

Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade.

Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Portanto, o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 11 de junho de 2025

Dedicatória

Dedico este projeto a todos que me permitiram chegar a este capítulo da minha vida acadêmica.

Resumo

O resumo do relatório (que só deve ser escrito após o texto principal do relatório estar completo) é uma apresentação abreviada e precisa do trabalho, sem acrescento de interpretação ou crítica, escrita de forma impessoal, podendo ter, por exemplo, as seguintes três partes:

1. Um parágrafo inicial de introdução do contexto e do problema/objetivo do trabalho.
2. Resumo dos aspetos mais importantes do trabalho descrito no presente relatório, que por sua vez documenta abordagem adotada e sistematiza os aspetos relevantes do trabalho realizado durante o estágio. Deve mencionar tudo o que foi feito, por isso deve concentrar-se no que é realmente importante e ajudar o leitor a decidir se quer ou não consultar o restante do relatório.
3. Um parágrafo final com as conclusões do trabalho realizado.

Palavras-chave (Tema): Incluir 3 a 6 palavras/expressões chave que caracterizem o projeto do ponto de vista de tema/área de intervenção.

Palavras-chave (Tecnologias): Incluir 3 a 6 palavras/expressões chave que caracterizem o projeto do ponto de vista de tecnologias utilizadas.

(O Resumo só deve ocupar 1 página, cerca de 20 linhas.)

Palavras-chave: Keyword1, ..., Keyword6

Abstract

Here you put the abstract in the "other language": English, if the work is written in Portuguese; Portuguese, if the work is written in English.

Agradecimentos

Gostaria de iniciar esta secção do relatório expressando a minha profunda gratidão às pessoas que me acompanharam ao longo deste percurso e contribuíram para a conceção deste projeto.

Em primeiro lugar, um sincero agradecimento ao professor Paulo Proença, cujo papel como orientador foi fundamental. A sua disponibilidade para rever o relatório inúmeras vezes permitiu-me apresentar uma versão mais refinada e estruturada deste trabalho.

Agradeço também ao David Mota, supervisor dos estágios na Devscope, a quem tive o prazer de conhecer na edição de FallStack 2024. Foi ele quem me selecionou para este estágio e acolheu os meus interesses em áreas específicas da informática, que mais tarde se integrariam na minha proposta de estágio.

Um agradecimento especial ao meu buddy, André Reis, pela orientação técnica e apoio especializado ao longo do projeto.

A todos os estagiários da Devscope, expresso a minha gratidão por tornarem esta experiência mais acolhedora e enriquecedora.

Quero também agradecer aos meus colegas de universidade, Rita Barbosa, Ana Guterres e Afonso Santos, que sempre me incentivaram e apoiaram durante a licenciatura. A sua amizade e motivação foram essenciais para o meu desenvolvimento académico e profissional.

Um agradecimento à DGES, pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de estudo durante os três anos da licenciatura, e à Câmara Municipal de Portimão, pelo apoio adicional durante dois anos. O contributo destas instituições foi crucial para que eu pudesse prosseguir os meus estudos.

Por fim, e com um carinho especial, quero agradecer aos meus pais, que, apesar dos desafios e dificuldades, sempre se esforçaram para que eu tivesse acesso ao ensino superior. Agradeço também ao meu namorado e à sua família, que têm sido um pilar fundamental de apoio para esta menina deslocada de casa.

Conteúdo

Agradecimentos	vii
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Lista de Algoritmos	xv
Lista de Código	xv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento/Contexto	1
1.2 Descrição do Problema	2
1.2.1 Objetivos	2
1.2.2 Abordagem	3
1.2.3 Contributos	3
1.2.4 Planeamento do trabalho	4
1.3 Estrutura do relatório	4
2 Estado da Arte	5
2.1 ESG - história do conceito e aplicação	5
2.1.1 Who Cares Wins	5
2.1.2 PRI: Princípios de Investimento Responsável	7
2.2 Trabalhos relacionados	7
2.2.1 Práticas e Riscos ESG: Impacto no Valor e Rentabilidade das Empresas	8
2.2.2 Desafios e Abordagens no Reporte e Análise ESG	9
2.2.3 Tendências atuais em ESG e tecnologia	10
2.3 Tecnologias existentes	11
2.3.1 Frameworks de Relato ESG	11
GRI (Global Reporting Initiative)	11
SASB (Sustainability Accounting Standards Board)	12
GRI e SASB: Diferenças-Chave e Complementaridade	12
2.3.2 Softwares ESG e Soluções no Mercado	13
Workiva	13
SAP Sustainability Control Tower	13
IBM Environmental Intelligence Suite	14
2.3.3 Bibliotecas e Ferramentas de Desenvolvimento	14
React.js	14
Vuexy	14
3 Análise do Problema	15

3.1	Contexto	15
3.2	Domínio do problema	15
3.2.1	Visão Geral da Aplicação	18
3.3	Requisitos Funcionais e Não Funcionais	19
3.4	Requisitos Funcionais	19
3.4.1	UC-01 Visualização de KPI's	20
3.4.2	UC-02 Filtragem de Métricas	20
3.4.3	UC-03 Mapa de Materialidade	20
3.4.4	UC-04 Pontuação ESG	21
3.4.5	UC-05 Detalhes de Métricas	21
3.4.6	UC-06 Métricas Customizáveis	21
3.4.7	UC-07 Importe de Dados	21
3.5	Requisitos Não Funcionais	22
3.5.1	Usability (U)	22
3.5.2	Reliability (R)	23
3.5.3	Performance (P)	23
3.5.4	Supportability (S)	23
3.5.5	+ (Outros)	23
4	Desenho da solução	25
4.1	Arquitetura do Sistema	25
4.1.1	<i>Clean Architecture</i>	25
4.1.2	Modelo C4	26
4.1.3	Modelo de Vistas 4+1	27
4.1.4	Vista de Processos	28
4.1.5	Vista de Cenários	32
4.1.6	Vista Lógica	33
4.1.7	Vista de Implementação	36
4.1.8	Vista Física	36
4.2	Alternativa Arquitetural: DDD com <i>Clean Architecture</i>	38
	Bibliografia	39

Lista de Figuras

2.1	Principais intervenientes envolvidos na integração de temáticas ESG segundo o relatório <i>Who Cares Wins</i> (onValues 2005)	6
2.2	Painel da Plataforma <i>SAP Sustainability Control Tower</i>	14
3.1	Modelo de Dominio	17
3.2	Mapa de Materialidade segundo o setor SASB da Devscope (<i>Software e serviços IT</i>)	18
4.1	Modelo Arquitural <i>Clean Architecture</i> (Martin 2012)	26
4.2	Modelo Arquitural C4 (Brown 2025)	27
4.3	Modelo de Vistas "4+1" (Kruchten 1995)	28
4.4	Vista de processos dos casos de uso de consulta/visualização e filtragem (Nível 1)	28
4.5	Vista de processos dos casos de uso de consulta/visualização e filtragem (Nível 2)	29
4.6	Vista de processos dos casos de uso de consulta (Nível 3)	29
4.7	Vista de processo do caso de uso de consulta com acesso ao armazenamento na nuvem (Nível 3)	30
4.8	Vista de processo do caso de uso de filtragem (Nível 3)	30
4.9	Vista de processo dos casos de uso de criação e importação (Nível 1)	31
4.10	Vista de processo dos casos de uso de criação e importação (Nível 2)	31
4.11	Vista de processo do caso de uso de criação de métricas (Nível 3)	32
4.12	Vista de processo dos casos de uso de importação de dados (Nível 3)	32
4.13	Vista de Cenários	33
4.14	Vista Lógica (Nível 1)	33
4.15	Vista Lógica (Nível 2)	34
4.16	Vista Lógica (Nível 3)	35
4.17	Vista de Implementação Nível 3	36
4.18	Diagrama de Nível 2 da vista física da solução	37
4.19	Diagrama de Nível 3 da vista lógica do <i>container Frontend</i> segundo uma arquitetura de camadas concêntricas	38

Lista de Tabelas

2.1	Comparação entre GRI e SASB	13
3.1	Glossário do domínio do problema	16
3.2	Lista de Casos de Uso	19
3.3	Categorias FURPS+	22

Capítulo 1

Introdução

Este Capítulo tem como objetivo apresentar o projeto, o trabalho realizado e a sua contextualização, abordando o problema em estudo e os objetivos a serem alcançados. Também será feita uma descrição das principais metodologias utilizadas ao longo do trabalho, bem como a identificação dos contributos e dos aspetos inovadores da solução desenvolvida. O Capítulo conclui com a apresentação da estrutura do presente documento.

1.1 Enquadramento/Contexto

Este documento descreve o trabalho realizado na unidade curricular de Projeto/Estágio (PESTI) da Licenciatura em Engenharia Informática (LEI) do ISEP e constitui um dos elementos mais importantes do curso. Através dele, é atribuído um problema a ser resolvido, esperando-se uma solução documentada neste relatório. O principal objetivo deste projeto é desenvolver competências pessoais e profissionais, aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura e preparando o estudante para a inserção no mercado de trabalho.

O presente projeto foi desenvolvido durante um estágio em ambiente empresarial na DevScope, uma empresa sediada no Porto, fundada em 2003, com mais de vinte anos de experiência em consultoria e desenvolvimento de *software*. A empresa especializa-se em tecnologias da Microsoft, nomeadamente *Power Platform*, *Portals* (Office 365 & SharePoint), *Web & App Development*, *AI & Machine Learning*, *Business Intelligence*, *Enterprise Integration*, *Cloud & DevOps* e *Training & Education* (DevScope 2025). Os seus serviços são aplicados em diversas áreas, incluindo saúde, retalho e setor imobiliário.

Como parte do programa de estágio, a DevScope proporciona um período inicial de três semanas, denominado Ramp Up, onde os estagiários participam em *workshops* sobre diferentes tecnologias utilizadas na empresa. Este processo acelera a integração dos estagiários nos projetos, reduzindo o tempo necessário para a implementação de soluções. Além disso, a empresa oferece um horário de trabalho remoto e flexível, bem como diversas atividades ao longo do ano, promovendo um ambiente colaborativo e fortalecendo a cultura organizacional.

Nos últimos anos, as empresas têm demonstrado uma preocupação crescente com questões ambientais, sociais e de governança (ESG). Este foco tem levado as organizações a recolher e analisar dados que auxiliem numa tomada de decisão mais consciente e estratégica. No entanto, a falta de centralização no tratamento e visualização desses dados pode comprometer a performance empresarial e expô-la a riscos, como falhas de conformidade regulatória ou problemas éticos.

Assim, torna-se fundamental dispor de uma plataforma que compile e organize estes dados de forma acessível e estruturada, permitindo às empresas obter insights mais claros e estratégicos sobre as suas iniciativas ESG.

O presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento do *frontend* desta plataforma, funcionando como o primeiro passo para a criação de uma ferramenta interna da DevScope. Além de contribuir para o desenvolvimento de um protótipo funcional, o projeto permite ao estudante aprender e aplicar ferramentas e tecnologias não abordadas no currículo acadêmico, enriquecendo assim as suas competências técnicas e práticas.

1.2 Descrição do Problema

Nos últimos anos, a DevScope tem vindo a crescer exponencialmente, passando de uma empresa com um ambiente mais familiar para uma estrutura de maior dimensão. Com esse crescimento, surgiu a necessidade de uma plataforma que permita monitorizar e gerir de forma estruturada as iniciativas de Environmental, Social, and Governance (ESG).

Atualmente, a empresa enfrenta desafios na centralização e análise de métricas ESG, dificultando a identificação de padrões e a tomada de decisões informadas. Questões como consumo de eletricidade, temperatura do escritório e outras métricas ambientais, assim como indicadores sociais e de governança, precisam de ser monitorizados de forma mais acessível e eficiente.

A implementação desta plataforma permitirá um acompanhamento mais estruturado das métricas ESG, facilitando auditorias, identificando comportamentos que possam gerar custos desnecessários e garantindo uma maior transparência. Sem uma solução eficaz, a empresa pode enfrentar perdas financeiras devido a desperdícios operacionais, além de possíveis riscos reputacionais e regulatórios caso não consiga demonstrar conformidade com boas práticas ESG.

O projeto visa desenvolver a interface do utilizador para esta plataforma, garantindo uma experiência intuitiva e eficiente na visualização e gestão dos dados ESG, utilizando frameworks reconhecidos como GRI e SASB para a definição das métricas.

1.2.1 Objetivos

O objetivo principal deste projeto é o desenvolvimento de um *frontend* para o protótipo de uma ferramenta interna da DevScope, que visa o acompanhamento de métricas de ESG, facilitando uma tomada de decisão mais informada e estruturada.

Aprofundando-se nos objetivos técnicos, o projeto visa:

- **Centralizar dados de diferentes fontes:** Integrar informações de várias origens para garantir uma visão unificada e acessível.
- **Desenvolver um sistema intuitivo de visualização de dados:** Criar uma interface fácil de usar que permita aos utilizadores analisarem e interpretarem rapidamente as métricas ESG.
- **Automatizar a coleta e o processamento de dados:** Melhorar a precisão dos relatórios por meio de um sistema automatizado que reduz erros manuais e aumenta a eficiência.

1.2.2 Abordagem

O desenvolvimento do projeto seguiu uma abordagem ágil, caracterizada pela iteratividade do *software* desenvolvido, pela compreensão das prioridades e pela capacidade de introduzir mudanças ao longo do processo. A flexibilidade perante os pedidos do cliente (DevScope) foi um dos principais fatores, promovendo uma comunicação próxima e frequente (Patel 2025). O projeto fará ainda uso da *agile framework Scrum*, sendo o projeto dividido em iterações de uma semana (*sprints*) e diferentes fases, tais como: pré-planeamento do *sprint* (*release backlog* e *sprint goals*), planeamento do *sprint*/iteração (*sprint backlog*), implementação e demonstração das funcionalidades desenvolvidas (D. Cohen, Lindvall e Costa 2004).

Além das metodologias mencionadas, foi utilizado o **Microsoft OneNote**, uma ferramenta adotada pela DevScope como base de conhecimento colaborativa, desenvolvida pelos próprios colaboradores e acessível a toda a empresa. O **GitHub** foi empregado não apenas como repositório da solução desenvolvida, mas também como *hub* central do projeto, integrando o quadro **Kanban**. Esta abordagem, alinhada às metodologias ágeis, visa minimizar o tempo ocioso, promover um fluxo de trabalho mais eficiente e garantir um gerenciamento de tarefas estruturado, por meio de cartões detalhados que acompanham o progresso de cada etapa (Wakode, Raut e Talmale 2015).

As funções de *product owner* e *scrum master* foram exercidas por supervisores da empresa.

O estagiário teve flexibilidade horária, mas manteve comunicação contínua com a empresa. As **reuniões diárias** (*daily stand-ups*, 30 min) serviram para atualizar a equipa, enquanto as **reuniões semanais** garantiram acompanhamento mais detalhado com o supervisor, incluindo demonstrações e *feedback* para orientar o desenvolvimento.

1.2.3 Contributos

A solução desenvolvida oferece à DevScope uma ferramenta que centraliza e processa informação importante e permite todo um conjunto de benefícios, contribuindo para a mesma de diversas formas:

- **Aumento da produtividade:** Facilitar o acesso e análise das métricas ESG, agilizando o processo de tomada de decisões.
- **Tomadas de decisão mais informadas e estruturadas:** Fornecer dados confiáveis e organizados que suportem decisões empresariais baseadas em métricas claras.
- **Economia financeira:** Identificar comportamentos ineficientes que possam gerar custos desnecessários, promovendo maior eficiência.
- **Avaliação contínua de comportamentos empresariais:** Permitir a monitorização constante de práticas ESG, incentivando um comportamento mais responsável e sustentável.

Para o estudante, a solução desenvolvida representa o culminar de uma experiência enriquecedora, que exigiu a aquisição e o aprimoramento de novas competências. Além disso, proporcionou a sua integração num ambiente empresarial real, com as suas regras, processos, políticas e exposição à cultura organizacional.

1.2.4 Planeamento do trabalho

O projeto iniciou-se com uma fase de *Ramp Up* de três semanas, durante a qual são realizados *workshops* sobre as tecnologias utilizadas na DevScope. Após essa etapa inicial, o estágio seguiu um cronograma definido pela empresa, dividido em três fases principais: pesquisa e estado da arte, implementação da solução e refinamento do relatório e da solução. A escrita deste documento teve início após o período de *Ramp Up*.

O cronograma do estágio foi organizado da seguinte forma:

- **Ramp Up:** 24 de fevereiro a 14 de março
- **Estado da Arte:** 17 de março a 4 de abril
- **Implementação:** 14 de abril a 9 de maio
- **Refinamento e Revisão:** 19 de maio a 6 de junho

Durante o estágio, ocorreram momentos de avaliação chamados *checkpoints*, nos quais os estagiários apresentaram o progresso do projeto para todos os colaboradores da empresa. Estes momentos são essenciais, pois permitiram a obtenção de *feedback* que foi utilizado para aprimorar tanto a solução desenvolvida quanto o relatório. Foram previstos três *checkpoints* principais:

1. **Estado da Arte** – 7 a 11 de abril
2. **Prova de Conceito Funcional** – 12 a 16 de maio
3. **Apresentação Final do Projeto e Relatório** – 9 a 13 de junho

Embora a submissão do projeto fosse até 30 de junho, a DevScope planeou concluir essa fase entre 16 e 20 de junho.

No Apêndice ??, apresenta-se um diagrama de *Gantt* detalhado com o planeamento definido.

1.3 Estrutura do relatório

O presente documento é composto por cinco capítulos que descrevem o desenvolvimento da solução pretendida.

A **Introdução** contextualiza o projeto, apresenta o problema e as abordagens adotadas, destaca os contributos para os *stakeholders* e expõe o cronograma.

O **Estado da Arte** analisa trabalhos e tecnologias relevantes, explorando soluções existentes relacionadas com o problema em questão.

O Capítulo de **Análise e Desenho da Solução** detalha a metodologia, as tecnologias e os algoritmos utilizados, além da modelação da solução e especificação de requisitos.

A **Implementação da Solução** descreve aspetos técnicos, como *software*, ferramentas e sistemas utilizados, bem como os testes realizados e a avaliação da solução.

Por fim, as **Conclusões** apresentam um balanço dos resultados obtidos, analisam as limitações encontradas e incluem uma reflexão crítica sobre o trabalho desenvolvido.

Capítulo 2

Estado da Arte

O estado da arte refere-se ao conhecimento atual sobre um determinado tema em análise ou estudo. Este Capítulo apresenta uma visão geral das origens do termo ESG, destacando os benefícios da adoção destas práticas, os desafios da sua implementação e monitorização, além de discutir o papel da tecnologia na gestão ESG.

Em seguida, é realizada uma análise dos trabalhos relacionados com a temática do projeto, acompanhada de uma compilação das tecnologias já existentes para a avaliação e gestão de métricas ESG.

2.1 ESG - história do conceito e aplicação

O conceito de ESG surgiu na década de **1990**, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) passou a adotar uma postura mais aberta em relação ao setor corporativo. Durante esse período, o então Secretário-Geral da ONU, Kofi Annan, lançou as bases da iniciativa que levaria à criação do conceito de ESG. No contexto da missão das Nações Unidas de promover a paz e o desenvolvimento, aliada aos objetivos do setor empresarial de gerar riqueza e prosperidade, a organização começou a estabelecer parcerias estratégicas, reconhecendo o papel fundamental das empresas no avanço desses objetivos (Pollman 2024).

Em **1999**, durante o Fórum Econômico Mundial de Davos, Kofi Annan apresentou a proposta *Global Compact* (Pollman 2024), que se tornou operacional em **2000**, de interesse mútuo da ONU e do setor corporativo. De acordo com a ONU, trata-se de "um apelo às empresas para alinharem as suas estratégias e operações com princípios universais de direitos humanos, trabalho, meio ambiente e combate à corrupção, e tomem medidas que promovam objetivos sociais" (ONU 2025). Esta iniciativa tem por base dez princípios fundamentados nos direitos humanos, trabalho, meio ambiente e combate à corrupção ¹.

2.1.1 Who Cares Wins

Em **2004**, Kofi Annan convidou algumas das principais instituições financeiras do mundo para se unirem à ONU numa nova iniciativa, como extensão do *Global Compact*: o projeto *Who Cares Wins*.

¹Os princípios que constituem a iniciativa *Global Compact* estão disponíveis no site oficial *UN Global Compact*: <https://unglobalcompact.org/what-is-gc/mission/principles> (acesso a 31/03/2025).

Esta iniciativa reuniu, pela primeira vez, investidores institucionais, gestores de ativos, analistas de pesquisa *buy-side*² e *sell-side*³, consultores globais, órgãos governamentais e reguladores, com o objetivo de examinar o papel dos fatores ESG na gestão de ativos e na pesquisa financeira (Pollman 2024).

Como resultado, chegou-se a um consenso sobre o impacto dos fatores ESG no contexto de investimentos de longo prazo, e foi elaborado um relatório⁴, no qual o termo "ESG" foi introduzido oficialmente. O documento também apresentou recomendações para diferentes atores do mercado sobre como integrar questões ambientais, sociais e de governança corporativa na gestão de ativos, nos serviços de corretagem de valores mobiliários⁵ e nas funções de pesquisa associadas (onValues 2005). Na Figura 2.1 estão representados os principais intervenientes envolvidos na integração de temáticas ESG segundo o relatório *Who Cares Wins* (onValues 2005).

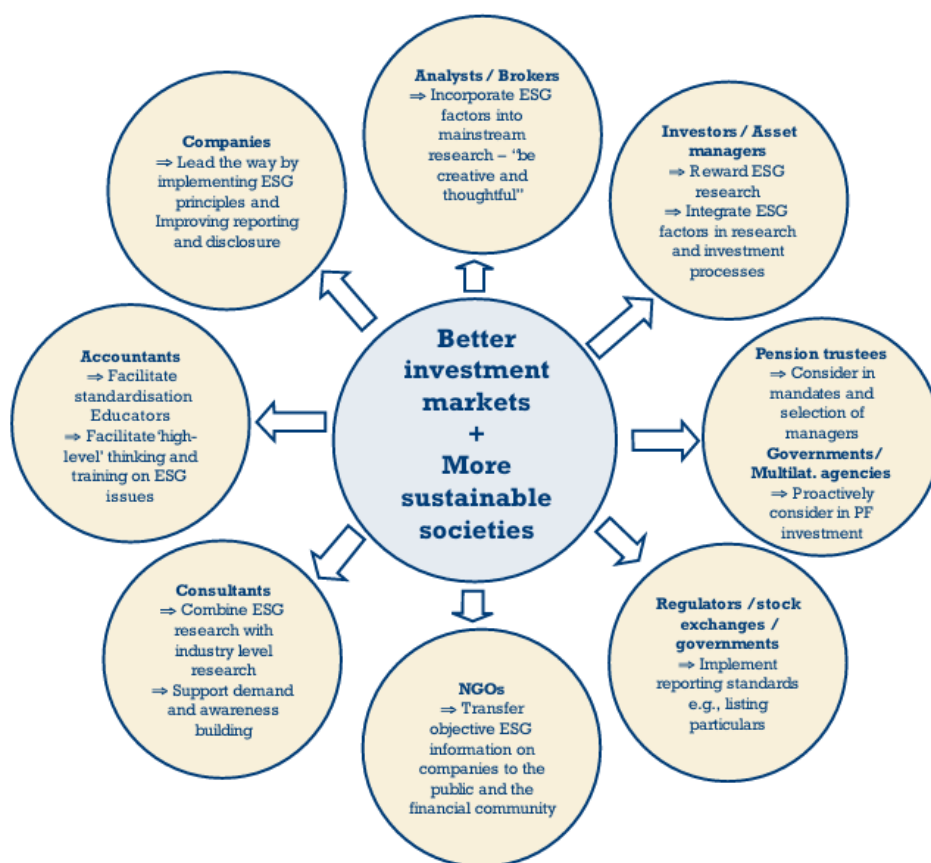


Figura 2.1: Principais intervenientes envolvidos na integração de temáticas ESG segundo o relatório *Who Cares Wins* (onValues 2005)

²Buy-side refere-se a instituições que compram ativos para investimento próprio, como fundos de investimento e seguradoras.

³Sell-side refere-se a instituições que vendem ativos e oferecem recomendações de investimento, como corretoras e bancos de investimento.

⁴Uma versão em PDF do relatório de 2004 está disponível em <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/whocareswins-2005conferencereport.pdf> (acesso a 31/03/2025).

⁵Corretagem de valores mobiliários refere-se à intermediação na compra e venda de ativos financeiros, normalmente realizada por corretoras.

Segundo Pollman 2024, "embora o termo ESG tenha sido mencionado em menos de 1% das conferências de resultados financeiros nos anos seguintes ao relatório *Who Cares Wins*, em 2021 a sua presença cresceu significativamente, sendo citado em quase um quinto dessas conferências. Além disso, um estudo conduzido por *MarketWatch* (Carlson 2021), um estudo revelou que 72% dos investidores institucionais passaram a incorporar fatores ESG em suas estratégias".

2.1.2 PRI: Princípios de Investimento Responsável

Com a crescente conscientização dos problemas ESG, surgiram outras iniciativas, como os Princípios para Investimento Responsável (PRI). O PRI foi iniciado em **2005** por Kofi Annan, que convidou um grupo internacional de investidores institucionais a desenvolver iniciativas que refletissem a crescente importância das questões ESG nas práticas de investimento (Kim e Yoon 2022).

Os PRI mantêm uma forte ligação à ONU através dos seus dois parceiros fundadores — o UN Global Compact e a UNEP Finance Initiative (UNEP FI). A iniciativa assenta em seis princípios⁶ concebidos para reforçar a relação entre o investimento responsável e o desenvolvimento sustentável, alinhando o trabalho do PRI com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁷ e incentivando os seus signatários a adotar a mesma abordagem (PRI 2017).

No seu website oficial⁸, os PRI enumeram uma vasta gama de desafios, temáticas e externalidades ESG que as empresas devem considerar cada vez mais. Estes desafios abrangem três grandes dimensões:

- **Ambiente** – conservação da natureza, transição para uma economia circular, gestão sustentável da água, impactos do fraturamento hidráulico e emissões de metano.
- **Sociedade** – promoção da diversidade, equidade e inclusão, bem como condições de trabalho dignas.
- **Governança** – justiça tributária, engajamento político responsável, segurança cibernética, remuneração executiva, propósito corporativo, combate à corrupção, proteção de denunciantes e nomeações de diretores.

2.2 Trabalhos relacionados

Esta secção tem como objetivo apresentar o estado da arte sobre ESG, abordando tanto os desafios e impactos desses fatores nas empresas quanto as soluções já desenvolvidas para sua análise e reporte.

⁶Os seis princípios para investimento responsável podem ser consultados no site oficial: <https://www.unpri.org/about-us/what-are-the-principles-for-responsible-investment> (acesso em 31/03/2025).

⁷As Nações Unidas disponibilizam um website com informações detalhadas sobre os ODS: <https://ods.pt/ods/> (acesso em 31/03/2025).

⁸O site oficial do PRI disponibiliza informações detalhadas sobre as várias medidas, práticas e desafios ESG. As **questões ambientais** podem ser consultadas em <https://www.unpri.org/sustainability-issues/environmental-social-and-governance-issues/environmental-issues>, as **questões sociais** em <https://www.unpri.org/sustainability-issues/environmental-social-and-governance-issues/social-issues> e as **questões de governança** em <https://www.unpri.org/sustainability-issues/environmental-social-and-governance-issues/governance-issues> (acesso em 31/03/2025).

Primeiramente, serão exploradas as práticas ESG e os seus efeitos no valor, rentabilidade e riscos das empresas, com base em estudos recentes sobre a relação entre desempenho financeiro e fatores ESG. Em seguida, serão analisadas as principais metodologias e abordagens utilizadas para reporte e análise ESG, destacando a diversidade de métricas e *frameworks* existentes e os desafios relacionados à sua padronização.

Posteriormente, serão discutidas as tendências atuais, com ênfase no impacto das novas tecnologias, como inteligência artificial e análise de dados em tempo real, na otimização da gestão.

2.2.1 Práticas e Riscos ESG: Impacto no Valor e Rentabilidade das Empresas

O movimento por detrás da sigla ESG é bastante complexo, incorporando elementos de responsabilidade social, ambiental e governança corporativa para avaliar empresas. Os fatores de ESG são importantes para medir a sustentabilidade dos agentes econômicos e expandem o escopo do desempenho corporativo. Fatores externos, como o mercado e a indústria, e fatores internos, como a estrutura de propriedade e o conselho de administração, influenciam as práticas ESG na criação de valor (Wang et al. 2023).

Segundo uma análise conduzida por Whelan et al. 2021, em colaboração com a *Rockefeller Asset Management* e o *NYU Stern Center for Sustainable Business*, examinou-se mais de 1000 estudos publicados entre 2015 e 2020 sobre a relação entre fatores ESG e desempenho financeiro. Os resultados indicaram que 58% dos estudos identificaram uma relação positiva, 8% uma relação negativa, 13% nenhuma relação e 21% apresentaram resultados mistos. Embora a maioria dos estudos sugira um impacto positivo dos fatores ESG no desempenho financeiro, os autores concluem que os resultados refletem um debate contínuo sobre o tema.

Os estudos que identificaram uma **relação positiva** entre práticas ESG e desempenho financeiro apontam uma forte correlação entre a qualidade dos relatórios ESG e o valor da empresa. Isso sugere que a transparência, a confiança e a responsabilização dos *stakeholders* exercem uma influência positiva na valorização da empresa (Aydoğmuş, Gülay e Ergun 2022).

Por outro lado, os estudos que encontraram **efeitos negativos** destacam diferentes fatores. Entre eles, está o impacto adverso no desempenho financeiro devido à realocação de recursos dos acionistas (*shareholders*) para outras partes interessadas (*stakeholders*). Além disso, há evidências de que, em mercados emergentes, a relação entre pontuações ESG e retorno financeiro tende a ser negativa, possivelmente devido a desafios estruturais e regulatórios nesses mercados (Aydoğmuş, Gülay e Ergun 2022).

Os estudos sobre **efeitos mistos** mostram que relatar questões ambientais geralmente prejudica o desempenho financeiro da empresa. No entanto, a participação dos *stakeholders* na gestão está associada positivamente à dimensão social, enquanto a governança tem um impacto favorável no desempenho financeiro. Em geral, há uma correlação positiva entre os níveis de ESG e o valor da empresa, embora isso não se reflita diretamente na rentabilidade (Aydoğmuş, Gülay e Ergun 2022).

Segundo Aydoğmuş, Gülay e Ergun 2022, "a pontuação combinada de métricas ESG tem uma relação positiva e altamente significativa com o valor da empresa", porém a dimensão ambiental não acompanha esse mesmo padrão. O estudo sugere que, ao contrário dos componentes sociais e de governança, as iniciativas ambientais levam mais tempo—por vezes

anos—para gerar resultados concretos para a empresa. Além disso, os elevados custos de investimento associados às práticas ambientais podem representar um obstáculo, tornando esta dimensão menos atrativa em termos de impacto financeiro imediato. Estatísticas descritivas do estudo indicam que a média da pontuação ambiental tende a ser inferior às pontuações de governança e social, o que reforça a ideia de que esta métrica evolui de forma mais lenta e exige investimentos mais significativos.

De acordo com G. Cohen 2023, a pontuação ESG indica que empresas de maior dimensão tendem a ser menos poluentes. No entanto, apresentam menor preocupação com as implicações sociais de suas operações e enfrentam desafios crescentes em governança. O estudo destaca que, à medida que expandem as suas operações globalmente, os conglomerados passam a priorizar questões ambientais. Contudo, a governança torna-se mais complexa, devido às dificuldades no controlo corporativo de empresas internacionais de grande porte, evidenciando os desafios inerentes à sua gestão.

2.2.2 Desafios e Abordagens no Reporte e Análise ESG

Com o crescimento das preocupações em torno das métricas ESG, surgiram diversas classificações amplamente utilizadas, desenvolvidas por provedores de dados ⁹ ESG para auxiliar investidores na comparação e avaliação do desempenho das empresas nesses critérios. Inicialmente, os dados ESG eram obtidos a partir de fontes públicas, como relatórios financeiros e sites corporativos. No entanto, com o aumento das exigências de transparência, um número crescente de empresas passou a publicar relatórios anuais de Corporate Social Responsibility (CRS), o que contribui para a ampliação da disponibilidade de dados ESG. Apesar deste avanço, a qualidade e confiabilidade das informações continuam a ser motivo de preocupação. Os indicadores divulgados frequentemente apresentam inconsistências entre as diferentes empresas, o que dificulta comparações diretas e resulta em divergências entre as agências de classificação ESG (Rau e Yu 2024).

A forma como as agências de classificação ESG avaliam as empresas depende das informações divulgadas e dos critérios adotados para a medição. No entanto, há **divergências significativas** em relação ao **escopo**, à **ponderação dos fatores** e aos **métodos de avaliação** utilizados por cada agência. O escopo e o peso determinam quais os aspetos que uma classificação ESG busca medir, enquanto a medição define a forma como esses aspetos são avaliados. A principal fonte de discrepância entre as classificações ESG está na divergência dos critérios de medição, refletindo diferenças nas perspetivas das agências sobre quais as categorias que devem ter maior relevância na avaliação do desempenho ESG de uma empresa (Berg, Kölbels e Rigobon 2022).

Em resposta à crescente demanda por informações não financeiras mais confiáveis, mensuráveis e transparentes, diversas *frameworks* de sustentabilidade foram desenvolvidas e implementadas. O objetivo comum destas estruturas é padronizar a divulgação de informações ambientais, sociais e de governança (ESG), permitindo maior comparabilidade entre as empresas. Embora a maioria destas *frameworks* seja de adoção voluntária e tenha um foco seletivo em alguns aspetos, elas buscam oferecer padrões de alta qualidade que diferenciem empresas genuinamente comprometidas com a melhoria de seu desempenho sustentável daquelas que praticam *greenwashing* (Cruz e Matos 2023).

⁹Entidades que atuam como intermediários na coleta, armazenamento e distribuição de dados, como provedores de serviços de *internet*, empresas de telecomunicações ou plataformas online.

O *greenwashing*¹⁰ surge como um efeito colateral das preocupações das empresas com a sua imagem, ocorrendo quando estas tentam projetar uma reputação pró-sustentabilidade e afirmam adotar práticas ESG, mas falham em cumprir efetivamente as suas responsabilidades. Esta prática pode manifestar-se de diversas formas, incluindo narrativas ou divulgações seletivas e enganosas, alegações ambientais sem fundamento, certificações e rótulos duvidosos, entre outras estratégias que induzem os consumidores e investidores a percepções distorcidas sobre o real impacto da empresa (Rau e Yu 2024).

Segundo Schiemann e Tietmeyer 2022, uma maior divulgação ESG por parte das empresas está associada a níveis mais elevados de controvérsias ESG. Empresas envolvidas em controvérsias ESG enfrentam maior incerteza na precisão das previsões analíticas, afetando a confiança dos investidores. No entanto, a divulgação ESG desempenha um papel moderador nesta relação: uma comunicação transparente e detalhada pode mitigar a incerteza gerada pelas controvérsias, reduzindo os impactos negativos na percepção do mercado. Estes resultados possuem implicações práticas tanto para investidores, que buscam informações mais confiáveis, quanto para as empresas, que podem utilizar a divulgação ESG como estratégia para fortalecer a sua credibilidade.

2.2.3 Tendências atuais em ESG e tecnologia

Um estudo realizado por Krueger et al. 2024 observou os efeitos de divulgação ESG na liquidez de ações das empresas, sendo a sua amostra constituída por 17 680 empresas únicas em 65 países no período entre 2002 e 2020. O artigo conclui que mandatos de divulgação ESG obrigatórios têm um efeito positivo significativo na liquidez de ações, particularmente quando implementados por instituições governamentais numa base de conformidade total e aplicados por instituições informais.

O crescimento da relevância deste tópico ao longo das últimas duas décadas ocorreu em paralelo com uma revolução tecnológica contínua. A digitalização das empresas tem proporcionado diversos benefícios às práticas ESG no contexto corporativo, resultando em melhorias significativas nas suas pontuações ESG. Entre as vantagens, destaca-se a redução dos custos de agência e o aumento das pontuações de governança e sociais. No entanto, não se observa uma correlação entre a digitalização das empresas e a melhoria das suas pontuações ambientais (Fang, Nie e Shen 2023).

A Indústria 5.0, ao focar na digitalização das empresas, oferece ferramentas para uma divulgação ESG mais eficaz. Diferente da Indústria 4.0, que priorizava aspetos económicos e técnicos, a Indústria 5.0 enfatiza a **centralidade no ser humano, sustentabilidade e resiliência**, alinhando-se diretamente aos princípios ESG. Ela melhora a autenticidade e abrangência das divulgações ESG, transformando relatórios retrospectivos em prospetivos e em tempo real, personalizando-os e expandindo o escopo para cadeias de suprimentos, além de reduzir custos e aumentar a eficácia das divulgações (Asif, Searcy e Castka 2023).

No âmbito técnico, a Indústria 5.0 engloba diversas tecnologias que otimizam o fluxo e o

¹⁰ *Top-Performing Singapore Firm Accused of Greenwashing in India Coal Sale* <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-11-09/top-performing-singapore-stock-with-temasek-backing-is-accused-of-greenwashing>

compartilhamento de informações, tais como sensores, RFID¹¹ e IoT¹²; transações descentralizadas via *blockchain*¹³; processamento de grandes volumes de dados utilizando *big data* e computação em nuvem; tomada de decisão inteligente com apoio de *machine learning*, IA e simulações; além da automação de processos com robôs e drones que podem ser aplicados a questões ESG (Asif, Searcy e Castka 2023).

A inteligência artificial (IA) cresce rapidamente e é usada para resolver problemas de previsão, otimização e classificação, incluindo desafios ESG. Segundo Burnaev et al. 2023, a IA pode acelerar o processamento de dados e melhorar a compreensão das informações, contribuindo para ações ambientais, sociais e de governança. Exemplos incluem: IA ajudando a atingir metas dos ODS, como ações climáticas e redução da poluição; uso em cidades inteligentes e redes elétricas; detecção de evasão fiscal e *greenwashing*; e, para investidores, a IA analisa o desempenho das empresas a partir de relatórios públicos usando Processamento de Linguagem Natural (PNL)¹⁴, que também automatiza tarefas como verificar a consistência de documentos e gerar relatórios.

2.3 Tecnologias existentes

A presente seção do relatório tem como objetivo documentar as tecnologias existentes. Inicia-se com uma análise das *frameworks* de relato ESG mencionadas na descrição do projeto, e inclui uma comparação entre estas. De seguida, realiza-se uma pesquisa sobre os principais *softwares* ESG disponíveis no mercado. Por fim, é feita uma breve menção ao *React* e às bibliotecas utilizadas na implementação do projeto.

2.3.1 Frameworks de Relato ESG

Diversas *frameworks* de sustentabilidade/ESG foram criadas para padronizar a divulgação de informações não financeiras, tornando-as mais fiáveis e acessíveis aos investidores. Apesar de serem maioritariamente voluntárias, estas estruturas facilitam a avaliação do impacto da sustentabilidade nas empresas e ajudam a distinguir compromissos reais de *greenwashing* (Cruz e Matos 2023).

GRI (Global Reporting Initiative)

A Global Reporting Initiative (GRI) é uma *framework* cujo público-alvo são os grupos de partes interessadas (*stakeholders*) (GRI e SASB 2021), e foi a primeira das iniciativas a surgir, tornando-se a principal referência para a elaboração de relatórios a nível mundial (Luque-Vílchez et al. 2023).

¹¹RFID (*radio frequency identification*) é uma tecnologia sem fio que usa ondas de rádio para identificar de forma exclusiva objetos, animais ou pessoas.

¹²Internet das Coisas (IoT) refere-se a uma rede de dispositivos físicos, veículos, aparelhos e outros objetos incorporados com sensores, *software* e recursos de conectividade, permitindo-lhes coletar e trocar dados pela Internet.

¹³*Blockchain* é uma tecnologia de registro digital descentralizado, onde informações são armazenadas em blocos interligados, formando uma cadeia. Cada bloco contém dados e uma referência ao bloco anterior, tornando difícil alterar as informações sem afetar toda a cadeia, garantindo segurança e transparência nas transações.

¹⁴Processamento de Linguagem Natural (PNL) é um campo da inteligência artificial que se concentra na interação entre computadores e a linguagem humana. Isto envolve a capacidade dos sistemas computacionais de entender, interpretar e gerar texto ou fala de forma que seja útil para os utilizadores, aplicando técnicas como a análise de sentimentos, a tradução automática e o reconhecimento de voz.

A *framework* GRI consiste num sistema modular de normas que distingue entre requisitos ("shall"), recomendações ("should") e orientações (Adams et al. 2022). A GRI organiza-se em três tipos de normas¹⁵: normas universais, normas setoriais e normas para tópicos específicos (GRI 2025a). As organizações começam com as normas universais, utilizam depois as normas setoriais aplicáveis para determinar os tópicos materiais e relatam-nos utilizando as normas temáticas relevantes (GRI 2025b).

A estrutura modular da *framework* proporciona maior flexibilidade e uma abordagem mais detalhada na divulgação ESG das empresas. O seu objetivo principal é promover transparência e responsabilidade sobre os impactos empresariais, além de facilitar um diálogo mais informado sobre sustentabilidade corporativa. A GRI busca, assim, estabelecer um idioma comum para relatórios de impacto, auxiliando na construção de um futuro sustentável (Adams et al. 2022).

A GRI é uma *framework* em constante expansão. O seu programa *GRI Sector Program* tem como objetivo desenvolver normas específicas para 40 setores¹⁶, começando pelos que mais contribuem para as necessidades básicas e, posteriormente, expandindo-se para setores adjacentes (GRI 2025b).

SASB (Sustainability Accounting Standards Board)

A Sustainability Accounting Standards Board (SASB) é uma *framework* cujo público-alvo são os investidores (GRI e SASB 2021). Embora seja de caráter voluntário, foi adotada globalmente e é composta por conjuntos de normas que padronizam 77 indústrias¹⁷ (SASB 2025a). O foco da SASB é estabelecer e fornecer normas para a divulgação de informações sobre questões de sustentabilidade, facilitando a comunicação de dados não financeiros relevantes entre as empresas e os investidores (Goswami, Islam e Evers 2023). A *framework* considera os impactos no curto, médio e longo prazo sobre o valor das empresas.

Segundo Cruz e Matos 2023, um dos componentes mais importantes desta *framework* é o **"Mapa de Materialidade"**¹⁸, que oferece informações claras e acessíveis sobre quais as questões de sustentabilidade que são materiais para setores específicos. Isto permite que os investidores tenham acesso a informações diretamente, sem a necessidade de realizar uma análise extensa para avaliar a materialidade financeira de uma empresa nas questões ESG.

GRI e SASB: Diferenças-Chave e Complementaridade

Como mencionado nas subsecções anteriores, tanto a GRI quanto a SASB são *frameworks* cujo objetivo é compilar informações de forma normalizada, visando melhorar a divulgação e a pontuação ESG das empresas, assim como avaliar seu valor, rentabilidade e performance consoante questões ESG.

¹⁵O site oficial da GRI detalha as normas da *framework*: https://www.globalreporting.org/media/s4cp0oth/gri-gristandards-visuals-fig1_family-2021-print-v19-01.png e <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/> (acesso em 04/04/2025)

¹⁶A GRI disponibilizou um documento sobre o *GRI Sector Program*, onde cataloga e agrega setores de acordo com a sua prioridade: <https://www.globalreporting.org/media/mqznr5mz/gri-sector-program-list-of-prioritized-sectors.pdf> (acesso em 04/04/2025)

¹⁷O documento indicado pelo URL refere-se às normas SASB de divulgação ESG para a indústria de *software* e serviços IT, onde se enquadra a Devscope. https://d3flraxduht3gu.cloudfront.net/latest_standards/software-and-it-services-standard_en-gb.pdf (acesso em 04/04/2025)

¹⁸<https://sasb.ifrs.org/standards/materiality-map/>

Em **2021**, ambas as organizações por detrás das *frameworks* uniram-se para estudar o uso das suas normas no mercado, assim como averiguar as diferenças entre si e a sua complementaridade (GRI e SASB 2021). De acordo com GRI e SASB 2021, Pizzi, Principale e Nuccio 2023 e Antolín-López e Ortiz-de-Mandojana 2023, as diferenças destacadas foram:

Critério	GRI	SASB
Aplicação da Materialidade	Prioriza a divulgação de tópicos com impactos económicos, ambientais, sociais e de direitos humanos significativos	Foca em informações financeiramente relevantes que possam influenciar decisões de investimento e crédito
Tipo e Âmbito da Divulgação	Aborda os impactos económicos, ambientais e sociais das atividades da empresa no desenvolvimento sustentável global	Considera como os fatores sociais e ambientais afetam o valor da empresa, mas não o impacto da empresa no mundo
Público-Alvo	<i>Stakeholders</i> (partes interessadas)	Investidores (<i>shareholders</i>)
Processo de Definição das Normas	Desenvolvidas por grupos de peritos representando diversos interesses globais, com transparência total e consulta pública.	Baseadas em pesquisa com participação de empresas, investidores e especialistas, com avaliação baseada em evidências e processo transparente.

Tabela 2.1: Comparação entre GRI e SASB

Referenciando novamente o estudo conduzido por GRI e SASB 2021, diversos inquiridos consideram que ambos os conjuntos de normas são complementares, pois possibilitam uma divulgação mais abrangente das questões ESG a partir de diferentes perspetivas, abordagens à materialidade e grupos de interessados. Desta forma, as empresas conseguem atender tanto às necessidades dos investidores quanto das demais partes interessadas (*stakeholders*).

2.3.2 Softwares ESG e Soluções no Mercado

A presente subsecção explora soluções no mercado que tratam de métricas e relatos ESG.

Workiva

A Workiva oferece uma plataforma *cloud* para relatórios financeiros, ESG, auditoria e conformidade, permitindo a recolha, gestão e comunicação de dados de forma integrada e segura. A solução centraliza *workflows*, automatiza processos e assegura a rastreabilidade e conformidade com diversas *frameworks* e normas (Workiva 2025).

SAP Sustainability Control Tower

O *SAP Sustainability Control Tower* é uma solução SaaS¹⁹ que permite às empresas registar, reportar e agir sobre métricas ESG com dados fiáveis e prontos para auditoria. Automatiza a integração de dados de múltiplas fontes, fornece cálculos avançados de emissões e incorpora *insights* de sustentabilidade nos processos empresariais para uma gestão estratégica e

¹⁹O SaaS, ou *Software as a Service*, é um modelo de fornecimento de *software* baseado na nuvem (*cloud*) em que os utilizadores acedem às aplicações através da *Internet*, em vez de as instalarem localmente.

transparente (SAP 2025). A Figura 2.2 ilustra o painel da Plataforma *SAP Sustainability Control Tower*.

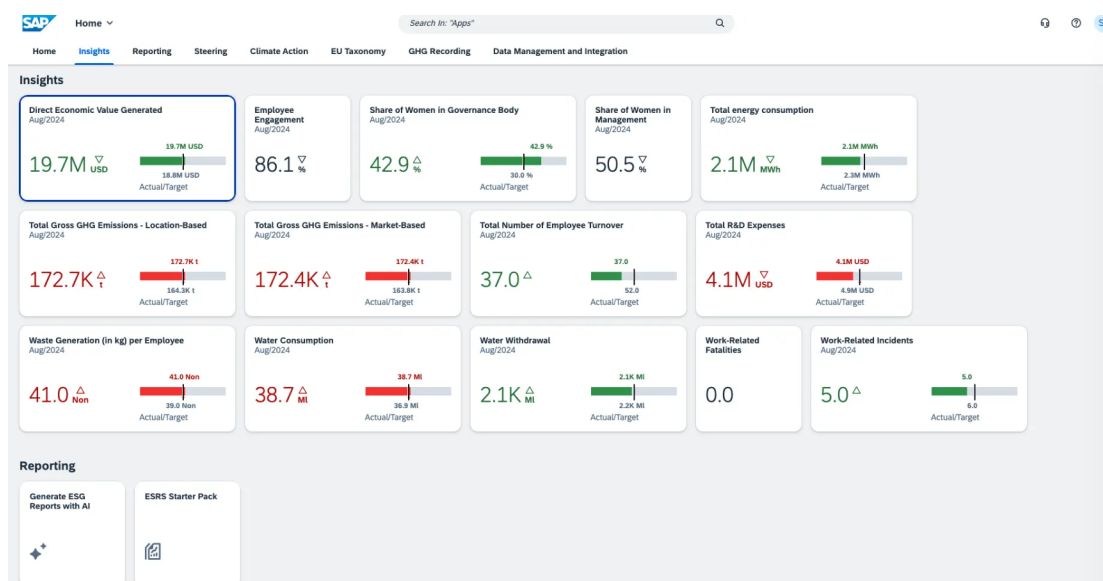


Figura 2.2: Painel da Plataforma *SAP Sustainability Control Tower*

IBM Environmental Intelligence Suite

O *IBM Environmental Intelligence Suite* oferece APIs avançadas para integrar, analisar e visualizar dados ambientais, climáticos e de emissões de GEE²⁰. Ao usar *machine learning* e *AI-driven insights*, a plataforma permite extrair informações estratégicas, prever impactos e garantir conformidade com normas de sustentabilidade, adaptando-se às necessidades específicas de cada empresa (IBM 2025).

2.3.3 Bibliotecas e Ferramentas de Desenvolvimento

React.js

O **React.js** é uma das bibliotecas²¹ *JavaScript* de *front-end* mais populares (Schwarzmueller 2022). O seu uso é focado na criação de interfaces de utilizador a partir de excertos de código individuais chamados **componentes** e das suas combinações em telas inteiras, páginas e aplicativos (React 2025).

Vuexy

Vuexy é um *template* de **interface de utilizador (UI)** concebido para o desenvolvimento de aplicações web rápidas e escaláveis, compatível com diversas frameworks como HTML, Next.js, .NET Core e Figma (PixInvent 2025). A plataforma oferece duas versões: uma mais **simples**, adequada para iniciantes, e outra mais avançada, que inclui *routing*, páginas modelo e integração com bibliotecas como **ApexCharts** e **i18next** (suporte multilingue). Além disso, fornece uma base de dados falsa e estrutura preparada para ligação com uma base de dados dinâmica e funcional (Vuexy 2025).

²⁰ Emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

²¹ No contexto do *React.js*, uma biblioteca é um conjunto de funcionalidades que pode utilizar para obter resultados que normalmente exigiriam mais código e trabalho da parte do utilizador.

Capítulo 3

Análise do Problema

Neste próximo capítulo aborda-se a análise do problema em questão. Inicia-se com a descrição do domínio do problema, através do glossário de termos usados, do modelo de domínio e do mapa de materialidade da Devscope de acordo com as métricas indicadas pela SASB para o setor de *software* e serviços IT. Por fim, serão delineados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

3.1 Contexto

A fase de análise é uma das mais importantes no ciclo de vida do desenvolvimento de software, pois é nela que ocorre a recolha dos requisitos, funcionalidades e necessidades do cliente, bem como das especificações do sistema. O objetivo final é definir de forma clara os recursos e funcionalidades que compõem a solução a ser desenvolvida.

Qualquer informação incorreta ou não obtida pode comprometer o desenvolvimento do produto, tanto em termos de qualidade como de cumprimento dos prazos.

A proposta de desenvolvimento de uma plataforma ESG surgiu da necessidade identificada pela Devscope em centralizar e otimizar o controlo de diversas métricas relacionadas com os pilares ambiental, social e de governança (ESG). Esta necessidade prende-se com a crescente importância de monitorizar e reportar práticas sustentáveis, promovendo uma gestão mais transparente, eficiente e alinhada com os objetivos de responsabilidade corporativa da empresa. Ao centralizar estes dados numa única plataforma, a Devscope pretende não só melhorar a sua capacidade de análise e tomada de decisões, como também reforçar o seu compromisso com a sustentabilidade e o impacto positivo na sociedade.

3.2 Domínio do problema

A presente secção visa descrever o domínio do problema através de vários artefactos de variadas complexidades, nomeadamente conceitos e diagramas.

A Tabela 3.1 apresenta os conceitos introduzidos no domínio do problema e que serão usados ao longo do desenvolvimento.

Conceito (EN)	Conceito (PT)	Descrição
ESG	ESG (Ambiente, Social, Governança)	Conjunto de critérios que avaliam o desempenho ambiental, social e de governança de uma organização, com foco na sustentabilidade e responsabilidade corporativa.
Dashboard	Painel	Resumo gráfico de várias informações importantes, normalmente utilizado para dar uma visão geral de um negócio.
Materiality Map	Mapa de Materialidade	Ferramenta que destaca as métricas ESG mais relevantes para cada setor, segundo as normas da SASB.
Metric	Métrica	Unidade de medida usada para quantificar aspectos específicos do desempenho ESG, como emissões de carbono, diversidade na força de trabalho ou políticas anticorrupção.
PoC	Prova de Conceito	Implementação inicial e simplificada de um sistema ou funcionalidade com o objetivo de validar uma ideia, conceito ou abordagem técnica.
Dataset	Conjunto de Dados	Coleção estruturada de dados ESG, normalmente em formato tabular, que contem informações como categorias, datas e valores associados.
URL	URL (Localizador Uniforme de Recursos)	Endereço que identifica e localiza um recurso na internet, como páginas <i>web</i> , APIs ou arquivos.
API	API (Interface de Programação de Aplicações)	Conjunto de regras que permite a comunicação entre diferentes sistemas ou componentes de <i>software</i> . Utilizada para integrar funcionalidades ou aceder a dados.
KPI	KPI (Indicador-Chave de Desempenho)	Métrica usada para avaliar o sucesso de uma organização ou de uma atividade específica na conquista de objetivos estratégicos ou operacionais.
SPA	SPA (Aplicação de Página Única)	Tipo de aplicação <i>web</i> que carrega uma única página HTML e atualiza dinamicamente o conteúdo conforme o utilizador interage, sem recarregar completamente a página.
AWS S3	AWS S3 (Amazon Simple Storage Service)	Serviço de armazenamento em nuvem da <i>Amazon</i> utilizado para guardar arquivos como documentos, imagens ou exportações de dados de forma segura e escalável.

Tabela 3.1: Glossário do domínio do problema

A Figura 3.1 ilustra o modelo de domínio e relaciona os diferentes conceitos da solução.

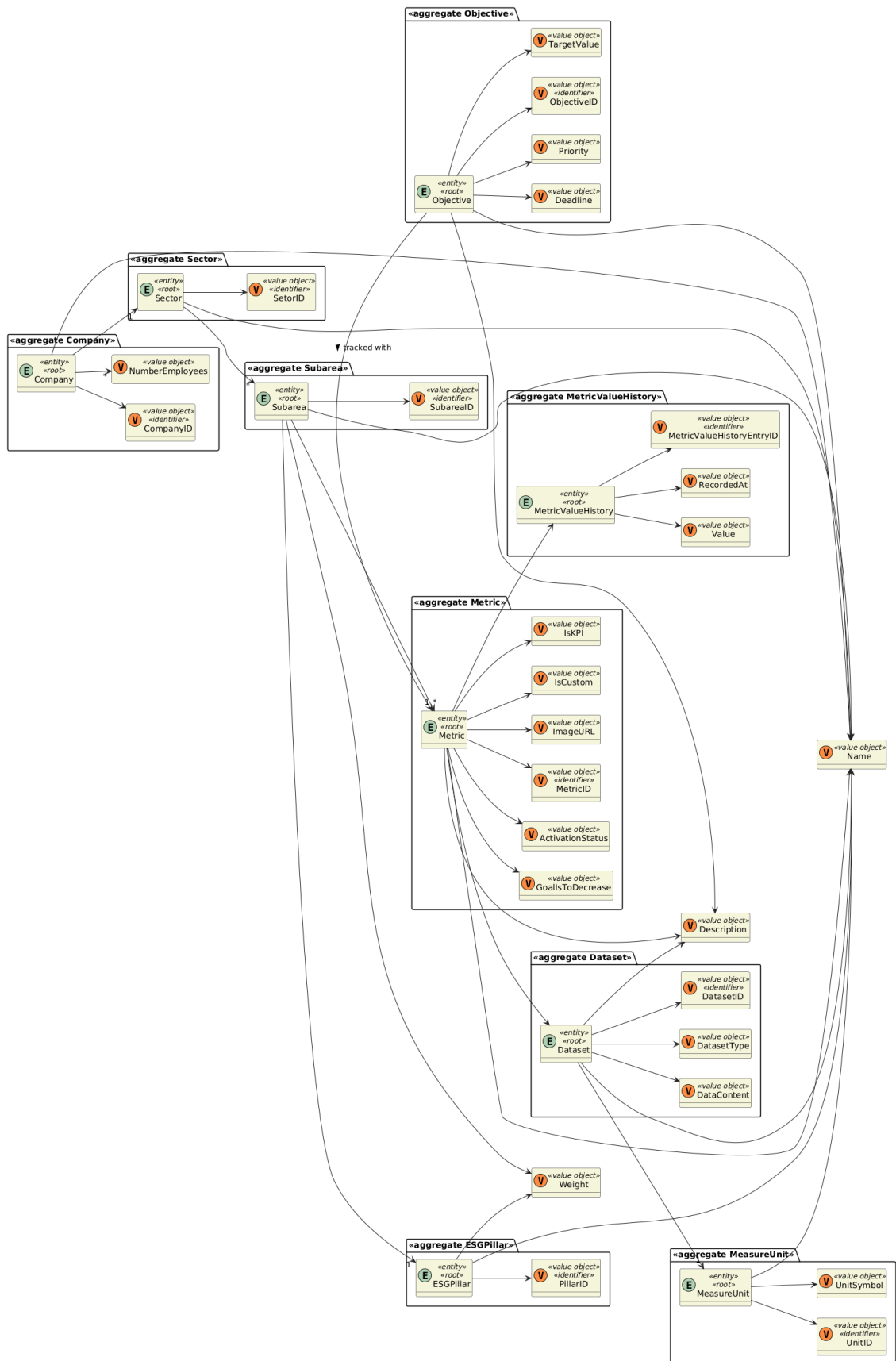


Figura 3.1: Modelo de Domínio

3.2.1 Visão Geral da Aplicação

O *dashboard* apresenta a pontuação ESG consolidada da empresa, oferecendo uma visão geral do seu desempenho em sustentabilidade. Além disso, destaca as métricas mais relevantes, assim como aquelas que apresentaram melhorias ou quedas em relação ao último registro.

Outra seção da plataforma disponibiliza uma visão detalhada de todas as métricas existentes: métricas customizáveis (criadas pelos próprios utilizadores) e métricas orientadas pelos padrões definidos pela SASB.

Cada métrica possui atributos específicos, incluindo o pilar e subárea ESG a que pertence, o seu código identificador, os conjunto de dados que lhe estão associados, a unidade de medida associada aos mesmos e a classificação do seu progresso.

De acordo com a SASB, adotado pela Devscope neste projeto, existem normas específicas para cada setor — como é o caso do setor de *Software* e Serviços de TI — que determinam quais as métricas devem ser reportadas (SASB 2025b). É com base nestas diretrizes que se constrói o Mapa de Materialidade, como indicado na Figura 3.2.

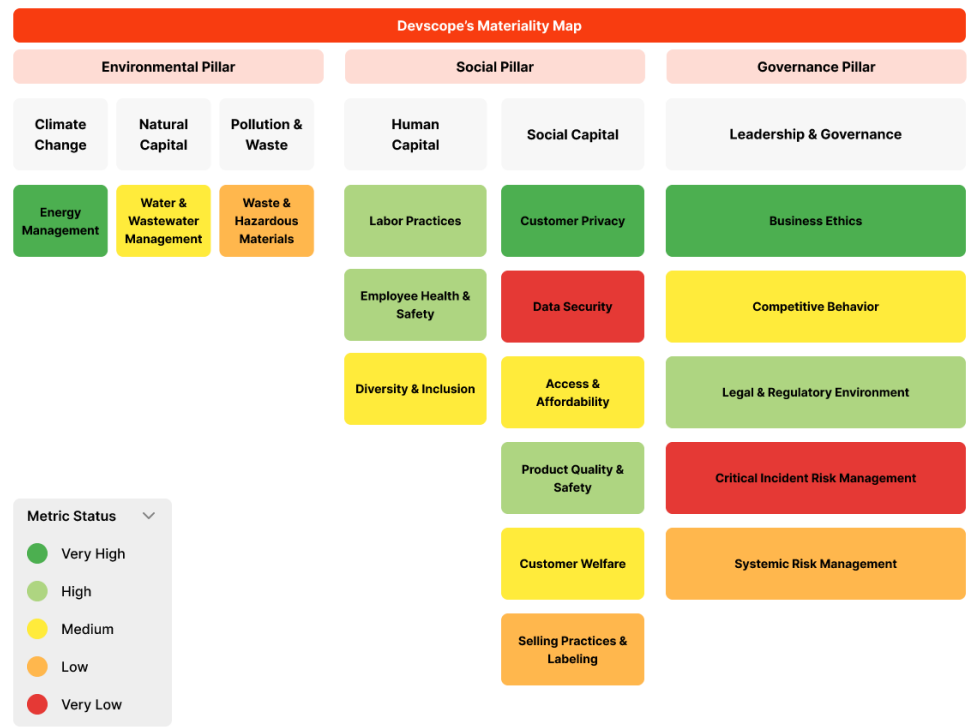


Figura 3.2: Mapa de Materialidade segundo o setor SASB da Devscope (*Software* e serviços IT)

Este mapa, um dos elementos centrais da plataforma, reflete as métricas ativas não só definidas pela SASB, consoante o setor da empresa, bem como as métricas personalizadas. Este mapa organiza as métricas segundo os pilares ESG e respectivas subáreas, e atribui uma cor correspondente ao seu progresso, proporcionando uma visão estruturada das prioridades de sustentabilidade da organização.

Por fim, outra página da plataforma é dedicada à gestão de objetivos, permitindo acompanhar os objetivos definidos, as métricas a eles associadas, o progresso na sua concretização ao saber se se encontram dentro ou fora do plano estabelecido.

3.3 Requisitos Funcionais e Não Funcionais

A seguinte seção compila os requisitos obtidos com o cliente e categoriza-os entre funcionais e não funcionais.

3.4 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais correspondem a funcionalidades presentes no *software* a ser desenvolvido, normalmente representadas por casos de uso e acompanhados por diagramas. Os requisitos funcionais deste projeto estão organizados na Tabela 3.2, onde cada requisitos é considerado um caso de uso e identificado por um código alfa-numérico.

Código	Descrição Curta	Descrição
UC-01	Visualização de KPI's	Como utilizador da plataforma, quero visualizar rapidamente os principais KPIs ambientais, sociais e de governação, para poder avaliar o desempenho da organização.
UC-02	Filtragem de Métricas	Como utilizador da plataforma, quero poder filtrar os dados por pilar, de modo a facilitar a navegação.
UC-03	Mapa de Materialidade	Como utilizador da plataforma, quero visualizar a matriz de materialidade dividida por categorias ESG com um sistema de cores intuitivo, para identificar rapidamente os temas mais críticos e, ao clicar em cada indicador, aceder a detalhes explicativos que me ajudem a compreender o seu progresso e evolução.
UC-04	Pontuação ESG	Como utilizador da plataforma, quero aceder a uma pontuação ESG agregada, para ter uma visão geral do desempenho da empresa em responsabilidade social, ambiental e de governança.
UC-05	Detalhes de Métricas	Como utilizador da plataforma, quero clicar numa métrica e ver mais detalhes, para compreender a progressão de cada indicador.
UC-06	Métricas Customizáveis	Como utilizador da plataforma, quero poder criar métricas ESG específicas à realidade da empresa e definir a sua fonte de dados, para garantir que o painel reflete os indicadores mais relevantes para a nossa estratégia.
UC-07	Importe de Dados	Como utilizador da plataforma, quero poder importar dados para associar às métricas.

Tabela 3.2: Lista de Casos de Uso

3.4.1 UC-01 | Visualização de KPI's

Objetivo: Permitir ao utilizador consultar rapidamente os principais Key Performance Indicator (KPI) ESG da organização.

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: Este caso de uso disponibiliza uma visão geral de métricas dos três pilares (Ambiental, Social e de Governação). A interface mostra indicadores como emissões de CO₂, diversidade na força de trabalho, entre outros.

Fluxo Principal:

1. O utilizador acede ao painel principal da plataforma.
2. A aplicação apresenta os KPIs.
3. O utilizador pode visualizar valores atuais e tendências.

Resultado Esperado: O utilizador obtém uma perceção imediata do desempenho ESG da empresa.

3.4.2 UC-02 | Filtragem de Métricas

Objetivo: Permitir ao utilizador filtrar os dados por pilar ESG (*Environmental, Social* ou *Governance*).

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: Este caso de uso oferece um mecanismo de filtragem que facilita a navegação por métricas, de acordo com o pilar de interesse.

Fluxo Principal:

1. O utilizador seleciona o pilar desejado através de controlos de filtragem.
2. A plataforma atualiza os dados apresentados para refletir apenas as métricas relevantes.

Resultado Esperado: O utilizador consegue concentrar-se nos dados ESG mais relevantes ao seu objetivo de análise.

3.4.3 UC-03 | Mapa de Materialidade

Objetivo: Exibir uma matriz de materialidade com base no setor da empresa, permitindo a priorização de temas ESG.

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: A matriz destaca os temas ESG mais críticos segundo o modelo SASB, com categorização por pilar e subárea, e códigos de cor para facilitar a interpretação.

Fluxo Principal:

1. O utilizador acede à secção de materialidade.
2. É apresentada a matriz correspondente ao setor da empresa.
3. O utilizador pode clicar em indicadores para visualizar descrições detalhadas.

Resultado Esperado: Facilita a identificação de prioridades estratégicas ESG para o setor em análise.

3.4.4 UC-04 | Pontuação ESG

Objetivo: Fornecer uma pontuação ESG agregada para a empresa.

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: A aplicação calcula e exibe uma pontuação ESG com base nas métricas existentes e ativas, representada por cores e uma escalas numéricas.

Fluxo Principal:

1. O utilizador acede ao *dashboard* principal.
2. A plataforma mostra a pontuação global da empresa.
3. Podem existir dicas ou justificações para a pontuação.

Resultado Esperado: Oferece uma visão sintética do desempenho ESG.

3.4.5 UC-05 | Detalhes de Métricas

Objetivo: Permitir a exploração detalhada de cada métrica ESG.

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: O utilizador pode selecionar uma métrica para visualizar dados históricos, a classificação do seu progresso, o dataset de origem e o pilar e subárea a que pertence.

Fluxo Principal:

1. O utilizador clica numa métrica apresentada em *dashboards* ou gráficos.
2. A aplicação apresenta uma vista detalhada com gráficos temporais, dados e metadados.

Resultado Esperado: Maior compreensão do desempenho de cada indicador específico.

3.4.6 UC-06 | Métricas Customizáveis

Objetivo: Permitir ao utilizador definir novas métricas ESG alinhadas com a realidade da empresa.

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: Funcionalidade que permite criar métricas personalizadas, associando-as a fontes de dados e subáreas ESG específicas.

Fluxo Principal:

1. O utilizador acede à área de configuração de métricas.
2. Define os dados pedidos.
3. A métrica é validada e integrada nos *dashboards*.

Resultado Esperado: Flexibilidade para adaptar o sistema ESG a diferentes contextos empresariais.

3.4.7 UC-07 | Importe de Dados

Objetivo: Permitir ao utilizador importar datasets em formato CSV para análise ESG.

Ator Principal: Utilizador da plataforma

Descrição Geral: O utilizador pode carregar ficheiros de dados externos, que serão associados a métricas e utilizados em gráficos e cálculos.

Fluxo Principal:

1. O utilizador escolhe o ficheiro CSV a importar.
2. O sistema valida o conteúdo.
3. As informações passam a estar disponíveis para visualização e análise.

Resultado Esperado: Capacidade de integração de dados externos no ecossistema ESG da aplicação.

3.5 Requisitos Não Funcionais

Requisitos não funcionais correspondem a todas as propriedades do sistema que não se referem diretamente a funcionalidades específicas, mas sim a qualidades e restrições sobre como o sistema se deve comportar. Incluem aspetos como desempenho, usabilidade, confiabilidade, manutenibilidade e outros fatores de qualidade da aplicação.

Uma forma amplamente utilizada de categorizar estes requisitos é através do modelo **FURPS+**, detalhado na Tabela 3.3, que divide os requisitos não funcionais em cinco categorias principais, com um grupo adicional representado pelo símbolo +.

Letra	Categoria	Descrição
F	Functionality	Funcionalidades esperadas, segurança, interoperabilidade e adequação funcional
U	Usability	Facilidade de uso, aparência, acessibilidade, e interação com o utilizador
R	Reliability	Confiabilidade, tolerância a falhas, disponibilidade, e recuperação
P	Performance	Tempo de resposta, eficiência de recursos e escalabilidade
S	Supportability	Facilidade de manutenção, extensibilidade, modularidade, e testabilidade
+	Outros	Restrições de design, implementação, normas, tecnologias ou frameworks

Tabela 3.3: Categorias FURPS+

Os tópicos seguintes categorizam os requisitos não funcionais obtidos consoante o modelo FURPS+.

3.5.1 Usability (U)

- Interface clara, intuitiva e fácil de navegar.
- Feedback imediato ao utilizador através de alertas e *logs* indicando sucesso ou erro das ações realizadas.
- Aplicação disponível em inglês para melhor acessibilidade.

- Estilo visual coerente e consistente em todas as páginas e componentes.

3.5.2 Reliability (R)

- Tratamento robusto de erros, com mensagens claras sobre a origem dos problemas.
- Consistência e atualização correta dos dados apresentados ao utilizador.
- Implementação de testes unitários e de integração para garantir a confiabilidade das funcionalidades críticas.

3.5.3 Performance (P)

- As interações principais devem ser eficientes e não exceder 30 segundos por operação.
- O tempo total para utilizar a prova de conceito (incluindo *seeding* de dados e carregamento da interface) não deve ultrapassar 3 minutos.

3.5.4 Supportability (S)

- Código modular e bem estruturado, seguindo princípios de separação de responsabilidades.
- Facilidade em adicionar novas funcionalidades sem comprometer a usabilidade ou introduzir grandes alterações na base de código.
- Arquitetura baseada em boas práticas, como *Clean Architecture* e uso de camadas (*Controller, Service, Repository*).

3.5.5 + (Outros)

- A aplicação está totalmente em inglês.
- Estilo visual consistente e agradável.
- Seguir boas práticas de programação e arquitetura coesa.
- Utilizar fonte de dados simulada através de scripts de seeding.
- Conformidade com o padrão SASB para estruturação das métricas ESG.
- Comunicação entre os diferentes módulos da aplicação através de REST APIs utilizando HTTP/S para garantir interoperabilidade e segurança.

Capítulo 4

Desenho da solução

Este capítulo aborda a fase de *design* no processo de desenvolvimento de *software*, onde, após a recolha de requisitos e análise das funcionalidades, são delineados os elementos do sistema através de diagramas que refletem a arquitetura e os modelos escolhidos, tendo em conta os requisitos e restrições definidos. Conforme descrito em Tsui, Karam e Bernal 2022, o *design* é dividido em duas etapas principais:

- **Design arquitetural** — uma visão macro e de alto Nível do sistema, onde são identificados os principais componentes, as suas propriedades externas e as relações entre eles. Esta fase é orientada pelos requisitos funcionais e não funcionais, bem como por considerações técnicas;
- **Design detalhado** — uma decomposição mais pormenorizada dos componentes, que detalha como cada módulo cumpre os requisitos funcionais definidos. Esta fase representa uma visão micro do sistema, guiada pela arquitetura estabelecida e pelos requisitos funcionais.

4.1 Arquitetura do Sistema

4.1.1 Clean Architecture

A *Clean Architecture* é um modelo arquitetural de *software* que privilegia a manutenibilidade e a escalabilidade do sistema, ao restringir as dependências entre os componentes de diferentes camadas. Neste modelo, diz-se que um componente A depende de um componente B se A conhece diretamente o nome de B, por exemplo, se o importa ou referencia. O objetivo da *Clean Architecture* é limitar estas dependências para que alterações em uma parte do sistema não causem efeitos colaterais noutras. Para isso, aplica-se o princípio da inversão de dependências: o componente A define uma interface, e o componente B implementa essa interface. Mesmo que A chame B em tempo de execução, B é quem depende de A, pois precisa de conhecer e implementar a interface definida por A (Lano e Tehrani 2023).

Segundo Lano e Tehrani 2023, este princípio está na base da chamada regra de dependência, que afirma que componentes dependentes de plataformas externas (como bases de dados, *frameworks* ou interfaces gráficas) podem depender da lógica de negócio, mas nunca o contrário. Assim, a lógica central do sistema permanece isolada e protegida de alterações tecnológicas periféricas, garantindo maior estabilidade e facilidade de evolução ao longo do tempo.

A Figura 4.1 ilustra o modelo *Clean Architecture* e as suas camadas concêntricas.

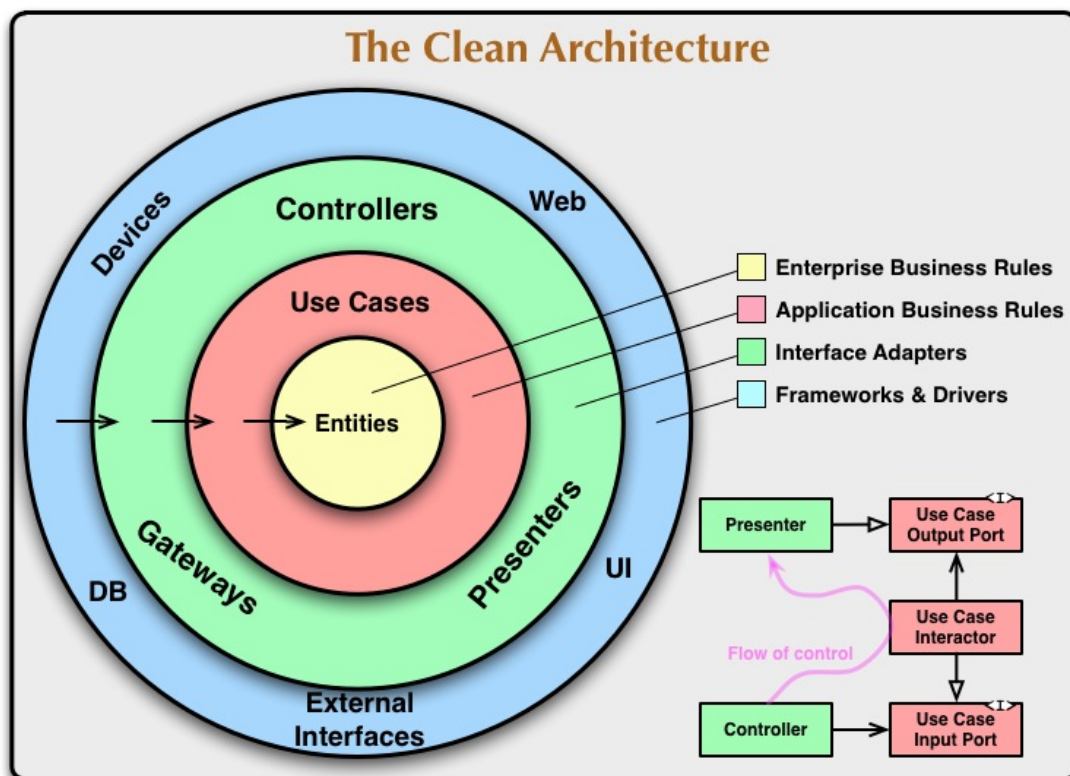


Figura 4.1: Modelo Arquitetural *Clean Architecture* (Martin 2012)

Embora o projeto se inspire nos princípios da *Clean Architecture*, nomeadamente a separação clara entre as camadas de apresentação, lógica de negócio e acesso a dados, não foi realizada uma implementação rigorosa deste modelo (por exemplo, com injeção de dependências ou uso sistemático de interfaces). Esta decisão deve-se ao âmbito do projeto e à sua natureza prática, que não exigem este Nível de abstração.

Em alternativa à implementação deste modelo, foram aplicados os modelos C4 (Figura 4.1.2) e “4+1” (Figura 4.1.3) para representar graficamente a arquitetura da solução, proporcionando uma visão clara e compreensível da estrutura do sistema e das suas interações.

4.1.2 Modelo C4

O modelo C4 descreve a arquitetura de um *software* em quatro níveis de detalhe (*Context*, *containers*, *components* e *code*). De modo a criar os diferentes diagramas é necessário diferentes graus de abstração (Brown e Betts 2018):

- **(Nível 1) System context diagram** - Dá uma vista geral do contexto em que o sistema se insere, isto é, quem usa o *software* criado e como é que outros sistemas inseridos no mesmo contexto comunicam com ele.
- **(Nível 2) Container diagram** - Detalha o sistema a um nível macro, decompondo-o em "*containers*", tais como aplicações (monolíticas ou microserviços), armazenamentos de dados, entre outros.

- **(Nível 3) Component diagram** - Decompõe um *container* em elementos que constituem abstrações reais no código a ser produzido.
- **(Nível 4) Code** - Nível de detalhe final, define a implementação de um componente.

A Figura 4.2 hierarquiza a granularidade pretendida no detalhe das diferentes visões do sistema numa representação com o modelo C4.

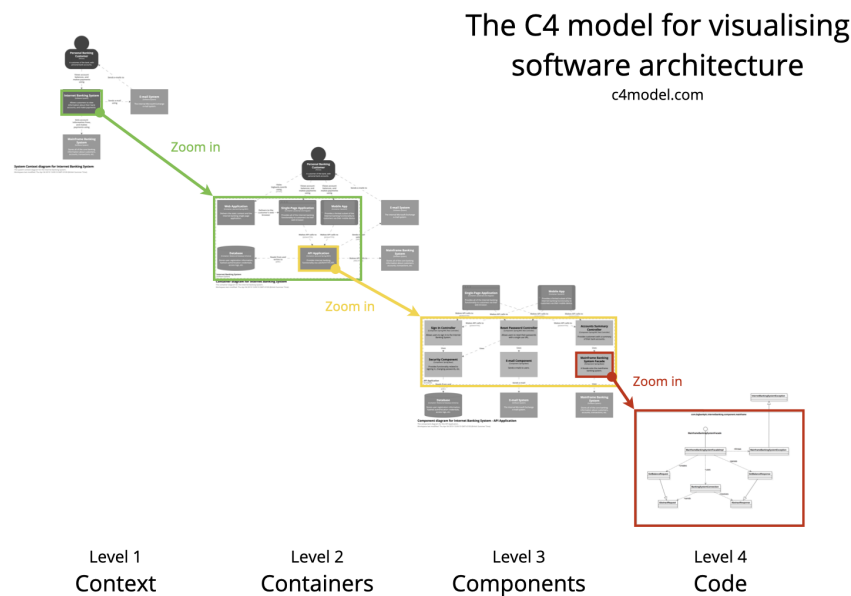


Figura 4.2: Modelo Arquitetural C4 (Brown 2025)

A granularidade do Nível 4 revela-se excessiva e retira o foco aos diagramas que melhor ilustram a arquitetura do sistema, portanto, não será abordado neste relatório.

4.1.3 Modelo de Vistas 4+1

Segundo Kruchten 1995, o modelo arquitetural "4+1" descreve a arquitetura de um sistema de *software* a partir de cinco perspectivas complementares, cada uma focada em diferentes preocupações e públicos-alvo:

- **Vista Lógica** — Foca-se na funcionalidade do sistema, pois representa a estrutura dos principais componentes do domínio.
- **Vista de Processos** — Descreve os aspectos dinâmicos do sistema, como a comunicação entre processos concorrentes e a forma como as tarefas são sincronizadas e distribuídas.
- **Vista Física** — Mapeia os componentes de *software* para os recursos de *hardware* e ilustra como o sistema está distribuído.
- **Vista de Implementação/Desenvolvimento** — Mostra a estrutura estática do código, organização em módulos/pacotes e o ambiente de desenvolvimento.
- **Vista de Cenários** — Representa os principais casos de uso ou fluxos de interação do sistema.

A Figura 4.3 ilustra as diferentes vistas, o respetivo público-alvo para cada uma, e as suas interações.

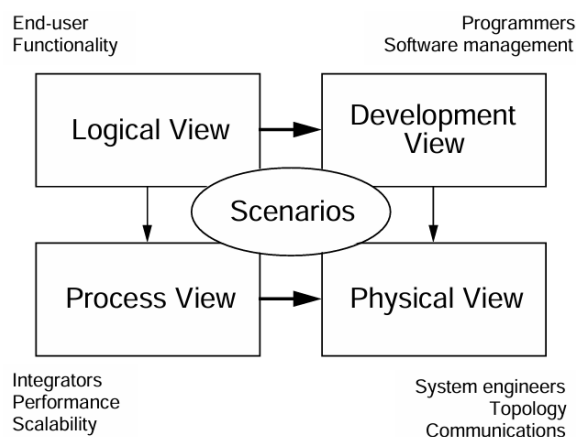


Figura 4.3: Modelo de Vistas "4+1"(Kruchten 1995)

4.1.4 Vista de Processos

Alguns casos de uso partilham entre si a mesma estrutura de interação representada nos diagramas da vista de processos. Exemplos disso são os casos de uso UC-01, UC-02, UC-03, UC-04 e UC-05, que seguem a sequência ilustrada na Figura 4.4, variando apenas no conceito de negócio específico que cada um aborda.

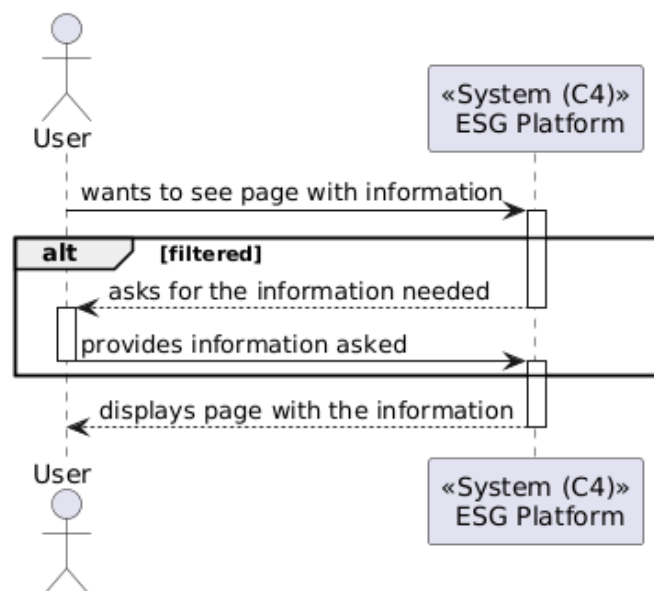


Figura 4.4: Vista de processos dos casos de uso de consulta/visualização e filtragem (Nível 1)

De igual forma, os respetivos diagramas de Nível 2 também partilham uma estrutura comum, diferenciando-se apenas na lógica de negócio subjacente. Esta semelhança é evidenciada na Figura 4.5, que exemplifica uma dessas variações mantendo a arquitetura processual de base.

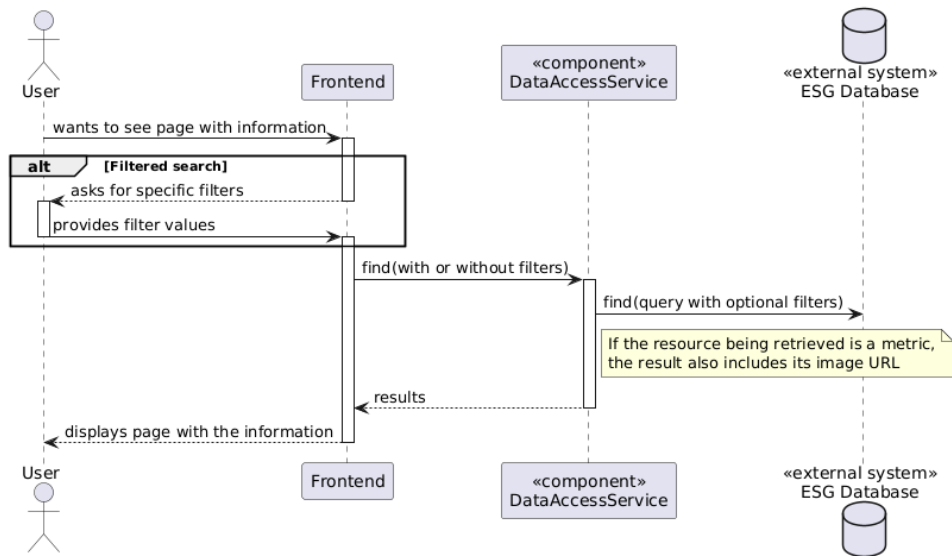


Figura 4.5: Vista de processos dos casos de uso de consulta/visualização e filtragem (Nível 2)

É no Nível 3 que se tornam evidentes as diferenças nos fluxos de interação, consoante os requisitos de cada funcionalidade. Como ilustrado na Figura 4.6, os casos de uso UC-01, UC-03 e UC-04 envolvem apenas o acesso à base de dados.

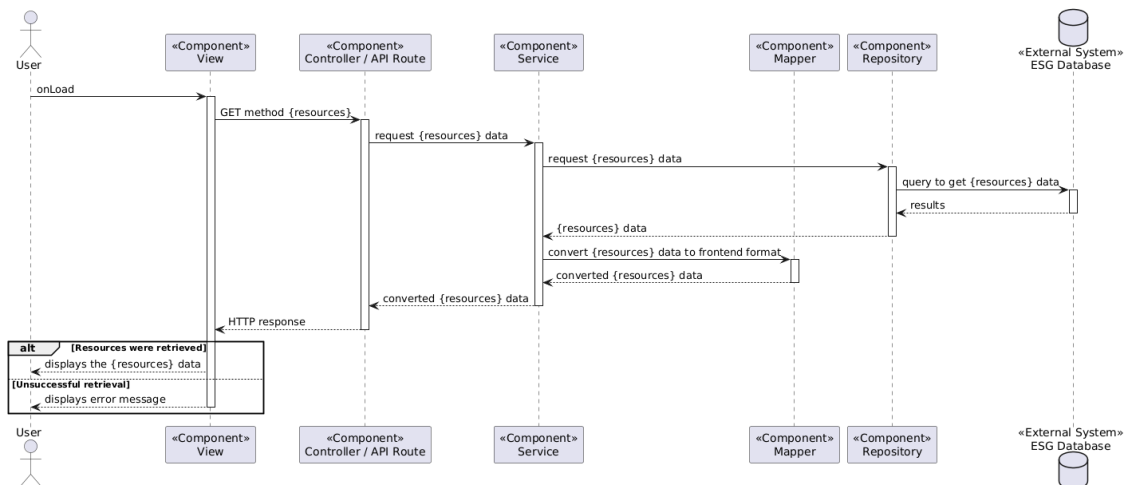


Figura 4.6: Vista de processos dos casos de uso de consulta (Nível 3)

Já o caso UC-05 (Figura 4.7) inclui também comunicação com o serviço de armazenamento na nuvem.

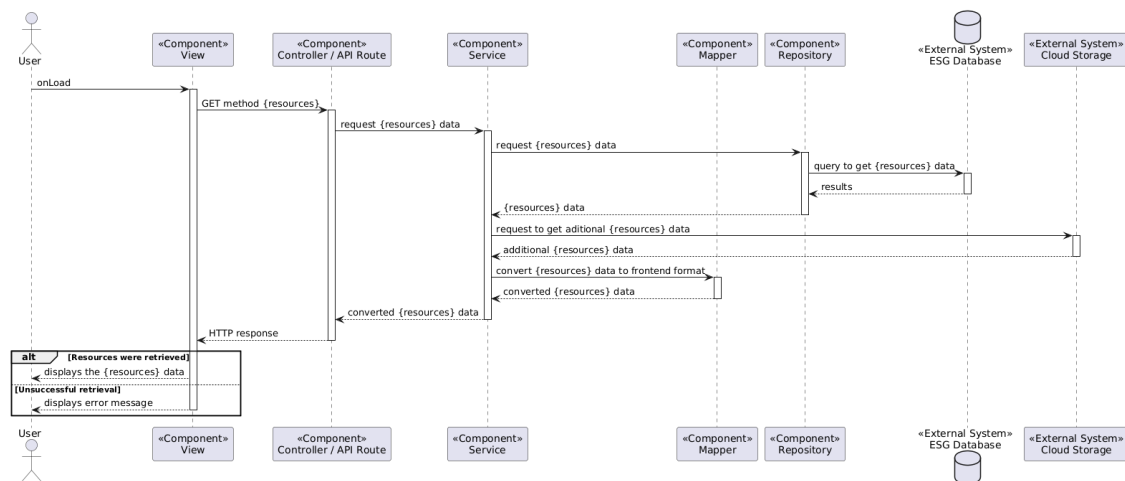


Figura 4.7: Vista de processo do caso de uso de consulta com acesso ao armazenamento na nuvem (Nível 3)

A UC-02 (Figura 4.8) distingue-se ainda por incluir uma etapa de filtragem adicional antes da obtenção dos dados.

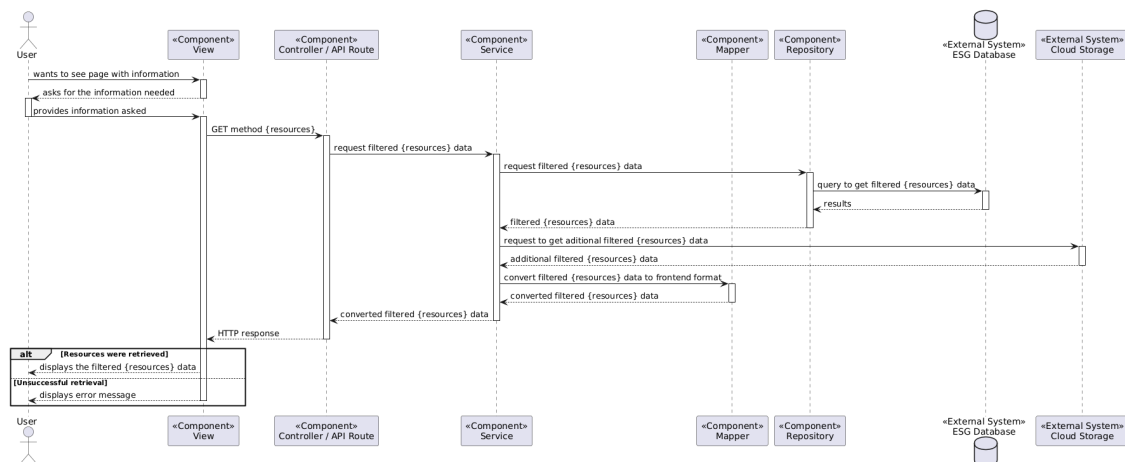


Figura 4.8: Vista de processo do caso de uso de filtragem (Nível 3)

Da mesma forma, no Nível 1, ambas os casos de uso UC-06 e UC-07 são bastante semelhantes, mudando apenas a lógica do negócio, como é ilustrado na Figura 4.9.

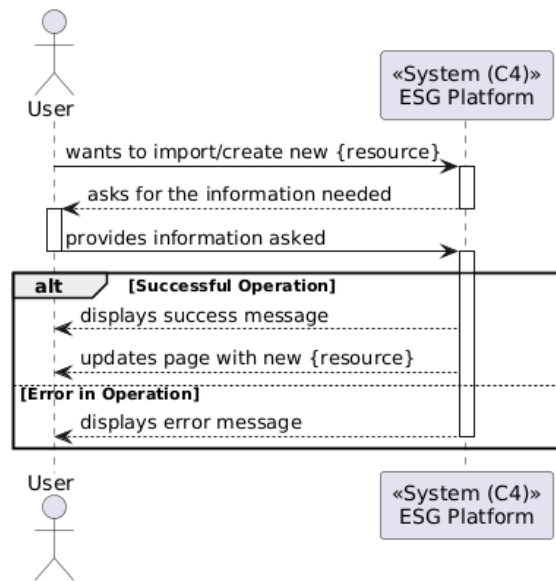


Figura 4.9: Vista de processo dos casos de uso de criação e importação (Nível 1)

A mesma tendência continua no nível seguinte, como é representado pela Figura 4.10.

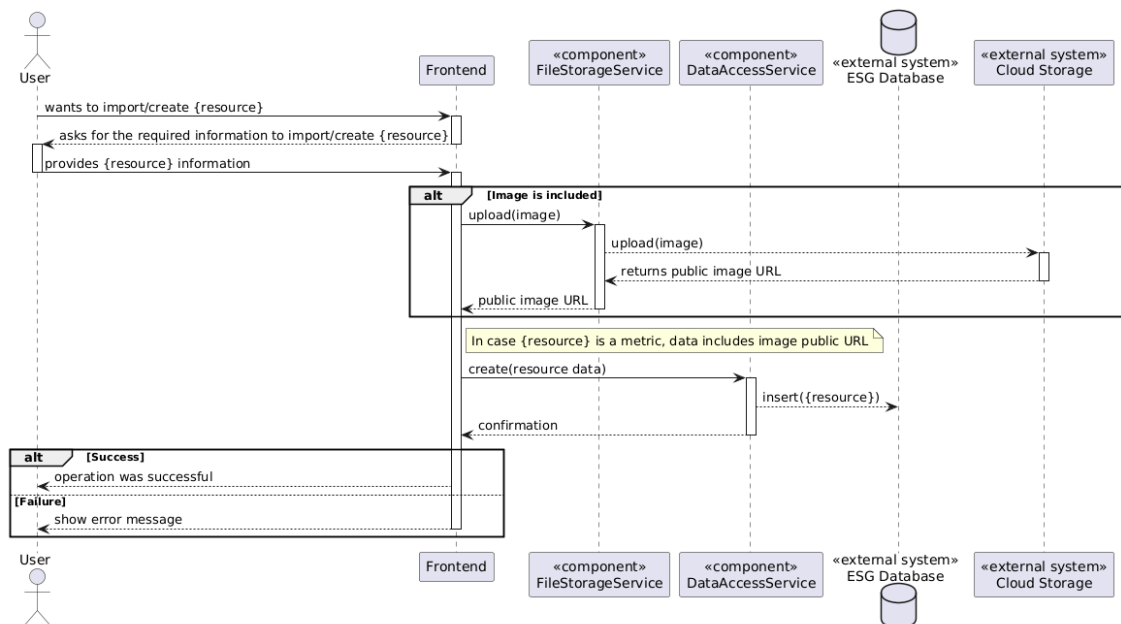


Figura 4.10: Vista de processo dos casos de uso de criação e importação (Nível 2)

A diferença no caso de uso UC-06 é realçada pelo diagrama de granularidade de Nível 3, como se pode ver na Figura 4.11.

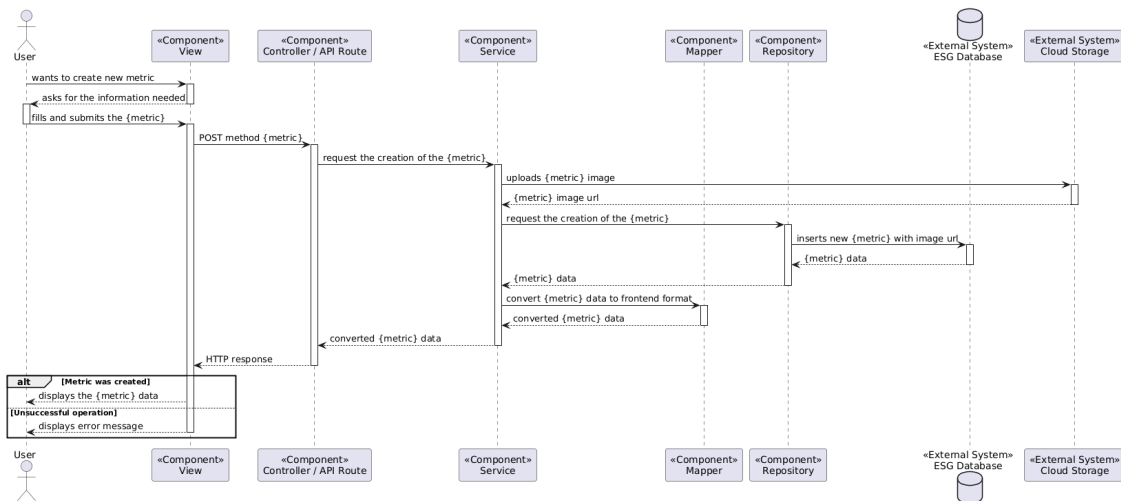


Figura 4.11: Vista de processo do caso de uso de criação de métricas (Nível 3)

De forma semelhante, o caso de uso UC-07 também apresenta essa distinção, evidenciada na Figura 4.12.

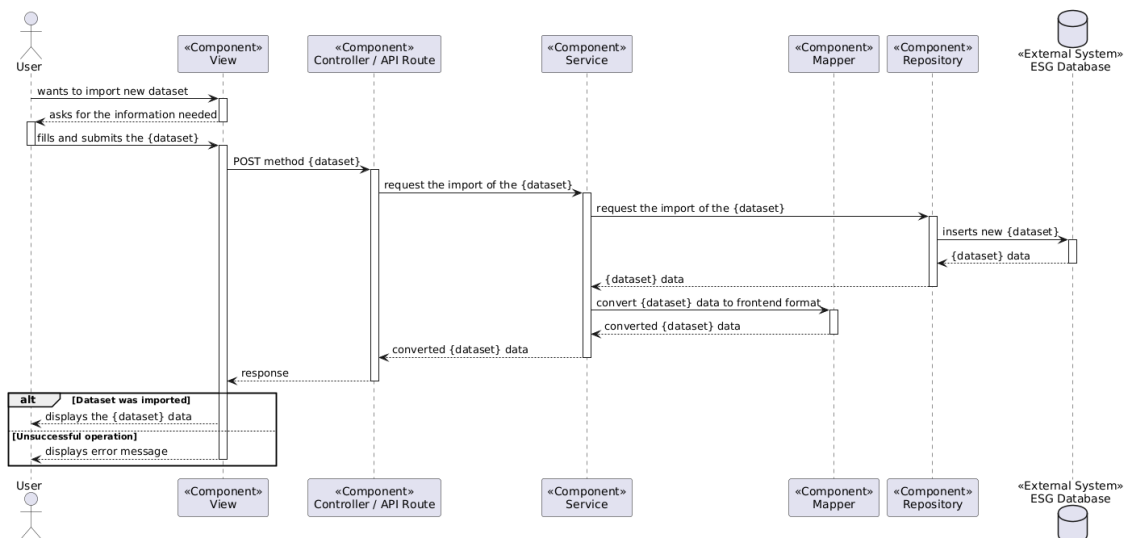


Figura 4.12: Vista de processo dos casos de uso de importação de dados (Nível 3)

4.1.5 Vista de Cenários

A vista de cenários, ilustrada pela Figura 4.13, compila os caso de usos principais. Esta vista é redundante, daí o "+1" na designação do modelo arquitetural (Kruchten 1995).

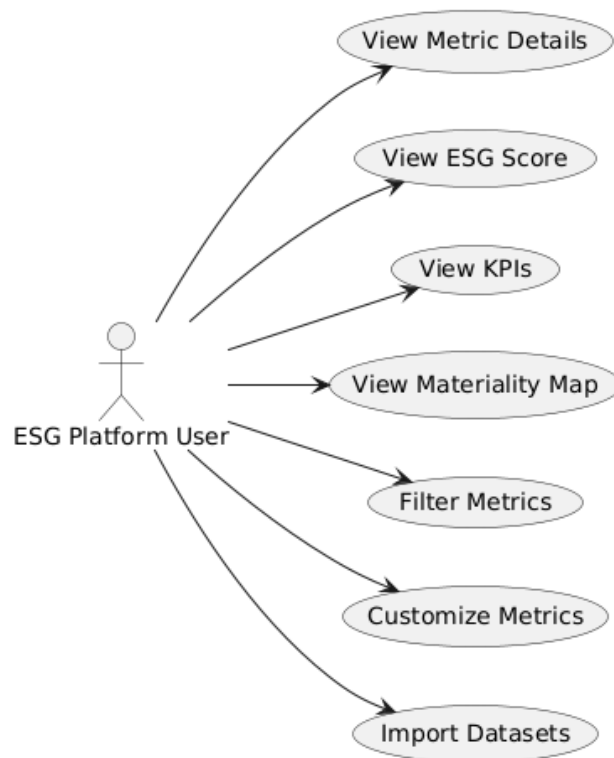


Figura 4.13: Vista de Cenários

4.1.6 Vista Lógica

Esta vista será abordada por vários diagramas correspondentes a sucessivos níveis de detalhe na representação lógica do sistema, iniciando-se pelo Nível 1, com a Figura 4.14, que permite entender o que o sistema disponibiliza, assim como que APIs consome.

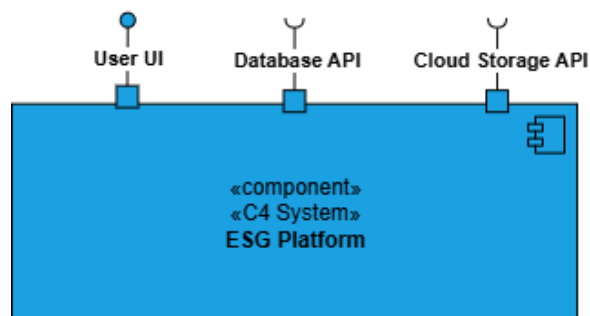


Figura 4.14: Vista Lógica (Nível 1)

A Figura 4.15 apresenta o Nível 2, oferecendo uma visão mais detalhada do sistema. Este nível inclui o contendor *Visualization*, responsável por disponibilizar a *User UI*, através da qual os utilizadores interagem com a aplicação. Este contendor consome duas APIs, a *Database API* e a *Cloud Storage API*, que, respetivamente, comunicam com a base de dados e com o serviço de armazenamento na nuvem.

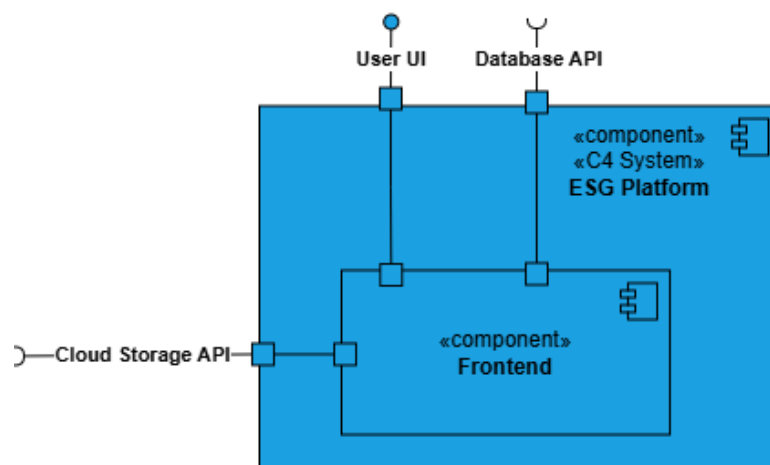


Figura 4.15: Vista Lógica (Nível 2)

Já o Nível 3 (Figura 4.16) representa os componentes que compõem os contentores do sistema, tornando mais claras as interações entre eles.

Observa-se que o contentor *Visualization* consome duas APIs: uma disponibilizada pelo *Database Provider* e outra pelo *Cloud Storage Provider*.

O *Cloud Storage Provider* é utilizado para armazenar ficheiros estáticos (como imagens) e gerar URLs de acesso público. Estes URLs são posteriormente armazenados na base de dados.

O *Database Provider*, por sua vez, utiliza uma base de dados relacional. A responsabilidade de persistir os dados, incluindo os URLs gerados, cabe ao contentor *Visualization*, que interage diretamente com ambas as APIs.

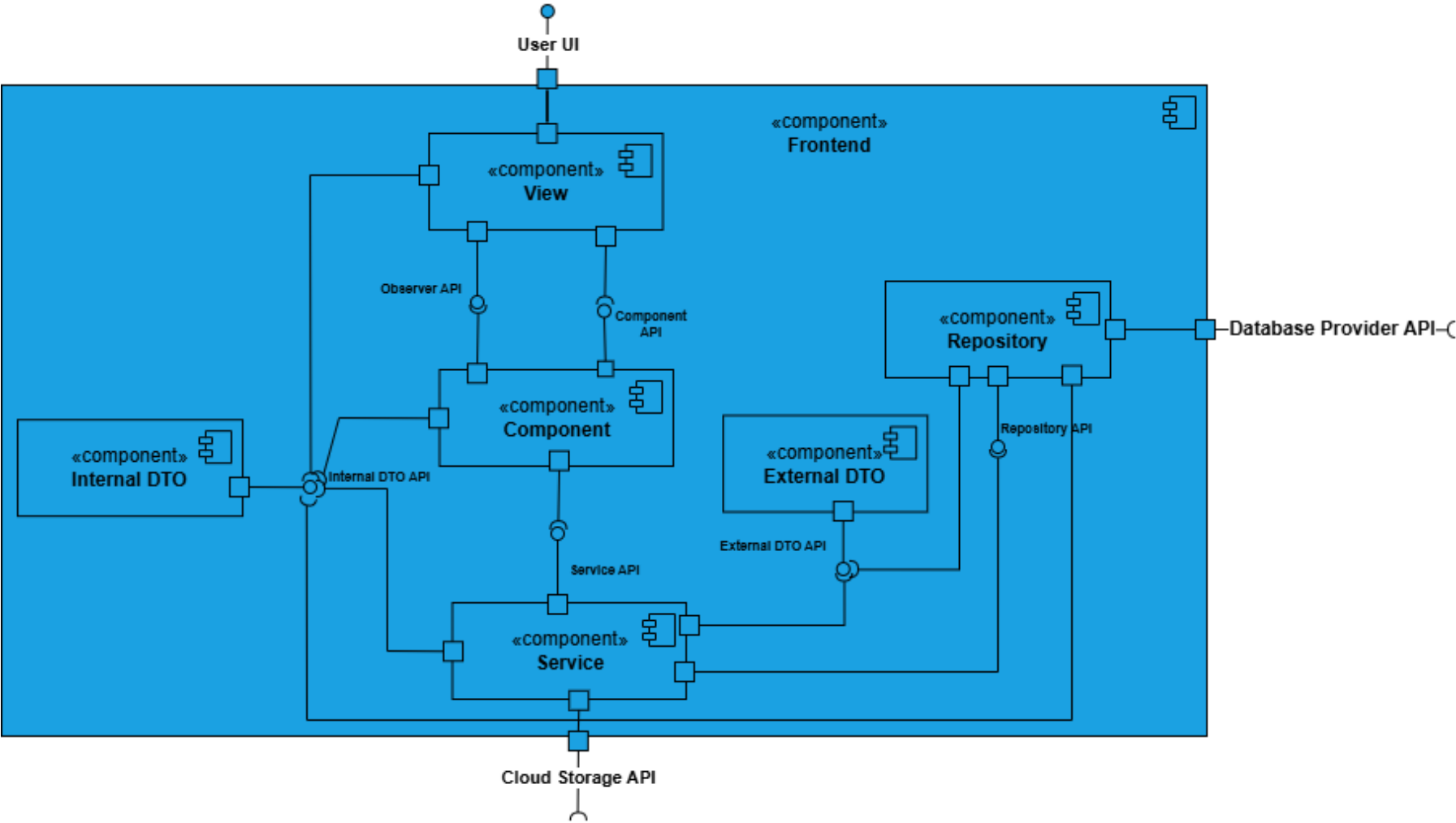


Figura 4.16: Vista Lógica (Nível 3)

4.1.7 Vista de Implementação

Semelhante à subseção anterior, esta vista será detalhada somente com um diagrama de Nível 3, representado pela Figura 4.17.

O Nível 1 não consta neste relatório por se tratar de uma representação demasiado abstrata, que pouco acrescentaria ao entendimento do sistema em questão. O Nível 2 não oferece nenhuma informação acrescida comparativamente ao diagrama do mesmo nível da vista lógica (Figura 4.15).

O Nível 3, de granularidade mais fina, elabora conteúdo do módulo *Frontend*, dando um maior entendimento não só na sua constituição mas também nas diferentes interações entre os seus elementos

A aplicação Plataforma ESG é constituída por uma React Single Page Application (SPA) para o *Frontend*, construída para suportar a geração atual de *browsers* para *desktop*.

Todas as ações realizadas pelos utilizadores têm origem no *Frontend*, que comunica com o *Database Provider* para obter ou inserir os dados necessários. No caso específico da criação de uma nova métrica, o *Frontend* interage adicionalmente com o *Cloud Storage Provider*, onde ocorre o *upload* da imagem representativa da respetiva métrica.

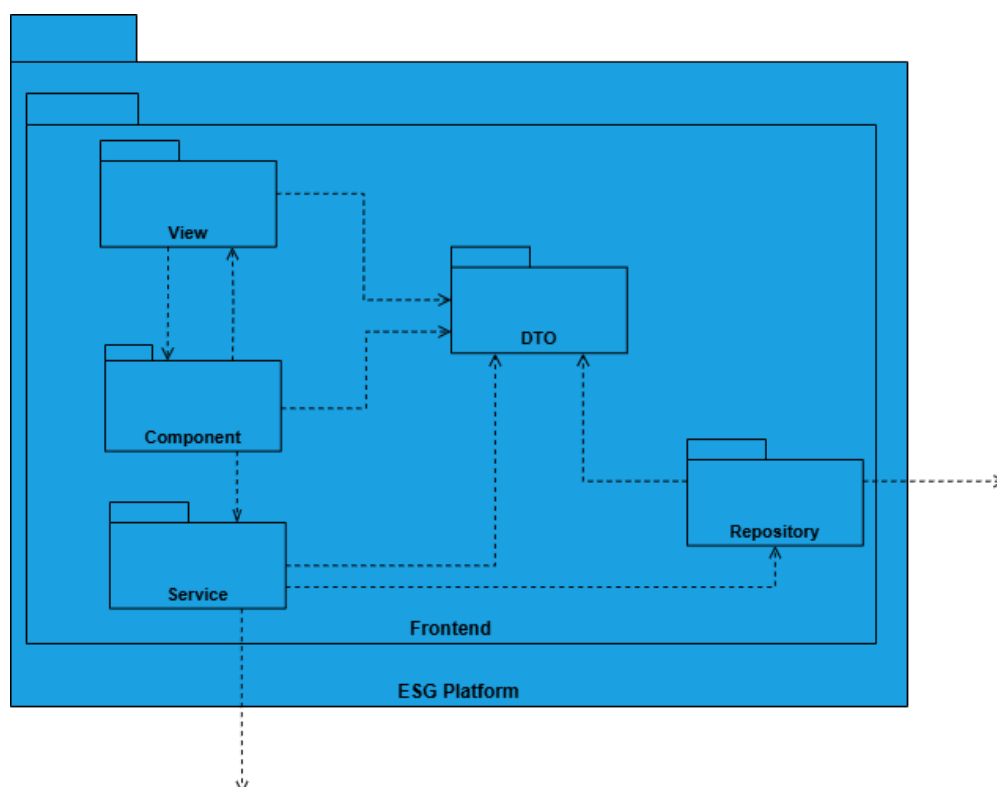


Figura 4.17: Vista de Implementação Nível 3

4.1.8 Vista Física

A vista física tem como objetivo mapear o *software* para o *hardware*, com ênfase nos requisitos não funcionais do sistema, como disponibilidade, confiabilidade (tolerância a falhas),

desempenho e escalabilidade (Kruchten 1995). A Figura 4.18 apresenta o diagrama de Nível 2 da vista física da solução desenvolvida.

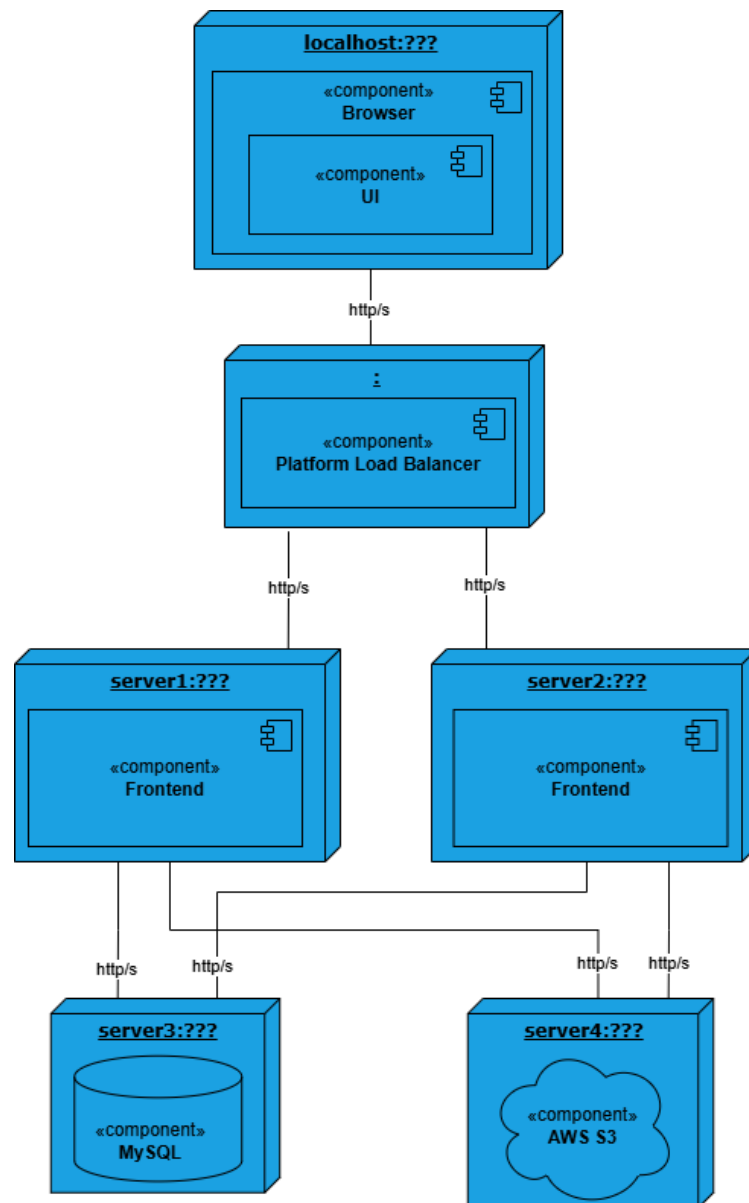


Figura 4.18: Diagrama de Nível 2 da vista física da solução

Os Load Balancers são responsáveis por distribuir o tráfego de forma dinâmica entre os servidores que compõem as camadas de *Visualization (frontend)* e *Data Management (backend)* (com base de dados). Estes atuam como intermediários entre os utilizadores e os servidores, assegurando uma distribuição equilibrada da carga, especialmente durante períodos de maior tráfego. Com isso, aumentam a disponibilidade e a resiliência do sistema: caso um servidor falhe, o tráfego é automaticamente redirecionado para outro servidor ativo (tolerância a falhas). Esta abordagem contribui ainda para a redução da latência e para evitar respostas inconsistentes da aplicação (F5 2025).

As comunicações entre os vários componentes são realizadas através de protocolo HTTP ou HTTPS.

4.2 Alternativa Arquitetural: DDD com Clean Architecture

Uma alternativa à arquitetura baseada nos modelos C4/4+1 seria o uso de *Domain-Driven Design* (DDD) combinado com os princípios da *Clean Architecture*. Esta abordagem também permite uma estrutura modular e escalável, alinhada aos limites naturais do domínio e preparada para futuras expansões.

Como mostra a Figura 4.19, o sistema é dividido em módulos independentes, cada um representando um conceito central da aplicação ESG: *Dataset*, *Metric*, *Objective*, *Pillar* e *Subarea*. Cada módulo encapsula as suas entidades, regras de negócio e casos de uso, comunicando-se com o exterior por meio de interfaces (*ports*), enquanto os adaptadores (como base de dados ou APIs) implementam essas interfaces.

A estrutura segue o modelo em anéis concêntricos da *Clean Architecture*, isolando o núcleo de domínio das dependências externas. Os casos de uso coordenam a lógica na camada de aplicação, e as camadas mais externas lidam com frameworks como *Prisma* ou *Next.js*.

Esta organização garante separação clara de responsabilidades, menor acoplamento, maior testabilidade e independência tecnológica — fatores que contribuem para um código mais limpo, coeso e sustentável.

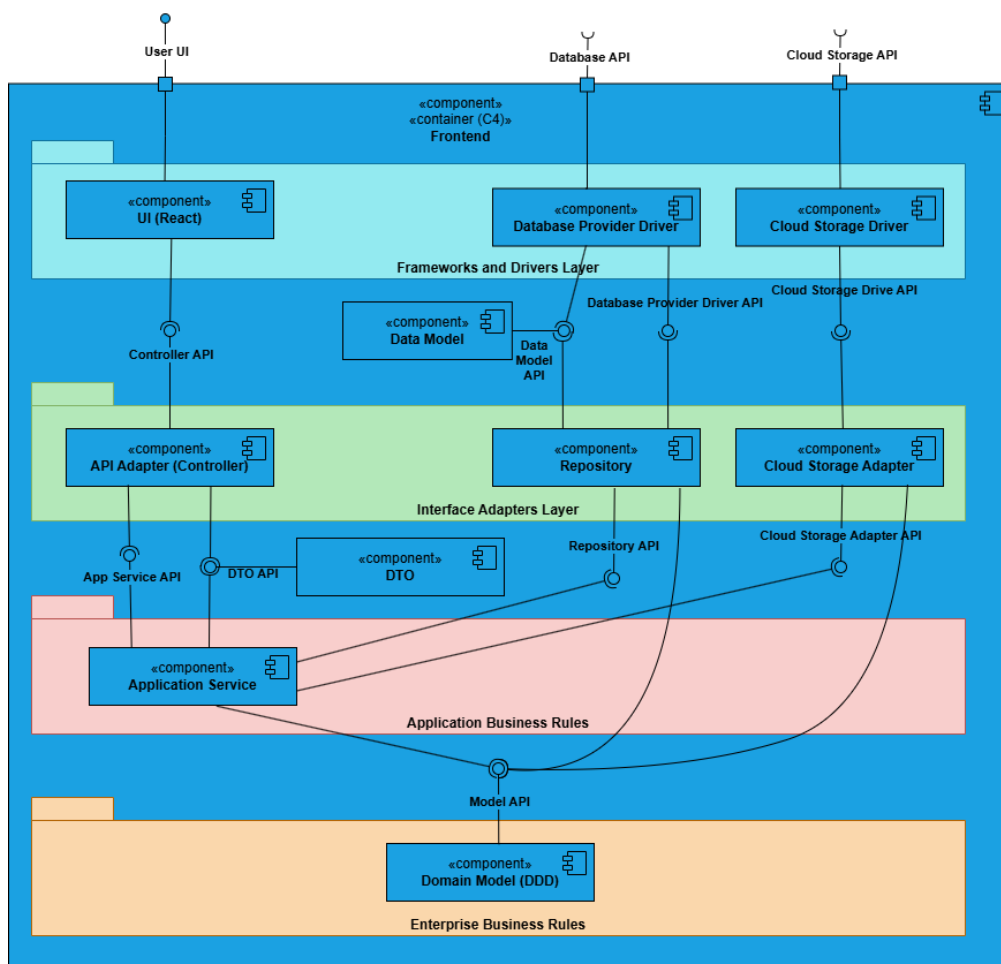


Figura 4.19: Diagrama de Nível 3 da vista lógica do *container Frontend* segundo uma arquitetura de camadas concêntricas

Bibliografia

- Adams, C et al. (2022). «The development and implementation of GRI Standards: practice and policy issues». Em: *Handbook of Accounting and Sustainability* (3), pp. 3–6. url: <http://go.qub.ac.uk/oa-feedback>.
- Antolín-López, Raquel. e Natalia. Ortiz-de-Mandojana (2023). *Measuring and disclosing Environmental, Social and Governance (ESG) information and performance*. Rel. téc. European Commision. doi: 10.2760/864272. url: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC131932> (acedido em 04/04/2025).
- Asif, Muhammad, Cory Searcy e Pavel Castka (out. de 2023). «ESG and Industry 5.0: The role of technologies in enhancing ESG disclosure». Em: *Technological Forecasting and Social Change* 195 (23), pp. 1–12. issn: 0040-1625. doi: 10.1016/J.TECHFORE.2023.122806.
- Aydoğmuş, Mahmut, Güzhan Gülay e Korkmaz Ergun (dez. de 2022). «Impact of ESG performance on firm value and profitability». Em: *Borsa Istanbul Review* 22, pp. 2–8. issn: 2214-8450. doi: 10.1016/J.BIR.2022.11.006.
- Berg, Florian, Julian F Kölbel e Roberto Rigobon (nov. de 2022). «Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings». Em: *Review of Finance* 26 (6), pp. 1315–1344. issn: 1572-3097. doi: 10.1093/ROF/RFAC033. url: <https://dx.doi.org/10.1093/rof/rfac033>.
- Brown, Simon (2025). *Home | C4 model*. url: <https://c4model.com/> (acedido em 06/06/2025).
- Brown, Simon e Thomas Betts (2018). *The C4 Model for Software Architecture - InfoQ*. url: <https://www.infoq.com/articles/C4-architecture-model> (acedido em 31/05/2025).
- Burnaev, Evgeny et al. (ago. de 2023). «Practical AI Cases for Solving ESG Challenges». Em: *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 12731* 15 (17), pp. 1–15. issn: 2071-1050. doi: 10.3390/SU151712731. url: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/17/12731/htm%20https://www.mdpi.com/2071-1050/15/17/12731>.
- Carlson, Debbie (2021). *Mentions of 'ESG' and Sustainability are Being Made on Thousands of Corporate Earnings Calls*. url: <https://www.marketwatch.com/story/mentions-of-esg-and-sustainability-are-being-made-on-thousands-of-corporate-earnings-calls-11626712848> (acedido em 25/03/2025).
- Cohen, D., M. Lindvall e P. Costa (2004). «An Introduction to Agile Methods». Em: *Advances in Computers* 62, pp. 14–16. doi: 10.1016/S0065-2458(03)62001-2.
- Cohen, Gil (2023). «The impact of ESG risks on corporate value». Em: *Review of Quantitative Finance and Accounting* 60, pp. 1451–1468. doi: 10.1007/s11156-023-01135-6. url: <https://doi.org/10.1007/s11156-023-01135-6>.
- Cruz, Carolina Almeida e Florinda Matos (fev. de 2023). «ESG Maturity: A Software Framework for the Challenges of ESG Data in Investment». Em: *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 2610* 15 (3), pp. 2–10. issn: 2071-1050. doi: 10.3390/SU15032610. url: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2610/htm%20https://www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2610>.

- DevScope (2025). *Solutions*. url: <https://devscope.net/solutions/> (acedido em 17/03/2025).
- F5 (2025). *What Is a Load Balancer? | F5*. url: <https://www.f5.com/glossary/load-balancer> (acedido em 30/04/2025).
- Fang, Mingyue, Huihua Nie e Xinyi Shen (jan. de 2023). «Can enterprise digitization improve ESG performance?» Em: *Economic Modelling* 118 (22), pp. 1–15. issn: 0264-9993. doi: 10.1016/J.ECONMOD.2022.106101.
- Goswami, Kuntal, Mohammed Kazi Saidul Islam e Winton Evers (2023). «A Case Study on the Blended Reporting Phenomenon: A Comparative Analysis of Voluntary Reporting Frameworks and Standards—GRI, IR, SASB, and CDP». Em: *International Journal of Sustainability Policy and Practice* 19 (2), pp. 35–64. issn: 23251182. doi: 10.18848/2325-1166/CGP/V19I02/35-64. url: https://www.researchgate.net/publication/373122132_A_Case_Study_on_the_Blended_Reporting_Phenomenon_A_Comparative_Analysis_of_Voluntary_Reporting_Frameworks_and_Standards-GRI_IR_SASB_and_CDP.
- GRI (2025a). *GRI - GRI Standards English Language*. url: <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/> (acedido em 04/04/2025).
- (2025b). *GRI - Sector Program*. url: <https://www.globalreporting.org/standards/sector-program/> (acedido em 04/04/2025).
- GRI e SASB (2021). *A Practical Guide to Sustainability Reporting Using GRI and SASB Standards PARTIES INVOLVED*. Rel. téc. Global Reporting Initiative e Sustainability Accounting Standards Board, pp. 5–37. (Acedido em 28/03/2025).
- IBM (2025). *Environmental Intelligence | IBM*. url: <https://www.ibm.com/products/environmental-intelligence> (acedido em 04/04/2025).
- Kim, Soohun e Aaron S Yoon (abr. de 2022). «Analyzing Active Fund Managers' Commitment to ESG: Evidence from the United Nations Principles for Responsible Investment». Em: *Management Science* 69 (2), pp. 7–9. issn: 1526-5501. url: <https://doi.org/10.1287/mnsc.2022.4394>.
- Kruchten, Philippe B. (1995). «The 4+1 View Model of Architecture». Em: *IEEE Software* 12 (6), pp. 42–50. issn: 07407459. doi: 10.1109/52.469759. url: https://www.researchgate.net/publication/220018231_The_41_View_Model_of_Architecture.
- Krueger, Philipp et al. (dez. de 2024). «The Effects of Mandatory ESG Disclosure Around the World». Em: *Journal of Accounting Research* 62 (5), pp. 1795–1847. issn: 1475-679X. doi: 10.1111/1475-679X.12548. url: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1475-679X.12548>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1475-679X.12548>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1475-679X.12548>.
- Lano, Kevin e Sobhan Yassipour Tehrani (out. de 2023). *Introduction to Software Architecture: Innovative Design using Clean Architecture and Model-Driven Engineering*. Also available under ISBN 3031441435. url: https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=gO3aEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=clean+architecture+software&ots=sVLMwINN2n&sig=N0anb1HBC8hsEHrwWLQp6bgrPvo&redir_esc=y#v=onepage&q=clean%20architecture%20software&f=false (acedido em 09/06/2025).
- Luque-Vílchez, Mercedes et al. (jul. de 2023). «Key aspects of sustainability reporting quality and the future of GRI». Em: *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal* 14 (4), pp. 637–659. issn: 2040803X. doi: 10.1108/SAMPJ-03-2023-0127/FULL/PDF.
- Martin, Robert C. (ago. de 2012). *Clean Coder Blog*. url: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html> (acedido em 09/06/2025).

- ONU (2025). *What is the UN Global Compact | UN Global Compact*. url: <https://unglobalcompact.org/what-is-gc> (acedido em 31/03/2025).
- onValues (out. de 2005). *Investing for Long-Term Value Integrating environmental, social and governance value drivers in asset management and financial research-A state-of-the-art assessment*. Rel. téc. International Finance Corporation, pp. 8–10. (Acedido em 07/04/2025).
- Patel, N. (2025). *Metodologia ágil: O que é, ferramentas e como aplicar*. url: <https://neilpatel.com/br/blog/metodologia-agil/> (acedido em 21/03/2025).
- PixInvent (2025). *Vuexy - Bootstrap HTML Admin Template - PixInvent*. url: <https://pixinvent.com/vuexy-bootstrap-html-admin-template/> (acedido em 30/04/2025).
- Pizzi, Simone, Salvatore Principale e Elbano de Nuccio (nov. de 2023). «Material sustainability information and reporting standards. Exploring the differences between GRI and SASB». Em: *Meditari Accountancy Research* 31 (6), pp. 1654–1674. issn: 20493738. doi: 10.1108/MEDAR-11-2021-1486/FULL/XML.
- Pollman, Elizabeth (2024). «THE MAKING AND MEANING OF ESG». Em: *Harvard Business Law Review* 14 (2), pp. 404–418. url: https://journals.law.harvard.edu/hblr/wp-content/uploads/sites/87/2024/10/04_HLB_14_2_Elizabeth-Pollman.pdf.
- PRI (2017). *A BLUEPRINT FOR RESPONSIBLE INVESTMENT RESPONSIBLE INVESTORS SUSTAINABLE MARKETS A PROSPEROUS WORLD FOR ALL*. url: <https://www.unpri.org/about-us/a-blueprint-for-responsible-investment> (acedido em 31/03/2025).
- Rau, P. Raghavendra e Ting Yu (mar. de 2024). «A survey on ESG: investors, institutions and firms». Em: *China Finance Review International* 14 (1), pp. 3–33. issn: 20441401. doi: 10.1108/CFRI-12-2022-0260.
- React (2025). *React*. url: <https://react.dev/> (acedido em 04/04/2025).
- SAP (2025). *Características do SAP Sustainability Control Tower*. url: <https://www.sap.com/portugal/products/scm/sustainability-control-tower/features.html> (acedido em 04/04/2025).
- SASB (2025a). *About us - SASB*. url: <https://sasb.ifrs.org/about/> (acedido em 04/04/2025).
- (2025b). *Find your industry - SASB*. url: <https://sasb.ifrs.org/find-your-industry/> (acedido em 30/04/2025).
- Schiemann, Frank e Raphael Tietmeyer (nov. de 2022). «ESG Controversies, ESG Disclosure and Analyst Forecast Accuracy». Em: *International Review of Financial Analysis* 84 (37), pp. 102–373. issn: 1057-5219. doi: 10.1016/J.IRFA.2022.102373.
- Schwarzmueller, Maximilian (dez. de 2022). *React Key Concepts: Consolidate your knowledge of React's core features*. Packt Publishing Ltd, pp. 1–49. isbn: 9781803240480.
- Tsui, Frank, Orlando Karam e Barbara Bernal (2022). *Essentials of software engineering*. Jones & Bartlett Learning.
- Vuexy (2025). *Choosing Between Starter Kit and Full Package | Vuexy - MUI Next.js Admin Dashboard Template*. url: <https://demos.pixinvent.com/vuexy-nextjs-admin-template/documentation/docs/guide/overview/starter-kit-vs-full-package> (acedido em 30/04/2025).
- Wakode, R. B., L. P. Raut e P. Talmale (fev. de 2015). «Overview on Kanban Methodology and its Implementation». Em: *International Journal of Engineering Research and Technology* 3.2, pp. 1–4.
- Wang, Ni et al. (out. de 2023). «How do ESG practices create value for businesses? Research review and prospects». Em: *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*

- 15 (5), pp. 1155–1177. issn: 2040-8021. doi: 10.1108/SAMPJ-12-2021-0515. url: <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-12-2021-0515>.
- Whelan, Tensie et al. (2021). *ESG and Financial Performance: Uncovering the Relationship by Aggregating Evidence from 1,000 Plus Studies Published between 2015–2020*. Rel. téc. NYU Stern Center for Sustainable Business e Rockefeller Asset Management, pp. 3–4. url: https://www.stern.nyu.edu/sites/default/files/assets/documents/NYU-RAM_ESG-Paper_2021.pdf (acedido em 02/04/2025).
- Workiva (2025). *Workiva Platform | Integrated GRC, ESG & Financial Reporting*. url: <https://www.workiva.com/en-nl/platform> (acedido em 04/04/2025).