

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Ci2 CRIS

Projeto

Paulo Guilherme Alves Amendoeira Peixoto

Mestrado em Engenharia Informática

Internet das Coisas

Tomar. Novembro, 2025



Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Ci2 CRIS

Projeto

Paulo Guilherme Alves Amendoeira Peixoto

Orientado por:

Professor Renato Eduardo Silva Panda, IPT

Projeto apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Informática.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Informação sobre o Autor, Orientador e Financiamento

Autor: Paulo Guilherme Alves Amendoeira Peixoto
aluno26097@ipt.pt

Orientador: Prof. Renato Eduardo Silva Panda,
renato.panda@ipt.pt

Instituição de acolhimento: Ci2 - Smart Cities Research Center

Instituição que concede o grau: Instituto Politécnico de Tomar

Financiamento: Ci2 Base Funding - UIDB/05567/2020
SmartBase (Ci2 internal project) -
UIDB/05567/2020/01

Este trabalho contou com o apoio da infraestrutura tecnológica do Ci2 – Centro de Investigação em Cidades Inteligentes, financiada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. (FCT), através do Financiamento Base e Programático do Centro (UIDB/05567/2020 e UIDP/05567/2020).

A versão *staging* da aplicação foi alojada nos servidores do Ci2, que assegurou os recursos necessários à sua disponibilização e manutenção.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

*À minha família, pelo amor e apoio incondicional.
Aos meus amigos, pela amizade e pelas palavras de incentivo ao longo deste
percurso.*

*"Everything in this world is magic, except to the magician."
– Dr. Robert Ford, Westworld*

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, expresso o meu sincero agradecimento ao Professor Renato Panda, pela orientação, disponibilidade e acompanhamento ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. A sua orientação científica, dedicação e apoio foram fundamentais para a concretização deste projeto e para o meu desenvolvimento académico e profissional.

Agradeço também ao Instituto Politécnico de Tomar, por disponibilizar os meios e recursos necessários à realização deste trabalho, bem como pelo ambiente de aprendizagem e investigação que proporcionou durante todo o percurso do mestrado.

À minha família, expresso o meu mais profundo reconhecimento pelo amor, apoio e incentivo incondicional, que foram determinantes ao longo de todo este percurso.

Aos meus amigos, agradeço a amizade genuína, as palavras de encorajamento e os momentos de descontração que tornaram este percurso mais leve e equilibrado.

A todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo o meu sincero agradecimento.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de gestão de informação científica (*Current Research Information System* - CRIS) para o Centro de Investigação em Cidades Inteligentes (Ci2) do Instituto Politécnico de Tomar, criado para modernizar e apoiar a gestão integrada da sua atividade científica. O relatório descreve o processo completo de análise, conceção e implementação da plataforma, destacando as opções técnicas e funcionais que orientaram o desenvolvimento do sistema.

Para fundamentar o desenvolvimento, o trabalho aprofundou os principais elementos que estruturam a atividade científica, nomeadamente os investigadores, os projetos em que participam e os resultados produzidos, como publicações. Paralelamente, foi analisado o PTCRIS enquanto ecossistema nacional de informação científica, de forma a garantir o alinhamento da solução com as boas práticas e os padrões de interoperabilidade adotados em Portugal.

Como ponto de partida, foi estudado um protótipo desenvolvido previamente no âmbito da unidade curricular de Engenharia de Software do Mestrado em Engenharia Informática - Internet das Coisas, identificando limitações e oportunidades de evolução. O sistema resultante constitui uma aplicação web robusta, responsiva e escalável, concebida para centralizar e relacionar a informação científica de forma integrada e acessível.

Entre as principais funcionalidades, o sistema inclui pesquisa avançada com múltiplos filtros, gestão de financiamentos, análise automática de métricas científicas obtidas através do serviço OpenAlex e visualização interativa de dados em *dashboards*. O acesso é suportado por autenticação federada, permitindo que investigadores e administradores gerem colaborativamente os seus dados num ambiente seguro. Estas características posicionam o sistema como uma melhoria significativa face à solução anterior, aproximando o Ci2 das práticas adotadas por instituições de maior dimensão que utilizam plataformas comerciais, como o Pure, mantendo, contudo, uma estrutura leve, aberta e adaptada à sua realidade.

Palavras-chave: Ci2, Gestão de Informação Científica, CRIS, PTCRIS, Interoperabilidade, Desenvolvimento de Software.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Abstract

This work presents the development of a scientific information management system (Current Research Information System – CRIS) for the Research Centre for Smart Cities (Ci2) of the Polytechnic Institute of Tomar, designed to modernize and support the integrated management of its scientific activity. The report describes the complete process of analysis, design, and implementation of the platform, highlighting the technical and functional decisions that guided the development of the system.

To support its development, the work explored the main elements that structure scientific activity, namely researchers, the projects in which they participate, and the resulting outputs, such as publications. In parallel, the PTCRIS framework was analysed as the national ecosystem for scientific information, ensuring the alignment of the solution with the best practices and interoperability standards adopted in Portugal.

As a starting point, a prototype previously developed within the Software Engineering course of the Master’s in Computer Engineering – Internet of Things was studied, identifying limitations and opportunities for improvement. The resulting system is a robust, responsive, and scalable web application, designed to centralize and interconnect scientific information in an integrated and accessible way.

Among its main features, the system includes advanced search with multiple filters, funding management, automated analysis of scientific metrics obtained through the OpenAlex service, and interactive data visualization in dashboards. Access is supported by federated authentication, allowing researchers and administrators to collaboratively manage their data in a secure environment. These characteristics position the system as a significant improvement over the previous solution, bringing Ci2 closer to the practices adopted by larger institutions that use commercial platforms such as Pure, while maintaining a lightweight, open, and adaptable structure suited to its context.

Keywords: Ci2, Scientific Information Management, CRIS, PTCRIS, Interoperability, Software Development.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Índice

Agradecimentos	vii
Resumo	ix
Abstract	xi
Índice	xiii
Lista de Figuras	xvii
Lista de Tabelas	xxi
Lista de Abreviaturas	xxiii
1 Introdução	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.2 Descrição do Problema	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Estrutura do Documento	3
2 Estado da Arte	5
2.1 A Investigação Científica: Conceitos Fundamentais	5
2.2 Sistemas de Informação para Investigação	7
2.3 Panorama da Gestão de Investigação em Portugal	7
2.4 Identificação e Estruturação da Informação Científica	10
2.5 Exemplos de Plataformas CRIS em Portugal	11
3 O Ci2 e a Transição para um Novo Sistema CRIS	17
3.1 O Ci2 e a Plataforma Atual	17
3.2 Iniciativas Meritórias na Construção de um Sistema CRIS	20
3.2.1 Primeira iniciativa (2020/2021)	20
3.2.2 Segunda iniciativa (2022/2023)	21
3.2.3 Terceira iniciativa (2024/2025)	21
3.2.4 Síntese e relação com o presente trabalho	22
3.3 Protótipo do Novo Sistema CRIS	23
3.3.1 Contexto e Origem do Protótipo	23
3.3.2 Descrição do Protótipo	23
3.3.3 Considerações sobre o Desenvolvimento do Protótipo	28

4	Planeamento do Projeto	29
4.1	Fases do Projeto	29
4.2	Análise do Protótipo	30
4.3	Ambiente de Desenvolvimento	32
4.4	Desenvolvimento e Gestão das Tarefas	34
5	Autenticação e Autorização	39
5.1	Autenticação	39
5.1.1	Autenticação Local	39
5.1.2	Autenticação Federada	40
5.2	Autorização	41
5.3	Gestão de Utilizadores	42
6	Desenvolvimento da Aplicação	45
6.1	Arquitetura Geral da Aplicação	45
6.1.1	Arquitetura MVC e Fluxo Interno da Aplicação	46
6.1.2	Componentes Nativos do Rails	48
6.1.3	Integração de Gems Especializadas	49
6.1.4	Arquitetura de Renderização e Interação Dinâmica da Interface	51
6.1.5	Design Visual e Estilos da Interface	52
6.1.6	Mecanismos de Cache e Otimização de Desempenho	53
6.2	Modelo de Dados da Aplicação	55
6.2.1	Modelo de Investigadores	56
6.2.2	Modelo de Projetos	57
6.2.3	Modelo de Publicações	58
6.2.4	Modelos de Financiamento	59
6.2.5	Modelos de Responsabilidade e Cargo	60
6.2.6	Modelos Adicionais	61
6.3	Descrição Funcional da Aplicação	62
6.3.1	Gestão de Registos	62
6.3.2	Pesquisa e Filtros Avançados	65
6.3.3	Interligação de Dados e Navegação Contextual	66
6.3.4	Métricas, Identificadores e Transparência	67
6.3.5	Formulários e Interatividade	68
6.3.6	Gestão de Financiamentos	69
6.3.7	Usabilidade e Acesso	71
6.3.8	Internacionalização da Aplicação	71
6.3.9	Versão Móvel e Design Responsivo	72
6.3.10	Páginas Institucionais e de Divulgação	73
6.3.11	Análise e Visualização de Indicadores Científicos	74
6.3.12	Página de Erro	79
6.4	Métricas de Impacto Científico	81
6.4.1	Importância e Enquadramento das Métricas Científicas	81
6.4.2	Métricas das Publicações	82
6.4.3	Métricas dos Investigadores	83
6.4.4	Integração das Métricas na <i>Dashboard</i>	84
6.4.5	Atualização e Armazenamento das Métricas	86

6.4.6	Interpretação e Contextualização dos Indicadores	87
6.5	Preparação e População de Dados	88
6.6	Testes e Validação do Sistema	88
7	Conclusão	89
7.1	Resultados Alcançados	89
7.2	Impacto e Contributos do Trabalho	89
7.3	Limitações do Trabalho	90
7.4	Perspetivas de Desenvolvimento Futuro	90
	Referências	93
	Apêndice A Tabela de Iterações do Projeto	97
	Apêndice B Tabela de Permissões	105
	Apêndice C Modelo de Dados	111
	Apêndice D Tabelas do Modelo de Dados	113

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Lista de Figuras

2.1	Tríade Pessoa–Projeto–Resultado na organização da informação científica.	6
2.2	Arquitetura real do ecossistema PTCRIS. O PTCRISync atua como intermediário entre serviços CRIS (incluindo o CIÊNCIAVITAE) e o ORCID, assegurando sincronização bidirecional.	8
2.3	Interface do ULusófona Research Portal, baseado na plataforma CRIS Pure.	11
2.4	Interface do NOVA Research Portal, suportado pela plataforma CRIS Pure.	12
2.5	Secção de <i>Research Outputs</i> do ULusófona Research Portal, baseada na plataforma Pure.	12
2.6	Secção de <i>Research Outputs</i> do NOVA Research Portal, suportada pela plataforma Pure.	13
2.7	Interface da plataforma Ciência-IUL, sistema CRIS desenvolvido internamente pelo ISCTE-IUL.	14
2.8	Interface do sistema CRIS desenvolvido internamente pelo CISUC (Universidade de Coimbra).	14
2.9	Interface do sistema CRIS do TECHN&ART, desenvolvido internamente no IPT.	15
3.1	Página inicial do <i>website</i> atual do Ci2.	18
3.2	Página dedicada aos projetos no <i>website</i> atual do Ci2.	19
3.3	Página de publicações científicas no <i>website</i> atual do Ci2.	19
3.4	Página de investigadores integrados no <i>website</i> atual do Ci2.	20
3.5	Página de autenticação da aplicação, permitindo o acesso dos utilizadores com as suas credenciais.	24
3.6	Exibição da lista de investigadores, com informações associadas a cada um.	25
3.7	Visualização gráfica dos dados da investigação, mostrando indicadores como a distribuição de publicações ou projetos.	25
3.8	Formulário para editar as informações de um projeto de investigação.	26
3.9	Visão geral da aplicação, com acesso direto às funcionalidades principais, como gestão de investigadores e projetos.	26
3.10	Página informativa sobre o Ci2, com a língua selecionada em português.	27
3.11	Página informativa sobre o Ci2, com a língua selecionada em inglês.	27

4.1	Gráfico <i>burn-up</i> que representa a evolução do número de tarefas planeadas e concluídas ao longo do tempo, conforme registado no GitHub.	34
4.2	Gráfico de <i>commits</i> semanais no GitHub, demonstrando a evolução da atividade de desenvolvimento ao longo do tempo.	36
4.3	Distribuição do número de tarefas por iteração no GitHub, evidenciando a carga de trabalho planeada e executada em cada ciclo de desenvolvimento, bem como a respetiva dimensão.	36
5.1	Página de autenticação da aplicação, onde o utilizador pode iniciar sessão através de conta local ou federada.	41
5.2	Página de gestão de utilizadores, acessível apenas a administradores, apresentando a lista de contas registadas na aplicação.	43
6.1	Fluxo de execução da aplicação segundo o modelo MVC.	47
6.2	Estrutura de ficheiros do módulo de projetos.	48
6.3	Comparação entre o modelo tradicional de renderização no servidor e aplicações SPA.	51
6.4	Ligação entre as entidades <i>Publication</i> , <i>PublicationResearcher</i> e <i>Researcher</i> . A entidade associativa <i>PublicationResearcher</i> materializa a relação de muitos-para-muitos entre publicações e investigadores.	56
6.5	Ligação entre as entidades <i>Project</i> , <i>ProjectResearcher</i> e <i>Researcher</i> . A entidade associativa <i>ProjectResearcher</i> materializa a relação de muitos-para-muitos entre projetos e investigadores e regista detalhes adicionais da participação, como o papel desempenhado, a percentagem de dedicação e as datas de início e fim da colaboração.	56
6.6	Relação entre os modelos <i>Publication</i> e <i>OutputIdentifier</i> . Cada publicação pode possuir vários identificadores (por exemplo, DOI ou Scopus ID), registados na tabela associada, o que permite a integração com diferentes sistemas de referência.	59
6.7	Relação entre as entidades <i>Project</i> e <i>FundingCall</i> através do modelo intermédio <i>ProjectFunding</i> , que representa a ligação de muitos-para-muitos e armazena informação adicional sobre o financiamento, como o montante total, o montante financiado e a parcela atribuída ao centro.	60
6.8	O modelo <i>Responsibility</i> associa cada investigador a um <i>Role</i> e, opcionalmente, a uma estrutura organizacional (<i>Lab</i> ou <i>ResearchLine</i>), recorrendo a polimorfismo para representar diferentes contextos de atuação dentro do centro.	61
6.9	Vista geral da lista de projetos registados na aplicação, apresentada em formato de cartões.	62
6.10	Página de detalhe do projeto MERGE, apresentando a informação principal, as entidades associadas e os identificadores externos ligados ao registo.	63
6.11	Formulário de edição do projeto MERGE, onde é possível atualizar dados gerais, associações a investigadores e entidades, e informação de financiamento.	63

6.12	Cartão de projeto, apresentando informações essenciais como título, estado e datas de execução.	64
6.13	Cartão de investigador, com destaque para o nome, categoria e linha de investigação associada.	64
6.14	Cartão de publicação, evidenciando o título, o ano e o tipo de publicação.	64
6.15	Exemplo da aplicação combinada de filtros no módulo de Projetos, apresentando apenas os resultados que correspondem à pesquisa textual “Sto” e ao filtro de estado “Concluído”.	65
6.16	Secção da página de detalhe de um projeto onde são apresentadas as instituições parceiras associadas, com identificação e ligação aos respetivos registos.	66
6.17	Secção da página de detalhe de um projeto que apresenta os investigadores participantes, permitindo aceder diretamente aos seus perfis individuais.	66
6.18	Secção da página de detalhe de um projeto dedicada às publicações associadas, com acesso direto à respetiva informação detalhada. . .	67
6.19	Exemplo de lista de seleção pesquisável utilizada para adicionar investigadores a uma publicação, permitindo filtrar rapidamente pelo nome do autor pretendido.	68
6.20	Campo de descrição em português no formulário de projeto, editável através do componente ActionText, que suporta texto formatado e hiperligações.	68
6.21	Secção de financiamento na página de detalhe de um projeto, onde são apresentados os valores atribuídos e as entidades de financiamento correspondentes.	69
6.22	Página de detalhe de uma Agência de Financiamento, apresentando o total de montantes financiados pelos projetos ligados.	70
6.23	Página de detalhe de um Programa de Financiamento.	70
6.24	Menu principal apresentado a um utilizador autenticado com perfil de administrador.	71
6.25	Menu principal apresentado a um utilizador autenticado com perfil regular.	71
6.26	Campos de descrição bilingue num projeto, permitindo a introdução de conteúdos em português e inglês.	72
6.27	Menu principal na versão móvel.	73
6.28	Lista de projetos na versão móvel.	73
6.29	Página de perfil de um investigador na versão móvel.	73
6.30	Visão global da <i>Dashboard</i> , apresentando cartões de resumo.	75
6.31	Gráfico da evolução temporal dos projetos ativos, mostrando a variação do número de projetos em execução ao longo do tempo. . . .	76
6.32	Indicadores e distribuição dos investigadores por categoria e linha de investigação.	77
6.33	Área pessoal “As minhas estatísticas”, com métricas filtradas ao investigador autenticado.	77

6.34	Página de <i>Publicações em Destaque</i> , apresentando as publicações classificadas entre o top 1% e 5% mais citadas, com métricas e quartis de revista.	78
6.35	Página de erro personalizada apresentada no caso de erro 404 (Página não encontrada), com mensagem informativa e opções de navegação para recuperação do acesso.	80
6.36	Conjunto de métricas exibidas na página de uma publicação, com destaque para o número de citações, o FWCI, o percentil normalizado de citação e o quartil da revista, permitindo avaliar o impacto relativo da produção científica.	83
6.37	Indicadores bibliométricos apresentados na página de detalhe de um investigador, incluindo o número total de citações, o índice- <i>h</i> , o índice- <i>i10</i> e o impacto médio a dois anos, conforme os dados sincronizados com o serviço OpenAlex.	84
6.38	Secção da <i>Dashboard</i> dedicada às métricas agregadas de investigadores, apresentando o total de citações, a média do índice- <i>h</i> , a média do índice- <i>i10</i> e a média de impacto a dois anos, refletindo o desempenho científico global do centro.	85
6.39	Visualização das métricas agregadas de publicações na <i>Dashboard</i> , incluindo a média de citações, a média de FWCI, a proporção de publicações acima da média da área e a percentagem de trabalhos situados no top dez por cento mais citados a nível mundial.	85
C.1	Modelo de dados da aplicação, representando todas as entidades e relações entre os módulos do sistema.	112

Lista de Tabelas

4.1	Tarefas identificadas na análise do protótipo.	32
4.2	Resumo das iterações de desenvolvimento	36
6.1	Comparação do OpenAlex com outras fontes de dados científicas (Fonte: OpenAlex, 2025).	86
A.1	Conjunto completo de tarefas organizadas por iteração, com indi- cação da dimensão (<i>tiny, small, medium, large</i>), prioridade (<i>low, medium, high</i>) e estado de execução (<i>Done</i> ou <i>Backlog</i>).	104
B.1	Tabela com as permissões atribuídas a cada tipo de utilizador nos diferentes recursos da aplicação (✓- Ação totalmente permitida para o respetivo perfil de utilizador; ✗- Ação não permitida para o res- petivo perfil de utilizador; Parcial - Ação permitida apenas em de- terminadas condições, geralmente limitada aos registos criados ou associados ao próprio utilizador autenticado).	109
D.1	Tabela do modelo <i>funding_agencies</i>	113
D.2	Tabela do modelo <i>funding_programs</i>	114
D.3	Tabela do modelo <i>funding_calls</i>	114
D.4	Tabela do modelo <i>institutions</i>	114
D.5	Tabela do modelo <i>labs</i>	115
D.6	Tabela do modelo <i>news_articles</i>	115
D.7	Tabela do modelo <i>output_identifiers</i>	115
D.8	Tabela do modelo <i>positions</i>	116
D.9	Tabela do modelo <i>project_fundings</i>	116
D.10	Tabela do modelo <i>project_institutions</i>	117
D.11	Tabela do modelo <i>project_labs</i>	117
D.12	Tabela do modelo <i>project_publications</i>	117
D.13	Tabela do modelo <i>project_research_lines</i>	118
D.14	Tabela do modelo <i>project_researchers</i>	118
D.15	Tabela do modelo <i>projects</i>	119
D.16	Tabela do modelo <i>publication_labs</i>	119
D.17	Tabela do modelo <i>publication_research_lines</i>	120
D.18	Tabela do modelo <i>publication_researchers</i>	120
D.19	Tabela do modelo <i>publications</i>	123
D.20	Tabela do modelo <i>research_lines</i>	123
D.21	Tabela do modelo <i>researcher_metrics</i>	124
D.22	Tabela do modelo <i>researchers</i>	125

D.23 Tabela do modelo <i>responsibilities</i>	126
D.24 Tabela do modelo <i>roles</i>	126
D.25 Tabela do modelo <i>user_providers</i>	126
D.26 Tabela do modelo <i>users</i>	128

Lista de Abreviaturas

Acrónimo	Forma Extensa	Página
API	<i>Application Programming Interface</i>	(p. 22), (p. 51), (p. 82), (p. 86, 87)
CERIF	<i>Common European Research Information Format</i>	(p. 6), (p. 10)
Ci2	Centro de Investigação em Cidades Inteligentes	(p. xvii), (p. 1–3), (p. 17–20), (p. 22–24), (p. 27–29), (p. 45), (p. 56), (p. 62), (p. 89–91)
CRIS	<i>Current Research Information System</i>	(p. xvii), (p. 2–8), (p. 10–15), (p. 17, 18), (p. 21), (p. 23, 24), (p. 28, 29), (p. 45), (p. 48, 49), (p. 89)
CRUD	<i>Create, Read, Update, Delete</i>	(p. 24), (p. 62)
DOI	<i>Digital Object Identifier</i>	(p. xviii), (p. 10), (p. 57–59), (p. 65), (p. 67), (p. 78), (p. 87)

FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia	(p. 1), (p. 7–9), (p. 17), (p. 59)
FWCI	<i>Field-Weighted Citation Impact</i>	(p. xx), (p. 76), (p. 78, 79), (p. 82, 83), (p. 85), (p. 87)
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>	(p. 46), (p. 51)
IPT	Instituto Politécnico de Tomar	(p. xvii), (p. 1), (p. 15), (p. 17), (p. 20), (p. 22), (p. 40)
MVC	<i>Model-View-Controller</i>	(p. xviii), (p. 23), (p. 45–48)
ORCID	<i>Open Researcher and Contributor ID</i>	(p. xvii), (p. 1), (p. 3), (p. 7, 8), (p. 10, 11), (p. 39, 40), (p. 50), (p. 56), (p. 67), (p. 87), (p. 90)
SPA	<i>Single Page Applications</i>	(p. xviii), (p. 51, 52)

Capítulo 1

Introdução

A gestão eficiente de dados de investigação científica é um desafio crescente para as instituições académicas e centros de investigação. Com o aumento do volume e da complexidade das informações geradas, torna-se essencial adotar soluções centralizadas e integradas que promovam a organização, acessibilidade e partilha desses dados (Revez, 2016).

Este trabalho foca-se no desenvolvimento de um sistema de gestão de informação para o Centro de Investigação em Cidades Inteligentes (Ci2) do Instituto Politécnico de Tomar (IPT), visando superar as limitações do sistema atualmente em uso e contribuir para uma gestão mais eficiente e alinhada com as melhores práticas de investigação científica.

1.1 Contexto e Motivação

A necessidade de um sistema centralizado de apoio à investigação no Ci2 revela-se essencial, dado que, atualmente, não existe uma plataforma organizada que permita gerir e aceder de forma eficiente a informações sobre projetos de investigação e publicações científicas (Henriques & Óscar Campos, 2020). A dispersão de dados em diferentes formatos e locais compromete a eficiência do processo, dificultando a consulta e o cruzamento de informação (Revez, 2016). Este projeto surge, assim, como resposta a uma lacuna identificada, proporcionando aos investigadores e docentes uma ferramenta capaz de centralizar, organizar e facilitar o acesso a dados essenciais para a sua atividade científica (Henriques & Óscar Campos, 2020; Costa & Martins, 2022).

A criação de uma plataforma centralizada promoverá uma maior colaboração e integração entre os investigadores, facilitando o intercâmbio de informações com outras instituições através de sistemas como *Open Researcher and Contributor ID* (ORCID)¹ e CIÊNCIAVITAE².

¹Plataforma internacional que atribui identificadores digitais únicos a investigadores e gere a ligação das suas publicações e atividades científicas.

²Sistema de gestão de currículos científicos da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Com este projeto pretende-se não só contribuir para a melhoria da gestão interna de dados como também para a visibilidade e impacto das investigações desenvolvidas no Ci2, tornando o processo de investigação mais ágil e eficaz.

1.2 Descrição do Problema

O problema central identificado é a inexistência de uma plataforma única e centralizada que permita a gestão eficiente dos dados de investigação no Ci2. A atual dispersão das informações em múltiplos repositórios e formatos dificulta a organização, a consulta e a atualização dos dados, levando a redundâncias, inconsistências e duplicações de informação. Esta fragmentação resulta em esforços repetidos por parte dos investigadores, que têm de lidar com a recolha e a atualização de dados em diversos formatos, limitando a produtividade e criando barreiras à investigação colaborativa (Henriques & Óscar Campos, 2020; Costa & Martins, 2022).

Adicionalmente, a falta de integração com sistemas externos compromete a sincronização de dados, criando dificuldades na atualização da informação e na partilha de dados a nível nacional e internacional.

1.3 Objetivos

O presente trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de um sistema moderno de gestão de informação de apoio à investigação para o Ci2. Este sistema surge como uma evolução de uma aplicação inicial desenvolvida por um grupo de alunos do Mestrado em Engenharia Informática, que, ao longo de dois meses, conceberam um protótipo funcional de um *Current Research Information System* (CRIS). Este protótipo representa um primeiro passo na construção de uma plataforma inovadora e eficiente, capaz de responder às necessidades do Ci2. No entanto, para que o sistema pudesse ser plenamente adotado e utilizado de forma eficaz, era necessário dar continuidade a esse trabalho, corrigindo erros identificados, concluindo funcionalidades inacabadas e integrando novas capacidades essenciais.

A nova plataforma tem como foco a centralização e organização eficiente de toda a informação relacionada com a investigação, incluindo projetos, publicações e financiamentos. No sistema atualmente em uso, a gestão dessa informação encontra-se fragmentada em diversos ficheiros e documentos dispersos, o que compromete a sua acessibilidade e fiabilidade (Henriques & Óscar Campos, 2020; Costa & Martins, 2022). Assim, ao consolidar os dados num sistema único e estruturado, pretende-se não apenas melhorar a gestão interna da informação, mas também facilitar a pesquisa e o cruzamento de dados por parte dos investigadores e gestores do centro.

Um dos objetivos deste trabalho é a integração do sistema com plataformas

externas de referência, como o ORCID e o CIÊNCIAVITAE, através do sistema PTCRIS³, de forma a permitir uma sincronização automática e eficaz dos dados dos investigadores. Esta integração tem como propósito manter a informação dos investigadores sempre atualizada, reduzindo redundâncias e promovendo a interoperabilidade com outras infraestruturas científicas a nível nacional e internacional.

A nova versão do sistema ainda incorpora componentes avançados de análise e visualização de dados, oferecendo aos utilizadores perspetivas estratégicas sobre a produção científica do Ci2. Estas ferramentas permitem não apenas monitorizar o progresso da investigação, mas também identificar oportunidades de colaboração e otimizar a gestão dos recursos disponíveis.

Outro aspeto central do projeto é garantir que a solução desenvolvida seja robusta, escalável e de fácil manutenção. Para tal, o trabalho desenvolvido incide na revisão e melhoria da arquitetura existente, assegurando a adoção de boas práticas de desenvolvimento de software e a redução de eventuais problemas de usabilidade e desempenho. Com estas melhorias, pretende-se que o sistema proporcione uma plataforma eficiente, que simplifique o acesso à informação essencial e promova um ambiente de investigação mais colaborativo e produtivo no Ci2.

1.4 Estrutura do Documento

O presente relatório está organizado em sete capítulos, que seguem uma estrutura lógica desde o enquadramento inicial até à apresentação dos resultados alcançados e perspetivas futuras.

O Capítulo 1 introduz o contexto e a motivação do trabalho, descreve o problema a resolver, define os objetivos do projeto e apresenta a organização geral do documento.

O Capítulo 2 analisa o estado da arte, abordando o conceito de CRIS, o panorama da gestão da investigação em Portugal e exemplos de plataformas existentes, com especial enfoque nas soluções adotadas em instituições nacionais.

O Capítulo 3 descreve o enquadramento institucional do Ci2, apresentando a plataforma atualmente em uso, os projetos anteriores e o protótipo que serviu de base à nova aplicação, terminando com uma análise crítica sobre as suas limitações e contributos.

O Capítulo 4 detalha o planeamento do projeto, incluindo as fases de desenvolvimento, o ambiente técnico adotado e o modelo de gestão de tarefas utilizado ao longo do processo.

O Capítulo 5 foca-se nos mecanismos de autenticação e autorização da aplicação, descrevendo os métodos de acesso local e federado, a gestão de permissões e o modelo de administração de utilizadores.

³Ecosistema nacional de gestão da informação científica.

O Capítulo 6 constitui o núcleo do relatório, apresentando o desenvolvimento da aplicação. São descritos a arquitetura geral, o modelo de dados, as principais funcionalidades e a forma como a informação científica é representada, explorada e analisada. Inclui ainda a integração das métricas bibliométricas, a preparação e população de dados e os testes realizados para validação do sistema.

O Capítulo 7 apresenta as conclusões do trabalho, destacando os resultados obtidos, o impacto e contributos do projeto, as limitações encontradas e as perspetivas de desenvolvimento futuro.

Após os capítulos principais, são incluídas as Referências bibliográficas, que reúnem todas as fontes consultadas ao longo do trabalho.

Por fim, são apresentados os Apêndices, que complementam o conteúdo principal com informação técnica de apoio. O Apêndice A contém a tabela de iterações do projeto, o Apêndice B apresenta a tabela de permissões de acesso da aplicação, o Apêndice C inclui o modelo de dados completo da base de dados e o Apêndice D reúne as tabelas detalhadas das entidades, com a descrição dos seus campos e respetivos tipos.

Esta estrutura proporciona uma leitura coerente e progressiva, acompanhando a evolução do projeto desde a sua conceção até à implementação da aplicação CRIS.

Capítulo 2

Estado da Arte

Este capítulo apresenta o contexto da gestão da informação científica, explorando os sistemas CRIS e o seu papel na organização e disseminação do conhecimento. Analisa ainda o panorama da investigação em Portugal, destacando as principais iniciativas e plataformas nacionais. Serão também introduzidos conceitos fundamentais relacionados com a gestão da investigação, bem como realizada uma análise crítica das soluções CRIS existentes, identificando desafios e oportunidades para o desenvolvimento de sistemas mais eficientes e interligados.

2.1 A Investigação Científica: Conceitos Fundamentais

A investigação científica é um processo estruturado de produção de conhecimento que procura responder a questões relevantes, compreender fenómenos e desenvolver novas soluções. Embora cada área científica tenha métodos e práticas próprias, é possível identificar um ciclo comum que envolve a formulação de um problema, a definição de métodos de trabalho, a recolha e análise de dados e a apresentação de resultados que contribuem para o avanço do conhecimento (OCDE, 2015; ATLAS.ti, 2024). Esta visão geral do processo científico está alinhada com a definição de investigação e desenvolvimento (I&D), entendida como trabalho criativo e sistemático orientado para o aumento do conhecimento e para a criação de novas aplicações (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2021). Estes resultados podem assumir diversas formas, como artigos científicos, comunicações em conferências, protótipos, software, relatórios técnicos ou conjuntos de dados.

A investigação pode assumir uma orientação mais teórica, centrada na produção de conhecimento fundamental, ou uma orientação mais aplicada, focada na resolução de problemas concretos. Independentemente da abordagem seguida, existem elementos estruturantes comuns ao processo científico que permitem organizar de forma sistemática a informação produzida ao longo da investigação (OCDE, 2015).

Entre esses elementos destacam-se três componentes fundamentais presentes na maioria dos contextos de investigação: as pessoas, os projetos e os resultados. As pessoas incluem investigadores, estudantes e técnicos envolvidos em diferentes fases do trabalho científico, cujos percursos, funções e afiliações moldam a forma como contribuem para a investigação. Os projetos constituem a estrutura organizadora da atividade científica, integrando objetivos, recursos, financiamento, equipa e atividades planeadas. Os resultados correspondem às saídas produzidas nesses projetos, como publicações, software, relatórios, materiais de divulgação ou conjuntos de dados (Jör, Jeffery, van Grootel, Asserson, & Dvořák, 2012).

Esta relação entre pessoas, projetos e resultados é frequentemente descrita como a tríade pessoa-projeto-resultado (Figura 2.1) e é amplamente adotada na organização da informação científica. Ela constitui igualmente um dos pilares dos principais referenciais internacionais para sistemas de informação de investigação, nomeadamente o modelo *Common European Research Information Format* (CERIF), desenvolvido pela euroCRIS¹, que define precisamente estas entidades como estruturais na representação da atividade científica (Jör et al., 2012).

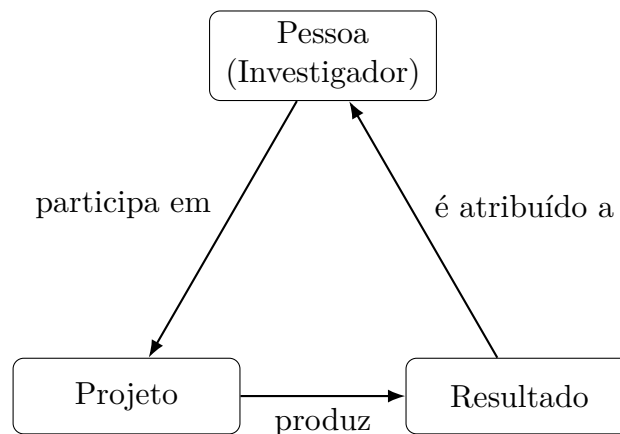


Figura 2.1: Tríade Pessoa–Projeto–Resultado na organização da informação científica.

Compreender estes elementos é essencial para enquadrar o papel dos *Current Research Information System* (CRIS), que serão abordados na secção seguinte. Ao organizar a investigação com base nestas componentes fundamentais, torna-se mais simples desenvolver sistemas de informação coerentes, comparáveis e capazes de apoiar a gestão, a avaliação e a divulgação da actividade científica.

¹A *euroCRIS* é a organização internacional responsável pelo desenvolvimento e manutenção do modelo CERIF, promovendo a normalização e a interoperabilidade de sistemas de informação de investigação.

2.2 Sistemas de Informação para Investigação

Os sistemas de informação para investigação (CRIS, do inglês *Current Research Information Systems*) são ferramentas fundamentais para a gestão centralizada da informação científica em instituições académicas e centros de investigação. Estes sistemas permitem organizar e disponibilizar dados sobre projetos, publicações, financiamentos e colaborações, promovendo uma gestão mais eficiente e transparente da atividade científica (Revez, 2016). Para além da organização da produção científica, os CRIS desempenham também um papel relevante em processos institucionais como a avaliação interna, a prestação de contas perante entidades financiadoras e o apoio à tomada de decisão estratégica (De Castro, 2018).

Além de facilitarem o acompanhamento do progresso da investigação e a análise de indicadores de desempenho, os CRIS desempenham um papel crucial na visibilidade institucional, permitindo a divulgação estruturada dos resultados científicos (Revez, 2016). A sua integração com plataformas externas, como ORCID, CIÊNCIAVITAE e repositórios institucionais, assegura a atualização contínua dos dados e evita redundâncias, criando um ecossistema de informação interligado e coerente (Amante, Lopes, Marçal, & Segurado, 2014).

Num contexto mais alargado, os CRIS assumem um papel estratégico na promoção da ciência aberta, ao garantirem uma gestão integrada e transparente da informação científica. Estes sistemas funcionam como infraestruturas que facilitam a partilha e a reutilização do conhecimento, ao assegurarem a coerência dos dados e a sua circulação entre plataformas e serviços distintos. Ao apoiarem princípios de interoperabilidade, visibilidade e acesso aberto, os CRIS contribuem para um ecossistema científico mais conectado, colaborativo e orientado para a valorização dos resultados de investigação (De Castro, 2018).

2.3 Panorama da Gestão de Investigação em Portugal

Em Portugal, a gestão da informação científica tem sido progressivamente organizada através de várias iniciativas lideradas pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), que desenvolve e apoia infraestruturas tecnológicas para otimizar a produção, gestão e disseminação da investigação (FCCN, 2023). Entre estas iniciativas, destaca-se o PTCRIS², um ecossistema integrado de informação que visa garantir a interoperabilidade entre diferentes sistemas, simplificando os processos administrativos e assegurando a qualidade e atualização dos dados científicos.

O PTCRIS define um quadro normativo que estabelece princípios e regras para a integração dos diversos componentes do ecossistema nacional de investigação. Entre as diretrizes, incluem-se a adoção de identificadores únicos, como o ORCID, e a normalização dos fluxos de dados entre plataformas, permitindo um acesso

²<https://ptcris.pt>

mais eficiente e estruturado à informação científica (PTCRIS, 2020). Alinhado com as melhores práticas internacionais, o PTCRIS facilita a gestão dos registos científicos e melhora a visibilidade da investigação portuguesa a nível global.

A infraestrutura do PTCRIS assenta no PTCRISync³, um mecanismo de sincronização bidirecional e incremental que utiliza o ORCID como *hub* central do ecossistema internacional de Ciência e Tecnologia. Esta solução tecnológica *open source* permite sincronizar informação curricular entre o ORCID e os sistemas nacionais que implementam o PTCRISync, incluindo o CIÊNCIAVITAE e outros sistemas CRIS institucionais. Assim, quando um investigador regista um resultado num sistema integrado, esse registo pode ser automaticamente propagado para os restantes que suportam esta infraestrutura, reduzindo a carga administrativa e assegurando a consistência global da informação (PTCRIS, 2025a, 2025b).

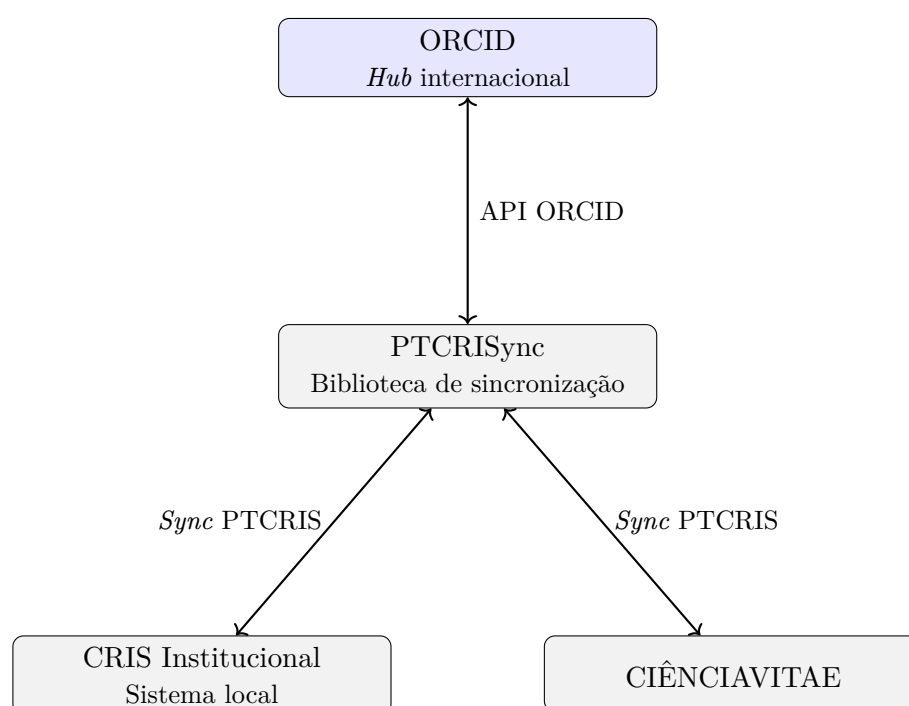


Figura 2.2: Arquitetura real do ecossistema PTCRIS. O PTCRISync atua como intermediário entre serviços CRIS (incluindo o CIÊNCIAVITAE) e o ORCID, assegurando sincronização bidirecional.

A biblioteca PTCRISync oferece ainda funcionalidades avançadas para a importação e exportação de registos do ORCID, permitindo detetar novos trabalhos e identificadores externos (Moreira & Cunha, 2017).

Além do PTCRIS, a FCT apoia várias outras plataformas tecnológicas essenciais para a gestão e organização da investigação científica. O CIÊNCIAVITAE⁴

³<https://github.com/fccn/PTCRISync>

⁴<https://www.cienciavitae.pt>

é o sistema nacional de gestão curricular, criado para centralizar e estruturar a informação sobre a atividade científica e tecnológica, promovendo a reutilização dos dados de forma normalizada e consistente entre sistemas (CIÊNCIAVITAE, 2025). Funciona como ferramenta essencial para atos administrativos assentes no currículo, assegurando simultaneamente a integração com sistemas nacionais e internacionais, permitindo a importação automática de registos e a atualização contínua da informação (Laranjeira, Nabais, Gomes, Lopes, & Moreira, 2022).

O CIÊNCIA ID⁵, por sua vez, é um sistema de autenticação e identificação única para o ecossistema científico nacional, permitindo que investigadores, docentes e gestores de ciência se identifiquem e acedam a diversos serviços através de um *login* único (FCCN, 2025b). Esta plataforma simplifica o acesso e a reutilização da informação, reduzindo a burocracia associada à gestão de credenciais e promovendo a interoperabilidade entre diferentes sistemas científicos nacionais (FCCN, 2025c). O CIÊNCIA ID garante um processo seguro de autenticação, no qual um Fornecedor de Identidade valida as credenciais do utilizador e partilha apenas a informação necessária com os serviços aderentes, respeitando os princípios de proteção de dados e privacidade (PTCRIS, 2020).

Outro elemento essencial é o Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP)⁶, que agrega e indexa conteúdos científicos em acesso aberto (RCAAP, 2025). Criado em 2008 e gerido pela FCT em colaboração com a Universidade do Minho, constitui a principal iniciativa nacional de acesso aberto, disponibilizando serviços como o alojamento de repositórios institucionais e de dados científicos (Moreira et al., 2017). A sua integração no ecossistema PTCRIS reforça a interoperabilidade entre sistemas e facilita a gestão dos resultados da investigação (Laranjeira et al., 2022).

Todas estas iniciativas, ao serem integradas num ecossistema unificado, reforçam a normalização da informação científica, promovem a visibilidade dos investigadores e facilitam a partilha de conhecimento. A adoção de normas comuns e a interoperabilidade entre sistemas garantem uma gestão mais eficiente da investigação em Portugal, contribuindo para um ambiente científico mais colaborativo, transparente e inovador (FCCN, 2025a).

⁵<https://www.ciencia-id.pt/CienciaID/HomePage.aspx>

⁶<https://www.rcaap.pt>

2.4 Identificação e Estruturação da Informação Científica

A organização e a circulação da informação científica não dependem apenas dos sistemas que a armazenam, mas também da forma como essa informação é identificada e estruturada. A utilização de identificadores persistentes e de modelos semânticos é, por isso, essencial para garantir normalização, interoperabilidade e fiabilidade no ecossistema científico. No contexto dos sistemas CRIS, e em particular dentro do quadro normativo PTCRIS, estes mecanismos desempenham um papel crucial na integração e coerência da informação científica (Laranjeira et al., 2022).

Os identificadores únicos são fundamentais para a rastreabilidade e correta associação da produção científica aos seus autores, projetos e contextos institucionais. O *Digital Object Identifier* (DOI) é utilizado para garantir a identificação persistente de publicações e projetos de investigação, assegurando a sua correta referência e recuperação a longo prazo. No caso da identificação de investigadores, o ORCID e o CIÊNCIA ID asseguram que as contribuições científicas de cada autor sejam corretamente atribuídas, evitando ambiguidades e garantindo uma ligação estável entre os investigadores e os seus trabalhos. O CIÊNCIA ID, especificamente, foi criado para facilitar a autenticação e identificação dos investigadores no ecossistema científico português, sendo um elemento-chave na infraestrutura PTCRIS (PTCRIS, 2020).

Além da identificação individual, a estruturação dos dados científicos segue modelos semânticos que garantem a interoperabilidade e a integração da informação entre diferentes sistemas. O CERIF é um dos principais modelos utilizados para representar informações sobre projetos, financiamentos e resultados de investigação, permitindo a partilha estruturada destes dados entre sistemas de diferentes instituições. No âmbito das publicações científicas, o *Confederation of Open Access Repositories* (COAR) define diretrizes para a categorização e organização de artigos e outras produções científicas, assegurando maior coerência na disseminação da informação (PTCRIS, 2020).

A semântica do CIÊNCIAVITAE também desempenha um papel central na normalização e agregação dos dados sobre a informação curricular dos investigadores. Integrado no PTCRIS, permite a sincronização automática de informação entre diferentes sistemas, reduzindo a necessidade de introdução manual de dados e garantindo maior fiabilidade e atualização da informação (PTCRIS, 2020).

A adoção destes identificadores e modelos semânticos no âmbito do PTCRIS permite a criação de um ecossistema científico mais integrado, facilitando a gestão da informação, promovendo a transparência dos dados e melhorando a colaboração entre instituições. Em conjunto, estes mecanismos constituem a base técnica que garante a interoperabilidade entre sistemas no ecossistema científico nacional, permitindo que os CRIS operem de forma coerente e integrada e sustentando as funcionalidades de gestão, avaliação e disseminação científica descritas nas secções anteriores.

2.5 Exemplos de Plataformas CRIS em Portugal

As plataformas CRIS desempenham um papel fundamental na gestão da produção científica e na visibilidade das atividades de investigação em instituições de ensino superior e centros de investigação. Em Portugal, diversas instituições adoptaram diferentes abordagens para a implementação desses sistemas, variando entre soluções comerciais consolidadas e plataformas desenvolvidas internamente, sendo que algumas dessas plataformas internas podem ser mais simples que outras, dependendo das necessidades específicas de cada instituição (Amante et al., 2014).

Um exemplo amplamente utilizado é o Pure, uma plataforma CRIS comercial desenvolvida pela Elsevier⁷, que tem sido adotada por instituições como a Universidade Lusófona e a Universidade Nova de Lisboa. O Pure permite a gestão integrada da produção científica, agregando publicações, atividades e impactos da investigação num único sistema. Na Universidade Lusófona, o Pure alimenta o *ULusófona Research Portal*⁸, assegurando a agregação da produção científica institucional e a interoperabilidade com ORCID e CIÊNCIAVITAE (Universidade Lusófona, 2025). Já na Universidade Nova de Lisboa, o Pure suporta o *NOVA Research Portal*⁹, contribuindo para a visibilidade da investigação e a criação de perfis institucionais de investigadores (Universidade Nova de Lisboa, 2025). As Figuras 2.3 e 2.4 ilustram respetivamente as interfaces destes dois portais de investigação baseados na plataforma Pure.

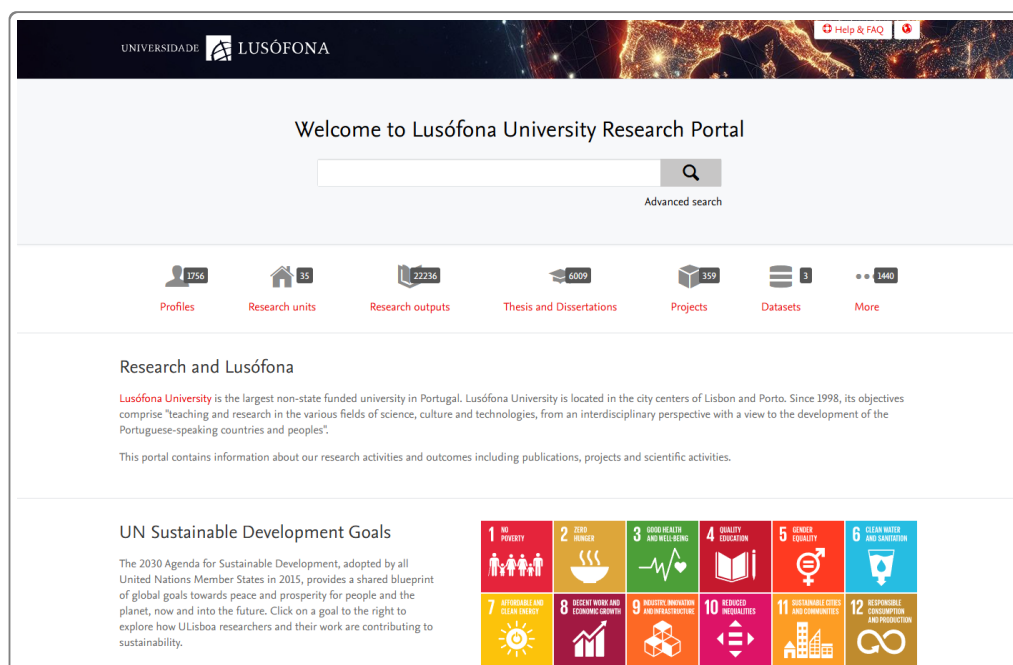


Figura 2.3: Interface do ULusófona Research Portal, baseado na plataforma CRIS Pure.

⁷A Elsevier é uma editora científica internacional e desenvolvedora de plataformas como o Scopus e o Pure.

⁸<https://research.ulusofona.pt>

⁹<https://novaresearch.unl.pt>

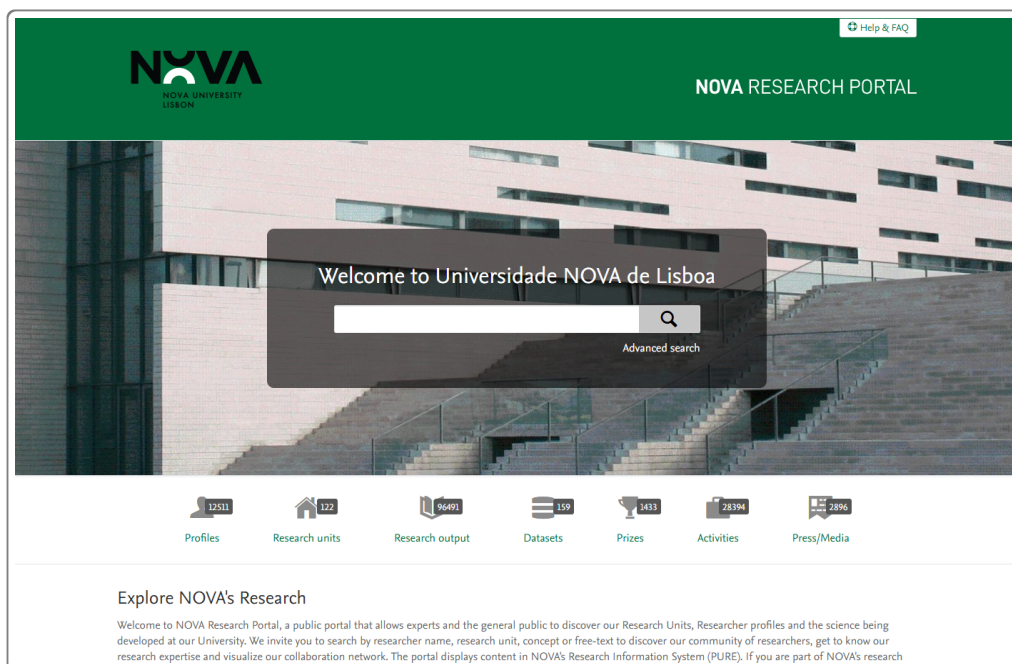


Figura 2.4: Interface do NOVA Research Portal, suportado pela plataforma CRIS Pure.

As Figuras 2.5 e 2.6 apresentam as secções de *Research Outputs* dos portais da Universidade Lusófona e da Universidade Nova de Lisboa. Embora correspondam a implementações distintas, ambas exibem uma estrutura praticamente idêntica, refletindo a utilização comum da plataforma Pure.

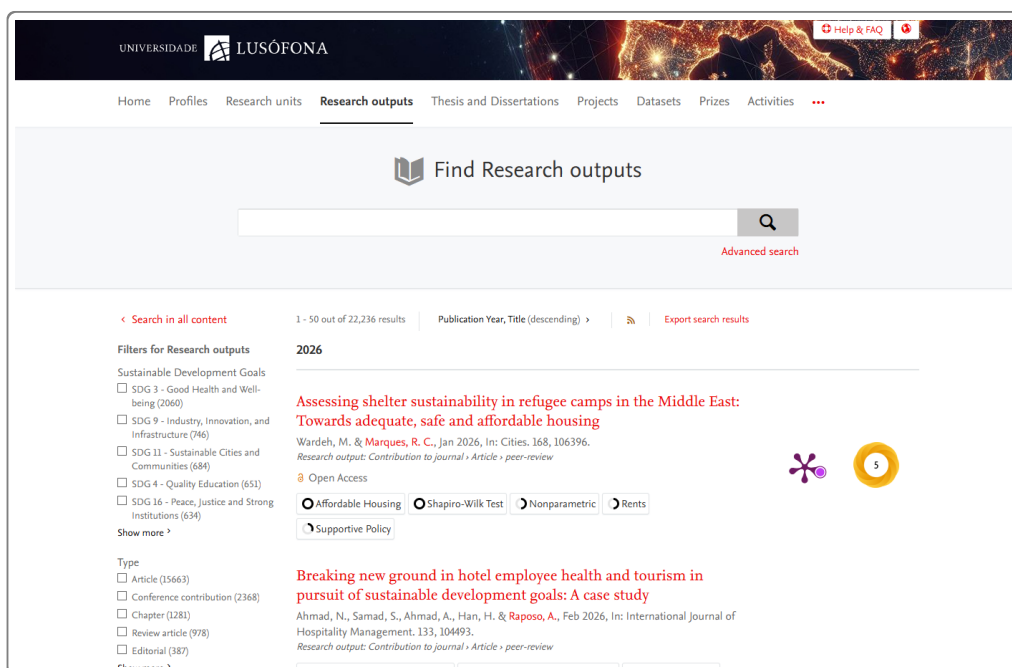


Figura 2.5: Secção de *Research Outputs* do ULusófona Research Portal, baseada na plataforma Pure.



Figura 2.6: Secção de *Research Outputs* do NOVA Research Portal, suportada pela plataforma Pure.

A comparação entre ambas as interfaces evidencia a consistência visual e funcional típica das implementações da plataforma Pure. A organização dos resultados, os filtros disponíveis, a estrutura das listas e o modelo de navegação são praticamente idênticos, variando apenas elementos superficiais como o esquema de cores e o logótipo institucional. Esta uniformidade confirma o carácter modular e reutilizável das instâncias Pure, independentemente da instituição onde são implementadas.

Por outro lado, várias instituições portuguesas optaram por desenvolver sistemas CRIS locais, adaptados às suas necessidades específicas. Entre estes encontram-se o *Ciencia-IUL*¹⁰, do Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), e o sistema interno do Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra (CI-SUC)¹¹, ambos desenvolvidos para responder às particularidades da respetiva atividade científica. O Centro de Tecnologia, Restauro e Valorização das Artes (TECHN&ART)¹², do Instituto Politécnico de Tomar, utiliza igualmente um sistema desenvolvido internamente, caracterizado por uma interface simples e moderna.

As Figuras 2.7, 2.8 e 2.9 ilustram, respetivamente, as interfaces destas três plataformas internas. Embora todas tenham como objetivo central a organização e divulgação da produção científica, cada sistema evidencia prioridades distintas na forma como estrutura e apresenta a informação.

¹⁰<https://ciencia.iscte-iul.pt>

¹¹<https://www.cisuc.uc.pt/en>

¹²<http://www.techneart.ipt.pt/tecnart/index.php>

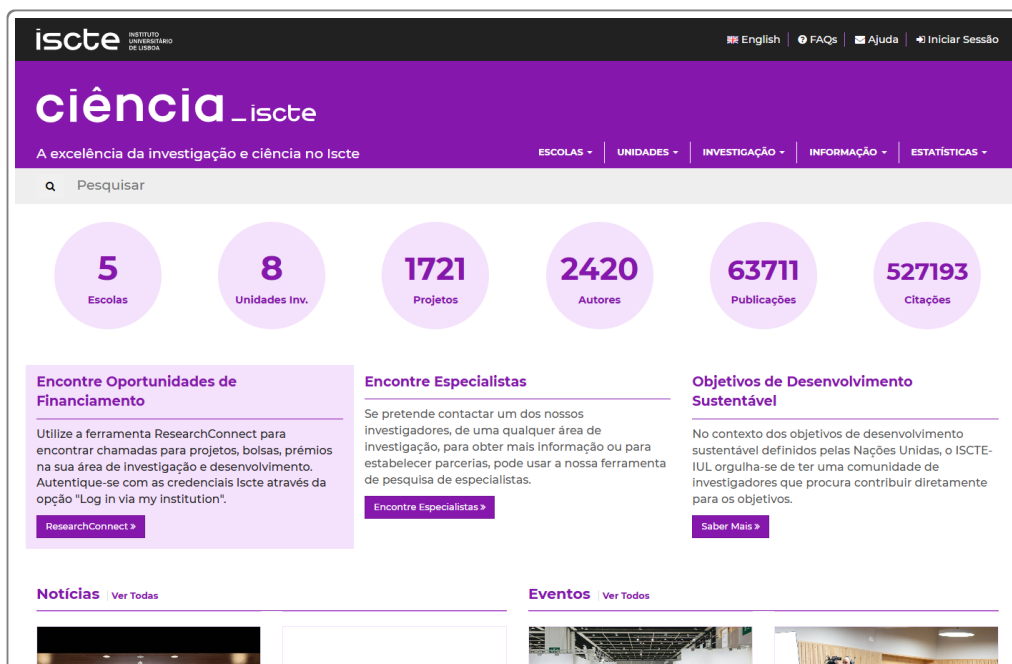


Figura 2.7: Interface da plataforma Ciência-IUL, sistema CRIS desenvolvido internamente pelo ISCTE-IUL.

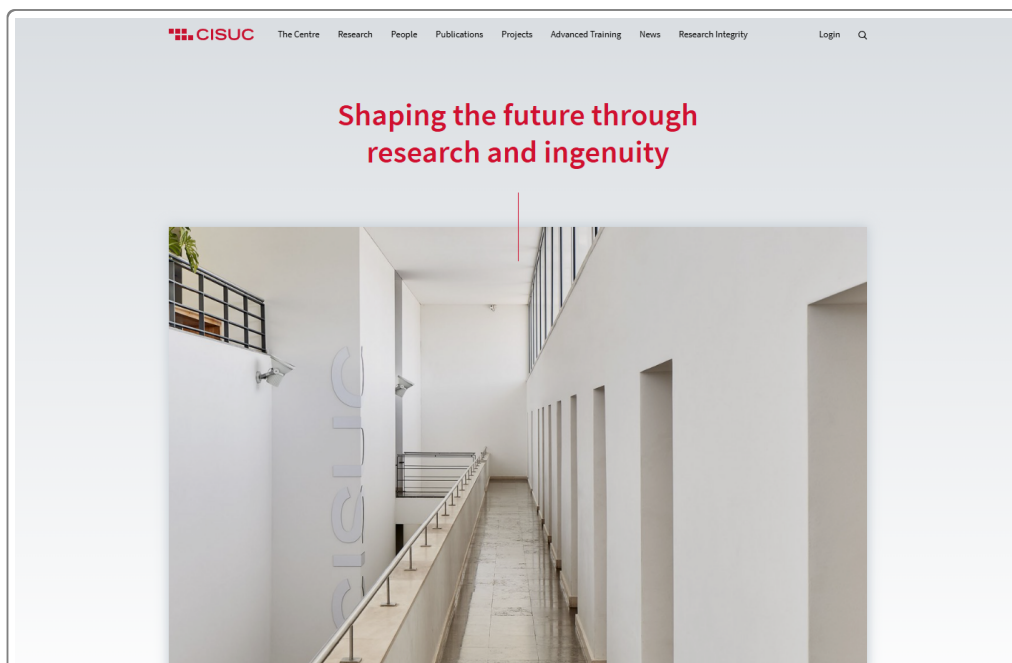


Figura 2.8: Interface do sistema CRIS desenvolvido internamente pelo CISUC (Universidade de Coimbra).

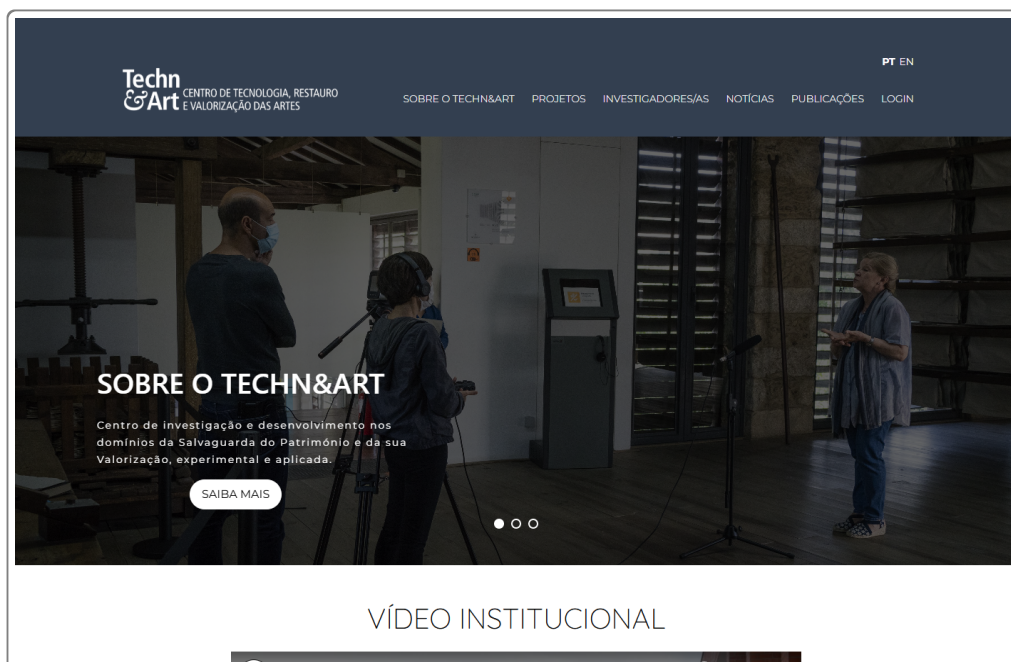


Figura 2.9: Interface do sistema CRIS do TECHN&ART, desenvolvido internamente no IPT.

A análise destas interfaces evidencia diferenças claras entre as plataformas internas. O Ciencia-IUL apresenta uma interface mais densa e orientada para a descrição detalhada das atividades e resultados dos investigadores, refletindo um sistema mais maduro e abrangente em termos de profundidade da informação registada. Já o sistema desenvolvido pelo CISUC adota uma abordagem mais simples, centrada sobretudo na listagem dos investigadores e respetivas publicações, com menor ênfase em elementos visuais ou em categorias diversificadas de produção científica. Por sua vez, o sistema do TECHN&ART distingue-se por uma interface moderna e visualmente apelativa, privilegiando a navegação simples e a apresentação imediata dos conteúdos, ainda que com menor profundidade funcional face às restantes plataformas.

Estas diferenças sugerem níveis distintos de complexidade, recursos técnicos e necessidades institucionais. Apesar disso, todas as plataformas internas partilham características fundamentais, como a centralização da produção científica e a disponibilização pública dos resultados de investigação, desempenhando um papel essencial na visibilidade e organização da atividade científica das respetivas instituições.

A diversidade de abordagens evidenciada nas plataformas CRIS internas contrasta com soluções comerciais como o Pure, que oferecem uma infraestrutura consolidada, interfaces uniformizadas e integração automática com serviços externos. No entanto, enquanto os sistemas comerciais garantem maior estabilidade e uma cobertura funcional mais ampla, as plataformas desenvolvidas localmente oferecem flexibilidade e personalização superiores, permitindo uma adaptação mais direta aos fluxos e prioridades de cada instituição, ainda que à custa de maior esforço de manutenção e evolução tecnológica.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Capítulo 3

O Ci2 e a Transição para um Novo Sistema CRIS

Este capítulo contextualiza a transição do Ci2 para um novo sistema CRIS, começando pela análise das limitações da plataforma atualmente utilizada. Seguidamente, são apresentadas várias iniciativas académicas desenvolvidas no IPT que, em diferentes momentos, procuraram explorar soluções para a gestão estruturada da informação científica. Embora tenham surgido em contextos distintos, estas iniciativas permitem compreender o interesse institucional contínuo em criar uma plataforma deste tipo e evidenciam desafios recorrentes nesta área.

É também introduzido o protótipo que antecedeu o sistema atual, o qual forneceu a base conceptual e técnica para a sua evolução. Este enquadramento, considerado no seu todo, permite identificar os contributos mais relevantes das etapas anteriores e compreender de que forma influenciaram as opções de arquitetura, modelação e funcionalidades da versão atual.

3.1 O Ci2 e a Plataforma Atual

O Centro de Investigação em Cidades Inteligentes (Ci2) do IPT é um grupo de investigação multidisciplinar dedicado ao desenvolvimento de soluções inovadoras para cidades e ambientes inteligentes e sustentáveis. A sua missão passa pela promoção da inovação e pela disseminação do conhecimento científico e tecnológico, apoiando o desenvolvimento de estratégias urbanas e ambientais sustentáveis. Com financiamento da FCT, o Ci2 pretende fortalecer a colaboração entre a comunidade académica e o setor empresarial, contribuindo para a formação avançada de investigadores e para o progresso regional e nacional (Ci2, 2025).

Atualmente, a plataforma utilizada para divulgar e gerir a informação científica do Ci2 consiste num *website*¹ estático e desatualizado. Os dados encontram-se dispersos, dificultando a sua manutenção, atualização e acesso (Henriques & Óscar

¹<http://www.ci2.ipt.pt/pt/>

Campos, 2020; Costa & Martins, 2022). Esta abordagem fragmentada compromete a organização e acessibilidade das informações sobre investigadores, projetos e publicações, tornando a gestão administrativa ineficiente e pouco escalável. Além disso, a ausência de integração com outras plataformas científicas limita a interoperabilidade e a sincronização automática dos dados, dificultando a partilha de informação e a visibilidade do centro de investigação.

As Figuras 3.1 a 3.4 ilustram o *website* atualmente em uso, evidenciando o seu caráter essencialmente informativo e a falta de componentes dinâmicos de gestão de dados. A Figura 3.1 apresenta a página inicial, enquanto as Figuras 3.2, 3.3 e 3.4 mostram, respetivamente, as secções dedicadas a projetos, publicações e investigadores integrados. Estas páginas demonstram a estrutura simples e estática do sistema, onde a informação é apresentada de forma manual, sem mecanismos automáticos de atualização ou integração com fontes externas.

A necessidade de um sistema CRIS surge precisamente como resposta a estas limitações, permitindo a centralização da informação, a automatização da gestão de dados e a melhoria da acessibilidade e visibilidade do Ci2, tanto a nível nacional como internacional.



Figura 3.1: Página inicial do *website* atual do Ci2.

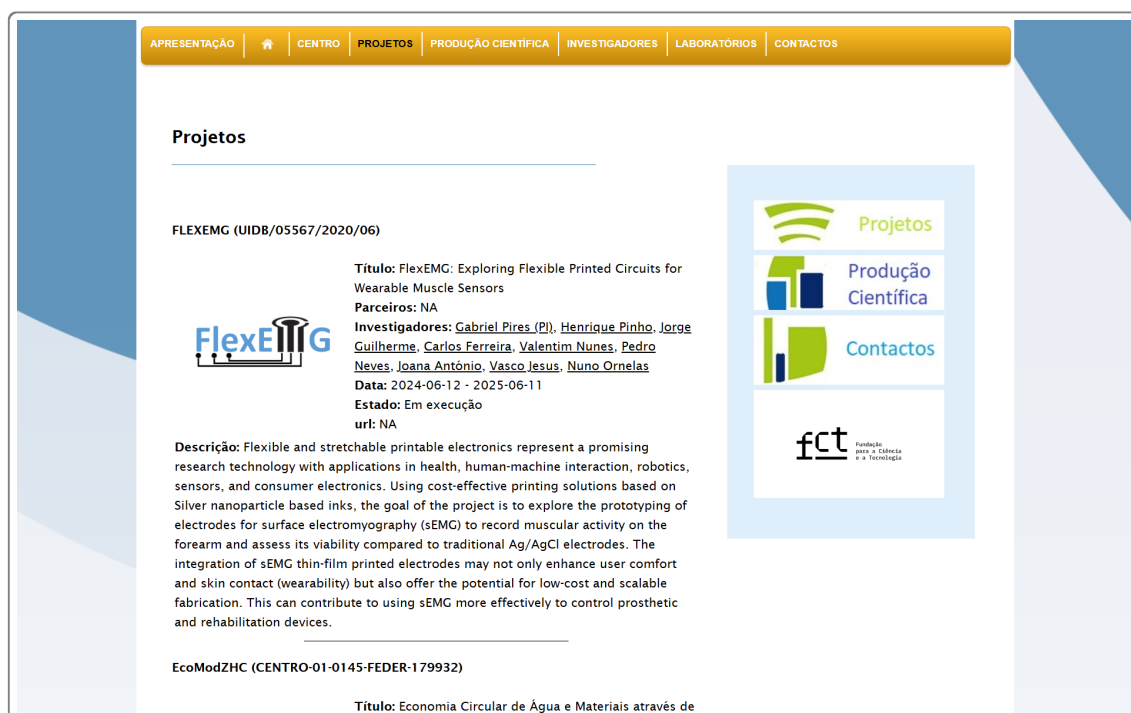


Figura 3.2: Página dedicada aos projetos no *website* atual do Ci2.



Figura 3.3: Página de publicações científicas no *website* atual do Ci2.



Figura 3.4: Página de investigadores integrados no *website* atual do Ci2.

3.2 Iniciativas Meritórias na Construção de um Sistema CRIS

Ao longo dos últimos anos, foram desenvolvidas no IPT várias iniciativas académicas orientadas para a criação de soluções capazes de apoiar a gestão da informação científica da instituição. Apesar de terem surgido em contextos distintos e com objetivos específicos próprios, estas iniciativas evidenciam um interesse recorrente em explorar formas de centralizar e estruturar dados relacionados com a atividade de investigação. A análise destes projetos permite identificar desafios recorrentes ao longo do tempo e fornece um enquadramento útil para compreender a necessidade de uma solução mais completa e integrada.

3.2.1 Primeira iniciativa (2020/2021)

A primeira tentativa de conceber um sistema deste tipo foi desenvolvida em 2020/2021 por Jéssica Henriques e Óscar Campos, no âmbito da Licenciatura em Engenharia Informática. O projeto foi desenvolvido utilizando a *framework* Laravel², valorizada pela sua vasta comunidade, pelas bibliotecas disponíveis e pelos mecanismos integrados de segurança, como a prevenção de ataques SQL Injection e o suporte às regras de dependência do modelo relacional. Este projeto procurou criar uma plataforma web capaz de reunir num único ponto dados relativos a investigadores, centros, projetos e publicações científicas do IPT. Entre

²O Laravel é um *framework* desenvolvido na linguagem PHP para apoio ao desenvolvimento de aplicações *web*.

os seus contributos destaca-se a definição inicial do modelo de dados, incluindo as principais entidades e respetivas relações. Para além disso, foi implementado um sistema de permissões que distinguia diferentes perfis de utilizador e permitia uma gestão básica da informação, abrangendo funcionalidades como a associação de equipas a projetos, a identificação de entidades financiadoras e o registo sumário de publicações científicas (Henriques & Óscar Campos, 2020).

Este trabalho revelou igualmente diversas dificuldades estruturais que se tornariam recorrentes nas iniciativas seguintes. A ausência de mecanismos de integração com serviços externos constituiu uma limitação significativa, dificultando a consolidação da informação científica e impedindo a automatização de vários processos. Acrescentam-se ainda desafios técnicos relacionados com a autenticação federada e com o alojamento, que condicionaram a evolução do sistema. Apesar dessas barreiras, o projeto demonstrou claramente a pertinência de uma solução CRIS e estabeleceu um primeiro conjunto de conceitos, entidades e funcionalidades que seriam posteriormente aprofundados (Henriques & Óscar Campos, 2020).

3.2.2 Segunda iniciativa (2022/2023)

No ano letivo de 2022/2023, Rodrigo Costa e Rúben Martins retomaram o trabalho anterior com o objetivo de consolidar a sua arquitetura e melhorar a organização da informação. Nesta fase, o sistema foi reimplementado em .NET Core³, uma *framework* modular e multiplataforma escolhida como alternativa ao Laravel devido a problemas de compatibilidade e limitações encontradas na solução inicial. A transição permitiu explorar uma tecnologia mais leve, estável e alinhada com os objetivos da equipa. Esta fase incidiu especialmente na vertente de *backend*, resultando no refinamento da estrutura da base de dados e na revisão do modelo herdado da primeira versão. Foram também introduzidos mecanismos que reforçaram a capacidade de manipulação e apresentação dos dados, nomeadamente paginação, filtragem e ordenação, contribuindo para uma maior usabilidade das interfaces internas (Costa & Martins, 2022).

Apesar de ter representado um avanço técnico relevante, esta versão permaneceu limitada em aspetos essenciais. A interface continuava pouco desenvolvida, a integração com repositórios externos não progrediu para além da fase de análise conceptual e o sistema manteve-se num estado prototipado, sem condições para adoção real por um centro de investigação. Ainda assim, este projeto permitiu consolidar práticas de desenvolvimento mais estruturadas e clarificou requisitos importantes para evoluções futuras (Costa & Martins, 2022).

3.2.3 Terceira iniciativa (2024/2025)

Durante o ano letivo de 2024/2025, Catarina Zangrandi e Miguel Brazão voltaram a trabalhar sobre a solução existente, introduzindo uma evolução significativa

³O .NET Core é uma *framework* de código aberto desenvolvida pela Microsoft para o desenvolvimento de aplicações.

na interface pública e desenvolvendo melhorias na API utilizada pelo sistema. O projeto centrou-se na criação de um novo *front-office*⁴ dinâmico e responsivo, desenvolvido em React⁵ e integrado com a *Application Programming Interface* (API) existente. Esta abordagem permitiu uma modernização expressiva da camada pública do sistema, incorporando funcionalidades como internacionalização, navegação adaptável e apresentação estruturada de investigadores, projetos e publicações. Paralelamente, foi realizada uma primeira abordagem à integração com o CiênciaVitae, recorrendo à importação de dados através de ficheiros JSON⁶, funcionando essencialmente como prova de conceito (Zangrandi & Brazão, 2025).

Para além do desenvolvimento do *front-office*, este projeto foi enquadrado num esforço institucional mais alargado, cujo objetivo passa pela criação de uma API transversal à investigação conduzida nos vários centros, gabinetes e serviços do IPT. Trata-se de uma iniciativa com mérito e potencial estratégico para a instituição, mas que apresenta desafios substanciais. A abrangência do seu escopo implica a recolha de requisitos junto de múltiplos *stakeholders*, a definição de mecanismos de governação claros e a integração com diversas plataformas internas. É, por esse motivo, um projeto com um horizonte temporal significativamente mais amplo, orientado para a construção de infraestrutura institucional e não especificamente para as necessidades do Ci2.

3.2.4 Síntese e relação com o presente trabalho

As iniciativas descritas representam contributos relevantes para compreender o interesse crescente do IPT na criação de soluções dedicadas à gestão da informação científica. Embora tenham sido desenvolvidas com propósitos e alcances distintos, e sem ligação direta ao sistema aqui apresentado, ajudaram a evidenciar desafios, experimentar abordagens e identificar limitações frequentes no contexto institucional. Este enquadramento reforça a pertinência de uma solução específica para o Ci2.

Importa sublinhar que o sistema desenvolvido neste trabalho não deriva tecnicamente das iniciativas anteriores, nem se posiciona como sua continuação. Foi concebido de raiz para responder às necessidades concretas do Ci2, com base num levantamento detalhado dos seus processos e requisitos. Ainda assim, a solução não deve ser vista como concorrente de outras iniciativas institucionais. Procura atuar de forma complementar, oferecendo uma resposta imediata e ajustada ao centro, mantendo ao mesmo tempo a possibilidade de integração futura com infraestruturas mais abrangentes, caso estas venham a ser consolidadas.

⁴O termo *front-office* refere-se à interface ou área da aplicação destinada aos utilizadores finais, onde a informação é apresentada e consultada de forma pública ou semi-pública.

⁵React é uma biblioteca JavaScript orientada a componentes, utilizada para criar interfaces de utilizador dinâmicas e interativas com base num modelo eficiente de atualização do *virtual DOM*.

⁶JSON (*JavaScript Object Notation*) é um formato leve de intercâmbio de dados, amplamente utilizado devido à sua estrutura simples baseada em pares chave-valor e à facilidade de leitura tanto por humanos como por máquinas.

3.3 Protótipo do Novo Sistema CRIS

A construção do novo sistema CRIS para o Ci2 teve início com o desenvolvimento de um protótipo que serviu de base conceptual e tecnológica para a versão atual. Este capítulo apresenta o ponto de partida desse processo, descrevendo o contexto em que o protótipo foi criado, as suas principais características e as conclusões retiradas do seu desenvolvimento. O objetivo é clarificar de que forma esta primeira implementação orientou as decisões técnicas e estruturais do sistema final, evidenciando os contributos e limitações que motivaram a sua evolução.

3.3.1 Contexto e Origem do Protótipo

No ano letivo de 2023/2024, foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Engenharia de Software do Mestrado em Engenharia Informática – Internet das Coisas um protótipo orientado especificamente para o Ci2. O trabalho, realizado por Luís Costa, Paulo Peixoto e Ricardo Elisiário ao longo de cerca de dois meses, teve como objetivo explorar a viabilidade de um sistema CRIS dedicado ao centro.

Apesar do tempo reduzido disponível para o seu desenvolvimento, o protótipo permitiu identificar requisitos essenciais, testar abordagens iniciais e reconhecer várias necessidades estruturais, incluindo uma arquitetura mais robusta, um modelo de dados mais completo e funcionalidades ajustadas ao contexto real do Ci2. Esta etapa contribuiu de forma significativa para clarificar o tipo de solução necessária para responder às exigências do centro.

Apesar de corresponder a uma versão inicial, o protótipo serviu como ponto de partida sólido para o trabalho agora apresentado, influenciando a definição da estrutura do sistema e a orientação das funcionalidades subsequentes. Os capítulos seguintes descrevem de forma detalhada as características e conclusões associadas a essa fase inicial de desenvolvimento.

3.3.2 Descrição do Protótipo

Implementado em Ruby on Rails e complementado pela biblioteca Bootstrap, o protótipo segue o padrão *Model-View-Controller* (MVC), garantindo uma separação clara entre os dados, a lógica de negócio e a interface do utilizador. Esta abordagem facilita a manutenção do código e permite uma evolução progressiva do sistema.

Entre as principais funcionalidades que foram implementadas destaca-se a autenticação de utilizadores, realizada através da *gem*⁷ Devise⁸, que assegura um acesso seguro e diferenciado com base em permissões (Figura 3.5). A *gem* Active Storage foi utilizada para a gestão de ficheiros associados aos modelos, como

⁷Uma *gem* em Ruby on Rails é um pacote de software reutilizável que adiciona funcionalidades a uma aplicação, facilitando a integração de bibliotecas e ferramentas.

⁸<https://github.com/heartcombo/devise>

fotografias de perfil dos investigadores (Figura 3.6). Além disso, a biblioteca Rails-i18n⁹ foi integrada para oferecer suporte multilíngue, permitindo a utilização do sistema tanto em português como em inglês (Figuras 3.10 e 3.11). A experiência de visualização de dados foi enriquecida com a utilização da *gem* Chartkick¹⁰, possibilitando a criação de gráficos interativos para melhor análise da informação (Figura 3.7).

O novo sistema CRIS foi concebido para permitir uma gestão integrada e eficiente de investigadores, projetos, publicações científicas e notícias sobre o Ci2. A plataforma disponibiliza um conjunto completo de funcionalidades que permite criar, visualizar, editar e eliminar (CRUD) todas estas entidades, facilitando a atualização e manutenção da informação científica (Figura 3.8). A interface gráfica, desenvolvida com Bootstrap, proporciona um design responsivo e intuitivo, garantindo uma experiência de utilização fluida e acessível, especialmente em ambientes *desktop* (Figura 3.9). Além disso, a organização estruturada dos dados permite uma navegação clara e uma gestão simplificada da informação, assegurando que todas as interações sejam feitas de forma eficiente e centralizada.

Apesar dos progressos alcançados, o protótipo ainda apresentava algumas limitações. A falta de suporte otimizado para dispositivos móveis reduz a acessibilidade da plataforma, e funcionalidades essenciais, como barras de pesquisa avançada e *dashboards* mais completos, não foram implementadas devido a restrições temporais. Além disso, a integração com o PTCRIS, essencial para garantir a interoperabilidade com outras plataformas científicas, não foi concretizada, representando um desafio para futuras fases de desenvolvimento.

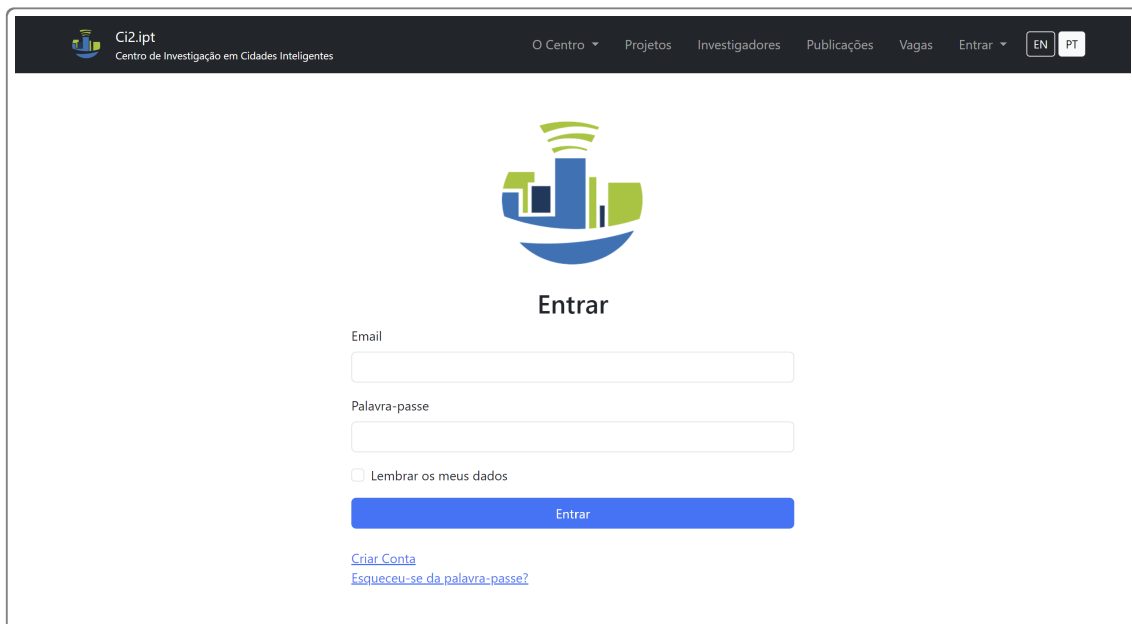


Figura 3.5: Página de autenticação da aplicação, permitindo o acesso dos utilizadores com as suas credenciais.

⁹<https://github.com/svenfuchs/rails-i18n>

¹⁰<https://github.com/ankane/chartkick.git>

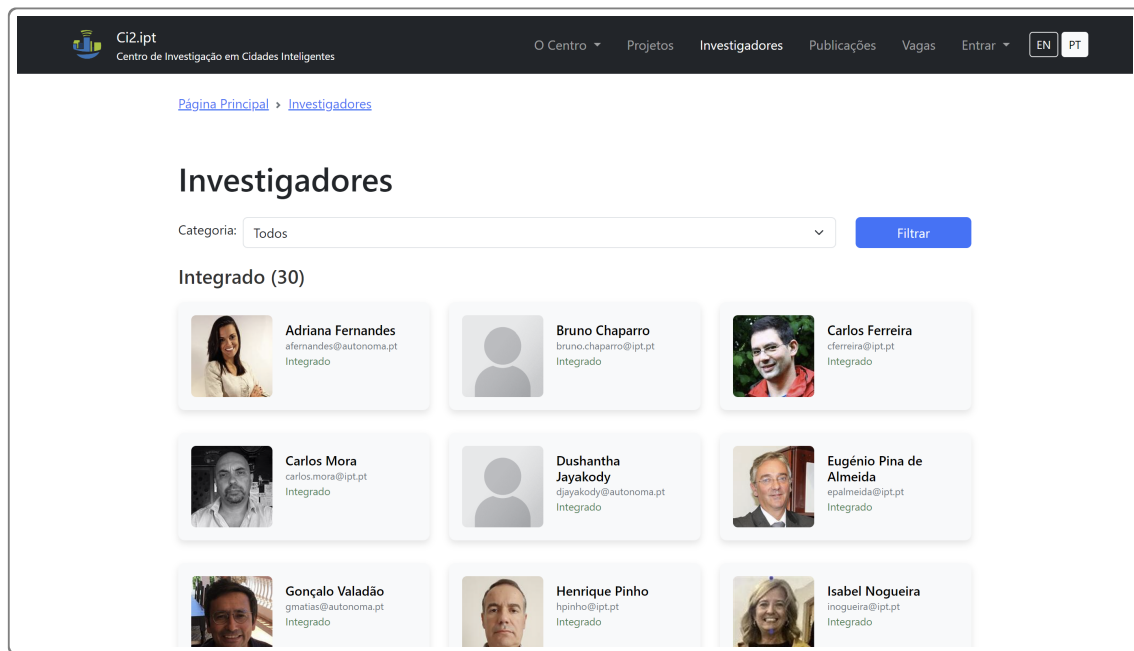


Figura 3.6: Exibição da lista de investigadores, com informações associadas a cada um.

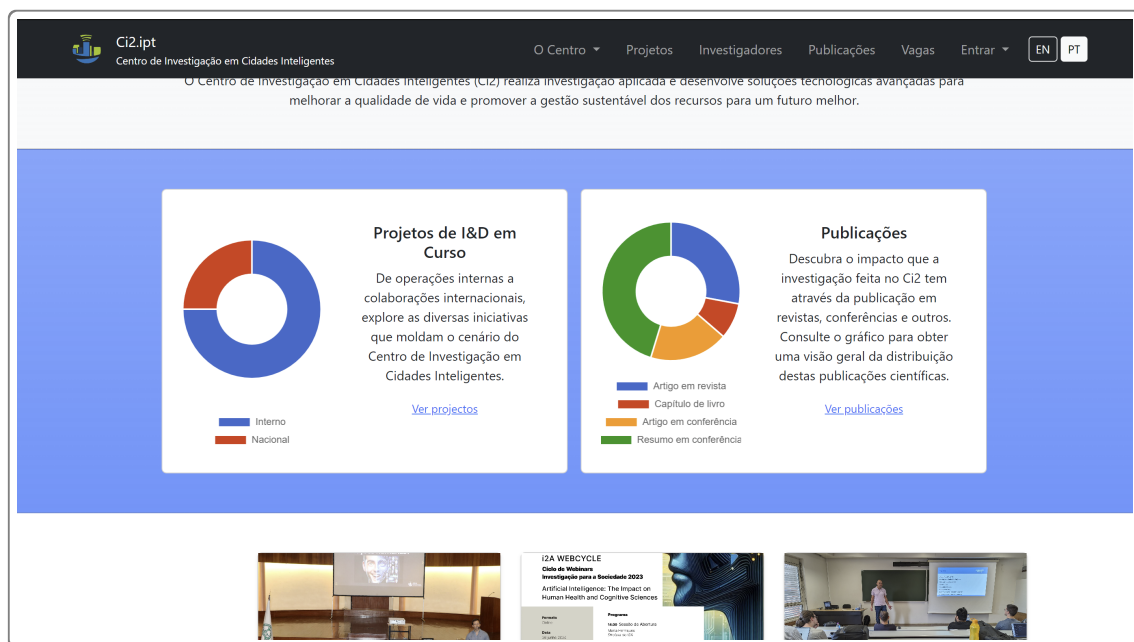


Figura 3.7: Visualização gráfica dos dados da investigação, mostrando indicadores como a distribuição de publicações ou projetos.

Ci2.ipt
Centro de Investigação em Cidades Inteligentes

O Centro ▾ Projetos Investigadores Instituições Publicações Vagas Conta ▾ EN PT

[Página Principal](#) > [Projetos](#) > [Editar EcoModZHC](#)

Editar Projeto

Project name or acronym *

EcoModZHC

Project Title (Portuguese)

Economia Circular de Água e Materiais através de Zonas Húmidas Construídas Modulares

Project Title (English)

Circular Economy of Water and Materials through Modular Constructed Wetlands

Project reference code *

CENTRO-01-0145-FEDER-179932

The project reference code assigned by the funding entity, such as PTDC/CCI-COM/3171/2021

Project DOI

<https://doi.org/> Insert project DOI, e.g., 10.54499/PTDC/CCI-COM/3171/2021

Start date *

1 ▾ julho ▾ 2022 ▾

Figura 3.8: Formulário para editar as informações de um projeto de investigação.



Figura 3.9: Visão geral da aplicação, com acesso direto às funcionalidades principais, como gestão de investigadores e projetos.



The screenshot shows the Portuguese version of the Ci2.ipt website. The header includes the logo 'Ci2.ipt Centro de Investigação em Cidades Inteligentes' and a navigation menu with items: 'O Centro', 'Projetos', 'Investigadores', 'Instituições', 'Publicações', 'Vagas', 'Conta', and language selectors 'EN' and 'PT'. The main content area is titled 'Sobre o Ci2' and contains two paragraphs of text describing the center's mission and collaborative work. At the bottom, there is a 'Visão Geral do Ci2' section and an 'IPT Labs' button.

Ci2.ipt
Centro de Investigação em Cidades Inteligentes

O Centro de Investigação em Cidades Inteligentes (Ci2) do Instituto Politécnico de Tomar (IPT) foi fundado em 2018. A principal missão do Ci2 é contribuir para o desenvolvimento sustentável das cidades e regiões através de investigação transdisciplinar e aplicada em áreas como Grandes Volumes de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão, Sistemas de Monitorização e Controlo, E-health, Vida Assistida, Energia, Mobilidade, Ambiente, Eficiência e Produtividade. As actividades de I&D do Ci2 centram-se em duas grandes áreas temáticas: Ambientes Inteligentes e Pervasivos (IPE) e Gestão Sustentável de Recursos (SMR).

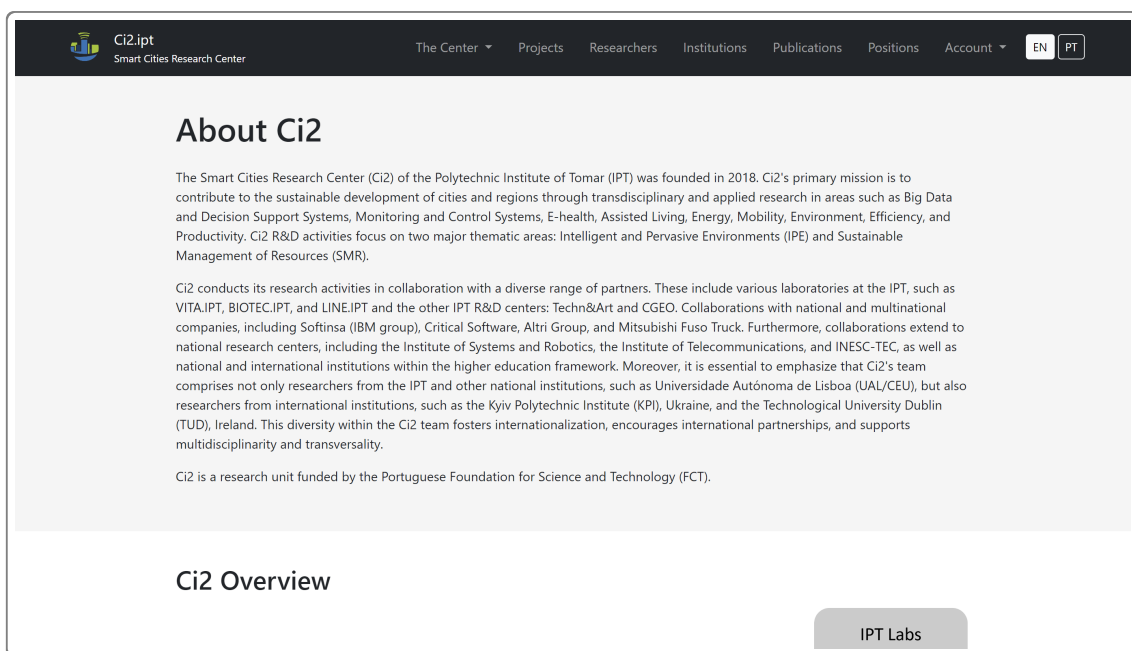
O Ci2 desenvolve as suas actividades de investigação em colaboração com um conjunto diversificado de parceiros. Estes incluem vários laboratórios do IPT, como o VITA.IPT, o BIOTEC.IPT e o LINE.IPT e os outros centros de I&D do IPT: Techn&Art e CGEO. Colaborações com empresas nacionais e multinacionais, entre as quais a Softinsa (grupo IBM), a Critical Software, o Grupo Altri e a Mitsubishi Fuso Truck. Para além disso, as colaborações estendem-se a centros de investigação nacionais, incluindo o Instituto de Sistemas e Robótica, o Instituto de Telecomunicações e o INESC-TEC, bem como a instituições nacionais e internacionais no âmbito do ensino superior. Além disso, é fundamental realçar que a equipa do Ci2 é constituída não só por investigadores do IPT e de outras instituições nacionais, como a Universidade Autónoma de Lisboa (UAL/CEU), mas também por investigadores de instituições internacionais, como o Kyiv Polytechnic Institute (KPI), na Ucrânia, e a Technological University Dublin (TUD), na Irlanda. Esta diversidade na equipa do Ci2 promove a internacionalização, incentiva parcerias internacionais e apoia a multidisciplinaridade e a transversalidade.

O Ci2 é uma unidade de investigação financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Visão Geral do Ci2

IPT Labs

Figura 3.10: Página informativa sobre o Ci2, com a língua seleccionada em português.



The screenshot shows the English version of the Ci2.ipt website. The header includes the logo 'Ci2.ipt Smart Cities Research Center' and a navigation menu with items: 'The Center', 'Projects', 'Researchers', 'Institutions', 'Publications', 'Positions', 'Account', and language selectors 'EN' and 'PT'. The main content area is titled 'About Ci2' and contains two paragraphs of text describing the center's mission and collaborative work. At the bottom, there is a 'Ci2 Overview' section and an 'IPT Labs' button.

Ci2.ipt
Smart Cities Research Center

The Smart Cities Research Center (Ci2) of the Polytechnic Institute of Tomar (IPT) was founded in 2018. Ci2's primary mission is to contribute to the sustainable development of cities and regions through transdisciplinary and applied research in areas such as Big Data and Decision Support Systems, Monitoring and Control Systems, E-health, Assisted Living, Energy, Mobility, Environment, Efficiency, and Productivity. Ci2 R&D activities focus on two major thematic areas: Intelligent and Pervasive Environments (IPE) and Sustainable Management of Resources (SMR).

Ci2 conducts its research activities in collaboration with a diverse range of partners. These include various laboratories at the IPT, such as VITA.IPT, BIOTEC.IPT, and LINE.IPT and the other IPT R&D centers: Techn&Art and CGEO. Collaborations with national and multinational companies, including Softinsa (IBM group), Critical Software, Altri Group, and Mitsubishi Fuso Truck. Furthermore, collaborations extend to national research centers, including the Institute of Systems and Robotics, the Institute of Telecommunications, and INESC-TEC, as well as national and international institutions within the higher education framework. Moreover, it is essential to emphasize that Ci2's team comprises not only researchers from the IPT and other national institutions, such as Universidade Autónoma de Lisboa (UAL/CEU), but also researchers from international institutions, such as the Kyiv Polytechnic Institute (KPI), Ukraine, and the Technological University Dublin (TUD), Ireland. This diversity within the Ci2 team fosters internationalization, encourages international partnerships, and supports multidisciplinary and transversality.

Ci2 is a research unit funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT).

About Ci2

Ci2 Overview

IPT Labs

Figura 3.11: Página informativa sobre o Ci2, com a língua seleccionada em inglês.

3.3.3 Considerações sobre o Desenvolvimento do Protótipo

O desenvolvimento do protótipo da nova plataforma CRIS permitiu tirar várias conclusões importantes, tanto a nível técnico como de organização do trabalho. A escolha do *framework* Ruby on Rails revelou-se uma decisão acertada, pois permitiu criar uma aplicação estruturada e modular num curto espaço de tempo. O uso de ferramentas como Devise, Active Storage e Chartkick mostrou também a importância de recorrer a soluções especializadas que ajudam a acelerar o desenvolvimento e a melhorar as funcionalidades do sistema.

No início do desenvolvimento do protótipo, houve uma aposta clara em criar uma base sólida ao nível da lógica e do modelo de dados do sistema. Esta decisão revelou-se vantajosa, pois permitiu construir uma estrutura consistente que facilitou o desenvolvimento de uma aplicação funcional num curto espaço de tempo.

O processo de desenvolvimento iterativo mostrou-se uma abordagem eficaz, permitindo testar, ajustar e melhorar as funcionalidades de forma contínua. Esta forma de trabalho ajudou a identificar problemas mais cedo e a adaptar o sistema às reais necessidades dos utilizadores e do centro de investigação.

De forma geral, o processo permitiu alcançar uma versão inicial sólida e coerente do sistema. O protótipo desenvolvido representa uma base simples, mas funcional, que demonstra o potencial de um sistema CRIS para o Ci2. Ainda assim, o seu estado atual revela que há espaço para evolução, com melhorias e novas funcionalidades necessárias para que o sistema se torne uma solução completa e totalmente integrada.

Capítulo 4

Planeamento do Projeto

O desenvolvimento da nova plataforma CRIS para o Ci2 seguiu um processo bem estruturado, composto por várias fases que abrangeram desde a investigação inicial sobre sistemas CRIS até à implementação de novas funcionalidades e melhorias no protótipo existente. Este capítulo descreve as diferentes etapas de planeamento e execução do projeto, incluindo a abordagem metodológica seguida, o ambiente técnico adotado e uma análise dos principais indicadores de desenvolvimento obtidos ao longo das iterações.

4.1 Fases do Projeto

O início do projeto foi marcado por uma fase de investigação teórica, centrada no estudo de sistemas CRIS e das suas aplicações em instituições nacionais. Foi dada particular atenção ao PTCRIS, analisando o seu papel na gestão da informação científica em Portugal, os benefícios da sua adoção e os requisitos necessários para a sua integração. Esta fase de pesquisa revelou-se essencial para compreender os desafios e oportunidades associados ao desenvolvimento de um sistema alinhado com as melhores práticas e normas nacionais.

Seguidamente, procedeu-se à análise do protótipo, identificando as suas limitações e aspetos a melhorar. Através de um processo sistemático de avaliação, foi elaborada uma lista inicial de tarefas que abrange tanto correções de erros existentes como o desenvolvimento de algumas funcionalidades em falta (assunto referenciado no ponto 4.2).

Após esta análise inicial e definição das primeiras tarefas, a fase de desenvolvimento foi planeada de modo a seguir uma abordagem ágil e iterativa, permitindo uma evolução progressiva e controlada do sistema. O trabalho foi dividido em várias iterações, cada uma com objetivos específicos, incidindo sobre diferentes componentes da aplicação. À medida que o desenvolvimento foi avançando, novas tarefas foram sendo adicionadas e ajustadas às necessidades identificadas, garantindo uma resposta contínua a melhorias e requisitos emergentes. As primeiras iterações concentraram-se na configuração e estabilização do ambiente de desenvol-

vimento, assegurando uma base sólida para o trabalho subsequente. Nas iterações seguintes, foram abordadas áreas como a autenticação de utilizadores, a gestão de investigadores, projetos e financiamentos, bem como o módulo de publicações. As últimas fases focaram-se em correções, otimizações e no desenvolvimento da *dashboard* e das métricas associadas. Este processo iterativo permitiu adicionar novas funcionalidades de forma contínua, garantindo uma evolução coerente e sustentada da plataforma.

Estava inicialmente prevista uma fase final dedicada à integração do sistema com o ecossistema PTCRIS, de forma a garantir a interoperabilidade com plataformas nacionais de gestão da informação científica. Contudo, devido à complexidade associada ao desenvolvimento das funcionalidades principais e às limitações de tempo do projeto, esta etapa não chegou a ser implementada. Ainda assim, a estrutura do sistema foi desenvolvida tendo em conta essa futura integração, assegurando uma base sólida para que esse objetivo possa ser concretizado numa fase posterior.

4.2 Análise do Protótipo

A análise do protótipo inicial da plataforma permitiu identificar um conjunto de limitações que comprometiam a sua usabilidade e funcionalidade. Apesar dos progressos alcançados na estrutura geral da aplicação, verificaram-se várias fragilidades, sobretudo ao nível da experiência do utilizador, da organização e apresentação dos dados, bem como de alguns aspetos técnicos que exigiam correção. Entre os problemas mais relevantes destacaram-se erros na interface, dificuldades de navegação, falhas de tradução e uma fraca adaptação da plataforma a dispositivos móveis.

Com base nesta avaliação, foi elaborada uma lista de tarefas detalhada que serviu de ponto de partida para o planeamento do desenvolvimento subsequente. Esta lista inclui tanto a correção de erros identificados como a implementação de funcionalidades em falta, melhorias de usabilidade e ajustes visuais e estruturais. Estas ações revelaram-se essenciais para estabilizar o sistema e preparar o terreno para as fases seguintes do projeto.

A Tabela 4.1 apresenta o conjunto de tarefas registadas durante esta análise, classificadas de acordo com o seu tipo: *[BUG]* para correções, *[DEV]* para desenvolvimento de novas funcionalidades e *[REVIEW]* para revisões e decisões de arquitetura.

Estas tarefas formaram a base inicial do planeamento do desenvolvimento, servindo como ponto de partida para as iterações descritas na Secção 4.4. Embora tenham sido definidas numa fase inicial, muitas foram sendo abordadas em paralelo com outras tarefas que surgiram ao longo do desenvolvimento, acompanhando a evolução natural do projeto e as necessidades identificadas em cada etapa.

Categoria	Descrição da Tarefa
[BUG]	Na página principal, o botão “Ver mais notícias” está desalinhado.
[BUG]	Em várias páginas, como Projetos, Publicações e Vagas, aparece um espaço em branco abaixo do rodapé.
[BUG]	É possível aceder à página de Instituições através dos <i>breadcrumbs</i> , mesmo sem estar autenticado.
[BUG]	Faltam traduções para português em alguns cartões.
[BUG]	Faltam traduções para português na página dos Laboratórios.
[BUG]	Faltam traduções para português na página da Estrutura Organizacional.
[BUG]	Faltam traduções para português no perfil de Investigador.
[DEV]	Criar página dos Termos de Serviço.
[DEV]	Criar página da Política de Privacidade.
[BUG]	Mensagens de erro não aparecem com tradução em inglês nas várias páginas de criação.
[BUG]	Faltam as traduções dos formulários para português em todas as páginas de criação.
[BUG]	Quando se cria uma nova posição, os campos de Supervisor e de Projeto já estão previamente selecionados.
[BUG]	Não é possível editar o próprio perfil de investigador quando está autenticado.
[BUG]	Ao editar instituição, a imagem é exibida num campo diferente do <i>input</i> de imagem.
[REVIEW]	Como gerir a criação de contas na aplicação e a sua associação a um perfil de investigador.
[DEV]	Opção para remover imagem ao criar/editar Projeto, Investigador ou Instituição.
[DEV]	Criar um <i>pop-up</i> de confirmação após tentativa de eliminação de registos e ao sair da conta.
[REVIEW]	Rever a ligação entre os Laboratórios e as outras entidades.
[DEV]	Adicionar campos de pesquisa (<i>search</i>) nos filtros.
[REVIEW]	Criar sistema de <i>keywords</i> e definir as entidades que fazem sentido associar.
[REVIEW]	Definir os dados que devem ser mostrados na <i>Dashboard</i> e avaliar se faz sentido exibir listagens.
[BUG]	Nos cartões de Publicações, ao clicar no DOI, é direcionado para uma página com erro.
[BUG]	(Versão móvel) A <i>navbar</i> aparece desalinhada.

(continua na próxima página)

Categoria	Descrição da Tarefa
[BUG]	(Versão móvel) Na página principal, os gráficos e os respetivos textos aparecem mal formatados.
[BUG]	(Versão móvel) Na página principal, as notícias não aparecem centradas.
[BUG]	(Versão móvel) O <i>footer</i> não aparece bem alinhado.
[BUG]	(Versão móvel) Os filtros das diferentes páginas necessitam de melhor espaçamento.
[BUG]	(Versão móvel) A página das Instituições não está adaptada ao formato móvel.
[BUG]	(Versão móvel) Na página de contactos, o mapa aparece fora da janela.
[BUG]	(Versão móvel) As páginas com formulários de criação não estão adaptadas para formato móvel.

Tabela 4.1: Tarefas identificadas na análise do protótipo.

4.3 Ambiente de Desenvolvimento

Para garantir um fluxo de trabalho estruturado e eficiente, o desenvolvimento da plataforma foi realizado num ambiente que combina diversas ferramentas especializadas, cada uma com um papel específico no processo de desenvolvimento e manutenção do sistema. Este conjunto de ferramentas assegura a consistência das configurações, a rastreabilidade das alterações e a produtividade ao longo de todo o projeto.

O código foi desenvolvido no Visual Studio Code, um Integrated Development Environment (IDE) amplamente utilizado pela sua simplicidade, flexibilidade e vasta oferta de extensões (Manak, 2023). Esta ferramenta permitiu integrar, num único ambiente, funcionalidades como controlo de versões, execução de comandos de terminal, depuração de código e ligação direta ao repositório GitHub.

O desenvolvimento da aplicação foi realizado com recurso à *framework* Ruby on Rails, que já era utilizado na versão anterior do projeto. Assim, a sua continuidade surgiu de forma natural, uma vez que o principal objetivo era dar seguimento ao protótipo existente. Apesar de não ter sido uma escolha inicial, esta tecnologia revelou-se bastante adequada, tanto pela sua simplicidade e rapidez de desenvolvimento, como pela estrutura clara que impõe à organização do código. O Rails segue o princípio *Convention over Configuration*, o que permite reduzir a complexidade e acelerar o processo de implementação (shams, 2023). Além disso, o ecossistema de Ruby inclui uma ampla variedade de *gems*, bibliotecas reutilizáveis, que facilitam a integração de funcionalidades específicas. Entre as mais relevantes encontram-se o Devise para autenticação, o Active Storage para gestão de ficheiros e o Chartkick para visualização de dados, já referidas no ponto 4.2. A combinação

destas ferramentas contribuiu significativamente para um desenvolvimento mais rápido, coerente e organizado.

A base de dados utilizada é o PostgreSQL, executada em contentores Docker¹. A utilização do Docker permite criar um ambiente isolado e replicável, garantindo consistência na configuração da base de dados ao longo de todo o processo de desenvolvimento. A escolha do PostgreSQL deve-se à sua fiabilidade e maturidade enquanto sistema de gestão de bases de dados relacionais, bem como à sua excelente integração com o ecossistema Rails. Esta combinação é amplamente reconhecida pela comunidade de desenvolvimento Ruby, uma vez que o PostgreSQL oferece um suporte sólido a estruturas de dados complexas, elevada conformidade com o padrão SQL e funcionalidades avançadas que garantem a integridade e a consistência da informação (Lindsaar, 2018). A sua arquitetura estável e flexível permite ainda uma gestão eficiente de dados em aplicações de grande dimensão, o que o torna particularmente adequado ao contexto deste projeto.

O código do projeto está armazenado no GitHub, plataforma que suporta o controlo de versões através do sistema Git. Esta ferramenta permitiu gerir o histórico de alterações de forma estruturada, facilitando a recuperação de versões anteriores e o acompanhamento da evolução do código ao longo do tempo. Para além disso, o uso de ramos (*branches*) distintos possibilitou o desenvolvimento paralelo de novas funcionalidades sem comprometer a estabilidade do ramo principal. O sistema de *pull requests*² foi utilizado para revisão e validação das alterações antes da sua integração, promovendo um processo de desenvolvimento mais seguro, transparente e colaborativo.

Implementou-se um sistema de Integração Contínua (CI), isto é, um processo automático que verifica a qualidade e a segurança do código sempre que é submetido um *pull request*. O *pipeline* executado no GitHub Actions (serviço de automação do GitHub) inclui auditorias de segurança às dependências através do *bundle-audit*, análise de vulnerabilidades e más práticas com o Brakeman, verificação de estilo e deteção de erros comuns com o Rubocop, bem como a execução de um conjunto de testes automatizados. Foram definidos limiares mínimos de cobertura de testes (70% global e 50% por ficheiro) e, em caso de falha, o *merge* é bloqueado, sendo guardadas capturas de ecrã para diagnóstico. Este mecanismo reduz regressões e contribui para manter o ramo principal estável e seguro.

Para organizar e acompanhar as tarefas de desenvolvimento, foi utilizada uma Kanban Board³ do GitHub, estruturada em diferentes estados: “*Backlog*”, “*To Do*”, “*In Progress*”, “*In Review*” e “*Done*”. Esta abordagem proporciona uma visão clara do progresso das diferentes etapas do projeto, facilitando a definição de prioridades e assegurando um desenvolvimento estruturado e contínuo.

A adoção deste conjunto de ferramentas visa garantir um ambiente de desenvol-

¹Docker é uma plataforma de contentorização que permite executar aplicações em ambientes isolados e replicáveis, através de contentores que incluem todas as dependências necessárias.

²Um *pull request* é um pedido formal para integrar alterações de um ramo no ramo principal do repositório, permitindo a revisão e validação do código antes da sua fusão.

³Um Kanban Board é uma ferramenta visual usada para organizar e acompanhar tarefas ao longo do fluxo de trabalho.

vimento robusto e controlado, assegurando a estabilidade do sistema e permitindo a implementação progressiva das funcionalidades planeadas.

4.4 Desenvolvimento e Gestão das Tarefas

No ponto 4.1, foi apresentado um resumo da forma como foi conduzida a realização deste projeto. Nesta secção, a componente de desenvolvimento é analisada com maior detalhe, destacando o trabalho realizado em cada iteração e os principais progressos alcançados ao longo do processo.

Ao longo de todo o desenvolvimento, foram registadas um total de 93 tarefas, das quais 87 foram concluídas com sucesso. O trabalho foi organizado em 16 iterações, cada uma com uma duração de duas semanas, totalizando cerca de oito meses de desenvolvimento.

Para apoiar a gestão do trabalho e a distribuição equilibrada do esforço, cada tarefa foi classificada de acordo com a sua dimensão e prioridade. Esta categorização permitiu estimar o grau de complexidade e planear de forma mais rigorosa o conteúdo de cada iteração. As tarefas foram agrupadas segundo quatro categorias de dimensão (*tiny*, *small*, *medium* e *large*) e três níveis de prioridade (*low*, *medium* e *high*), seguindo o modelo de classificação adotado no GitHub (ver Tabela A.1).

Esta estrutura de planeamento permitiu assegurar uma evolução contínua e incremental da plataforma, garantindo que as funcionalidades fossem sendo implementadas, revistas e aperfeiçoadas de forma progressiva. A Figura 4.1 ilustra este progresso, apresentando a relação entre o total de tarefas planeadas e as concluídas ao longo do tempo. Observa-se um aumento gradual em ambos os valores, evidenciando que, à medida que o desenvolvimento avançou, foram sendo definidas novas tarefas e concluídas as existentes de forma consistente. Esta evolução demonstra um ritmo de trabalho estável e uma boa capacidade de adaptação às necessidades emergentes do projeto.

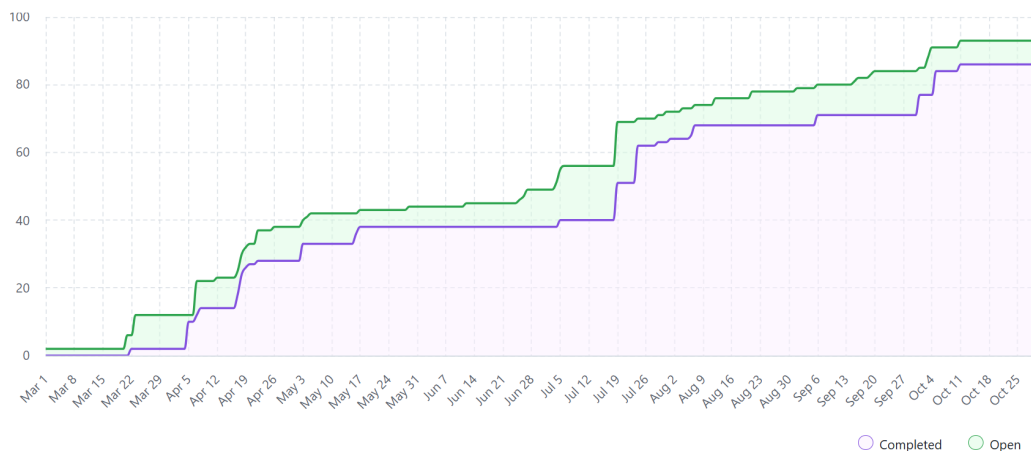


Figura 4.1: Gráfico *burn-up* que representa a evolução do número de tarefas planeadas e concluídas ao longo do tempo, conforme registado no GitHub.

Após a análise global da evolução do projeto, torna-se relevante observar de forma mais detalhada o contributo de cada iteração no desenvolvimento da plataforma. A Tabela 4.2 apresenta um resumo das iterações realizadas, enquanto a descrição completa das tarefas encontra-se na tabela A.1 (Apêndice A), que reúne o conjunto integral de ações desenvolvidas ao longo do projeto.

Iteração	Período	Resumo
1	16–22 Mar	Configuração inicial do ambiente de desenvolvimento, correção de dependências e estabilização da aplicação.
2	23 Mar–5 Abr	Implementação da autenticação e gestão de utilizadores, incluindo <i>login</i> , convites e integração com Microsoft/ORCID.
3	6–19 Abr	Desenvolvimento no módulo de investigadores, melhorias de interface e tradução.
4	20 Abr–3 Mai	Integração do sistema de financiamento nos projetos e otimização das relações entre entidades.
5	4–17 Mai	Alterações estruturais no modelo de projetos e melhorias visuais e de navegação.
6	18–31 Mai	Revisão e otimização do modelo de publicações, preparando o sistema para futuras extensões.
7	1–14 Jun	Implementação de um novo modelo <i>Publication</i> para representar as produções científicas, recorrendo à herança <i>STI (Single Table Inheritance)</i> .
8	15–28 Jun	Atualização das interfaces associadas às publicações com o novo modelo e criação do modelo de identificadores.
9	29 Jun–12 Jul	Correções de validação e melhorias nas <i>views</i> de publicações e vagas.
10	13–26 Jul	Ajustes visuais e de usabilidade, otimização para dispositivos móveis e revisão de layout.
11	27 Jul–9 Ago	Criação da página de erro 404 e correções na autenticação externa.
12	10–23 Ago	Migração do projeto para Ruby on Rails 8 e correções de compatibilidade.
13	24 Ago–6 Set	Reformulação da <i>dashboard</i> e melhoria da apresentação de métricas e dados.
14	7–20 Set	Introdução de <i>background jobs</i> para atualização automática de métricas.
15	21 Set–4 Out	Integração de novas métricas, visualizações e identificadores do OpenAlex.

(continua na próxima página)

Iteração	Período	Resumo
16	5–18 Out	Ajustes finais, correções de tradução e melhoria da gestão de imagens.

Tabela 4.2: Resumo das iterações de desenvolvimento

Para complementar a análise das iterações, foram também considerados alguns indicadores globais de atividade do repositório, obtidos diretamente a partir do GitHub. Ao longo dos oito meses de desenvolvimento, registaram-se cerca de 478 *commits* e 50 *pull requests*, refletindo um processo contínuo de integração e revisão do código.

As Figuras 4.2 e 4.3 ilustram, respetivamente, a distribuição temporal dos *commits* e a relação entre o número e a dimensão das tarefas em cada iteração. Estes gráficos permitem observar a intensidade do trabalho realizado ao longo do tempo e identificar os momentos de maior carga de desenvolvimento, refletindo a progressão e o esforço investido em diferentes fases do projeto.

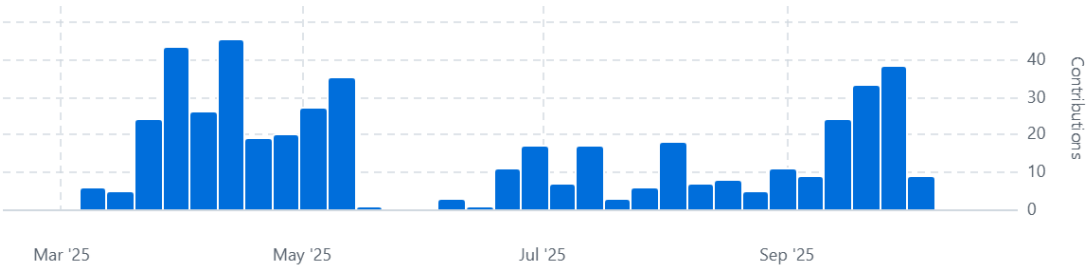


Figura 4.2: Gráfico de *commits* semanais no GitHub, demonstrando a evolução da atividade de desenvolvimento ao longo do tempo.

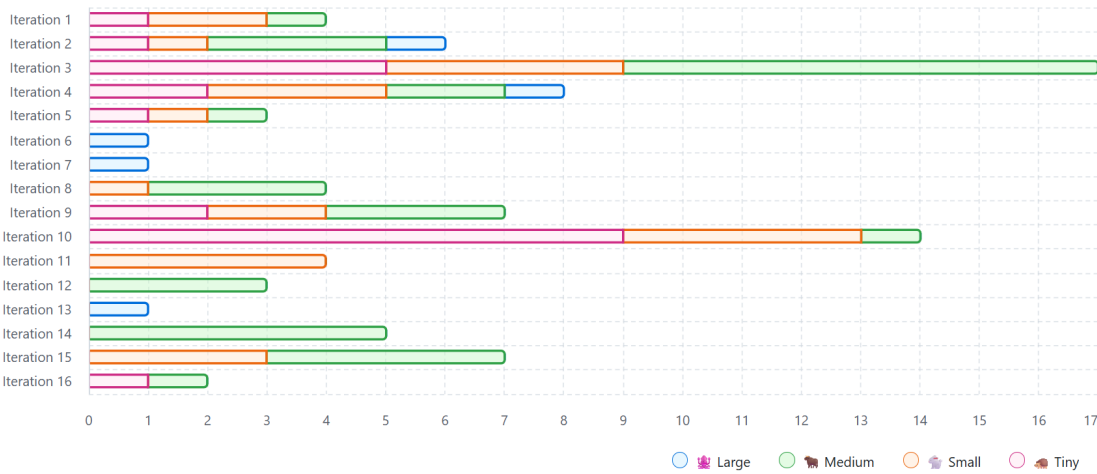


Figura 4.3: Distribuição do número de tarefas por iteração no GitHub, evidenciando a carga de trabalho planeada e executada em cada ciclo de desenvolvimento, bem como a respetiva dimensão.

A análise do gráfico de *commits* (Figura 4.2) evidencia uma maior concentração de atividade entre as iterações 2 e 5 (final de março a meados de maio), coincidindo com o desenvolvimento das componentes de autenticação, investigadores e projetos. Observa-se, no entanto, uma redução significativa na atividade nas iterações 6 e 7 (final de maio a meados de junho), período em que foram tratadas apenas duas tarefas, ambas classificadas como de grande dimensão (*large*), relacionadas com a reformulação do módulo de publicações. Este comportamento confirma o caráter mais complexo e exigente desta fase, que implicou uma abordagem cuidadosa na definição do novo modelo de dados *Publication*.

Um padrão semelhante verifica-se na iteração 13 (final de agosto a início de setembro), onde se registou novamente uma diminuição do número de tarefas e *commits*, coincidindo com o desenvolvimento da nova *dashboard*. Tal como nas iterações anteriores mais exigentes, tratou-se de um módulo que exigiu um planeamento mais cuidado, refletindo-se numa menor quantidade de tarefas, mas de maior complexidade.

A análise do gráfico de distribuição de tarefas por iteração (Figura 4.3) permite reforçar a relação entre a complexidade das tarefas e o ritmo de trabalho observado ao longo do projeto. As iterações iniciais, entre a 1 e a 5 (março a maio), concentraram um número mais elevado de tarefas pequenas e médias, associadas à implementação das funcionalidades base. Nas iterações intermédias e finais, entre a 6 e a 16 (junho a outubro), verificou-se uma predominância de tarefas de maior dimensão e complexidade. Esta evolução demonstra um processo de desenvolvimento cada vez mais orientado para a consolidação e integração de componentes, à medida que a plataforma se aproximava de um estado mais completo e funcional.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Capítulo 5

Autenticação e Autorização

A segurança é um dos pilares fundamentais de qualquer sistema de informação, especialmente em plataformas que gerem dados pessoais e científicos (PTCRIS, 2020). No contexto desta aplicação, foram implementados mecanismos de autenticação e autorização que asseguram tanto a verificação da identidade dos utilizadores como o controlo de acesso às funcionalidades e aos dados disponíveis.

Estes mecanismos permitem garantir que apenas utilizadores legítimos têm acesso ao sistema e que cada um atua dentro dos limites definidos para o seu perfil. A autenticação é responsável por confirmar a identidade do utilizador, enquanto a autorização define as ações que este pode executar sobre cada recurso.

De seguida, são descritos os dois métodos de autenticação implementados, local e federada, bem como o mecanismo de autorização que regula o acesso e as permissões de cada perfil de utilizador na aplicação.

5.1 Autenticação

O sistema integra dois tipos complementares de autenticação, concebidos para responder a diferentes necessidades de acesso (Figura 5.1). A autenticação local é gerida internamente pela aplicação e baseia-se no uso de credenciais próprias (e-mail e palavra-passe), enquanto a autenticação através de fornecedores externos, ou autenticação federada, permite aos utilizadores aceder ao sistema recorrendo a contas externas reconhecidas, como as da Microsoft ou do ORCID.

5.1.1 Autenticação Local

Na autenticação local, o processo de gestão das credenciais é realizado internamente pelo próprio sistema, recorrendo à *gem* Devise, uma biblioteca amplamente utilizada em aplicações Ruby on Rails para a implementação de mecanismos completos de autenticação e gestão de utilizadores (WorkOS, 2024). A sua utilização permitiu reduzir significativamente o esforço de desenvolvimento, ao disponibili-

zar funcionalidades robustas e seguras como registo, autenticação, recuperação de palavra-passe, confirmação de conta e gestão de sessões. Além disso, a Devise integra-se facilmente com outros componentes da framework, como o sistema de envio de e-mails (Action Mailer) e o armazenamento seguro de dados sensíveis.

A criação de contas é gerida pelos administradores, que enviam convites por correio eletrónico com um link de ativação, permitindo ao utilizador definir a sua palavra-passe inicial. Após a ativação, o utilizador pode alterar essa palavra-passe a qualquer momento na sua área pessoal. Existe ainda uma funcionalidade de recuperação de palavra-passe, que possibilita a redefinição do acesso em caso de esquecimento, através do envio de um e-mail de reposição.

Ao contrário do que acontece na autenticação federada, na autenticação local não é necessário que o utilizador possua um perfil de investigador previamente criado na aplicação, uma vez que podem existir contas sem essa associação. Quando aplicável, é o administrador quem procede à ligação da conta ao perfil de investigador correspondente (ver Secção 5.3).

Este modelo de autenticação baseia-se exclusivamente na correspondência entre o e-mail e a palavra-passe introduzidos, sendo os dados de autenticação validados e armazenados de forma segura. A Devise utiliza algoritmos de encriptação modernos e boas práticas de segurança, como o uso de bcrypt¹ para o armazenamento das palavras-passe e a proteção contra ataques de força bruta ou reutilização de sessões (Alves, 2018).

5.1.2 Autenticação Federada

Em alternativa à autenticação local, o sistema permite também a autenticação através de fornecedores externos de identidade, nomeadamente a Microsoft e o ORCID. Este processo segue o princípio da autenticação federada, em que a verificação da identidade do utilizador é realizada por uma entidade externa e não diretamente pela aplicação.

Quando o utilizador opta por este método, o sistema redireciona-o para o serviço de autenticação do fornecedor escolhido, onde a sua identidade é verificada. Após a validação, o fornecedor devolve à aplicação os dados de identificação do utilizador, permitindo confirmar se este corresponde a um investigador registado.

Para que o acesso seja concedido, é necessário que exista na aplicação um perfil de investigador associado às credenciais externas utilizadas. No caso da autenticação com conta Microsoft, apenas são aceites contas pertencentes ao domínio institucional do IPT, sendo obrigatório que o endereço de e-mail coincida com o registado no perfil do investigador. De forma semelhante, na autenticação via ORCID, o identificador fornecido deve corresponder ao identificador registado no

¹bcrypt é um algoritmo utilizado para guardar palavras-passe de forma segura. Em vez de armazenar a palavra-passe original, o sistema guarda apenas uma versão encriptada (*hash*), que é praticamente impossível de reverter. Isto garante que, mesmo que a base de dados seja comprometida, as palavras-passe reais dos utilizadores permanecem protegidas.

perfil do utilizador.

Além destes requisitos, o investigador deve possuir uma afiliação interna ativa na instituição, garantindo que apenas membros efetivos do corpo científico têm acesso através de autenticação federada.

Caso esta correspondência não seja encontrada, o utilizador é autenticado com sucesso pelo fornecedor externo, mas não é autorizado a aceder à aplicação. Nessa situação, é apresentado um alerta a informar que a autenticação foi reconhecida, mas que é necessário contactar o administrador para que a conta seja associada ao perfil interno.

Este mecanismo assegura que apenas utilizadores devidamente registados e com perfis válidos podem aceder através de fornecedores externos, garantindo a integridade do processo de autenticação, a consistência dos dados e o cumprimento das políticas institucionais de acesso.

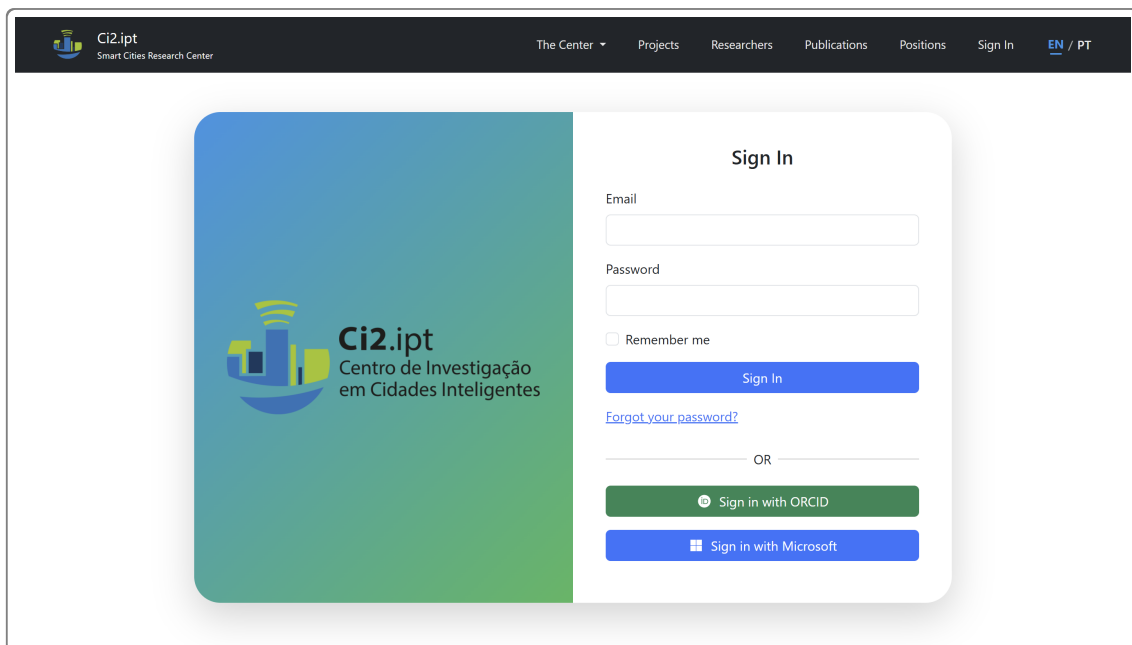


Figura 5.1: Página de autenticação da aplicação, onde o utilizador pode iniciar sessão através de conta local ou federada.

5.2 Autorização

O sistema implementa um mecanismo de autorização baseado em níveis de permissão, que define o conjunto de ações que cada utilizador pode executar de acordo com o seu perfil e estado de autenticação. Este controlo de acessos garante que cada utilizador apenas interage com os dados e funcionalidades para os quais possui permissão, assegurando a integridade e a segurança da aplicação.

Existem três níveis de acesso principais: Administrador, Utilizador autenticado

e Utilizador não autenticado. O Administrador dispõe de acesso total, podendo criar, editar e eliminar qualquer tipo de registo, bem como gerir contas de utilizadores. O Utilizador autenticado possui permissões intermédias, podendo visualizar todos os conteúdos públicos e criar determinados registos, como projetos, publicações ou vagas, mas apenas pode editar ou eliminar aqueles que estejam associados ao seu próprio perfil. Por sua vez, o Utilizador não autenticado corresponde a um visitante sem sessão iniciada, com acesso restrito à consulta de informação pública, sem possibilidade de criação ou modificação de dados.

A Tabela B.1, apresentada no Apêndice B, descreve detalhadamente as ações permitidas para cada categoria de utilizador, abrangendo vários recursos do sistema, como projetos, publicações, investigadores, instituições, laboratórios, vagas, notícias e entidades de financiamento, entre outros.

Este modelo de autorização segue uma abordagem hierárquica e restritiva, na qual os níveis de permissão são definidos de forma progressiva. Esta estrutura contribui para uma gestão rigorosa dos acessos e para a salvaguarda da integridade, consistência e confidencialidade dos dados na aplicação.

O modelo de autorização adotado segue uma estrutura simples e objetiva, adequada à dimensão e às necessidades do sistema. A definição de apenas dois perfis de utilizador autenticado permite garantir a segurança e o controlo de permissões sem acrescentar complexidade desnecessária. Esta abordagem assegura uma gestão eficiente dos acessos, mantendo a aplicação consistente, segura e fácil de administrar.

5.3 Gestão de Utilizadores

A gestão de utilizadores é uma funcionalidade exclusiva dos administradores da aplicação, concebida para assegurar um controlo rigoroso sobre as contas existentes e o respetivo acesso ao sistema. Este módulo centraliza todas as operações relacionadas com a criação, atualização e supervisão de contas de utilizador, garantindo uma administração eficiente e segura.

A criação de novas contas é realizada através do envio de convites por correio eletrónico, mecanismo já descrito na Secção 5.1.1. O administrador submete o endereço de e-mail do novo utilizador e o sistema envia automaticamente um convite contendo um link de ativação, permitindo ao destinatário definir a sua palavra-passe e concluir o registo.

Para além da criação de contas, o módulo disponibiliza várias funcionalidades de gestão, incluindo a possibilidade de ativar ou bloquear utilizadores, o que permite controlar o acesso à aplicação, bem como eliminar contas quando necessário. O administrador pode ainda associar ou alterar a ligação de uma conta a um perfil de investigador existente, bem como definir o cargo do utilizador, distinguindo entre perfis de administrador e de utilizador comum.

A interface de gestão apresenta uma visão global de todos os utilizadores re-

gistados, organizada sob a forma de listagem (Figura 5.2). Esta lista inclui informações relevantes, como o endereço de e-mail, o tipo de utilizador, o método de autenticação utilizado (local ou federado), os fornecedores externos associados, o estado da conta (ativa ou bloqueada) e a data do último acesso. Cada registo pode ser consultado em detalhe, através de uma página dedicada que apresenta informações adicionais específicas da autenticação local ou federada.

Este conjunto de funcionalidades permite aos administradores manter um controlo completo sobre os utilizadores do sistema, assegurando a integridade das contas e o cumprimento das políticas de segurança e acesso definidas pela aplicação.

Homepage > Users

User List

Search by name or email... Advanced Clear

Displaying 7 items [Create New User](#)

NAME	EMAIL	ROLE	AUTH P.	INVITATION	LAST SIGN IN	STATUS	ACTION
-	aluno26097@ipt.pt	User	Key	Invitation	02 Nov 18:15	Active	Edit Delete
José Pereira	casimiro@ipt.pt	User	Key	Invitation	01 Oct 15:14	Active	Edit Delete
Gabriel Pires	gppires@ipt.pt	User	Key	Invitation	06 Nov 17:22	Active	Edit Delete
Pedro Correia	pcorreia@ipt.pt	User	Key	Invitation	03 Oct 11:13	Active	Edit Delete
Pedro Neves	pedroneves@ipt.pt	User	Key	Invitation	16 Oct 18:09	Active	Edit Delete
-	admin@ci2.ipt.pt	Administrator	Key	Invitation	04 Oct 21:30	Active	Edit
Renato Panda	renato.panda@ipt.pt	Administrator	Key	Invitation	12 Nov 19:24	Active	Edit

Figura 5.2: Página de gestão de utilizadores, acessível apenas a administradores, apresentando a lista de contas registadas na aplicação.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Capítulo 6

Desenvolvimento da Aplicação

Este capítulo apresenta a implementação da plataforma CRIS desenvolvida para o Ci2, descrevendo a sua organização técnica e as soluções que suportam o funcionamento do sistema. São caracterizados os principais elementos da arquitetura da aplicação, incluindo os mecanismos de estruturação interna, os componentes que asseguram a interação com os utilizadores e as tecnologias que sustentam a gestão, apresentação e análise da informação científica.

O capítulo inicia-se com a descrição da arquitetura geral da aplicação e das fundações oferecidas pelo ecossistema Rails, prosseguindo com a análise dos componentes que ampliam as suas funcionalidades, como bibliotecas especializadas, mecanismos de renderização dinâmica, estilos visuais e estratégias de otimização de desempenho. Seguem-se a definição do modelo de dados, a caracterização das funcionalidades disponibilizadas aos utilizadores e a explicação dos processos associados ao cálculo e apresentação de métricas científicas. Por fim, são descritos os procedimentos de preparação de dados e as práticas de validação adotadas durante o desenvolvimento.

Em conjunto, estes tópicos oferecem uma visão integrada da solução implementada, permitindo compreender de que forma as opções de arquitetura, modelação e desenvolvimento contribuem para a robustez e a coerência da plataforma.

6.1 Arquitetura Geral da Aplicação

A arquitetura da aplicação organiza-se em vários componentes que trabalham de forma integrada para garantir um funcionamento consistente, eficiente e escalável. Estes componentes incluem tanto elementos estruturais do próprio *framework* Ruby on Rails como bibliotecas especializadas que reforçam funcionalidades específicas, desde autenticação e pesquisa até otimização de desempenho e interação dinâmica da interface.

Nesta secção descrevem-se os princípios que orientam esta arquitetura, começando pelo modelo MVC que estrutura o fluxo interno da aplicação, passando pelos

componentes nativos do Rails que concretizam cada camada, e pelas bibliotecas adicionais que complementam o sistema. São ainda apresentados os mecanismos de renderização e interatividade, bem como estratégias de estilização, *cache* e otimização de desempenho que contribuem para a fluidez e a robustez da aplicação. Em conjunto, estes elementos fornecem uma visão abrangente da infraestrutura técnica que suporta o projeto.

6.1.1 Arquitetura MVC e Fluxo Interno da Aplicação

A aplicação segue o padrão de arquitetura *Model-View-Controller* (MVC), amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicações *web* e suportado de forma nativa pelo *framework* Ruby on Rails (Chauhan, 2023). Este modelo separa a aplicação em três camadas principais, o que facilita a organização do código, melhora a manutenção e reduz o acoplamento entre componentes.

A camada *Model* reúne as entidades do domínio, como *Project*, *Publication* e *Researcher*. Cada modelo representa uma tabela da base de dados e encapsula a lógica associada aos dados, incluindo validações, relações com outras entidades e regras de negócio. Esta camada garante que a informação mantém coerência interna antes de ser persistida.

A camada *Controller* recebe e processa os pedidos enviados pelo navegador através de HTTP¹. É responsável por aplicar a lógica necessária em cada ação, coordenar a interação com os modelos e selecionar a vista adequada para apresentar o resultado ao utilizador. Os controladores representam o ponto central de ligação entre as várias partes da aplicação.

A camada *View* é responsável pela construção das páginas *HyperText Markup Language* (HTML)² apresentadas ao utilizador, utilizando *templates* ERB³. Esta camada concentra-se exclusivamente na apresentação, mantendo separada a lógica de dados e de controlo.

As rotas da aplicação seguem as convenções RESTful⁴ e encontram-se definidas no ficheiro `routes.rb`. Esta organização permite mapear pedidos do utilizador para ações específicas dos controladores de forma consistente e previsível, facilitando a estruturação do fluxo MVC e tornando o comportamento da aplicação mais claro e uniforme.

O funcionamento conjunto destas camadas está representado na Figura 6.1. O esquema ilustra o percurso de um pedido desde o navegador até ao servidor, mostrando como o controlador processa a solicitação, interage com os modelos para obter ou atualizar dados e devolve uma resposta renderizada pela vista. Este ciclo sintetiza o fluxo interno da aplicação e demonstra a forma como o padrão

¹O HTTP é o protocolo padrão utilizado na comunicação entre clientes e servidores.

²O HTML é a linguagem usada para estruturar conteúdos em páginas web.

³O ERB permite integrar Ruby em ficheiros HTML para gerar conteúdo dinâmico.

⁴RESTful é um estilo arquitetural que define operações padronizadas como GET, POST, PUT e DELETE.

MVC estrutura naturalmente a comunicação entre os diferentes componentes.

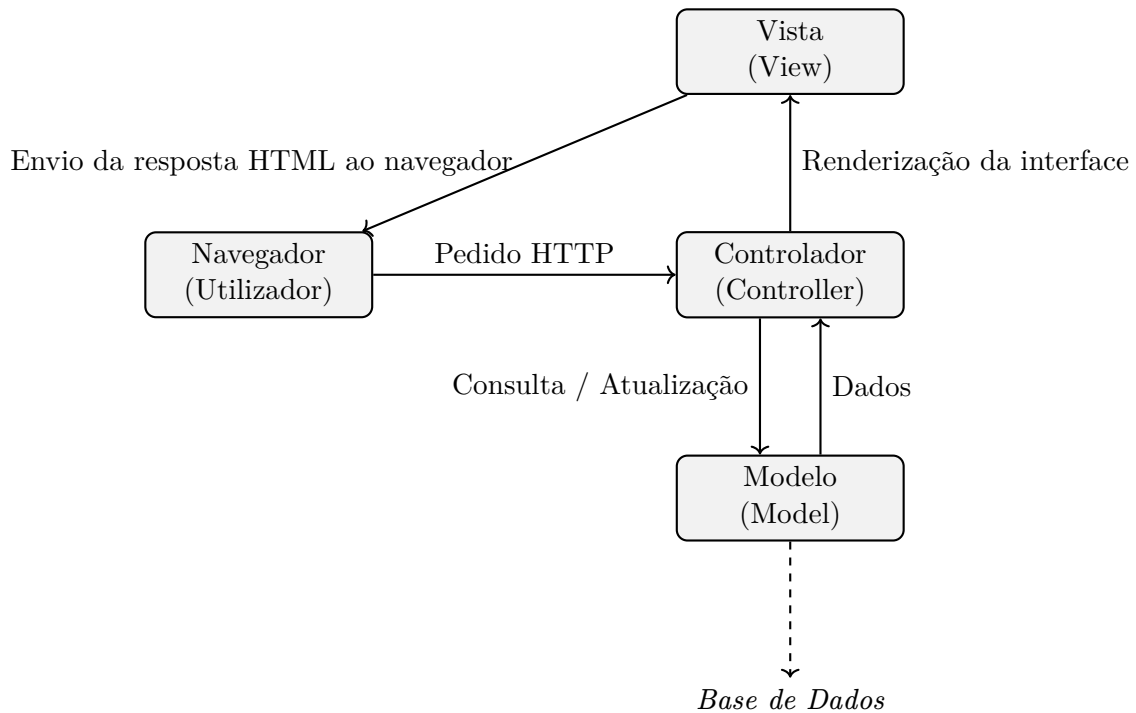


Figura 6.1: Fluxo de execução da aplicação segundo o modelo MVC.

Esta estrutura organizada permite que cada parte do sistema mantenha uma responsabilidade bem definida, o que contribui para um código mais claro e mais simples de manter. Na Secção 6.1.4 serão apresentados os mecanismos adicionais que complementam o modelo MVC tradicional e tornam a interface mais dinâmica.

Para clarificar a aplicação prática do padrão MVC, é apresentada na Figura 6.2 a estrutura de ficheiros correspondente ao módulo de gestão de projetos. Este exemplo mostra como o padrão MVC se reflete diretamente na organização interna da aplicação e evidencia de que forma o Rails distribui os componentes segundo as responsabilidades de cada camada.

Os controladores encontram-se na pasta `controllers` e reúnem a lógica que responde aos pedidos do utilizador, valida parâmetros, coordena operações e seleciona a vista adequada. Os modelos, presentes na pasta `models`, representam as entidades do domínio e incluem validações, relações, consultas e regras associadas aos dados. As vistas, organizadas em `views/projects`, contêm os ficheiros responsáveis pela construção da interface apresentada ao utilizador, incluindo páginas completas e parciais reutilizáveis.

Além destas três pastas principais, existem outros diretórios que complementam a estrutura, como `helpers`, `services` ou `jobs`. Estes diretórios acomodam funcionalidades auxiliares, serviços específicos e tarefas assíncronas que ajudam a manter controladores e modelos mais simples e coerentes. Embora não integrem o núcleo do padrão MVC, contribuem para uma distribuição mais equilibrada do código.

A árvore de ficheiros apresentada ilustra de forma clara a organização interna promovida pelo Rails e a aplicação prática do padrão MVC. Esta estrutura facilita a navegação na base de código, melhora a legibilidade e promove a separação de responsabilidades, permitindo que cada componente possa evoluir sem interferir de forma indevida nos restantes.

```

app
├── assets
├── channels
├── controllers
│   └── projects_controller.rb
├── helpers
├── javascript
├── jobs
├── mailers
├── models
│   ├── project.rb
│   ├── project_funding.rb
│   ├── project_institution.rb
│   ├── project_lab.rb
│   ├── project_publication.rb
│   ├── project_research_line.rb
│   └── project_researcher.rb
├── services
└── views
    └── projects
        ├── _card.html.erb
        ├── _form.html.erb
        ├── edit.html.erb
        ├── index.html.erb
        ├── new.html.erb
        └── show.html.erb
    
```

Figura 6.2: Estrutura de ficheiros do módulo de projetos.

6.1.2 Componentes Nativos do Rails

Após descrita a organização geral da aplicação segundo o padrão MVC, esta secção apresenta os componentes do Rails que tiveram maior impacto na implementação da plataforma CRIS, evidenciando o seu papel na construção das funcionalidades necessárias ao sistema.

A gestão e modelação dos dados são asseguradas pelo Active Record, o módulo de mapeamento objeto-relacional do Rails. Este componente permitiu representar entidades como investigadores, projetos, publicações e instituições como objetos

Ruby diretamente ligados à base de dados PostgreSQL, simplificando a definição de relações complexas e garantindo a aplicação consistente de validações através do Active Model. Esta abordagem revelou-se especialmente útil em operações com múltiplas associações, como projetos que envolvem vários investigadores, instituições e financiamentos.

A lógica de aplicação é organizada através do Action Controller, responsável por gerir os pedidos HTTP e aplicar convenções RESTful. No contexto do CRIS, cada entidade principal possui um controlador dedicado, que trata operações de criação, atualização, consulta e filtragem. Os controladores incorporam ainda mecanismos de autorização e filtros que asseguram o controlo de acesso nas secções administrativas e a preparação de dados para a interface.

A apresentação da informação ao utilizador é realizada pelo Action View, que produz as páginas HTML através de *templates* ERB. A aplicação faz uso extensivo de *partials* para construir componentes reutilizáveis, como cartões de investigadores, garantindo consistência e reduzindo duplicação de código.

A gestão de ficheiros é realizada pelo Active Storage, que centraliza o carregamento e armazenamento de imagens associadas a investigadores, projetos e instituições. Este componente gera automaticamente variantes redimensionadas utilizadas em diferentes partes da interface, otimizando o desempenho sem necessidade de processamento manual. Para conteúdos textuais mais extensos, como descrições de projetos ou biografias, é utilizado o Action Text, que integra o editor Trix e permite criar texto formatado de forma intuitiva.

O envio de mensagens de correio eletrónico, necessário para convites e recuperação de palavra-passe, é assegurado pelo Action Mailer, configurado para envio via *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP)⁵. Operações de maior custo computacional, como a recolha periódica de métricas científicas através da API OpenAlex, são executadas em segundo plano com o Active Job em conjunto com o Solid Queue, garantindo que estas tarefas não interferem com o desempenho da interface durante o uso normal da aplicação.

Por fim, a aplicação recorre ao Solid Cache para armazenamento temporário de resultados de consultas frequentes, reduzindo o número de acessos repetidos à base de dados. O funcionamento detalhado destas estratégias de otimização é apresentado na Secção 6.1.6.

6.1.3 Integração de Gems Especializadas

Além dos componentes nativos, foram integradas diversas bibliotecas (*gems*) que acrescentam funcionalidades específicas e tornam o desenvolvimento mais eficiente. Estas ferramentas abrangem áreas como autenticação, paginação, pesquisa, visualização de dados, etiquetagem e internacionalização.

⁵O SMTP é o protocolo padrão utilizado para o envio de mensagens de correio eletrónico através da Internet.

A autenticação dos utilizadores é assegurada pela Devise, já referida anteriormente na Secção 5.1.1. Esta *gem* foi complementada com o OmniAuth, permitindo autenticação federada através de provedores externos. No contexto desta aplicação, foram configurados o ORCID e o Microsoft Entra ID para autenticação institucional.

Para a paginação de grandes volumes de dados, foi adotada a Pagy⁶, uma das soluções mais utilizadas na comunidade Rails. (RubyGems, 2024) A Pagy melhora o desempenho das listagens de investigadores, projetos e publicações e disponibiliza auxiliares úteis, como o método `pagy_info`, que apresenta ao utilizador informação clara sobre os resultados visíveis.

A componente de análise estatística recorre à combinação das *gems* Chartkick e Groupdate⁷. A Groupdate realiza agregações temporais diretamente na base de dados, otimizando consultas que envolvem séries cronológicas. A Chartkick apresenta estas agregações em gráficos dinâmicos renderizados com bibliotecas como Chart.js. Esta integração é utilizada na dashboard para visualizar padrões de produção científica e métricas de projetos.

A pesquisa textual avançada é implementada com a *gem* `pg_search`⁸, que usa funcionalidades nativas do PostgreSQL, incluindo pesquisa textual em profundidade e ordenação por relevância. Esta solução permite configurar pesquisas que abrangem vários atributos e oferece resultados ordenados por pertinência, melhorando a experiência de pesquisa dentro da aplicação.

O sistema de etiquetagem foi desenvolvido com a *acts-as-taggable-on*⁹, que permite associar palavras-chave a investigadores, projetos e publicações. Esta funcionalidade cria relações temáticas flexíveis e facilita a descoberta de conteúdos relacionados, o que é particularmente útil num contexto académico caracterizado por áreas multidisciplinares.

Para garantir consistência na representação geográfica das instituições, foi integrada a *gem* `countries`¹⁰, que fornece informação normalizada e inclui traduções dos nomes dos países nos idiomas suportados pela aplicação.

A aplicação suporta atualmente português e inglês, recorrendo à *gem* `rails-i18n`¹¹ para internacionalização. Esta *gem* disponibiliza traduções padronizadas para diferentes componentes internos do Rails, permitindo que a interface seja apresentada na língua preferida do utilizador.

A integração destas *gems* ilustra a abordagem do Rails centrada em soluções testadas e amplamente utilizadas pela comunidade. Esta estratégia acelera o desenvolvimento, reduz o risco de erros e contribui para uma arquitetura mais estável, escalável e fácil de manter no longo prazo.

⁶<https://github.com/ddnexus/pagy>

⁷<https://github.com/ankane/groupdate>

⁸https://github.com/Cascommons/pg_search

⁹<https://github.com/mbleigh/acts-as-taggable-on>

¹⁰<https://github.com/countries/countries>

¹¹<https://github.com/svenfuchs/rails-i18n>

6.1.4 Arquitetura de Renderização e Interação Dinâmica da Interface

A interface da aplicação segue o modelo tradicional de renderização no servidor, característico de *frameworks full-stack* como Ruby on Rails, Laravel ou Django. Neste modelo, cada pedido do utilizador é tratado no servidor, que gera o código HTML final e o devolve ao navegador. Esta abordagem é simples e fiável, mas pode tornar a interação mais lenta em operações frequentes, já que cada ação implica o carregamento completo de uma nova página.

Nos últimos anos, tornou-se comum o uso de *Single Page Applications* (SPA), baseadas em tecnologias como React, Vue ou Angular (Sharma, 2024). Estas aplicações executam grande parte da lógica no navegador e comunicam com o servidor através de uma API, o que permite interfaces muito dinâmicas. No entanto, esta solução acarreta maior complexidade, uma vez que implica desenvolver e manter dois projetos distintos: um *frontend* completo e um *backend* responsável pela API.

A diferença entre o modelo tradicional e o modelo SPA pode ser observada de forma clara na Figura 6.3, onde se comparam os fluxos de comunicação entre cliente e servidor em cada abordagem. No modelo tradicional, cada interação leva a um pedido completo ao servidor e ao consequente envio de uma nova página HTML. No modelo SPA, após o carregamento inicial, a comunicação passa a ser feita sobretudo através de pedidos AJAX que trocam apenas dados em formato JSON, permitindo atualizar partes da interface sem recarregar a página inteira. Esta distinção ajuda a compreender os diferentes impactos de cada abordagem na experiência de utilização e na complexidade arquitetural das aplicações.

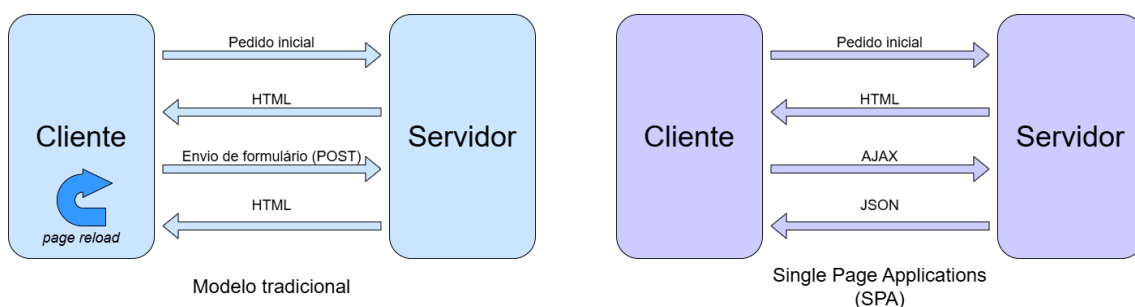


Figura 6.3: Comparação entre o modelo tradicional de renderização no servidor e aplicações SPA.

A aplicação mantém o modelo tradicional de renderização no servidor característico do Rails, mas integra mecanismos que tornam a navegação mais dinâmica e próxima da fluidez associada às SPA. Para isso recorre ao Hotwire, uma tecnologia que acrescenta interatividade adicional à aplicação sem alterar o modelo de funcionamento base. O Hotwire funciona através do envio de fragmentos de HTML já gerados no servidor, que substituem apenas as partes necessárias da página. Esta abordagem reduz a necessidade de lógica JavaScript dedicada e preserva a simplicidade do desenvolvimento em Rails, ao mesmo tempo que melhora a rapidez e a

sensação de resposta da interface.

O Hotwire integra duas componentes principais. A primeira é o Turbo, que disponibiliza vários mecanismos de atualização parcial da interface. Inclui o Turbo Drive, que acelera a navegação ao atualizar apenas o corpo da página em vez de recarregar o documento completo, e os Turbo Frames, que permitem renovar apenas uma secção específica da página. Esta funcionalidade é usada, por exemplo, nos formulários de pesquisa e filtragem, onde a lista de resultados é atualizada de forma imediata sem exigir um recarregamento integral da página. O Turbo Streams permite ainda inserir, atualizar ou remover elementos individuais após determinadas ações, novamente sem necessidade de escrever JavaScript adicional.

A segunda componente é o Stimulus, um *micro-framework* JavaScript que acrescenta comportamentos simples e discretos. No projeto, é utilizado para controlar elementos como campos de pesquisa: quando o utilizador altera o conteúdo de uma caixa de texto, o Stimulus envia automaticamente um pedido ao servidor, e o Turbo Frame correspondente atualiza apenas a zona da listagem. Este mecanismo evita recarregamentos completos e torna a interação mais fluida, mantendo a estrutura da aplicação simples e coerente.

A combinação de renderização no servidor com estas técnicas proporciona uma experiência de utilização mais rápida e responsiva, aproximando a aplicação de uma SPA sem lhe acrescentar a complexidade típica desse modelo. O resultado é uma arquitetura equilibrada, eficiente e de manutenção mais acessível, que melhora a navegação e o desempenho percebido pelo utilizador.

6.1.5 Design Visual e Estilos da Interface

O design visual da aplicação baseia-se no Bootstrap 5, que fornece a base estrutural e estilística da interface. Este framework permite adaptar o conteúdo a diferentes tamanhos de ecrã e disponibiliza um sistema de grelha e utilitários de espaçamento que facilitam a organização das listagens de projetos, publicações e investigadores. Quando necessário, são aplicados pequenos ajustes específicos, como no exemplo seguinte, usado para melhorar a apresentação em dispositivos móveis:

```
1 @media (max-width: 576px) {  
2   .project-card {  
3     padding: 0.6 rem;  
4   }  
5 }
```

Além dos componentes nativos do Bootstrap, como cards, navbars e badges, a aplicação utiliza personalizações adicionais definidas em ficheiros SCSS¹². Estas

¹²SCSS é uma sintaxe para folhas de estilo que amplia o CSS tradicional, permitindo usar variá-

alterações incluem ajustes de cores, espaçamentos e pequenos elementos visuais. A opção por manter o Bootstrap intacto e aplicar apenas extensões ligeiras facilita atualizações futuras e torna o sistema de estilos mais simples de manter.

A organização das páginas beneficia também do uso de *partials*¹³ do Rails, que permitem reutilizar blocos visuais, como os cartões de entidades. Esta abordagem reduz a duplicação de código, melhora a consistência gráfica e contribui para um CSS mais limpo e fácil de manter, uma vez que privilegia o uso de classes utilitárias.

Do ponto de vista da acessibilidade, são seguidas práticas comuns, como garantir contrastes adequados, uma hierarquia clara de títulos e o uso de elementos semânticos, o que melhora a legibilidade e a experiência de utilização, sobretudo em ecrãs mais pequenos.

Em conjunto, a utilização do Bootstrap, o uso organizado de SCSS e a modularidade proporcionada pelos *partials* criam uma base visual leve, coerente e preparada para evoluções futuras, como a introdução de novos esquemas de cores ou de um modo escuro, sem necessidade de reestruturar os componentes existentes.

6.1.6 Mecanismos de Cache e Otimização de Desempenho

A melhoria do desempenho é um elemento central no desenvolvimento de qualquer aplicação web, uma vez que tempos de resposta reduzidos aumentam a qualidade da experiência do utilizador e permitem servir um maior número de pedidos em simultâneo. No contexto deste projeto, embora não tenha sido realizado um trabalho exaustivo de otimização, foram aplicadas várias estratégias que contribuem para a eficiência geral do sistema e estabelecem uma base sólida para evoluções futuras.

Um dos fatores que mais influencia o desempenho de aplicações deste tipo é o número de acessos à base de dados. Um problema comum é o padrão conhecido como *N+1 queries*, que ocorre quando a aplicação executa uma primeira consulta para obter um conjunto de registos e, em seguida, realiza uma nova consulta para cada um desses registos. Por exemplo, ao listar investigadores e respetivas publicações, a aplicação pode executar uma consulta para obter os investigadores e, depois, uma consulta adicional por investigador para obter as suas publicações, resultando num número total de consultas proporcional ao tamanho da lista. Para detetar e mitigar este tipo de situações foi utilizada a *gem Bullet*, que sinaliza automaticamente interrogações redundantes e sugere o uso de carregamento antecipado (*eager loading*). A adoção desta estratégia reduziu o número total de operações sobre a base de dados e melhorou a eficiência global das consultas. Paralelamente, foram criados índices nas colunas mais utilizadas em filtros, pesquisas e operações de junção, o que contribuiu para acelerar a execução de consultas em tabelas com maior volume de dados.

veis, funções e regras aninhadas. Facilita a organização e manutenção dos estilos numa aplicação.

¹³Em Ruby on Rails, um *partial* é um ficheiro de vista reutilizável que encapsula um fragmento de interface, permitindo compor páginas através de componentes menores e modularizados.

Outra técnica aplicada para melhorar o desempenho foi a utilização de mecanismos de *cache*. De forma simplificada, a *cache* consiste em guardar temporariamente o resultado de operações frequentemente repetidas, evitando consultas sucessivas à base de dados.

Na aplicação foram adotadas duas abordagens principais. A primeira foi o *collection caching*, utilizado, por exemplo, na página de listagem de investigadores, onde cada cartão é armazenado individualmente em *cache*, permitindo a sua reutilização sem necessidade de nova renderização. Esta estratégia acelera a geração da interface e beneficia de um mecanismo automático de invalidação, em que a atualização do perfil de um investigador provoca apenas a regeneração do cartão correspondente. O excerto seguinte ilustra esta implementação:

```
1 <%= render partial: "card",  
2     collection: researchers,  
3     as: :researcher,  
4     cached: ->(researcher) { [I18n.locale, researcher,  
  » researcher.image.blob&.checksum] },  
5     locals: { turbo_frame: "_top" } %>
```

A segunda abordagem consistiu na utilização de *low-level caching* em componentes específicos, como o *dashboard*, onde valores agregados e dispendiosos de calcular são temporariamente armazenados, reduzindo o custo computacional de operações repetidas. O exemplo seguinte mostra este uso:

```
1 Rails.cache.fetch("dashboard/project_stats", expires_in: CACHE_DURATION)  
» do  
2   {  
3     projects_by_type: projects_by_type_data,  
4     projects_by_scope: projects_by_scope_data,  
5     projects_by_status: projects_by_status_data,  
6     funding_by_scope: funding_by_scope_data,  
7     project_date_range: project_date_range_data  
8   }  
9 end
```

No que respeita ao motor de armazenamento da *cache*, o projeto iniciou-se com soluções externas como Redis¹⁴ e Memcached¹⁵, tradicionalmente utilizadas

¹⁴Redis é um sistema de armazenamento em memória amplamente utilizado para *cache* e processamento rápido de dados.

¹⁵Memcached é um serviço leve de *cache* em memória destinado a reduzir o número de acessos repetidos à base de dados.

em ambientes Rails. Contudo, com a migração para Ruby on Rails 8, optou-se pela utilização de Solid Cache, uma solução nativa que persiste a *cache* numa tabela própria da base de dados PostgreSQL. Esta abordagem, embora não tão rápida como soluções em memória, mostrou-se adequada à dimensão da aplicação e permitiu simplificar a arquitetura ao eliminar serviços adicionais, reduzindo a complexidade operacional e facilitando a sua manutenção.

Apesar de estas otimizações terem sido aplicadas de forma parcial, estabelecem um caminho claro para trabalho futuro. A expansão sistemática do uso de *cache*, a análise de pontos críticos de desempenho e a avaliação comparativa entre diferentes estratégias de armazenamento constituem oportunidades relevantes para aprofundar a escalabilidade e robustez da aplicação.

6.2 Modelo de Dados da Aplicação

O modelo de dados da aplicação define a forma como a informação é estruturada e relacionada, servindo de base à lógica de funcionamento da plataforma. Este modelo, de natureza relacional, foi implementado em PostgreSQL e mapeado para objetos através do módulo ActiveRecord, componente nativo do Ruby on Rails, conforme descrito anteriormente na Secção 6.1. A sua conceção garante consistência e coerência entre os diferentes tipos de dados, permitindo que investigadores, projetos, publicações e outras entidades do sistema se interliguem de forma integrada.

Existem diversas entidades principais que representam os conceitos centrais da aplicação, nomeadamente *Researcher*, *Project* e *Publication*, complementadas por modelos auxiliares como *ResearchLine*, *Institution*, *Lab* e *Responsibility*, entre outros.

A Figura C.1 (ver Apêndice C) ilustra a estrutura geral do modelo de dados e as relações entre as principais entidades. Por uma questão de clareza, foram omitidas da representação algumas tabelas intermédias, que têm como objetivo gerir relações de muitos-para-muitos entre entidades, como exemplificado na Figura 6.4. Existem, no entanto, dois casos particulares representados pelos modelos *ProjectFunding* (ver Tabela D.9) e *ProjectResearcher* (ver Tabela D.14). O primeiro estabelece a ligação entre projetos e chamadas de financiamento, onde são registados os montantes financeiros (Figura 6.7), enquanto o segundo, além de associar investigadores a projetos, armazena informação adicional sobre a sua participação, como o papel desempenhado, o período de colaboração e a percentagem de dedicação (Figura 6.5).

Para complementar o modelo de dados, o Apêndice D apresenta as tabelas completas das entidades, com a descrição dos seus campos e respetivos tipos. Estas tabelas facilitam a consulta do modelo de dados.



Figura 6.4: Ligação entre as entidades *Publication*, *PublicationResearcher* e *Researcher*. A entidade associativa *PublicationResearcher* materializa a relação de muitos-para-muitos entre publicações e investigadores.

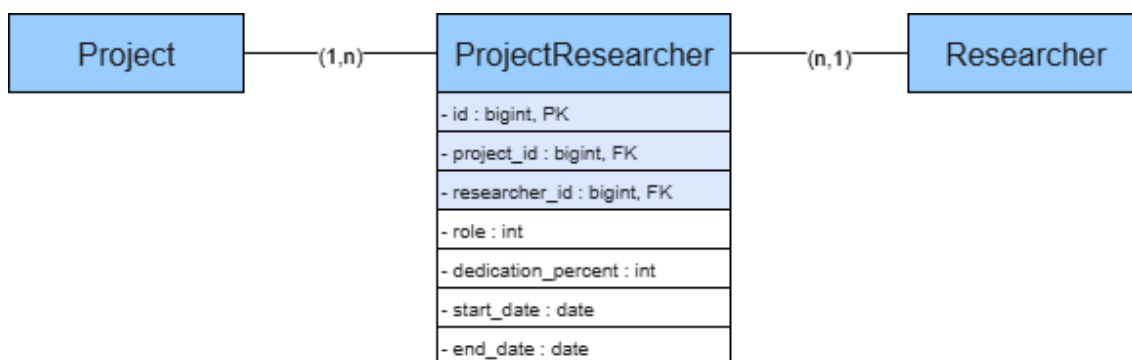


Figura 6.5: Ligação entre as entidades *Project*, *ProjectResearcher* e *Researcher*. A entidade associativa *ProjectResearcher* materializa a relação de muitos-para-muitos entre projetos e investigadores e regista detalhes adicionais da participação, como o papel desempenhado, a percentagem de dedicação e as datas de início e fim da colaboração.

6.2.1 Modelo de Investigadores

O modelo *Researcher* (ver Tabela D.22) representa os perfis dos investigadores associados ao centro, reunindo informação científica, institucional e académica. Cada investigador possui identificadores externos que permitem a ligação a plataformas científicas, como o ORCID, Ciência ID, Google Scholar, Scopus, Web of Science e OpenAlex, sendo o ORCID o identificador obrigatório.

O modelo inclui informação académica, como o último grau académico obtido e o respetivo ano de conclusão, fornecendo uma visão clara do perfil académico de cada investigador. Relativamente à relação com o Ci2, são registadas a categoria e o tipo de vínculo, que caracterizam o grau de integração no centro. As categorias possíveis são investigador integrado, colaborador ou estudante, enquanto o vínculo pode ser interno ativo, antigo membro interno ou externo. O modelo inclui ainda informação sobre o período de ligação ao centro, como as datas de entrada e saída e a percentagem de dedicação, permitindo acompanhar a evolução da participação do investigador ao longo do tempo.

Cada investigador está associado a uma linha de investigação (*ResearchLine*), que representa uma área temática dentro do centro. Esta ligação permite organi-

zar a atividade científica por domínios de especialização, facilitando a gestão e a colaboração entre investigadores com interesses comuns.

Os investigadores podem também desempenhar funções de coordenação ou gestão no âmbito do centro, como Diretor, Vice-Diretor ou Coordenador de Laboratório e de Linha de Investigação, sendo essas funções registadas através da associação ao modelo *Responsibility*.

Cada investigador está associado a projetos e publicações, refletindo a sua participação nas atividades científicas do centro e a produção resultante do seu trabalho de investigação. Esta ligação permite mapear de forma integrada a colaboração entre investigadores e equipas, bem como a sua contribuição para os diferentes resultados científicos.

Os perfis incluem ainda um sistema de palavras-chave (*keywords*) que facilita a pesquisa e a categorização de investigadores na plataforma, permitindo identificar áreas de especialização, temas de interesse ou domínios de atuação.

Por fim, a entidade *ResearcherMetrics* (ver Tabela D.21) agrega os principais indicadores de desempenho científico, como o número de citações e o índice-*h*, permitindo monitorizar a evolução da atividade de cada investigador ao longo do tempo.

6.2.2 Modelo de Projetos

O modelo *Project* (ver Tabela D.15) centraliza a informação relativa aos projetos de investigação desenvolvidos no centro, reunindo um conjunto de atributos que descrevem cada iniciativa de forma completa e estruturada.

A identificação de cada projeto é feita através do nome, do número de referência e, quando aplicável, do *Digital Object Identifier* (DOI). O título é registado em português e inglês, garantindo a consistência com o sistema de internacionalização da aplicação.

O modelo inclui ainda as datas de início e de conclusão, bem como um conjunto de classificações que caracterizam o estado, o tipo, o âmbito e o papel do centro em cada projeto. O estado distingue entre projetos submetidos, em curso, concluídos, não financiados ou cancelados. O tipo de projeto identifica a natureza da iniciativa, podendo corresponder a investigação, inovação, formação, mobilidade, infraestruturas, redes, disseminação, serviços ou outros. O âmbito define a sua escala de atuação, que pode ser interna, regional, nacional, internacional ou externa. O papel do centro é igualmente registado, distinguindo entre coordenador, parceiro, participante ou afiliado. Por fim, é definido o nível de visibilidade do projeto na aplicação, que pode ser público, interno ou restrito.

Cada projeto está relacionado com investigadores, linhas de investigação, laboratórios e instituições parceiras, refletindo a natureza colaborativa das atividades científicas. Os projetos podem também estar associados a publicações e a chamadas ou programas de financiamento, integrando a informação sobre as respetivas

agências financiadoras.

A descrição de cada projeto é registrada em português e inglês, permitindo apresentar informação contextual e objetivos de forma detalhada. É ainda possível associar uma imagem ilustrativa, utilizada na interface da aplicação para facilitar a identificação visual dos projetos.

Cada projeto pode incluir vagas, como bolsas ou contratos de investigação, registradas no modelo *Position*. Além disso, o sistema de palavras-chave (*keywords*) permite classificar e pesquisar os projetos de acordo com os seus temas ou áreas científicas, contribuindo para uma organização mais eficiente e uma navegação mais intuitiva da informação.

6.2.3 Modelo de Publicações

As publicações científicas são representadas pelo modelo *Publication* (ver Tabela D.19), que adota uma estrutura de herança de tabela única (*Single Table Inheritance* - STI). Esta abordagem permite armazenar num único modelo os atributos e comportamentos comuns a todas as publicações, mantendo simultaneamente a flexibilidade para lidar com diferentes tipos de produção científica.

Cada registo de publicação pertence a uma das subclasses especializadas, que identificam o tipo específico de resultado científico: artigo de revista (*JournalArticle*), artigo de conferência (*ConferencePaper*), livro (*Book*), capítulo de livro (*BookChapter*), tese (*Thesis*) e relatório (*Report*). Esta diferenciação permite adaptar a estrutura de dados às particularidades de cada tipo, incluindo campos específicos como o nome da revista, da conferência ou da editora, quando aplicável.

Os campos comuns a todos os tipos incluem informações essenciais, como o título, o ano de publicação e o estado de acesso aberto. São também registradas métricas de desempenho provenientes de fontes externas, como o número de citações, o impacto de citação ponderado por campo (*Field-Weighted Citation Impact*) e o percentil de citação normalizado, que permitem avaliar a visibilidade e o impacto das publicações.

Cada tipo de publicação possui ainda campos específicos adaptados às suas particularidades. Por exemplo, os artigos de revista registam dados como o volume e o número da edição, enquanto os artigos de conferência incluem o evento, a localização e o tipo de apresentação. As teses identificam a instituição que confere o grau e a data de defesa, e os relatórios incluem o número de páginas e a entidade editora. Esta estrutura flexível permite representar de forma consistente diferentes formatos de produção científica dentro de uma mesma tabela.

A informação sobre identificadores é armazenada separadamente na tabela *OutputIdentifier*, que associa a cada publicação um ou mais identificadores únicos, como DOI, Handle, Scopus ID, Web of Science ID e OpenAlex ID. Cada registo indica o tipo e o valor do identificador, garantindo a interoperabilidade com sistemas e repositórios científicos externos.

As publicações estão relacionadas com projetos, investigadores, laboratórios e linhas de investigação através de ligações de muitos-para-muitos, permitindo associar cada resultado científico aos seus autores, equipas e contextos de produção. Tal como outros modelos da aplicação, podem ser classificadas e pesquisadas com base em palavras-chave (*keywords*), o que facilita a organização temática e a recuperação de informação na plataforma.

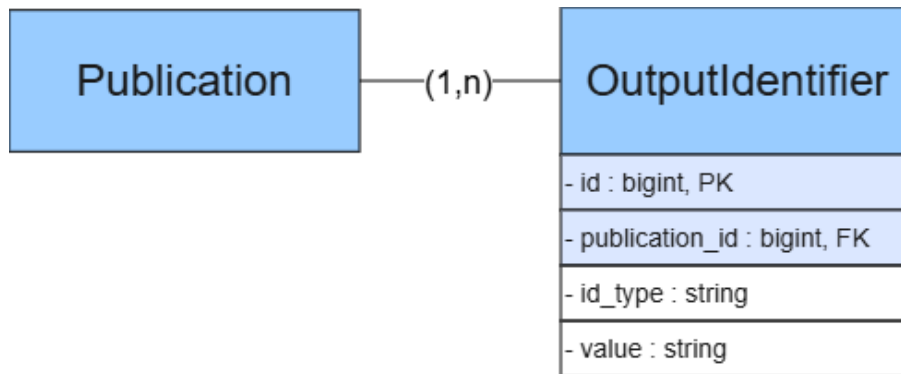


Figura 6.6: Relação entre os modelos *Publication* e *OutputIdentifier*. Cada publicação pode possuir vários identificadores (por exemplo, DOI ou Scopus ID), registados na tabela associada, o que permite a integração com diferentes sistemas de referência.

6.2.4 Modelos de Financiamento

O sistema de financiamento da aplicação segue uma estrutura hierárquica que reflete o processo real de atribuição de apoios a projetos de investigação. É composto por três entidades principais: *FundingAgency*, *FundingProgram* e *FundingCall* (ver Tabelas D.1, D.2 e D.3).

A *FundingAgency* representa as instituições que concedem financiamento, podendo corresponder a entidades públicas ou privadas, nacionais ou internacionais, como a FCT ou a União Europeia. Cada agência pode gerir vários programas de apoio, registados na entidade *FundingProgram*, que define o enquadramento e a tipologia de financiamento (por exemplo, projetos de investigação, bolsas, mobilidade ou infraestruturas). Os programas, por sua vez, incluem uma ou mais chamadas (*FundingCall*), que correspondem a concursos ou editais específicos com um período de candidatura definido.

A ligação entre os projetos e as chamadas de financiamento é estabelecida através do modelo intermédio *ProjectFunding*. Este modelo não só representa a relação de muitos-para-muitos entre *Project* e *FundingCall*, como também regista informação financeira detalhada, incluindo o montante total do projeto, o montante financiado e a parcela atribuída localmente ao centro (Figura 6.7).

Esta estrutura modular permite representar os diferentes níveis de financiamento de forma organizada, desde a agência que promove o apoio, passando pelo programa em que o projeto se enquadra, até à chamada que o aprovou. Este mo-

delo assegura uma visão completa e transparente do percurso de financiamento de cada projeto.

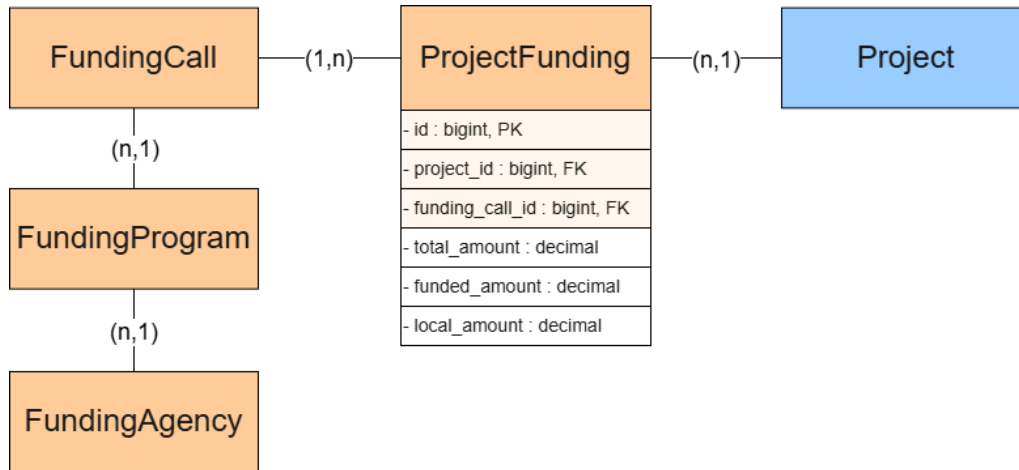


Figura 6.7: Relação entre as entidades *Project* e *FundingCall* através do modelo intermédio *ProjectFunding*, que representa a ligação de muitos-para-muitos e armazena informação adicional sobre o financiamento, como o montante total, o montante financiado e a parcela atribuída ao centro.

6.2.5 Modelos de Responsabilidade e Cargo

A gestão das responsabilidades no centro é suportada por dois modelos principais: *Role* e *Responsibility* (ver Tabelas D.24 e D.23). Estes modelos permitem representar funções de coordenação e gestão exercidas por investigadores, mantendo um registo histórico das nomeações e garantindo a coerência das atribuições ao longo do tempo.

O modelo *Role* define os diferentes tipos de cargos disponíveis, com designações em português e em inglês, e um nível de prioridade que reflete a hierarquia funcional dentro do centro, permitindo ordenar e distinguir funções de maior responsabilidade, como Diretor, Vice-Diretor ou Coordenador de Linha de Investigação. Os cargos podem também ser definidos como exclusivos, garantindo que não existam sobreposições temporais de funções idênticas no mesmo contexto organizacional.

O modelo *Responsibility* associa um investigador a um cargo e a uma determinada estrutura organizacional, recorrendo a uma relação polimórfica (Figura 6.8). Esta relação permite que uma responsabilidade esteja ligada a um laboratório (*Lab*), a uma linha de investigação (*ResearchLine*) ou, quando aplicável, diretamente ao centro. São ainda registadas as datas de início e de término da função, permitindo acompanhar a duração das responsabilidades e identificar as que se encontram ativas.

Este modelo assegura uma representação flexível e consistente das funções de liderança e coordenação, refletindo a estrutura organizacional do centro e facilitando a sua gestão ao longo do tempo.

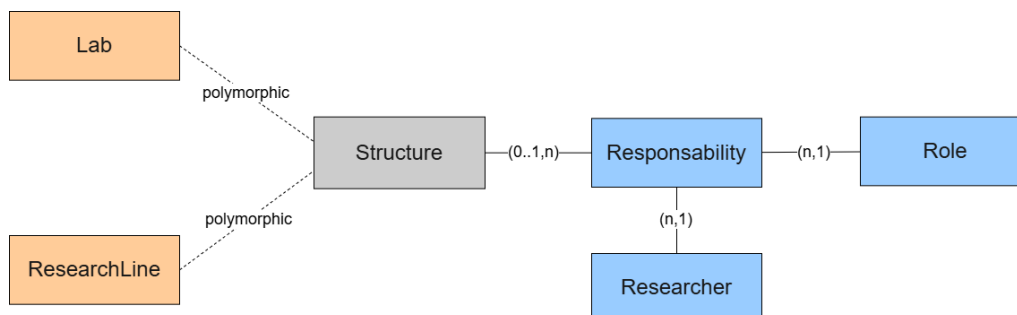


Figura 6.8: O modelo *Responsibility* associa cada investigador a um *Role* e, opcionalmente, a uma estrutura organizacional (*Lab* ou *ResearchLine*), recorrendo a polimorfismo para representar diferentes contextos de atuação dentro do centro.

6.2.6 Modelos Adicionais

Além dos módulos principais, a aplicação inclui um conjunto de modelos complementares que asseguram a organização interna e o suporte a funcionalidades específicas da plataforma.

As entidades *Institution* e *Lab* (ver Tabelas D.4 e D.5) representam, respetivamente, instituições parceiras e laboratórios associados ao centro. Estas entidades são utilizadas para caracterizar a estrutura organizacional e documentar colaborações externas, servindo de referência nas ligações com projetos, investigadores e publicações.

O modelo *NewsArticle* (ver Tabela D.6) é responsável pela gestão de conteúdos informativos, permitindo a publicação de notícias, destaques e atualizações relacionadas com a atividade científica e institucional do centro.

O sistema de autenticação e gestão de utilizadores é suportado pelos modelos *User* e *UserProvider* (ver Tabelas D.26 e D.25). O modelo *User* representa as contas de acesso à plataforma, armazenando a informação essencial de autenticação, como o endereço de correio eletrónico e a palavra-passe encriptada, bem como dados de sessão e histórico de acessos. O modelo *UserProvider* complementa esta estrutura, registando a associação a provedores externos de autenticação. Este modelo guarda apenas informação identificadora e dados do processo de autenticação, sem armazenar credenciais. Em conjunto, estes modelos garantem uma gestão segura e flexível do acesso à plataforma, suportando tanto contas locais como autenticação federada.

Por fim, o modelo *Position* (ver Tabela D.8) representa oportunidades e vagas associadas a projetos de investigação. Cada registo contém informação sobre o tipo de posição, prazos de candidatura e ligações opcionais a um projeto, linha de investigação ou investigador responsável. São ainda incluídos campos adicionais, como referências a editais e plataformas de divulgação (por exemplo, EURAXESS¹⁶), que facilitam a gestão e promoção destas oportunidades.

¹⁶EURAXESS é uma iniciativa da Comissão Europeia que divulga oportunidades de investigação e apoia a mobilidade de investigadores.

6.3 Descrição Funcional da Aplicação

A aplicação foi concebida para apoiar a gestão integrada da informação científica no Ci2, disponibilizando um conjunto de funcionalidades que abrangem todas as etapas da atividade de investigação, desde o registo de investigadores e projetos até à publicação, análise e divulgação de resultados. A sua arquitetura funcional baseia-se em operações consistentes e interfaces intuitivas, permitindo aos utilizadores explorar, criar e relacionar informação de forma simples e eficiente.

6.3.1 Gestão de Registos

A aplicação permite a gestão completa de registos, como projetos, investigadores, publicações, instituições, laboratórios e posições, através de um sistema de operações CRUD (criação, leitura, atualização e eliminação).

Cada módulo apresenta uma vista geral dos registos existentes, organizados em formato de tabela ou cartões, conforme ilustrado na Figura 6.9. A partir dessa vista, o utilizador pode aceder diretamente ao formulário de criação de um novo registo. De forma semelhante, é possível consultar a página de detalhe de cada registo (Figura 6.10), onde são apresentados os dados completos e as ligações com outros tipos de informação. Por fim, cada registo pode ser atualizado através de um formulário dedicado (Figura 6.11), garantindo uma experiência de utilização coerente e intuitiva em todos os módulos da aplicação.

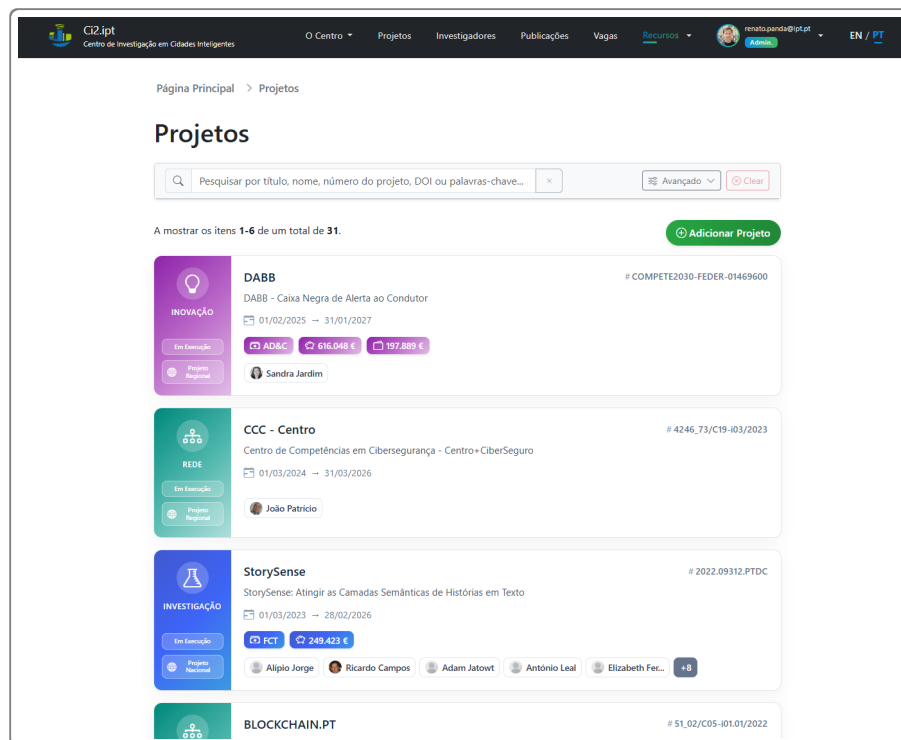


Figura 6.9: Vista geral da lista de projetos registados na aplicação, apresentada em formato de cartões.

Ci2.ipt
Centro de Investigação em Cidades Inteligentes

O Centro ▾ Projetos Investigadores Publicações Vagas Entrar EN / PT

Página Principal > Projetos > MERGE

MERGE
MERGE: Reconhecimento de Emoções na Música - Próxima Geração

Número de Projeto
PTDC/CCI-COM/3171/2021

DOI
10.54499/PTDC/CCI-COM/3171/2021

Âmbito
Projeto Nacional

Estado
Concluído

Tipo de Projeto
Investigação

Relação com o Ci2
Apenas Afiliado

Laboratórios
Laboratório de Dados

[Visitar Website](#) [Ficha de Projeto](#)

Sobre

O projeto MERGE procura avançar na investigação sobre o Reconhecimento de Emoções Musicais seguindo uma abordagem explicitamente bimodal, que modela letras e áudio em simultâneo, e define os seguintes objetivos científicos: 1) Engenharia/aprendizagem de recursos. Desenvolver recursos MER significativos (tanto artesanais como através de recursos/aprendizagem profunda) simultaneamente nos domínios do áudio e das letras, seguindo uma abordagem bimodal. 2) Conjuntos de dados públicos robustos. Recolher e anotar de forma robusta dados para MER com base em áudio e letras, e disponibilizá-los à comunidade MIR. 3) MER e MEVD estáticos. Combinar estas contribuições para avançar tanto o MER estático como o MEVD, abordando as abordagens bimodais e o MER dimensional. Como objetivo tecnológico, iremos desenvolver duas aplicações de software MER (uma independente e uma aplicação web) para demonstrar as nossas inovações científicas.

Palavras-chave

MUSIC EMOTION RECOGNITION MUSIC INFORMATION RETRIEVAL
MACHINE LEARNING FEATURE ENGINEERING AUDIO SIGNAL PROCESSING
NATURAL LANGUAGE PROCESSING DEEP LEARNING

Instituições Associadas

Universidade de Coimbra

Figura 6.10: Página de detalhe do projeto MERGE, apresentando a informação principal, as entidades associadas e os identificadores externos ligados ao registo.

Edit Project

Project

Name *
MERGE

Title (PT) *
MERGE: Reconhecimento de Emoções na Música - Próxima Geração

Title (EN) *
MERGE: Music Emotion Recognition - Next Generation

Project Number *
PTDC/CCI-COM/3171/2021

DOI
<https://doi.org/> 10.54499/PTDC/CCI-COM/3171/2021

Approval Date
dd/mm/aaaa

Start Date *
01/01/2022

Final Date *
30/09/2025

Status *
Ongoing

Scope *
National Project

Figura 6.11: Formulário de edição do projeto MERGE, onde é possível atualizar dados gerais, associações a investigadores e entidades, e informação de financiamento.

Nas áreas dedicadas aos módulos *Project*, *Researcher* e *Publication*, a informação é apresentada em cartões informativos que disponibilizam de forma imediata os dados mais relevantes de cada registo, dispensando o acesso à página de detalhe. Cada cartão apresenta os elementos essenciais de forma clara e organizada, facilitando a leitura e a comparação entre diferentes registos. Nos projetos (Figura 6.12) destacam-se o título, o estado e as datas de execução, sendo a cor do cartão utilizada para indicar o tipo de projeto. No exemplo ilustrado, o tipo *Innovation* (Inovação) está representado com a cor roxa. Nos investigadores (Figura 6.13), surgem o nome, a categoria e a linha de investigação associada. Nas publicações (Figura 6.14), evidenciam-se o título, o ano e o tipo de produção científica, sendo igualmente aplicada uma diferenciação cromática consoante o tipo de publicação. Na figura apresentada, o azul corresponde a um artigo de revista (*Journal Article*). Esta abordagem privilegia a clareza e a eficiência da navegação, permitindo ao utilizador identificar rapidamente a informação de interesse e aceder apenas quando necessário ao detalhe completo de cada entidade.

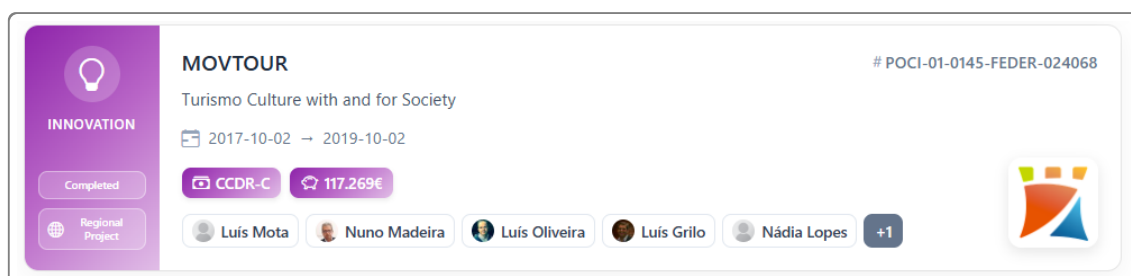


Figura 6.12: Cartão de projeto, apresentando informações essenciais como título, estado e datas de execução.

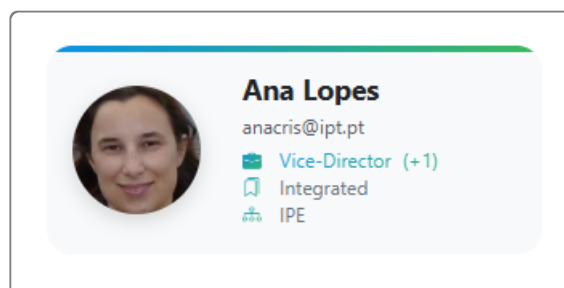


Figura 6.13: Cartão de investigador, com destaque para o nome, categoria e linha de investigação associada.



Figura 6.14: Cartão de publicação, evidenciando o título, o ano e o tipo de publicação.

6.3.2 Pesquisa e Filtros Avançados

A plataforma inclui mecanismos avançados de pesquisa e filtragem que facilitam a navegação em grandes volumes de informação. A pesquisa textual é implementada com recurso à biblioteca `pg_search`¹⁷, que explora as capacidades nativas do PostgreSQL, dispensando o uso de motores externos como o Elasticsearch¹⁸. Esta ferramenta combina pesquisa textual completa (*full-text search*) com pesquisa aproximada por trigramas¹⁹, permitindo identificar resultados relevantes mesmo quando existem diferenças de acentuação ou ortografia.

No módulo de Projetos, por exemplo, a pesquisa analisa simultaneamente vários campos, como o nome, o título, o número do projeto e o identificador DOI, atribuindo pesos diferenciados a cada um para determinar a relevância dos resultados. Além da pesquisa textual, podem ser aplicados filtros adicionais, como o estado, o tipo de projeto, a linha de investigação, o laboratório ou a agência financiadora, sendo todos combináveis entre si. O sistema é implementado no lado do servidor através de *scopes*²⁰ definidos nos modelos, assegurando uma lógica coerente e reduzindo a complexidade da camada de controlo.

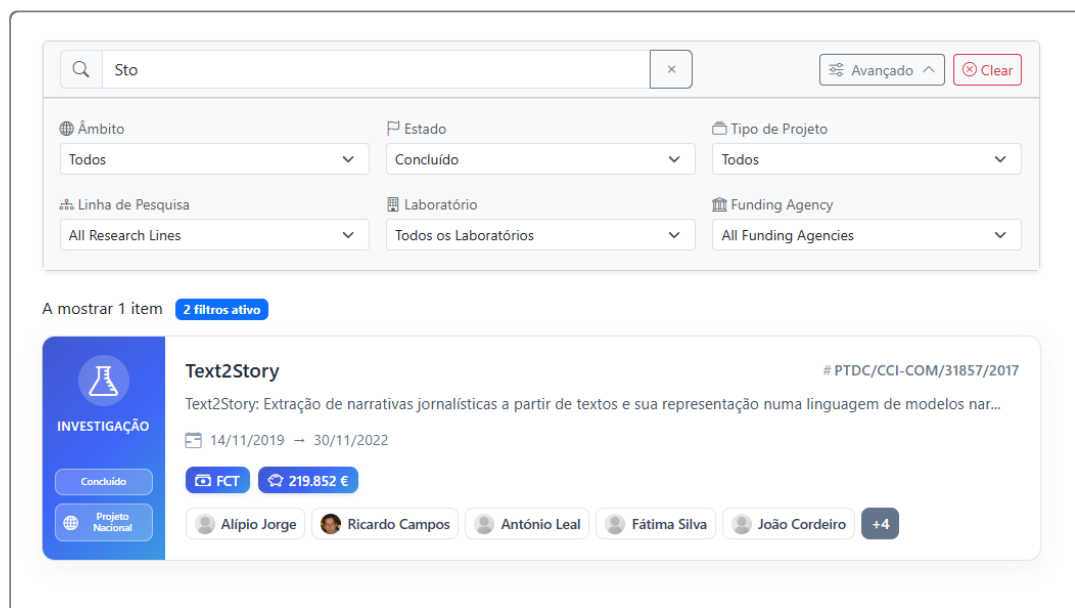


Figura 6.15: Exemplo da aplicação combinada de filtros no módulo de Projetos, apresentando apenas os resultados que correspondem à pesquisa textual “Sto” e ao filtro de estado “Concluído”.

¹⁷https://github.com/Cascommons/pg_search

¹⁸O Elasticsearch é um motor de pesquisa de alto desempenho baseado em indexação e análise de texto, amplamente utilizado para realizar buscas rápidas e complexas sobre grandes volumes de dados.

¹⁹A pesquisa por trigramas baseia-se na divisão das palavras em grupos de três caracteres consecutivos, permitindo medir a semelhança entre termos e encontrar resultados mesmo em caso de erros de digitação ou pequenas variações ortográficas.

²⁰Em Ruby on Rails, um *scope* define uma consulta reutilizável na camada de modelo, permitindo aplicar filtros e condições específicas de forma concisa e consistente, sem duplicar lógica nos controladores.

6.3.3 Interligação de Dados e Navegação Contextual

Um dos princípios fundamentais da aplicação é a interligação entre entidades relacionadas. Por exemplo, a partir da página de detalhe de um projeto, o utilizador pode aceder diretamente às instituições envolvidas (Figura 6.16), aos investigadores participantes (Figura 6.17) e às publicações associadas (Figura 6.18). Esta navegação contextual é suportada pelas associações explícitas definidas no modelo de dados e proporciona uma experiência fluida na exploração da informação científica, permitindo compreender facilmente as relações entre pessoas, resultados e estruturas de investigação.

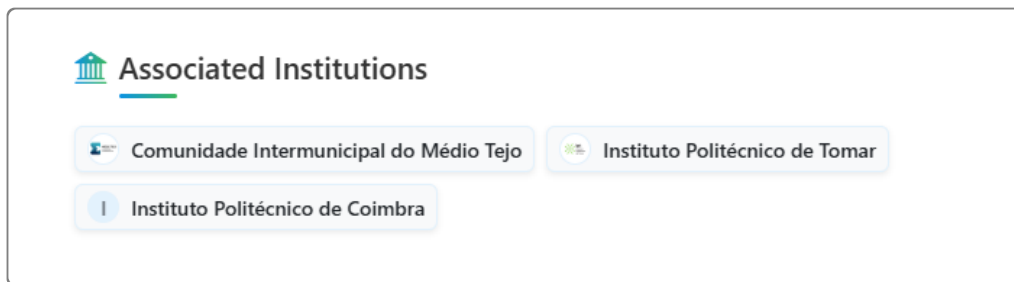


Figura 6.16: Secção da página de detalhe de um projeto onde são apresentadas as instituições parceiras associadas, com identificação e ligação aos respetivos registos.

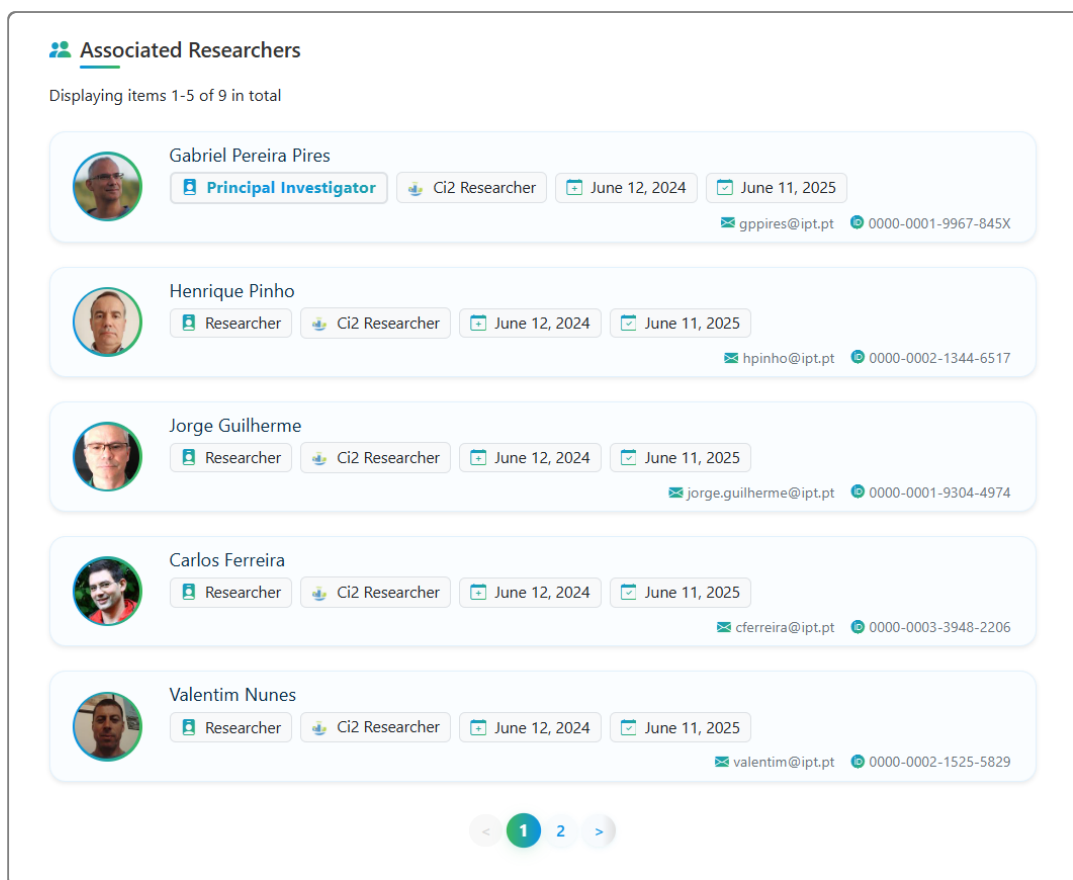


Figura 6.17: Secção da página de detalhe de um projeto que apresenta os investigadores participantes, permitindo aceder diretamente aos seus perfis individuais.

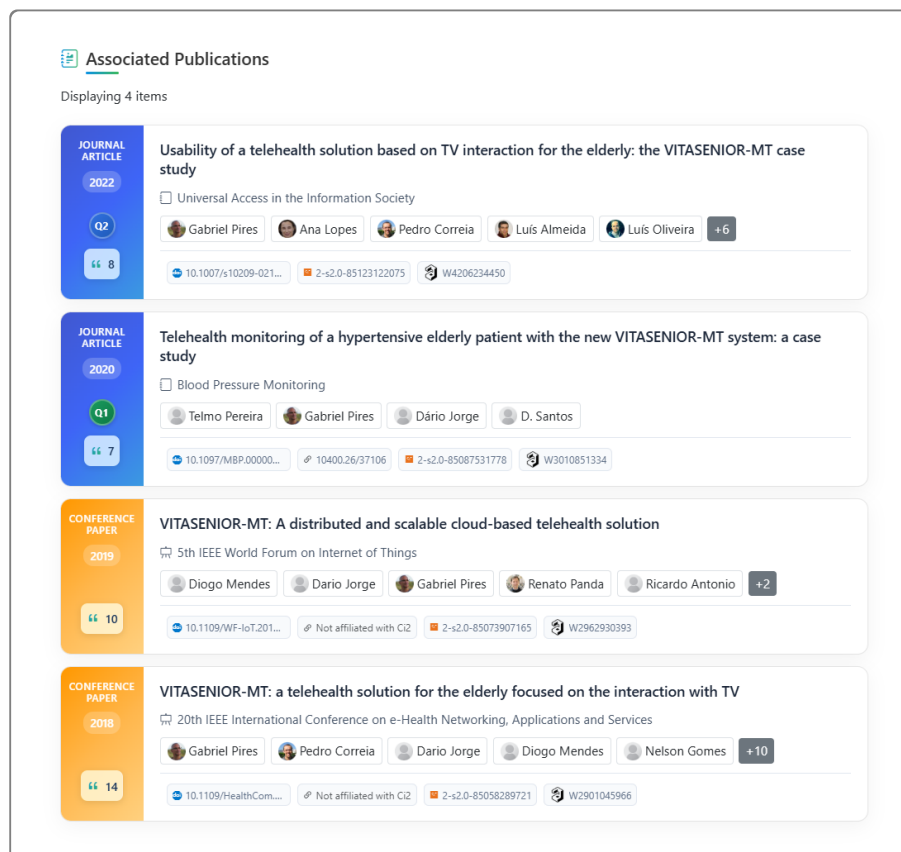


Figura 6.18: Secção da página de detalhe de um projeto dedicada às publicações associadas, com acesso direto à respetiva informação detalhada.

6.3.4 Métricas, Identificadores e Transparência

A aplicação associa a cada investigador e publicação um conjunto de identificadores externos, como o ORCID, o DOI, o Scopus ID, o Web of Science ID e o OpenAlex ID, que permitem estabelecer ligações diretas com as respetivas plataformas e garantir a autenticidade e rastreabilidade da informação. Estes identificadores facilitam a referência cruzada entre diferentes fontes de dados e preparam a aplicação para uma futura integração com infraestruturas como o PTCRIS.

Complementarmente, a aplicação apresenta métricas bibliométricas provenientes do serviço OpenAlex²¹, que permitem avaliar o impacto e a visibilidade da produção científica registada. A metodologia de recolha, cálculo e atualização destas métricas é detalhada posteriormente na Secção 6.4.

A disponibilização integrada destes identificadores e métricas reforça a transparência e a credibilidade da informação científica, promovendo uma análise mais rigorosa e contextualizada da atividade de investigação.

²¹OpenAlex é uma base de dados aberta de informação científica que agrega publicações, autores, instituições e citações, funcionando como uma alternativa em acesso livre a plataformas comerciais como a Scopus ou a Web of Science. Disponível em: <https://openalex.org>

6.3.5 Formulários e Interatividade

Os formulários da aplicação foram concebidos para facilitar a introdução e edição de dados, assegurando uma interação fluida e intuitiva. Incluem listas de seleção otimizadas, com pesquisa integrada, que permitem localizar rapidamente os registos pretendidos, mesmo em conjuntos de dados extensos. Esta funcionalidade é particularmente útil em operações como a associação de investigadores a uma publicação, conforme ilustrado na Figura 6.19.

Os campos de descrição recorrem ao componente `ActionText`²², que permite a formatação de conteúdo, a inserção de hiperligações e a edição estruturada de texto, como exemplificado na Figura 6.20.

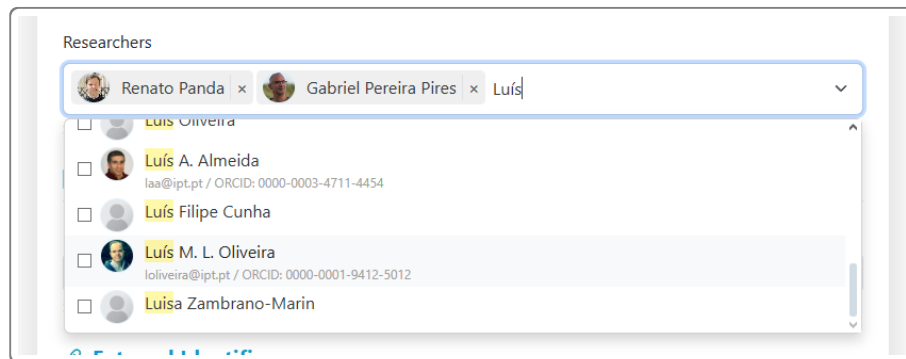


Figura 6.19: Exemplo de lista de seleção pesquisável utilizada para adicionar investigadores a uma publicação, permitindo filtrar rapidamente pelo nome do autor pretendido.

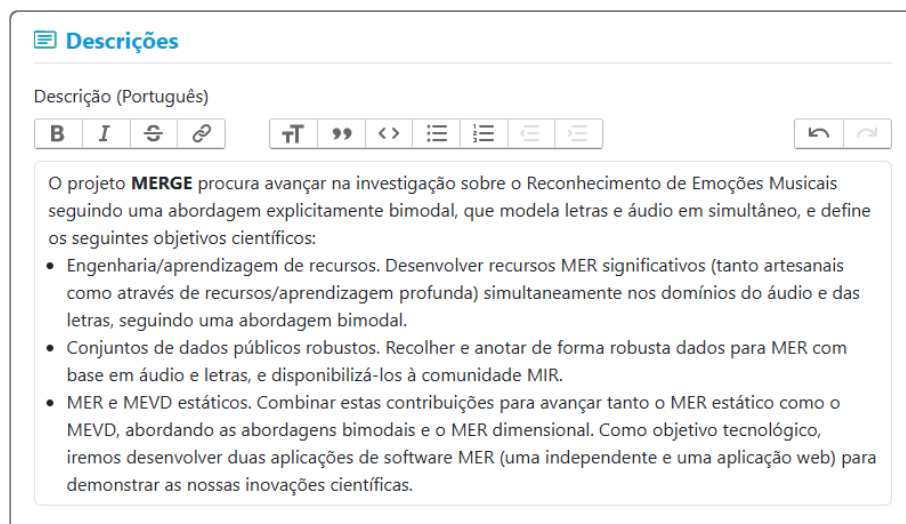


Figura 6.20: Campo de descrição em português no formulário de projeto, editável através do componente `ActionText`, que suporta texto formatado e hiperligações.

²²O `ActionText` é um componente nativo do Rails que utiliza o editor Trix, um editor de texto moderno e leve, para permitir a edição de conteúdo com formatação, listas, hiperligações e imagens. O Trix oferece uma interface intuitiva que facilita a escrita de texto estruturado diretamente na aplicação, sem necessidade de configuração adicional.

6.3.6 Gestão de Financiamentos

O módulo de financiamento da aplicação foi desenvolvido para representar de forma clara e estruturada a origem e o enquadramento financeiro dos projetos de investigação. A informação é organizada de acordo com uma hierarquia de três níveis: Agência de Financiamento (*FundingAgency*), Programa de Financiamento (*FundingProgram*) e Chamada de Financiamento (*FundingCall*). Esta estrutura permite distinguir a entidade responsável pelo apoio, o programa estratégico a que pertence e a oportunidade concreta através da qual o projeto foi submetido ou financiado.

Cada projeto pode incluir informação detalhada sobre o respetivo financiamento, registando de forma estruturada os valores associados. São considerados diferentes tipos de montantes como o valor total do projeto, o montante financiado e a parcela correspondente ao financiamento local. Esta separação assegura uma representação precisa das diferentes componentes do apoio financeiro.

Durante a criação ou edição de um projeto, é possível associar-lhe o respetivo financiamento através de um processo orientado, que permite selecionar a agência, o programa e a chamada relevantes, ou criar novas entidades quando necessário. A mesma chamada pode estar associada a múltiplos projetos, garantindo reutilização e consistência nos registos.

Na interface da aplicação, os montantes agregados são apresentados na página de detalhe de cada projeto (Figura 6.21), e nas páginas das agências e programas são exibidos totais acumulados (Figuras 6.22 e 6.23), calculados automaticamente a partir dos projetos associados. Estes dados podem ser posteriormente utilizados para gerar indicadores globais e visualizações na *dashboard*, permitindo uma análise da distribuição e evolução do financiamento científico.

Esta abordagem proporciona uma gestão financeira mais transparente, organizada e extensível, facilitando futuras integrações com relatórios institucionais e mecanismos de monitorização do investimento em investigação.



Figura 6.21: Secção de financiamento na página de detalhe de um projeto, onde são apresentados os valores atribuídos e as entidades de financiamento correspondentes.

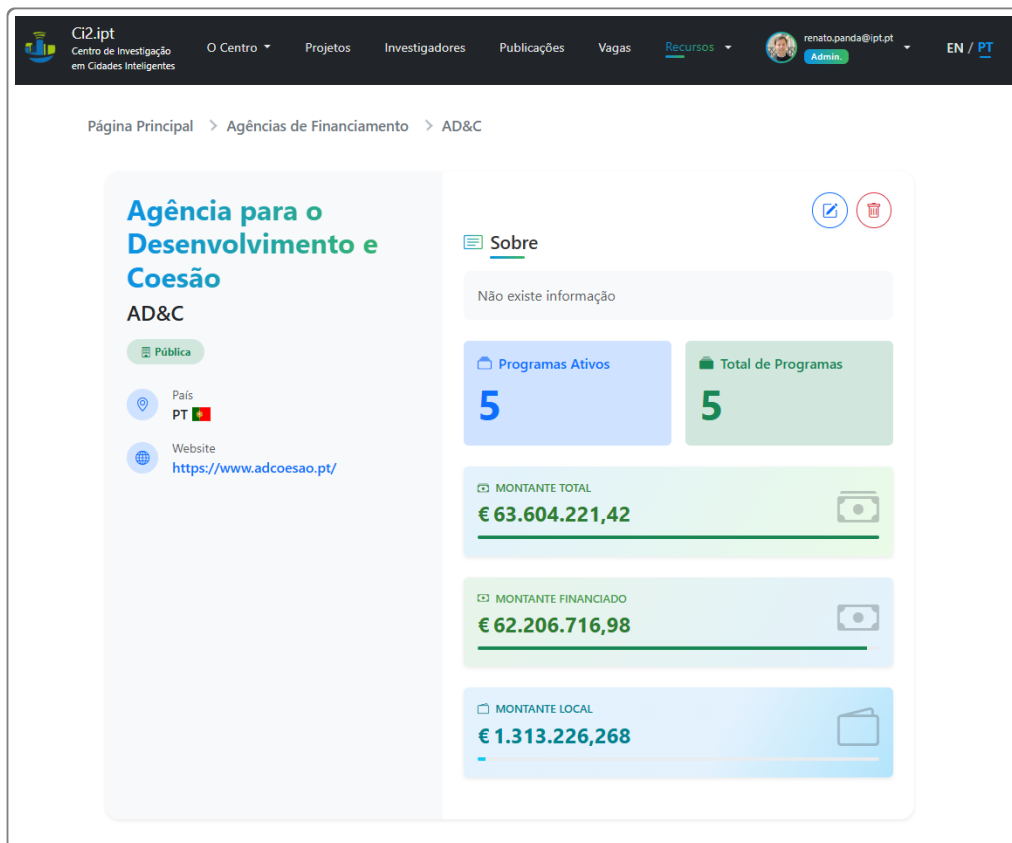


Figura 6.22: Página de detalhe de uma Agência de Financiamento, apresentando o total de montantes financiados pelos projetos ligados.

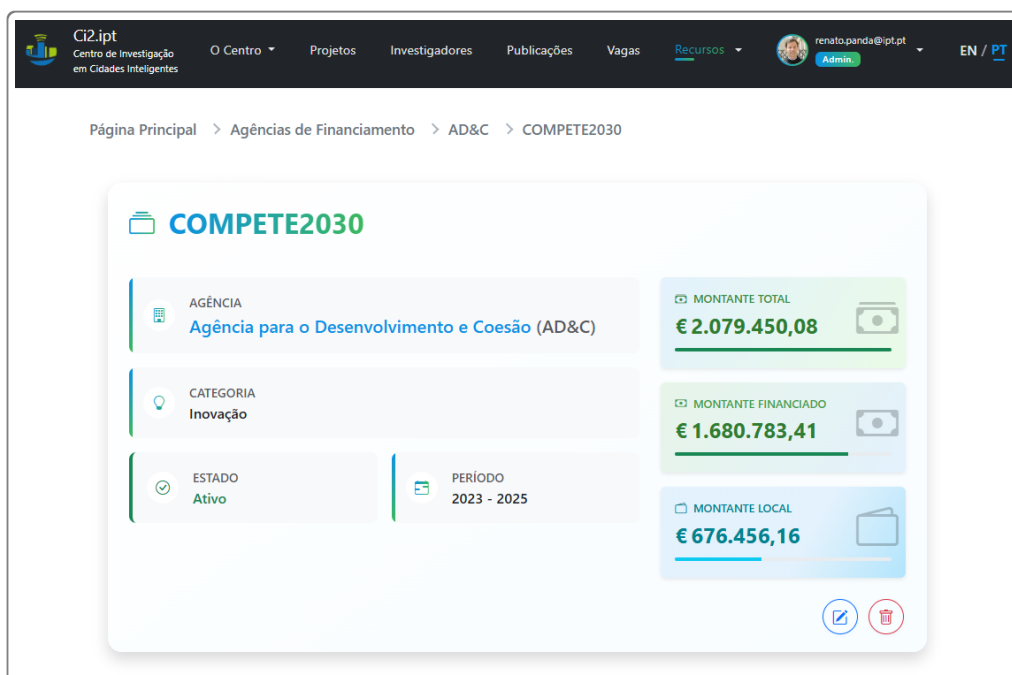


Figura 6.23: Página de detalhe de um Programa de Financiamento.

6.3.7 Usabilidade e Acesso

A navegação é suportada por um menu principal que dá acesso direto às áreas centrais da aplicação e por *breadcrumbs*²³ que facilitam o regresso a páginas anteriores, assegurando uma navegação clara e previsível.

A interface indica de forma visível o nível de permissão do utilizador, distinguindo graficamente entre administradores e utilizadores regulares. Na Figura 6.24 é apresentado o exemplo de um utilizador autenticado com perfil de administrador, enquanto a Figura 6.25 ilustra a mesma interface para um utilizador comum. Estas decisões de design contribuem para uma experiência coerente e intuitiva.

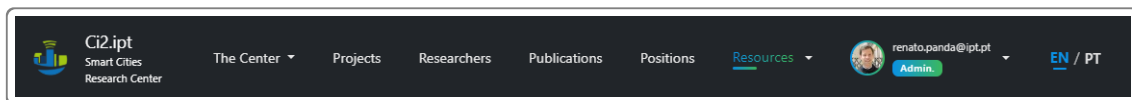


Figura 6.24: Menu principal apresentado a um utilizador autenticado com perfil de administrador.

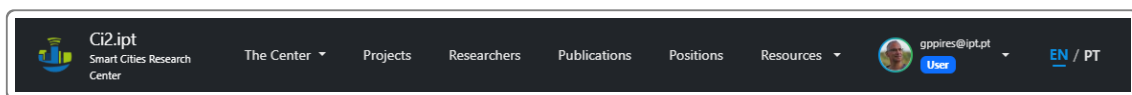


Figura 6.25: Menu principal apresentado a um utilizador autenticado com perfil regular.

6.3.8 Internacionalização da Aplicação

A aplicação foi desenvolvida com suporte completo para internacionalização, permitindo a apresentação de conteúdos e interfaces em múltiplos idiomas. Esta funcionalidade, herdada do protótipo inicial, foi expandida e consolidada ao longo do desenvolvimento, abrangendo não apenas os textos de interface, mas também títulos, descrições e outros campos de conteúdo científico.

Estão atualmente disponíveis duas versões linguísticas: português e inglês, refletindo a necessidade de comunicação tanto com o público nacional como com a comunidade científica internacional. A tradução é gerida através do sistema nativo de *internationalization* (i18n) do Ruby on Rails, que organiza os textos em ficheiros estruturados por idioma e contexto. Esta abordagem permite uma gestão centralizada das traduções e facilita a sua atualização futura, assegurando a consistência terminológica em toda a aplicação.

Os conteúdos de texto inseridos pelos utilizadores, como descrições de projetos ou publicações, incluem campos específicos para ambas as línguas, garantindo que a informação científica possa ser consultada e divulgada de forma bilíngue (Figura 6.26). Esta estratégia contribui para a visibilidade internacional do centro e reforça a interoperabilidade com plataformas externas de investigação.

²³ *Breadcrumbs* são elementos de navegação hierárquica que indicam o caminho percorrido pelo utilizador dentro da aplicação, permitindo regressar facilmente a páginas anteriores.

The image shows a web form titled "Descriptions" with two sections: "Description (Portuguese)" and "Description (English)". Each section has a rich text editor with buttons for bold (B), italic (I), link, unlink, bulleted list, numbered list, decrease indent, and increase indent. The Portuguese text describes the MERGE project's goals in music emotion recognition. The English text is a translation of the same content.

Descriptions

Description (Portuguese)

O projeto MERGE procura avançar na investigação sobre o Reconhecimento de Emoções Musicais seguindo uma abordagem explicitamente bimodal, que modela letras e áudio em simultâneo, e define os seguintes objetivos científicos: 1) Engenharia/aprendizagem de recursos. Desenvolver recursos MER significativos (tanto artesanais como através de recursos/aprendizagem profunda) simultaneamente nos domínios do áudio e das letras, seguindo uma abordagem bimodal. 2) Conjuntos de dados públicos robustos. Recolher e anotar de forma robusta dados para MER com base em áudio e letras, e disponibilizá-los à comunidade MIR. 3) MER e MEVD estáticos. Combinar estas contribuições para avançar tanto o MER estático como o MEVD, abordando as abordagens bimodais e o MER dimensional. Como objetivo tecnológico, iremos desenvolver duas aplicações de software MER (uma independente e uma aplicação web) para demonstrar as nossas inovações científicas.

Description (English)

The MERGE project seeks to advance Music Emotion Recognition research by following an explicitly bi-modal approach, which models lyrics and audio simultaneously, and defines the following scientific objectives: 1) Feature engineering/learning. To devise meaningful MER features (both handcrafted and via feature/deep learning) simultaneously in the audio and lyrics domains, following a bi-modal approach. 2) Robust public datasets. To collect and robustly annotate data for MER based on audio and lyrics, and release it to the MIR community. 3) Static MER and MEVD. To combine these contributions to advance both static MER and MEVD, addressing bimodal approaches and dimensional MER. As a technological objective, we will develop two MER software applications (a standalone and a web app) to demonstrate our scientific innovations.

Figura 6.26: Campos de descrição bilíngue num projeto, permitindo a introdução de conteúdos em português e inglês.

6.3.9 Versão Móvel e Design Responsivo

A aplicação foi desenvolvida com uma abordagem de design responsivo, garantindo a adaptação automática da interface a diferentes tamanhos de ecrã, desde computadores pessoais até dispositivos móveis. Desde as fases iniciais do projeto foi dada especial atenção à experiência de utilização em *smartphones* e *tablets*, assegurando que a navegação, a leitura e a interação se mantêm fluidas e consistentes em qualquer contexto.

O comportamento responsivo é suportado pelo *framework* Bootstrap 5, que fornece um sistema de grelhas flexível e componentes adaptáveis. Desta forma, elementos como cartões, tabelas e formulários ajustam-se dinamicamente à largura do ecrã, evitando a necessidade de rolagem horizontal e mantendo uma leitura confortável. O menu principal, por exemplo, adapta-se automaticamente a um formato compacto, acessível através de um ícone de navegação, conforme ilustrado na Figura 6.27.

Foram também considerados aspetos específicos de usabilidade móvel, como o tamanho e o espaçamento dos botões, a simplificação dos menus e a disposição vertical das informações mais relevantes. Nas páginas de listagem, como a dos projetos (Figura 6.28), os cartões são reorganizados verticalmente para garantir uma

leitura clara e eficiente, preservando a hierarquia visual da informação. Do mesmo modo, as páginas de detalhe, como o perfil de um investigador (Figura 6.29), mantêm a estrutura e o conteúdo da versão *desktop*, mas adaptam a disposição e o espaçamento para otimizar a legibilidade em ecrãs mais pequenos.

A versão móvel oferece, assim, uma experiência completa e coerente com a versão *desktop*, garantindo o acesso rápido e confortável à informação científica do centro em qualquer dispositivo.

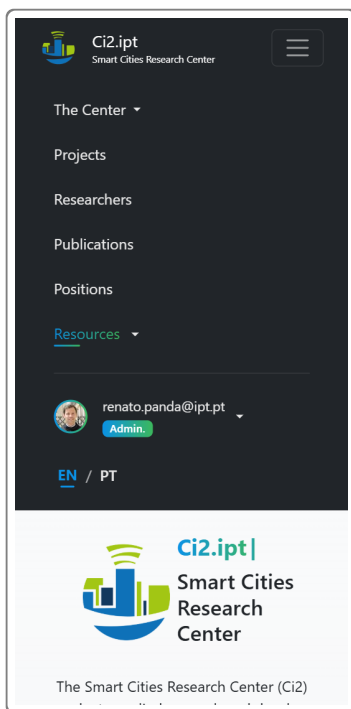


Figura 6.27: Menu principal na versão móvel.

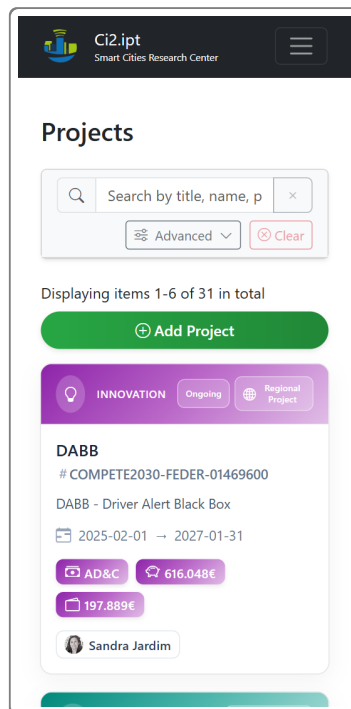


Figura 6.28: Lista de projetos na versão móvel.

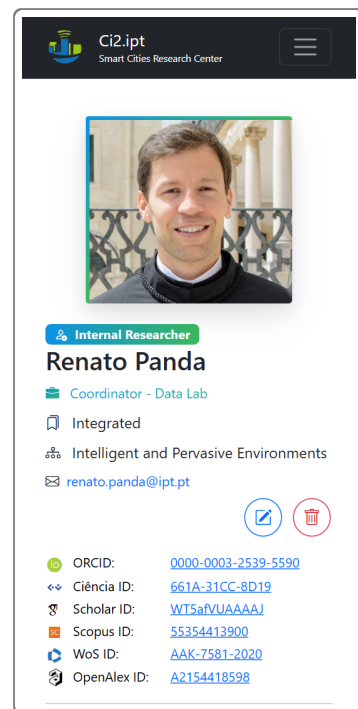


Figura 6.29: Página de perfil de um investigador na versão móvel.

6.3.10 Páginas Institucionais e de Divulgação

Complementarmente às áreas de gestão científica, a plataforma integra um conjunto de páginas institucionais e de divulgação que reforçam o carácter comunicacional do sistema, oferecendo uma visão acessível e atualizada sobre a atividade e a estrutura do centro.

A página inicial apresenta indicadores de síntese com o número total de investigadores, projetos, publicações e citações. Inclui ainda as notícias mais recentes, apresentadas em formato de cartões com imagem, título e data de publicação, permitindo aceder à página de detalhe de cada notícia. A interface, desenvolvida com Bootstrap 5, é totalmente responsiva e incorpora pequenos elementos visuais, como animações e contadores dinâmicos, que contribuem para uma experiência

de navegação mais atrativa. A página inicial disponibiliza também ligações diretas para as principais áreas da aplicação, nomeadamente a lista de investigadores, projetos e publicações.

O módulo de notícias (*NewsArticle*) constitui o principal meio de comunicação externa do centro, permitindo divulgar eventos, resultados científicos ou outras atividades relevantes. Cada notícia inclui título, data de publicação e corpo de texto formatado, podendo ainda conter imagens ilustrativas e hiperligações externas. A publicação da notícia é controlada por perfis administrativos, garantindo a qualidade do conteúdo e a coerência institucional da informação apresentada.

A secção de Linhas de Investigação apresenta informação sobre as duas áreas científicas do centro, Intelligent and Pervasive Environments (IPE) e Sustainable Resources Management (SRM), descrevendo os seus objetivos estratégicos, principais domínios de atuação e enquadramento institucional.

A página de Organização é gerada dinamicamente a partir dos modelos de cargos e responsabilidades, refletindo a hierarquia atual do centro. São apresentados os órgãos de direção, os coordenadores de linhas de investigação e de laboratórios e os responsáveis por parcerias e projetos. Esta área inclui também a composição do Conselho Científico, com indicação do número de investigadores internos doutorados, e disponibiliza cartões com acesso direto ao perfil de cada membro.

Na secção de Contactos é apresentada a informação institucional do centro, incluindo morada, telefone e endereços de correio eletrónico. A página integra ainda um mapa interativo com a localização geográfica do centro, facilitando o contacto e a identificação da sua sede.

Por fim, a página "Sobre o Ci2" disponibiliza uma descrição detalhada da missão, enquadramento e objetivos estratégicos do centro, acompanhada por um diagrama representativo da sua estrutura organizacional. Tal como as restantes páginas institucionais, o conteúdo é bilíngue, reforçando o carácter internacional e colaborativo da instituição.

Estas secções complementam a vertente operacional da aplicação, reforçando a visibilidade institucional e científica do centro, e funcionando como ponto de entrada informativo para diferentes públicos, desde investigadores e parceiros académicos até entidades financiadoras e o público em geral.

6.3.11 Análise e Visualização de Indicadores Científicos

A aplicação inclui uma secção designada por *Dashboard* (Painel de Informação), que constitui o principal ponto de acesso a estatísticas e indicadores de desempenho relativos à atividade científica registada na plataforma. Esta área foi concebida para apresentar, de forma interativa e visualmente apelativa, os principais dados agregados sobre investigadores, projetos, publicações e financiamento, permitindo monitorizar a evolução da produção científica e avaliar o impacto dos resultados alcançados pelo centro.

A *Dashboard* encontra-se dividida em duas secções principais: uma visão global do centro e uma área personalizada para cada utilizador autenticado, desde que este possua um perfil de investigador associado.

Na visão global são apresentados cartões de resumo com contagens agregadas, incluindo o número total de investigadores ativos, projetos, publicações e o montante de financiamento local (Figura 6.30). Os projetos são analisados através de gráficos de distribuição por tipo, âmbito e estado, bem como por uma linha temporal que mostra a evolução do número de projetos ativos ao longo do tempo (Figura 6.31). O módulo de financiamento complementa esta análise com gráficos comparativos entre o financiamento total e o financiamento local, além de séries temporais detalhadas com filtros por intervalo de datas.

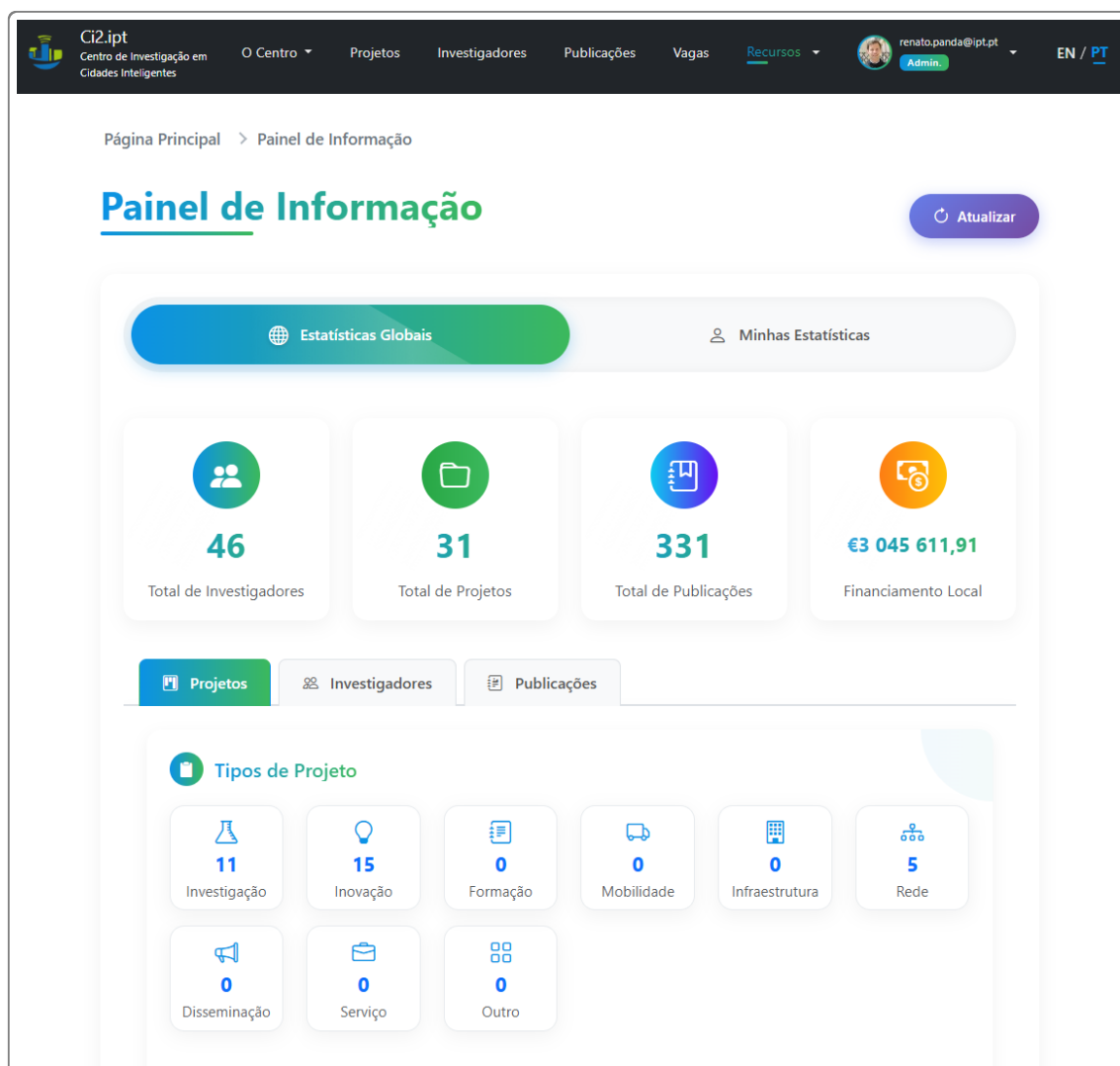


Figura 6.30: Visão global da *Dashboard*, apresentando cartões de resumo.



Figura 6.31: Gráfico da evolução temporal dos projetos ativos, mostrando a variação do número de projetos em execução ao longo do tempo.

As publicações são apresentadas por meio de gráficos e tabelas que mostram a distribuição por tipo, indexação e quartil de revista (Q1–Q4), bem como métricas de impacto obtidas através da integração com o serviço OpenAlex. Entre os indicadores exibidos encontram-se o número médio de citações, o *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI) e a proporção de publicações situadas no top 1% e 5% mais citadas a nível mundial. Uma tabela adicional lista as cinco publicações mais citadas, indicando o título, ano e número de citações, permitindo identificar rapidamente os trabalhos de maior relevância.

Na secção dedicada aos investigadores, a plataforma apresenta a distribuição por categoria e linha de investigação (Figura 6.32), a evolução temporal do número de membros ativos e indicadores agregados como o total de citações, o índice-*h* médio e o impacto médio a dois anos. Estão ainda incluídas visualizações complementares, como o mapa de distribuição geográfica dos investigadores e a lista dos membros mais citados, facilitando a análise comparativa entre perfis e áreas científicas.

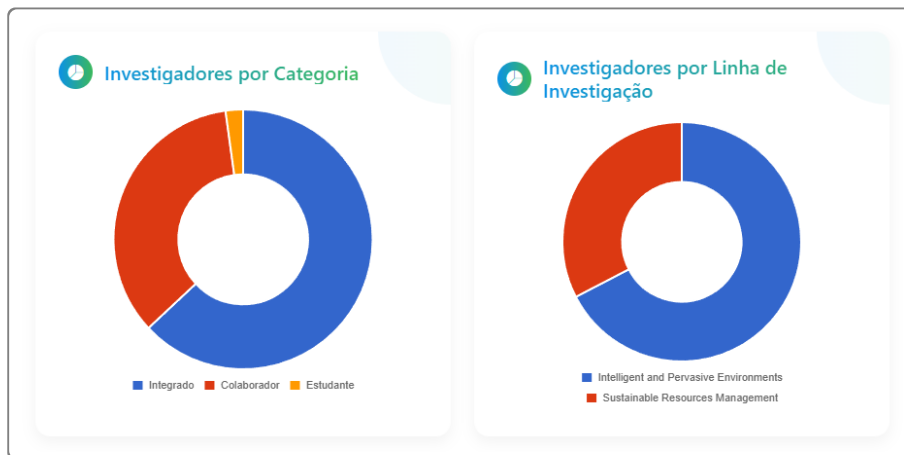


Figura 6.32: Indicadores e distribuição dos investigadores por categoria e linha de investigação.

A área pessoal “As minhas estatísticas” disponibiliza um conjunto de indicadores filtrados exclusivamente ao investigador autenticado, incluindo o número de publicações, projetos, projetos em curso e projetos em que atua como investigador responsável (Figura 6.33). Esta vista replica parte dos gráficos da visão global, mas limitada ao contexto individual, permitindo a cada utilizador acompanhar a sua produção e o impacto da sua investigação.

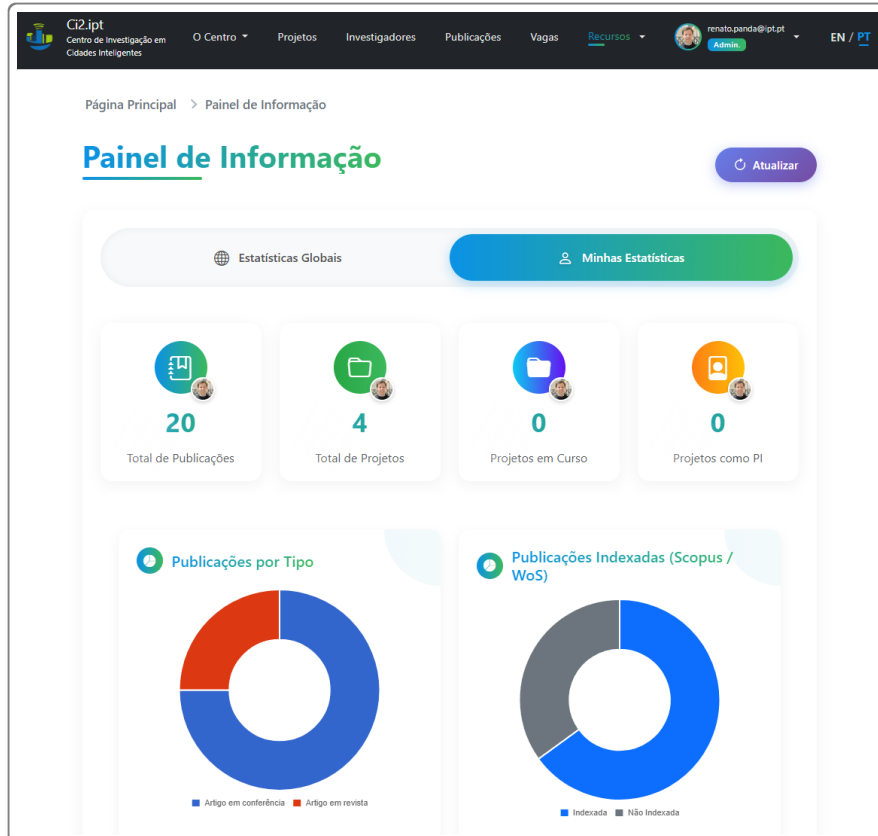


Figura 6.33: Área pessoal “As minhas estatísticas”, com métricas filtradas ao investigador autenticado.

Todos os gráficos da *Dashboard* são interativos e responsivos, desenvolvidos com a biblioteca Chartkick, e suportam filtros dinâmicos de intervalo temporal e seleção de categorias sem necessidade de recarregar a página. Esta abordagem proporciona uma experiência fluida e informativa, combinando rigor analítico com uma apresentação visual acessível.

Complementarmente, a aplicação integra uma página de *Publicações em Destaque*, concebida para reunir e apresentar de forma visualmente apelativa os trabalhos de maior impacto científico associados ao centro (Figura 6.34). Esta secção identifica as publicações classificadas entre o top 1% e 5% mais citadas a nível mundial, de acordo com o percentil normalizado de citação fornecido pelo OpenAlex. Cada registo apresenta informação essencial, incluindo o título, o ano, os autores, a fonte, o quartil da revista, o identificador DOI, o número de citações e o valor do FWCI.

The screenshot shows the 'Publicações em Destaque' (Highlighted Publications) page of the Ci2.ipt website. The page features a dark header with navigation links and a user profile. The main content area is titled 'Publicações em Destaque' and includes a sub-header 'Publicações classificadas no top 1% e 5% dos artigos mais citados a nível mundial na sua área e ano de publicação'. Below this, there are two tabs: 'Top 1%' (5 items) and 'Top 5%' (20 items). The page displays a grid of nine publication cards, each showing the top 1% or 5% citation status, FWCI score, number of citations, title, authors, journal, and DOI link.

Top 1%	FWCI	Citações	Title	Authors	Journal	DOI
Top 1%	15.59	59	Isolation, Identification, and Characterization of Phosphate-Solubilizing Bacteria from Tunisian Soils	Amri, Marwa; Rjeibi, Mohamed Ridha; Gatrouni, Marwa; Mateus, Dina; Asses, Nedra; Pinho, Henrique ; e mais 1	Microorganisms (Q2)	10.3390/microorganisms11030783
Top 1%	20.40	66	Developments in Image Processing Using Deep Learning and Reinforcement Learning	Valente, Jorge; António, João; Mora, Carlos; Jardim, Sandra	Journal of Imaging (Q2)	10.3390/jimaging9100207
Top 5%	9.45	37	A survey on narrative extraction from textual data	Santana, Brenda; Campos, Ricardo; Amorim, Evelin; Jorge, Alípio; Silvano, Purificação; Nunes, Sérgio	Artificial Intelligence Review (Q1)	10.1007/s10462-022-10338-7
Top 5%	10.74	4	The Portuguese Sustainable Campus Network: A Knowledge Collaboration for Sustainability Transformation in Higher Education Institutions	Barros, Manuel; Caeiro, S.; Disterheft, A.; Madeira, Ana Carla; Manteigas, V.; Teixeira, M.; e mais 1	Higher Education for Sustainability, Management and Industrial Engineering	10.1007/978-3-031-28793-0_1
Top 5%	7.67	10	Physics of Sound to Raise Awareness for Sustainable Development Goals in the Context of STEM Hands-On Activities	Costa, Maria Cristina; Ferreira, Carlos; Pinho, Henrique	Sustainability (Q1)	10.3390/su15043676
Top 1%	13.47	74	Image thresholding approaches for medical image segmentation-short literature review	Jardim, Sandra; António, João; Mora, Carlos	2022 International Conference on ENTERprise Information Systems, CENTERIS 2022 - International Conference on Project MANagement, ProjMAN 2022 and International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies, HCist 2022	10.1016/j.procs.2023.01.439
Top 5%	13.86	18	Constraints on the structure and seasonal variations of Triton's atmosphere from the 5 October 2017 stellar occultation and previous observations	Oliveira, J. et al. ... Gonçalves Marques	Astrophysics and Space Sciences (Q1)	
Top 5%	7.53	51	Telepresence Social Robotics towards Co-Presence: A Review	Almeida, Luis A.; Menezes, P.; Dias, J.	Applied Sciences (Q2)	10.3390/app12115557
Top 5%	4.58	37	Graphical Image Region Extraction with K-Means Clustering and Watershed	Jardim, Sandra; António, Joana; Mora, Carlos	Journal of Imaging (Q2)	10.3390/jimaging8060163

Figura 6.34: Página de *Publicações em Destaque*, apresentando as publicações classificadas entre o top 1% e 5% mais citadas, com métricas e quartis de revista.

Esta página foi desenvolvida com o objetivo de concentrar num único espaço as publicações mais relevantes, oferecendo uma forma simples e imediata de evidenciar os resultados científicos de maior impacto do centro. De modo a mitigar a volatilidade inicial das citações, são incluídas apenas publicações com pelo menos dois anos desde a data de publicação, o que assegura comparações mais estáveis entre diferentes áreas científicas. Para evitar a sobrevalorização de casos estatisticamente frágeis, apenas são destacadas as publicações com FWCI igual ou superior a 1, garantindo que os trabalhos em evidência atingem ou superam o impacto médio mundial da respetiva área e ano. Desta forma, a designação “Top 1% / 5%” mantém-se robusta e comparável entre disciplinas.

É igualmente importante sublinhar que as métricas bibliométricas, como citações, percentis, FWCI ou quartis de revista, não devem ser interpretadas isoladamente como garantia de qualidade científica. Estas medidas podem ser influenciadas por fatores externos, como variações disciplinares, práticas editoriais ou fenómenos artificiais de citação. Contudo, quando analisadas de forma contextualizada e em conjunto com outros indicadores, constituem um instrumento valioso para compreender o impacto, a visibilidade e o reconhecimento da produção científica.

6.3.12 Página de Erro

A aplicação inclui uma página de erro personalizada, concebida para apresentar mensagens claras e orientações úteis sempre que ocorre uma falha durante a navegação (Figura 6.35).

São tratados de forma específica os erros mais comuns, nomeadamente o código 404, apresentado quando o recurso solicitado não existe ou foi removido, o código 422, associado a pedidos ou formulários que não podem ser processados, e o código 500, que indica uma falha interna do servidor. Em todos os casos, a interface apresenta o código e o título do erro, acompanhados de uma descrição breve.

A página inclui também opções que facilitam a recuperação da navegação, como um botão para regressar à página inicial ou uma ligação direta para a área de contacto, permitindo ao utilizador retomar rapidamente o uso normal da aplicação.

Como elemento adicional, foi incluído um pequeno mini-jogo inspirado na Torre de Hanói, que surge em situações de erro e oferece uma forma leve e interativa de lidar com o contratempo. Este componente tem um carácter meramente lúdico e pretende transformar uma situação potencialmente frustrante numa experiência mais positiva e diferenciadora. Em dispositivos móveis, o jogo é desativado, sendo substituído por uma mensagem adaptada ao formato e dimensão do ecrã.

A implementação desta página reflete uma preocupação com a usabilidade e a consistência visual da aplicação, assegurando que, mesmo perante um erro, o utilizador é acolhido com uma interface clara, coerente e funcional.

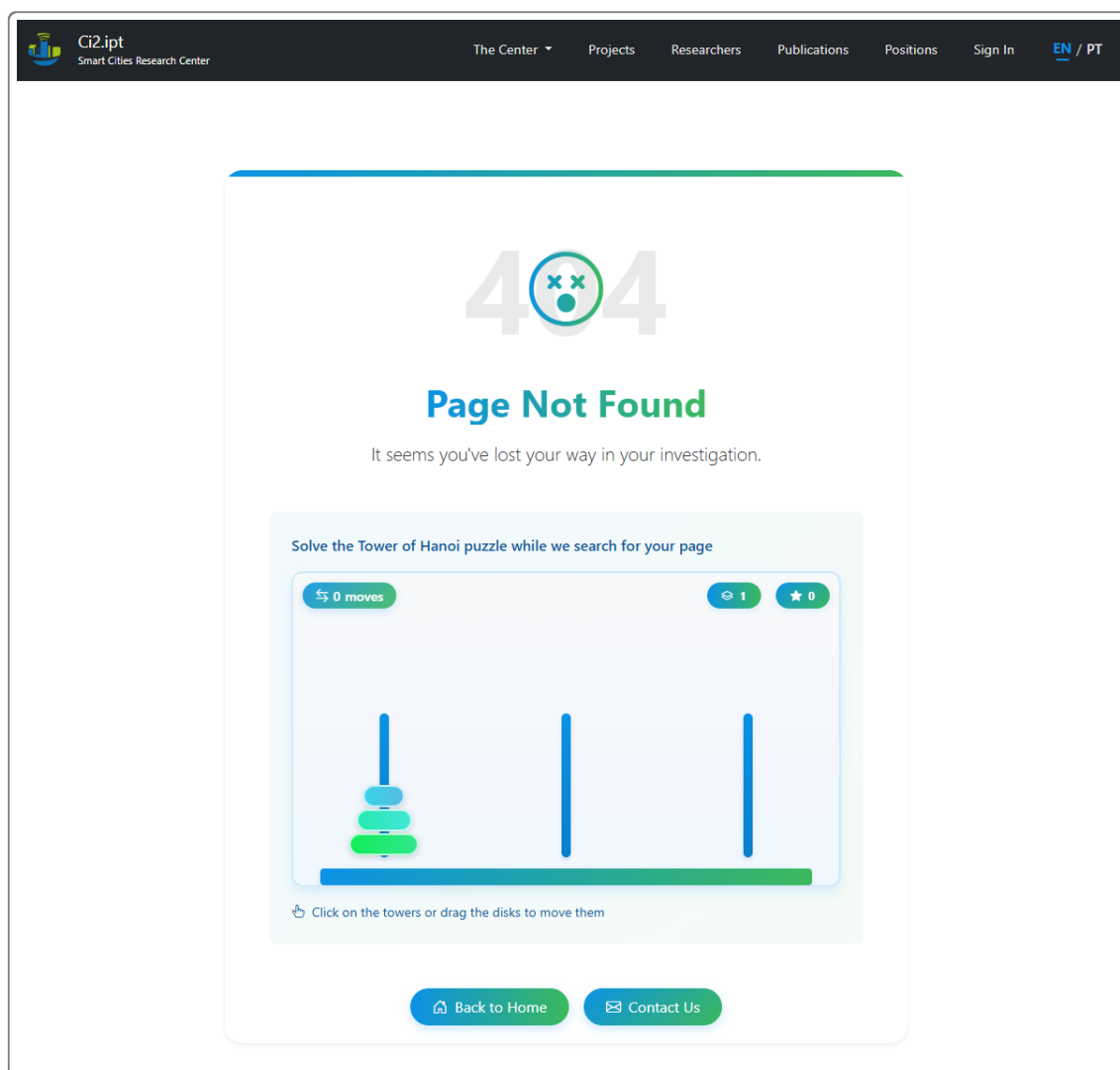


Figura 6.35: Página de erro personalizada apresentada no caso de erro 404 (Página não encontrada), com mensagem informativa e opções de navegação para recuperação do acesso.

6.4 Métricas de Impacto Científico

A aplicação inclui um sistema de métricas científicas desenvolvido para avaliar a produção e o impacto da atividade de investigação do centro. Estes indicadores ajudam a acompanhar o desempenho de investigadores e publicações, permitindo identificar áreas de destaque e fornecer dados objetivos para avaliações internas e externas. As métricas complementam a informação descritiva existente, oferecendo uma visão quantitativa sobre o impacto e a visibilidade alcançados.

Com base nos dados obtidos através do serviço OpenAlex, a aplicação apresenta um conjunto de indicadores que permitem comparar desempenhos entre investigadores e de produção científica. Os valores são atualizados periodicamente e disponibilizados tanto de forma individual, nas páginas de detalhe de investigadores e publicações, como de forma agregada no painel de informação (*dashboard*). A integração deste sistema reforça a transparência e a capacidade de análise da plataforma, permitindo uma leitura rápida e clara da produtividade e do impacto científico do centro.

6.4.1 Importância e Enquadramento das Métricas Científicas

A avaliação da produção científica tornou-se um elemento essencial na gestão da investigação e no acompanhamento da atividade académica. As métricas bibliométricas procuram quantificar a visibilidade e o impacto do trabalho desenvolvido, complementando a análise qualitativa com indicadores objetivos que ajudam a compreender a relevância da investigação realizada.

Estas métricas são úteis para vários intervenientes. Para os investigadores representam reconhecimento dentro da comunidade científica e podem influenciar progressão na carreira e oportunidades de colaboração. Para os centros de investigação constituem ferramentas importantes de apoio à tomada de decisão, à alocação de recursos e à preparação de avaliações formais. Para as entidades financiadoras oferecem evidência mensurável do retorno do investimento realizado. A existência de indicadores fiáveis beneficia assim todo o ecossistema científico.

Grande parte destes indicadores assenta no conceito fundamental de citação que corresponde ao número de vezes que um trabalho é referenciado por outros. Esta contagem funciona como medida aproximada da influência de um artigo e serve de base para métricas mais complexas que procuram normalizar diferenças entre áreas científicas ou períodos de publicação. Contudo a interpretação destas métricas exige cautela uma vez que existem variações significativas entre disciplinas e diferentes ritmos de publicação.

Atualmente existem várias bases de dados dedicadas à indexação de publicações e citações. Entre as mais reconhecidas encontram-se a Scopus²⁴ da Elsevier

²⁴<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>

e a Web of Science²⁵ da Clarivate que apresentam elevada curadoria editorial mas possuem acesso fechado e dependente de subscrição. O Google Scholar disponibiliza um volume muito elevado de dados mas não possui mecanismos de controlo de qualidade nem API oficial. O OpenAlex surge como alternativa aberta e moderna oferecendo acesso livre a milhões de registos científicos e permitindo a integração automática de dados de forma consistente. Esta característica torna-o especialmente adequado para sistemas institucionais como o desenvolvido neste trabalho.

6.4.2 Métricas das Publicações

Cada publicação armazena diretamente as suas métricas na tabela *publications*, permitindo uma atualização rápida e uma leitura imediata dos indicadores de impacto. Entre as métricas mais relevantes encontra-se o número total de citações, que quantifica o reconhecimento obtido por um trabalho dentro da comunidade científica e funciona como medida básica de visibilidade e difusão do conhecimento. No entanto, este valor tende a variar significativamente entre áreas científicas e ao longo do tempo, pelo que deve ser interpretado em conjunto com métricas normalizadas.

O *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI) constitui uma dessas métricas normalizadas e mede a relação entre o número de citações observadas e o número de citações esperadas para publicações do mesmo tipo, área e ano. Um valor de FWCI igual a 1,0 representa o impacto médio mundial enquanto valores superiores indicam desempenho acima da média e valores inferiores correspondem a impacto abaixo da média. Esta métrica permite comparar de forma equilibrada publicações de diferentes campos científicos atenuando as variações decorrentes das diferentes práticas de citação entre áreas científicas.

Outro indicador relevante é o percentil de citação normalizado que posiciona cada publicação na distribuição global de citações de trabalhos semelhantes. Valores elevados correspondem a publicações situadas entre as mais citadas do mundo sendo que percentis de 0,95 e 0,99 equivalem respetivamente ao top cinco por cento e ao top um por cento das publicações mais citadas a nível mundial. Esta métrica é particularmente útil para identificar trabalhos de excelência e avaliar o reconhecimento internacional da produção científica.

A aplicação regista ainda o quartil da revista Q1 a Q4 indicador amplamente utilizado para avaliar a relevância e o prestígio editorial no domínio científico em que o artigo foi publicado. Os periódicos classificados no primeiro quartil Q1 correspondem aos vinte e cinco por cento de maior impacto na sua área sendo frequentemente associados a revistas de referência internacional e a trabalhos de elevada visibilidade científica. A inclusão desta informação na aplicação permite contextualizar o nível de difusão e reconhecimento de cada publicação.

A classificação por quartis é disponibilizada principalmente pelo Journal Citation Reports²⁶ da Clarivate e pelo Scimago Journal Rank (ScimagoJR) que utiliza

²⁵<https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>

²⁶<https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/journal-citation-reports/>

dados da base de dados Scopus. Uma vez que o Journal Citation Reports é um serviço pago a aplicação recorre aos ficheiros públicos disponibilizados anualmente pelo ScimagoJR²⁷ em formato CSV²⁸ que incluem indicadores de impacto e o quartil de cada revista. Estes dados foram integrados parcialmente no sistema permitindo associar de forma automática as publicações ao respetivo quartil e preparando a aplicação para uma integração mais completa em versões futuras.

Em conjunto estas métricas equilibram indicadores absolutos como o número de citações e relativos como o FWCI e o percentil de citação oferecendo uma visão detalhada da qualidade e do impacto da produção científica.



Figura 6.36: Conjunto de métricas exibidas na página de uma publicação, com destaque para o número de citações, o FWCI, o percentil normalizado de citação e o quartil da revista, permitindo avaliar o impacto relativo da produção científica.

6.4.3 Métricas dos Investigadores

As métricas agregadas de cada investigador são armazenadas na tabela *ResearchMetrics*, permitindo consolidar o desempenho individual.

Entre os principais indicadores calculados encontra-se o número total de citações, que corresponde à soma das citações de todas as publicações associadas ao investigador e reflete a visibilidade global da sua produção científica. O índice-*h* é igualmente apresentado e combina volume e impacto sustentado. Um investigador tem índice-*h* igual a *n* se possuir pelo menos *n* publicações que tenham sido citadas, no mínimo, *n* vezes cada. Esta métrica permite reconhecer investigadores com uma trajetória de produção consistente e com impacto continuado ao longo do tempo.

²⁷<https://www.scimagojr.com>

²⁸CSV é a sigla de *Comma Separated Values*, um formato simples de ficheiros estruturados onde os campos são separados por vírgulas.

O índice-*i10* contabiliza o número de publicações com dez ou mais citações, fornecendo uma leitura complementar do impacto global e destacando a quantidade de trabalhos com reconhecimento moderado. Por sua vez, o impacto médio a dois anos mede a relação entre o número de citações recebidas no último ano e as publicações dos dois anos anteriores, traduzindo o dinamismo recente da atividade científica do investigador.

Cada conjunto de métricas é acompanhado por um registo temporal que indica a data da última sincronização com o serviço OpenAlex, assegurando a rastreabilidade e a atualização contínua dos dados apresentados. A integração destes indicadores permite que os utilizadores acompanhem a sua evolução individual e comparem o seu desempenho com o panorama geral do centro.

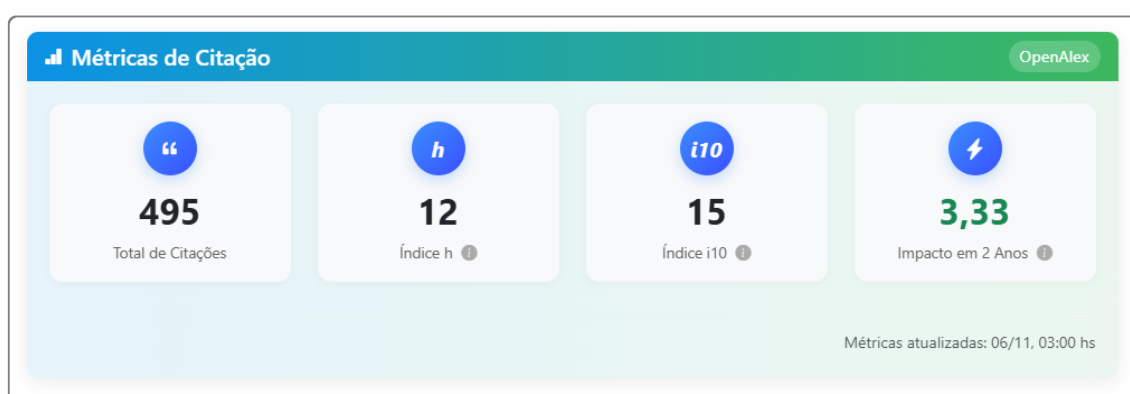


Figura 6.37: Indicadores bibliométricos apresentados na página de detalhe de um investigador, incluindo o número total de citações, o índice-*h*, o índice-*i10* e o impacto médio a dois anos, conforme os dados sincronizados com o serviço OpenAlex.

6.4.4 Integração das Métricas na *Dashboard*

Os dados recolhidos do serviço OpenAlex são integrados na *Dashboard* da aplicação, permitindo uma visualização agregada e comparativa. Esta integração traduz as métricas individuais de investigadores e publicações em estatísticas globais que refletem o desempenho científico do centro, facilitando a monitorização contínua da sua evolução.

No caso dos investigadores, a *Dashboard* apresenta o total de citações, a média do índice-*h*, a média do índice-*i10* e a média de impacto a dois anos, oferecendo uma perspetiva consolidada sobre o desempenho científico do conjunto de investigadores. A Figura 6.38 ilustra esta secção dedicada às métricas agregadas de investigadores.

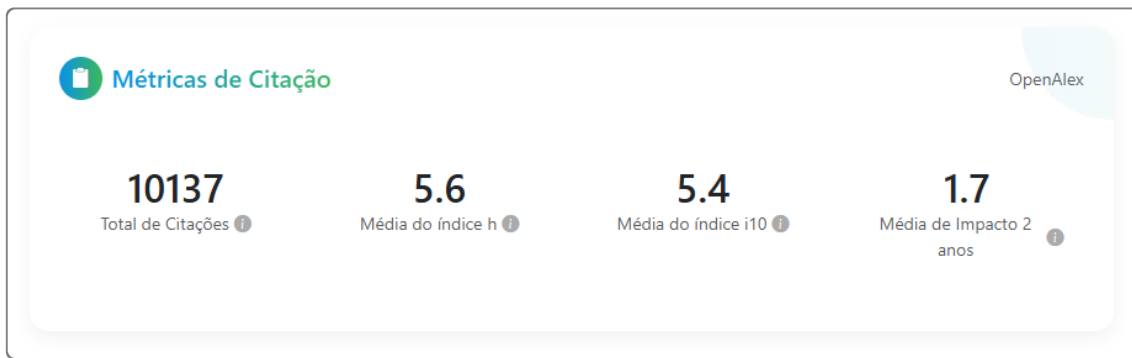


Figura 6.38: Secção da *Dashboard* dedicada às métricas agregadas de investigadores, apresentando o total de citações, a média do índice-*h*, a média do índice-*i10* e a média de impacto a dois anos, refletindo o desempenho científico global do centro.

De forma análoga, as métricas associadas às publicações são processadas e apresentadas na *Dashboard*. Entre os indicadores exibidos encontram-se a média de citações, o valor médio do FWCI, a proporção de publicações acima da média da área e a percentagem de trabalhos situados no top dez por cento mais citados a nível mundial. A Figura 6.39 apresenta esta componente da *Dashboard* dedicada às publicações.



Figura 6.39: Visualização das métricas agregadas de publicações na *Dashboard*, incluindo a média de citações, a média de FWCI, a proporção de publicações acima da média da área e a percentagem de trabalhos situados no top dez por cento mais citados a nível mundial.

A inclusão destas métricas na *Dashboard* reforça o papel da aplicação como ferramenta de apoio estratégico à gestão científica, permitindo acompanhar em tempo real o desempenho global do centro e comunicar de forma clara os resultados da sua atividade de investigação.

6.4.5 Atualização e Armazenamento das Métricas

A atualização das métricas é realizada de forma automática através de processos em segundo plano (*background jobs*), o que permite manter a aplicação rápida e funcional mesmo durante operações mais demoradas. Estes processos, executados semanalmente, têm como objetivo recolher e atualizar as métricas científicas de investigadores e publicações a partir do serviço OpenAlex. Para tal, são criadas tarefas específicas que tratam separadamente investigadores e publicações, garantindo uma atualização eficiente e controlada de cada conjunto de dados.

O OpenAlex é uma base de dados aberta de informação científica que reúne milhões de registos de publicações, autores, instituições e citações. A sua *Application Programming Interface* (API)²⁹ disponibiliza acesso direto a essa informação de forma automatizada, através de pedidos simples que devolvem os dados num formato consistente e fácil de processar.

O OpenAlex destaca-se no panorama das fontes de informação científica pela sua abertura, amplitude de cobertura e disponibilidade de métricas relevantes. Tal como ilustrado na Tabela 6.1, apresenta um volume muito elevado de trabalhos indexados, uma proporção significativa de publicações em acesso aberto e um número competitivo de citações. Adicionalmente, o seu modelo de acesso totalmente aberto facilita a integração em sistemas académicos e de investigação, tornando-o especialmente adequado para aplicações que necessitam de recolha e atualização automática de métricas científicas (OpenAlex, 2025).

Fonte	Trabalhos Totais	Trabalhos em Acesso Aberto	Citações	Modelo de Acesso e Licenciamento
OpenAlex	243M	48M	1.9B	Gratuito com opções pagas – Totalmente aberto
Scopus	87M	20.5M	1.8B	Subscrição – Fechado
Web of Science	87M	12M	1.8B	Subscrição – Fechado
Dimensions	135M	29M	1.7B	Gratuito com opções pagas – Parcialmente aberto
Google Scholar	389M	-	-	Gratuito – Fechado
Crossref	145M	20M	1.45B	Gratuito – Totalmente aberto

Tabela 6.1: Comparação do OpenAlex com outras fontes de dados científicas (Fonte: OpenAlex, 2025).

Durante o desenvolvimento, foi estudada a documentação oficial da API, sendo

²⁹Uma API é uma interface que permite a comunicação entre diferentes sistemas ou componentes de *software*.

selecionadas apenas as métricas de maior relevância para os objetivos do centro, como o número de citações, o FWCI e o percentil normalizado de citação.

O processo de recolha é otimizado através de filtros aplicados diretamente nos pedidos à API. No caso dos investigadores, a sincronização é efetuada com base no identificador ORCID, permitindo aceder às métricas agregadas de todos os seus trabalhos registados no OpenAlex. Para as publicações, o sistema utiliza os identificadores DOI, consultando apenas os registos existentes na base de dados do centro. Desta forma, evita-se a duplicação de pedidos e garante-se que apenas os dados necessários são atualizados.

Os resultados obtidos são armazenados localmente, sendo o processo tolerante a falhas de rede e respostas incompletas. As métricas das publicações são armazenadas diretamente na tabela *Publications*, enquanto as dos investigadores são mantidas na tabela *ResearcherMetrics*. Este modelo garante um acesso rápido e eficiente às estatísticas, reduz a complexidade das consultas e assegura que a informação científica apresentada na plataforma está sempre atualizada e consistente.

6.4.6 Interpretação e Contextualização dos Indicadores

As métricas bibliométricas são instrumentos úteis para avaliar o impacto e a visibilidade da produção científica, mas devem ser interpretadas com cautela. Os seus valores variam naturalmente entre áreas do conhecimento e ao longo do tempo, refletindo diferentes ritmos de publicação e práticas de citação. Indicadores relativos, como o FWCI ou o percentil de citação, dependem da correta classificação temática e podem ser menos consistentes em conjuntos pequenos ou em trabalhos de natureza interdisciplinar. Da mesma forma, métricas acumuladas, como o número total de citações, tendem a favorecer investigadores com carreiras mais longas ou que atuam em áreas com maior volume de publicações.

Importa também reconhecer que estes indicadores estão sujeitos a possíveis fontes de enviesamento. Em alguns casos podem ocorrer práticas excessivas de autocitação ou estratégias de citação recíproca que aumentam artificialmente o número de citações. Estas situações reforçam a necessidade de uma leitura crítica e informada das métricas, evitando conclusões simplificadas baseadas apenas em valores numéricos.

Por estas razões a análise das métricas deve ser sempre acompanhada de uma apreciação qualitativa da produção científica, tendo em conta a área científica, o tipo de publicação e a fase da carreira do investigador. A integração deste sistema de métricas na aplicação permite ainda assim uma visão mais informada e transparente da produção do centro, ajudando a identificar tendências e a destacar investigadores e trabalhos com maior impacto. Ao combinar métricas absolutas e relativas, como o número de citações, o FWCI e o percentil normalizado, a plataforma oferece uma leitura equilibrada do desempenho científico e contribui para uma avaliação mais justa e contextualizada da atividade de investigação.

6.5 Preparação e População de Dados

Durante o desenvolvimento da aplicação, foi necessário criar um conjunto de dados coerente e representativo que permitisse validar as funcionalidades e demonstrar o funcionamento global do sistema. Para esse efeito, recorreu-se ao mecanismo de *seeds*³⁰ do Ruby on Rails, que possibilita a geração automática de dados estruturados a partir de fontes institucionais reais. Este processo assegura que a aplicação dispõe de uma base de dados completa e consistente, capaz de reproduzir as principais entidades e relações presentes no contexto do centro de investigação.

A abordagem adotada permite que a informação seja carregada de forma organizada e previsível, mantendo a coerência entre investigadores, projetos, publicações e restantes componentes da plataforma. Ao simular o ambiente institucional real, as *seeds* garantem que a navegação, os filtros, os gráficos e os mecanismos de pesquisa possam ser avaliados com dados plausíveis e interligados, refletindo o comportamento esperado em produção.

Este procedimento foi determinante para o desenvolvimento e a verificação da aplicação, permitindo testar funcionalidades, aferir a integridade das relações entre entidades e demonstrar o potencial do sistema num cenário próximo da realidade operacional do centro.

6.6 Testes e Validação do Sistema

Ao longo do desenvolvimento, foram realizados diversos testes para assegurar o correto funcionamento da aplicação e a fiabilidade dos resultados apresentados. O objetivo principal foi garantir que as funcionalidades implementadas respondiam de forma consistente aos diferentes cenários de utilização e que as operações mais importantes, como a gestão de projetos, investigadores e publicações, decorriam sem erros.

Foram aplicadas verificações automáticas e manuais que permitiram confirmar a integridade dos dados, a coerência das relações entre entidades e o comportamento esperado da interface em diferentes contextos. Estas validações incidiram sobre aspetos como o registo e edição de informação, a pesquisa e filtragem de dados e a navegação entre páginas.

Os testes contribuíram também para avaliar a estabilidade da aplicação após atualizações e alterações de código, reduzindo o risco de regressões e assegurando a fiabilidade do sistema. A existência destes mecanismos de verificação garante uma base sólida para a consolidação e evolução futura da aplicação.

³⁰O termo *seed* (do inglês “semente”) designa, no contexto do desenvolvimento de aplicações, um conjunto de dados iniciais utilizados para preencher automaticamente a base de dados, permitindo recriar um ambiente de trabalho consistente e reproduzível.

Capítulo 7

Conclusão

A conclusão reúne as principais reflexões e resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do projeto. Este capítulo apresenta uma síntese dos objetivos alcançados, dos contributos e impacto do trabalho realizado, bem como das limitações encontradas durante o processo. Por fim, são discutidas perspetivas de evolução futura da aplicação, destacando oportunidades de melhoria e potenciais direções para o seu desenvolvimento contínuo.

7.1 Resultados Alcançados

O desenvolvimento desta aplicação representou um processo intenso e contínuo, culminando na criação de uma plataforma sólida e funcional para a gestão da atividade científica do Ci2. O sistema implementado cobre de forma abrangente todas as principais dimensões de um *Current Research Information System* (CRIS), incluindo a gestão de projetos, investigadores, publicações e financiamentos, bem como a apresentação integrada de indicadores e métricas de impacto científico.

A aplicação distingue-se pela sua estrutura coerente, interface responsiva e intuitiva, e pela integração de componentes modernos, que contribuem para uma experiência de utilização fluida e informativa. A integração com o serviço OpenAlex acrescenta um valor significativo, permitindo a recolha e análise de métricas bibliométricas atualizadas e relevantes para a avaliação da produção científica do centro. O resultado final é uma aplicação estável e funcional, capaz de suportar informação real e de responder às necessidades de gestão científica do centro, mantendo uma arquitetura preparada para futuras integrações e evolução contínua.

7.2 Impacto e Contributos do Trabalho

Para além do desenvolvimento técnico, o trabalho realizado contribuiu de forma concreta para a modernização da gestão da investigação no Ci2. A aplicação criada centraliza num único sistema toda a informação científica e organizacional,

facilitando o acesso, a atualização e a análise dos dados por investigadores e gestores. Esta centralização melhora significativamente a eficiência administrativa e promove uma maior visibilidade da produção científica do centro, reforçando o seu posicionamento estratégico e institucional.

O projeto introduz ainda práticas e padrões tecnológicos atuais, como o uso de métricas bibliométricas normalizadas e visualizações interativas, que aproximam o Ci2 dos referenciais internacionais na gestão da ciência. Para além do valor prático imediato, o trabalho tem também uma vertente formativa e metodológica, ao demonstrar a viabilidade de aplicar abordagens modernas de desenvolvimento *web* e integração de dados científicos num contexto académico real.

7.3 Limitações do Trabalho

Apesar dos resultados alcançados, algumas das metas inicialmente previstas não foram totalmente concretizadas, nomeadamente a implementação da sincronização com o ecossistema PTCRIS. Esta limitação deveu-se sobretudo à complexidade e à dimensão do desenvolvimento necessário para consolidar a estrutura central da aplicação, que exigiu um investimento significativo de tempo e esforço.

Durante as últimas fases do projeto, foi tomada a decisão consciente de concentrar os recursos na consolidação da base funcional e estrutural da aplicação, garantindo estabilidade, coerência e qualidade do sistema antes de avançar para etapas de integração mais complexas. Esta opção assegura que, no futuro, a adição dos mecanismos de sincronização possa ser feita de forma robusta, sobre uma base técnica já testada e consolidada.

7.4 Perspetivas de Desenvolvimento Futuro

O desenvolvimento realizado resultou numa base robusta e extensível, capaz de sustentar a evolução futura da plataforma em múltiplas dimensões. Naturalmente, o próximo passo de evolução passa pela integração com o ecossistema PTCRIS, considerada essencial para consolidar a aplicação como um verdadeiro sistema institucional de informação científica.

Esta integração visa estabelecer um mecanismo de sincronização bidirecional de dados entre a aplicação e os sistemas externos do PTCRIS, incluindo o ORCID, o CIÊNCIAVITAE e as plataformas de repositórios nacionais. O objetivo é permitir que as informações de investigadores, projetos e publicações possam ser atualizadas automaticamente, reduzindo redundâncias e assegurando a consistência entre diferentes fontes de informação.

Contudo esta funcionalidade implica um conjunto significativo de desafios técnicos e conceptuais. A sincronização de dados entre múltiplos sistemas exige não apenas o desenvolvimento de uma interface dedicada, mas também a definição

de uma lógica interna capaz de comparar, validar e reconciliar automaticamente as diferenças entre versões de registros. Cada atualização deverá contemplar mecanismos de versionamento e histórico de alterações, garantindo que o utilizador possa identificar discrepâncias e escolher qual das versões representa a informação correta. Esta abordagem requer não apenas uma arquitetura de dados robusta, mas também um modelo de interação cuidadosamente concebido, que preserve a integridade e a fiabilidade da informação científica.

Além disso, será necessário lidar com diferentes formatos de dados, esquemas de autenticação e políticas de atualização definidos por cada serviço externo. Estas dependências implicam o desenvolvimento de adaptadores específicos, capazes de converter e harmonizar a informação para o modelo interno da aplicação, assegurando compatibilidade com as normas e identificadores do ecossistema PTCRIS. Apesar da sua complexidade, esta integração representa uma oportunidade estratégica de grande relevância, permitindo ao Ci2 alinhar-se com os padrões nacionais de gestão de ciência e reforçar a interoperabilidade institucional.

Para além desta integração, estão previstas outras melhorias que visam reforçar a robustez, a transparência e a facilidade de utilização da aplicação. Prevê-se a introdução de mecanismos de registo e monitorização da atividade dos utilizadores, com o objetivo de reforçar a rastreabilidade e a transparência das ações realizadas na aplicação. Esta funcionalidade permitirá aos administradores acompanhar alterações em entidades críticas, como projetos, publicações e perfis de investigadores, registando quem realizou cada modificação e em que momento. O histórico de alterações poderá ser consultado diretamente a partir da interface, promovendo uma gestão mais segura e informada da informação científica.

Outra melhoria prevista consiste na implementação de um canal de comunicação interno entre utilizadores e administradores, facilitando a submissão de pedidos de correção de dados, sugestões ou reporte de problemas técnicos. Esta funcionalidade contribuirá para uma gestão colaborativa e contínua da qualidade dos dados, assegurando que a informação mantida na plataforma é precisa, atual e validada pelos seus utilizadores.

Adicionalmente, está planeada a adoção de endereços *web* mais legíveis e informativos, através da implementação de um sistema de URLs amigáveis para os principais recursos da aplicação, como projetos, publicações e investigadores. Esta melhoria permitirá uma navegação mais intuitiva, facilitando a partilha de ligações e reforçando a clareza e profissionalismo da interface.

Estas evoluções visam não apenas expandir as capacidades técnicas da aplicação, mas também consolidar o seu papel como uma ferramenta moderna e colaborativa de apoio à gestão da investigação, alinhada com as melhores práticas internacionais em sistemas de informação científica.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Referências

Alves, T. (2018). *How devise keeps your rails app passwords safe*. Retrieved from <https://medium.com/free-code-camp/how-does-devise-keep-your-passwords-safe-d367f6e816eb> (Acedido em novembro de 2025)

Amante, M. J., Lopes, S., Marçal, B., & Segurado, T. (2014). *A interoperabilidade entre o repositório e um sistema crís: o caso do iscte-iul* (Tech. Rep.). Lisboa: ISCTE-IUL - Instituto Universitário de Lisboa.

ATLAS.ti. (2024). *The research process: Steps, how to start & tips*. Retrieved from <https://atlasti.com/research-hub/research-process> (Acedido em novembro de 2025)

Chauhan, H. (2023). *Mvc architecture: Building scalable web applications*. Retrieved from <https://medium.com/@harshc0707/mvc-architecture-building-scalable-web-applications-a7dd55610583> (Acedido em novembro de 2025)

Ci2. (2025). *Acerca do ci2*. Retrieved from http://www.ci2.ipt.pt/pt/acerca_do_ci2/ (Acedido em fevereiro de 2025)

CIÊNCIAVITAE. (2025). *Mais informação*. Retrieved from <https://www.cienciavitae.pt/mais-informacao/> (Acedido em fevereiro de 2025)

Costa, R., & Martins, R. (2022). *Repositório ci2 v.2 relatório final* (Tech. Rep.). Tomar: Instituto Politécnico de Tomar.

De Castro, P. (2018). Interoperability in CRIS systems and the role of CERIF in supporting open science. In *Proceedings of the 14th international conference on current research information systems (cris2018)*. euroCRIS. Retrieved from <https://dspacecris.eurocris.org/handle/11366/705>

Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência. (2021). *Anexo i: Conceitos e exemplos de atividades de i&D* (Tech. Rep.). Lisboa: DGEEC. Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional 2020 (IPCTN20) – Instituições. Retrieved from https://www.fct.pt/wp-content/uploads/2022/09/ipctn20i_Pag_16-20.pdf (Acedido em novembro de 2025)

FCCN. (2023). *Transformação digital na investigação: Gestão de ciência e ciência aberta*. Retrieved from <https://www.fccn.pt/areas-tecnologicas/inovacao/transformacao-digital/> (Acedido em novembro de 2025)

- FCCN. (2025a). *Inside the PTCRIS ecosystem*. Retrieved from <https://www.fccn.pt/en/noticias/ecossistema-ptcris/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- FCCN. (2025b). *O que é*. Retrieved from <https://servicos.fccn.pt/conhecimento/ciencia-id/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- FCCN. (2025c). *O seu identificador para a ciência*. Retrieved from <https://www.fccn.pt/areas-tecnologicas/seguranca/ciencia-id/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- Henriques, J., & Óscar Campos. (2020). *Ci2-aplicação apoio à investigação* (Tech. Rep.). Tomar: Instituto Politécnico de Tomar.
- Jör, B., Jeffery, K., van Grootel, G., Asserson, A., & Dvořák, J. (2012). *Cerif 1.3 full data model (fdm): Introduction and specification* (Tech. Rep.). Haia: euroCRIS. Retrieved from https://www.eurocris.org/Uploads/Web%20pages/CERIF-1.3/Specifications/CERIF1.3_FDM.pdf
- Laranjeira, C., Nabais, J., Gomes, D., Lopes, P., & Moreira, J. M. (2022). Developing a national science & technology funding registry in portugal. In *Procedia computer science* (Vol. 211, p. 74-82). Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.procs.2022.10.178
- Lindsaar, M. (2018). *Postgresql vs mysql*. Retrieved from <https://reinteractive.com/articles/tutorial-series-for-experienced-rails-developers/postgresql-vs-mysql-database> (Acedido em outubro de 2025)
- Manak, G. (2023). *10 must-have vscode extensions for web development*. Retrieved from <https://medium.com/@gautammanak1/10-must-have-vscode-extensions-for-web-development-44b0d129ae56> (Acedido em novembro de 2025)
- Moreira, J. M., & Cunha, A. (2017). *Coletar - conectar - sincronizar: A estrutura de sincronização ptcris*. Retrieved from <https://info.orcid.org/pt/coletar-conectar-sincronizar-a-estrutura-de-sincronizacao-ptcris/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- Moreira, J. M., Laranjeira, C., Carvalho, J., Ribeiro, F., Lopes, P., & Graça, P. (2017). Integrating a national network of institutional repositories into the national/international research management ecosystem. In *Procedia computer science* (Vol. 106, p. 146-152). Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.procs.2017.03.010
- OCDE. (2015). *Frascati manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en> doi: 10.1787/9789264239012-en
- OpenAlex. (2025). *About – openalex: Comparison of scholarly data sources*. Retrieved from <https://openalex.org/about#comparison> (Acedido em novembro de 2025)

- PTCRIS. (2020). *Referencial Normativo de Interoperabilidade PTCRIS* (Tech. Rep.). Lisboa: FCCN. Retrieved from https://ptcris.pt/wp-content/uploads/2025/03/PTCRIS_Referencial-Normativo-de-Interoperabilidade-PTCRIS_AnexoTecnico.pdf
- PTCRIS. (2025a). *PTCRISync*. Retrieved from <https://ptcris.pt/ptcrisync-2/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- PTCRIS. (2025b). *PTCRISync*. Retrieved from <https://ptcris.pt/en/hub-ptcris-en/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- RCAAP. (2025). *Sobre o rcaap*. Retrieved from <https://www.rcaap.pt/about.jsp> (Acedido em fevereiro de 2025)
- Revez, J. (2016). *O papel das bibliotecas no desenvolvimento de sistemas crïs: Dois estudos de caso em portugal* (Tech. Rep.). Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- RubyGems. (2024). *Pagy: The ultimate pagination ruby gem*. <https://rubygems.org/gems/pagy>. (Acedido em fevereiro de 2025)
- shams, B. (2023). *Rails: Unraveling the magic of convention over configuration*. Retrieved from <https://medium.com/@basemshams30/rails-unraveling-the-magic-of-convention-over-configuration-b780442495d3> (Acedido em outubro de 2025)
- Sharma, R. (2024). *Spa (single page application) - the future of web development*. Retrieved from <https://medium.com/%40rajat01221/single-page-applications-spas-06dd849e4974> (Acedido em novembro de 2025)
- Universidade Lusófona. (2025). *O que é o pure?* Retrieved from <https://www.ulusofona.pt/faqs/pure-research/pure/o-que-e-o-pure> (Acedido em fevereiro de 2025)
- Universidade Nova de Lisboa. (2025). *Gestão de informação científica*. Retrieved from <https://www.unl.pt/gestao-de-informacao-cientifica/> (Acedido em fevereiro de 2025)
- WorkOS. (2024). *Top ruby gems for authentication and authorization*. Retrieved from <https://workos.com/blog/top-ruby-gems-for-authentication-authorization> (Acedido em novembro de 2025)
- Zangrandi, C., & Brazão, M. (2025). *Aplicação apoio à investigação – ci2.ipt v2b* (Tech. Rep.). Tomar: Instituto Politécnico de Tomar.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Apêndice A

Tabela de Iterações do Projeto

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
1	1	[BUG] Rever e ajustar configurações do projeto para desenvolvimento	Medium	Medium	Done
	2	[REVIEW] Como gerir a criação de contas na aplicação e a sua associação a um perfil de investigador	Small	High	Done
	3	[DEV] Configurar o Dependabot para monitorizar e atualizar dependências automaticamente	Small	Low	Done
	4	[DEV] Adicionar a versão atual do projeto no <i>footer</i> da aplicação	Tiny	Low	Done
2	5	[DEV] Autenticação: Desativar registo público	Small	High	Done
	6	[DEV] Autenticação: Criar CRUD de gestão de utilizadores	Large	High	Done
	7	[DEV] Autenticação: Associar contas a investigadores	Medium	High	Done
	8	[DEV] Autenticação: Implementar envio de convites por e-mail	Medium	High	Done
	9	[DEV] Autenticação: Configurar <i>login OAuth</i>	Medium	High	Done
	10	[DEV] Autenticação: Atualizar <i>README</i>	Tiny	Low	Done
3	11	[BUG] As datas apresentadas na vista de responsabilidades devem poder ser editadas pelos utilizadores	Small	Medium	Done
	12	[DEV] Criação de HoverCards para Investigadores	Medium	Medium	Done
	13	[BUG] Paginador recarrega a <i>view</i> e volta ao topo ao mudar de página	Small	Low	Done
	14	[BUG] Faltam traduções para português no perfil de Investigador	Tiny	Low	Done
	15	[REVIEW] Criar sistema de <i>keywords</i> e definir as entidades que fazem sentido associar	Small	High	Done
	16	[DEV] Implementar um Action Text nos <i>inputs</i> da descrição do Investigador	Medium	Medium	Done

(continua na próxima página)

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
3	17	[DEV] Adicionar gestão de cargos no Ci2 e coordenadores de grupos de investigação	Medium	High	Done
	18	[DEV] Associar investigadores aos grupos de investigação	Medium	Medium	Done
	19	[DEV] Adicionar gestão da formação académica dos investigadores	Medium	Medium	Done
	20	[DEV] Adicionar palavras-chave para áreas de investigação dos investigadores	Medium	High	Done
	21	[DEV] Implementar métricas de contagem de projetos e publicações para investigadores	Small	Medium	Done
	22	[DEV] Implementar estados de afiliação de investigadores	Medium	High	Done
	23	[BUG] Não é possível editar o próprio perfil de investigador quando está autenticado	Tiny	Low	Done
	24	[DEV] Adicionar campos de pesquisa (<i>search</i>) nos filtros	Medium	Medium	Done
	25	[BUG] Na página principal, o botão “Ver mais notícias” está desalinhado	Tiny	Low	Done
	26	[BUG] Em várias páginas, como Projetos, Publicações e Vagas, aparece um espaço em branco abaixo do rodapé	Tiny	Low	Done
	27	[BUG] Faltam traduções para português na página da Estrutura Organizacional	Tiny	Low	Done
4	28	[DEV] Implementar integração do sistema de financiamento aos Projetos	Large	High	Done
	29	[DEV] Atualização de <i>seeds</i> e dados iniciais de Projetos	Small	Medium	Done
	30	[BUG] Ao editar instituição, a imagem é exibida num campo diferente do <i>input</i> de imagem	Tiny	Low	Done

(continua na próxima página)

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
4	31	[BUG] Faltam traduções para português na página dos Laboratórios	Tiny	Low	Done
	32	[DEV] Melhorar associação de Investigadores aos Projetos	Medium	High	Done
	33	[DEV] Revisão e desenvolvimento das ligações de Projetos com Publicações, Linhas de Investigação e Laboratórios	Medium	High	Done
	34	[DEV] Adicionar <i>Keywords</i> aos Projetos	Small	Low	Done
	35	[DEV] Reduzir informação carregada e simplificar <i>queries</i> nos <i>controllers</i>	Small	Low	Done
5	36	[BUG] É possível aceder à página de Instituições através dos <i>breadcrumbs</i> , mesmo sem estar autenticado	Tiny	Low	Done
	37	[DEV] Alterar modelo dos Projetos para adicionar novos enumeradores e campos	Medium	High	Done
	38	[DEV] Melhoramentos na <i>navbar</i> em visão <i>Desktop</i> e <i>Mobile</i>	Small	Low	Done
6	39	[REVIEW] Avaliação e melhoria do modelo de Publicações	Large	High	Done
7	40	[DEV] Reestruturação do modelo <i>ScientificProductions</i> para <i>STI Publications</i>	Large	High	Done
8	41	[DEV] Alterar os campos de pesquisa nos filtros de publicações	Small	Low	Done
	42	[DEV] Adicionar modelo de identificadores às Publicações	Medium	High	Done
	43	[DEV] Adaptar nova página de publicação ao modelo atual	Medium	Medium	Done
	44	[DEV] Criar novo <i>card</i> de publicações	Medium	Medium	Done
9	45	[BUG] Resolver problema de validação de campos obrigatórios ao criar/editar Publicação	Medium	Medium	Done
	46	[DEV] Melhorar visual da lista de publicações na página principal	Small	Medium	Done

(continua na próxima página)

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
9	47	[DEV] Melhorar as <i>views</i> de <i>Positions</i>	Medium	Medium	Done
	48	[BUG] Nos cartões de Publicações, ao clicar no DOI, é direcionado para uma página com erro	Tiny	Low	Done
	49	[REVIEW] Rever a ligação entre os Laboratórios e as outras entidades	Tiny	Low	Done
	50	[DEV] Alterar formulário de Publicações para associar a Projetos	Medium	Medium	Done
	51	[DEV] Melhorar visual da lista de publicações na página de Investigador	Small	Medium	Done
10	52	[REVIEW] Definir os dados que devem ser mostrados na <i>Dashboard</i> e avaliar se faz sentido exibir listagens	Medium	Medium	Done
	53	[BUG] (Versão móvel) <i>Footer</i> não aparece alinhado	Tiny	Low	Done
	54	[BUG] (Versão móvel) Na página de contactos, o mapa aparece fora da janela	Small	Low	Done
	55	[BUG] Faltam as traduções dos formulários para português em todas as páginas de criação	Small	Medium	Done
	56	[DEV] Criar um <i>pop-up</i> de confirmação após tentativa de eliminação de registos e ao sair da conta	Small	Medium	Done
	57	[BUG] Faltam traduções para português em alguns cartões	Tiny	Low	Done
	58	[BUG] Quando se cria uma nova posição, os campos de <i>Supervisor</i> e de Projeto já estão previamente selecionados	Tiny	Low	Done
	59	[BUG] (Versão móvel) <i>Navbar</i> aparece desalinhada	Small	Medium	Done
	60	[BUG] (Versão móvel) Na página principal, os gráficos e os respetivos textos aparecem mal formatados	Tiny	Low	Done

(continua na próxima página)

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
10	61	[BUG] (Versão móvel) Na página principal, as notícias não aparecem centradas	Tiny	Low	Done
	62	[BUG] (Versão móvel) Os filtros das diferentes páginas necessitam de melhor espaçamento	Tiny	Low	Done
	63	[BUG] (Versão móvel) A página de Instituições não adaptada para Mobile	Tiny	Low	Done
	64	[BUG] (Versão móvel) As páginas com formulários de criação não estão adaptadas para formato móvel	Tiny	Low	Done
	65	[BUG] Modal de criação de investigador externo não abre	Tiny	Low	Done
11	66	[DEV] Criar página de erro 404	Small	Medium	Done
	67	[DEV] Adicionar “ <i>call code</i> ” às <i>calls</i> de financiamento	Small	High	Done
	68	[BUG] Autenticação por Contas Microsoft não está a funcionar	Small	Medium	Done
	69	[BUG] Autenticação via ORCID não está a funcionar	Small	Medium	Done
12	70	[DEV] Atualizar Rails para a versão 8	Medium	High	Done
	71	[BUG] Corrigir <i>bug</i> na associação entre <i>User</i> e <i>Researcher</i>	Medium	Medium	Done
	72	[REVIEW] Rever aplicação após <i>update</i> para Rails 8.0	Medium	High	Done
13	73	[DEV] Alterar a <i>dashboard</i> de forma a mostrar mais informação	Large	Medium	Done
14	74	[DEV] Adicionar campo “ <i>is_indexed</i> ” em <i>Publications</i> com <i>toggle</i> no formulário e lógica automática baseada em Scopus/WoS IDs	Medium	High	Done
	75	[DEV] Adicionar campo “ <i>quartile_value</i> ”(Q1–Q4) aos artigos de revista	Medium	Medium	Done
	76	[DEV] Implementar <i>background job</i> para atualização de métricas de publicações via OpenAlex	Medium	High	Done

(continua na próxima página)

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
14	77	[DEV] Implementar <i>background job</i> para atualização de métricas de investigadores via OpenAlex	Medium	High	Done
	78	[DEV] Melhorar o filtro/pesquisa nas páginas (investigadores / publicações)	Medium	Medium	Done
15	79	[DEV] Adicionar identificador do OpenAlex para Investigadores e Publicações	Small	Medium	Done
	80	[DEV] Criar <i>wordcloud</i> com as <i>keywords</i> dos investigadores	Medium	Medium	Done
	81	[DEV] Adicionar texto de explicação para as métricas (Bootstrap <i>popovers</i>)	Medium	Medium	Done
	82	[BUG] Reduzir número de <i>queries</i> na <i>Dashboard</i>	Small	Medium	Done
	83	[BUG] <i>Toggle</i> da "Publicação Indexada" não funciona corretamente quando editamos uma publicação	Small	Medium	Done
	84	[DEV] Criar página sobre "Publicações Altamente Citadas" com base em métricas do OpenAlex	Medium	Medium	Done
	85	[DEV] Alterar <i>homepage</i> para apresentar novas estatísticas e contadores	Medium	Medium	Done
16	86	[BUG] Existem problemas de tradução no <i>uploader</i> de imagem	Tiny	Low	Done
	87	[DEV] Opção para remover imagem ao criar/editar Projeto, Investigador ou Instituição	Medium	Medium	Done
Backlog	88	[DEV] Melhorar o <i>select (tom-select)</i> para escolher investigador	Medium	Low	Backlog
	89	[DEV] Criar registo de atividades no sistema	Large	Low	Backlog
	90	[DEV] Desenvolver sistema de pedidos especiais	Large	Low	Backlog
	91	[DEV] Implementar URLs amigáveis para recursos do sistema	Medium	Low	Backlog

(continua na próxima página)

Iteração	#	Título	Dimensão	Prioridade	Estado
Backlog	92	[DEV] Criar página dos Termos de Serviço	Small	Low	Backlog
	93	[DEV] Criar página da Política de Privacidade	Small	Low	Backlog

Tabela A.1: Conjunto completo de tarefas organizadas por iteração, com indicação da dimensão (*tiny*, *small*, *medium*, *large*), prioridade (*low*, *medium*, *high*) e estado de execução (*Done* ou *Backlog*).

Apêndice B

Tabela de Permissões

Recurso / Ação	Administrador	Utilizador autenticado	Visitante (não autenticado)
Projetos			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓
Ver página de detalhes	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✓	✗
Editar registos	✓	Parcial	✗
Apagar registos	✓	Parcial	✗
Publicações			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓
Ver página de detalhes	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✓	✗
Editar registos	✓	Parcial	✗
Apagar registos	✓	Parcial	✗
Investigadores			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓
Ver página de detalhes	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✓	✗
Editar registos	✓	Parcial	✗
Apagar registos	✓	Parcial	✗
Vagas			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓
Ver página de detalhes	✓	✓	✓

(continua na próxima página)

Recurso / Ação	Administrador	Utilizador autenticado	Visitante (não autenticado)
Vagas			
Criar novos registos	✓	✓	✗
Editar registos	✓	Parcial	✗
Apagar registos	✓	Parcial	✗
Laboratórios			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓
Ver página de detalhes	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Instituições			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓
Ver página de detalhes	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Agências de Financiamento			
Ver lista dos registos	✓	✓	✗
Ver página de detalhes	✓	✓	✗
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗

(continua na próxima página)

Recurso / Ação	Administrador	Utilizador autenticado	Visitante (não autenticado)
Agências de Financiamento			
Apagar registos	✓	✗	✗
Programas de Financiamento			
Ver lista dos registos	✓	✓	✗
Ver página de detalhes	✓	✓	✗
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Chamadas de Financiamento			
Ver registos	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✓	✗
Editar registos	✓	Parcial	✗
Apagar registos	✓	Parcial	✗
Gerir Utilizadores			
Ver lista dos registos	✓	✗	✗
Ver página de detalhes	✓	✗	✗
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Notícias			
Ver lista dos registos	✓	✓	✓

(continua na próxima página)

Recurso / Ação	Administrador	Utilizador autenticado	Visitante (não autenticado)
Notícias			
Ver página de detalhes	✓	✓	✓
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Cargos			
Ver lista dos registos	✓	✗	✗
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Responsabilidades			
Ver lista dos registos	✓	✗	✗
Criar novos registos	✓	✗	✗
Editar registos	✓	✗	✗
Apagar registos	✓	✗	✗
Dashboard			
Aceder e visualizar	✓	✓	✗

Tabela B.1: Tabela com as permissões atribuídas a cada tipo de utilizador nos diferentes recursos da aplicação (✓- Ação totalmente permitida para o respetivo perfil de utilizador; ✗- Ação não permitida para o respetivo perfil de utilizador; **Parcial**- Ação permitida apenas em determinadas condições, geralmente limitada aos registos criados ou associados ao próprio utilizador autenticado).

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Apêndice C

Modelo de Dados

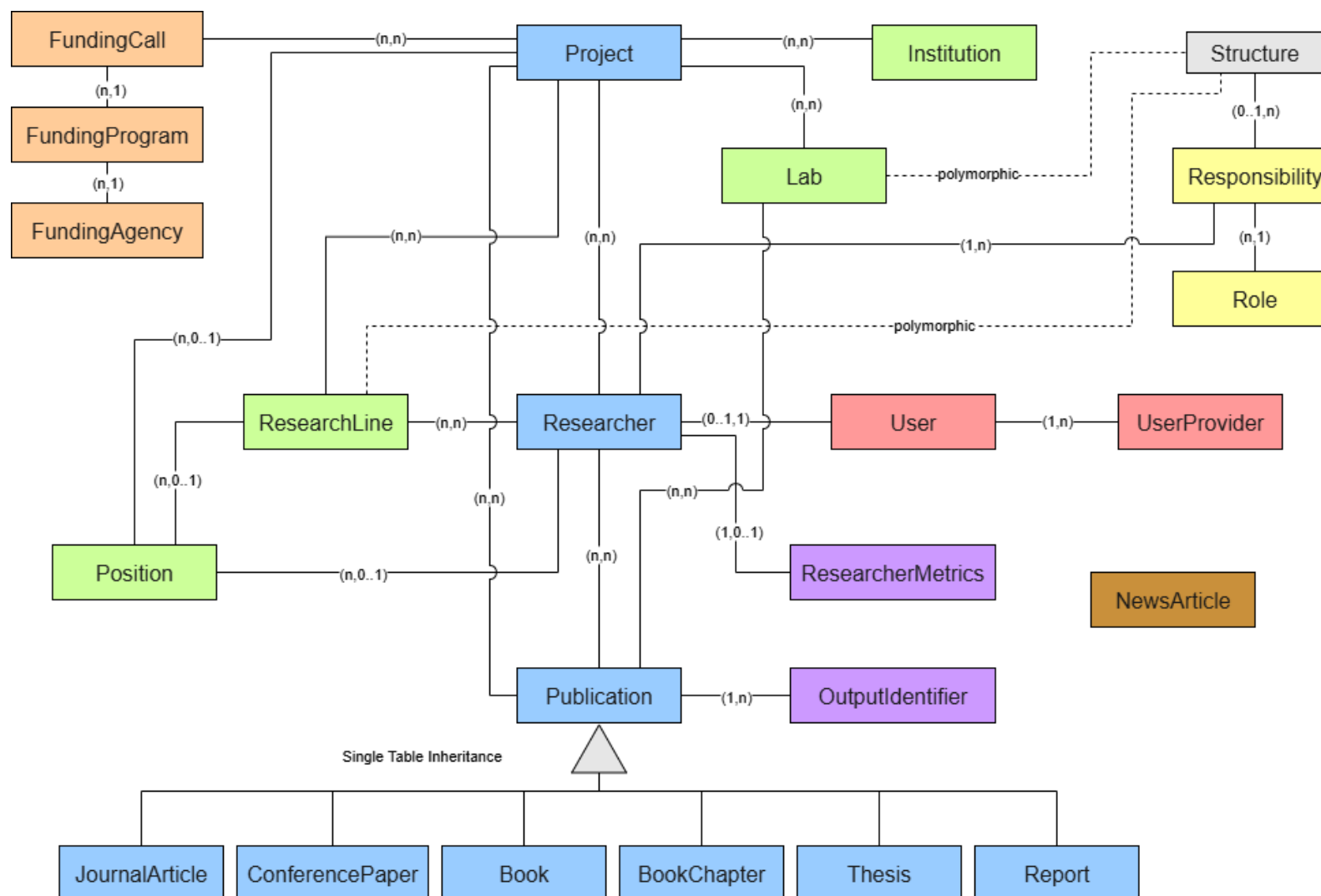


Figura C.1: Modelo de dados da aplicação, representando todas as entidades e relações entre os módulos do sistema.

Apêndice D

Tabelas do Modelo de Dados

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Nome da agência.
abbreviation	string	Não	Sigla.
website	string	Não	URL institucional.
country	string	Não	Código do país.
is_public	boolean	Não	Indica se é entidade pública.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.1: Tabela do modelo *funding_agencies*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Nome do programa.
is_generic	boolean	Não	Indica se o programa é genérico/base.
start_year	date	Não	Ano de início.
end_year	date	Não	Ano de término.
status	integer	Não	Estado do programa (enum: <i>draft</i> , <i>active</i> , <i>discontinued</i> , <i>closed</i>).
category	integer	Não	Tipologia do programa (enum).
funding_agency_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para <i>funding_agencies</i> .

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.2: Tabela do modelo *funding_programs*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Nome da call.
details_url	string	Não	URL com detalhes.
open_date	date	Não	Data de abertura.
close_date	date	Não	Data de fecho.
is_generic	boolean	Não	Indica se a call é genérica.
funding_program_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para <i>funding_programs</i> .
code	string	Não	Código de referência.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.3: Tabela do modelo *funding_calls*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Nome da instituição.
acronym	string	Não	Sigla.
website	string	Não	URL institucional.
ci2_partner	boolean	Não	Indica se é instituição parceira CI2.
institution_type	integer	Não	Tipo de instituição (enum: academic, research, etc.).
country	string	Não	Código do país.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.4: Tabela do modelo *institutions*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Nome do laboratório.
acronym	string	Não	Sigla.
url	string	Não	Website.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.5: Tabela do modelo *labs*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
title	string	Não	Título da notícia.
published_at	datetime	Não	Data e hora de publicação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.6: Tabela do modelo *news_articles*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
publication_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para <i>publications</i> .
id_type	integer	Sim	Tipo de identificador (enum: doi, handle, scopus_id, etc.).
value	string	Sim	Valor do identificador.
source	string	Não	Fonte original do identificador (quando aplicável).
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.7: Tabela do modelo *output_identifiers*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
position_type	integer	Não	Tipo de posição ou bolsa (enum).
project_id	bigint	Não	Chave estrangeira para o projeto associado.
deadline	date	Não	Data limite de candidatura.
apply_url	string	Não	URL para submissão da candidatura.
position_code	string	Não	Código interno ou externo da posição.
edita1_url	string	Não	URL do edital.
euraxess_url	string	Não	URL Euraxess.
name_pt	string	Não	Nome em português.
name_en	string	Não	Nome em inglês.
researcher_id	bigint	Não	Chave estrangeira para o investigador associado.
research_line_id	bigint	Não	Chave estrangeira para a linha de investigação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.8: Tabela do modelo *positions*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
project_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o projeto.
funding_call_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a call de financiamento.
total_amount	decimal	Não	Montante total do projeto.
local_amount	decimal	Não	Montante correspondente à unidade local.
funded_amount	decimal	Não	Montante efetivamente financiado.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.9: Tabela do modelo *project_fundings*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
project_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o projeto.
institution_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a instituição.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.10: Tabela do modelo *project_institutions*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
project_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o projeto.
lab_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o laboratório.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.11: Tabela do modelo *project_labs*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
project_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o projeto.
publication_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a publicação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.12: Tabela do modelo *project_publications*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
project_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o projeto.
research_line_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a linha de investigação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.13: Tabela do modelo *project_research_lines*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
project_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o projeto.
researcher_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o investigador.
role	integer	Não	Papel do investigador no projeto (enum: pi, co_pi, etc.).
dedication_percent	integer	Não	Porcentagem de dedicação ao projeto.
start_date	date	Não	Data de início da participação.
end_date	date	Não	Data de fim da participação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.14: Tabela do modelo *project_researchers*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Denominação curta ou interna do projeto.
project_number	string	Não	Número ou código oficial associado ao projeto.
doi	string	Não	Identificador DOI do projeto, quando aplicável.
title_pt	string	Não	Título do projeto em português.

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
title_en	string	Não	Título do projeto em inglês.
start_date	date	Não	Data de início do projeto.
final_date	date	Não	Data de conclusão prevista ou efetiva.
status	integer	Não	Estado do projeto (enum: <i>submitted</i> , <i>ongoing</i> , etc.).
project_sheet	string	Não	Referência ou caminho para a ficha descritiva do projeto.
website	string	Não	Endereço URL do projeto.
scope	integer	Não	Âmbito do projeto (enum: <i>internal</i> , <i>national</i> , etc.).
project_type	integer	Não	Tipo de projeto (enum: <i>research</i> , <i>innovation</i> , etc.).
visibility_status	integer	Não	Nível de visibilidade do projeto (enum: <i>public</i> , <i>internal</i> , <i>hidden</i>).
ci2_role	integer	Não	Papel desempenhado pela unidade CI2 no projeto (enum: <i>coordinator</i> , <i>partner</i> , etc.).
funded_by_ci2	boolean	Sim	Indica se o projeto é financiado diretamente pela CI2.
approval_date	date	Não	Data de aprovação oficial do projeto.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.15: Tabela do modelo *projects*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
publication_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a publicação.
lab_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o laboratório.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.16: Tabela do modelo *publication_labs*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
publication_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a publicação.
research_line_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a linha de investigação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.17: Tabela do modelo *publication_research_lines*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
publication_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para a publicação.
researcher_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o investigador.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.18: Tabela do modelo *publication_researchers*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
type	string	Sim	Tipo de publicação (classe STI que define o subtipo).
title	string	Sim	Título da publicação.
year	integer	Sim	Ano de publicação.
open_access	boolean	Sim	Indica se a publicação está em acesso aberto.
is_indexed	boolean	Sim	Indica se a publicação se encontra indexada em bases bibliométricas (ex.: Scopus, Web of Science).
journal_abbreviation	string	Não	Abreviatura da revista (apenas para o subtipo <i>JournalArticle</i>).
journal_pages	string	Não	Intervalo de páginas do artigo (apenas para <i>JournalArticle</i>).

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
journal_peer_reviewed	boolean	Não	Indica se o artigo foi sujeito a revisão por pares (apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_status	integer	Não	Estado da publicação do artigo (enum; apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_name	string	Não	Nome da revista científica (apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_issn	string	Não	ISSN da revista (apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_volume	string	Não	Volume da revista (apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_issue_number	string	Não	Número/edição da revista (apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_publisher	string	Não	Editora da revista (apenas para <i>JournalArticle</i>).
journal_scope	integer	Não	Âmbito da revista (enum; apenas para <i>JournalArticle</i>).
conference_pages	string	Não	Páginas do artigo nos <i>proceedings</i> (apenas para <i>ConferencePaper</i>).
conference_peer_reviewed	boolean	Não	Indica se o artigo de conferência foi sujeito a revisão por pares.
conference_status	integer	Não	Estado da publicação do artigo (enum; <i>ConferencePaper</i>).
conference_name	string	Não	Nome da conferência (apenas para <i>ConferencePaper</i>).
conference_acronym	string	Não	Acrónimo da conferência (apenas para <i>ConferencePaper</i>).
conference_location	string	Não	Localização do evento (apenas para <i>ConferencePaper</i>).
conference_date	date	Não	Data do evento (apenas para <i>ConferencePaper</i>).
conference_proceedings_title	string	Não	Título dos <i>proceedings</i> da conferência.
conference_isbn	string	Não	ISBN dos <i>proceedings</i> .

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
conference_pre-sentation_type	integer	Não	Tipo de apresentação (enum; <i>ConferencePaper</i>).
conference_sub-mission_type	integer	Não	Tipo de submissão (enum; <i>ConferencePaper</i>).
conference_-scope	integer	Não	Âmbito da conferência (enum; <i>ConferencePaper</i>).
book_pages	string	Não	Intervalo de páginas do livro (apenas para <i>Book</i>).
book_publisher	string	Não	Editora do livro (apenas para <i>Book</i>).
book_isbn	string	Não	ISBN do livro (apenas para <i>Book</i>).
book_edition	string	Não	Edição do livro (apenas para <i>Book</i>).
book_series_title	string	Não	Título da série onde o livro está inserido (apenas para <i>Book</i>).
book_status	integer	Não	Estado da publicação (enum; <i>Book</i>).
chapter_title	string	Não	Título do capítulo (apenas para <i>BookChapter</i>).
chapter_book_title	string	Não	Título da obra onde o capítulo é publicado.
chapter_pages	string	Não	Intervalo de páginas do capítulo.
chapter_publisher	string	Não	Editora da obra (apenas para <i>BookChapter</i>).
chapter_isbn	string	Não	ISBN da obra.
chapter_edition	string	Não	Edição da obra.
chapter_series_title	string	Não	Série onde a obra se insere.
chapter_status	integer	Não	Estado da publicação do capítulo (enum).
chapter_scope	integer	Não	Âmbito do capítulo (enum).
thesis_pages	string	Não	Número de páginas da tese (apenas para <i>Thesis</i>).
thesis_type	integer	Não	Tipo de tese (ex.: MSc, PhD).
thesis_supervisors	string	Não	Nome(s) dos orientadores.

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
thesis_defense_date	date	Não	Data de defesa da tese.
thesis_institution_granting_degree	string	Não	Instituição que atribuiu o grau acadêmico.
thesis_publisher	string	Não	Editora ou entidade de publicação (se aplicável).
report_pages	string	Não	Número de páginas do relatório (apenas para <i>Report</i>).
report_type	integer	Não	Tipo de relatório (enum).
report_number	string	Não	Número de referência do relatório.
report_publisher	string	Não	Entidade responsável pela publicação do relatório.
journal_quartile	string	Não	Quartil bibliométrico da revista (Q1–Q4).
citations_oa	integer	Não	Número de citações segundo a OpenAlex.
fwci_oa	decimal	Não	Métrica Field-Weighted Citation Impact (OpenAlex).
citation_normalized_percentile_oa	decimal	Não	Percentil normalizado de citações (OpenAlex).
metrics_oa_timestamp	datetime	Não	Data da última atualização das métricas bibliométricas.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.19: Tabela do modelo *publications*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
acronym	string	Sim	Acrônimo da linha.
name_pt	string	Sim	Nome em português.
name_en	string	Sim	Nome em inglês.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.20: Tabela do modelo *research_lines*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
researcher_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o investigador associado.
citations_oa	integer	Não	Número total de citações segundo a plataforma OpenAlex.
i10_index_oa	integer	Não	Indicador i10-index segundo a plataforma OpenAlex.
h_index_oa	integer	Não	Indicador h-index do investigador segundo a plataforma OpenAlex.
two_yr_mean_citedness_oa	decimal	Não	Impacto médio de citações nos últimos dois anos (métrica OpenAlex).
metrics_oa_timestamp	datetime	Não	Data e hora da última atualização das métricas OpenAlex.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.21: Tabela do modelo *researcher_metrics*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
name	string	Não	Nome completo do investigador.
category	integer	Não	Categoria do investigador (enum: <i>integrated</i> , <i>collaborator</i> , <i>student</i>).
email	string	Não	Endereço de email.
website	string	Não	Página pessoal ou institucional.
orcid_id	string	Não	Identificador ORCID.
ciencia_id	string	Não	Identificador Ciência ID.
scholar_id	string	Não	Identificador Google Scholar.
scopus_id	string	Não	Identificador Scopus ID.
wos_id	string	Não	Identificador Web of Science ID.

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
affiliation_status	integer	Sim	Estado de afiliação (enum: <i>active_internal</i> , <i>former_internal</i> , <i>external</i>).
research_line_id	bigint	Não	Chave estrangeira para a linha de investigação associada.
degree_type	integer	Não	Grau acadêmico (enum).
graduation_year	integer	Não	Ano de conclusão da formação acadêmica.
aggregation_proof	boolean	Não	Indica se possui título de agregação.
specialist_title	boolean	Não	Indica se possui título de especialista.
ci2_entry_date	date	Não	Data de entrada na unidade de investigação (CI2).
ci2_exit_date	date	Não	Data de saída da unidade de investigação (CI2).
ci2_dedication_percentage	decimal	Não	Porcentagem de dedicação do investigador à unidade.
country	string	Não	País de origem ou afiliação.
user_id	bigint	Não	Chave estrangeira para o utilizador associado (tabela <i>users</i>).
openalex_id	string	Não	Identificador OpenAlex.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.22: Tabela do modelo *researchers*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
researcher_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para investigador.
role_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para role.
structure_type	string	Não	Tipo polimórfico (Lab, ResearchLine ou nulo).
structure_id	bigint	Não	ID da estrutura.
start_date	date	Não	Início responsabilidade.
end_date	date	Não	Fim responsabilidade.

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.23: Tabela do modelo *responsibilities*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
exclusive	boolean	Não	Marca se cargo é exclusivo.
name_pt	string	Sim	Nome em Português.
name_en	string	Sim	Nome em Inglês.
priority	integer	Sim	Prioridade/ordenação.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.24: Tabela do modelo *roles*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
user_id	bigint	Sim	Chave estrangeira para o utilizador associado.
provider	integer	Sim	Identificador do provedor de autenticação (enum).
uid	string	Não	Identificador único do utilizador no provedor externo.
email	string	Não	Endereço de email obtido a partir do provedor, quando disponível.
raw_payload	jsonb	Sim	Dados completos devolvidos pelo provedor no processo de autenticação.
last_auth_at	datetime	Não	Data e hora da última autenticação realizada através do provedor.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.25: Tabela do modelo *user_providers*

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
id	bigint	Sim	Chave primária.
email	string	Sim	Endereço de email do utilizador (único).
encrypted_password	string	Sim	Palavra-passe encriptada.
reset_password_token	string	Não	Token usado para recuperação de palavra-passe.
reset_password_sent_at	datetime	Não	Data de envio do pedido de recuperação.
remember_created_at	datetime	Não	Data de criação da sessão prolongada (“ <i>remember me</i> ”).
role	integer	Não	Perfil do utilizador (enum).
status	integer	Sim	Estado da conta (por exemplo, ativo ou bloqueado).
sign_in_count	integer	Sim	Número total de autenticações efetuadas.
current_sign_in_at	datetime	Não	Data da autenticação atual.
last_sign_in_at	datetime	Não	Data da autenticação anterior.
current_sign_in_ip	string	Não	Endereço IP da autenticação atual.
last_sign_in_ip	string	Não	Endereço IP da autenticação anterior.
invitation_token	string	Não	Token de convite para criação de conta.
invitation_created_at	datetime	Não	Data de criação do convite.
invitation_sent_at	datetime	Não	Data de envio do convite.
invitation_accepted_at	datetime	Não	Data de aceitação do convite.
invitation_limit	integer	Não	Número máximo de convites permitidos.
invited_by_type	string	Não	Tipo da entidade que efetuou o convite.
invited_by_id	bigint	Não	Identificador da entidade convidadora.

(continua na próxima página)

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
invitations__count	integer	Não	Número total de convites emitidos.
created_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de criação.
updated_at	datetime	Sim	<i>Timestamp</i> de atualização.

Tabela D.26: Tabela do modelo *users*

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

