso-Secades *et al.*, 2022) ou MySQL (Corbu & EdelHauser, 2021). Para a aplicação de algoritmos é destacado o Rapid Miner (Hernandez-Leal *et al.*, 2021) ou Python também utilizado para o processo de ETL (Susnak *et al.*, 2022) e visualização (Krishnan *et al.*, 2022). Na fase final de apresentação e visualização dos dados, é destacado na literatura o Tableau (Hernandez-Leal *et al.*, 2021), o Power BI (e.g. Samaras *et al.*, 2022; Susnak *et al.*, 2022; Vigentini *et al.*, 2022), o R Studio (e.g. Samaras *et al.*, 2022; Valle *et al.*, 2018) e a linguagem de programação PHP com a extensão Chart.js para visualização (Corbu & EdelHauser, 2021), tendo a maioria das visualizações da literatura selecionada sido aplicadas em aplicações *web*.



Em termos globais, Asli *et al.* (2020) destacam a necessidade de o resultado manter visualizações simples para facilitar a utilização por parte de utilizadores menos familiarizados com a tecnologia utilizada.

### 2.3.3 Indicadores para medir o desempenho e principais tipos de visualização

Na literatura verifica-se a utilização de conjuntos de indicadores que apresentam relevância de serem não só calculados, como também apresentados na visualização dos resultados. Neste sentido, os indicadores dos estudos analisados foram agrupados em segmentos, verificando-se a existência dos seguintes: (1) Focados no aluno, (2) Focados no docente, (3) Focados nas escolas e (4) Focados no contexto de aprendizagem.

Relativamente ao (1) agrega informação e indicadores sobre o desempenho dos alunos, o (2) agrega informação e indicadores sobre o desempenho dos professores, o (3) agrega informação e indicadores sobre a escola e disciplinas e o (4) agrega informação e indicadores sobre o contexto de aprendizagem. No seguimento desta informação, foi resumida na Tabela 2.4 informação sobre estes indicadores.

Tabela 2.4-Segmento de indicadores de gestão de desempenho

Segmento de Indicadores	Exemplos de Indicadores
(1) Focados nos alunos	Distribuição de classificações por idade, por género ; Média/Moda/Mediana das classificações obtidas
(2) Focados no docente	% de alunos aprovados/reprovados ; Nº de alunos inscritos na disciplina ; Nº de aulas realizadas
(3) Focados nas escolas	Nº de alunos inscritos na escola ; Nº de alunos por docente ; Nº de provas realizadas ; Nº de disciplinas disponibilizadas
(4) Focados no contexto de aprendizagem	Distribuição de classificações por localização geográfica, classe social, grau de ensino;Evolução temporal das classificações

Após serem calculados os indicadores, é fundamental que sejam apresentados de forma clara e compreensível para o utilizador. A sua representação gráfica é fundamental para os *dashboards* visto que o principal objetivo da visualização de dados corresponde a uma comunicação eficaz (Ramaswami *et al.*, 2022).

Apesar de gráficos de barras serem o tipo de visualização mais comum, outros tipos de gráficos como de linhas para capturar tendências, de dispersão para perceber a posição relativa ou o diagrama de extremos e quartis para visualizar a distribuição das variáveis são também utilizados (Ramaswami *et al.*, 2022). Complementarmente ao gráfico de barras, Samaras (2022) destaca o gráfico circular como sendo dos mais simples para proporcionar aos utilizadores conclusões imediatas. Enumera ainda gráficos como o de radar que permite comparar atributos categóricos, o diagrama de fluxo para entender a contribuição de uma variável para o fluxo

geral e ainda o ArcGIS para apoiar a visualização de dados através de mapas interativos. AlJarrah *et al.*(2018) destacam os gráficos de intensidade, que permitem visualizar áreas de atuação com maior ou menor intensidade de resultados podendo encorajar os utilizadores a refletir sobre os resultados obtidos.

De forma global, verificou-se que o tipo de visualização a utilizar está intrinsecamente ligado com o tipo de dados que se pretende visualizar.

#### **2.3.4 Avaliação de resultados apresentados pelo *dashboard***

A maturidade dos *dashboards*, em termos da sua avaliação, na literatura analisada, demonstrou algumas disparidades nas opções tomadas. O ponto que mais se verificou recai sobre a inexistência em vários dos artigos selecionados deste ponto da avaliação do *dashboard*. Apesar deste fator, e de forma coerente com a investigação de Ramaswami *et al.* (2022), verificou-se que a maioria dos restantes artigos optou por utilizar métodos mistos de avaliação, que combinassem critérios qualitativos e quantitativos para medir a utilidade e funcionamento eficaz do *dashboard*.

Neste sentido, existem alguns tipos de abordagens diferentes para os autores que incluíram este ponto, apesar de o grande elemento comum serem os questionários. Os utilizadores finais são inquiridos de modo que a relevância e o impacto pudessem ser medidos através de questões maioritariamente fechadas e tendo em menor quantidade questões abertas (Vigenti *et al.*, 2022). Este tipo de questões, habitualmente reservada para comentários adicionais tende a permitir *feedback* mais pormenorizado, sendo de forma ideal conjugado com alternativas aos questionários, como a realização de *focus groups* com diferentes tipos de utilizadores (Valle *et al.*, 2018), apesar de esta alternativa ser pouco utilizada na literatura, não sendo mais referenciada nos artigos selecionados.

Gutierrez *et al.* (2020) sugerem a utilização de dois questionários: o *System Usability Scale* (SUS) (Brooke *et al.*, 1996) e um questionário sobre a utilidade percebida através da escala de Likert (1: Discordo completamente; 5: Concordo completamente) mantendo tal como outros autores, a opção de comentários adicionais. Adicionalmente, Safsouf *et al.* (2021) propõem que este tipo de comentários adicionais seja direcionado para “elementos visuais (gráficos e indicadores)” de forma que sejam potenciadas eventuais alterações para melhor interpretabilidade.

Alternativamente, Prada *et al.* (2020) sugerem a utilização de *feedback* direto de um conjunto de pessoas que não participou no desenvolvimento da ferramenta. Este grupo de pessoas seria composto por diferentes perfis de utilizadores de forma a mitigar diversos pontos que pudessem surgir. Ainda assim, vários dos artigos seleccionados demonstram alguma perda de utilidade em contexto de avaliação porque utilizam dados fictícios ou protótipos para posterior recolha do *feedback* (Jivet *et al.*, 2020).

## 2.4 Avaliação da qualidade da literatura seleccionada

De acordo com as questões de avaliação definidas anteriormente no ponto 2.1 da investigação, estas foram aplicadas aos 20 artigos de modo a avaliar os mesmos em termos de relevância para a investigação, podendo ser observado na Tabela 2.5.

Tabela 2.5-Avaliação da relevância da literatura incluída na revisão sistemática

ID	Questões de avaliação									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	5
2	0,5	1	0	0	0	0	0	1	0	2,5
3	1	1	0,5	0	0	0	1	0,5	1	5
4	0,5	1	0,5	0	0	1	0,5	0,5	1	4,5
5	1	1	0,5	0	0,5	1	1	1	1	7
6	0,5	1	0	0	0	0	0	1	1	3,5
7	1	1	0	0	0	0	1	0,5	1	4,5
8	1	1	1	0	0,5	1	1	0,5	0	6
9	1	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	3
10	1	1	0	0	0,5	0	0	0,5	1	4
11	1	1	1	1	1	0	1	1	0	7
12	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	1	8
13	1	1	1	0,5	0,5	1	0,5	1	1	7,5
14	1	1	1	0	0	0	1	1	1	6
15	1	1	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0	3,5
16	1	1	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	0	5
17	1	1	0,5	0	0,5	1	0,5	1	1	6,5
18	1	1	0	0	0	0,5	0,5	1	1	5
19	0,5	1	0	1	1	0	1	0,5	0	5
20	1	1	1	0	0	1	1	1	0	6
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>8,5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7,5</b>	<b>14</b>	<b>14,5</b>	<b>12</b>	

Observando as classificações atribuídas para cada questão, verifica-se que a literatura com maior relevância para a presente investigação corresponde aos ID's 12, 13,17,5 e 11 (Gutiérrez *et al.*, 2020; Hernández-Leal *et al.*, 2021; Safsouf *et al.*, 2021; Divjak *et al.*, 2022; Vigentini *et al.*, 2022).

Em termos de questões mais relevantes para a avaliação da literatura destacam-se com maior pontuação as questões 2 (“O contexto do estudo está relacionado com a educação?”), 1 (“Descreve de forma clara o contexto do estudo e quais os principais utilizadores?”), 7 (“Utiliza e identifica de forma clara uma metodologia rigorosa e replicável?”) e 8 (“Apresenta as contribuições do estudo?”). Estes resultados demonstram que a literatura se enquadra na totalidade no tema global proposto de análise para a dissertação descrevendo elementos fundamentais para a elaboração completa da revisão sistemática da literatura. Ainda assim, destacam-se pela negativa as questões 4 e 5 demonstrando algumas lacunas na literatura existente em relação a elementos fundamentais na construção de um *dashboard*, numa perspetiva sequencial.

Em suma, a literatura permitiu responder à questão de investigação demonstrando métodos através dos quais podem ser utilizados *dashboards* para avaliar e gerir o desempenho de alunos, bem como às questões específicas destacando elementos fundamentais para o desenvolvimento dos mesmos.

### Capítulo 3 – Metodologia

A metodologia utilizada para esta investigação é o CRISP-DM, que pode ser separado em seis fases: compreensão do negócio, compreensão dos dados, preparação dos dados, modelação, avaliação e implementação, sendo que quando incorporada nos projetos permite criar uma abordagem estruturada ao processo iterativo de investigação (Jaggia *et al.*, 2020).

Numa primeira fase (compreensão do negócio), o objetivo é entender os requisitos dos utilizadores e os objetivos do *dashboard*, identificando quais os dados que devem ser incluídos e quais são as principais questões a serem abordadas. Na fase da compreensão dos dados o objetivo é explorar os que são relevantes para o *dashboard*, identificando fontes de dados disponíveis. Seguidamente na preparação dos dados, destaca-se o processo de ETL (*extract, transform, load*), na qual são extraídos, transformados e integrados os dados num formato adequado para a visualização no *dashboard*. Na fase da modelação, o objetivo é criar visuais que possam fornecer uma compreensão clara dos dados, bem como permitir que o utilizador explore os dados de forma interativa. Através de uma abordagem iterativa, foram realizadas entrevistas não estruturadas a especialistas na área da educação, com o objetivo de melhorar o protótipo desenvolvido. Na avaliação é considerado o *dashboard* e as visualizações criadas na fase anterior para determinar se elas respondem aos requisitos do utilizador e se fornecem informações úteis para a tomada de decisão, através de um questionário aos especialistas. Na última fase, de implementação, o objetivo é implementar o *dashboard* num ambiente operacional, garantindo que as atualizações e manutenção sejam acauteladas.

Este capítulo contém as etapas da compreensão do negócio, compreensão de dados e preparação dos dados. As fases seguintes foram incluídas no capítulo 4 sendo que a conclusão da investigação ocorre após a avaliação dos especialistas ao *dashboard* desenvolvido.

### 3.1 Compreensão do Negócio

Os exames nacionais no ensino secundário, em Portugal, realizam-se anualmente para os alunos do 11º e 12º ano. Nos últimos anos tem-se verificado diversas alterações aos regulamentos que definem as características legais associadas a esta modalidade de avaliação que, com a pandemia COVID-19 sofreu alterações consideráveis.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 27-B/2022, de 23 de março de 2022, os alunos apenas necessitavam de realizar exames nacionais caso pretendessem ingressar no ensino superior não havendo obrigatoriedade de os realizar para a conclusão do Ensino Secundário. Mais recentemente, ficou demonstrada a intenção de alteração, passando os exames a ter um peso mais baixo (25%) na classificação final, sendo que é necessária a realização de 3 exames, entre os quais o de português que passa a ser obrigatório, sendo estas novas medidas aplicáveis para os alunos que se candidatem a partir de 2025 (Portugal.Gov, 2023).

Adicionalmente, cabe ao JNE, que integra a DGE, o “processo de avaliação externa da aprendizagem, bem como a validação das condições de acesso dos alunos à realização de provas e exame e consequente certificação dos seus currículos” (JNE, 2022).

Anualmente, o JNE divulga as estatísticas dos exames finais do ensino secundário, tal como o Relatório Anual do ano anterior ao da publicação. Esta divulgação não contempla a comparação entre os diversos períodos temporais sendo apenas uma fotografia do ano corrente. Neste sentido, definiu-se como objetivo a criação de um *dashboard* que, de forma eficiente e evolutiva, permita avaliar os resultados dos exames nacionais, permitindo retirar conclusões sobre aumentos/quebras de performance nas classificações obtidas. De forma evidente na literatura apresentada, existem poucas implementações publicadas neste sentido, que em formato *dashboard*, seja possível disponibilizar uma solução de *Business Intelligence* com a capacidade de medir e gerir o desempenho dos diferentes intervenientes do processo de avaliação.

Através do Power BI Desktop, uma aplicação Microsoft, os utilizadores conseguem retirar *insights* uteis, disponibilizados através de visuais dinâmicos, simples e ilustrativos da realidade nacional em termos globais e locais dos resultados dos exames nacionais do ensino secundário.

Este *dashboard* será sujeito a avaliação por parte de utilizadores especializados na área da educação de forma a monitorizar o potencial desta ferramenta, medindo a sua utilidade e funcionalidade na gestão do desempenho e apoio à tomada de decisão.

### 3.2 Compreensão dos Dados

Os dados foram recolhidos na plataforma do JNE, estando disponíveis para acesso público e gratuito as bases de dados ENES (Exames Nacionais do Ensino Secundário), em formato Microsoft Access, para cada um dos anos, desde 2008 até 2021. Todas as bases de dados apresentam as mesmas tabelas, havendo algumas nuances nas colunas das tabelas que serão abordadas no ponto seguinte da investigação.

Desta forma, fazem parte das bases de dados as tabelas: tblHomologa\_Ano (Tabela 3.1), tblExames (Tabela 3.2), tblEscolas (Tabela 3.3), tblCursosTipos (Tabela 3.4), tblCursosSubTipos (Tabela 3.5), tblCursos (Tabela 3.6), tblCodsSitFreq (Tabela 3.7), tblCodsPubPriv (Tabela 3.8), tblCodsDistrito (Tabela 3.9) e tblCodsConcelho (Tabela 3.10).

Tabela 3.1-Descrição tblHomologa\_Ano

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>ID</b>	Identificador do registo	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Escola</b>	Identificador da escola	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Fase</b>	Identificador da fase do exame realizado	Nº Inteiro	1 e 2
<b>Exame</b>	Identificador do exame	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>ParaAprov</b>	Tipo de situação de aprovação	Texto	S ou N
<b>Interno</b>	Tipo de aluno que realiza o exame	Texto	S ou N
<b>ParaMelhoria</b>	Tipo de situação de melhoria	Texto	S ou N
<b>ParaIngresso</b>	Tipo de situação de ingresso	Texto	S ou N
<b>Sexo</b>	Sexo do aluno que realiza o exame	Texto	M ou F
<b>Idade</b>	Idade do aluno que realiza o exame	Nº Inteiro	Qualquer idade
<b>Curso</b>	Identificador do curso	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999

Tabela 3.1 -Descrição tblHomologa\_Ano

<b>CIF</b>	Classificação interna final	Nº Inteiro	Entre 0 e 20
<b>Class_Exam</b>	Classificação do exame realizado	Nº Inteiro	Entre 0 e 200
<b>CFD</b>	Classificação final da disciplina	Nº Inteiro	Entre 0 e 20
<b>ParaCFCEPE</b>	Para efeitos de prosseguimento de estudos no ensino superior	Texto	S ou N
<b>SitFreq</b>	Situação de frequência do aluno	Texto	AE,AF,AM,AP, AT,EF, RF

Tabela 3.2- Descrição tblExames

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo de Dados</b>	<b>Valores Preenchidos</b>
<b>Exame</b>	Identificador do Exame	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Descr</b>	Nome do Exame	Texto	Qualquer exame realizado

Tabela 3.3-Descrição tblEscolas

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo de Dados</b>	<b>Valores Preenchidos</b>
<b>Escola</b>	Identificador da Escola	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Descr</b>	Nome da Escola	Texto	Qualquer escola
<b>Distrito</b>	Identificador do Distrito	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Concelho</b>	Identificador do Concelho	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>PubPriv</b>	Identificador do tipo de escola	Texto	PUB e PRIV



Tabela 3.4- Descrição tblCursosTipo

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>TpCurso</b>	Identificador do tipo de Curso	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Descr</b>	Nome do tipo de curso	Texto	Qualquer escola
<b>Ano_Ini</b>	Ano inicial do curso	Nº Inteiro	Entre 10 e 12
<b>Ano_Term</b>	Ano final do curso	Nº Inteiro	Entre 10 e 12
<b>Ordena</b>	Ordenação dos cursos	Nº inteiro	Entre 0 e 999999

Tabela 3.5-Descrição tblCursosSubTipo

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>TpCurso</b>	Identificador do Curso	Texto	Qualquer letra
<b>SubTipo</b>	Identificador do Subtipo	Texto	Qualquer combinação entre tipo de curso e número inteiro
<b>Descr</b>	Nome do subtipo	Texto	Qualquer subtipo

Tabela 3.6- Descrição tblCursos

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>Curso</b>	Identificador do Curso	Texto	Qualquer combinação entre letra e/ou número inteiro
<b>TpCurso</b>	Identificador do Tipo de Curso	Texto	Qualquer letra
<b>SubTipo</b>	Identificador do Subtipo	Texto	Qualquer combinação entre tipo de curso e número inteiro
<b>Descr</b>	Nome do curso	Texto	Qualquer curso

Tabela 3.7- Descrição tblCodsSitFreq

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>SitFre</b>	Identificador da situação de frequência	Texto	AE, SM, AP, EF, RF
<b>TpCurso</b>	Identificador do Tipo de Curso	Texto	Admitido a Exame, Anulou Matrícula, Aprovado, Excluído por Faltas, Reprovou Frequência

Tabela 3.8-Descrição tblCodsPubPriv

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>PubPriv</b>	Identificador do tipo de escola	Texto	PUB e PRIV
<b>Descr</b>	Nome do tipo de escola	Texto	Particular e Cooperativo, Público

Tabela 3.9 -Descrição tblDistrito

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>Distrito</b>	Identificador do Distrito	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Descr</b>	Nome do distrito	Texto	Qualquer distrito

Tabela 3.10-Descrição tblConcelho

Campo	Descrição	Tipo de Dados	Valores Preenchidos
<b>Distrito</b>	Identificador do distrito	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Concelho</b>	Identificador do concelho	Nº Inteiro	Entre 0 e 999999
<b>Descr</b>	Nome do concelho	Texto	Qualquer concelho
<b>Nuts3</b>	Identificador da unidade territorial	Texto	Combinação entre letras e números

## 3.3 Preparação dos dados

### 3.3.1 1ª Iteração

De acordo com o objetivo pretendido, todas as bases de dados ENES, de 2008 a 2021 foram integradas no Microsoft SQL Server Management Studio. Neste sentido, foi necessário uniformizar todas as tabelas uma vez que ao longo dos anos algumas colunas deixaram de constar face às bases de dados de anos mais recentes. Foi adicionada uma coluna à tabela *tblHomologa\_Ano* (Tabela 2.1), com o ano correspondente a cada linha de exame realizado, de modo a poder-se filtrar e fazer-se comparações entre os diferentes períodos temporais. Adicionalmente, e utilizando como referência a coluna *Class\_Exam* da mesma tabela, foi criada uma coluna “Aprovado” na qual caso a classificação seja superior a 95 valores (total 200), o aluno foi aprovado no exame, caso contrário, reprovado.

De acordo com um especialista (para efeitos da dissertação, o especialista n. °1) do JNE, a entidade que anualmente divulga os resultados, não viu como necessário trabalhar os dados, apenas integrar as diferentes bases de dados, criar um modelo de dados e validar o tipo de dados, elencados nas Tabelas 3.1 a 3.10. De notar que se verificou o caso de existirem algumas colunas como a CIF, na *tblHomologa\_Ano* (Tabela 3.1) que deixaram de ser preenchidas de forma obrigatória apresentando uma percentagem bastante elevada de valores a *null*, não sendo utilizada para o cálculo de métricas.

Estando os dados prontos para serem importados, foi criado um ficheiro no Power BI Desktop, criada uma conexão com o servidor no SQL Server Management Studio e importados os dados através de um formato *import*.

O modelo de dados resultou na figura 3.1:

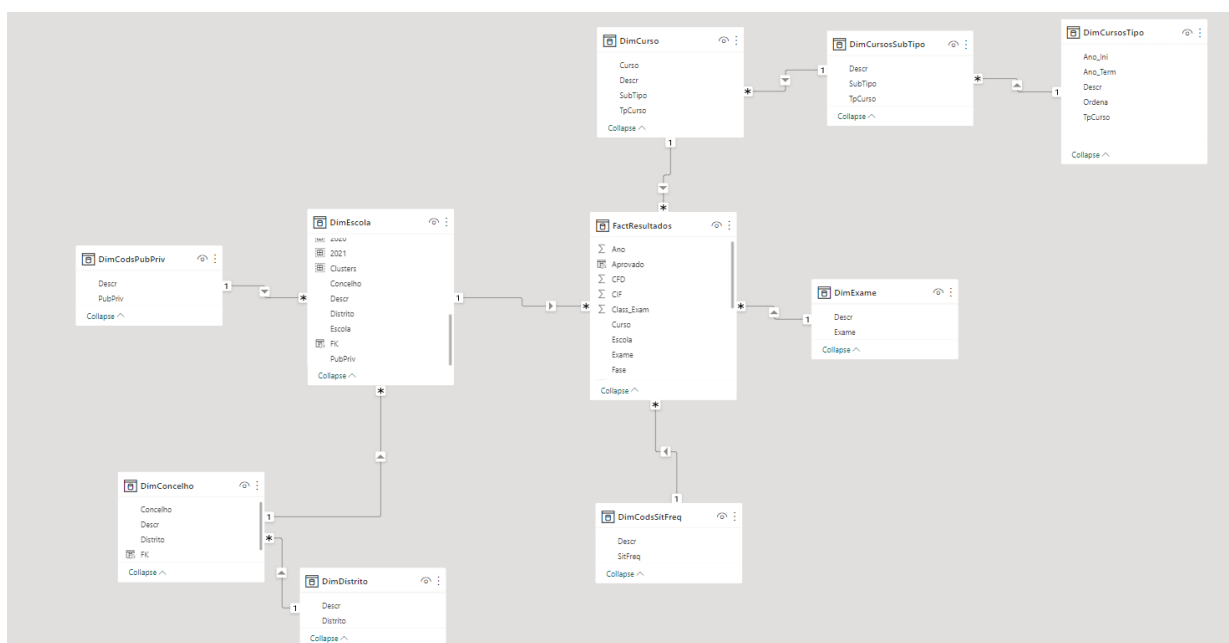


Figura 3.1-Modelo de dados no Power BI Desktop

### 3.3.1.1 Métricas incorporadas

Através de entrevistas com especialistas, um do JNE (especialista n.º 1) e um da DGE (especialista n.º 2), tal como com a diretora de uma escola da área metropolitana de Lisboa (especialista n.º 3), foram definidos um conjunto de métricas, na linguagem DAX (Data Analysis Expressions), descritas na tabela seguinte:

Tabela 3.21-Métricas selecionadas na 1.ª iteração

Métrica	Descrição	Fórmula (DAX)	Fonte	Visual
<b>Média Exames</b>	Calcula a média dos exames realizados	AVERAGE(FactResultados[Class_Exam])/10	JNE/Diretora	Cartão/ Gráfico de linhas
<b>Média Exames 1.ª Fase</b>	Calcula a média dos exames realizados na 1.ª fase	CALCULATE('Métricas'[Média Exames],FactResultados[Fase]="1")	JNE/Diretora	Cartão
<b>Média Exames 2.ª Fase</b>	Calcula a média dos exames realizados na 2.ª fase	CALCULATE('Métricas'[Média Exames],FactResultados[Fase]="2")	JNE/Diretora	Cartão

Tabela 3.11 -Métricas selecionadas na 1.ª iteração

<b>Desvio Padrão</b>	Calcula o desvio padrão dos resultados dos exames realizados	STDEV.p(FactResultados[Class_Exam])/10	JNE	Tabela
<b>Mediana</b>	Calcula a mediana dos resultados dos exames realizados	MEDIAN(FactResultados[Class_Exam])/10	JNE	Tabela
<b>Nº Exames</b>	Calcula o nº de exames realizados	COUNT(FactResultados[ID])	JNE/Diretora	Cartão
<b>Ranking Escolas</b>	Calcula o ranking de cada escola	RANKX(ALL(DimEscola[Descr]), 'Métricas'[Média Exames],, DESC,Dense)	DGE	Gráfico de linhas/ Tabela
<b>Ranking Concelho</b>	Calcula o ranking de cada concelho	RANKX(ALL(DimConcelho[Descr]), 'Métricas'[Média Exames],, DESC,Dense)	DGE	Gráfico de linhas
<b>Ranking Distrito</b>	Calcula o ranking de cada distrito	RANKX(ALL(DimDistrito[Descr]), 'Métricas'[Média Exames],, DESC,Dense)	DGE	Gráfico de linhas

Foi necessário para uma mais completa interação com o *dashboard* desenvolver um painel com um conjunto de filtros que permitem ao utilizador filtrar por: escola, ano, distrito, concelho, tipo de escola, situação de frequência, curso, tipo e subtipo de curso, fase do exame, se o aluno é interno, se o exame foi ou não para aprovação, melhoria ou ingresso no ensino superior.

### 3.3.2 2.ª Iteração

Através de uma segunda entrevista com a diretora de uma escola da área metropolitana de Lisboa, foi levantada uma necessidade acerca da comparação entre escolas com características semelhantes em termos de exames nacionais realizados e resultados obtidos. Segundo Nafuri *et al.* (2022), métodos não supervisionados de *machine learning*, nomeadamente técnicas de *clustering* têm sido adotadas de forma frequente no contexto educacional. Neste sentido e utilizando a funcionalidade do Power BI de automaticamente encontrar clusters foram gerados 7 *clusters* para cada um dos anos de referência, utilizando o nº de exames realizados e a média de exames para estes *clusters*. Neste algoritmo, o *K-Means*, é atribuído a cada ponto de dados

exatamente um *cluster*, minimizando a distância entre pontos do mesmo *cluster* e maximizando a distância entre *clusters* (Microsoft, 2022).

Foi necessário atribuir nomes aos *clusters* de forma a melhorar o entendimento dos mesmos, resultando nos seguintes: Alto desempenho; Baixo desempenho; Baixo desempenho, baixa carga de exames; Baixo desempenho, carga de exames baixa-moderada; Baixo desempenho, carga de exames moderada; Boas notas, baixa carga de exames; Boas notas, carga de exames moderada; Boas notas, moderada carga de exames; Desempenho misto; Desempenho misto, carga de exames moderada; Desempenho misto, elevada carga de exames; Elevada carga de exames; Necessita de melhorias. De notar que o objetivo desta visualização passa por ser uma forma mais simples de comparar escolas com características semelhantes para que o utilizador possa fazer comparações mais diretas.

Foram ainda criadas métricas resultantes de uma segunda entrevista com o especialista da DGE, nomeadamente no que diz respeito à comparação entre escolas públicas e escolas privadas. Por último, e por ter sido apontado pelos especialistas foram adicionadas métricas de comparação face ao ano anterior para uma mais fácil perceção da evolução.

Tabela 3.12 --Métricas selecionadas na 2.ª iteração

Métrica	Descrição	Fórmula (DAX)	Fonte	Visual
<b>Varição da Média</b>	Calcula a variação da média dos exames realizados	$\frac{\text{VAR CurrentYear} - \text{VAR LastYear}}{\text{MAX(FactResultados[Ano])} - \text{MAX(FactResultados[Ano])} - 1}$ RETURN DIVIDE('Métricas'[Média Exames], CALCULATE('Métricas'[Média Exames], FactResultados[Ano] = LastYear))- 1	JNE/ DGE/ /Diretor a	Cartão
<b>Varição da Média 1.ª Fase</b>	Calcula a variação da média dos exames realizados na 1.ª fase	$\frac{\text{VAR CurrentYear} - \text{VAR LastYear}}{\text{MAX(FactResultados[Ano])} - \text{MAX(FactResultados[Ano])} - 1}$ RETURN DIVIDE ('Métricas'[Média Exames 1.ª Fase], CALCULATE('Métricas'[Média Exames 1.ª Fase], FactResultados[Ano] = LastYear))- 1	JNE/ DGE/ Diretor a	Cartão

Tabela 3.12-Métricas selecionadas na 2.ª iteração

<b>Variação da Média 2.ª Fase</b>	Calcula a variação da média dos exames realizados na 2.ª fase	VAR CurrentYear = MAX(FactResultados[Ano]) VAR LastYear = MAX(FactResultados[Ano]) - 1 RETURN DIVIDE('Métricas'[Média Exames 2.ª Fase], CALCULATE('Métricas'[Média Exames 2.ª Fase], FactResultados[Ano] = LastYear))- 1	JNE/DGE/Dir etora	Cartão
<b>Média Exames Escola Privada</b>	Calcula a média dos exames nas escolas privadas	CALCULATE('Métricas'[Média Exames],DimCodsPubPriv[PubPriv]="P RI")	DGE	Cartão/Gráfico de linhas
<b>Média Exames Escola Pública</b>	Calcula a média dos exames nas escolas públicas	CALCULATE('Métricas'[Média Exames],DimCodsPubPriv[PubPriv]="P UB")	DGE	Cartão/Gráfico de linhas
<b>Variação da Média Escola Privada</b>	Calcula a variação da média dos exames nas escolas privadas	VAR CurrentYear = MAX(FactResultados[Ano]) VAR LastYear = MAX(FactResultados[Ano]) - 1 RETURN DIVIDE('Métricas'[Média Exames Escola Privada], CALCULATE('Métricas'[Média Exames Escola Privada], FactResultados[Ano] = LastYear))- 1	DGE	Cartão
<b>Variação da Média Escola Pública</b>	Calcula a variação da média dos exames nas escolas públicas	% Variação Média PUB = VAR CurrentYear = MAX(FactResultados[Ano]) VAR LastYear = MAX(FactResultados[Ano]) - 1 RETURN DIVIDE('Métricas'[Média Exames Escola Pública], CALCULATE('Métricas'[Média Exames Escola Pública], FactResultados[Ano] = LastYear))- 1	DGE	Cartão
<b>ΔS Escola Privada/Pública</b>	Calcula o diferencial entre a média de exames nas escolas privadas e nas escolas públicas	IF(OR(ISBLANK('Métricas'[Média Exames Escola Pública]),ISBLANK('Métricas'[Média Exames Escola Privada])),BLANK(),'Métricas'[Média Exames Escola Privada]-'Métricas'[Média Exames Escola Pública])	DGE	Cartão/Gráfico de linhas





## Capítulo 4 – Resultados

O trabalho realizado no capítulo anterior possibilitou o desenvolvimento de um *dashboard* direcionado para utilizadores interessados em avaliar o processo educativo ao nível dos exames nacionais do ensino secundário sobretudo na ótica das escolas e administração local. Através de um conjunto de visuais, nomeadamente cartões e gráficos, que permitem visualizar as métricas elencados nas Tabelas 3.11 e 3.12 e de um painel de filtros é possível efetuar comparações entre os diversos períodos nos quais se realizaram os exames.

O *dashboard* foi desenvolvido através da aplicação Microsoft Power BI Desktop pela eficiência no processo de ETL e facilidade na interpretação da informação disponibilizada nos visuais que foram selecionados de acordo com a revisão de literatura (AlJarrah *et al.*, 2018; Ramaswami *et al.*, 2022; Samaras, 2022).

Neste capítulo foram incluídas as etapas de modelação, avaliação e implementação do CRISP-DM, sendo descritos os resultados da 1.<sup>a</sup> iteração, as falhas apresentadas e as respetivas alterações efetuadas na 2.<sup>a</sup> iteração sendo no final apresentada uma visão detalhada do *dashboard*.

### 4.1 Resultados da 1.<sup>a</sup> Iteração

Nesta primeira interação foram incluídas as métricas e gráficos descritos na Tabela 3.11, permitindo aos utilizadores obterem informações sobre três grandes temáticas: escola, localização e ranking, visíveis nas Figuras 4.1, 4.2 e 4.3, respetivamente.

Para esta etapa contribuíram essencialmente as interações com os dois especialistas, do JNE e DGE, da diretora de uma escola da área metropolitana de Lisboa, tal como os contributos retirados da revisão de literatura efetuada no capítulo 2.

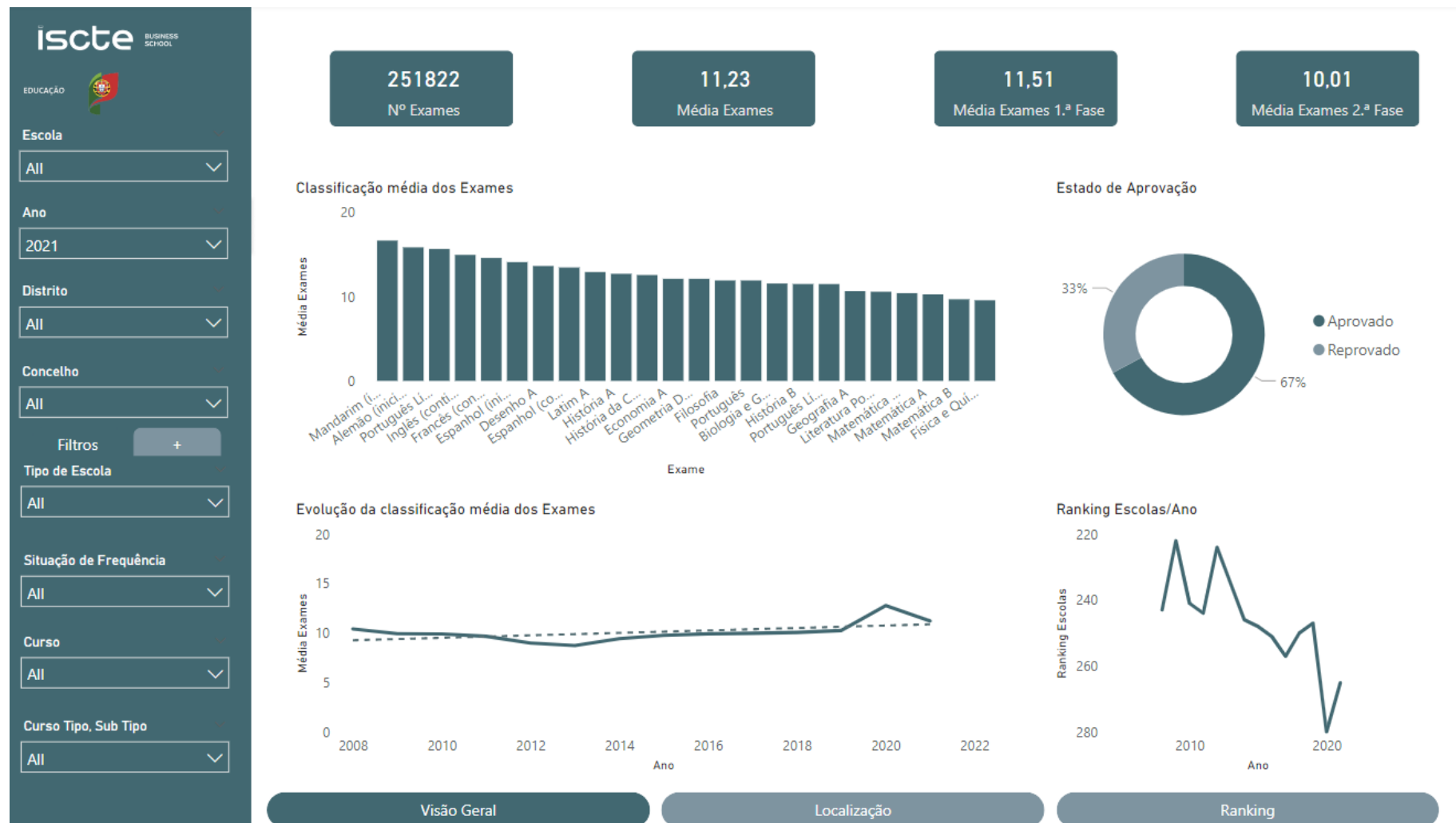


Figura 4.1-Página Visão Geral: 1.ª Iteração



Figura 4.2-Página Localização: 1.ª Iteração

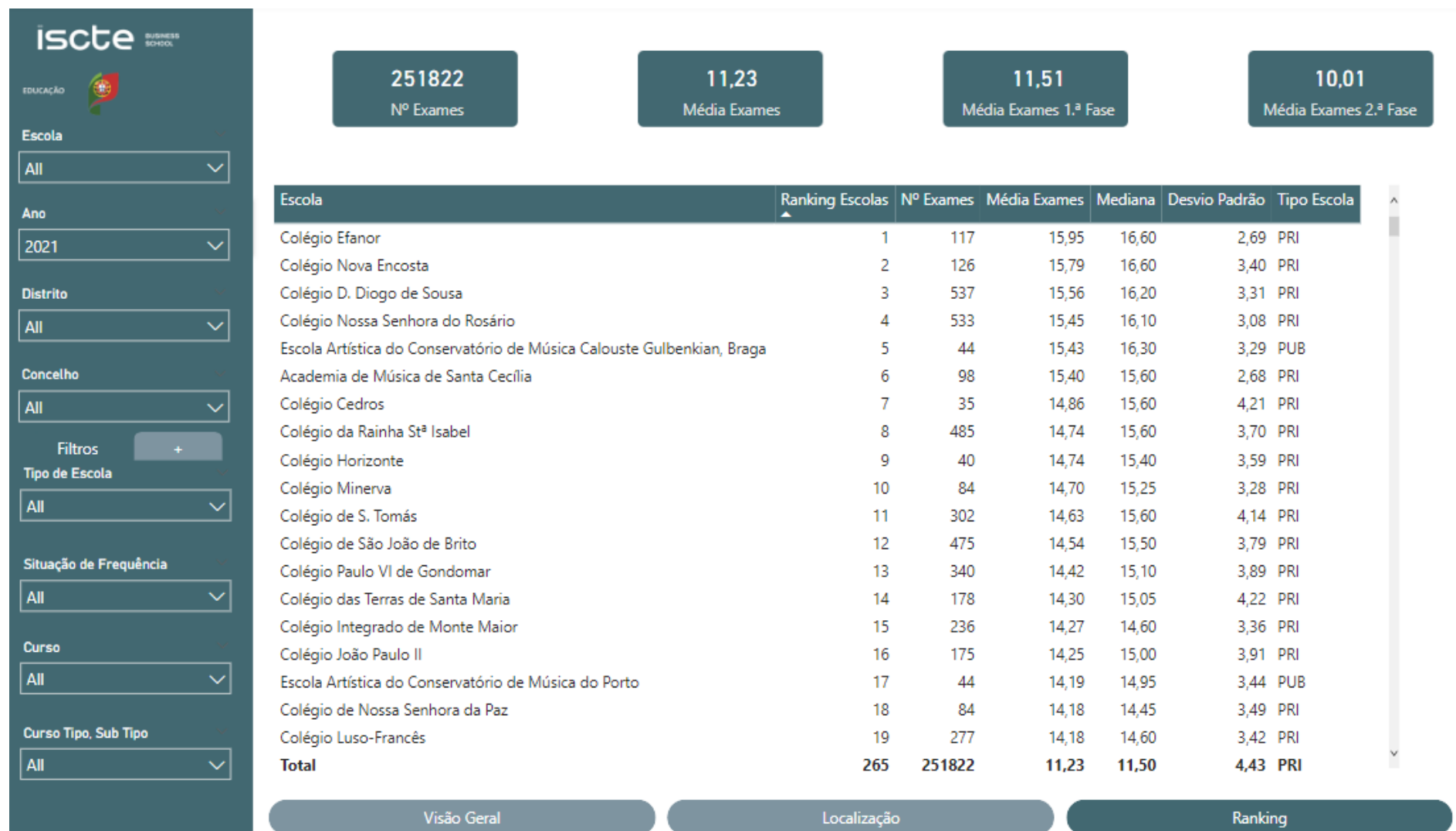


Figura 4.3-Página Ranking: 1.ª Iteração

#### **4.1.1 Limitações encontradas**

Após a segunda interação com os especialistas verificou-se que existiam alguns pontos que poderiam ser incluídos no *dashboard* de modo a suprir algumas necessidades de informação, nomeadamente:

- A não existência da taxa de variação de vários indicadores face aos anos anteriores, complementada com um esquema de cores caso o valor fosse positivo, negativo ou idêntico;
- A dificuldade em efetuar comparações entre escolas com performance semelhante em termos de número de exames realizados e média de resultados obtida;
- A não disponibilização de informação direta que permita efetuar comparações ao nível do ensino privado *versus* o ensino público.

#### **4.2 Resultados da 2.<sup>a</sup> iteração:**

Tal como apontado no ponto 4.1.1, os especialistas identificaram um conjunto de recomendações de elementos que não estavam incorporados ou passíveis de melhorias tendo sido criada numa segunda iteração, a versão final do *dashboard*.

Foram incluídas nesta versão as métricas e respetivos visuais elencados nas Tabelas 3.11 e 3.12:

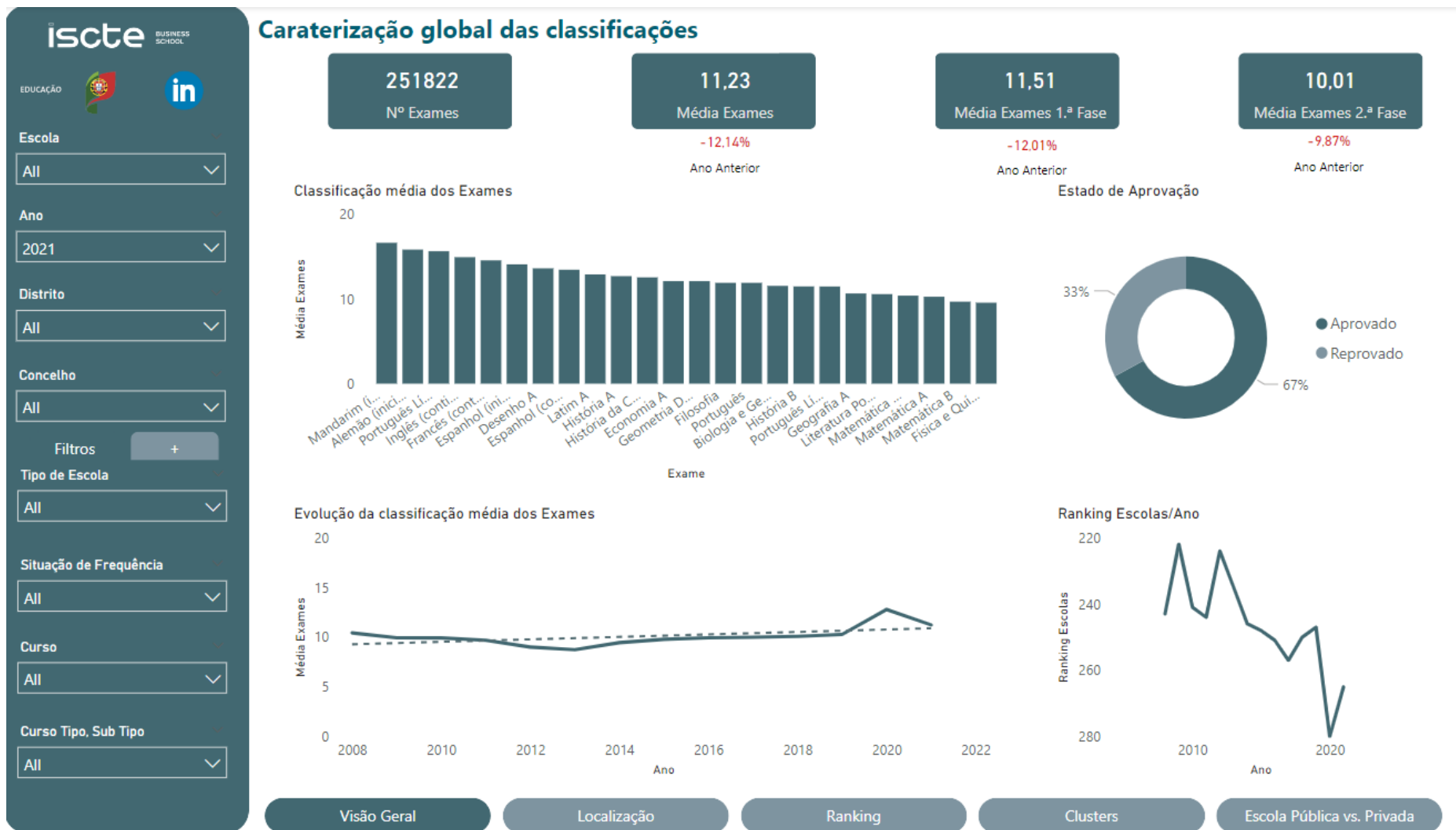


Figura 4.4-Página Visão Geral: 2.ª Iteração

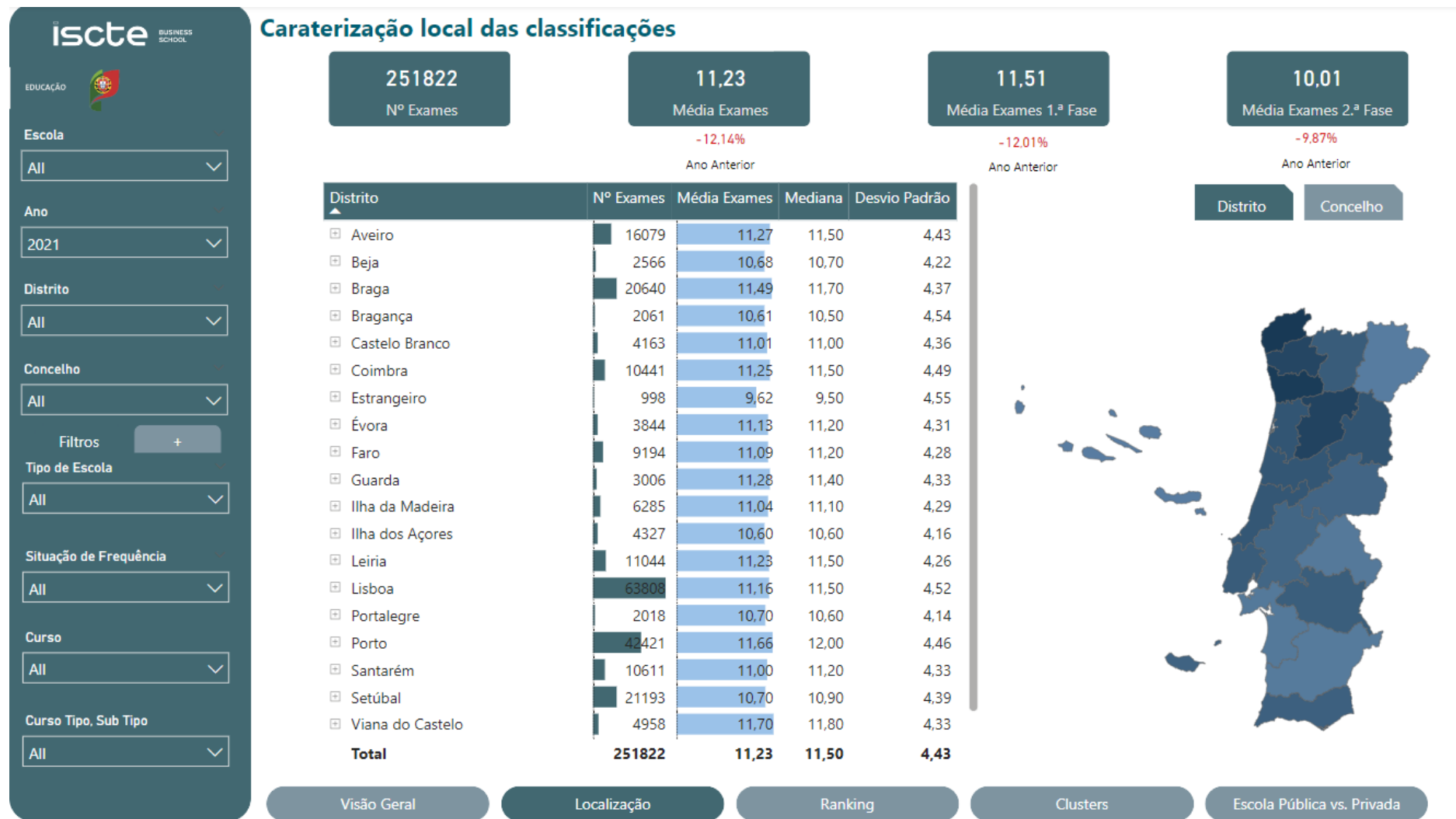


Figura 4.5-Página Localização: 2.ª Iteração



Figura 4.6-Página Ranking: 2.ª Iteração



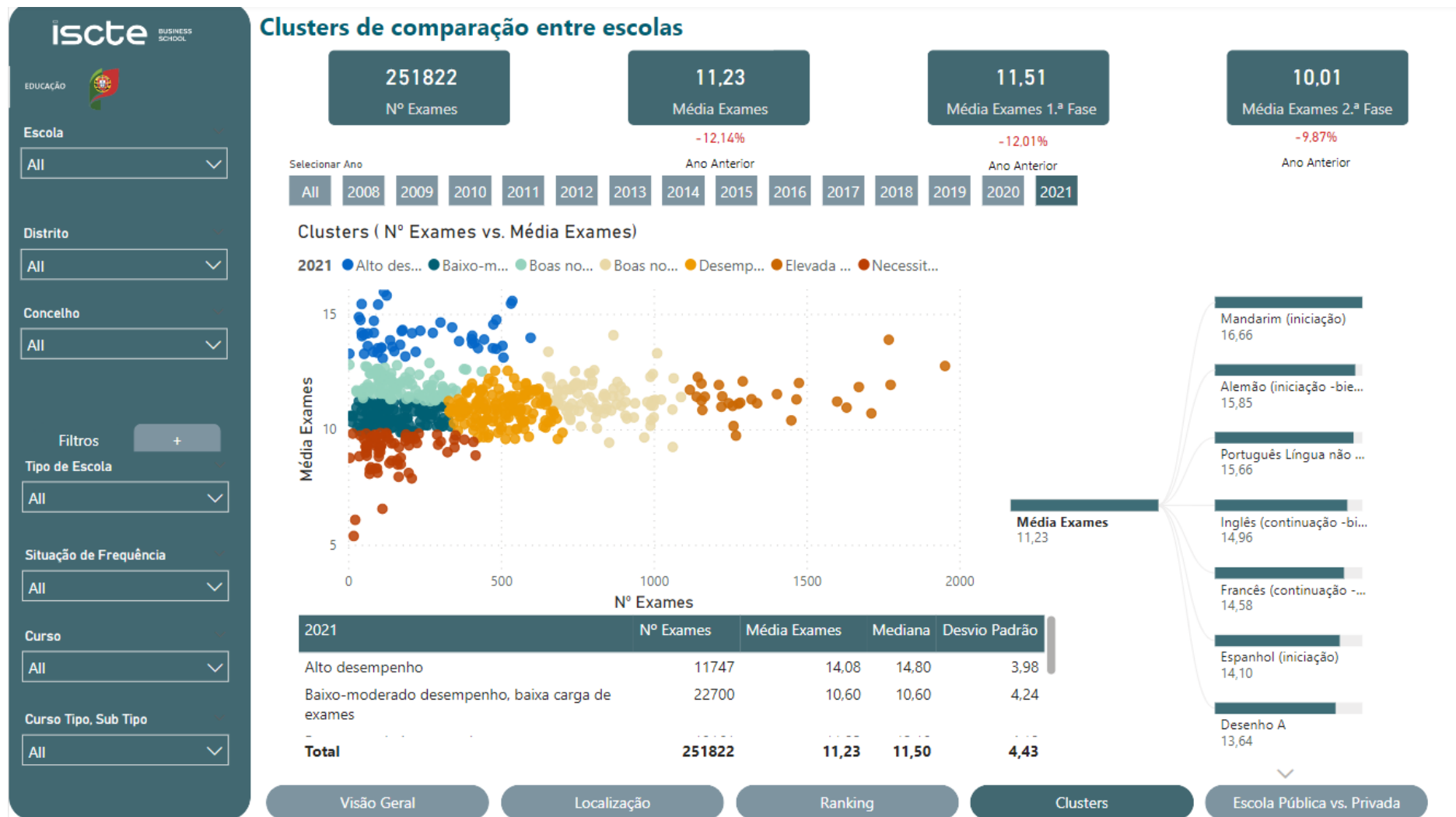


Figura 4.7-Página Clusters: 2.ª Iteração

**iscte** BUSINESS SCHOOL

EDUCAÇÃO

Escola:

Ano:

Distrito:

Concelho:

Filtros +

Tipo de Escola:

Situação de Frequência:

Curso:

Curso Tipo, Sub Tipo:

## Comparação dos resultados entre escolas privadas e escolas públicas

**11,23**  
Média Exames

**12,43**  
Média Escola PRIV

**11,06**  
Média Escola PUB

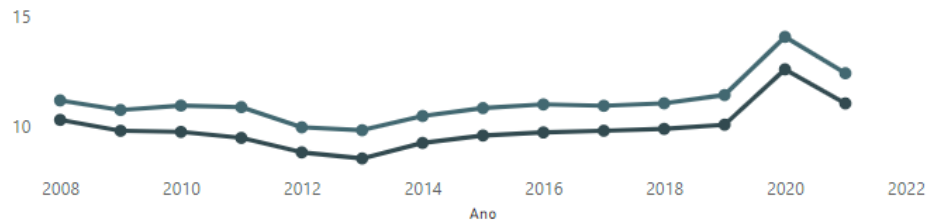
**1,37**  
 $\Delta$ S Escola Privada/Pública

-11,69%  
Ano Anterior

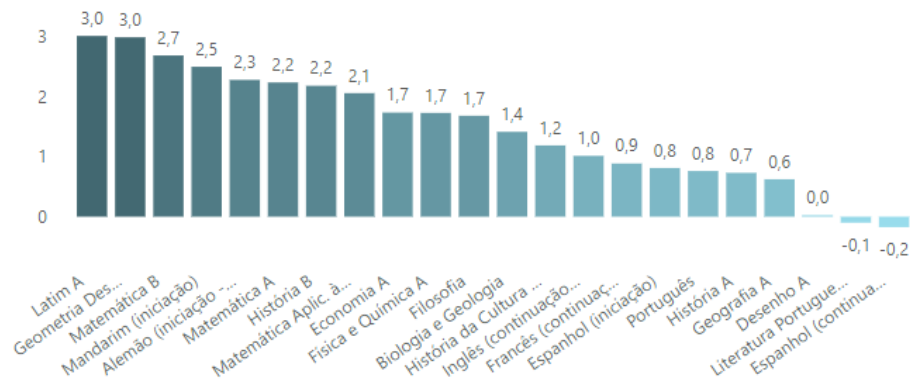
-12,24%  
Ano Anterior

### Evolução Média Exames Escola Pública vs. Privada

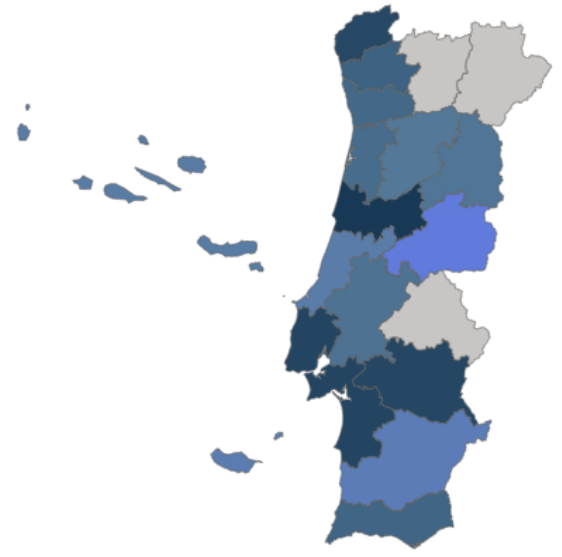
● Média Exames Escola Privada ● Média Exames Escola Pública



### $\Delta$ S Escola Privada/Pública por Exame



Distrito Concelho



Visão Geral Localização Ranking Clusters Escola Pública vs. Privada

Figura 4.8-Página Escola Pública vs. Privada: 2.ª Iteração

### 4.3 Descrição do *dashboard*

Nesta etapa da investigação são apresentados os gráficos e tabelas contemplados no *dashboard* de modo a facilitar a compreensão de todos os elementos visuais que permitem avaliar e monitorizar o desempenho dos intervenientes no processo de avaliação dos exames nacionais do ensino secundário.

Dadas as funcionalidades do Power BI Desktop, os visuais são interativos e dinâmicos entre si procurando dar ao utilizador uma experiência *user friendly*. Foram seguidos os princípios do *design thinking*, referenciados por Young & Kitchin (2020) ao nível da navegação, utilidade dos dados, estilo, visualizações, veracidade, utilizadores, tipo de dados, usabilidade e comunicação. Para esta descrição de funcionalidades e visuais, foi selecionado o ano de 2021 que corresponde ao último ano de referência da base de dados.

#### 4.3.1 Visão Geral

Esta visão (Figura 4.4) apresenta informação global sobre a caracterização e evolução da classificação dos alunos nos exames nacionais podendo ser filtrada no sentido de obter informação acerca de uma escola, concelho ou distrito. Os seguintes indicadores estão representados na Figura 4.9:

- **Nº de Exames:** Apresenta o número de exames nacionais do ensino secundário realizados;
- **Média de Exames:** Apresenta a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados;
- **Média de Exames 1.<sup>a</sup> Fase:** Apresenta a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados na 1.<sup>a</sup> fase;
- **Média de Exames 2.<sup>a</sup> Fase:** Apresenta a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados na 2.<sup>a</sup> fase;
- **Taxa de variação face ao ano anterior:** Em relação às classificações médias, apresenta a taxa de variação das mesmas face ao ano anterior.



Figura 4.9-Painel de indicadores

Para um melhor entendimento da evolução das classificações, as taxas de variação são identificadas com um código de cores, permitindo perceber de forma mais imediata se a evolução foi positiva, negativa ou neutra:

- Verde, se a taxa de variação for positiva, ou seja, quando existe face ao ano anterior uma evolução positiva da média das classificações;
  - Vermelho, se a taxa de variação for negativa, ou seja, quando existe face ao ano anterior uma evolução negativa da média das classificações;
  - Amarelo, se a taxa de variação for neutra, ou seja, quando não existe face ao ano anterior uma evolução na média das classificações.
- **Classificação média dos Exames (Figura 4.10):** Apresenta a classificação média por Exame realizado, permitindo perceber quais os exames com melhores ou piores classificações, sendo possível identificar eventuais melhorias a introduzir no processo educativo.

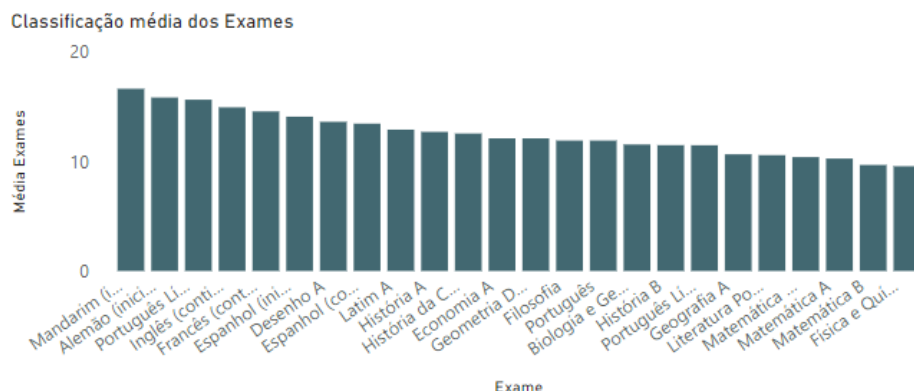


Figura 4.10-Gráfico da classificação média dos exames por exame

- **Estado de Aprovação (Figura 4.11):** Apresenta a distribuição em percentagem dos alunos aprovados e reprovados tendo como referência apenas a classificação obtida nos exames. Caso esta seja superior a 9,5 valores então o aluno é considerado aprovado, caso seja inferior o aluno é considerado reprovado. Permite desta forma perceber de forma muito direta a situação dos alunos em determinado exame realizado.

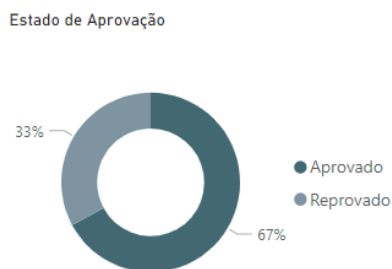


Figura 4.11-Gráfico do estado de aprovação

- Evolução da classificação média dos Exames (Figura 4.12):** Representa a evolução da classificação média obtida nos exames para todos os anos em que foram realizados os exames nacionais que constam da base de dados, isto é, de 2008 a 2021. A linha de evolução é ainda acompanhada de uma funcionalidade do Power BI Desktop, uma *trend line* para que seja mais intuitivo identificar picos de *performance*.

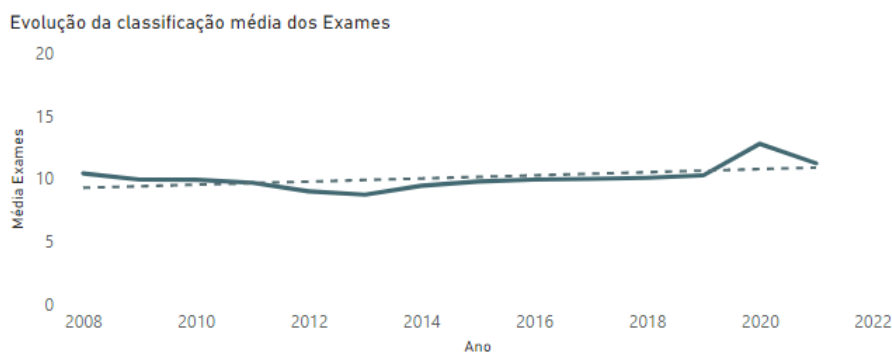


Figura 4.12- Gráfico da evolução da classificação média dos exames

- Ranking Escola/Ano (Figura 4.13):** Tendo uma escola selecionada no filtro, neste caso a título de exemplo a Academia de Música de Santa Cecília, apresenta a evolução do ranking de cada escola face a todas as escolas portuguesas, identificando ao nível da escola, evoluções de performance em relação às restantes.

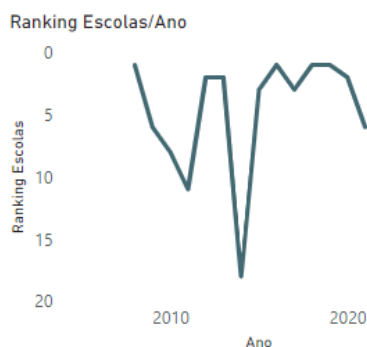


Figura 4.13-Evolução anual do ranking por escola

### 4.3.2 Localização

Esta visão (Figura 4.5) apresenta informação detalhada sobre a caracterização ao nível da localização, a nível de distrito, concelho e escola utilizando a função de *drill trough* e *bookmarks* do Power BI Desktop.

- **Tabela de caracterização de distrito, concelho e escola (Tabela 4.1):** É apresentado para cada distrito, concelho e escola dentro de cada um deles, o número de exames realizados, valor da média das classificações, mediana e desvio padrão das classificações, elementos habitualmente presentes nos relatórios disponibilizados pelo JNE.

Tabela 4.1-Tabela de caracterização de distrito, concelho e escola

Distrito	Nº Exames	Média Exames	Mediana	Desvio Padrão
☐ Aveiro	16079	11.27	11.50	4.43
☐ Águeda	1035	11.28	11.50	4.50
Escola Secundária Adolfo Portela, Águeda	474	12.08	12.00	4.34
Escola Secundária Marques de Castilho, Águeda	561	10.61	10.60	4.52
☐ Albergaria-a-Velha	524	11.25	11.20	4.61
☐ Anadia	808	11.82	12.00	4.43
☐ Arouca	371	11.69	12.10	4.11
☐ Aveiro	2775	11.31	11.40	4.54
☐ Castelo de Paiva	341	10.81	10.60	4.29
☐ Espinho	1243	11.35	11.60	4.42
☐ Estarreja	434	11.67	12.10	4.27
☐ Ílhavo	626	10.65	10.80	4.57
☐ Mealhada	312	11.44	11.50	3.80
☐ Murtosa	104	11.57	11.55	4.26
☐ Oliveira de Azeméis	1253	10.80	10.90	4.38
☐ Oliveira do Bairro	493	11.75	11.70	4.08
☐ Ovar	1147	10.91	11.00	4.28
☐ Santa Maria da Feira	3008	11.38	11.60	4.48
<b>Total</b>	<b>251822</b>	<b>11.23</b>	<b>11.50</b>	<b>4.43</b>

- **Mapa Distrito/Concelho (Figura 4.14):** Apresenta a distribuição da classificação média dos exames por distrito ou concelho. Através de um gradiente de cores é possível perceber por localização quais os distritos/concelhos com melhor classificação caso a cor seja mais escura, mais clara para piores classificações ou cinzenta caso não se registem exames realizados nessa localidade.

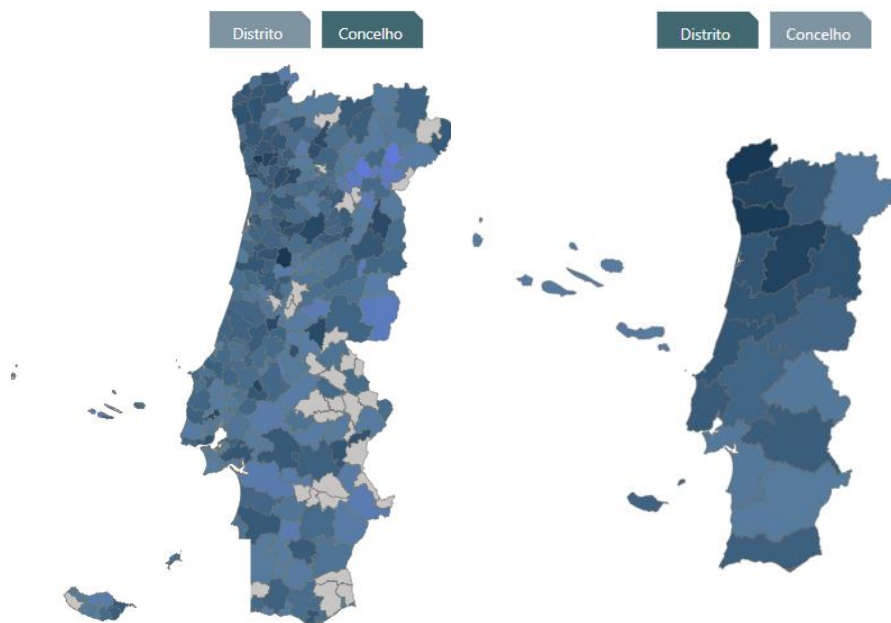


Figura 4.14-Distribuição geográfica da média das classificações por distrito/concelho

### 4.3.3 Ranking

Esta visão (Figura 4.6) apresenta a Tabela 4.2 com um foco no ranking das escolas, habitualmente divulgado pela comunicação social anualmente. Inclui campos como o nome da escola, o ranking obtido face às restantes escolas nacionais, o número de exames realizados, a mediana e o desvio padrão e ainda o tipo de escola, caso seja pública (PUB) ou particular e cooperativo (PRI).

Tabela 4.2-Tabela de caracterização das escolas por ranking, nº de exames, média de exames, mediana, desvio padrão e tipo de escola

Escola	Ranking Escolas	Nº Exames	Média Exames	Mediana	Desvio Padrão	Tipo Escola
Colégio Efanor	1	117	15,95	16,60	2,69	PRI
Colégio Nova Encosta	2	126	15,79	16,60	3,40	PRI
Colégio D. Diogo de Sousa	3	537	15,56	16,20	3,31	PRI
Colégio Nossa Senhora do Rosário	4	533	15,45	16,10	3,08	PRI
Escola Artística do Conservatório de Música Calouste Gulbenkian, Braga	5	44	15,43	16,30	3,29	PUB
Academia de Música de Santa Cecília	6	98	15,40	15,60	2,68	PRI
Colégio Cedros	7	35	14,86	15,60	4,21	PRI
Colégio da Rainha Stª Isabel	8	485	14,74	15,60	3,70	PRI
Colégio Horizonte	9	40	14,74	15,40	3,59	PRI
Colégio Minerva	10	84	14,70	15,25	3,28	PRI
Colégio de S. Tomás	11	302	14,63	15,60	4,14	PRI
Colégio de São João de Brito	12	475	14,54	15,50	3,79	PRI
Colégio Paulo VI de Gondomar	13	340	14,42	15,10	3,89	PRI
Colégio das Terras de Santa Maria	14	178	14,30	15,05	4,22	PRI
Colégio Integrado de Monte Maior	15	236	14,27	14,60	3,36	PRI
Colégio João Paulo II	16	175	14,25	15,00	3,91	PRI
Escola Artística do Conservatório de Música do Porto	17	44	14,19	14,95	3,44	PUB
Colégio de Nossa Senhora da Paz	18	84	14,18	14,45	3,49	PRI
Colégio Luso-Francês	19	277	14,18	14,60	3,42	PRI
<b>Total</b>	<b>265</b>	<b>251822</b>	<b>11,23</b>	<b>11,50</b>	<b>4,43</b>	<b>PRI</b>

### 4.3.4 Clusters

Esta visão (Figura 4.7) apresenta informação sobre os *clusters* criados e nomeados previamente. O objetivo consiste em permitir uma comparação mais direta entre escolas que pertencem ao mesmo *cluster*. É uma funcionalidade relativamente simples que apenas pretende encontrar escolas com desempenhos semelhantes.

- **Clusters (Nº de Exames vs. Média Exames) (Figura 4.15):** Representa graficamente os 7 *clusters* criados para cada um dos anos de referência. É ainda possível obter detalhes sobre cada escola ao nível da média de exames e nº de exames realizados.

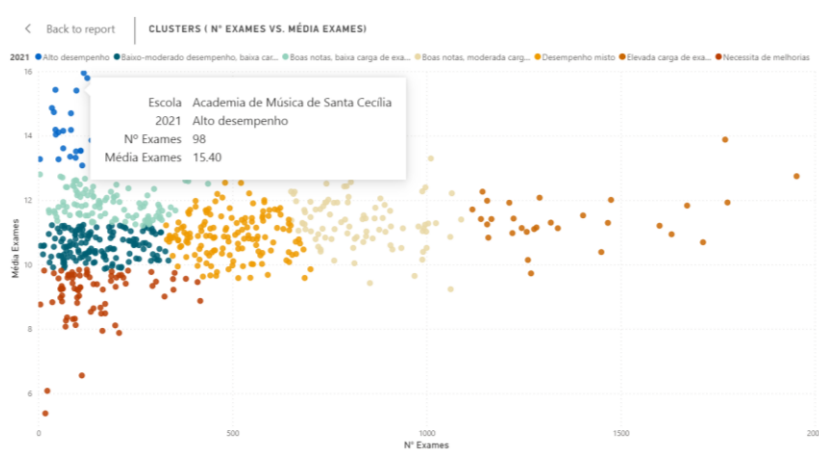


Figura 4.15-Clusters (Nº de exames vs. Média de exames)

- **Caraterização de clusters (Tabela 4.3):** Apresenta para cada *cluster* o número total de exames realizados, a média de exames, a mediana e o desvio padrão das classificações. É ainda possível expandir cada *cluster* para se obterem as escolas dentro de cada um.

Tabela 4.3-Tabela de caraterização de clusters

2021	Nº Exames	Média Exames	Mediana	Desvio Padrão
Alto desempenho	11747	14.08	14.80	3.98
Baixo-moderado desempenho, baixa carga de exames	22700	10.60	10.60	4.24
Boas notas, baixa carga de exames	19161	11.83	12.10	4.18
Boas notas, moderada carga de exames	73523	11.32	11.60	4.42
Desempenho misto	72506	10.88	11.00	4.37
Elevada carga de exames	41146	11.46	11.70	4.47
Necessita de melhorias	11039	9.20	9.10	4.18
<b>Total</b>	<b>251822</b>	<b>11.23</b>	<b>11.50</b>	<b>4.43</b>

- **Árvore de decomposição de tipo de exame realizado (Figura 4.16):** Apresenta, mediante a seleção de um *cluster* ou uma escola, a decomposição da média geral obtida



em todos os exames, por tipo de exame realizado. Neste sentido, permite de forma mais dinâmica e direta avaliar diferenças e pontos de comunhão entre *clusters*/escolas.

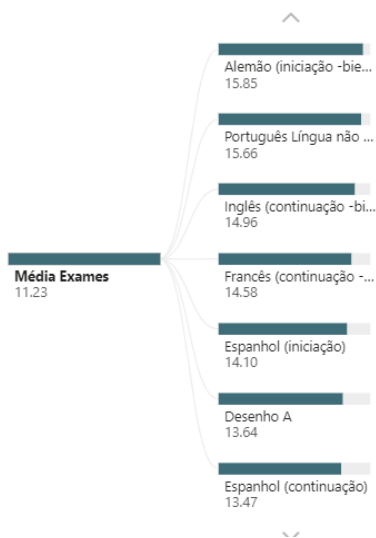


Figura 4.16-Árvore de decomposição de tipo de exame realizado

#### 4.3.5 Escola Pública vs. Escola Privada

Esta visão (Figura 4.8) apresenta informação global sobre a caracterização, comparação e evolução da diferença nas classificações dos alunos nos exames nacionais nas escolas públicas comparativamente ao obtido por alunos de escolas privadas podendo ser filtrada no sentido de obter informação de um concelho ou distrito. Os seguintes indicadores estão representados na Figura 4.17:

- **Média de Exames:** Apresenta a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados;
- **Média de Exames Escola PRIV:** Apresenta a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados em escolas privadas;
- **Média de Exames Escola PUB:** Apresenta a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados em escolas públicas;
- **$\Delta S$  Escola Privada/Pública:** Apresenta a diferença entre a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados em escolas privadas e a média de classificações dos exames nacionais do ensino secundário realizados em escolas públicas;

- **Taxa de variação face ao ano anterior:** Em relação às classificações médias, apresenta a taxa de variação das mesmas face ao ano anterior.



Figura 4.17-Painel de indicadores da página Escola Pública vs. Privada: 2.ª Iteração

Tal como na visão geral, as taxas de variação são identificadas com um código de cores, permitindo perceber de forma mais imediata se a evolução foi positiva, negativa ou neutra:

- Verde, se a taxa de variação for positiva, ou seja, quando existe face ao ano anterior uma evolução positiva da média das classificações;
  - Vermelho, se a taxa de variação for negativa, ou seja, quando existe face ao ano anterior uma evolução negativa da média das classificações;
  - Amarelo, se a taxa de variação for neutra, ou seja, quando não existe face ao ano anterior uma evolução na média das classificações.
- **Evolução da classificação média dos Exames (Figura 4.18):** Representa a evolução da classificação média obtida nos exames para todos os anos em que foram realizados os exames nacionais que constam da base de dados, isto é, de 2008 a 2021. Existem duas linhas, uma para a média de classificações obtidas nas escolas públicas e outra para as escolas privadas.

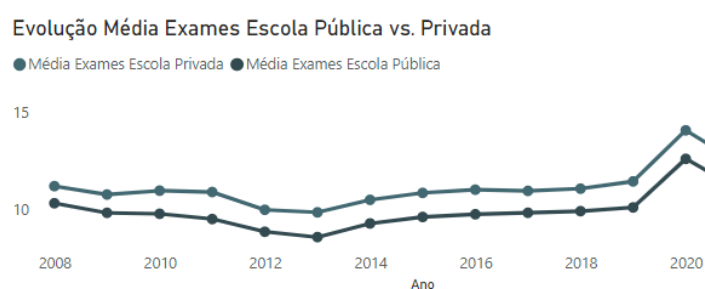


Figura 4.18-Evolução da classificação média dos exames Escola Pública vs. Privada

- **Diferencial da classificação média dos Exames (Figura 4.19):** Apresenta a diferença entre as classificações médias de escola privada/pública por exame realizado, permitindo perceber quais os exames com melhores ou piores classificações. Isto significa que para exames com uma diferença positiva o desempenho é maior nas escolas privadas, caso se verifique o oposto, o desempenho é maior nas escolas públicas.

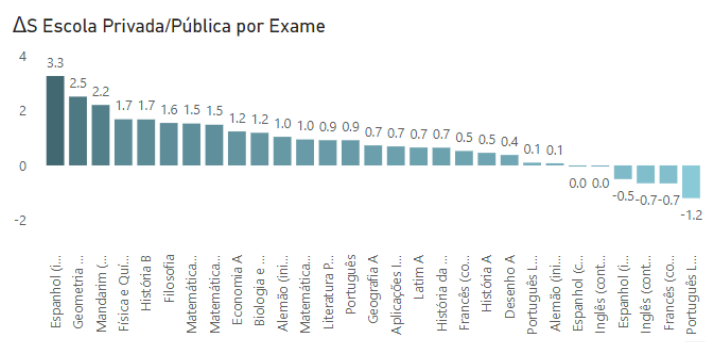


Figura 4.19-Diferencial da classificação média dos exames Escola Pública vs. Privada

- Mapa Distrito/Concelho (Figura 4.20):** Apresenta a distribuição da diferença de classificações médias dos exames entre escolas privadas/públicas por distrito ou concelho. Através de um gradiente de cores é possível perceber por localização quais os distritos/concelhos com maior diferença entre classificações caso a cor seja mais escura, mais clara para menores diferenças ou cinzenta caso não se registem escolas privadas nessa localidade.

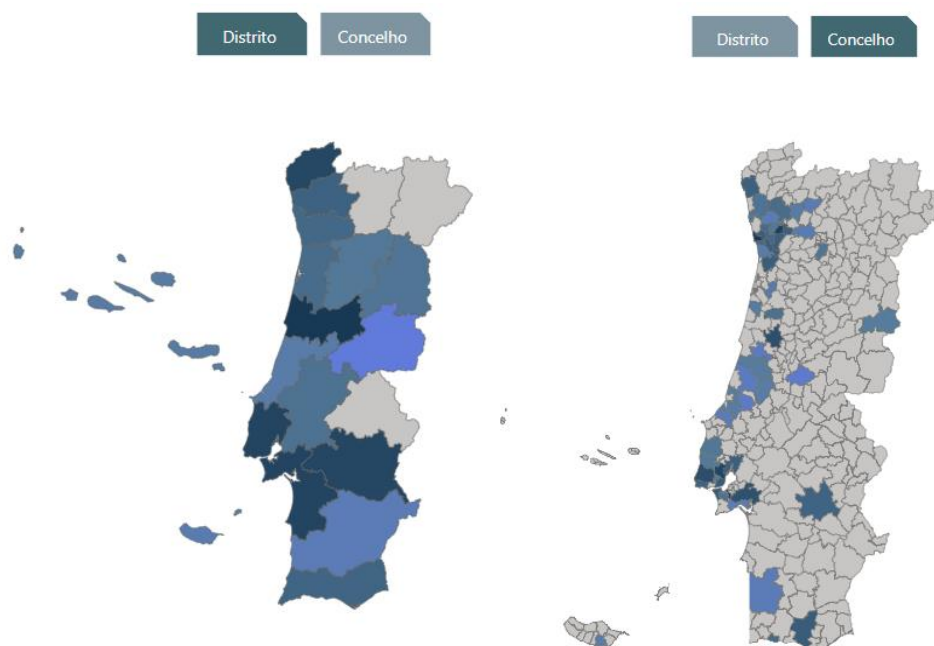


Figura 4.20-Distribuição do diferencial da classificação média dos exames Escola Pública vs. Privada

#### 4.4 Avaliação

Com o intuito de avaliar o *dashboard* concretizado, foi construído um questionário (Tabela 4.4), baseado no desenvolvido por Sanz (2018) para ser respondido pelos três especialistas que acompanharam o desenvolvimento do *dashboard*. De forma a medir a sua utilidade e

usabilidade foram escolhidos os mesmos especialistas pela representatividade dos diferentes tipos de *stakeholders* que o *dashboard* procura apoiar na tomada de decisão e acompanhamento de resultados.

O questionário é composto por oito perguntas, seis delas com resposta em escala tipo *Likert*, com 5 pontos, e as restantes duas com resposta sim/não com a possibilidade de serem efetuados comentários. As perguntas e respostas dos especialistas foram desenhadas com base nos objetivos deste estudo, procurando perceber se para os utilizadores, a ferramenta desenvolvida é útil e funcional. São apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 4.4-Questionário de avaliação do *dashboard*

P1	Como avalia a utilidade do <i>dashboard</i> no apoio à monitorização dos resultados dos exames nacionais do ensino secundário?	
R1	Útil-33.33% Extremamente útil-66.67% (escala de 1-Nada útil a 5-Extremamente útil)	
P2	Como avalia a facilidade na utilização deste <i>dashboard</i> ?	
R2	Fácil-100% (escala de 1-Nada fácil a 5-Extremamente fácil)	
P3	Qual o grau de importância que atribui às seguintes características deste <i>dashboard</i> ? (1-Nada importante 5-Extremamente importante)	
R3	Possibilidade de comparação dos resultados entre diferentes períodos temporais	Extremamente importante-100% (escala de 1-Nada importante a 5-Extremamente importante)
	Possibilidade de obter uma visão completa e em várias vertentes sobre os resultados dos exames nacionais	Importante-100% (escala de 1-Nada importante a 5-Extremamente importante)
	Possibilidade de utilização de filtros	Moderadamente importante-33.33% Importante-66.67%
	Utilização de diferentes tipos de visuais, dinâmicos e interativos entre si	Moderadamente importante-66.67% Importante-33.33%

Tabela 4.5-Questionário de avaliação do dashboard

P4	Sugere a criação de nova(s) característica(s) ao dashboard? Se responder sim, por favor indique qual.
R4	Não-100%
P5	Considera que os indicadores apresentados no <i>dashboard</i> são os adequados para a monitorização dos resultados dos exames nacionais do ensino secundário? Se responder que não, por favor indique qual seria útil acrescentar.
R5	Sim-100%
P6	Considera que os tipos de gráficos utilizados são adequados face aos indicadores apresentados?
R6	Adequado – 100% (escala de 1-Nada adequado a 5-Extremamente adequado)
P7	Considera que a paleta de cores utilizada neste <i>dashboard</i> é intuitiva?
R7	Intuitivo – 100% (escala de 1-Nada intuitivo a 5-Extremamente intuitivo)
P8	Em que medida concorda com a seguinte afirmação? "Este <i>dashboard</i> é demasiado confuso, apresenta demasiados conteúdos e exige tempo para processar a informação."
R8	Discordo totalmente -33.33% Discordo-66.67% (escala de 1-Discordo totalmente a 5-Concordo totalmente)

Considerando as respostas dos especialistas do JNE (especialista n.º 1), DGE (especialista n.º 2) e da diretora de uma escola da área metropolitana (especialista n.º 3) é possível concluir que o *dashboard* é fácil de utilizar, tem utilidade face aos visuais apresentados e permite a obtenção de informação com relevo para os diferentes tipos de *stakeholders* a quem se procura apoiar na tomada de decisão.



## Capítulo 5 – Conclusões

### 5.1 Resumo

Tendo como referência o princípio desta investigação, a utilização de *dashboards* no contexto da educação e sobretudo no ensino secundário é pouco investigada do ponto de vista científico. Neste sentido a investigação realizada procurou disponibilizar uma solução que permitisse a monitorização e avaliação do desempenho de alunos nos exames nacionais do ensino secundário, em Portugal. Assim, procurou responder-se concretamente à questão investigação: “de que forma é que a monitorização do desempenho através de *dashboards* contribui para a melhoria nas classificações obtidas?”.

Em Portugal, o Júri Nacional de Exames, integrado na Direção Geral da Educação divulga anualmente os resultados dos exames nacionais, numa perspetiva anual e descritiva dos grandes números. Para além disso, as escolas tendem a ser comparadas pelos *rankings* divulgados pela comunicação social sem terem grandes referências em termos comparativos. Neste sentido, utilizou-se a metodologia CRISP-DM, através de duas iterações, para desenvolver uma solução que permita a monitorização dos resultados nos vários anos de referência com a possibilidade da utilização de filtros e de assim obter um conjunto alargado de informação.

Na fase inicial de compreensão do negócio foi identificado o contexto e definida a intenção de se realizar um *dashboard* para a monitorização do desempenho dos alunos, passível de ser utilizado por diferentes utilizadores mediante diferentes necessidades. Após os dados serem compreendidos na fase seguinte, na qual se verificou que reuniam as condições para serem importados para o Power BI Desktop tendo sido os dados validados e o modelo de dados final construído.

Com as fases subsequentes foi possível atingir o protótipo final, dividido em cinco visões que possibilitam aos utilizadores consultar um conjunto alargado de informação que no seu todo alcança o objetivo de monitorizar e avaliar a *performance* de alunos nos exames nacionais do ensino secundário. Esta validação foi concretizada com um questionário a três especialistas: a) do JNE, b) da DGE e, c) de uma escola da área metropolitana de Lisboa tendo a avaliação sido positiva e o *dashboard* classificado como útil, fácil de usar e com informação relevante e interativa. Neste sentido, a versão final apresentada responde à questão de investigação proposta: “De que forma é que a monitorização do desempenho através de *dashboards* contribui

para a melhoria nas classificações obtidas?”, tendo sido alcançados os objetivos específicos da investigação.

## 5.2 Contributos da investigação

Esta investigação contribui para a comunidade científica na medida que:

1. Aumenta o conhecimento científico no setor da educação, desde logo por ser capaz de demonstrar a utilidade de um *dashboard* para a monitorização do desempenho nos exames nacionais do ensino secundário e ainda por descrever todas as etapas da sua construção;
2. Permite o enriquecimento da literatura, com o auxílio dos três especialistas na identificação de métricas relevantes fundamentais para a monitorização do desempenho;
3. Destaca a utilização de uma ferramenta da Microsoft, o Power BI Desktop e toda a sua capacidade na importação, modelação e criação do modelo de dados, para além das capacidades de colocar a informação em visuais dinâmicos e interativos entre si, traduzindo dados em bruto em informação útil e relevante.

Em termos de contributos para a área da educação destacam-se:

1. A disponibilização de um *dashboard* útil e fácil de utilizar na monitorização e avaliação do desempenho nos exames nacionais do ensino secundário. Ao terem uma visão consolidada dos dados, os profissionais podem identificar tendências, padrões e áreas problemáticas com maior facilidade, o que leva a uma melhor tomada de decisão e intervenções mais direcionadas;
2. A possibilidade de criação de um ambiente de competição saudável e de cooperação entre escolas. Isto pode motivar os alunos, professores, diretores de escolas a esforçarem-se mais e a procurarem constantemente melhorar o seu desempenho procurando promover a partilha de boas práticas de ensino, o que pode impulsionar as classificações obtidas;
3. A possibilidade de apoiar na melhoria de *dashboards* existentes ou na criação de novos em áreas conexas da educação.

Assim, fica evidente que a investigação contribui para a comunidade científica e em particular para todos envolvidos na área da educação, desde os estudantes aos docentes, diretores de escolas/agrupamentos, mas também, mais concretamente, para os profissionais e



decisores de topo ligados à monitorização e avaliação do desempenho nos exames nacionais do ensino secundário.

### **5.3 Limitações da investigação**

Ainda que contribua de forma positiva, a investigação apresenta algumas limitações.

O desenvolvimento da investigação concretizou-se tendo como referência um conjunto alargado de bases de dados desde o ano de 2008 até ao ano de 2021. Apesar de permitir obter informação relevante e disponibilizar um conjunto variado de informação acaba por ser uma limitação da investigação o tempo até que seja disponibilizada a base de dados mais recente, podendo o desempenho e a avaliação do mesmo ser desajustada à realidade do ano corrente.

Adicionalmente, a validação e o acompanhamento da investigação foram efetuados por três especialistas podendo este número ser reduzido face à dimensão do setor da educação. Ainda assim, o facto de os três especialistas serem de três diferentes organizações pode atenuar esta limitação.

Por último, a disponibilização do *dashboard* em formato público para mais utilizadores poderem utilizar ficou limitada face à licença necessária para esta partilha em Power BI, condicionando a eficiência e melhor experiência na sua utilização.

### **5.4 Proposta de investigação futura**

Tendo como referências as limitações encontradas, destacam-se as seguintes propostas de investigação futura:

- Ter como referência mais *inputs* de especialistas e concretamente diretores de escolas, professores e outros intervenientes no processo educativo para um feedback mais alargado quanto à utilidade e funcionalidade do *dashboard*;
- Procurar identificar os pontos de melhoria em termos de usabilidade e facilidade na leitura dos conteúdos disponibilizados para que seja perceptível a todo o tipo de utilizadores, em resposta às classificações obtidas em escala de *Likert*, no questionário;
- A publicação *online* do *dashboard* para todo o tipo de utilizadores interessado em monitorizar e avaliar o desempenho nos exames nacionais do ensino secundário.



## Fontes

Decreto-Lei n.º 27-B/2022 do Ministério da Educação. (2022). Diário da República n.º 58/2022, 1º Suplemento, Série I de 2022-03-23. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/27-b-2022-180970587>

## Referências Bibliográficas

- AlJarrah, A., Thomas, M. K., & Shehab, M. (2018). Investigating temporal access in a flipped classroom: Procrastination persists. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0083-9>
- Alonso-Secades, V., López-Rivero, A.-J., Martín-Merino-Acera, M., Ruiz-García, M.-J., & Arranz-García, O. (2022). Designing an intelligent virtual educational system to improve the efficiency of primary education in developing countries. *Electronics*, 11(9), 1487. <https://doi.org/10.3390/electronics11091487>
- Asli, M. F., Hamzah, M., Ibrahim, A. A., & Ayub, E. (2020). Problem characterization for visual analytics in MOOC learner's support monitoring: A case of malaysian mooc. *Heliyon*, 6(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05733>
- Bennett, L., & Folley, S. (2019). Four design principles for learner *dashboards* that support student agency and Empowerment. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 12(1), 15–26. <https://doi.org/10.1108/jarhe-11-2018-0251>
- Corbu, E. C., & Edelhauser, E. (2021). Responsive *dashboard* as a component of learning analytics system for evaluation in emergency remote teaching situations. *Sensors*, 21(23), 7998. <https://doi.org/10.3390/s21237998>
- Divjak, B., Vondra, P., & Pažur Aničić, K. (2022). Strategic development of a national pre-tertiary learning analytics system. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 46(1), 173–195. <https://doi.org/10.31341/jios.46.1.10>
- Garcia-Penalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23, e28600. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- Gartner. (2023). Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. Consultado a 16 de maio de 2023 em <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2CY23OYT&ct=230316&st=sb>

- Grant, M.J. & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies, *Health Information and Libraries Journal*, Vol. 26 No. 2, pp. 91-108, doi: 10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x.
- Gutiérrez, F., Seipp, K., Ochoa, X., Chiluiza, K., De Laet, T., & Verbert, K. (2020). Lada: A learning analytics *dashboard* for academic advising. *Computers in Human Behavior*, 107, 105826. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.004>
- Hernández-Leal, E., Duque-Méndez, N. D., & Cechinel, C. (2021). Unveiling educational patterns at a regional level in Colombia: Data from Elementary and public high school institutions. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08017>
- Jaggia, S., Kelly, A., Lertwachara, K., & Chen, L. (2020). Applying the CRISP-DM framework for teaching business analytics. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 18(4), 612–634. <https://doi.org/10.1111/dsji.12222>
- Jayashanka, R., Hettiarachchi, E., & Hewagamage, K. P. (2022). Technology enhanced learning analytics *dashboard* in higher education. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(2). <https://doi.org/10.34190/ejel.20.2.2189>
- Jivet, I., Scheffel, M., Schmitz, M., Robbers, S., Specht, M., & Drachsler, H. (2020). From students with Love: An empirical study on learner goals, self-regulated learning and sense-making of learning analytics in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 47, 100758. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100758>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Joint Technical Report, Software Engineering Group, Department of Computer Science, Keele University. Keele University Technical Report TR/SE-0401. ISSN: 1353-7776.
- Khosravi, H., Shabaninejad, S., Bakharia, A., Sadiq, S., Indulska, M., & Gašević, D. (2021). Intelligent learning analytics *dashboards*: Automated Drill-down recommendations to support teacher Data Exploration. *Journal of Learning Analytics*, 8(3), 133–154. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7279>
- Krishnan, R., Nair, S., Saamuel, B. S., Justin, S., Iwendi, C., Biamba, C., & Ibeke, E. (2022). Smart analysis of learners performance using learning analytics for improving academic progression: A case study model. *Sustainability*, 14(6), 3378. <https://doi.org/10.3390/su14063378>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The prisma statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care

- interventions: Explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10). <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Minewiskan. (2022). Microsoft clustering algorithm technical reference. Microsoft Learn. Consultado a 1 de março em <https://learn.microsoft.com/en-us/analysis-services/data-mining/microsoft-clustering-algorithm-technical-reference?view=asallproducts-allversions>
- Mohamed Nafuri, A. F., Sani, N. S., Zainudin, N. F., Rahman, A. H., Aliff, M. (2022). Clustering analysis for classifying student academic performance in Higher Education. *Applied Sciences*, 12(19), 9467. <https://doi.org/10.3390/app12199467>
- Ndukwe, I., Daniel, B., & Butson, R. (2018). Data Science Approach for simulating educational data: Towards the development of teaching outcome model (Tom). *Big Data and Cognitive Computing*, 2(3), 24. <https://doi.org/10.3390/bdcc2030024>
- Portugal.gov.pt. (2023). Novas condições de conclusão do ensino secundário e de acesso ao ensino superior . XXIII Governo - República Portuguesa. Consultado a 18 de fevereiro em <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc23/comunicacao/noticia?i=novas-condicoes-de-conclusao-do-ensino-secundario-e-de-acesso-ao-ensino-superior->
- Prada, M. A., Dominguez, M., Vicario, J. L., Alves, P. A., Barbu, M., Podpora, M., Spagnolini, U., Pereira, M. J., & Vilanova, R. (2020). Educational data mining for tutoring support in Higher Education: A web-based tool case study in engineering degrees. *IEEE Access*, 8, 212818–212836. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3040858>
- Ramaswami, G., Susnjak, T., Mathrani, A., & Umer, R. (2022). Use of predictive analytics within learning analytics *dashboards*: A review of case studies. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09613-x>
- Safsouf, Y., Mansouri, K., & Poirier, F. (2021). Tabat: Design and experimentation of a learning analysis *dashboard* for teachers and learners. *Journal of Information Technology Education: Research*, 20, 331–350. <https://doi.org/10.28945/4820>
- Samaras, C., Tsoni, R., Paxinou, E., Kotsiantis, S., & Verykios, V. S. (2022). Coping with access difficulties and absenteeism through data visualization: A case study from a rural vocational school in Northern Greece. *Applied Sciences*, 12(14), 6946. <https://doi.org/10.3390/app12146946>

- Sanz, A. C. (2018). Proposta de um dashboard para monitorizar falhas de energia numa rede elétrica inteligente. [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa – Instituto Universitário de Lisboa]
- Schwendimann, B. A., Rodriguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., Gillet, D., & Dillenbourg, P. (2017). Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 30-41. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2599522>
- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of web of science, scopus and dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113–5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Susnjak, T., Ramaswami, G. S., & Mathrani, A. (2022). Learning analytics *dashboard*: A tool for providing actionable insights to learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00313-7>
- Valle, L. D., Stander, J., Gresty, K., Eales, J., & Wei, Y. (2018). Stakeholder perspectives on graphical tools for visualizing student assessment and Feedback Data. *Research in Learning Technology*, 26. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.1997>
- Vigentini, L., Swibel, B., & Hasler, G. (2022). Developing a growth learning data mindset. *Journal of Learning Analytics*, 9(2), 87–104. <https://doi.org/10.18608/jla.2022.7377>
- Wexler, S., Shaffer, J., & Cotgreave, A. (2017). The big book of dashboards: Visualizing your data using real-world business scenarios. *John Wiley & Sons, Inc.*
- Wiggins, G. P. (1993). Assessing student performance: Exploring the purpose and limits of testing. *Jossey-Bass/Wiley*.
- Young, G. W., & Kitchin, R. (2020). Creating design guidelines for building city *dashboards* from a user’s perspectives. *International Journal of Human-Computer Studies*, 140, 102429. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102429>