

Desenvolvimento de um dashboard de indicadores de gestão científica numa Instituição de Ensino Superior

Ângela Maria Ferreira da Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Ana Camanho



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2021-07-09

Resumo

O presente projeto tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à gestão da atividade científica na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) recorrendo a técnicas de Business Intelligence. Esta ferramenta traduz-se na construção de um *dashboard* onde é feito o acompanhamento de indicadores de desempenho científico, de atividade e de impacto, que traduzem a produtividade e o alcance do trabalho dos investigadores.

A análise da performance científica de uma instituição de ensino superior e investigação tem uma finalidade interna de articulação de atividades científicas mas, também, tem o objetivo de perceber o seu posicionamento junto das entidades pares. Esta avaliação é consumada através de extensas quantidades de dados referentes à produção científica que traduz a performance de uma instituição em várias dimensões.

A construção da ferramenta de visualização implicou um estudo dos processos atuais de monitorização da atividade científica na FEUP, assim como, uma reflexão sobre os mesmos. Desta forma, foi possível a identificação de novos requisitos por parte dos órgãos de gestão científica da Faculdade e a sua implementação na nova plataforma de visualização recorrendo ao software Microsoft Power BI.

A utilização de um *dashboard* para análise dos dados das publicações científicas representa uma mudança de paradigma nos moldes convencionais de apresentação deste tipo de informação. É expectável que esta nova estratégia facilite o acesso e a compreensão dos dados científicos na FEUP, por parte dos órgãos adequados, levando a possíveis melhorias nos planos estratégicos e de ação no âmbito da investigação e, ainda, ao próprio aperfeiçoamento dos métodos de avaliação empregues.

Abstract

The main goal of this project is the development of a tool, using Business Intelligence techniques, to support the management of scientific activity at the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP). This tool translates into the creation of a dashboard where scientific performance indicators, activity and impact ones, are monitored reflecting the productivity and scope of the researchers' work.

The analysis of the scientific performance of a higher education and research institution has an internal purpose of articulation of scientific activities but, also, has the objective of perceiving its positioning with peer entities. This evaluation is done through extensive amounts of data referring to scientific production that reflect the performance of an institution in various dimensions.

The construction of the visualization tool implied a study of the current monitoring processes of scientific activity at FEUP, as well as a reflection on them. Thus, it was possible to identify new requirements by the scientific management stakeholders of the Faculty and implement them in the new visualization platform using Microsoft Power BI software.

The use of a dashboard to analyze data from scientific publications represents a paradigm shift in the conventional ways of presenting this type of information. It is expected that this new strategy will facilitate the access and understanding of scientific data at FEUP, by the appropriate stakeholders, leading to possible improvements in the strategic and action plans within the scope of research and also to the improvement of the evaluation methods used.

Agradecimentos

Primeiramente, endereço uma palavra especial a todos os propulsores deste projeto que o idealizaram, acreditaram no potencial do seu resultado e confiaram em mim para o levar a bom porto. Começo por agradecer ao Professor António Ferreira pela confiança e *feedback* prestado ao longo do projeto. Deixo também um profundo agradecimento à Engenheira Ana Carla Madeira por toda a partilha de conhecimento, disponibilidade e acompanhamento incansáveis no decorrer destes últimos meses. Quero também expressar o meu apreço pela Professora Ana Camanho que acompanhou o meu percurso na FEUP, desde o início, enquanto diretora de curso, professora e, finalmente, como orientadora da minha dissertação de mestrado. Agradeço o seu cuidado, contributo e apoio valiosos para a realização deste projeto.

Sendo este momento o culminar de uma jornada de cinco anos, quero expressar a minha gratidão a todos os que dela fizeram parte. Começo por agradecer a todos os meus Professores na FEUP pelo seu contributo para o meu crescimento enquanto pessoa e estudante. Aos meus amigos na FEUP, desde a grupeta do início até aos que tive a felicidade de conhecer mais tarde, expresso aqui o meu obrigada pela amizade e preciosos momentos que levarei sempre comigo. Não posso deixar de referir aqui toda a equipa que embarcou comigo na aventura de liderar a AGE-i-FEUP, a eles agradeço o companheirismo e a incrível experiência que me proporcionaram. Agradeço à FEUP por me ter possibilitado todas estas vivências e amizades. Fico feliz por poder ter retribuído, de alguma forma, com a realização deste projeto.

Por último, dirijo-me à minha família apesar de as palavras não serem suficientes. Ao meu namorado, sou eternamente grata pela amizade, incansável apoio e incentivo. Aos meus avós, pelo encorajamento infinito e pelas palavras de sabedoria. Aos meus pais, que me deram a oportunidade de vivenciar estes cinco anos, agradeço profundamente o seu carinho, confiança e inabalável apoio que me encoraja todos os dias. Por último, aos meus irmãos que me acompanham sempre e a quem amo incondicionalmente.

“A change is brought about because ordinary people do extraordinary things.”

Barack Obama

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto	2
1.1.1	Modelo de organização	2
1.1.2	Objetivos estratégicos relativos à investigação	3
1.2	Motivação e objetivos do projeto	4
1.3	Metodologia	4
1.4	Estrutura da dissertação	5
2	Revisão de literatura	7
2.1	Bibliometria	7
2.1.1	Contextualização histórica dos métodos de avaliação científica	7
2.1.2	Indicadores bibliométricos	9
2.1.3	Limitações do uso de indicadores bibliométricos	11
2.2	<i>Business Intelligence</i>	12
2.2.1	Visualização de dados	14
2.2.2	<i>Dashboards</i>	15
3	Gestão da atividade científica na FEUP	17
3.1	Obtenção dos dados	17
3.2	Produção do relatório	18
3.2.1	Indicadores de desempenho científico	18
3.3	Conclusões e oportunidades	20
4	Desenvolvimento da ferramenta de visualização	23
4.1	Levantamento de requisitos	23
4.1.1	Perspetivas de visualização da informação	24
4.1.2	Requisitos adicionais	24
4.2	Tratamento dos dados	26
4.3	<i>Dashboard</i>	29
4.3.1	Perspetiva de desempenho geral da FEUP	30
4.3.2	Perspetiva do departamento	32
4.3.3	Perspetiva das unidades de I&D	35
5	Sustentabilidade da ferramenta de visualização	39
5.1	Limitações	39
5.2	Trabalho futuro	41
6	Considerações finais	43
6.1	Conclusões	43

A	Unidades de I&D	47
B	Atributos de uma publicação retirados da WoS	49
C	Páginas do <i>dashboard</i>	53

Acrónimos

AEAI	Artigos Equivalentes em Autoria Integral
BI	Business Intelligence
DGEEC	Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência
D&I	Docentes e Investigadores
DW	Data Warehouse
ETI	Equivalente a tempo integral
ETL	Extract, Transform and Load
FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia
FORD	Fields of Research and Development
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GEAG	Gabinete de Estudos e Apoio à Gestão
I&D	Investigação e Desenvolvimento
I&D&E	Investigação, Desenvolvimento e Extensão
ISI	Institute for Scientific Information
JCR	Journal Citation Reports
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ORCID	Open Researcher and Contributor ID
SCI	Science Citation Index
SJR	SCImago Journal Rank
SSBI	Self Service Business Intelligence
UP	Universidade do Porto
WoS	Web of Science

Lista de Figuras

1.1	Modelo de organização da FEUP	3
2.1	Relação entre os campos métricos de informação. Adaptado de: Björneborn e Ingwersen (2004)	9
2.2	Vantagens no âmbito de BI. Adaptado de: Wixom e Watson, (2010)	13
4.1	Perspetivas de apresentação do <i>dashboard</i>	24
4.2	Modelo de dados conceptual em <i>Unified Modelling Language</i> (UML)	29
4.3	Página inicial	30
4.4	Primeira página da perspetiva FEUP - Gráfico de linhas	31
4.5	Primeira página da perspetiva FEUP - Gráfico de barras	31
4.6	Segunda página da perspetiva FEUP	32
4.7	Primeira página da perspetiva do departamento	33
4.8	Página de listagem total de publicações da perspetiva do departamento	33
4.9	Página de listagem de D&I da perspetiva do departamento	34
4.10	Funcionalidade de <i>drill through</i> aplicada à dimensão de D&I na perspetiva do departamento	34
4.11	Funcionalidade de <i>tooltip</i> na página de D&I da perspetiva do departamento	35
4.12	Página da perspetiva das unidades de I&D	36
4.13	Página da perspetiva das unidades de I&D - Possibilidade de analisar um menor nível de agregação	36
4.14	Página da perspetiva das unidades de I&D - Possibilidade de voltar a agregar dimensão	37
5.1	Possível futuro modelo de dados conceptual em <i>Unified Modelling Language</i> (UML)	42
C.1	Página de informações gerais	53
C.2	Página de informações de navegação - Perspetiva FEUP	53
C.3	Página de informações de navegação - Perspetiva Departamento	54
C.4	Página de informações de navegação - Perspetiva Unidades de I&D	54
C.5	Página de listagem de publicações citáveis da perspetiva do departamento	54
C.6	Página de listagem de publicações altamente citadas da perspetiva do departamento	55
C.7	Página de listagem de jornais/revistas da perspetiva do departamento	55
C.8	Página de listagem total de publicações por autor do departamento	55

Lista de Tabelas

4.1	Atributos de uma publicação obtidos da WoS	26
4.2	Exemplo de aplicação do método de contagem fracionada a uma publicação	27
4.4	Atributos dos D&I a introduzir no Power BI	27
4.3	Atributos de cada publicação a introduzir no Power BI	28
4.5	Atributos dos departamentos a introduzir no Power BI	28
4.6	Atributos das unidades de I&D a introduzir no Power BI	28
A.1	Unidades de I&D	47
A.1	Unidades de I&D	48
B.1	Atributos retirados da <i>Web of Science</i>	49
B.1	Atributos retirados da <i>Web of Science</i>	50
B.1	Atributos retirados da <i>Web of Science</i>	51

Capítulo 1

Introdução

A produção de conhecimento é, historicamente, um dos motores de desenvolvimento económico, social e cultural. Assim, o acompanhamento e comunicação eficaz da produção científica é um dos pilares essenciais do progresso da Humanidade. Do reconhecimento desta premissa, surge a bibliometria. Segundo Okubo (1997), a bibliometria é uma ferramenta capaz de traduzir o estado da ciência e tecnologia através da análise da literatura científica. Os indicadores bibliométricos permitem inferir, a vários níveis, o contributo científico numa dada área de conhecimento. Desde um país a um indivíduo, passando por instituições académicas, o uso de indicadores bibliométricos é essencial para perceber a relevância das atividades inerentes à investigação, fornecendo novas informações que poderão ser essenciais no apoio à gestão das várias entidades.

Dentro das instituições de ensino superior, é crucial a delineação de estratégias que assegurem a excelência da produção científica em áreas criteriosamente escolhidas, de modo a reforçar o impacto social e económico inerente às suas atividades e, ainda, garantir um contributo para o avanço do estado da arte dos campos de conhecimento em questão. Desta construção contínua de mais e melhor conhecimento, é expectável um aumento da atratividade relacionada com a captação de mais recursos financeiros e melhores recursos humanos.

Desta forma, o acompanhamento continuado da evolução dos indicadores de desempenho científico é fundamental para apoiar os órgãos de gestão de uma instituição a cumprir com os seus objetivos e, eventualmente, refinar decisões estratégicas ou operacionais. Por conseguinte, a possibilidade de aceder a uma visualização rápida do grande conjunto de dados que traduz o desempenho científico de uma instituição e obter um entendimento abrangente de indicadores chave, é essencial ao processo de tomada de decisão que decorre da execução das estratégias delineadas. Assim, recorrer a ferramentas de *business intelligence* (BI) que permitam esta compreensão torna-se uma mais-valia para as organizações.

Neste contexto, o presente projeto surge na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (adiante designada por FEUP ou Faculdade). Pelo já referido, é natural o empenho de uma instituição que se assume como universidade de investigação, em melhorar continuamente os seus indicadores de desempenho científico, adotando novas abordagens que permitam melhorar o plano de ação decorrente da sua missão e visão no âmbito da investigação. O resultado final deste projeto,

pretende dotar os órgãos de gestão da FEUP de uma ferramenta de apoio à tomada de decisão. Esta ferramenta surge no formato de um *dashboard* piloto de indicadores bibliométricos aliados a informações orgânicas cuja finalidade é traduzir o desempenho científico da Faculdade, com ênfase nas publicações científicas, em perspetivas identificadas como cruciais, de forma transparente, acessível e intuitiva.

1.1 Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

A FEUP é uma das catorze unidades orgânicas de ensino e investigação da Universidade do Porto (adiante designada por UP ou Universidade), instituição pública portuguesa de ensino e investigação localizada na cidade do Porto, no norte de Portugal. Segundo os Estatutos da FEUP publicados em Diário da República a 2 de março de 2016, é uma instituição autogovernada com autonomias estatutária, científica, pedagógica, administrativa e financeira. Assim como a UP se assume como uma universidade de investigação, a FEUP atribui uma importância fulcral, no contexto do seu posicionamento estratégico, às atividades de investigação e desenvolvimento (I&D) e ao seu elevado padrão de qualidade. A sua missão envolve o desenvolvimento do conhecimento científico e técnico nas áreas de engenharia contribuindo para a progressão económica, social e cultural da região e do país.

1.1.1 Modelo de organização

Relativamente ao modelo de organização, ilustrado na figura 1.1 a FEUP divide os seus recursos em Departamentos e Serviços. No contexto deste projeto, é importante referir como as atividades de investigação, desenvolvimento e extensão (I&D&E) se organizam. Estas desenvolvem-se em estruturas internas de I&D da Faculdade ou da Universidade, com órgãos de gestão e regulamentos próprios, enquadradas pelos Departamentos e apoiadas pelos Serviços, ou em organismos de I&D com personalidade jurídica própria de que a UP ou a FEUP sejam associados (FEUP, 2016).

Os Departamentos reúnem os recursos humanos, financeiros e materiais associados às grandes áreas de conhecimento nas quais a FEUP desenvolve as suas atividades (FEUP, 2016). É-lhes atribuído o ensino dos cursos administrados na Faculdade e as atividades de investigação científica, desenvolvimento tecnológico e extensão, assim como, a divulgação e reconhecimento dos seus resultados. Os seus órgãos de gestão são constituídos pelo conselho de Departamento, o diretor e uma comissão executiva.

As atividades de I&D&E resultam da atividade de docentes e investigadores (D&I) e estas devem enquadrar-se preferencialmente em unidades de I&D sediadas na FEUP, unidades de I&D inseridas em unidades orgânicas da Universidade que não a FEUP ou organismos de I&D com personalidade jurídica própria de que a UP seja associada e que possuam protocolos ou acordos com a FEUP (FEUP, 2016). Na Tabela A.1 do Anexo A figuram as unidades de I&D referidas.

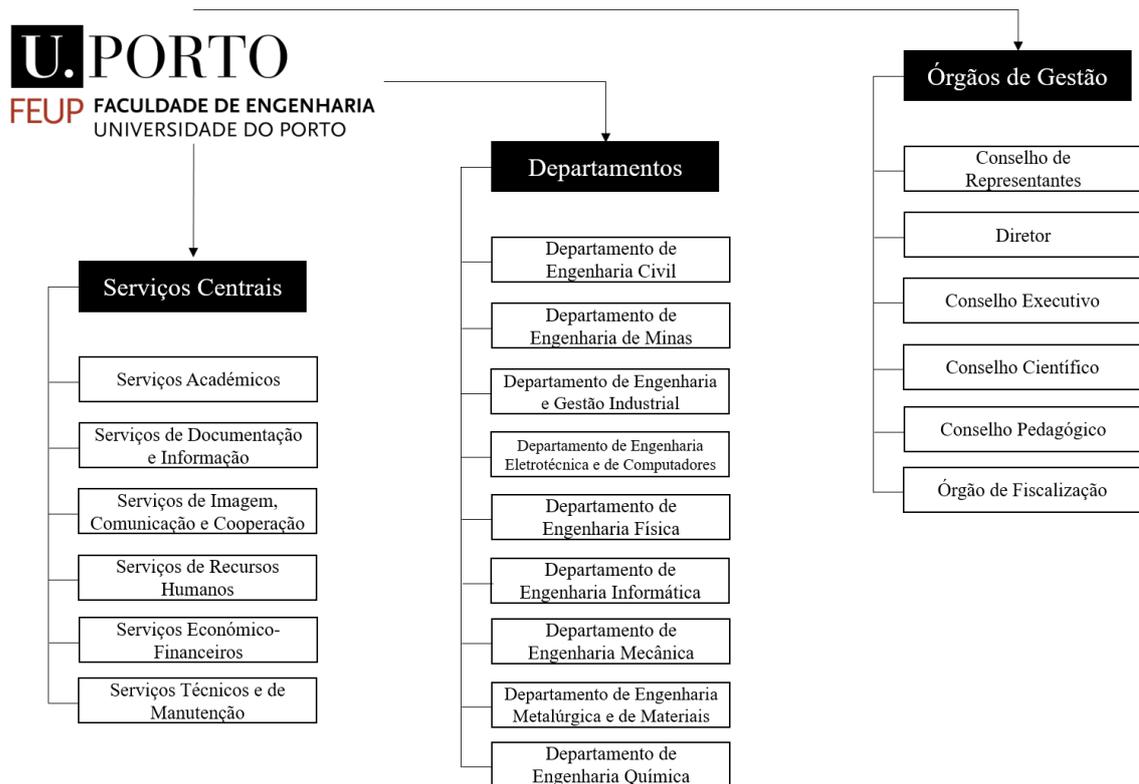


Figura 1.1: Modelo de organização da FEUP

1.1.2 Objetivos estratégicos relativos à investigação

As tomadas de decisão da Faculdade necessitam de estar alinhadas com os objetivos estratégicos propostos pela mesma. Na ferramenta de apoio à gestão que se pretende criar deve constar informação que traduza o progresso rumo a esses objetivos. De acordo com o plano de atividades da FEUP para o ano de 2020, os objetivos estratégicos relativos à investigação são os seguintes (FEUP, 2020):

- Promover a investigação de excelência, adotando medidas como a entrega de diplomas de reconhecimento no âmbito científico, a disponibilização de indicadores que refletem a atividade científica realizada por D&I da FEUP e a promoção da relevância da publicação em revistas com elevado fator de impacto;
- Desenvolver áreas estratégicas de investigação;
- Promover a articulação da investigação e potenciar sinergias incluindo a definição de estratégias de investigação nos departamentos, no contexto interdepartamental e ainda em coordenação com as unidades e institutos de I&D onde os D&I da FEUP colaboram;
- Promover a cooperação interinstitucional na investigação;
- Motivar e qualificar o pessoal investigador;

- Reforçar a captação de fundos e a eficiência das atividades de Investigação.

1.2 Motivação e objetivos do projeto

A FEUP tem a preocupação de melhorar continuamente os modelos de gestão da Faculdade com vista a promover a excelência nas suas áreas de atividade, sendo a investigação uma delas. Atualmente, uma visão global do desempenho científico da FEUP é dada por indicadores bibliométricos aceites pela comunidade académica, sendo a sua apresentação feita após um extenso tratamento dos dados recolhidos para o efeito. No entanto, a visualização dinâmica da informação e a possibilidade do seu escrutínio de forma transparente e acessível ainda não é possível. Uma mudança na forma de exposição dos dados resulta numa maior interação com a informação levando a possíveis melhorias nos planos estratégicos de ação, a aperfeiçoamento dos próprios indicadores e ainda numa maior acessibilidade por parte dos *stakeholders* relevantes.

É pretendida a criação de um *dashboard* de indicadores de desempenho científico, elaborado em Power BI, uma ferramenta de business intelligence adequada ao fornecimento de visualizações interativas de grandes quantidades de informação relevante para a gestão de uma organização. Para além da componente visual, esta ferramenta levará à estruturação de uma base de dados relativa à atividade científica da FEUP. Esta reestruturação da forma de comunicação, apresenta-se também como uma oportunidade para averiguar possíveis melhorias nos sistemas de informação atuais e verificar a possibilidade da implementação de novos indicadores relevantes.

Esta análise da performance científica da FEUP possui fins de gestão interna, isto é, assegurar a melhor articulação das atividades nas perspetivas intradepartamentais, interdepartamentais e entre unidades I&D, assim como, a eventual utilização para *benchmarking* externo com outras instituições do mesmo âmbito. Todas as entidades com o dever de se pronunciarem acerca das atividades científicas – órgãos de gestão central da FEUP, conselhos de departamento e coordenadores das unidades I&D - beneficiarão desta ferramenta, o que levará a uma evolução conjunta das estruturas no sentido de atingir as metas estratégicas da Faculdade relativas à investigação.

1.3 Metodologia

O primeiro passo para completar o presente projeto consistiu em analisar o conteúdo dos relatórios de produção científica já realizados na FEUP. O objetivo foi o de obter uma compreensão global dos indicadores aplicados, desde o propósito da sua utilização ao seu cálculo. Após este estudo, foi fundamental discutir a importância das métricas atuais e refletir acerca de que indicadores adicionais poderiam complementar os relatórios produzidos atualmente.

Tendo os indicadores de desempenho científico selecionados, foi necessário analisar os dados de produção científica da FEUP a partir dos quais os relatórios são produzidos. Este passo incluiu perceber o processo de extração de dados, assim como as etapas de tratamento dos mesmos.

A fim de corresponder aos requisitos levantados, procedeu-se à construção de um modelo relacional de dados considerando a informação relevante. Adicionalmente, a estruturação das

etapas do tratamento de dados foi fundamental para garantir a gestão da informação e normalizar a sua introdução na ferramenta Power BI.

Após os procedimentos referidos, iniciou-se a construção do *dashboard* integrando os indicadores de desempenho científico destacados. Este processo iterativo contou com o *feedback* de vários *stakeholders* com o objetivo de melhorar a experiência de utilização e identificar ajustes relevantes. Finalmente, foi feita uma reflexão acerca da gestão a longo prazo e alimentação do *dashboard*, identificando os fatores deste piloto sujeitos a futuros desenvolvimentos.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação tem a seguinte estrutura:

O capítulo 1 apresenta uma contextualização acerca do projeto desenvolvido e quais os principais objetivos a atingir.

O capítulo 2 tem como propósito fornecer uma revisão bibliográfica acerca dos principais temas abordados neste trabalho – bibliometria, *business intelligence*, visualização de dados e *dashboards*.

O capítulo 3 analisa o modelo de avaliação atual de desempenho científico da FEUP, incluindo os processos relacionados com a obtenção da informação científica, os indicadores utilizados e os relatórios produzidos.

O capítulo 4 aborda o processo de construção da ferramenta de visualização dos indicadores de desempenho científico, detalhando as perspetivas de tratamento de dados e desenvolvimento do *dashboard*.

O capítulo 5 oferece uma reflexão acerca da sustentabilidade futura do *dashboard* necessária à total implementação e utilização do mesmo.

O capítulo 6 conclui a dissertação refletindo acerca do trabalho efetuado e de possíveis desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2

Revisão de literatura

As ferramentas de *business intelligence* utilizam os dados disponíveis nas organizações para fornecer informações relevantes para a tomada de decisão das mesmas. Estas ferramentas interrogam e exploram os dados permitindo a geração de relatórios que serão usados pelos órgãos de gestão associados às tomadas de decisões. No âmbito deste projeto, é aplicada a ferramenta de visualização de dados Power BI à gestão de uma instituição de ensino e investigação. A avaliação científica tem métricas e indicadores de desempenho inerentes que são retirados de informação no formato tabular ou de listagem atualmente disponível em bases de dados concebidas para o efeito. A apresentação destes elementos numa plataforma visual, concebida para facilitar a perceção de tendências e informações orgânicas à instituição, é uma clara vantagem.

No presente capítulo, é dada uma contextualização dos conceitos inerentes a este projeto. A primeira secção aborda a bibliometria, atualmente a ciência em que os indicadores de desempenho científico assentam e, na segunda secção, são introduzidas as noções de *business intelligence* e suas ferramentas que estão na base dos desenvolvimentos efetuados no âmbito deste projeto.

2.1 Bibliometria

2.1.1 Contextualização histórica dos métodos de avaliação científica

A bibliometria está entre as técnicas e metodologias desenvolvidas no âmbito das ciências da informação e da biblioteconomia, relativas aos aspetos quantitativos da geração, organização, disseminação e utilização da informação em diversos contextos. Neste campo, é importante distinguir as mais relevantes terminologias existentes, uma vez que os seus campos de atuação podem sobrepor-se resultando em possíveis ambiguidades (Bjørneborn e Ingwersen, 2004).

A bibliometria refere-se à análise quantitativa das publicações de cariz científico e o seu impacto na comunidade académica e na dinâmica da evolução do conhecimento nas mais variadas áreas de estudo, fornecendo um vasto portfolio de indicadores que, quando combinados, possibilitam ter uma visão geral dos avanços no âmbito da investigação científica (King, 1987). O termo “bibliometria” foi proposto em 1969 por Alan Pritchard (Pritchard, 1969), no entanto, o trabalho nesta área remonta ao início do século XX. Um outro termo – bibliografia estatística, foi usado

pela primeira vez em 1922 por E. Wyndham Hulme (Pritchard, 1969). A definição e o objetivo da bibliografia estatística foram caracterizados por declarações que traduzem a necessidade de analisar os processos de comunicação escrita e desenvolvimento de uma certa disciplina através da contagem e análise de publicações. Além disto, o conjunto de estatísticas relativas à produção científica, juntamente com a sua interpretação, poderiam determinar o uso universal ou local de livros ou revistas que revelassem movimentos científicos (Pritchard, 1969). Contudo, segundo Pritchard (1969), o uso da expressão “bibliografia estatística” não era adequado por não ser suficientemente descritivo do assunto a que se refere e, ainda, por poder ser confundido com o estudo da estatística ou bibliografia sobre estatística. Assim surge a bibliometria e a definição dada pelo próprio como “a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos na análise de livros ou outros meios de comunicação” (Pritchard, 1969).

Também em 1969, Vassily V. Nalimov e Z. Mulchenko apresentaram a cienciometria, área do estudo de todos os aspetos relacionados com a literatura da ciência e tecnologia (Hood e Wilson, 2001). Cienciometria e bibliometria são largamente usados como sinónimos, uma vez que, muito da bibliometria é indistinguível da cienciometria, no entanto, o foco da bibliometria é a análise e a medição da literatura em si. Por outro lado, para a cienciometria o foco estende-se à análise das práticas dos investigadores, das estruturas onde se inserem, do papel da ciência e tecnologia na economia de um país ou da gestão da investigação e desenvolvimento (Hood e Wilson, 2001). Segundo Vinkler (2010), a bibliometria tem como principal foco a medição quantitativa dos vários aspetos das publicações científicas enquanto a cienciometria representa uma visão mais abrangente da ciência.

Para além dos dois termos já apresentados, surge ainda em 1979 o termo infometria. Segundo Tague-Sutcliffe (1992), a área da infometria estuda os aspetos quantitativos da informação em qualquer forma, não só em bibliografias e registos, e emitida por qualquer grupo social, não tendo origem exclusiva da comunidade científica. Assim, incorpora, utiliza e estende os estudos da medição de informação além dos limites da bibliometria e da cienciometria.

Mais recentemente, com a introdução das tecnologias de informação na disseminação da produção científica, surgem dois conceitos adicionais muitas vezes usados como sinónimos, a webmetria e a cibermetria (Björneborn e Ingwersen, 2004). Segundo Björneborn e Ingwersen (2004), a webmetria cobre os aspetos quantitativos da construção e uso de informação na *web* baseando-se em abordagens bibliométricas e infométricas. Dentro da *web*, as áreas a destacar são a análise do conteúdo das páginas, da estrutura dos *links*, da utilização das ferramentas de pesquisa e navegação e, ainda, da tecnologia usado incluindo a performance do motor de busca. Por outro lado, Björneborn e Ingwersen (2004) distinguem a cibermetria referindo que esta cobre os mesmos aspetos quantitativos de informação, mas em toda a internet, isto inclui, listas de *emails*, grupos de discussão e outros meios de comunicação na internet, da qual a *web* faz parte. Ambos os conceitos, estão alinhados com os princípios bibliométricos já existentes, mas relacionam uma nova plataforma de exposição de informação que necessita de tratamento especializado.

Na figura 2.1, está explícita a relação entre os campos de atuação das várias técnicas referidas. Após as definições dadas, compreende-se que a infometria inclui os campos sobrepostos da biblio-

metria e cienciometria. A webmetria encontra-se dentro da bibliometria pois todos os documentos na *web* são informação registada guardada em servidores. Ainda, a webmetria é parcialmente sobreposta com a cienciometria pois muitas atividades de produção científica estão sediadas na *web*, enquanto outras ultrapassam os contornos bibliométricos, como conversas pessoais. Como já referido, a webmetria está totalmente dentro do domínio da cibermetria. Por último, a cibermetria excede um pouco os limites da bibliometria pois há atividades no espaço cibernauta que nem sempre são registadas mas comunicadas privadamente (Björneborn e Ingwersen, 2004).

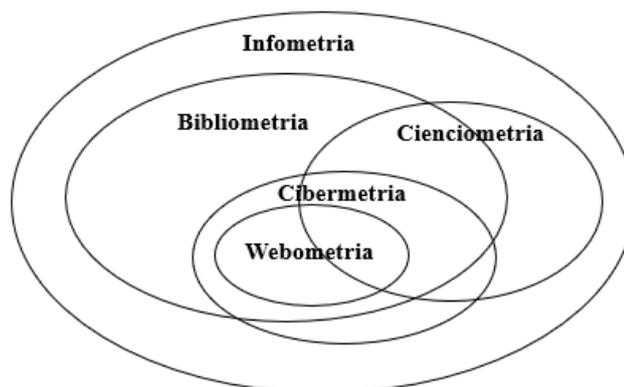


Figura 2.1: Relação entre os campos métricos de informação. Adaptado de: Björneborn e Ingwersen (2004)

2.1.2 Indicadores bibliométricos

A bibliometria é um campo estabelecido e com grande repercussão na comunidade científica nas mais variadas perspetivas. A aplicação de indicadores bibliométricos na avaliação da produção científica é de extrema importância para os investigadores e para as suas organizações, na medida em que é através deles que muitas decisões estratégicas são tomadas, desde alocação de fundos a promoções de recursos humanos. Estes indicadores acabam por revelar o desempenho científico do meio onde são aplicados.

A avaliação da literatura está dividida em duas abordagens: qualitativa e quantitativa (Mattedi e Spiess, 2017).

A abordagem qualitativa fundamenta-se na avaliação do trabalho científico por pares. Estes devem apontar os melhores trabalhos de investigação científica, revelar possíveis erros e reconhecer eventuais más condutas científicas. Os revisores devem ser investigadores ativos na área da publicação em questão. Para testar e legitimar a produção científica, os apoiantes da avaliação por pares defendem que não existem melhores alternativas. No entanto, os críticos desta metodologia apontam enviesamentos e inconsistência na avaliação de publicações, assim como, uma residual relação entre a qualidade do trabalho e a opinião dos revisores (Bornmann, 2008).

A abordagem quantitativa relaciona-se com o desenvolvimento da avaliação da produtividade com base em indicadores bibliométricos associados à contagem de publicações, à reputação das

revistas nas quais se publica e aos padrões de citações. As informações retiradas são de extrema importância pois revelam a dinâmica do funcionamento da comunidade científica (Mattedi e Spiess, 2017). Os indicadores podem refletir a atividade científica contabilizando-a, nomeadamente, o número de publicações e sua distribuição, a produtividade dos autores, colaborações de autoria, entre outros (Sancho, 1990). Para além da atividade, os indicadores que traduzem o impacto científico das publicações são amplamente utilizados como referência. O impacto pode ser visto da perspectiva da publicação, da fonte ou do autor. Um indicador de impacto de uma publicação refere-se ao número de citações calculadas com base no *Science Citation Index* (SCI) do *Institute for Scientific Information* (ISI). Por outro lado, um indicador de impacto de uma fonte prende-se com, por exemplo, o fator de impacto dos jornais/revistas, baseado no *Journal Citation Reports* (JCR) também publicado pelo ISI (Sancho, 1990).

Em 1955 foi pela primeira vez promulgado na revista *Science*, o SCI, uma ferramenta com o objetivo de facilitar a disseminação e obtenção de literatura científica. Esta base de dados multidisciplinar tem dois objetivos: identificar o que cada cientista publicou e onde e quantas vezes as publicações desse cientista foram citadas. Assim, o SCI esteve sempre dividido em duas partes: o *Source Author Index* e o *Citation Index*. A *Web of Science* (WoS) – a versão eletrónica do SCI – liga estas duas funções ao possibilitar a listagem das publicações cronologicamente, por fonte ou por número de citações e também permitir pesquisar individualmente por cientistas. Quanto ao JCR, lançado em 1975, foi baseado no *Journal Citation Index* – listagem do *Author Citation Index* por fonte das publicações. O fator de impacto do JCR foi criado para comparar jornais abrangentes com fontes mais especializadas, com menor número de citações, mas igualmente importantes. O fator de impacto de uma fonte é atualizado a cada dois anos e é calculado com base em dois elementos: no numerador figura o número de citações no ano corrente das publicações citáveis da fonte dos últimos dois anos e no denominador figura o número de publicações citáveis no mesmo espaço de tempo (Garfield, 2007). As publicações citáveis incluem artigos, revisões e *proceedings papers*, segundo a WoS.

Ao nível do autor, um indicador bibliométrico amplamente usado para quantificar a produtividade e o impacto dos investigadores é o *h-index*. Foi introduzido por Hirsch (2005) estabelecendo que um investigador tem um *index h* se *h* das suas *N* publicações têm pelo menos *h* citações cada e as restantes (*N – h*) publicações têm $\leq h$ citações cada. Entre as vantagens da utilização deste indicador bibliométrico encontram-se a possibilidade de permitir caracterizar a produção científica de um autor com objetividade e, portanto, poder desempenhar um papel fundamental de apoio à decisão em situações de prémios, alocação de fundos ou promoções. Por combinar medidas de quantidade com impacto é mais adequado do que qualquer outro indicador individual normalmente usado (número total de publicações, número total de citações, número de publicações altamente citadas, etc) e, ainda, é de fácil obtenção por qualquer pessoa com acesso à base de dados WoS. No entanto, várias limitações foram destacadas, como por exemplo, as diferenças entre padrões de citação e produtividade nas várias áreas de estudo não permitirem a comparação entre os cientistas correspondentes ou a necessidade de introduzir um parâmetro que tenha em conta os anos de carreira dos autores (Costas e Bordons, 2007).

2.1.3 Limitações do uso de indicadores bibliométricos

A avaliação do desempenho da investigação científica, nos vários níveis de agregação – individual ou organizacional, sempre foi difícil. Como já referido, a avaliação da qualidade de um trabalho de investigação está frequentemente ligada à revisão dos pares. Esta tarefa requer tempo, conhecimento e uma grande quantidade de recursos. O facto de o número de publicações científicas ter aumentado exponencialmente nos últimos 50 anos, assim como o nível de especialização das mesmas, tem contribuída para a crescente dificuldade em manter os elevados padrões de qualidade e rigor de avaliação. Desta forma, as organizações estão a apoiar-se em ferramentas mais objetivas e acessíveis como os indicadores bibliométricos. A bibliometria abrange uma grande variedade de abordagens, mas a tentativa de medir o impacto da investigação científica através de indicadores já mencionados, como o fator de impacto ou o h-index, tem sido o grande destaque (Belter, 2015). A sua facilidade de cálculo, objetividade e evidência de alinhamento com a revisão dos pares parece levar a um incremento do seu uso e, muitas vezes, à substituição do método de avaliação qualitativa pelos pares. No entanto, estas métricas têm sido alvo de críticas pois muitas vezes são utilizados fora do contexto adequado e aplicados sem uma compreensão completa do estudo bibliométrico em que se baseiam. Como resultado, acabam por ser erradamente empregues ao medir coisas que não foram desenhados para medir ou fazer comparações que não são capazes de fazer (Belter, 2015). Estes erros passam por: usar o fator de impacto de um jornal/revista para medir o impacto de uma publicação no mesmo, quando o fator de impacto de um jornal/revista é determinado pelas citações de uma pequena fração das suas publicações; comparar os valores de indicadores bibliométricos entre áreas de investigação quando os seus padrões de citação ou frequência de publicação não são semelhantes; ou, ainda, não ter em conta o tempo desde a publicação de um documento – estudos de Abramo et al. (2011) revelam que são necessários dois a três anos para o número de citações ser fiável no cálculo de um indicador bibliométrico (Belter, 2015).

Ao mesmo tempo que a simplificação e objetividade dos indicadores facilita a avaliação dos aspetos produtivos de investigadores e instituições ou da dinâmica de uma disciplina, a própria quantificação da atividade científica pode tornar-se um objetivo a cumprir por quem é avaliado. Há o risco de a avaliação da produtividade levar a comportamentos duvidosos como a autocitação, duplicação de resultados em diversos artigos ou casos de plágio, em vez de cumprir o seu propósito inicial – orientar a política científica e a alocação de recursos (Mattedi e Spiess, 2017).

Destas variadas problemáticas têm resultado manifestos provenientes de instituições, investigadores ou associações que visam alertar para a má orientação da avaliação científica: o Leiden Manifesto apresenta dez princípios pelos quais a avaliação científica através de indicadores se deve reger para que “os investigadores possam responsabilizar os avaliadores e os avaliadores possam responsabilizar os seus indicadores” (Hicks e Wouters, 2015); a *Declaration on Research Assessment* (DORA) “reconhece a necessidade de melhorar a maneira como investigadores e a produção científica são avaliados” e expõe a recomendação geral de que a qualidade de contributos científicos, o contributo de um investigador e decisões de alocações de recursos não deve ser baseada em métricas como o fator de impacto de jornais/revistas (American Society for Cell Biology, 2013).

Tendo em conta a possibilidade de enviesamento e a enorme quantidade de recursos necessários para levar a cabo uma justa avaliação por pares, o uso correto de indicadores bibliométricos torna-se uma boa alternativa. No entanto, pelos riscos já mencionados, conclui-se que o uso de indicadores quantitativos não deve substituir, mas complementar a avaliação por pares. A sua combinação promete resultar numa avaliação mais equilibrada e precisa da produção científica.

2.2 *Business Intelligence*

O conceito de *business intelligence* (BI) abrange as tecnologias, aplicações e processos usados para recolher, armazenar, aceder e analisar dados que possam auxiliar os seus utilizadores a tomarem melhores decisões. As técnicas de BI fornecem capacidades de monitorização do desempenho e das operações de uma determinada organização e, ainda, apoiam os seus responsáveis e respetivos *stakeholders* no desenvolvimento de estratégias competitivas (Aruldoss et al., 2014).

No final dos anos 60, as primeiras aplicações de sistemas de apoio à decisão surgiram para ajudar os gestores a planear e otimizar objetivos e atividades específicas, como planeamento de produção ou a otimização de investimentos (Power, 2008). Estas aplicações foram então associadas ao conceito de sistemas de apoio à decisão que mais tarde se consagra uma área de conhecimento científico. Com o passar dos anos, surge uma variedade de novas aplicações com nomes e características cada vez mais diferenciadas. No início dos anos 90, Howard Dresner, analista da Gartner, adotou a expressão *business intelligence* para descrever todas estas aplicações (Wixom e Watson, 2010). Assim, este conceito ficou intimamente ligado aos sistemas de apoio à decisão. A evolução da terminologia foi também acompanhada por um crescimento do papel das técnicas de BI nas organizações. A implementação de BI tem sido classificada como uma prioridade para as organizações à medida que estas se esforçam para lidar com o crescente volume, velocidade e variedade de dados gerados pelos seus recursos internos e externos (Işik et al., 2013).

As organizações precisam de tecnologias que acedam aos seus dados, organizando-os e armazenando-os, sendo possível a extração de informação que potencie as tomadas de decisão. O âmbito de BI satisfaz estas necessidades recorrendo aos seus vários componentes. Uma típica aplicação de BI tem a seguinte arquitetura:

- *Data warehouse* (DW): um repositório de dados integrado e consolidado a partir de várias fontes recorrendo a ferramentas de ETL;
- Ferramentas de *Extract, Transform and Load* (ETL): integra e aumenta o valor dos dados de acordo com regras uniformizadas de acordo com o modelo do DW. Estas regras são imprescindíveis para o sucesso de um projeto de BI. ETL pode ser dividido em cinco fases: extração, validação, limpeza, conversão e carregamento dos dados;
- Ferramentas analíticas: servem para apresentar ao utilizador os dados que são carregados no DW. Estas ferramentas são variadas e é através delas que o utilizador define os contornos das suas análises e explora os seus resultados (Martin, 2011). Exemplos incluem *Online*

Analytical Processing (OLAP), data mining (DM), ferramentas de visualização, dashboards e ferramentas de integração como Enterprise Resource Planning (ERP) ou Customer Relationship Management (CRM).

O sucesso da implementação de um projeto de BI depende de vários fatores inerentes ao conceito. Estes podem ser vistos de uma perspectiva tecnológica ou organizacional. Tecnicamente, é relevante o facto de as plataformas técnicas e as bases de dados normalizadas interagirem fluidamente entre si. Por outro lado, organizacionalmente, é importante que haja uma estrutura capaz de suportar uma abordagem de BI (Işik et al., 2013). Na primeira perspectiva é possível apontar fatores preponderantes para o sucesso de um projeto como a qualidade dos dados, a integração dos sistemas de BI com os restantes sistemas das organizações e a correta definição do acesso dos utilizadores às ferramentas. Organizacionalmente, é crucial que o sistema de BI seja flexível, isto é, que o apoio à decisão fornecido pelo sistema se mantenha mesmo com as variações que possam ocorrer nos processos, tecnologias ou no ambiente da organização. Idealmente, a implementação das ferramentas de BI deve ser compatível com as aplicações e ferramentas existentes. Adicionalmente, a gestão de risco proporcionada pela informação retirada via BI deve ser substancial. Em todas as decisões de negócio existe risco e incerteza e as organizações podem servir-se da implementação de BI para minimizar estes fatores. O possível grau de minimização inerente ao projeto específico de BI pode ser determinante para a sua adoção e, conseqüentemente, para o seu sucesso (Işik et al., 2013).

A reunião dos fatores atrás mencionados pode gerar algum nível de complexidade, no entanto, as vantagens associadas ao BI são diversas. Algumas destas vantagens são tangíveis sendo fáceis de medir como, por exemplo, a redução dos processos manuais relativos a relatórios. No entanto, outras vantagens, menos mensuráveis, incluem a abertura a novos tipos de estratégia resultantes de uma compreensão da informação com novos contornos (Wixom e Watson, 2010). Na figura 2.2 é apresentado o alcance das vantagens proporcionadas no âmbito de BI. De notar que os pontos mais tangíveis têm mais impacto ao nível local, por exemplo de um departamento, e as vantagens menos tangíveis podem ter impactos ao nível da organização (Wixom e Watson, 2010).

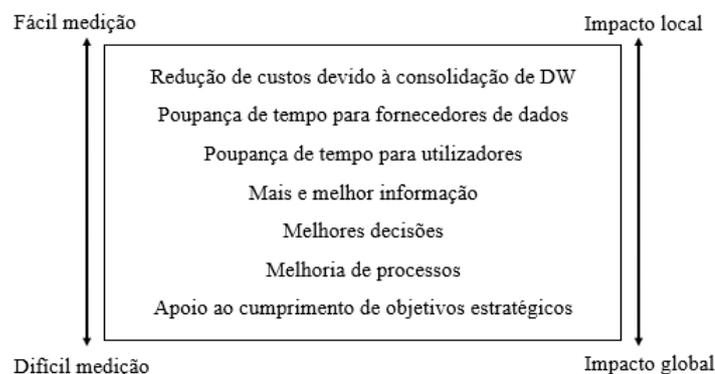


Figura 2.2: Vantagens no âmbito de BI. Adaptado de: Wixom e Watson, (2010)

Resumindo, é importante que a aplicação de BI numa organização permita cobrir aspetos desde

a monitorização do desempenho e operações até à obtenção de *insights* que auxiliem tomadas de decisões estratégicas, reforçando assim a vantagem holística deste conceito abrangente.

2.2.1 Visualização de dados

A visualização de dados consiste na exploração visual e na representação de dados de qualquer tamanho, origem ou estrutura. Sendo um campo interdisciplinar, a visualização de dados reúne a psicologia, tecnologia, arte e a tomada de decisão para proporcionar aos utilizadores a última etapa da experiência total de BI. Neste contexto, é importante visualizar indicadores chave de forma fácil e rápida influenciando diretamente as tomadas de decisão e, ainda, fornecer uma forma visual e interativa de explorar dados. Sendo assim, a visualização de dados assenta principalmente nos objetivos de comunicação, análise de informação e apoio à decisão. A compreensão e capacidade de resolução de problemas aumentam quando há a visualização direta dos dados. Estas técnicas providenciam sugestões visuais que direcionam facilmente os utilizadores para áreas de interesse ou de contraste e, ainda, exploram o sistema visual humano retirando informações adicionais, nomeadamente o que se vulgarmente denomina como intuição (Zheng, 2017).

A visualização de dados tem vindo a crescer rapidamente nos últimos anos como parte de um movimento que enfatiza o *self service* na área de BI. Neste contexto, o *self service* refere-se à possibilidade de utilizadores casuais poderem preparar e analisar dados com ferramentas fáceis de usar sem estarem dependentes de utilizadores especialistas e das suas análises mais complexas (Michalczyk et al., 2020). O facto de mais utilizadores conseguirem interagir com as ferramentas de BI permite alargar a distribuição da informação dentro de uma organização, possibilita a elaboração de uma maior variedade de interpretações dos dados e ainda proporciona que mais entidades dentro da organização desenvolvam uma compreensão uniforme dessas mesmas interpretações (Peters et al., 2016).

Das ferramentas de visualização de dados existentes, o Power BI e o Tableau são das mais utilizadas e conceituadas no que diz respeito a *self service* BI (SSBI). O Power BI é desenvolvido pela Microsoft constituindo uma plataforma que oferece um grande leque de ferramentas analíticas para a construção de relatórios e *dashboards*, desde a preparação dos dados à sua visualização. O Power BI tem muitas vantagens incluindo a sua interface *user-friendly* e permite aos utilizadores uma rápida curva de aprendizagem o que é relevante sendo uma ferramenta de SSBI. Apresenta ainda conectividade com uma grande variedade de fontes de dados, tem um grande leque de visuais prontos a utilizar na criação de *dashboards* e relatórios e, ainda, fornece a possibilidade de carregar visuais personalizados. Já o Tableau é reconhecido pela sua notável capacidade de visualização e por uma boa performance a lidar com grandes quantidades de dados, sendo também de fácil utilização. Comparando as duas ferramentas diretamente, é de realçar uma maior inflexibilidade no preço do Tableau, no entanto, a sua capacidade visual e performance são notórias. Por outro lado, o Power BI tem vantagem na conectividade e na capacidade analítica proporcionando poderosos instrumentos de ETL. Concluindo, é importante perceber os requisitos da organização na qual se vai implementar a ferramenta de SSBI escolhendo a mais adequada (Ali et al., 2016).

2.2.2 Dashboards

Com os avanços das tecnologias de informação as organizações geram e lidam com cada vez maiores quantidades de dados. O fenómeno recorrente de *information overload*, onde os órgãos de gestão são bombardeados frequentemente com informação pouco organizada e desprovida de uma boa apresentação, distrai a atenção das tomadas de decisão a fazer, em vez de as guiar e facilitar. Assim, os *dashboards* fornecem uma solução para este problema ao incluir num único sítio informações relativas ao desempenho ou outros elementos retirados através de BI (Yigitbasioglu e Velcu, 2012). Segundo Few (2006), um *dashboard* representa uma disposição visual da informação mais importante necessária para atingir um ou mais objetivos, consolidada e organizada num único ecrã para que possa ser monitorizada de relance.

É expectável que a implementação de um *dashboard* numa organização melhore o processo de tomada de decisão ao amplificar a cognição dos utilizadores e capitalizando a suas capacidades perceptivas (Yigitbasioglu e Velcu, 2012). Um *dashboard* oferece consistência entre departamentos ou unidades aquando da utilização e cálculo de métricas, permite a monitorização do desempenho, pode ser usado para planear os objetivos e estratégias a seguir e, ainda, para comunicar informações a *stakeholders* importantes. É possível extrair um conhecimento holístico de uma organização ao analisar os seus *dashboards*, não só pela observação das métricas, mas também, pela escolha das mesmas refletindo as prioridades da instituição (Pauwels et al., 2009).

Few (2006) enfatiza ainda que um *dashboard* é uma forma de apresentação e não um tipo de informação ou tecnologia. Um design eficaz é crucial na construção de *dashboards*. Uma boa organização dos elementos irá comunicar eficazmente aos utilizadores aspetos chave criando um acesso fácil a informação de suporte à organização (Peters, 2004). O design de um *dashboard* atenta dois tipos de características: visuais e funcionais. As características visuais relacionam-se com os princípios da visualização de dados, isto é, quão eficazmente e eficientemente a informação é apresentada ao utilizador. As características funcionais estão indiretamente relacionadas com a visualização mas descrevem o que o *dashboard* consegue fazer.

Os *dashboards* entregam a informação através da visualização, isto é, o uso interativo de representações visuais de dados para ampliar a cognição do utilizador. Este processo é facilitado pela aplicação de atributos visuais como a forma, posição, cor e atributos textuais como texto e símbolos. A visualização é eficaz quando a informação percecionada reflete a informação real e é eficiente quando a quantidade máxima de dados é absorvida no menor tempo possível (Yigitbasioglu e Velcu, 2012). Uma das sugestões para alcançar a eficácia e eficiência da visualização é o uso adequado dos visuais às métricas pretendidas, pois alguns gráficos podem causar o enviesamento da decisão ao causar ilusões visuais (Peters, 2004). Outras recomendações incluem o cuidado no excesso do uso de cores para realçar informação, uma vez que, esta pode distrair o utilizador e ainda maximizar o rácio *data-ink* que mede a proporção entre a tinta ou *pixels* usados para apresentar dados e a total quantidade de tinta ou *pixels* usados no *dashboard* inteiro (Yigitbasioglu e Velcu, 2012).

Funcionalmente, o *dashboard* depende do seu propósito, capacidades e personalidade do utilizador. Assim, é importante que o *dashboard* incorpore flexibilidade e interação, isto é, seja capaz de revelar diferentes formatos de dados e vários níveis de agregação. Apesar de ser recomendado que um *dashboard* caiba num único ecrã de computador, a informação apresentada deve abrir uma porta para mais detalhe. Desta forma, a interatividade através da opção de *drill down* nas dimensões dos dados permite obter uma maior compreensão dos mesmos. Torna-se, assim, uma solução elegante de apresentação de informação e adequada para utilizadores com diferentes conhecimentos e personalidades. No que toca à flexibilidade, é uma boa estratégia apresentar um *dashboard* que permite melhorias fáceis de implementar, uma vez, que à partida pode não se saber qual o objetivo concreto do mesmo (Yigitbasioglu e Velcu, 2012).

Concluindo, um *dashboard* deve ser conciso, simples e fácil de usar. Isto permitirá que o foco do utilizador esteja nas partes mais relevantes e urgentes dos dados.

Capítulo 3

Gestão da atividade científica na FEUP

O acompanhamento da evolução dos indicadores de desempenho científico é crucial para o cumprimento das metas estratégicas delineadas pela Faculdade e para a melhoria contínua da sua gestão interna relativamente à investigação científica. Assim, um relatório de análise da produção científica da FEUP é elaborado, anualmente, pelo Gabinete de Estudos e Apoio à Gestão (GEAG) da Faculdade.

Este relatório apresenta-se na forma de uma compilação de indicadores referentes à contabilização das publicações, à particularização da sua área de estudo, ao seu impacto na comunidade científica e à produtividade dos docentes e investigadores (D&I) doutorados da FEUP. Para além de garantirem a monitorização do desempenho, estes indicadores possibilitam ações de *benchmarking* interno entre departamentos e unidades de I&D e, ainda, com outras instituições de ensino superior e unidades orgânicas da UP. O relatório analisa a produção científica agregada de cinco anos com um desfasamento de dois anos para o ano corrente, a título de exemplo, em 2021 a análise será relativa ao quinquénio 2014-2019.

3.1 Obtenção dos dados

Os relatórios de análise da produção científica têm como base os dados fornecidos pela Reitoria da UP relativos às publicações científicas com autoria de D&I da FEUP. Estes dados acerca das publicações são retirados da plataforma WoS, da *Clarivate Analytics*, nas bases *Science Citation Index Expanded*, *Social Sciences Citation Index* e *Arts and Humanities Citation Index*, independentemente da língua em que se encontram e do tipo de documento. Adicionalmente, cada publicação é categorizada de acordo com a sua área científica, utilizando a classificação *Fields of Research and Development* (FORD) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e as tabelas de conversão da *Web of Science Category* – categoria OCDE, disponibilizadas pela Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC). Toda esta informação é disponibilizada anualmente ao GEAG, no formato de um ficheiro Microsoft Excel. Os atributos de cada publicação presentes neste ficheiro, como o título, os autores, os tipos de documento, entre outros, podem ser consultados na Tabela B.1 do Anexo B.

O desfasamento de dois anos na análise das publicações, referido previamente, deve-se ao facto de existir uma considerável demora na indexação das publicações à WoS. Para criar um contexto comparável entre anos é recomendável um descompasso de dois anos, com o objetivo de a contabilização do número de publicações num dado ano ser o mais completa possível. Relativamente à agregação da análise em quinquénios para determinados indicadores, justifica-se pelo interesse de investigar a evolução temporal da produtividade e, ainda, pelo dever de atualização do número de citações das publicações com o decorrer do tempo.

3.2 Produção do relatório

Após a receção dos dados das publicações o GEAG procede ao tratamento dos mesmos. É necessária uma validação de correspondência entre o título de uma publicação e o autor da mesma, uma vez que, a autoria e a afiliação de cada publicação não é colocada pelos autores de maneira uniforme. Simultaneamente, é feito um cruzamento entre o autor e a base de dados de recursos humanos da FEUP sendo feita a atribuição da publicação aos departamentos e unidades de I&D correspondentes. O conjunto destas duas etapas é de extrema importância para obter uma análise fidedigna e justa. Com a validação dos dados concluída e os atributos relevantes reunidos, os indicadores de desempenho científico são calculados.

Ao longo do relatório, a análise abrange vários níveis de agregação de modo a alcançar o maior número de *stakeholders* possível e permitir as ações de *benchmarking* necessárias. Os indicadores são sempre determinados de uma perspetiva geral da Faculdade e por departamento. São também considerados indicadores de quantidade, qualidade e produtividade nas unidades de I&D contabilizando apenas os D&I doutorados contratados pela FEUP.

3.2.1 Indicadores de desempenho científico

Os indicadores apresentados no relatório (GEAG, 2020) referem-se às atividades de investigação traduzindo a sua contabilização, descrição e produtividade, e ainda, o impacto das mesmas na comunidade científica.

- **Número total de publicações**

Este indicador contabiliza o número total de publicações associadas à FEUP. É calculado de forma global para a instituição e, ainda, é aplicado a cada departamento e unidade de I&D pelo método de contagem fracionada. No caso de uma publicação abranger mais que um departamento ou unidade de I&D, o método de contagem fracionada define-se pela divisão de uma publicação igualmente por cada departamento ou unidade de I&D. A título de exemplo, se uma publicação tiver três autores, um do Departamento de Engenharia Civil e dois do Departamento de Engenharia Mecânica, esta é dividida pelos dois departamentos sendo atribuída uma pontuação de 0,5 a cada um.

- **Número médio de publicações por D&I doutorado ETI (equivalente a tempo integral)**

Diretamente ligado à produtividade científica, este indicador é também determinado para as três perspectivas já mencionadas: FEUP, departamento e unidade de I&D. O número de D&I doutorado ETI considerado é o registado a 31 de dezembro do ano anterior ao ano em análise e, mais uma vez, é usado o método de contagem fracionada. De notar que o valor ETI atribuído a cada D&I depende do seu vínculo com a FEUP, isto é, da percentagem de dedicação presente no seu contrato de trabalho.

- **Número de publicações por tipo de documento**

Este indicador tem particular relevância por demonstrar o número de publicações citáveis produzidas na FEUP e em cada departamento. Uma publicação citável corresponde ao tipo de publicação que é passível de ser citada segundo a WoS. As publicações citáveis consideradas são os artigos, as revisões e os *proceedings papers* considerados na WoS.

- **Número de publicações com colaboração internacional**

Indicador relacionado com a cooperação internacional presente nos objetivos estratégicos da FEUP. Representa o número de publicações com coautoria de autores afiliados a instituições estrangeiras.

- **Número de publicações por área científica (FORD de nível 1)**

Este indicador permite analisar a distribuição das publicações da FEUP e de cada departamento por área científica. O método de contagem fracionada é utilizado no caso de mais de uma área científica ser atribuída à publicação. As áreas científicas consideradas são: Engenharia e Tecnologia, Ciências Exatas e Naturais, Ciências Agrícolas, Ciências Médicas e da Saúde, Humanidades e Ciências Sociais.

- **Número de publicações por subárea de Engenharia e Tecnologia (FORD de nível 2)**

Sendo a FEUP uma faculdade dedicada principalmente à engenharia e à tecnologia, é relevante perceber a distribuição das publicações pelas suas subáreas: Biotecnologia Industrial, Biotecnologia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia do Ambiente, Engenharia dos Materiais, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Mecânica, Engenharia Médica, Engenharia Química, Nanotecnologia e outras Ciências da Engenharia e Tecnologia. A distribuição é analisada por departamento e é utilizado o método de contagem fracionada.

- **Número de publicações por quartil**

A qualificação dos quartis é baseada no fator de impacto disponível no *Journal Citation Reports* (JCR). O quartil é obtido através da divisão em quatro partes de um conjunto de jornais/revistas de uma categoria, ordenados pelo fator de impacto, resultando numa classificação em quartis: Q1, Q2, Q3 e Q4, por ordem decrescente de desempenho. Esta categorização serve de apoio à comparação entre jornais/revistas dentro da mesma categoria, com base no fator de impacto. No caso de uma publicação pertencer a mais do que uma área

no JCR é considerado o quartil mais elevado. Este indicador permite localizar as publicações da FEUP e dos departamentos de acordo com a influência dos jornais/revistas onde são publicados.

- **Número de citações por publicação citável**

Indicador que revela o alcance e influência das publicações citáveis junto da comunidade científica. O número de citações é retirado da WoS. É atualizado anualmente e é calculado para o total das publicações da FEUP do quinquénio e para cada departamento.

- **Número de publicações altamente citáveis**

As publicações altamente citáveis calculam-se para o quinquénio e designam-se como as que pertencem ao top 1% de publicações mais citadas da sua área científica e ano de publicação, segundo a categorização da WoS. Este é o derradeiro indicador da influência das publicações na comunidade.

3.3 Conclusões e oportunidades

Uma vez concluída a determinação destes indicadores de desempenho científico, é apresentado aos órgãos de gestão científica da FEUP um relatório e um documento de apoio ao mesmo, em Microsoft Excel, com as conclusões retiradas relativamente ao quinquénio em análise.

As principais conclusões são relativas à evolução da performance científica da FEUP. É ainda possível fazer uma comparação interdepartamental ao nível dos diversos indicadores e também avaliar a produtividade dos D&I doutorados inseridos nas unidades de I&D. Adicionalmente, acedendo a dados externos, é permitida a comparação entre o desempenho científico da FEUP e das restantes unidades orgânicas da UP e, também é possível a comparação com outras entidades de investigação nacionais.

Apesar das informações importantes retiradas do relatório de produção científica, não está desenhada a possibilidade de uma análise exploratória dos detalhes de cada publicação por parte dos devidos *stakeholders*. Cada *stakeholder*, desde a Direção da FEUP aos diretores de departamento, têm diferentes exigências ao nível da monitorização da performance do desempenho científico. Apesar de as respostas necessárias se encontrarem nos dados organizados pelo GEAG, não é permitida uma análise de desempenho individual nem personalizada de acordo com os diferentes objetivos e níveis de agregação pretendidos.

A oportunidade de esmiuçar os dados relativos às publicações permite retirar conclusões acerca de outros atributos das mesmas não apresentados nos relatórios de produção científica. Consequentemente, isto leva à reflexão acerca dos indicadores de desempenho científico atualmente empregues e de eventuais adições de informação. A exploração das publicações leva também a um aumento da transparência e exatidão das análises de desempenho científico, individual e a diversos níveis de agregação.

Assim, a construção de uma ferramenta de visualização que reúna a informação científica relevante uniformemente, que possibilite uma interação fácil e intuitiva com a mesma e que responda aos requisitos funcionais dos vários órgãos de gestão, potenciará o acompanhamento do desempenho e gestão dos recursos da Faculdade.

Capítulo 4

Desenvolvimento da ferramenta de visualização

Após o estudo dos métodos atuais de gestão científica da FEUP e reconhecimento das oportunidades de melhoria da mesma, detalhados no capítulo 3, o processo de desenvolvimento do *dashboard* foi iniciado.

Primeiramente, é essencial o levantamento de requisitos por parte dos utilizadores da ferramenta. De seguida, com o objetivo de corresponder aos objetivos propostos para o *dashboard*, deverá fazer-se o tratamento dos dados resultando numa base de dados adequada à introdução no Power BI, *software* utilizado neste projeto. Posteriormente, o *dashboard* é criado atendendo às exigências identificadas e apresentado aos *stakeholders* para validação da sua usabilidade e relevância.

4.1 Levantamento de requisitos

A realização do *dashboard* de apoio à gestão científica na FEUP é do interesse de toda a comunidade produtora de conhecimento. No entanto, os intervenientes com funções diretas de administração de recursos e acompanhamento do desempenho têm um papel preponderante na definição das funcionalidades desta ferramenta. Assim, o levantamento de requisitos foi feito com base em reuniões com o GEAG e um membro da pró-direção da FEUP.

Como mencionado anteriormente, uma das grandes vantagens de uma ferramenta de visualização, neste contexto, é a possibilidade de ver os detalhes das publicações em adição aos indicadores que traduzem a quantidade e o impacto das mesmas. Portanto, desde o início foi sublinhada a necessidade de esmiuçar os atributos das publicações retirados da WoS, ao mesmo tempo que foi mantida a relevância da apresentação dos indicadores de desempenho apresentados na secção 3.2.1.

4.1.1 Perspetivas de visualização da informação

Os níveis de agregação a partir dos quais a informação seria apresentada foram também alvo de reflexão. É importante diferenciar no *dashboard* as diferentes perspetivas às quais os indicadores se aplicam e, assim, facilitar a navegação e atender às variadas solicitações dos *stakeholders*.

Como já praticado no relatório de produção científica do GEAG, as três principais perspetivas identificadas foram a relativa ao desempenho geral da Faculdade, à performance de cada departamento e, ainda, a perspetiva relativa às unidades de I&D. No entanto, com a visualização mais pormenorizada dos dados das publicações, surgiu a oportunidade de potenciar uma nova perspetiva com foco ao nível individual de cada D&I doutorado que contribui para a produção científica da FEUP. O foco individual do autor considera-se uma subperspetiva, uma vez que estará enquadrada na atividade do seu próprio departamento.

Na figura 4.1 encontra-se um esquema dos níveis de agregação através dos quais se apresentam os vários indicadores de desempenho e detalhes das publicações.

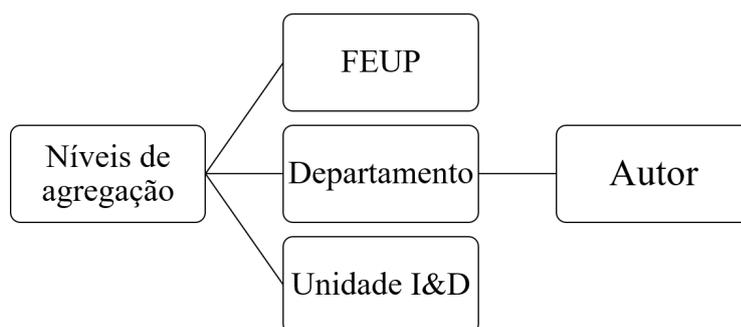


Figura 4.1: Perspetivas de apresentação do *dashboard*

4.1.2 Requisitos adicionais

Uma vez definidas as perspetivas às quais se aplicam os indicadores de desempenho, foram estabelecidas as restantes funcionalidades que o *dashboard* deveria apresentar.

- **FEUP**

Relativamente ao desempenho geral da FEUP, os indicadores seleccionados são os mesmos considerados nos relatórios de produção científica anteriores, mencionados na secção 3.2.1, não havendo adições a apontar. Foi considerado que os detalhes das publicações deveriam ser visualizados num menor nível de agregação facilitando, assim, a compartimentação da informação.

- **Departamento**

Na perspectiva do departamento foi identificada a necessidade de proceder à contagem total das publicações em vez da contagem fracionada previamente utilizada, isto é, uma publicação não é dividida pelos vários departamentos à qual está associada. Este tipo de contagem permite uma melhor percepção da atividade do departamento uma vez que a contabilização final das publicações é inteira. Para além dos indicadores de desempenho gerais, comuns aos da FEUP, os requisitos de informação relativamente aos departamentos incluem a visualização da lista total de publicações associadas, assim como a lista de publicações citáveis e a lista de publicações altamente citadas. Os atributos de cada publicação apresentados são o seu ano de indexação à WoS, o título, os autores, o jornal/revista onde foi publicada e, finalmente, o quartil. Adicionalmente, as mesmas listas são apresentadas mas apenas com o autor associado ao departamento. Deverá ainda existir a possibilidade de uma listagem dos jornais e revistas onde o material é publicado. Estas funcionalidades permitem uma análise exploratória dos dados que acaba por apoiar os indicadores calculados.

- **Autor**

Adicionalmente, foi identificada a oportunidade de visualizar informação relativa à performance individual de cada contribuidor científico associado ao departamento. A avaliação individual não é exclusivamente quantitativa, como foi possível explorar na secção 2.1.2, no entanto é importante ter uma perspectiva da performance dos D&I doutorados no contexto do departamento auxiliando a gestão do mesmo. Há ainda, no contexto da Faculdade, questões de reconhecimento científico entre os pares a ter em conta. Como já referido, a validação de correspondência entre publicações e respetivos autores é um passo crucial no tratamento dos dados. Uma análise individual permitirá uma revisão da informação o que, consequentemente, aumentará a transparência e a fiabilidade dos indicadores em todas as perspectivas.

Relativamente à subperspetiva individual, é esperada a listagem dos D&I doutorados de cada departamento que têm material publicado com os seguintes detalhes: número de publicações de cada autor, número de publicações citáveis, número de publicações no Q1, número médio de citações por artigo e o indicador de artigos equivalentes em autoria integral (AEAI) utilizado na atribuição de um diploma de reconhecimento científico pela FEUP. O AEAÍ é um indicador calculado para cada D&I em que cada artigo contribui aditivamente segundo a fórmula, $2/(N + 1)$, onde N corresponde ao número total de autores por artigo. Tendo em atenção a importância da transparência no acesso aos dados, para além do número de publicações de cada autor, é expectável averiguar os detalhes dessas mesmas publicações. Servindo de enquadramento a estas listagens, foi sentida a necessidade de visualizar informações orgânicas ao departamento relativamente aos D&I doutorados, nomeadamente, o número de D&I doutorados do departamento, a percentagem de D&I doutorados inseridos em unidades de I&D e a sua distribuição pelas mesmas.

- **Unidades de I&D**

De modo a monitorizar a atividade científica inserida nas unidades de I&D, consideraram-se relevantes os indicadores gerais quantitativos de número de publicações de cada unidade, assim como, a percentagem de publicações da FEUP associadas a unidades de I&D. Mais uma vez, foi sentida a necessidade de transitar entre os modos de contagem total e fracionada. Adicionalmente, será apresentada a contagem de D&I doutorados com contrato com a FEUP em cada unidade. Organicamente, estabeleceu-se a apresentação da classificação de cada unidade de I&D por parte da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), indicador de qualidade de cada entidade.

4.2 Tratamento dos dados

Para a execução do *dashboard* foram utilizados os dados retirados da WoS relativos às publicações da FEUP dos anos 2017 e 2018. Atendendo aos requisitos mencionados na secção 4.1.2, foi necessário selecionar todos os campos relevantes que permitem caracterizar um sistema de informação adequado a este projeto. Neste caso, para corresponder às solicitações, os dados provenientes da WoS foram relacionados com a listagem de D&I doutorados com contrato com a FEUP, assim como, com as informações orgânicas relativas ao número de D&I doutorado ETI por departamento e por unidade de I&D.

Iniciando a análise aos dados retirados da WoS provenientes da reitoria da UP, apresentados na Tabela B.1 do Anexo B, foram considerados relevantes os seguintes campos: ano de publicação, título, jornal/revista, autores, tipo de documento, área de investigação, publicação altamente citada (sim ou não) e o número de citações.

Adicionalmente, a partir destes campos é retirada a informação do quartil a que o jornal/revista pertence recorrendo ao JCR, a área FORD nível 2 de Engenharia e Tecnologia através das tabelas de conversão WoS *Category* – categoria OCDE e, ainda, se a publicação é fruto de uma colaboração internacional ou não. Concluídos estes passos, está reunida a informação relevante obtida direta ou indiretamente da WoS sumariada na tabela 4.1.

Tabela 4.1: Atributos de uma publicação obtidos da WoS

Atributo
Ano de publicação
Título
Jornal/revista
Autores
Tipo de documento
FORD nível 1
FORD nível 2
Quartil
Publicação altamente citada
Colaboração internacional
Número de citações

Após esta etapa, os autores de cada publicação são cruzados com a listagem de D&I doutorados com contrato com a FEUP num dado ano. A informação proveniente dos serviços de recursos humanos da FEUP inclui o número mecanográfico do docente ou investigador, o seu nome completo, o seu departamento e a unidade de I&D a que pertence. Uma vez feito o cruzamento, cada publicação fica dotada dos campos necessários à sua caracterização. No entanto, se uma publicação estiver associada a mais do que um departamento, unidade de I&D e áreas FORD nível 1 e 2, à luz do método de contagem fracionada, é necessário calcular a pontuação atribuída a cada um desses campos. Na Tabela 4.3, encontra-se um exemplo deste processo de atribuição.

Tabela 4.2: Exemplo de aplicação do método de contagem fracionada a uma publicação

Título	Autor	Departamento	Unidade I&D	FORD1	FORD2	Pont.Dept	Pont.Uni	Pont.FORD1	Pont.FORD2
Pub1	X	DEMec	LAETA	Eng.Tec.	Eng. Mec.	0,33	0,5	0,5	1
Pub1	Y	DEGI	INESC TEC	Eng.Tec.	Eng. Mec.	0,33	0,5	0,5	1
Pub1	Z	DEF	LAETA	Eng.Tec.	Eng. Mec	0,33	0,5	0,5	1
Pub1	X	DEMec	LAETA	C. Exatas	-	0,33	0,5	0,5	1
Pub1	Y	DEGI	INESC TEC	C. Exatas	-	0,33	0,5	0,5	1
Pub1	Z	DEF	LAETA	C. Exatas	-	0,33	0,5	0,5	1

Cada combinação diferente de atributos tem uma pontuação atribuída nas dimensões referidas. Há ainda uma pontuação atribuída a cada publicação relativa ao AEAI que apenas depende do número de autores do artigo.

Adicionalmente, cada departamento e cada unidade de I&D tem um número de D&I doutorado ETI diferente por ano. Esta informação também tem que ser tida em consideração nomeadamente para o cálculo da produtividade média dos D&I doutorados.

Todos os dados referidos até este ponto são extraídos e tratados em folhas de cálculo Microsoft Excel. Assim, a introdução no Power BI é feita nesse formato. Nas Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 encontram-se sumariados os campos introduzidos. A Tabela 4.3 refere-se às características finais de cada publicação depois dos processos de tratamento, a Tabela 4.4 é referente aos dados dos autores da FEUP e as Tabelas 4.5 e 4.6 referem-se aos atributos dos departamentos e unidades I&D. Os dados das Tabelas 4.4, 4.5 e 4.6 são fornecidos pelos serviços de recursos humanos da FEUP.

Tabela 4.4: Atributos dos D&I a introduzir no Power BI

Atributo
Número mecanográfico
Nome completo
Departamento
Unidade de I&D
Ano

Tabela 4.3: Atributos de cada publicação a introduzir no Power BI

Atributos	Descrição
Ano de publicação	Ano de indexação à WoS
Título	Título da publicação
Autores	Nome de todos os autores da publicação independentemente da afiliação
Autor FEUP	Nome do autor com contrato com a FEUP
Número mecanográfico	Número identificador do autor da FEUP
Departamento	Departamento ao qual o autor da FEUP pertence
Unidade I&D	Unidade I&D à qual o autor da FEUP pertence
Tipo de documento	Tipo de publicação (ex: artigo, revisão, etc)
FORD 1	Área científica em que a publicação se insere
FORD 2	Subárea de Engenharia e Tecnologia em que a publicação se insere
Jornal/Revista	Onde o material foi publicado
Quartil	Quartil do jornal/revista
Publicação altamente citada	Se a publicação é altamente citada ou não de acordo com a WoS
Colaboração internacional	Se a publicação tem coautoria estrangeira
Número de citações	Número de citações de acordo com a WoS à data da extração da informação
Pontuação do departamento	Pontuação atribuída ao departamento no caso de contagem fracionada
Pontuação da unidade I&D	Pontuação atribuída à unidade I&D no caso de contagem fracionada
Pontuação FORD 1	Pontuação atribuída à FORD nível 1 no caso de contagem fracionada
Pontuação FORD 2	Pontuação atribuída à FORD nível 2 no caso de contagem fracionada
Pontuação AEAI	Pontuação de artigos equivalentes em autoria integral atribuída a cada autor do artigo

Tabela 4.5: Atributos dos departamentos a introduzir no Power BI

Atributo
Nome do departamento
Ano
Número de D&I doutorado ETI

Tabela 4.6: Atributos das unidades de I&D a introduzir no Power BI

Atributo
Nome da unidade de I&D
Instituição de Gestão Principal
Ano
Classificação (FCT)
Número de D&I doutorado ETI

Depois da organização dos dados em ficheiros Microsoft Excel é iniciado o processo de ETL no Power BI, cujos princípios foram já enunciados na secção 2.2. O Power BI tem incorporada uma ferramenta de transformação e preparação de dados, o Power Query, e é partir desta que o processo ETL é realizado. O Power Query extrai os dados pretendidos dos ficheiros Microsoft Excel, tem uma interface gráfica para os manipular e, por fim, carrega os dados tratados e no formato pretendido num DW. Após o processo de ETL, os dados estão prontos para serem modelados recorrendo ao Power Pivot, também incorporado no Power BI. Na figura 4.2 encontra-se

representado, em linguagem de modelação visual, o modelo de dados a incorporar na criação do *dashboard*.

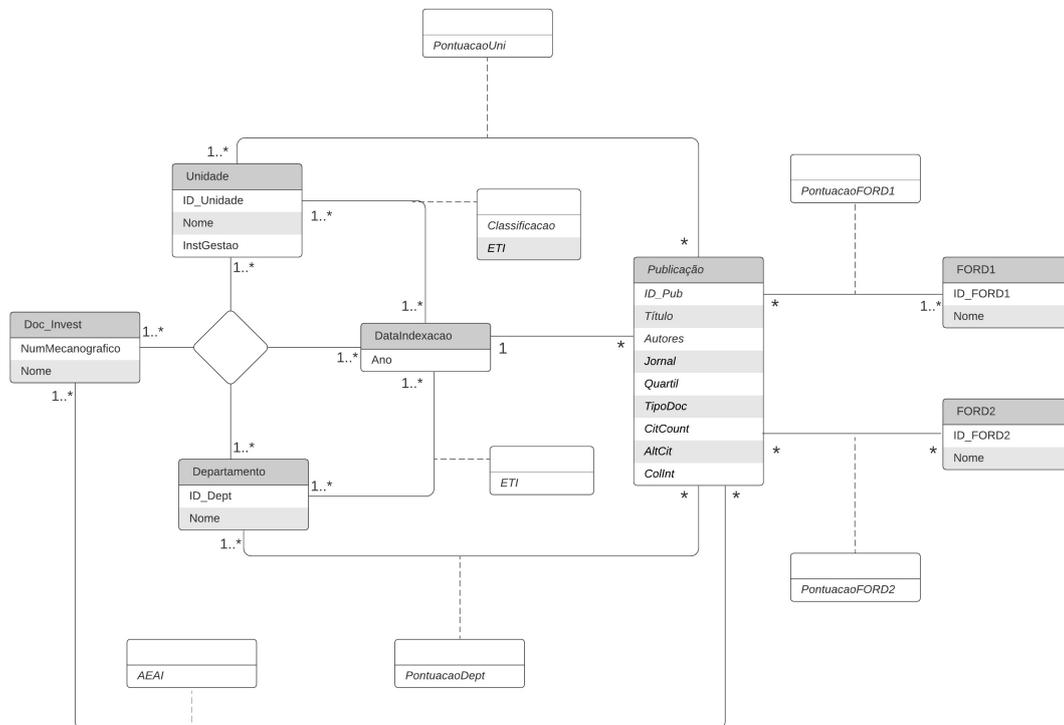


Figura 4.2: Modelo de dados conceptual em *Unified Modelling Language* (UML)

4.3 Dashboard

Uma vez concluído o tratamento dos dados foi iniciado o design do *dashboard*. Como já mencionado, a gestão da atividade científica da FEUP passa pela análise de várias perspetivas referentes aos meios onde se executam as atividades de investigação. Dessa forma, o *dashboard* criado pretende entregar uma visualização limpa e compreensível aliada a uma navegação intuitiva, permitindo extrair conhecimento relevante acrescentando melhorias aos sistemas de gestão existentes. O processo de criação do *dashboard* foi iterativo tendo sempre em conta as contribuições dos futuros utilizadores. A apresentação do *dashboard* é feita na presente secção, no entanto, um vídeo explicativo da sua navegação pode ser consultado no seguinte link: <https://drive.google.com/drive/folders/1nPGMIYmtJt36grH6KZhzH0jHYpGzmAdn?usp=sharing>.

Como identificado na secção 4.1.1, as necessidades de visualização passam por três grandes blocos de informação: FEUP, departamento e unidade de I&D. Assim foram criadas várias páginas contendo os indicadores correspondentes a cada perspetiva. Como ilustrado na Figura 4.3, no início do relatório, é possível escolher em qual dos blocos se pretende navegar e, também,

consultar informações acerca dos indicadores presentes no *dashboard* (Figuras C.1, C.2, C.3 e C.4 do Anexo C).



Figura 4.3: Página inicial

As várias páginas têm uma apresentação consistente ao nível da organização da informação, cores e visuais:

- Todas contêm uma área dedicada à navegação e uma área de filtros. A área de navegação é dedicada à transição entre perspetivas e a área dos filtros depende de cada perspetiva;
- As cores são predominantemente as utilizadas nos vários logótipos da FEUP;
- Os principais visuais disponíveis no Power BI utilizados foram os cartões, os gráficos de barras horizontais e verticais, os gráficos de linhas e as tabelas. Os cartões são os visuais mais adequados para destacar números únicos, neste caso, os vários indicadores de atividade e impacto relevantes em cada perspetiva. Os gráficos de barras são os mais indicados para fazer comparações entre várias dimensões proporcionando uma fácil leitura. Os gráficos de linhas foram incluídos com o intuito de realçar a evolução temporal de alguns dos indicadores. Por último, as tabelas são o visual apropriado para apresentar listagens de dados, no presente caso, detalhes de publicações e autores.

4.3.1 Perspetiva de desempenho geral da FEUP

Começando por detalhar a primeira página da perspetiva de desempenho geral da FEUP, na Figura 4.4, os filtros referem-se ao ano de indexação das publicações, comum a todas as páginas e, ainda, à possibilidade de ver a evolução temporal das publicações por departamento, num gráfico de linhas ou gráfico de barras. Nos quatro cartões presentes na página figuram indicadores de quantidade e impacto filtrados pelo ano escolhido. Figuram ainda dois gráficos de barras horizontais com a distribuição das publicações por área de investigação (FORD nível 1) e pela subárea de Engenharia e Tecnologia (FORD nível 2). De notar ainda que o Power BI permite

destacar informações das várias dimensões nos visuais que o utilizador escolher. Esta funcionalidade está destacada na Figura 4.5, onde ao selecionar o departamento D4, é possível verificar qual a percentagem de publicações nas várias áreas científicas. Por uma questão de coerência com o principal tema da página, os cartões continuam a demonstrar os dados para o ano indicado mas numa perspetiva geral da FEUP. Nesta primeira página, o objetivo dos gráficos de barras e linhas é dar a possibilidade de fazer um rápido *benchmarking* entre os departamentos, ao mesmo tempo que se mostram os números representativos da FEUP. A transição entre as visualizações da Figura 4.4 para a Figura 4.5 dá-se ao alternar, na área de filtragem, entre a vista em gráfico de linhas e gráfico de barras. Para esses mesmos gráficos, é possível ainda alternar entre níveis de agregação, FEUP e departamentos.

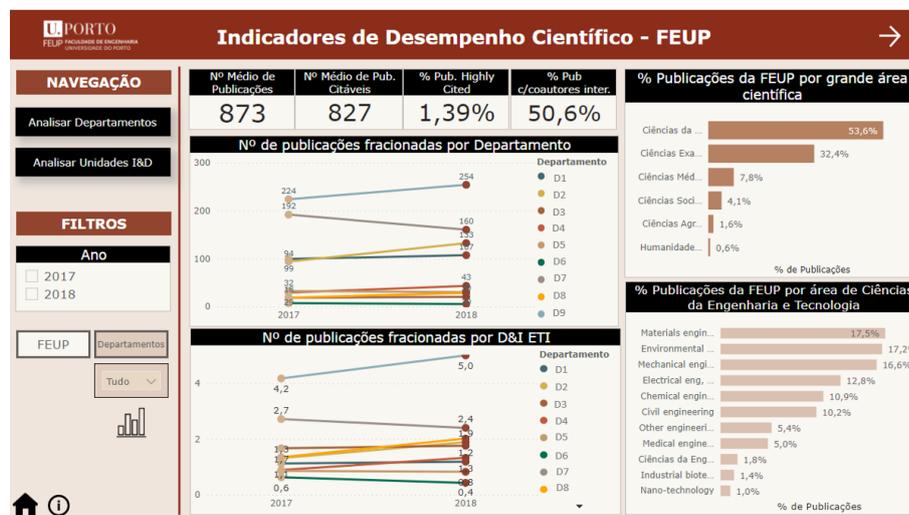


Figura 4.4: Primeira página da perspetiva FEUP - Gráfico de linhas

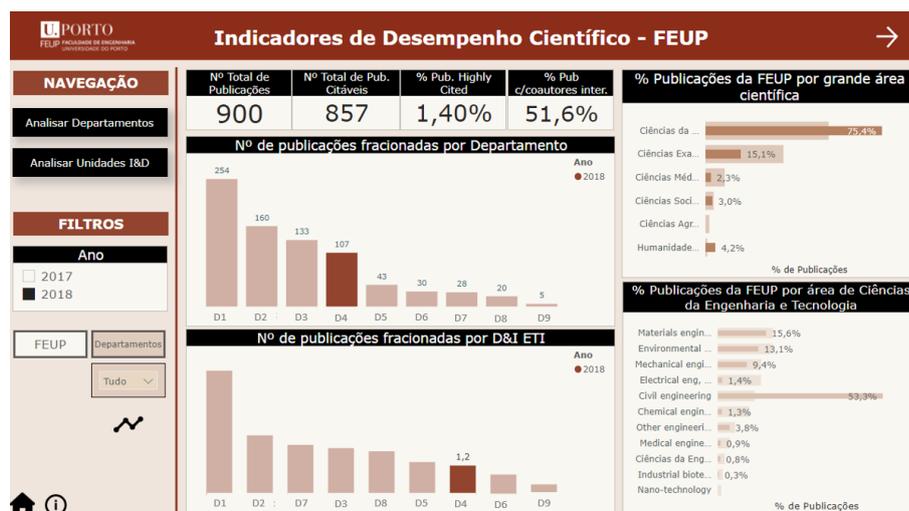


Figura 4.5: Primeira página da perspetiva FEUP - Gráfico de barras

Na segunda página da perspetiva de desempenho geral da FEUP, na Figura 4.6, encontram-se

os indicadores de impacto por departamento, reforçando o *benchmarking* e, ainda, o número de publicações nos diversos quartis e por tipo de documento. Aqui a filtragem acontece por ano de publicação.

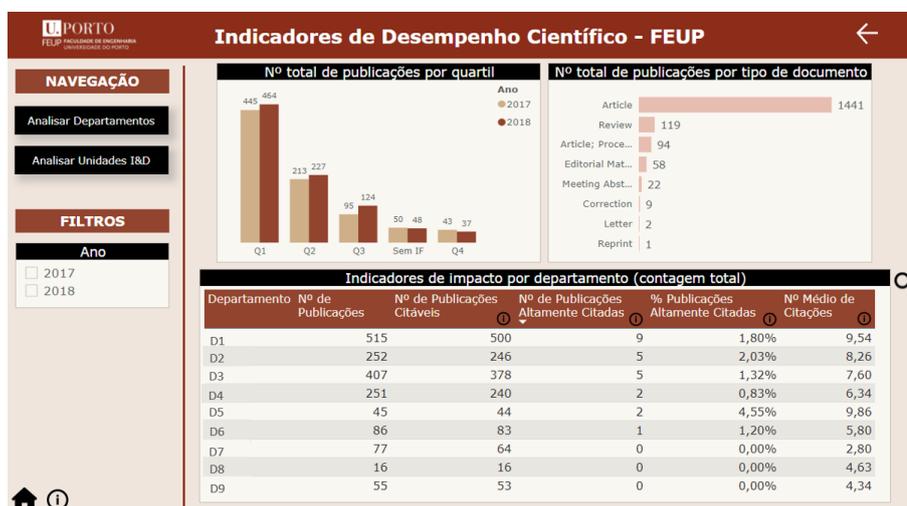


Figura 4.6: Segunda página da perspetiva FEUP

Estas duas páginas fornecem uma perspetiva geral da atividade científica da Faculdade, relacionada com as publicações, nos indicadores de desempenho relevantes e permitem, ainda, rapidamente confrontar os principais números relativos a cada departamento.

4.3.2 Perspetiva do departamento

Os indicadores relativos aos departamentos apresentados na perspetiva da secção 4.3.1 dão uma visão global da sua atividade nos anos de indexação selecionados. No entanto, para um acompanhamento mais detalhado, foram incorporadas no *dashboard* três páginas interativas onde é possível verificar os indicadores na secção 3.2.1 e ainda as listagens mencionadas na secção 4.1.2. A primeira página, apresentada na figura 4.7, dá uma perspetiva geral do departamento selecionado, um dos filtros da página, sendo o outro o ano de indexação. Mais uma vez, cinco cartões dão os principais indicadores de produtividade e impacto do departamento. A distribuição de publicações por quartil e tipo de documento figuram em gráficos de barras e os indicadores de produtividade podem ser analisados em gráficos de barras ou linhas focando na sua evolução temporal.

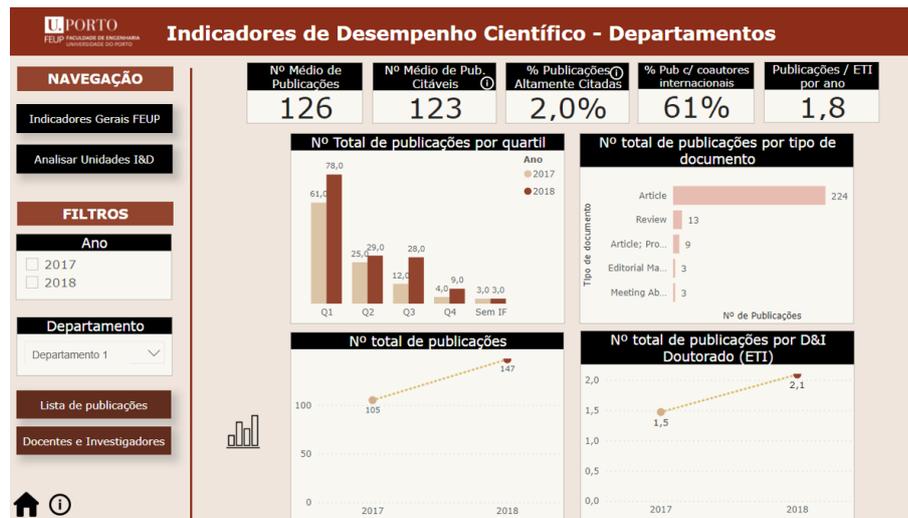


Figura 4.7: Primeira página da perspetiva do departamento

A página geral do departamento dá a possibilidade de navegar para uma listagem de publicações do mesmo ou para uma página relacionada com os seus D&I.

Na página de lista de publicações, na Figura 4.8, os filtros são os mesmos da página geral. No topo encontram-se quatro cartões que mostram o impacto das publicações do departamento e um cartão de produtividade que contextualiza os restantes. A listagem das publicações é sempre feita em modo tabular. As três primeiras opções de listagem de publicações (total, citáveis e altamente citadas) apresentam-se com os mesmos atributos, ou seja, o ano, título, autores, jornal/revista e quartil (Figura 4.8 e Figuras C.5 e C.6 do Anexo C). A lista de publicações por autor é feita do mesmo modo mas, em vez de aparecerem todos os autores de um artigo, é apresentado apenas o autor com contrato com a FEUP (Figura C.8 do Anexo C). Por fim, é possível uma listagem dos jornais e revistas onde as publicações foram editadas (Figura C.7 do Anexo C). A Figura 4.8 ilustra o design comum às listagens atrás descritas.

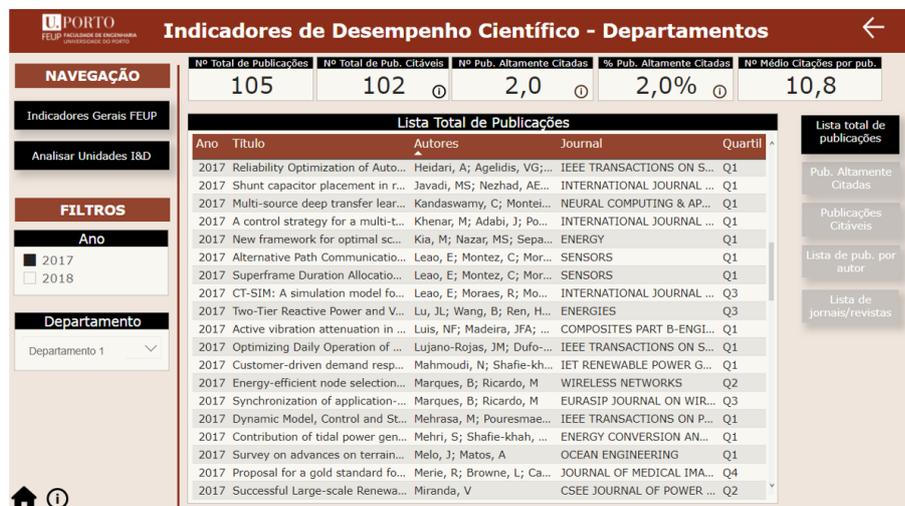


Figura 4.8: Página de listagem total de publicações da perspetiva do departamento

Na página relacionada com os D&I, apresentada na Figura 4.9, surgem três cartões: o primeiro contextualiza o número de publicações do departamento e os restantes são informações orgânicas ao departamento: o número de D&I associados e a percentagem inserida em unidades de I&D. Este último cartão dá ainda a distribuição pelas unidades de I&D através da ferramenta de *tooltip* do Power BI (Figura 4.11).

A listagem dos D&I é, mais uma vez, feita em modo tabular e apresentam-se as informações descritas na secção 4.1.2. De notar que apenas aparecem os autores com publicações, como é possível verificar no exemplo da figura 4.9, onde o departamento tem quinze D&I doutorados e apenas surgem cinco na listagem. Ao seleccionar um autor é ativada a funcionalidade de *drill through* do Power BI onde se transita para uma página com a listagem das suas publicações, como é possível visualizar na Figura 4.10.



Figura 4.9: Página de listagem de D&I da perspectiva do departamento



Figura 4.10: Funcionalidade de *drill through* aplicada à dimensão de D&I na perspectiva do departamento

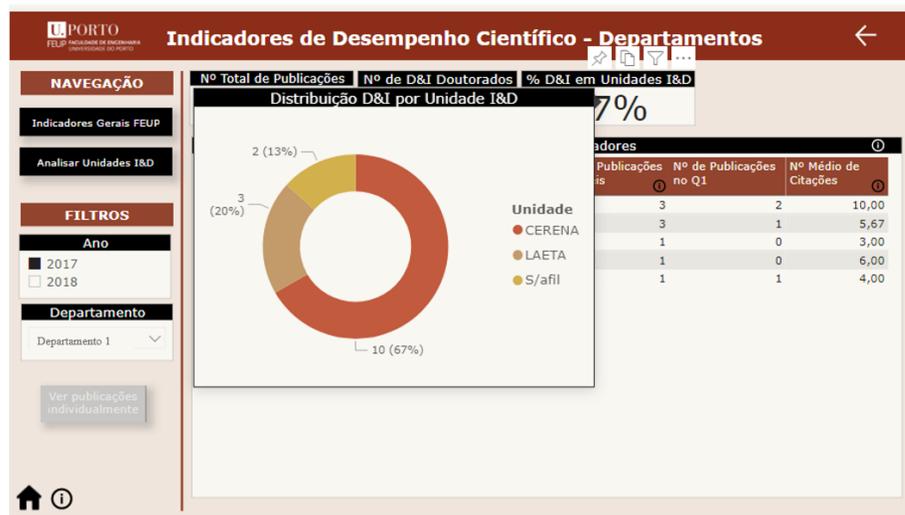


Figura 4.11: Funcionalidade de *tooltip* na página de D&I da perspectiva do departamento

Navegando pelas páginas referentes ao departamento obtém-se um elevado nível de detalhe acerca das publicações e dos seus autores complementando, assim, os indicadores de produtividade e impacto já implementados.

4.3.3 Perspetiva das unidades de I&D

Por último, o *dashboard* tem uma página dedicada às unidades de I&D onde se encontram associados D&I da FEUP (Figura 4.12). O filtro predominante da página é o ano de indexação das publicações, no entanto, como já demonstrado previamente, o Power BI tem a capacidade de destacar informações nos vários visuais quando selecionada uma dimensão dos dados.

Nesta página realçam-se as informações orgânicas das unidades de I&D como o número de D&I doutorados (ETI) associados e a classificação de cada uma. Ainda é possível contextualizar a produtividade com o número de publicações da FEUP e a percentagem das mesmas associadas a unidade de I&D. De realçar ainda a possibilidade de contabilizar as publicações por unidade de I&D pelo método de contagem total ou fracionada. Nos gráficos de barras horizontais destaca-se a oportunidade de alterar as dimensões por nível de agregação. Neste caso, há uma hierarquia definida no Power BI entre a instituição de gestão principal e a unidade I&D, como é possível observar na tabela de classificações da Figura 4.12. Assim, nos gráficos as dimensões podem alternar entre a instituição de gestão principal e as unidades I&D, como é possível verificar, respetivamente, no último gráfico de barras horizontais nas Figuras 4.13 e 4.14.

A página das unidades de I&D é de uma grande relevância principalmente quando confrontada com as informações presentes nas perspetivas da FEUP e de cada departamento.

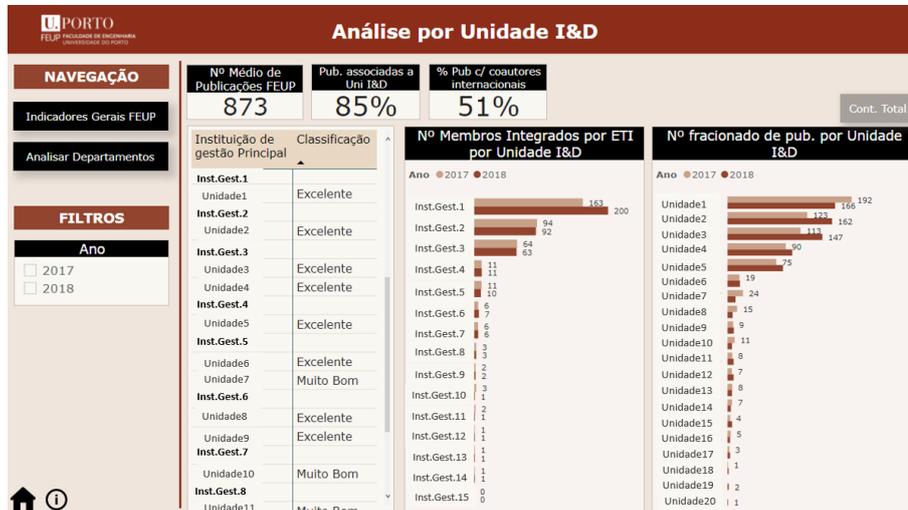


Figura 4.12: Página da perspetiva das unidades de I&D

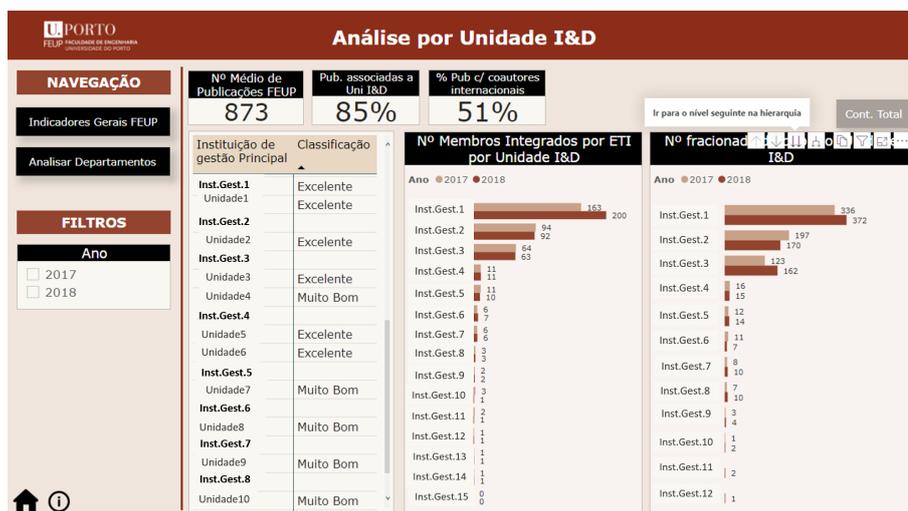


Figura 4.13: Página da perspetiva das unidades de I&D - Possibilidade de analisar um menor nível de agregação

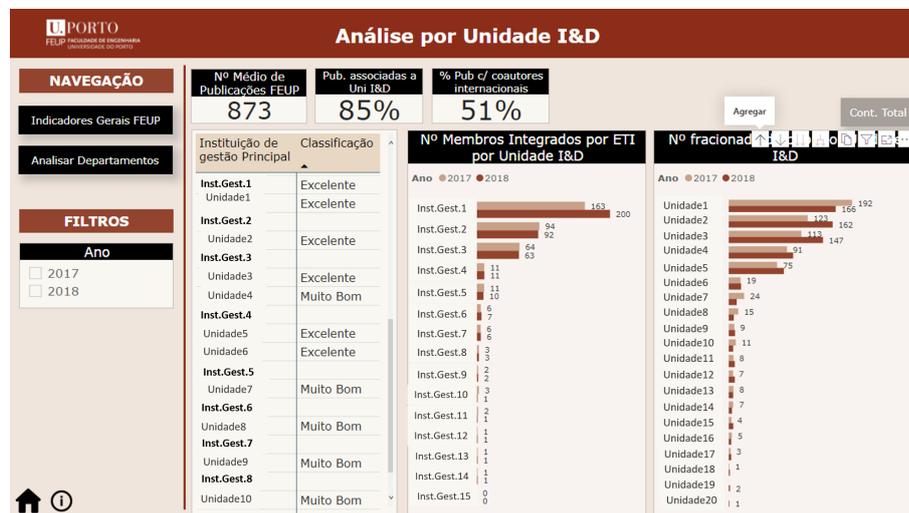


Figura 4.14: Página da perspetiva das unidades de I&D - Possibilidade de voltar a agregar dimensão

Capítulo 5

Sustentabilidade da ferramenta de visualização

Com a apresentação do resultado deste projeto - a primeira versão do *dashboard* de apoio à gestão da atividade científica, é validada a utilidade deste tipo de ferramenta de visualização sendo introduzida uma mudança de paradigma no futuro do acompanhamento do desempenho científico da FEUP.

Após a conclusão da execução da ferramenta no Power BI, é necessária uma reflexão acerca da sustentabilidade deste modelo atendendo ao *feedback* dado por parte dos utilizadores e aos desafios que se foram revelando ao longo da realização do projeto.

5.1 Limitações

O pleno arranque da utilização deste *dashboard* na instituição depende da sua capacidade de fornecer as informações requeridas com o maior nível de atualização, exatidão e automatização possíveis. Ao longo do projeto, o modo de obtenção dos dados que alimentam o *dashboard* foi identificado como um fator de ameaça a esta capacidade pretendida. Como já mencionado na secção 3, os dados relativos às publicações científicas produzidas são fornecidos por fontes externas à FEUP. Esta informação é concedida com um considerável desfasamento relativamente ao ano corrente e está dependente de um extenso trabalho de extração recorrendo à aplicação de uma *query* no *website* da WoS. Esta *query* é desenvolvida tendo em conta todos os possíveis registos afiliados à UP e, posteriormente, num menor nível de agregação, filtrados relativamente à FEUP. Esta *query* tem sido alvo de progressivas melhorias de modo a recolher corretamente as publicações, não subestimando ou excedendo os limites da busca. Adicionalmente aos campos extraídos que figuram na tabela B.1 do Anexo B, é também necessário um trabalho complementar para recolher os quartis dos jornais/revistas de cada publicação através do JCR, a correspondência das áreas FORD (níveis 1 e 2), verificar se a publicação se trata de uma colaboração internacional e averiguar se é uma publicação altamente citada segundo a WoS.

Após a receção dos dados por parte do GEAG, esta entidade tem a tarefa de elaborar o relatório de análise de produção científica da FEUP cujo conteúdo foi detalhado na secção 3.2. Com esse objetivo, é crucial o cruzamento dos autores retirados da WoS com a base de dados dos recursos humanos da FEUP onde figuram os seus D&I. Este cruzamento é feito através dos nomes dos D&I e morada indicada na publicação o que atrasa e dificulta o processo, uma vez que estes dados não são introduzidos de maneira uniforme pelos autores. Isto leva a erros de atribuição sendo necessárias sucessivas verificações do tratamento dos dados. De referir que este processo é parcialmente automatizado no entanto, em muitos casos, requiere uma verificação individual das publicações recorrendo a outras fontes.

Adicionando a extensão do trabalho e tempo da obtenção e tratamento de dados ao considerável intervalo de tempo necessário à indexação das publicações na WoS, é naturalmente perceptível que decorre um exagerado prazo até a informação estar pronta a ser espelhada num relatório de análise científica, seja ao nível de apresentação atual descrita na secção 3 ou ao nível de apresentação num *dashboard* cujo desenvolvimento foi descrito na secção 4. Assim, é identificável a limitação que este processo provoca na atualização do *dashboard*.

De referir ainda que o formato atual das Tabelas que alimentam o *dashboard* (Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6), resultantes da forma de obtenção dos dados exclusivamente através da WoS e dos recursos humanos da FEUP e seu posterior tratamento, limita algumas possíveis funcionalidades interessantes a incluir no *dashboard*, já identificadas numa fase final do projeto. Tais funcionalidades vão desde o cálculo de indicadores à utilização de outras bases de dados além da WoS.

Relativamente ao cálculo dos indicadores, estão subjacentes informações orgânicas aos departamentos e unidades de I&D, nomeadamente, o tipo de contrato dos D&I que influencia o valor ETI atribuído a cada um e, conseqüentemente, os indicadores de produtividade. A possibilidade de visualização dos tipos de contrato de cada D&I e filtragem da informação pelos mesmos, adicionaria uma importante valência ao *dashboard* aumentando o nível de interação com os dados científicos e pormenorizando os indicadores de produtividade.

Noutro ângulo, relativamente à classificação dos jornais/revistas por quartis de impacto, estes são categorizados segundo o JCR associado à *Clarivate Analytics*, tal como a WoS. No entanto, outras bases de dados de publicações científicas relevantes têm também a sua própria classificação do fator de impacto de um jornal/revista, por exemplo, a base de dados Scopus da *Elsevier*. A WoS e o Scopus são as maiores bases de dados de publicações científicas existentes, sendo esta última também muito utilizada. De referir ainda que a classificação dos jornais/revistas é alterada anualmente pelo que seria interessante ter essa informação presente no *dashboard*. Atualmente, de acordo com as tabelas utilizadas, os quartis estão atribuídos a uma publicação e não ao jornal/revista correspondente. O facto de o fator de impacto estar ligado ao jornal/revista potencia uma pormenorização das suas características e, conseqüentemente, um maior leque de informação a apresentar.

Concluindo, após o desenvolvimento da primeira versão do *dashboard* de desempenho científico com os dados disponíveis, são identificadas várias limitações alheias ao âmbito do projeto que poderão atrasar a sua total implementação e posterior utilização. A realização deste projeto de

desenvolvimento pretende cimentar o início da aplicação desta ferramenta de visualização à avaliação do desempenho científico da FEUP pelo que é crucial delinear as ações a tomar para garantir a sua implementação, transição para utilização e, finalmente, a sua sustentabilidade a longo prazo.

5.2 Trabalho futuro

Como identificado na secção anterior, uma maior agilidade na obtenção e tratamento dos dados das publicações científicas é importante para o pleno funcionamento do *dashboard*, dessa forma, a especificação de um futuro projeto no âmbito da engenharia informática abordando estas problemáticas é necessária.

A independência de fontes externas à FEUP para obter os dados das publicações será o primeiro passo para uma atualização mais expedita da informação. Para além do desenvolvimento de métodos de extração de informação mais ágeis das bases de dados científicos já mencionadas, uma das opções identificadas ao longo do projeto para o fim de atualização expedita do *dashboard*, foi a possibilidade da obtenção dos dados das publicações através da plataforma Authenticus, desenvolvida pela UP e pelo Centro de Sistemas de Computação Avançada (CRACS) do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC TEC). O Authenticus é uma plataforma que associa automaticamente autores de publicações a investigadores e instituições portuguesas tornando-se, assim, um repositório nacional de produção científica reunindo publicações indexadas em várias bases de dados internacionais, incluindo a WoS e o Scopus. De entre as funcionalidades do Authenticus figuram a importação semanal de publicações das várias bases de dados internacionais, atualização dinâmica de informações acerca das citações das publicações, possibilidade de múltiplos formatos de exportação da informação e, ainda, sincronização com a plataforma ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*) que fornece um identificador exclusivo a cada investigador registado. Há também a possibilidade de validação da informação na plataforma, pelos próprios investigadores ou pela instituição, o que constitui um grau de confiança maior nos dados eventualmente exportados da mesma. Uma vez que a associação de uma publicação a um investigador é feita automaticamente pela plataforma Authenticus, o trabalho de verificação de autoria reduziria substancialmente. Adicionalmente, o facto de o Authenticus reunir informação das principais bases de dados internacionais facilitaria a extração dos dados das publicações. Desta forma, a importação e a integração dos dados com o *dashboard* através desta plataforma será uma opção a explorar. De referir ainda que os fatores de impacto dos jornais/revistas e as áreas de investigação científica atribuídas às publicações devem ser obtidas adicionalmente de acordo com as bases de dados onde figuram, o que enfatiza ainda mais a necessidade de estudo desta hipótese para confirmar a sua viabilidade.

Ainda numa perspectiva de tratamento de dados, seria importante que o cruzamento da informação dos autores com a base de dados de recursos humanos da FEUP fosse feito com base em identificadores exclusivos de cada investigador. O ORCID, já mencionado, é um desses números de identificação, ao qual se pode juntar o *Researcher ID*, identificador de autor da WoS.

Adicionalmente à obtenção dos dados, na secção anterior foram ainda identificadas novas oportunidades de apresentação de informação, nomeadamente, filtragem dos autores e respetiva informação pelo tipo de contrato e, ainda, pormenorização dos fatores de impacto dos jornais/revistas de acordo com classificação de cada base de dados científica. Desta forma, o modelo de dados concetual apresentado na Figura 4.2 na secção 4.2 sofre algumas alterações. Na Figura 5.1, são incorporadas as mudanças relativamente ao tipo de contrato dos D&I e às classificações de jornais/revistas características de cada base de dados, WoS ou Scopus.

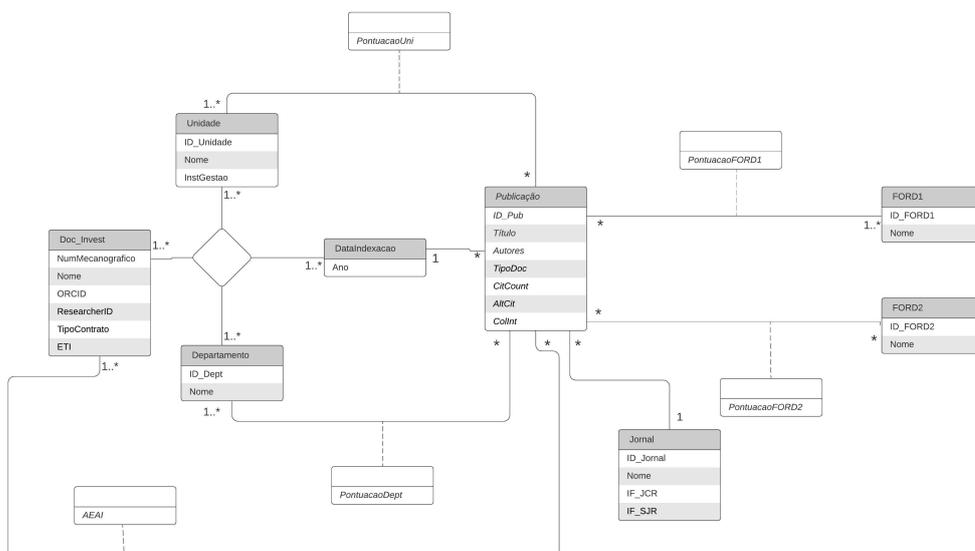


Figura 5.1: Possível futuro modelo de dados concetual em *Unified Modelling Language* (UML)

Tendo em conta o exposto até este momento, é possível concluir que para a total operacionalidade do *dashboard* com os requisitos pretendidos e considerando a sua sustentabilidade e funcionalidade a longo prazo, é necessário um futuro estudo mais aprofundado da arquitetura de dados necessária, sua obtenção e integração com o Power BI.

Capítulo 6

Considerações finais

6.1 Conclusões

A proposta deste projeto por parte dos órgãos da gestão científica da FEUP revelou, desde início, uma necessidade de mudança e inovação na maneira como é feita a monitorização da atividade científica. A investigação científica é um dos pilares da identidade da FEUP e, como tal, o interesse pela melhoria contínua dos processos inerentes à sua avaliação é natural e de extrema importância. Assim, a implementação de uma ferramenta de BI surgiu como uma dessas oportunidades de evolução.

A criação de um *dashboard* piloto de apoio à gestão científica da FEUP foi o principal resultado deste projeto. Após a sua conclusão, depois de tidos em conta todos os requisitos e sugestões ao longo do processo, a apresentação do *dashboard* à Direção da FEUP culminou na validação da sua relevância e no reconhecimento da utilidade da ferramenta como apoio à tomada de decisão nesse contexto. De facto, as perspetivas de visualização e o escrutínio dos dados por trás dos indicadores científicos representativos da FEUP colmataram uma urgência de transparência e confiança num meio tão importante e, ao mesmo tempo, sensível em questões de avaliação convencionais e normalizadas.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, foi feita uma análise profunda acerca das informações que eram relevantes visualizar numa só plataforma. Para além dos indicadores bibliométricos, já estabelecidos num contexto de avaliação científica, foi revelada a necessidade de visualização de informações orgânicas aos vários departamentos e unidades. A versatilidade do *software* no processo de criação do *dashboard*, tanto ao nível de visualização e navegação, mas também ao nível do tipo de informação extraída dos dados brutos, elevou o seu potencial juntando pontos de vista que criam um contexto mais completo e adequado no que toca à avaliação de pessoas e do seu trabalho.

De facto, a listagem das publicações num contexto visual é uma adição relevante às capacidades dos órgãos de gestão científica, principalmente ao nível dos departamentos, onde o nível de agregação é menor e, portanto, o impacto dos detalhes das publicações e dos seus autores é maior ao nível da sua avaliação. Até aqui, embora possível este escrutínio, era um processo demorado

e de acesso mais difícil. Após o tratamento dos dados por parte do GEAG e introdução no *dashboard*, a visão anual será mais intuitiva e transparente permitindo a interação com os dados para eventuais correções dos mesmos.

Apesar das vantagens da implementação desta ferramenta, o seu desenvolvimento revelou, inevitavelmente, fatores passíveis de melhoria descritos na secção 5. As maiores oportunidades de melhoria identificadas ao longo do projeto prendem-se com a alimentação do *dashboard* e a contínua revisão da informação visualizada no mesmo baseada na experiência dos diferentes utilizadores.

Uma maior agilidade na obtenção e tratamento dos dados necessários à alimentação do *dashboard* assegurará a sua plena implementação e utilização como ferramenta de apoio à decisão. Relativamente à revisão da informação do *dashboard* há margem para progresso à medida que a sua utilização for difundida pelos vários *stakeholders* na FEUP. Certamente, o seu *feedback* servirá de base a melhorias futuras. Assim como, no início do projeto, uma visão mais orgânica foi identificada como relevante e, na fase final, novas funcionalidades reconheceram-se como interessantes a incluir, outras perspetivas podem vir a ser consideradas para criar um contexto mais completo da avaliação da atividade científica da FEUP. Apesar do trabalho ainda a desenvolver para garantir o pleno funcionamento do *dashboard*, é esperado que este projeto seja um catalisador para a sensibilização das vantagens de uma ferramenta de visualização de dados no contexto de avaliação científica de instituições de investigação.

Bibliografia

- Abramo, G., Cicero, T., and Andrea, D'Angelo, C. (2011). Assessing the varying level of impact measurement accuracy as a function of the citation window length. *Journal of Informetrics*, 5(4):659–667.
- Ali, S. M., Gupta, N., Nayak, G. K., and Lenka, R. K. (2016). Big data visualization: Tools and challenges. In *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, pages 656–660. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- American Society for Cell Biology (2013). The san francisco declaration on research assessment (dora).
- Aruldoss, M., Travis, M. L., and Prasanna Venkatesan, V. (2014). A survey on recent research in business intelligence. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Belter, C. W. (2015). Bibliometric indicators: Opportunities and limits.
- Björneborn, L. and Ingwersen, P. (2004). Toward a basic framework for webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*.
- Bornmann, L. (2008). Scientific peer review: An analysis of the peer review process from the perspective of sociology of science theories. *Human Architecture: Journal of the Sociology of Self-Knowledge*, 6.
- Costas, R. and Bordons, M. (2007). The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level. *Journal of Informetrics*, 1:193–203.
- Diana Hicks and Wouters, P. (2015). The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, 520(7548):9–11.
- FEUP (2016). Estatutos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. *Diário da República*.
- FEUP (2020). Plano de atividades e orçamento.
- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data*. O'Reilly Media, Inc.
- Garfield, E. (2007). The evolution of the science citation index. *International Microbiology*, 10(1):65–69.
- GEAG (2020). Análise da Produção Científica da FEUP. Technical report.

- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46):16569–16572.
- Hood, W. W. and Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*.
- Işık, Ö., Jones, M. C., and Sidorova, A. (2013). Business intelligence success: The roles of BI capabilities and decision environments. *Information and Management*, 50(1):13–23.
- King, J. (1987). A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *Journal of Information Science*.
- Martin, A. (2011). A Framework for Business Intelligence Application Using Ontological Classification. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3(2):1213–1221.
- Mattedi, M. A. and Spiess, M. R. (2017). A avaliação da produtividade científica. *Historia, Ciencias, Saude - Manguinhos*, 24(3):623–643.
- Michalczyk, S., Nadj, M., Maedche, A., and Bosch, C. G. (2020). A State-Of-The-Art Overview and Future Research Avenues of Self-Service Business Intelligence and Analytics.
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric indicators and analysis of research systems: Methods and examples. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.
- Pauwels, K., Ambler, T., Clark, B. H., LaPointe, P., Reibstein, D., Skiera, B., Wierenga, B., and Wiesel, T. (2009). Dashboards as a service: Why, what, how, and what research is needed? *Journal of Service Research*, 12(2):175–189.
- Peters, M. D., Wieder, B., Sutton, S. G., and Wakefield, J. (2016). Business intelligence systems use in performance measurement capabilities: Implications for enhanced competitive advantage. *International Journal of Accounting Information Systems*, 21:1–17.
- Peters, R. B. M. (2004). Dashboard Design: Why Design is Important. *DM Review*, 16(3):5–8.
- Power, D. J. (2008). *Decision Support Systems: A Historical Overview*, pages 121–140. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*.
- Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. revisión bibliográfica. *Rev Esp Doc Cient*, 13:842–865.
- Tague-Sutcliffe, J. (1992). An introduction to informetrics. *Information Processing and Management*.
- Vinkler, P. (2010). 1 - introduction. In Vinkler, P., editor, *The Evaluation of Research by Scientometric Indicators*, Chandos Learning and Teaching Series, pages 1–6. Chandos Publishing.
- Wixom, B. and Watson, H. (2010). The BI-Based Organization. *International Journal of Business Intelligence Research*, 1(1):13–28.
- Yigitbasioglu, O. M. and Velcu, O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems*.
- Zheng, J. (2017). *Data Visualization for Business Intelligence*.

Anexo A

Unidades de I&D

Tabela A.1: Unidades de I&D

Instituição de Gestão Principal	Unidade de I&D
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC TEC)	INESC TEC
Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI)	Laboratório Associado em Energia, Transportes e Aeronáutica (LAETA)
INEGI	Centro de Investigação em Energias Renováveis (CIENER)
FEUP	Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE)
FEUP	Laboratório de Processos de Separação e Reação - Laboratório de Catálise e Materiais (LSRE-LCM)
FEUP	Centro de Investigação do Território, Transportes e Ambiente (CITTA)
FEUP	Instituto de I&D em Estruturas e Construção (CONSTRUCT)
FEUP	Centro de Investigação em Sistemas e Tecnologias (SYSTEC)
FEUP	Centro de Estudos de Fenómenos de Transporte (CEFT)
UP	Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores (LIACC)
UP	Instituto de Investigação e Inovação em Saúde (i3S)
Faculdade de Ciências da UP (FCUP)	Centro de Matemática da Universidade do Porto (CMUP)
FCUP	Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP)
Faculdade de Economia da UP	Centro de Economia e Finanças da UP (CEF.UP)

Tabela A.1: Unidades de I&D

Instituição de Gestão Principal	Unidade de I&D
Faculdade de Arquitetura da UP (FAUP)	Centro de Estudos de Arquitetura e Urbanismo (CEAU)
Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMAR)	Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR)
Associação do Instituto Superior Técnico para a Investigação e Desenvolvimento (IST-ID)	Centro Multidisciplinar de Astrofísica (CENTRA)
IST-ID	Centro de Recursos Naturais e Ambiente (CERENA)
Universidade do Minho (UM)	Centro de Física das Universidades do Minho e do Porto (CF-UM-UP)
Instituto Superior Técnico/Universidade de Lisboa (IST/UL)	Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN)
Universidade de Coimbra (UC)	Centro de Física da Universidade de Coimbra (CFisUC)
UC	Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos (CEMMPRE)
Instituto de Telecomunicações (IT)	IT
Rede de Química e Tecnologia (REQUIMTE)	REQUIMTE
Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)	Centro de Investigação em Sistemas Computacionais Embebidos e de Tempo Real (CISTER)

Anexo B

Atributos de uma publicação retirados da WoS

Tabela B.1: Atributos retirados da *Web of Science*

Descrição	Descrição em Português
File Name	Nome do ficheiro
Version Number	Número da versão
Publication Type (J=Journal; B=Book; S=Series; P=Patent)	Tipo de publicação (J=Jornal; B = Livro; S = Série; P = Patente)
Authors	Autores
Author Full Name	Nome completo dos autores
Book Authors	Autores do livro
Book Authors Full Name	Nome completo dos autores do livro
Group Authors	Autor colaborativo
Book Group Authors	Autor colaborativo do livro
Editors	Editores
Document Title	Título do documento
Publication Name	Nome da publicação (jornal)
Book Series Title	Título da série de livros
Book Series Subtitle	Subtítulo da série de livros
Language	Idioma
Document Type	Tipo de documento
Conference Title	Título da conferência
Conference Date	Data da conferência
Conference Location	Local da conferência
Conference Sponsors	Patrocinadores da conferência
Conference Host	Anfitrião da conferência
Author Keywords	Palavras chave do autor
Keywords Plus®	Palavras chave frequentes
Abstract	Resumo
Author Address	Morada do autor
Reprint Address	Morada de correspondência
E-mail Address	Email
ResearcherID Number	Número ResearcherID

Tabela B.1: Atributos retirados da *Web of Science*

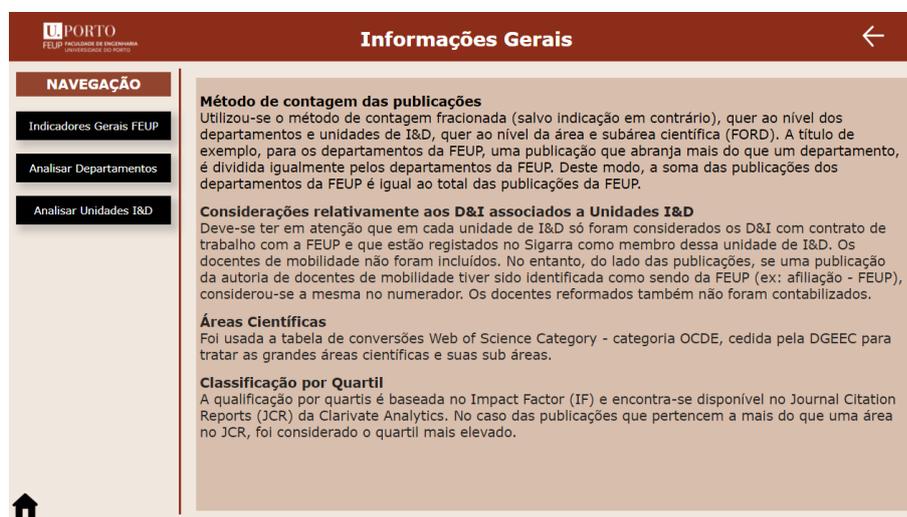
Descrição	Descrição em Português
ORCID Identifier (Open Researcher and Contributor ID)	Identificador ORCID
Funding Agency and Grant Number	Agência de Financiamento e número de bolsa
Funding Text	Texto de financiamento
Cited References	Referências citadas
Cited Reference Count	Número de referências citadas
Web of Science Core Collection Times Cited Count	Número de citações na Web of Science Core Collection
Total Times Cited Count	Número total de citações
Usage Count (Last 180 Days)	Número de utilizações (últimos 180 dias)
Usage Count (Since 2013)	Número de utilizações (desde 2013)
Publisher	Editora
Publisher City	Cidade da editora
Publisher Address	Morada da editora
International Standard Serial Number (ISSN)	Número Internacional Normalizado das Publicações em Série
Electronic International Standard Serial Number (eISSN)	Número Eletrónico Internacional Normalizado das Publicações em Série
International Standard Book Number (ISBN)	Número Internacional Normalizado do Livro
29-Character Source Abbreviation	Abreviação da fonte – 29 caracteres
ISO Source Abbreviation	Abreviação da fonte – ISO
Publication Date	Data da publicação
Year Published	Ano da publicação
Volume	Volume
Issue	Número
Special Issue	Número especial
Part Number	Número da parte
Supplement	Suplemento
Meeting Abstract	Resumo do encontro
Beginning Page	Página inicial
Ending Page	Página final
Article Number	Número do artigo
Digital Object Identifier (DOI)	Identificador digital
Book Digital Object Identifier (DOI)	Identificador digital do livro
Early access date	Data preliminar de aceitação
Early access year	Primeiro ano de acesso
Page Count	Número de páginas
Chapter Count (Book Citation Index)	Número de capítulo
Web of Science Categories	Categoria da Web of Science
Research Areas	Área de investigação
Document Delivery Number	Número de entrega de documento
PubMed ID	PubMed ID
Accession Number	Número de acesso
Open Access Indicator	Indicador de acesso aberto

Tabela B.1: Atributos retirados da *Web of Science*

Descrição	Descrição em Português
ESI Hot Paper. Note that this field is valued only for ESI subscribers.	ESI Hot Paper (apenas disponível para subscritores de Essencial Science Indicators (ESI))
ESI Highly Cited Paper. Note that this field is valued only for ESI subscribers.	ESI Publicação altamente citada (apenas disponível para subscritores de ESI)
Date this report was generated.	Data de geração do relatório

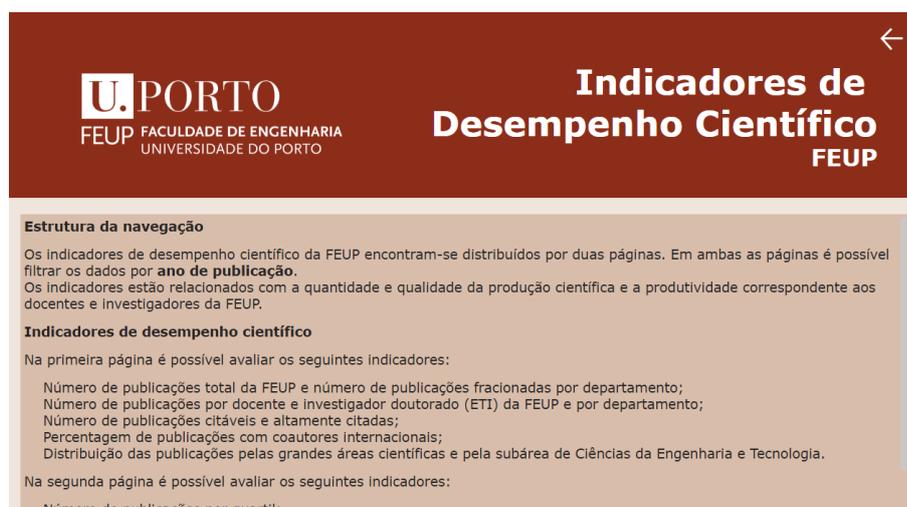
Anexo C

Páginas do *dashboard*



The screenshot shows the 'Informações Gerais' page. At the top left is the logo of FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). The page title is 'Informações Gerais'. On the left side, there is a navigation menu with the following items: 'NAVEGAÇÃO', 'Indicadores Gerais FEUP', 'Analisar Departamentos', and 'Analisar Unidades I&D'. The main content area contains three sections: 'Método de contagem das publicações', 'Considerações relativamente aos D&I associados a Unidades I&D', and 'Áreas Científicas'. The 'Método de contagem das publicações' section explains the fractional counting method. The 'Considerações...' section notes that only D&I with a contract with FEUP are considered. The 'Áreas Científicas' section mentions the use of a Web of Science Category - OCDE table. Below these sections is a 'Classificação por Quartil' section, which states that the qualification is based on the Impact Factor (IF) and the Journal Citation Reports (JCR) from Clarivate Analytics.

Figura C.1: Página de informações gerais



The screenshot shows the 'Indicadores de Desempenho Científico' page. At the top left is the logo of FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). The page title is 'Indicadores de Desempenho Científico FEUP'. On the left side, there is a navigation menu with the following items: 'Estrutura da navegação', 'Indicadores Gerais FEUP', 'Analisar Departamentos', and 'Analisar Unidades I&D'. The main content area contains two sections: 'Estrutura da navegação' and 'Indicadores de desempenho científico'. The 'Estrutura da navegação' section explains that the indicators are distributed across two pages and can be filtered by 'ano de publicação'. The 'Indicadores de desempenho científico' section lists the indicators available on the first page: total number of publications, number of publications by department, number of publications by author and ETI, number of citable and highly cited publications, percentage of publications with international co-authors, and distribution of publications by scientific area and sub-area. Below these sections is a section for the second page, which lists indicators available on the second page.

Figura C.2: Página de informações de navegação - Perspetiva FEUP

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Indicadores de Desempenho Científico Departamento

docentes e investigadores do departamento selecionado. Em cada uma das páginas é possível filtrar por **ano de publicação** e por **departamento**.
Os indicadores estão relacionados com a quantidade e qualidade da produção científica e a produtividade correspondente aos docentes e investigadores de cada departamento.

Indicadores de desempenho científico

Indicadores gerais:

- Número total de publicações do departamento;
- Número de publicações por docente e investigador doutorado (ETI) do departamento;
- Número de publicações citáveis e altamente citadas;
- Percentagem de publicações com coautores internacionais;
- Número de publicações por quartil;
- Número de publicações por tipo de documento.

Lista de publicações:

- Número total de publicações;
- Número de publicações citáveis;

Figura C.3: Página de informações de navegação - Perspetiva Departamento

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Indicadores de Desempenho Científico Unidades I&D

Estrutura da navegação

Os indicadores de desempenho científico relativos às Unidades I&D encontram-se numa única página. A página pode ser filtrada por **ano de publicação**.
Os indicadores estão relacionados com a quantidade de produção científica distribuída pelas diversas unidades I&D.

Indicadores de desempenho científico

É possível avaliar os seguintes indicadores:

- Número de publicações total da FEUP;
- Percentagem de publicações da FEUP associadas a unidades de I&D;
- Percentagem de publicações com coautores internacionais;
- Classificação das diversas unidades I&D;
- Número de membros integrados (ETI) por unidade I&D;
- Número de publicações total e fracionado por unidade I&D.

Figura C.4: Página de informações de navegação - Perspetiva Unidades de I&D

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Indicadores de Desempenho Científico - Departamentos

NAVEGAÇÃO

Indicadores Gerais FEUP

Analisar Unidades I&D

FILTROS

Ano

2017
 2018

Departamento

Departamento 1

Nº Total de Publicações	Nº Total de Pub. Citáveis	Nº Pub. Altamente Citadas	% Pub. Altamente Citadas	Nº Médio Citações por pub.
34	34	1,0	2,9%	9,1

Lista de Publicações Citáveis

Ano	Título	Autores	Journal	Quartil
2017	Product lifecycle management in know...	Ferreira, F; Faria, J; Azevedo...	INTERNATIONAL ...	Q1
2017	Cost of quality: Evaluating cost-qualit...	Farooq, MA; Kirchain, R; N...	INTERNATIONAL ...	Q1
2017	A bricolage perspective on service inn...	Witell, L; Gebauer, H; Jaak...	JOURNAL OF BUS...	Q1
2017	Expanded eco-efficiency assessment o...	Oliveira, R; Camanho, AS;...	JOURNAL OF CLE...	Q1
2017	Downscaling Aggregate Urban Metabo...	Horta, IM; Keirstead, J	JOURNAL OF IND...	Q1
2017	A dynamic multi-objective approach f...	Azevedo, MM; Crispim, JA;...	JOURNAL OF MAN...	Q1
2017	The MINDS Method: Integrating Mana...	Teixeira, JG; Patricio, L; H...	JOURNAL OF SER...	Q1
2017	Is Portugal's forest transition going up...	Oliveira, TM; Guiomar, N; ...	LAND USE POLICY	Q1
2017	Forecasting bivalve landings with mult...	Oliveira, MM; Camanho, A...	MARINE POLICY	Q1
2017	Fleet and revenue management in car...	Oliveira, BB; Carravilla, M...	OMEGA-INTERNA...	Q1
2017	Tactical production and distribution pl...	Wei, WC; Guimaraes, L; A...	OMEGA-INTERNA...	Q1
2017	The implementation of digital technolo...	Zangiacomì, A; Oesterle, J...	PRODUCTION PL...	Q1
2017	Supporting the entire life-cycle of the ...	Azevedo, A; Faria, J; Ferre...	ROBOTICS AND C...	Q1
2017	A general framework for the numerica...	Ferreira, JPS; Parente, MP...	BIOMECHANICS ...	Q2
2017	A simulation-optimization approach to...	Marques, CM; Moniz, S; d...	COMPUTERS & C...	Q2
2017	Collaborative smart process monitorin...	Shamsuzzoha, A; Ferreira,...	INTERNATIONAL ...	Q2
2017	A framework for designing backroom ...	Pires, M; Pratas, J; Liz, J; ...	INTERNATIONAL ...	Q2
2017	Dynamic evolution of European airpor...	Jimenez, E; Claro, J; de S...	JOURNAL OF AIR ...	Q2
2017	Simulation-based turnaround evaluati...	Mota, MM; Boosten, G; De...	JOURNAL OF AIR ...	Q2
2017	Value cocreation in service ecosystem...	Beirao, G; Patricio, L; Fisk...	JOURNAL OF SER...	Q2

Lista total de publicações

Pub. Altamente Citadas

Publicações Citáveis

Lista de pub. por autor

Lista de jornais/revistas

Figura C.5: Página de listagem de publicações citáveis da perspetiva do departamento

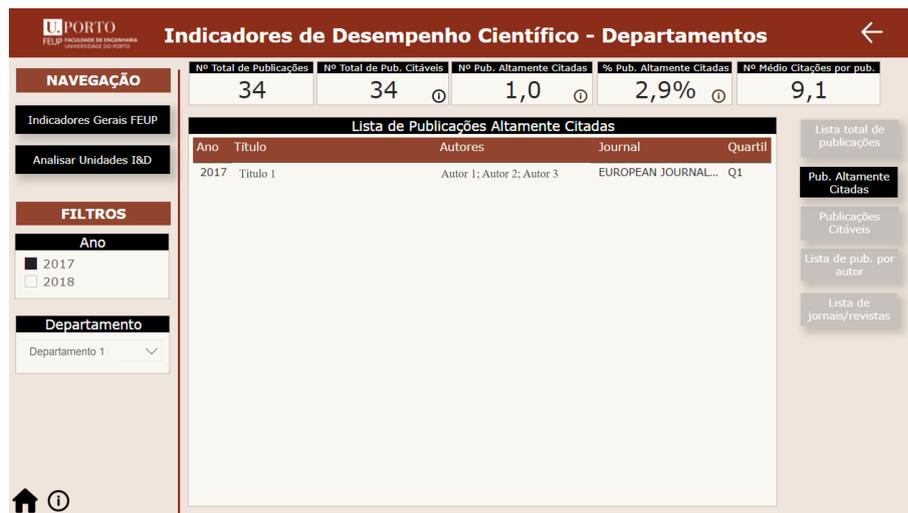


Figura C.6: Página de listagem de publicações altamente citadas da perspectiva do departamento

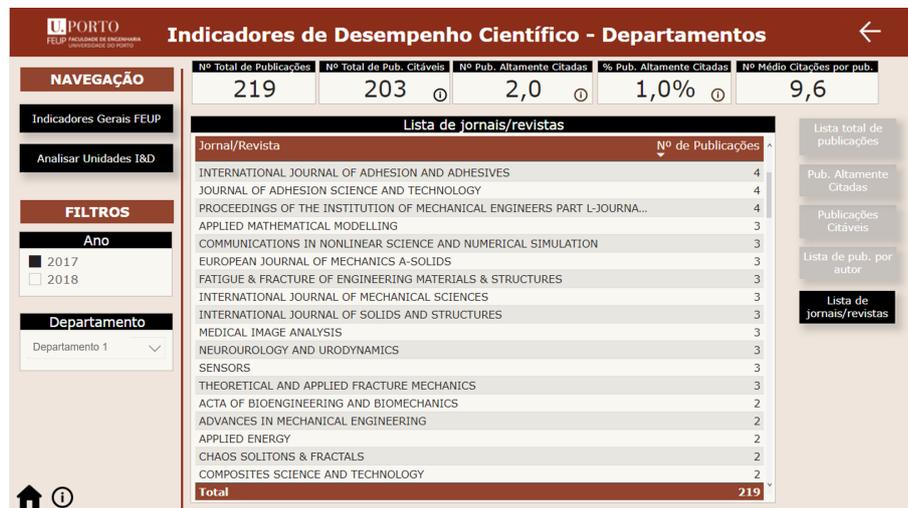


Figura C.7: Página de listagem de jornais/revistas da perspectiva do departamento



Figura C.8: Página de listagem total de publicações por autor do departamento