



**TECNOLOGIA
SETÚBAL**

ESCOLA SUPERIOR
POLITÉCNICO SETÚBAL

JOÃO PEDRO
LELINHO DE
VASCONCELOS
CARVALHO
GOMES

**Digitalização da Gestão de
Despesas de Deslocação na
Administração Pública:
Desenvolvimento e Avaliação de
uma Plataforma no Caso de Estudo
ANE+EF**

Relatório de Dissertação do Mestrado em
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na
Área de Especialização de Computadores e
Sistemas de Ciberfísicos

ORIENTADOR

Professor Doutor Rui Neves Madeira

Dezembro 2025

JOÃO PEDRO
LELINHO DE
VASCONCELOS
CARVALHO
GOMES

**Digitalização da Gestão de
Despesas de Deslocação na
Administração Pública:
Desenvolvimento e Avaliação de
uma Plataforma no Caso de Estudo
ANE+EF**

JÚRI

Presidente: Doutor, Prof. Filipe Duarte dos Santos
Cardoso, ESTSetúbal/IPS

Orientador: Doutor, Prof. Rui Miguel Neves
Gonçalves Madeira, ESTSetúbal/IPS

Arguente: Doutor, Prof. Pedro Emanuel Alburquerque
e Baptista dos Santos, ESTSetúbal/IPS

Dezembro 2025

“Apenas porque uma coisa funciona,
não quer dizer que ela não possa ser aprimorada.”
Letitia Wright

Agradecimentos

Esta dissertação é mais do que um trabalho académico; é o resultado de muito esforço, resiliência e, acima de tudo, do apoio de pessoas extraordinárias que acreditaram em mim.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Rui Madeira, cuja orientação foi decisiva. Obrigado pela visão crítica e pela clareza com que guiou este projeto, elevando a qualidade do meu trabalho e ajudando-me a evoluir profissionalmente.

À Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF), agradeço a oportunidade de contextualizar este estudo num cenário real. O vosso contributo foi essencial para passar da teoria à prática com confiança.

Não poderia deixar de agradecer aos professores do Instituto Politécnico de Setúbal pela inspiração, e aos meus colegas de curso, que foram parceiros de desafios e de momentos de descontração fundamentais para manter o equilíbrio.

Uma palavra de apreço também para o meu atual contexto profissional. Ao meu coordenador, Rui Borralho, e a toda a minha equipa, agradeço sinceramente o acolhimento, o apoio e a enorme compreensão que demonstraram durante esta fase exigente de finalização da tese, permitindo-me conciliar os desafios profissionais com esta meta académica.

Por fim, o meu agradecimento mais sentido vai para a minha esfera pessoal. À minha família, pelo suporte incondicional. À minha namorada e à minha enteada, o meu eterno obrigado. Vocês foram o meu suporte emocional, oferecendo paciência e força sempre que o cansaço surgia. Esta conquista é, também, vossa.

Resumo

A presente dissertação desenvolve uma solução digital integrada para a gestão de despesas de deslocação Travel & Expense na Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF), respondendo à necessidade de modernizar processos até então assentes em registos manuais, fragmentados e pouco eficientes. Estes constrangimentos comprometiam a rastreabilidade, a conformidade e a eficiência operacional, exigindo uma abordagem inovadora que garantisse a digitalização, normalização e automatização de todo o ciclo de vida da despesa.

A solução proposta assenta numa arquitetura moderna e escalável, composta por uma aplicação móvel desenvolvida em Flutter, um portal web administrativo e um backend em Node.js/Express, suportado pelos serviços cloud do Firebase. Esta arquitetura centraliza regras de negócio, assegura coerência e segurança dos dados, e permite gerir equipas, perfis de utilizador, estados da despesa e processos hierárquicos de aprovação, integrando ainda um sistema de auditoria detalhado que regista todas as ações críticas ao longo do fluxo.

A avaliação de usabilidade foi realizada através do System Usability Scale (SUS), envolvendo utilizadores com perfis distintos. A solução obteve uma pontuação média de 78,6, acima do limiar de aceitabilidade internacional, revelando elevada aceitação e facilidade de utilização. Observou-se ainda uma avaliação particularmente positiva por parte dos perfis de decisão (chefes, coordenadores e administradores), refletindo a eficácia do portal web e dos fluxos de aprovação implementados.

Os resultados demonstram que a transformação digital dos processos Travel & Expense é exequível, benéfica e alinhada com as orientações nacionais de modernização administrativa. Embora a solução ainda não tenha sido testada em cenários de carga intensiva ou integrada com sistemas financeiros externos, os resultados obtidos evidenciam o seu potencial de adoção. Trabalho futuro deverá incluir a expansão da avaliação a um universo mais alargado de utilizadores, a integração com sistemas contabilísticos da Administração Pública e a incorporação de mecanismos avançados de automatização e validação inteligente de despesas.

Palavras-chave: Transformação Digital, Administração Pública, Gestão de Despesas de Deslocação, Plataforma Digital, Usabilidade, Computação Móvel, Flutter.

Abstract

This dissertation presents an integrated digital solution for managing Travel & Expense processes at the Erasmus+ National Agency for Education and Training (ANE+EF), addressing the need to modernize procedures that were previously based on manual, fragmented and inefficient records. These limitations compromised traceability, compliance and operational efficiency, requiring an innovative approach capable of ensuring the digitalization, standardization and automation of the entire expense lifecycle.

The proposed solution is built on a modern and scalable architecture composed of a mobile application developed in Flutter, an administrative web portal, and a Node.js/Express backend supported by Firebase cloud services. This architecture centralizes business rules, ensures data consistency and security, and enables the management of teams, user profiles, expense states and hierarchical approval processes. It also integrates a detailed audit system that records all critical actions throughout the workflow.

Usability evaluation was conducted using the System Usability Scale (SUS), involving users with different profiles. The solution achieved an average score of 78.6, above the internationally accepted usability threshold, indicating high levels of acceptance and ease of use. The evaluation was particularly positive among decision-making profiles (team leaders, coordinators and administrators), reflecting the effectiveness of the web portal and the implemented approval flows.

The results demonstrate that the digital transformation of Travel & Expense processes is feasible, beneficial and aligned with national guidelines for administrative modernization. Although the solution has not yet been tested under intensive load scenarios or integrated with external financial systems, the results highlight its strong adoption potential. Future work should include expanding the evaluation to a broader set of users, integrating the system with Public Administration accounting platforms, and incorporating advanced mechanisms for automation and intelligent expense validation.

Keywords: Digital Platform, Digital Transformation, Flutter, Mobile Computing, Public Administration, Travel Expense Management, Usability

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
Lista de Siglas e Acrónimos	ix
1. Introdução	1
1.1. Contextualização do Problema.....	1
1.2. A Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação	2
1.3. Motivação	5
1.4. Objetivos do Estudo.....	7
1.5. Contribuições da Dissertação	8
1.6. Metodologia	9
1.7. Estrutura do Documento	9
2. Transformação Digital e Plataformas T&E: Revisão de Literatura	11
2.1. Estatísticas detalhadas da GBTA.....	11
2.2. Plataformas Existentes	13
2.3. Enquadramento da Transformação Digital na Administração Pública Portuguesa	15
2.4. Gestão Digital de Despesas	16
2.5. Modelos de Aprovação Hierárquica em Sistemas Organizacionais	17
2.6. Tecnologias e Plataformas de Desenvolvimento.....	20
2.6.1. Tecnologias <i>Cross-Platform</i>	20
2.6.2. Análise Comparativa - <i>Backends</i> para Aplicações Modernas.....	22
2.6.3. Bases de Dados em Nuvem (DBaaS) e Persistência de Dados	23
2.6.4. Plataforma <i>Backend-as-a-Service</i> (BaaS): <i>Firebase</i>	24
2.7. Plataformas de Gestão de Despesas	25
2.8. Síntese Comparativa.....	27
2.8.1. Principais conclusões.....	27
2.8.2. Padrões e lacunas identificadas	28
2.8.3. Justificação das Escolhas Tecnológicas	29
2.8.4. Considerações finais.....	30
3. Arquitetura da Solução	31
3.1. Visão Geral do Sistema	31
3.1.1. Contexto e Objectivos	31

3.1.2.	Metodologia Técnica de Desenvolvimento.....	32
3.1.3.	Fluxos Funcionais de Alto Nível.....	35
3.2.	Modelo de Dados	37
3.2.1.	Princípios de Modelação	37
3.2.2.	Coleções Principais.....	37
3.2.3.	Modelo Conceptual do Sistema	38
3.2.4.	Detalhe Estrutural e Convenções de Dados.....	39
3.2.5.	Relações e Integridade e Estratégia de Consistência	39
3.2.6.	Estratégia de indexação no <i>Cloud Firestore</i>	40
3.2.7.	Síntese e Ciclo de Vida da Despesa	40
3.3.	<i>Backend – Node.js + Express</i>	41
3.3.1.	Arquitetura e organização do código.....	41
3.3.2.	Autenticação e gestão de credenciais.....	42
3.3.3.	Autorização por papéis e âmbito organizacional.....	42
3.3.4.	Rastreabilidade e evidências.....	42
3.3.5.	Superfície HTTP por domínios.....	43
3.4.	Portal <i>Web</i> Administrativo	44
3.5.	Aplicação Mobile (Flutter)	46
3.6.	Considerações de Segurança	48
4.	Solução Final: Plataforma Integrada T&E	50
4.1.	Aplicação Móvel (<i>Flutter</i>)	50
4.1.1.	Acesso e navegação	50
4.1.2.	Perfil do utilizador	52
4.1.3.	Criação, anexos e submissão de despesas	53
4.1.4.	Decisão (aprovar/rejeitar) e histórico visível	54
4.1.5.	Acesso a relatórios (perfis autorizados).....	55
4.1.6.	Relatórios e Análises	57
4.1.7.	Definições da aplicação.....	58
4.1.8.	Termos, Privacidade e Suporte na Aplicação	59
4.1.9.	Contactar Suporte — canal institucional de pedidos.....	61
4.2.	Portal <i>Web</i> Administrativo (<i>HTML/JS + Node.js</i>).....	62
4.2.1.	Criação de utilizadores	62
4.2.2.	Consulta de utilizadores e exportações	63
4.2.3.	Gestão de equipas.....	64
4.2.4.	Atribuição de coordenadores por equipa	64

4.2.5.	Lista de equipas e responsáveis	65
4.2.6.	Detalhe de utilizador e ações administrativas	66
4.3.	<i>Backend (Node.js/Express)</i>	67
5.	Avaliação	70
5.1.	Caracterização da Amostra.....	70
5.2.	Resultados SUS	74
5.3.	Análise Segmentada	77
5.4.	Síntese	82
6.	Conclusões	84
	Bibliografia	87
	Anexos.....	90

Lista de Figuras

Figura 1-1 - Organograma da ANE+EF Fonte: [1]	3
Figura 1-2 - Posicionamento e funções da ANE+EF no Programa Erasmus+ Fonte: Elaboração Própria	4
Figura 2-1 - Evolução da digitalização da Administração Pública em Portugal. Fonte: Elaboração Própria	16
Figura 2-2 - Exemplo de fluxo de aprovação hierárquica para gestão de despesas. Fonte: Elaboração Própria	19
Figura 3-1 - Ciclo de desenvolvimento Fonte: Elaboração Própria	33
Figura 3-2 - Fluxo de Aprovação Despesa ANE+EF	34
Figura 3-3 - Diagrama Arquitetural da Solução Fonte: Elaboração Própria	36
Figura 3-4 - Modelo conceptual do sistema Travel Expenses Fonte: Elaboração Própria	38
Figura 3-5 - Mapa de relações e restrições Fonte: Elaboração Própria	39
Figura 3-6 - Ciclo de vida da despesa Fonte: Elaboração Própria	40
Figura 3-7 - Mapa funcional do Portal Web Administrativo Fonte: Elaboração Própria	44
Figura 3-8 - Mapa de navegação da App Móvel (Flutter) Fonte: Elaboração Própria	46
Figura 4-1 - Ecrã de Autenticação e Área Dashboard	51
Figura 4-2 - Perfil do utilizador com identificação e associações organizacionais	52
Figura 4-3 – Formulário e detalhe da criação de uma nova despesa	53
Figura 4-4 - Lista de pendentes do Chefe de Equipa	54
Figura 4-5 - Justificação obrigatória Coordenador e Despesa Aprovada (Visão Utilizador)	55
Figura 4-6 – Gestão e edição de utilizadores	56
Figura 4-7 – Histórico e detalhe de acitividades	57
Figura 4-8 - Relatórios e Análises	58
Figura 4-9 - Definições da aplicação	59
Figura 4-10 - Termos e Privacidade da aplicação	60
Figura 4-11 - Contactar Suporte: formulário de pedido e envio	61
Figura 4-12 - Formulário de criação de Utilizador	63
Figura 4-13 - Utilizadores existentes	63
Figura 4-14 - Painel de equipas	64
Figura 4-15 - Atribuição de coordenadores	65
Figura 4-16 - Lista de equipas e responsáveis	66
Figura 4-17 - Detalhe de utilizador e ações administrativas	67
Figura 5-1 - Papel na organização	71
Figura 5-2 - Dispositivo principal de uso da solução	71
Figura 5-3 - Frequência de utilização da aplicação móvel	72
Figura 5-4 - Frequência de utilização do portal web administrativo	72
Figura 5-5 - Experiência prévia com plataformas digitais de registo de despesas	73
Figura 5-6 - Número médio de despesas submetidas por mês	73
Figura 5-7 - Distribuição das pontuações SUS	75
Figura 5-8 - Média SUS por Função	77
Figura 5-9 - Média SUS por Dispositivo	78
Figura 5-10 - Interação Função vs. Dispositivo	79
Figura 5-11 - Média de acesso à aplicação móvel	80
Figura 5-12 - Média de acesso ao portal administrativo	81

Lista de Tabelas

Tabela 2.1-1 - Indicadores de referência (T&E) e conformidade Fonte: Elaboração Própria	12
Tabela 2.2-1 - Matriz qualitativa de decisão das plataformas T&E analisadas	14
Tabela 2.4-1 - Diferenças entre processos manuais e digitais na gestão de despesas. Fonte: Elaboração Própria	17
Tabela 2.6-1 - Comparação entre Flutter, React Native e desenvolvimento nativo. Fonte: Elaboração Própria	21
Tabela 2.7-1 - Comparação das plataformas analisadas. Fonte: Elaboração Própria	26
Tabela 5.2-1 - Estatísticas globais do SUS.....	74
Tabela 5.3-1 - Proporção de SUS por Função e Dispositivo	79

Lista de Siglas e Acrónimos

ACID	<i>Atomicity, Consistency, Isolation, Durability</i>
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
ANE+EF	Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação
API	<i>Application Programming Interface</i>
BaaS	<i>Backend-as-a-Service</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
DBaaS	<i>Database-as-a-Service</i>
DGAEP	Direção-Geral da Administração e do Emprego Público
DL	Decreto-Lei
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETDAP	Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública
GBTA	<i>Global Business Travel Association</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
I/O	<i>Input/Output</i>
IA	Inteligência Artificial
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MFA	<i>Multi-Factor Authentication</i>
NoSQL	<i>Not Only SQL</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>

PaaS	<i>Platform-as-a-Service</i>
RBAC	<i>Role-Based Access Control</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SAP	<i>Systems, Applications, and Products</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SIMPLEX	Programa de Simplificação Administrativa
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TLS	<i>Transport Layer Security</i>
UID	<i>Unique Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

1. Introdução

A gestão de despesas de viagens e deslocações profissionais (*Travel & Expense* – T&E) constitui uma função administrativa transversal a entidades públicas e privadas, com impacto direto na eficiência operacional, na conformidade regulamentar e na transparência processual. Em organismos públicos, estas exigências são particularmente críticas, dado o enquadramento legal rigoroso e a necessidade de assegurar rastreabilidade e prestação de contas perante entidades nacionais e europeias.

Na Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF), o volume de mobilidades, reuniões técnicas e eventos implica deslocações regulares de técnicos, avaliadores e gestores. A gestão destas deslocações, quando suportada por processos manuais e suporte físico, tende a gerar redundâncias, assimetrias na aplicação das regras, risco de perda documental e dificuldades na monitorização do ciclo de vida das despesas.

A presente dissertação enquadra o desenvolvimento e a avaliação de uma solução digital integrada para a gestão de T&E na ANE+EF, articulando uma aplicação móvel, um portal web administrativo e um *backend* centralizado. O objetivo é substituir o circuito manual por fluxos digitais auditáveis, alinhados com o quadro legal aplicável e com as metas de modernização administrativa definidas para a Administração Pública.

1.1. Contextualização do Problema

A gestão de despesas de deslocação na Administração Pública rege-se pelo Decreto-Lei n.º 106/98, de 24 de abril, na sua redação consolidada [2] e pelas orientações complementares da Direção-Geral da Administração e do Emprego Público (DGAEP) [3]. Estes instrumentos definem critérios de elegibilidade, limites, documentação justificativa e princípios de instrução dos processos.

Apesar deste enquadramento normativo claro, a ANE+EF dependia de procedimentos essencialmente manuais, incluindo troca de e-mails, digitalização dispersa de comprovativos e validações assíncronas. Estas práticas resultavam em dificuldades na verificação de completude, assimetrias na aplicação de regras internas e um esforço administrativo desproporcional para garantir conformidade.

A adoção de uma solução digital surge, assim, como resposta estratégica para reforçar a rastreabilidade das decisões, a consistência documental e a eficiência do circuito administrativo, alinhando a gestão interna com as prioridades nacionais de simplificação e interoperabilidade [7] [8].

1.2.A Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação

A Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF) constitui a entidade em Portugal mandatada para a execução e gestão do Programa Erasmus+ nos domínios da educação e da formação, abrangendo especificamente os setores da Educação Escolar, Ensino e Formação Profissional, Educação de Adultos e Ensino Superior. Na sua qualidade de estrutura de missão integrada na administração indireta do Estado, a Agência opera com autonomia administrativa e financeira, garantindo a aproximação do Programa aos beneficiários nacionais e assegurando a aplicação rigorosa das normas e procedimentos inerentes.

No enquadramento operacional europeu, as Agências Nacionais constituem o braço executivo e descentralizado do Programa Erasmus+ nos países participantes, sendo responsáveis pela gestão descentralizada das ações elegíveis. As suas competências essenciais, definidas pela Comissão Europeia e detalhadas no Guia do Programa Erasmus+ 2025 [4] , englobam:

- **Apoio e Divulgação:** Fornecer informação e apoio especializado às entidades candidatas.
- **Seleção:** Receber, avaliar e classificar as candidaturas apresentadas.
- **Contratualização:** Decidir sobre a atribuição e formalizar o financiamento concedido.
- **Monitorização:** Acompanhar a execução técnica e financeira dos projetos.
- **Controlo:** Promover mecanismos de auditoria e assegurar o rigor na prestação de contas.

Em termos estritamente funcionais, as responsabilidades da ANE+EF estão alinhadas com este mandato e com os objetivos estratégicos do Programa Erasmus+ 2021–2027. Tais responsabilidades incluem a gestão de candidaturas e contratos, a prestação de apoio técnico e capacitação, a avaliação da execução de projetos, a condução de atividades de verificação e auditoria, e a dinamização da mobilidade europeia de diversos intervenientes (estudantes, docentes, formandos e técnicos), em articulação com a Comissão Europeia e as instituições participantes.

A organização interna da ANE+EF reflete a diversidade das suas áreas de intervenção e a necessidade institucional de coordenação entre as equipas técnicas, os níveis de coordenação intermédia e a direção executiva. A estrutura hierárquica e as principais áreas funcionais da Agência estão devidamente representadas no seu organograma, conforme ilustrado na Figura 1-1 [1] .

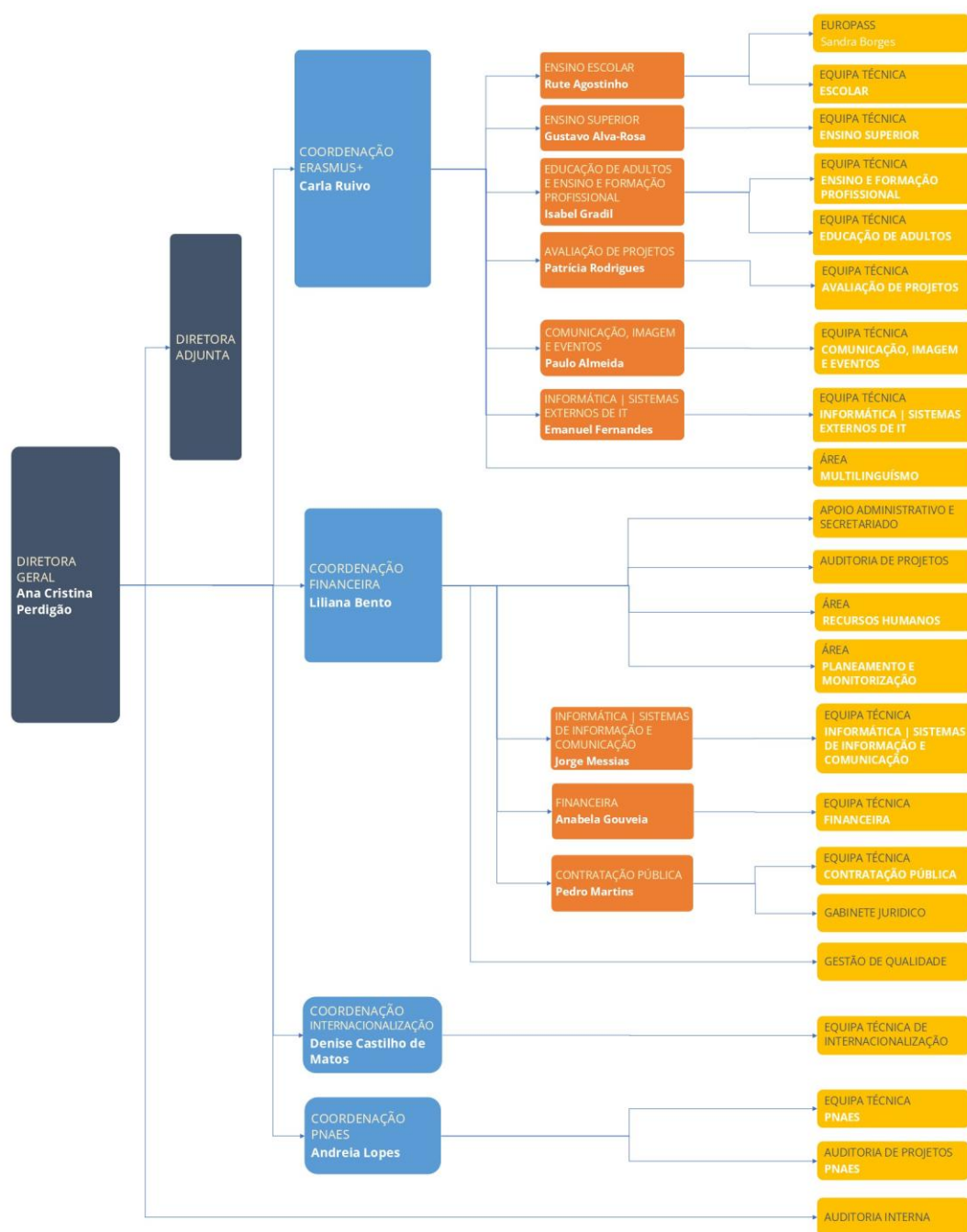
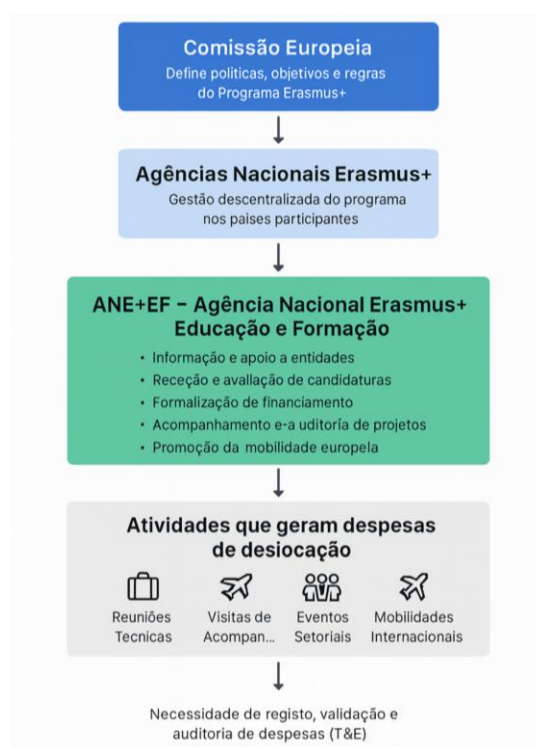


Figura 1-1 - Organograma da ANE+EF
Fonte: [1]

A natureza destas atividades implica uma recorrência de deslocações, tanto a nível nacional como internacional, para a realização de reuniões técnicas, visitas de acompanhamento e eventos setoriais. Este fluxo de atividades gera um volume significativo de comprovativos (recibos, bilhetes, faturas) que devem satisfazer, em simultâneo, as exigências

regulamentares europeias e as normativas nacionais de elegibilidade e reporte. Esta dupla conformidade exige processos rigorosos e detalhados de registo, validação e arquivo.

A Figura 1-2 sintetiza o posicionamento da ANE+EF no ecossistema Erasmus+, ilustrando as suas funções primárias e as atividades que diretamente originam despesas de deslocação, evidenciando a ligação causal com a problemática *Travel & Expense* (T&E) que será explorada nos subcapítulos subsequentes.



*Figura 1-2 - Posicionamento e funções da ANE+EF no Programa Erasmus+
Fonte: Elaboração Própria*

(Legenda: Enquadramento europeu, responsabilidades nacionais e atividades que originam despesas de deslocação, justificando a pertinência de uma solução digital integrada de T&E.)

Conforme sintetizado na Figura 1-2, o posicionamento estratégico da ANE+EF no ecossistema Erasmus+, conjugado com a natureza intrínseca das suas responsabilidades funcionais, resulta na geração de um volume considerável de deslocações e despesas inerentes. A gestão deste volume exige, imperativamente, elevado rigor, rastreabilidade e estrita conformidade com os quadros legais e as diretrizes estratégicas aplicáveis. É precisamente a partir desta necessidade operacional e regulamentar que se fundamenta a motivação central para o desenvolvimento de uma solução digital integrada, a qual será apresentada em detalhe no subcapítulo subsequente.

1.3. Motivação

A estrutura operacional e o posicionamento da ANE+EF no ecossistema Erasmus+, estabelecem uma correlação direta com um volume significativo de deslocações e despesas associadas. A gestão destas despesas, quando ainda suportada por processos manuais e papel-centrados, acarreta riscos sistémicos e ineficiências operacionais que se tornam particularmente críticos num organismo com responsabilidades de financiamento, auditoria e reporte a instâncias nacionais e europeias.

A experiência operacional demonstra que este modelo tradicional induz problemas recorrentes, nomeadamente o extravio de recibos, o preenchimento redundante de formulários e a reintrodução manual de dados em diferentes etapas. Tais falhas resultam na ausência de *feedback* em tempo real sobre o estado da tramitação das despesas. Na perspetiva da gestão, esta consolidação manual atrasa a tomada de decisão, fragiliza o controlo interno e dificulta a demonstração de conformidade regulamentar.

Esta perceção é corroborada por estudos internacionais, como os da *Global Business Travel Association* (GBTA), que indicam que aproximadamente 19% dos relatórios de despesa apresentam erros ou omissões, estimando que a correção acarreta um custo médio de 52 USD (cerca de 48€) e 18 minutos adicionais de trabalho. Num contexto de elevado volume de mobilidades, este impacto acumulado traduz-se em custos e tempos organizacionais substanciais [5] .

No plano estratégico, a persistência desta dependência do papel contraria as prioridades estabelecidas no âmbito da Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública 2021–2026 (ETDAP), do programa SIMPLEX 2025 e da Reforma do Estado. Estes instrumentos reiteram a urgência de eliminar a burocracia desnecessária e promover sistemas com interoperabilidade e rastreabilidade. Desta forma, o desenvolvimento de uma solução digital integrada para a gestão de T&E na ANE+EF constitui o imperativo estratégico e operacional para alinhar as práticas da Agência com estes princípios de modernização administrativa.

Neste enquadramento de necessidades operacionais e diretrizes estratégicas, a motivação para o desenvolvimento da solução proposta estrutura-se em três eixos centrais:

- **Eficiência Operacional:** Redução dos tempos de ciclo de processamento das despesas e mitigação do retrabalho administrativo.
- **Qualidade e Conformidade:** Aumento da completude, da fiabilidade e da aderência regulamentar dos registos e dos dados de suporte.

- **Transparência e Rastreabilidade:** Garantia de evidência auditável e inalterável de todas as ações e transações efetuadas no sistema.

A solução concebida materializa esta proposta de valor através de uma arquitetura tecnológica tripartida: uma aplicação móvel (desenvolvida em *Flutter/Dart*), um Portal Web de Gestão (em *Node.js/Express*) e um serviço de *backend* baseado em *Firebase (Firestore e Storage)*, complementado por registos de auditoria detalhados. O sistema visa substituir integralmente o circuito manual por fluxos digitais e auditáveis, aplicando validações automáticas coerentes com as regras internas e o enquadramento legal, suportando aprovações hierárquicas e disponibilizando relatórios reproduzíveis. Desta forma, a intervenção proposta responde simultaneamente às necessidades operacionais da ANE+EF e às metas nacionais de modernização da Administração Pública.

Objetivos do Estudo e da Solução

O objetivo geral deste trabalho de investigação e desenvolvimento é conceber, implementar e avaliar uma solução digital integrada, robusta e aderente ao quadro legal, destinada à gestão de despesas de deslocação (*Travel & Expense – T&E*) na Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF).

Para atingir este propósito, a solução assenta numa arquitetura moderna, combinando uma aplicação móvel *cross-platform* (desenvolvida em *Flutter/Dart*), um portal administrativo *web* (em *Node.js/Express*) e um serviço *backend* suportado por *Firebase/Google Cloud* (utilizando *Firestore* para dados transacionais e *Firebase Storage* para a gestão de ficheiros).

Os objetivos específicos que orientam o desenvolvimento desta solução são:

1. **Desmaterialização e Conformidade:** Substituir o circuito administrativo papel-centrado por um processo digital auditável, assegurando a conformidade regulamentar e a segregação de funções.
2. **Segurança e Acesso:** Implementar um mecanismo de autenticação seguro no servidor (com recurso a *hashing bcrypt*) e estabelecer um controlo de acesso baseado em papéis (RBAC), formalizando os perfis (*user, team_leader, coordinator, admin*).
3. **Gestão do Ciclo de Vida:** Formalizar o ciclo de vida das despesas através de um modelo de estados (*draft, submitted, approved, rejected*) e implementar um fluxo de aprovação hierárquico em dois níveis que espelhe a prática organizacional.
4. **Experiência Móvel:** Desenvolver o cliente móvel para permitir o registo imediato e *on-the-go* de despesas, incluindo a captura de comprovativos (imagem/PDF) com validações básicas de dados obrigatórios e tipologias.

5. **Controlo Administrativo:** Disponibilizar no portal *web* as funcionalidades de revisão, decisão com comentários e histórico, e a capacidade de criação de relatórios e exportações reprodutíveis (CSV/PDF) que sejam consistentes com o estado e os filtros visualizados.
6. **Auditoria e Rastreabilidade:** Garantir a referenciação consistente entre documentos e ficheiros e manter registos de auditoria detalhados em coleções dedicadas, capturando a ação, o autor, o *timestamp* e as alterações entre versões para cada evento relevante.

O modelo de estados e a parametrização rigorosa de permissões no *backend* formalizam o controlo interno e a segregação de funções essenciais em contextos de fiscalização e auditoria.

1.4. Objetivos do Estudo

O presente trabalho tem como objetivo geral conceber, implementar e avaliar uma solução digital integrada para a gestão de despesas de deslocação (Travel & Expense – T&E) na Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF), assegurando a normalização dos procedimentos internos, a conformidade com o enquadramento legal aplicável e a modernização administrativa do processo.

Para concretizar este objetivo geral, definiram-se os seguintes objetivos específicos, que orientam o desenvolvimento da solução:

- **Analisar criticamente o processo institucional existente**, identificando limitações, redundâncias, riscos de não conformidade e necessidades de uniformização na gestão de despesas de deslocação.
- **Definir uma arquitetura tecnológica moderna e escalável**, integrando aplicação móvel, portal web administrativo e backend centralizado, suportado em serviços cloud.
- **Formalizar o ciclo de vida das despesas**, estabelecendo um modelo de estados e um fluxo de aprovação hierárquico coerente com a prática organizacional da ANE+EF.
- **Desenvolver a aplicação móvel**, garantindo o registo imediato de despesas, a captura de comprovativos digitais e a validação básica dos dados submetidos.
- **Implementar o portal web administrativo**, assegurando funcionalidades de revisão, decisão, histórico de ações, gestão de utilizadores e exportações reprodutíveis (CSV/PDF).

- **Integrar mecanismos robustos de segurança**, incluindo autenticação baseada em servidor, controlo de acesso por papéis (RBAC) e registos de auditoria detalhados.
- **Avaliar a usabilidade e adequação da solução** através da aplicação do System Usability Scale (SUS), utilizando a sua versão original (Brooke, 1996) e a tradução validada para português (Martins et al., 2015), envolvendo diferentes perfis de utilizadores da ANE+EF.

Estes objetivos articulam-se de forma coerente com a necessidade institucional de modernização dos processos de T&E, sustentando a criação de uma solução digital que melhore a eficiência, a rastreabilidade, a conformidade e a experiência de utilização.

1.5. Contribuições da Dissertação

A presente dissertação resulta de um processo de investigação e desenvolvimento centrado na modernização da gestão de despesas de deslocação (T&E) na Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação. Para além da implementação técnica da solução, o trabalho desenvolvido procura responder a necessidades institucionais concretas, contribuir para a melhoria dos processos administrativos e gerar conhecimento aplicável a outras entidades da Administração Pública com desafios semelhantes.

As contribuições desta dissertação estruturam-se em três eixos fundamentais, que refletem tanto a dimensão tecnológica como o impacto organizacional e a avaliação centrada nos utilizadores.

1. **Modernização e normalização do processo institucional**, substituindo procedimentos manuais, fragmentados e baseados em papel por fluxos digitais completos e auditáveis, reforçando a eficiência, rastreabilidade e conformidade administrativa.
2. **Desenvolvimento de uma solução multiplataforma moderna e escalável**, composta por aplicação móvel, portal web e backend centralizado, possibilitando a automação do processo T&E na ANE+EF e constituindo uma prova de conceito replicável por outras entidades da Administração Pública com necessidades semelhantes.
3. **Avaliação centrada nos fatores humanos**, envolvendo diferentes perfis de utilizadores (operacionais, chefias intermédias e administração) e demonstrando elevada aceitação, facilidade de utilização e adequação dos fluxos implementados, medida através da aplicação do System Usability Scale (SUS).

1.6. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho seguiu uma abordagem estruturada e iterativa, alinhada com os objetivos de análise, desenvolvimento e avaliação da solução proposta. Numa primeira fase, procedeu-se ao levantamento detalhado dos requisitos funcionais e não funcionais, envolvendo a análise do processo institucional existente na ANE+EF, do enquadramento legal aplicável e das necessidades identificadas pelos diferentes perfis de utilizadores.

Com base nesta análise inicial, foi definida a arquitetura global da solução e o modelo conceptual que orientaria os desenvolvimentos subsequentes. A implementação seguiu um modelo incremental, permitindo validar em ciclos sucessivos as funcionalidades essenciais, recolher feedback contínuo e ajustar a solução aos requisitos operacionais da Agência.

A validação da solução envolveu a realização de testes funcionais e de consistência, assegurando o correto funcionamento dos fluxos de submissão, aprovação e registo de atividades. A avaliação da usabilidade foi conduzida com utilizadores reais, recorrendo ao instrumento System Usability Scale (SUS), na sua versão original de Brooke (1996) e na tradução validada para português (Martins et al., 2015), permitindo medir a perceção de facilidade de utilização e adequação funcional do sistema.

Os detalhes técnicos relativos ao modelo de dados, à arquitetura tecnológica, às etapas de desenvolvimento e à operacionalização da avaliação são apresentados no Capítulo 3, onde a metodologia é descrita de forma mais aprofundada.

1.7. Estrutura do Documento

O presente documento encontra-se estruturado para proporcionar uma progressão lógica e coerente da investigação e desenvolvimento, conduzindo o leitor desde o enquadramento inicial do problema até às conclusões e às propostas de trabalho futuro.

O documento encontra-se organizado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 — Introdução:** Apresenta a motivação, o problema institucional, os objetivos e as contribuições da dissertação.
- **Capítulo 2 — Transformação Digital e Plataformas T&E: Revisão de Literatura:** Aborda a literatura relevante, estatísticas internacionais, plataformas existentes e enquadramento técnico.

- **Capítulo 3 — Implementação da Plataforma:** Descreve a metodologia técnica, a arquitetura e o processo de desenvolvimento.
- **Capítulo 4 — Solução Final: Plataforma Integrada T&E:** Apresenta a plataforma final, componentes e funcionalidades.
- **Capítulo 5 — Avaliação:** Detalha o processo e os resultados de avaliação da usabilidade.
- **Capítulo 6 — Discussão:** Interpreta os resultados e discute implicações técnicas e institucionais.
- **Capítulo 7 — Conclusões e Trabalho Futuro:** Resume o trabalho realizado, as contribuições, limitações e propostas de evolução.

2. Transformação Digital e Plataformas T&E: Revisão de Literatura

O presente capítulo foi desenvolvido com base numa revisão crítica e sistemática da literatura, de documentação técnica e de fontes institucionais relevantes para o domínio da gestão de despesas (*Travel & Expense* – T&E) no setor público.

A seleção das plataformas comerciais analisadas (*SAP Concur*, *Fyle*, *Yokoy* e *Expensify*) baseou-se em critérios de representatividade no mercado internacional, diversidade funcional das abordagens e disponibilidade de documentação pública. Adicionalmente, as tecnologias de desenvolvimento foram selecionadas com base na sua popularidade, maturidade, compatibilidade com o ambiente de aplicações móveis e capacidade de integração eficiente com serviços em nuvem (*cloud*). A análise comparativa considerou fontes primárias, artigos técnicos, estudos de caso e comparações independentes publicadas entre 2023 e 2025.

Esta abordagem metodológica permitiu identificar padrões consolidados, lacunas estratégicas nas soluções de mercado e oportunidades de inovação na gestão T&E, as quais fundamentam a proposta de solução e as opções de arquitetura apresentadas no capítulo subsequente.

2.1. Estatísticas detalhadas da GBTA

A realidade operacional observada na ANE+EF enquadra-se num padrão amplamente documentado em estudos setoriais, tanto a nível nacional como internacional, que demonstram que os processos manuais de gestão de despesas acarretam custos substanciais, maior propensão a erros e fragilidades críticas na rastreabilidade e na conformidade. No plano internacional, a Global Business Travel Association (GBTA) estima que aproximadamente 19% dos relatórios de despesa apresentam erros ou informação omissa. A correção de cada relatório inconsistente implica um custo médio de 48€ e 18 minutos adicionais de trabalho [5]. Extrapolados para um volume elevado de deslocações, estes valores quantificam as perdas significativas de tempo e recursos organizacionais.

A literatura distingue de forma clara os cenários manuais dos automatizados. As sínteses publicadas pela Levvel Research / PayStream Advisors demonstram que, enquanto o custo médio de processamento por relatório se situa entre 26.63 USD e 27 USD em processos manuais, este valor desce para cerca de 6.85 USD em processos totalmente digitalizados [6], representando reduções diretas superiores a 70%.

No contexto nacional, auditorias do Tribunal de Contas Europeu e do Tribunal de Contas Português identificaram fragilidades relevantes[10]. Foi registada uma taxa de erro de 36%

nas despesas de coesão auditadas entre 2017 e 2022, um valor muito acima do limiar de materialidade de 2% definido pela União Europeia. As principais causas de erro incluem a inclusão de despesas inelegíveis, incumprimento de regras de contratação pública e falhas na prova documental. As recomendações convergem na necessidade de reforçar controlos internos, rastreabilidade e mecanismos de conformidade.

Estas evidências reforçam as prioridades nacionais expressas na Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública 2021–2026 (ETDAP) e no SIMPLEX 2025, que destacam a desmaterialização, a simplificação administrativa e a interoperabilidade enquanto pilares para modernizar a gestão de recursos públicos.

A Tabela 2.1-1, sintetiza os principais indicadores de referência, cruzando dados internacionais e nacionais relevantes para o contexto T&E. Os dados demonstram o potencial de eficiência associado à automação, conjugado com o peso significativo de erros e inconformidades nos processos manuais do setor público.

Tabela 2.1-1 - Indicadores de referência (T&E) e conformidade
Fonte: Elaboração Própria

Indicador	Valor/Intervalo	Fonte	Âmbito
Relatórios de despesa com erro	~19%	GBTA [5]	Internacional
Tempo médio para corrigir um relatório com erro	~18 min	GBTA [5]	Internacional
Custo para corrigir um relatório com erro	~52 USD (≈ €48)	GBTA [6]	Internacional
Custo médio por relatório (processo manual)	~26,63–27 USD	<i>Levvel Research/PayStream Advisors</i> [6]	Internacional
Custo médio por relatório (processo automatizado)	~6,85 USD	<i>Levvel Research/PayStream Advisors</i> [7]	Internacional
Taxa de erro em despesas de coesão (2017-2022)	36%	Tribunal de Contas Europeu [10]	Portugal
Principais causas de erro	Despesas inelegíveis, incumprimento de regras de contratação pública, falhas de documentação	Tribunal de Contas Europeu / Tribunal de Contar (PT) [7] [11]	Portugal
Recomendações para o setor público	Reforço de controlos internos, rastreabilidade e prova documental.	Tribunal de Contas Europeu / Tribunal de Contar (PT) [8]	Portugal
Prioridades nacionais	Desmaterialização, simplificação administrativa, interoperabilidade	ETDAP / SIMPLEX 2025 [8] [9]	Portugal

A síntese de evidências apresentada na Tabela 2.1-1 demonstra de forma inequívoca que a lacuna de eficiência associada aos processos manuais se traduz num custo operacional elevado e quantificável, com uma potencial redução de custos diretos superior a 70% através da automação. Simultaneamente, os dados nacionais sobre a taxa de erro em despesas de coesão sublinham a urgência de reforçar os controlos internos no setor público português. Perante esta realidade, a solução digital proposta para a ANE+EF visa mitigar ativamente estes riscos, integrando controlos de elegibilidade automatizados e rastreabilidade, alinhando, assim, a prática institucional com os princípios de eficiência e conformidade exigidos pelos quadros regulamentares europeus e nacionais.

2.2. Plataformas Existentes

O ecossistema de soluções específicas para Travel & Expense (T&E) é vasto e apresenta abordagens consolidadas, desde suites empresariais globais até plataformas especializadas em automação de despesas. A análise das soluções tecnológicas mais relevantes permite enquadrar as capacidades e limitações das abordagens existentes.

As plataformas de referência, como a SAP Concur [11] , distinguem-se pela maturidade e vasta cobertura funcional, incluindo captura móvel por OCR, workflows de aprovação complexos e integração com sistemas financeiros. No entanto, apresentam limitações relevantes no contexto institucional português, nomeadamente custos elevados de licenciamento e necessidade significativa de parametrização para acomodar requisitos legais nacionais (como o Decreto-Lei n.º 106/98 [2] e formatos específicos de reporte.

Plataformas especializadas, como a *Expensify* [12] , o *Yokoy* [13] e a *Fyle* [14] , enfatizam rapidez de adoção, automação suportada por IA e reconciliação integrada com cartões corporativos. As suas forças principais residem na simplificação operacional e no controlo granular. Contudo, todas apresentam uma limitação crítica para o setor público nacional: dependem de extensiva localização regulamentar e mapeamento detalhado de regras internas, segregação de funções e requisitos de auditoria.

A ANE+EF possui requisitos institucionais que vão além do núcleo funcional genérico de T&E, incluindo:

1. Conformidade normativa, com cumprimento rigoroso de regras nacionais (DL 106/98) e segregação de funções;
2. Fluxos hierárquicos definidos, como utilizador → team leader → coordenador;
3. Governança de dados, com gestão de perfis, equipas e produção de relatórios institucionais auditáveis.

A análise comparativa sintetizada na Tabela 2.2-1 evidencia que, embora as soluções comerciais ofereçam funcionalidades avançadas, a sua adoção no contexto institucional implicaria custos e esforços de configuração significativos, sobretudo ao nível da conformidade legal e dos requisitos de auditoria. Esta análise reforça a pertinência de abordagens customizadas quando os requisitos institucionais são muito específicos.

Tabela 2.2-1 - Matriz qualitativa de decisão das plataformas T&E analisadas

Fonte: Elaboração própria com base em [11], [12], [13], [14].

Plataforma	Cobertura funcional	Facilidade de integração	Adequação legal PT/UE	Custo relativo	Escalabilidade	Observações
SAP Concur	Muito alta – viagens, despesas, faturas, OCR, políticas, <i>workflows</i> , integrações ERP/RH	Alta – integra com principais ERPs e sistemas RH	Média – requer parametrização para DL 106/98 e formatos de reporte nacionais	Elevado	Muito alta	Solução madura e robusta, mas com custos e complexidade de implementação significativos
Expensify	Alta – <i>smart scanning</i> , políticas, cartões, relatórios	Média – depende de integrações externas	Baixa/Média – exige mapeamento detalhado de regras e logs	Médio	Alta	Fácil adoção, mas menos orientada a requisitos de auditoria pública
Yokoy	Alta – automação IA, cartões, certificações	Alta – APIs e conectores disponíveis	Média – requer localização regulatória PT/UE	Médio/Alto	Alta	Forte automação, mas implica adoção de <i>stack</i> próprio
Fyle	Média/Alta – <i>real-time card feeds</i> , políticas, reconciliação	Média – depende do modelo de cartões	Baixa/Média – necessita adaptação a regras nacionais	Médio	Média/Alta	Excelente para reconciliação com cartões, mas menos abrangente em gestão documental
Solução customizada (ANE+EF)	Alta – <i>workflows</i> reais, RBAC, <i>logging</i> , exportações reproduzíveis	Muito alta – integração nativa com fluxos internos	Muito alta – concebida para cumprir regras nacionais e europeias	Médio/Baixo – custos de manutenção internos	Alta – modular e escalável	Totalmente alinhada com políticas internas e requisitos de auditoria

A análise comparativa sintetizada na Tabela 2.2-1 evidencia que, embora as soluções comerciais apresentem elevada maturidade e funcionalidades robustas, a sua adoção no contexto institucional da ANE+EF implicaria custos e esforços de parametrização

significativos na vertente da conformidade legal e dos requisitos de auditoria. Perante esta limitação, a solução customizada proposta neste trabalho destaca-se pela sua adequação total às regras nacionais e europeias, pela integração nativa com os fluxos internos e pela escalabilidade, mantendo custos de ciclo de vida e evolução controlados. Esta matriz justifica a opção pelo desenvolvimento *in-house* como a estratégia mais eficaz para a satisfação plena dos requisitos de rastreabilidade e conformidade no setor público.

2.3. Enquadramento da Transformação Digital na Administração Pública Portuguesa

Nas últimas décadas, Portugal tem-se afirmado como um dos Estados-Membros da União Europeia com progresso significativo no domínio da transformação digital da Administração Pública (AP). A Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública 2021–2026 (ETDAP) estabeleceu um quadro programático, definindo como objetivos centrais a simplificação processual, a desmaterialização documental e a disponibilização de serviços públicos digitais de elevada acessibilidade e usabilidade [15] .

Paralelamente, o Programa SIMPLEX, iniciado em 2006 e continuamente atualizado em sucessivas edições, introduziu medidas emblemáticas de simplificação administrativa, como a "Empresa na Hora" e o "Cartão de Cidadão eletrónico". Estes marcos demonstram a capacidade institucional de mitigar a burocracia e de reduzir os custos operacionais através da digitalização de serviços [16] .

Mais recentemente, o lançamento da Reforma do Estado e Guerra à Burocracia, reforçou este compromisso, visando combater atrasos processuais e estabelecer um Estado "mais simples, mais próximo e mais eficiente" por meio da implementação de medidas concretas de digitalização dos processos administrativos essenciais [17] . A evolução e os principais marcos destas iniciativas de digitalização da Administração Pública em Portugal são sinteticamente apresentados na Figura 2-1.



Fonte: Elaboração própria

*Figura 2-1 - Evolução da digitalização da Administração Pública em Portugal.
Fonte: Elaboração Própria*

Esta tendência política e estratégica demonstra uma aplicabilidade direta à realidade da Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF), onde processos críticos, designadamente a gestão de despesas de deslocação, mantêm uma forte dependência de registos em suporte físico. Consequentemente, a modernização e a desmaterialização destes processos internos não constituem apenas uma necessidade operacional para aumentar a eficiência, mas configuram-se como uma prioridade estratégica alinhada com as diretrizes nacionais e com as melhores práticas internacionais de governança.

2.4. Gestão Digital de Despesas

A literatura internacional tem demonstrado o potencial transformador da digitalização na gestão de despesas (*T&E*). A transição de métodos manuais (baseados em papel ou folhas de cálculo) para plataformas digitais pode resultar numa redução do tempo de ciclo de submissão e aprovação que pode atingir 75% [18]. Esta otimização deriva da eliminação de tarefas repetitivas, da automação das verificações de elegibilidade e da disponibilização de informação processual em tempo real para todos os intervenientes.

Entre as principais vantagens operacionais identificadas na adoção de plataformas digitais, destacam-se:

- **Captura Automatizada:** A automatização da captura de recibos, utilizando tecnologias como OCR (*Optical Character Recognition*) e *upload* imediato a partir de dispositivos móveis.

- **Controlo de Conformidade:** A aplicação de regras automáticas de conformidade, prevenindo erros humanos e mitigando potenciais riscos de fraude.
- **Visibilidade e Decisão:** A garantia de visibilidade em tempo real dos relatórios de despesa, acelerando a tomada de decisão por parte dos gestores.
- **Relatório Auditável:** A produção de relatórios auditáveis e exportáveis (em formatos CSV/PDF) com registo centralizado, facilitando os processos de auditoria interna e externa.

A Tabela 2.4-1 sintetiza as diferenças mais relevantes entre os processos manuais e as abordagens digitais no contexto da gestão de despesas, evidenciando as melhorias em aspetos como a captura, a aprovação, a conformidade e a auditoria.

*Tabela 2.4-1 - Diferenças entre processos manuais e digitais na gestão de despesas.
Fonte: Elaboração Própria*

Aspeto	Processo Manual (papel/Excel)	Processo Digital (app/portal)
Captura de Recibos	Física, suscetível a perdas	Digital (fotografia/scan em tempo real)
Aprovação	Sequencial, lenta	Hierárquica, configurável e rápida
Conformidade	Verificação manual	Regras automáticas
Auditoria	Complexa, dispersa	Centralizado, com logs detalhados
Tempo médio de processamento	Dias/semanas	Horas/minutos

No contexto português, as recomendações do Tribunal de Contas têm reiterado a imperatividade de reforçar a transparência e a rastreabilidade na gestão de despesas públicas. Tais instâncias sublinham que a adoção de soluções digitais com registo centralizado e *logs* detalhados é essencial para garantir um controlo rigoroso e em tempo real, em linha com as exigências de boa governação e fiscalização [19] .

2.5. Modelos de Aprovação Hierárquica em Sistemas Organizacionais

O modelo de aprovação hierárquica é um mecanismo de controlo interno amplamente difundido em organizações, sendo indispensável para assegurar que decisões críticas, como a validação de despesas, são tomadas de forma transparente, controlada e em estrita conformidade com as políticas internas. Neste tipo de fluxo, as solicitações progridem sequencialmente por diferentes níveis de autoridade, refletindo a estrutura organizacional, até alcançarem a aprovação ou a rejeição final.

Segundo a literatura [20] , este modelo assume uma relevância acrescida em contextos com fortes exigências de segregação de funções e rastreabilidade, nomeadamente na Administração Pública e em setores altamente regulados. A sua aplicação garante que cada decisão é revista por múltiplos níveis de responsabilidade, o que mitiga riscos de fraude e potencia a conformidade.

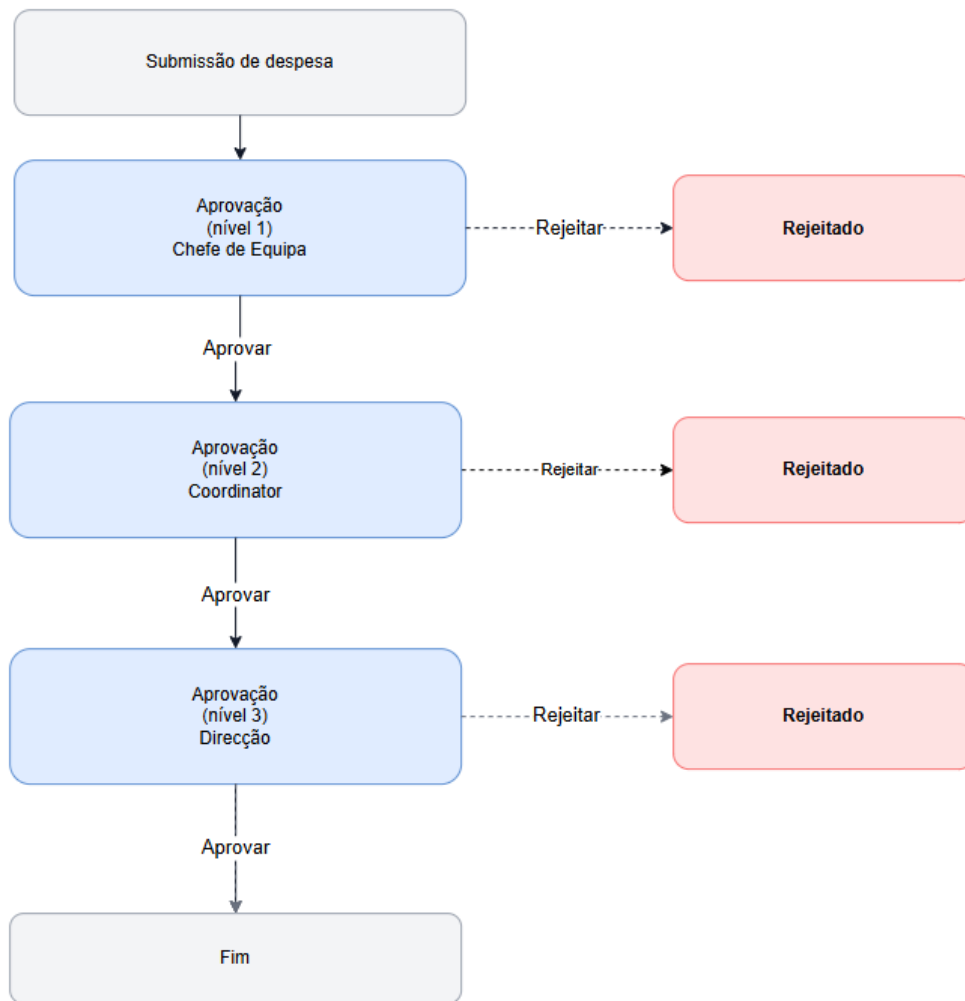
Contudo, a literatura também identifica limitações associadas a modelos excessivamente rígidos. Estudos como o de *Prieto et al.* [22] indicam que fluxos hierárquicos não automatizados ou com critérios de aprovação ambíguos podem introduzir atrasos significativos no processamento. Conforme sublinhado por *Expense Monkey* [21] , a eficácia destes fluxos depende da definição clara de papéis, da configuração de regras automáticas e da utilização de notificações proativas para reduzir a latência de decisão.

Para enfrentar este dilema de "Controlo vs. Eficiência", as abordagens modernas de gestão T&E incorporam mecanismos de automação, tais como:

- A aplicação de regras dinâmicas que ajustam o número de níveis de aprovação em função do montante ou da categoria da despesa.
- O escalonamento automático em casos de ausência ou atraso prolongado na decisão.
- A integração com sistemas financeiros para validação de orçamento em tempo real.

Plataformas líderes como *SAP Concur* e *Oracle APEX* demonstram a aplicação prática destes conceitos, permitindo configurar aprovações multinível com base em critérios como valor, categoria ou perfil do solicitante [23] [24] . Estas soluções incluem notificações automáticas, delegação temporária de aprovadores e um registo detalhado de todas as ações, essenciais para efeitos de auditoria.

O fluxo genérico de aprovação hierárquica aplicado à gestão de despesas é ilustrado na Figura 2-2, representando a sequência desde a submissão até à decisão final e as etapas de escalonamento. Em síntese, os modelos hierárquicos permanecem uma peça central na governação organizacional, mas a sua eficácia moderna requer o equilíbrio entre controlo e eficiência, alcançado através da adoção de fluxos híbridos que integram a conformidade com a automação e a flexibilidade.



*Figura 2-2 - Exemplo de fluxo de aprovação hierárquica para gestão de despesas.
Fonte: Elaboração Própria*

Em síntese, os modelos de aprovação hierárquica continuam a ser uma peça central na governação organizacional, mas a sua eficácia depende da capacidade de equilibrar controlo e eficiência. A tendência atual é a adoção de fluxos híbridos, que mantêm a conformidade exigida, mas incorporam flexibilidade e automação para reduzir tempos de processamento.

2.6. Tecnologias e Plataformas de Desenvolvimento

A escolha das tecnologias e plataformas de desenvolvimento é um fator crítico de sucesso em soluções digitais, influenciando diretamente o desempenho, a escalabilidade, a experiência do utilizador e os custos de manutenção e evolução do sistema. No contexto de aplicações para gestão de despesas, a decisão deve considerar não apenas critérios técnicos, mas também aspetos como o tempo de desenvolvimento, a compatibilidade com múltiplos dispositivos, a capacidade de integração com sistemas existentes e a conformidade legal.

2.6.1. Tecnologias *Cross-Platform*

O desenvolvimento *cross-platform* constitui uma estratégia eficiente que permite a criação de aplicações móveis para múltiplos sistemas operativos (*iOS* e *Android*) a partir de uma base de código única, o que resulta numa significativa redução de custos e de tempo de *time-to-market*.

Entre as soluções mais populares e maduras neste domínio, destacam-se o *Flutter* (desenvolvido pela *Google*) e o *React Native* (criado pelo *Facebook*).

O *Flutter*, que utiliza a linguagem *Dart*, destaca-se por oferecer compilação nativa e o recurso a um motor gráfico próprio, garantindo *hot reload* e uma consistência visual de *widgets* notável em todas as plataformas [25]. As suas vantagens incluem o desempenho próximo do nativo, a uniformidade da interface do utilizador e o forte suporte oficial da *Google*. Contudo, as suas limitações envolvem o maior tamanho final das aplicações, a curva de aprendizagem para quem não domina *Dart* e algumas restrições pontuais no acesso direto a *APIs* específicas de *hardware*.

O *React Native*, por sua vez, utiliza *JavaScript* e *React*, permitindo o reaproveitamento de competências por programadores *web*. As suas vantagens residem na vasta comunidade, num ecossistema robusto de bibliotecas e na rapidez de desenvolvimento para equipas familiarizadas com o *framework* *React*. As suas limitações incluem o desempenho potencialmente inferior ao nativo em aplicações com gráficos complexos e a dependência de *bridges* para aceder a *APIs* nativas, o que pode introduzir alguma latência operacional.

A decisão de adotar o *Flutter* foi orientada pela necessidade de garantir a máxima consistência da *interface* em diferentes dispositivos e de alcançar um desempenho otimizado no cliente móvel, o que é crítico para tarefas de captura de imagem e *upload* rápido de documentos. Embora o *React Native* ofereça vantagens em equipas com *expertise* em *JavaScript*, a arquitetura de compilação do *Flutter* em código de máquina nativo e a sua gestão de *widgets*

garantem uma experiência do utilizador superior e mais previsível, um fator essencial para promover a adesão dos utilizadores da ANE+EF à nova solução.

A Tabela 2.6-1 apresenta uma comparação resumida entre as abordagens *cross-platform* *Flutter* e *React Native*, contrastando-as com o desenvolvimento nativo tradicional, facilitando a análise de decisão para o contexto da solução proposta.

Tabela 2.6-1 - Comparação entre Flutter, React Native e desenvolvimento nativo.
Fonte: Elaboração Própria

Tecnologia	Linguagem	Vantagens	Limitações	Casos de Uso
Flutter	Dart	UI consistente entre plataformas; Elevado desempenho; Hot reload.	Menor número de bibliotecas; Desempenho inferior ao nativo.	Aplicações multiplataforma
React Native	JavaScript	Componentes maduros; Comum entre plataformas; Comunidade ativa.	Desempenho inferior ao nativo.	Aplicações multiplataforma
Nativo	Kotlin/Swift	Máximo desempenho; Acesso total aos recursos.	Dois codebases separados.	Aplicações específicas de plataforma

Tal como evidenciado na Tabela 2.6-1, a seleção do *framework cross-platform* constitui um equilíbrio estratégico entre a velocidade de desenvolvimento e a performance nativa. Para o contexto desta solução, que exige especificamente uma interface de utilizador coesa e uma experiência de aplicação fluida para a captura de comprovativos e o registo de dados *on-the-go*, o *Flutter* foi selecionado como a opção mais adequada. Esta escolha prioriza o desempenho próximo do nativo (*near-native*) e garante a consistência visual em ambos os sistemas operativos, assegurando uma experiência de alta qualidade para o utilizador final da ANE+EF."

2.6.2. Análise Comparativa - *Backends* para Aplicações Modernas

O componente *backend* de uma solução digital constitui o pilar responsável por toda a lógica de negócio, gestão de estados, segurança de dados e integração com serviços externos. A escolha do *runtime* e do *framework* é, conseqüentemente, determinante para o desempenho e a escalabilidade da solução. As opções mais utilizadas no desenvolvimento moderno incluem *Node.js*, *Django* e Spring Boot. O *Node.js*, sendo uma plataforma *runtime* baseada no motor V8 da *Google*, distingue-se por utilizar um modelo assíncrono e não bloqueante de *Input/Output* (I/O). Esta arquitetura torna-o altamente eficiente para a gestão de aplicações que requerem alta concorrência e fluxos rápidos de dados, como *APIs REST* e serviços em tempo real. Por sua vez, o *Django* é um *framework* Python que adota a filosofia *batteries included*, fornecendo funcionalidades prontas a usar, como *Object-Relational Mapper* (ORM), autenticação e um painel administrativo. É particularmente adequado para o *Rapid Application Development* (RAD) de aplicações seguras e baseadas em dados. Finalmente, o *Spring Boot*, um *framework* Java, é concebido para a criação de *microserviços* robustos e escaláveis. Este último beneficia do forte ecossistema Java, oferecendo suporte empresarial e performance superior em cargas de trabalho que exigem alto poder de processamento e lógica de negócio complexa.

A literatura técnica [26] [27] , aponta que a escolha do *runtime* e do *framework* para o *backend* deve ponderar múltiplos fatores: o desempenho, onde o *Node.js* se destaca em operações I/O-intensivas (como *logging* e uploads assíncronos) enquanto o *Spring Boot* é superior em cargas de processamento intensivas, a escalabilidade, com o *Node.js* e o *Spring Boot* a oferecerem elevada escalabilidade horizontal e a maturidade do ecossistema, com o *Node.js* a beneficiar do *npm*, o *Django* do *PyPI*, e o *Spring Boot* da vasta comunidade Java.

No âmbito da presente solução, o *Node.js/Express* foi selecionado como o componente de API. Esta escolha é considerada estratégica, assentando em três pilares fundamentais. O primeiro pilar é a Eficiência I/O, dado que o modelo assíncrono e não bloqueante do *Node.js* é ideal para gerir os pedidos concorrentes de utilizadores móveis e web, bem como o elevado volume de operações de leitura/escrita no *backend* (*Firestore*), como é o caso dos registos de despesa e os *logs* de atividade. O segundo pilar reside na Uniformidade da *Stack*, uma vez que a utilização do JavaScript harmoniza a pilha tecnológica com o ambiente de *scripting* do *backend-as-a-service* (*Firebase*), contribuindo significativamente para a redução da complexidade, das interfaces de comunicação e dos custos de manutenção e *onboarding* da equipa. O terceiro pilar é a Rapidez de Desenvolvimento, característica que permite a criação célere de *endpoints REST* robustos, essencial para implementar o modelo de dados, o *logging*

de auditoria e os *middlewares* de autorização (RBAC) exigidos pelos requisitos de conformidade da ANE+EF, conforme detalhado no Capítulo 4.

2.6.3. Bases de Dados em Nuvem (DBaaS) e Persistência de Dados

A escolha da tecnologia de persistência de dados envolve uma avaliação crítica entre o controlo e o desempenho local (*on-premises*) e os benefícios de escalabilidade e gestão simplificada das bases de dados em nuvem (*Database-as-a-Service* – DBaaS).

Segundo a literatura, as bases de dados tradicionais oferecem maior controlo sobre o *hardware* e o desempenho local, mas exigem um investimento inicial e custos de manutenção internos significativamente mais elevados [28] . Por outro lado, os DBaaS oferecem escalabilidade elástica, o modelo de pagamento por utilização e uma gestão simplificada pelo fornecedor. Contudo, esta opção pode acarretar o risco de dependência do fornecedor e implica uma análise cuidada sobre os requisitos legais de localização de dados, que podem ser mitigados através de modelos híbridos [29] .

Uma vez determinada a opção por uma arquitetura em nuvem (*cloud*), a decisão central sobre a persistência de dados reside na escolha entre os modelos Relacionais (*SQL*) e Não Relacionais (*NoSQL*). As Bases de Dados Relacionais (*SQL*) são consideradas ideais para gerir dados com estrutura fixa e onde se exige elevada integridade transacional (*ACID*), sendo a escolha preferencial para sistemas financeiros complexos nos quais as relações entre as tabelas são críticas. Por outro lado, as Bases de Dados Não Relacionais (*NoSQL*) oferecem maior flexibilidade no modelo de dados (esquema dinâmico) e são otimizadas para escalabilidade horizontal e alta velocidade de escrita/leitura em aplicações de internet. Consequentemente, estas últimas revelam-se mais adequadas para sistemas onde o volume de dados e a agilidade de acesso são prioridades."Para a solução da ANE+EF, que requer escalabilidade rápida, sincronização em tempo real (para *workflows* de aprovação) e uma gestão simplificada de infraestrutura, a opção recaiu sobre o modelo DBaaS Não Relacional do *Firebase/Firestore*.

O *Firestore*, como base de dados NoSQL orientada a documentos, alinha-se perfeitamente com a arquitetura orientada a eventos do *backend* (*Node.js/Express*) e as necessidades do *frontend* (*Flutter*), otimizando a sincronização e reduzindo a complexidade de *deploy*. Esta escolha mitiga os custos operacionais e permite que o foco do desenvolvimento se mantenha na lógica de negócio e na conformidade, e não na gestão da infraestrutura.

2.6.4. Plataforma *Backend-as-a-Service* (BaaS): *Firebase*

Para otimizar o tempo de desenvolvimento, reduzir a complexidade de gestão de infraestrutura e garantir a escalabilidade necessária, recorreu-se à plataforma *Firebase* da Google, enquadrada no modelo *Backend-as-a-Service* (BaaS). No âmbito da presente solução, a utilização do *Firebase* centra-se na integração de dois serviços principais, *Cloud Firestore* e *Firebase Storage*, complementados pelo *Firebase Admin SDK*, utilizado exclusivamente no *backend Node.js/Express*.

Cloud Firestore foi selecionado como base de dados documental NoSQL pela sua capacidade de escalabilidade horizontal, elevada disponibilidade e modelo de consistência adequada a aplicações móveis e web [30]. A estrutura orientada a documentos e coleções possibilita a organização de dados transacionais, como utilizadores, despesas, equipas e registos de atividade, de forma flexível. As limitações inerentes ao *Firestore*, como limites de tamanho de documentos e custos baseados em operações de leitura/escrita, foram consideradas no desenho do modelo de dados, garantindo eficiência operacional e controlo de custos.

Firebase Storage é utilizado como repositório seguro [31], para o armazenamento de ficheiros, especificamente comprovativos digitais (imagens e PDFs) associados às despesas. A sua integração com o *Firebase Admin SDK* permite que o acesso aos ficheiros seja totalmente gerido pelo servidor, sem exposição de *tokens* no cliente e sem dependência das regras de segurança do *Firebase* aplicadas a utilizadores autenticados via *Firebase Authentication*. Todas as validações de acesso são executadas no *backend*, em coerência com o modelo de segurança e de controlo interno adotado pela solução.

Embora o *Firebase* disponibilize serviços adicionais, como o *Firebase Authentication*, este não é utilizado para o login dos utilizadores finais. A autenticação é realizada exclusivamente no *backend Node.js*, com armazenamento de palavras-passe sob *hash bcrypt* na coleção *userProfiles*. Esta abordagem permite centralizar a lógica sensível (autenticação, autorização e transições de estado) no servidor, reforçando a rastreabilidade, a auditabilidade e o alinhamento com as necessidades da Administração Pública. O *Firebase Admin SDK* é utilizado unicamente no servidor para operações privilegiadas sobre o *Firestore* e o *Storage*, garantindo segurança e isolamento entre clientes e dados persistidos [32].

Em síntese, a utilização seletiva do *Firebase*, enquanto infraestrutura de persistência e armazenamento, permitiu acelerar o desenvolvimento mantendo um elevado controlo sobre a segurança, a auditoria e a coerência da solução. A combinação entre *Flutter* (*frontend* móvel), *Node.js/Express* (*backend* de lógica de negócio) e *Firebase* (*Firestore/Storage*) estabelece

uma arquitetura modular e escalável, totalmente alinhada com os requisitos funcionais e regulamentares detalhados no Capítulo 3.

2.7. Plataformas de Gestão de Despesas

Esta secção dedica-se à análise comparativa de quatro soluções de referência no mercado (*SAP Concur*, *Fyle*, *Yokoy* e *Expensify*), com o objetivo de identificar boas práticas, funcionalidades diferenciadoras e as limitações das soluções *off-the-shelf*. O propósito é extrair lições que sirvam de orientação para a proposta tecnológica adaptada ao contexto da Administração Pública portuguesa. As plataformas analisadas representam diferentes abordagens tecnológicas e modelos de negócio, mas partilham o objetivo comum de automatizar processos, garantir conformidade e melhorar a visibilidade sobre os gastos organizacionais.

O *SAP Concur* constitui uma das soluções mais consolidadas no mercado, distinguindo-se por integrar a gestão de despesas, viagens e faturas numa única *suite* [33] [34] . As suas vantagens residem na robustez, na captura automática de dados de recibos, na capacidade de configurar regras de auditoria avançadas e nas integrações abrangentes com sistemas ERP, CRM e RH. A principal limitação é o seu custo elevado e a curva de aprendizagem acentuada, tornando-a menos acessível para entidades de menor dimensão.

Com uma abordagem centrada na experiência do utilizador, o *Fyle* destaca-se também pela sua integração com ferramentas de uso diário, como *Gmail* e *Slack* [35] [36] [37] . Os seus pontos fortes incluem a submissão direta de recibos a partir de *email* e políticas de despesa configuráveis com deteção automática de violações. Não obstante, o *Fyle* apresenta limitações na personalização de modelos de relatórios e, em alguns cenários, a aplicação móvel pode demonstrar lentidão.

O *Yokoy* investe significativamente em Inteligência Artificial (IA) para automatizar a gestão de despesas e garantir a conformidade [38] [39] . As suas vantagens são a verificação automática de despesas face a políticas internas, a integração com sistemas de reservas de viagens e cartões corporativos, e uma interface móvel intuitivo. A sua limitação reside no custo e na complexidade, que podem ser excessivos para entidades que não exijam o seu elevado grau de automação e exigem trabalho de localização regulatória.

O *Expensify* é amplamente reconhecido pela sua simplicidade e pela forte capacidade de integração com cartões e sistemas contabilísticos [40] [41] . As suas vantagens englobam a digitalização de recibos via OCR, a submissão automática de relatórios, um cartão corporativo próprio e a integração com múltiplos sistemas de contabilidade. As limitações incluem a

restrição de funcionalidades avançadas a planos corporativos e a personalização de fluxos de aprovação ser menos flexível em comparação com concorrentes.

A Tabela 2.7-1 sintetiza as principais funcionalidades das quatro plataformas analisadas, permitindo uma comparação direta das suas capacidades e limitações. O objetivo desta comparação é identificar padrões, pontos fortes e lacunas que possam servir de referência para o desenvolvimento de uma solução adaptada ao contexto da Administração Pública portuguesa.

*Tabela 2.7-1 - Comparação das plataformas analisadas.
Fonte: Elaboração Própria*

Plataforma	Captura Automática de Recibos	Integração com ERP/Contabilidade	Políticas Automáticas	Aplicação Móvel	IA Avançada	Múltiplas Moedas	Cartão Corporativo
SAP Concur	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcial	SIM	NÃO
Fyle	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcial	SIM	NÃO
Yokoy	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Expensify	SIM	SIM	SIM	SIM	Parcial	SIM	SIM

A análise da Tabela 2.7-1 demonstra a maturidade funcional do mercado:

1. **Requisitos Mínimos:** Todas as plataformas garantem a captura automática de recibos, a integração com ERP e o suporte a políticas automáticas, confirmando que estas são funcionalidades consideradas requisitos mínimos no domínio *T&E*.
2. **Suporte Global:** O suporte de múltipla moeda é transversal, refletindo a necessidade de operar em contextos internacionais (como o *Erasmus+*).
3. **Diferenciação:** Apenas o *Yokoy* integra a Inteligência Artificial avançada como funcionalidade central, o que representa uma diferenciação significativa em contextos que exigem automação extensiva e verificação inteligente de conformidade.
4. **Adesão:** A presença de cartão corporativo em apenas duas das soluções sugere que esta funcionalidade ainda não é amplamente padronizada, possivelmente devido a barreiras regulatórias ou estratégias comerciais específicas.

Esta análise evidencia que, embora exista um núcleo comum de funcionalidades robustas, persiste uma lacuna na personalização profunda exigida por organismos públicos em termos de fluxos de aprovação, *logging* de auditoria e integração com sistemas de informação internos específicos. Desta forma, a solução proposta neste trabalho aposta num desenvolvimento próprio, que incorpora as melhores práticas observadas e capitaliza

tecnologias *web* e *cloud* com baixo acoplamento e alto controlo governativo, garantindo a conformidade total com o enquadramento legal português.

2.8. Síntese Comparativa

A comparação realizada entre as *stacks* de *backend* e as plataformas *Travel & Expense* (T&E) internacionais permitiu estabelecer dois eixos decisivos para a solução da ANE+EF, o controlo do modelo de dados e dos fluxos, aprovação hierárquica e auditoria granular e o custo total de propriedade no setor público.

A opção pela *stack* tecnológica *Node.js*, *Express* e *Firebase* (*Firestore/Storage*), combinada com o *frontend web* e a aplicação móvel em *Flutter*, permite equilibrar rapidez de entrega, extensibilidade e conformidade. Esta arquitetura preserva a autonomia total sobre as políticas de aprovação, *logs* e relatórios, que são pontos críticos no contexto rigoroso da Administração Pública portuguesa.

2.8.1. Principais conclusões

A análise desenvolvida ao longo do Capítulo 2 permitiu identificar tendências, boas práticas e desafios em diferentes domínios, cuja síntese consolida o conhecimento adquirido e estabelece o domínio para a proposta de solução. Em primeiro lugar, no que concerne à Transformação Digital na Administração Pública, Portugal demonstra seguir uma estratégia clara de modernização administrativa, reforçada por iniciativas como a ETDAP e o Programa SIMPLEX. Estas políticas sublinham a necessidade premente de soluções digitais que simplifiquem os processos e promovam a transparência operacional nas agências públicas. No domínio da Gestão Digital de Despesas, a digitalização é encarada como um imperativo de eficiência, capaz de reduzir o tempo de submissão e aprovação em cerca de 75%, resultado da automação da captura de recibos, da aplicação de regras de conformidade automáticas e da centralização da informação para auditoria.

Relativamente aos Modelos de Aprovação Hierárquica, embora essenciais para garantir o controlo e a segregação de funções, a literatura sugere que a otimização exige a integração de regras dinâmicas, o escalonamento automático e a ligação robusta a sistemas financeiros, de modo a equilibrar o controlo regulamentar com a eficiência processual. Quanto às Tecnologias e Plataformas de Desenvolvimento, o *cross-platform* (nomeadamente *Flutter*) emerge como a abordagem mais eficiente em termos de custos e tempo de entrega, enquanto a escolha do *backend* (*Node.js*) e da base de dados (*Firebase*) deverá ser alinhada com os requisitos de escalabilidade e segurança do setor, tirando partido da agilidade da infraestrutura em nuvem. Por fim, as Plataformas Existentes no mercado oferecem um núcleo

funcional comum, sendo que a principal diferenciação reside em aspetos como a Inteligência Artificial avançada e a robustez da integração empresarial."

2.8.2. Padrões e lacunas identificadas

A análise das plataformas existentes e das tecnologias subjacentes permite a identificação de padrões consolidados, refletindo a maturidade do setor, bem como de lacunas estratégicas que constituem oportunidades de inovação e adaptação ao contexto da AP portuguesa.

No que concerne aos padrões consolidados, a análise das soluções de mercado revela uma convergência notória em torno de um conjunto de boas práticas fundamentais. Destaca-se, primeiramente, a automação da captura de recibos e a consequente integração com sistemas ERP como funcionalidades universais, essenciais não só para a mitigação do esforço manual, mas também para garantir a consistência e integridade dos dados financeiros. Paralelamente, o suporte internacional e multimoeda afirma-se como um requisito transversal, evidenciando a necessidade imperativa de operar em ambientes de mobilidade e cooperação global, aspeto de particular relevância para o contexto da ANE+EF. Por fim, a mobilidade assume-se como parte integrante da experiência de utilização, com as aplicações móveis a assegurarem a acessibilidade, a celeridade na submissão de despesas e a flexibilidade necessária aos utilizadores em deslocação.

Não obstante a maturidade funcional básica das soluções analisadas, persistem lacunas de cobertura e áreas com elevado potencial de diferenciação estratégica para a Administração Pública. Identifica-se, desde logo, uma adoção ainda incipiente de inteligência artificial avançada para a verificação de conformidade, o que representa uma oportunidade crucial para reforçar a automação e mitigar o erro humano em processos complexos. Adicionalmente, a escassez de ofertas que contemplem cartões corporativos integrados restringe a capacidade de monitorização de despesas em tempo real e a simplificação da reconciliação financeira.

Em paralelo, verifica-se a necessidade premente de maior flexibilidade nos fluxos de aprovação, requisito essencial para responder à heterogeneidade das hierarquias e regras de validação dos organismos públicos. Observa-se ainda um potencial significativo na integração com os ecossistemas estatais, nomeadamente para garantir a adesão a requisitos legais específicos, como plataformas de contabilidade pública e mecanismos de controlo orçamental. Em suma, estas carências evidenciam as limitações das soluções off-the-shelf e fundamentam a necessidade de desenvolver uma plataforma alinhada com as idiossincrasias e exigências regulamentares da Administração Pública portuguesa.

2.8.3. Justificação das Escolhas Tecnológicas

A definição da arquitetura tecnológica da solução proposta resulta diretamente da análise crítica realizada, visando garantir um equilíbrio ótimo entre desempenho, escalabilidade, rapidez de desenvolvimento, segurança e experiência do utilizador, tendo em conta as exigências específicas da AP portuguesa.

A escolha do *Flutter* como tecnologia de *frontend* justifica-se pela sua capacidade de gerar aplicações nativas para múltiplas plataformas a partir de uma única base de código. Prioriza-se a consistência visual e o desempenho próximo do nativo (com tempos de resposta reduzidos), essenciais para garantir a adesão e a fluidez do utilizador final.

O *Node.js/Express* foi selecionado pela sua arquitetura orientada a eventos e pela capacidade de lidar com operações assíncronas de I/O intensivo (como o registo de despesas e *logging*). Esta escolha garante elevada escalabilidade horizontal e otimiza o desempenho em ambientes com múltiplos utilizadores simultâneos.

O *Firestore*, como *DBaaS* NoSQL, assegura a sincronização em tempo real (vital para *workflows* de aprovação dinâmicos), a integração nativa com os serviços de autenticação e armazenamento de ficheiros, e uma gestão simplificada de permissões através de regras de segurança configuráveis por perfil.

A solução proposta incorpora funcionalidades que respondem diretamente às lacunas identificadas, designadamente inteligência artificial para verificação de conformidade e deteção de padrões anómalos, integração opcional de cartão corporativo para monitorização em tempo real e fluxos de aprovação hierárquica configuráveis para adaptação à estrutura e regras de validação de cada entidade pública.

Estas escolhas tecnológicas não apenas garantem a viabilidade técnica da solução, como asseguram a sua adaptabilidade, sustentabilidade e potencial de evolução para responder aos desafios atuais e futuros da gestão de despesas na Administração Pública.

2.8.4. Considerações finais

A síntese comparativa realizada ao longo do Capítulo 2 evidencia que, embora o mercado internacional ofereça soluções tecnológicas maduras, persiste um espaço relevante para o desenvolvimento de uma plataforma adaptada ao contexto institucional e regulamentar da Administração Pública Portuguesa. As soluções analisadas revelam padrões consolidados, mas também lacunas significativas ao nível da flexibilidade dos fluxos de aprovação, da integração com sistemas públicos e da adoção de inteligência artificial para o reforço da conformidade.

Neste enquadramento, a proposta de solução a ser detalhada no Capítulo 3 deverá integrar um conjunto de imperativos estratégicos. Deve combinar a Eficiência Operacional, através da redução drástica dos tempos de submissão, aprovação e reconciliação, com a Transparência e Rastreabilidade, assegurada pelo registo detalhado de ações, auditoria centralizada e visibilidade em tempo real. Adicionalmente, exige-se Flexibilidade para configurar fluxos hierárquicos e adaptar as regras de negócio ao quadro legal português, ao mesmo tempo que se incorpora a Inovação, nomeadamente através da Inteligência Artificial para validação automática e, opcionalmente, serviços financeiros integrados.

A arquitetura tecnológica escolhida, baseada em *Flutter*, *Node.js* e *Firebase*, oferece uma combinação robusta que se alinha com estes objetivos estratégicos, garantindo desempenho, escalabilidade e controlo. Justifica-se, assim, a criação de uma solução customizada, que se demonstrará mais adaptada, económica e interoperável do que as alternativas *off-the-shelf*, potenciando a transformação digital do setor público com maior eficácia e controlo governativo. Esta base de análise robusta sustenta as decisões de arquitetura e funcionalidades que serão detalhadas no Capítulo 3 – Arquitetura da Solução."

3. Arquitetura da Solução

A implementação da solução desenvolvida neste trabalho seguiu uma metodologia técnica estruturada e iterativa, que permitiu garantir a adequação funcional, a consistência operacional e a conformidade com os requisitos institucionais da ANE+EF. Após o levantamento inicial de requisitos, procedeu-se à modelação do processo de gestão de despesas, à definição do modelo de dados e à conceção da arquitetura tecnológica que integra a aplicação móvel, o portal web administrativo e o backend.

O desenvolvimento adotou uma abordagem incremental, organizada em ciclos curtos que incluíram clarificação de requisitos, implementação modular, testes funcionais e recolha de feedback. Este modelo permitiu validar progressivamente funcionalidades críticas, como o registo e submissão de despesas, o fluxo de aprovação hierárquica, os mecanismos de autenticação e o registo de auditoria. As etapas metodológicas associadas à modelação, desenvolvimento e teste são apresentadas ao longo deste capítulo, juntamente com as figuras e fluxos que suportam a arquitetura da solução.

3.1. Visão Geral do Sistema

3.1.1. Contexto e Objectivos

A solução organiza-se em quatro camadas com responsabilidades claramente delimitadas, favorecendo a separação de preocupações, a segurança e a evolução controlada. Ao nível do cliente, coexistem duas interfaces: a aplicação móvel, desenvolvida em *Flutter*, destinada aos utilizadores finais para registo de despesas, anexação de comprovativos e consulta do histórico e o portal administrativo, implementado em *HTML/JavaScript*, vocacionado para governação, criação e edição de utilizadores, gestão de equipas, análise dirigida e exportações. A interface ajusta a apresentação ao perfil autenticado, mas a verificação de permissões não ocorre no cliente é sempre executada no servidor, eliminando lógica paralela e assegurando uniformidade das regras.

A camada de lógica/API, construída em *Node.js* com *Express*, concentra as regras de negócio e os mecanismos de segurança. Expõe contratos *HTTP/JSON* estáveis, realiza a autenticação no servidor por verificação de credenciais e aplica autorização baseada em papéis e estado ativo da conta. Nesta versão não são emitidos *tokens* de sessão, a autorização é validada explicitamente em cada pedido dirigido a *endpoints* protegidos. Operações sensíveis, como aprovações e exportações, obedecem a controlo estrito, são aplicadas de forma atómica sobre os dados e deixam rasto consistente em coleções de auditoria em regime *append-only*.

Os serviços de dados sustentam a persistência e o armazenamento. O *Cloud Firestore* mantém os dados operacionais (perfis de utilizador, despesas e equipas) com marcas temporais geridas no servidor para garantir ordenação e integridade, o *Firebase Storage* arquiva os comprovativos associados às despesas e o *Firebase Admin SDK* é utilizado exclusivamente no *backend* para acesso confiável aos serviços *cloud*. O mecanismo nativo de autenticação do *Firebase* não é utilizado como camada de login do utilizador final é o servidor que valida credenciais e perfis, preservando um ponto único de confiança.

Por fim, a comunicação entre clientes e API decorre por *HTTP/JSON* e, em produção, é obrigatoriamente realizada sobre *HTTPS/TLS*, assegurando confidencialidade e integridade do tráfego. Em desenvolvimento, admite-se ligação local controlada (por exemplo, emulador móvel). Este arranjo, centrado no *backend* como guardião das regras e do acesso aos dados, garante previsibilidade, rastreabilidade e coerência entre canais.

3.1.2. Metodologia Técnica de Desenvolvimento

A abordagem adotada para a execução deste trabalho pautou-se por uma metodologia de desenvolvimento incremental e ágil, organizada em ciclos curtos de iteração com o objetivo de promover a validação contínua junto dos stakeholders da ANE+EF. Este modelo permitiu uma adaptação flexível aos requisitos específicos da Agência, acomodando ajustamentos sucessivos à medida que o processo de gestão de despesas era mais bem compreendido e formalizado.

Cada ciclo iterativo seguiu uma sequência lógica, iniciando-se com a clarificação de requisitos e a modelação rigorosa do processo, incluindo a definição dos estados das despesas, dos perfis de utilizador e das regras operacionais associadas a cada etapa do fluxo. Numa fase subsequente, procedeu-se à implementação incremental nos três componentes principais da solução: aplicação móvel (Flutter), portal administrativo (HTML/JS + Node.js/Express) e backend (Firebase/Firestore e Storage).

O ciclo de desenvolvimento adotado é ilustrado na Figura 3-1, que sintetiza as fases de clarificação, modelação, implementação incremental, testes funcionais e de regras, e validação final com recolha de métricas operacionais. Esta representação gráfica permite evidenciar a natureza iterativa do processo e a importância do feedback contínuo para a consolidação da solução.



Figura 3-1 - Ciclo de desenvolvimento
Fonte: Elaboração Própria

Concluída a implementação de cada incremento, foram realizados testes funcionais e de regras abrangentes, com foco na validação crítica dos fluxos de aprovação, no controlo de acessos (RBAC) e no registo de atividade. Particular atenção foi dada à consistência dos estados da despesa, à integridade dos dados armazenados e à correta aplicação das regras de negócio definidas para cada perfil de utilizador.

Em todas as iterações, procedeu-se ainda à recolha de métricas operacionais, de forma a quantificar o progresso face ao processo manual de referência. Entre essas métricas incluíram-se:

- o tempo de ciclo entre submissão e decisão,
- o retrabalho por despesa (número de correções/reenvios),
- a completude dos comprovativos associados,
- o tempo necessário para gerar exportações,
- e a percentagem de eventos auditáveis devidamente registados.

O fluxo de aprovação de despesas, que representa o percurso desde a submissão pelo utilizador até à decisão final, passando pelos dois níveis hierárquicos de aprovação e contemplando os estados possíveis (*draft*, *submitted*, *approved*, *rejected*), é detalhado na Figura 3-2 e descrito na Secção 3.1.3, onde se explicita de forma mais granular a dinâmica entre os diferentes intervenientes e os efeitos de cada ação no ciclo de vida da despesa.

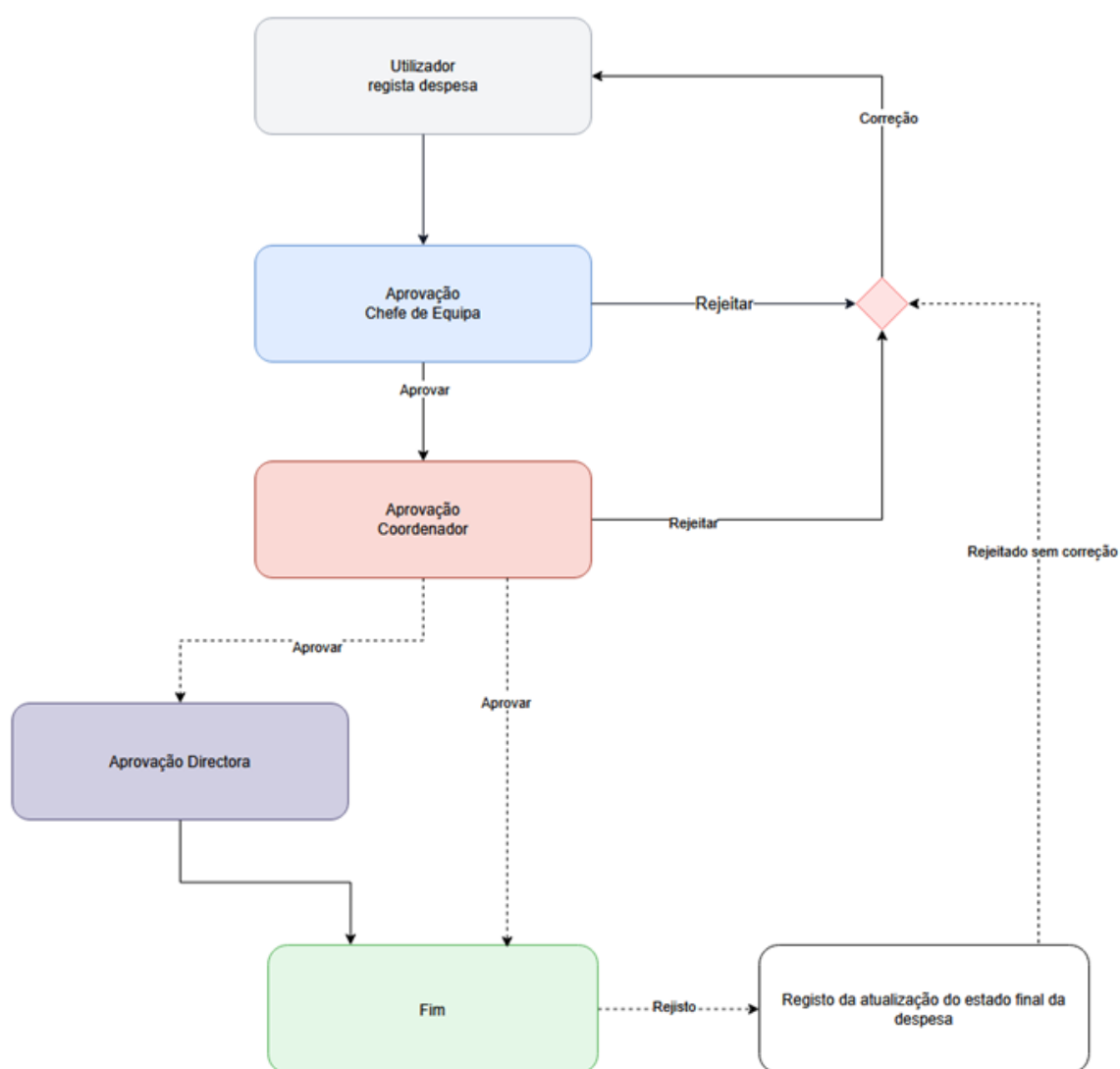


Figura 3-2 - Fluxo de Aprovação Despesa ANE+EF

A análise do fluxo funcional apresentado permite consolidar a compreensão das interações essenciais entre os diferentes intervenientes no processo de gestão de despesas. Este modelo formaliza, de forma clara e estruturada, as transições entre estados, os pontos de decisão e os mecanismos de controlo que asseguram a rastreabilidade e a conformidade das operações realizadas no sistema. A representação gráfica reforça a coerência do ciclo de vida da despesa e evidencia a lógica que orientou o desenho arquitetural e a implementação da solução, servindo de referência para as secções técnicas que se seguem.

3.1.3. Fluxos Funcionais de Alto Nível

Os fluxos funcionais estabelecem a articulação entre os clientes (aplicação móvel e portal), a API em Node.js/Express e os serviços de dados (*Firestore*, *Storage*), projetando no *runtime* as regras de negócio, as responsabilidades por perfil e a rastreabilidade exigida. O percurso inicia-se na autenticação: o utilizador introduz credenciais e o *backend* valida o par email/palavra-passe por comparação com o *hash* armazenado, confirmando ainda o estado ativo da conta e o perfil atribuído. Nesta versão não são emitidos *tokens* de sessão; a autorização é verificada de forma explícita em cada pedido dirigido a *endpoints* protegidos, garantindo que as condições de acesso são revistas a cada interação. Quando aplicável, o servidor impõe a alteração obrigatória da palavra-passe no primeiro acesso subsequente, reforçando a política de segurança.

A submissão de despesas é orquestrada a partir da aplicação móvel. O registo é preparado no estado inicial e o comprovativo é carregado via API, que valida tipo e tamanho do ficheiro antes de o persistir no armazenamento de objetos e de concluir a associação ao registo transacional. A criação e a submissão deixam evidência nos registos de atividade, com marcas temporais controladas pelo servidor para assegurar ordenação consistente e reprodutibilidade.

A decisão segue um modelo hierárquico. A primeira deliberação cabe à chefia e a decisão final à coordenação, admitindo-se o encerramento administrativo quando aplicável. A visibilidade e a capacidade de agir respeitam a pertença a equipas: cada responsável apenas consulta e delibera sobre o que se encontra no seu escopo real de competência. Toda a decisão é justificada em texto e fica registada num histórico imutável incorporado no próprio registo da despesa, com identificação do ator, papel exercido, resultado decidido e *timestamp*. Em caso de rejeição, a fundamentação permanece preservada e pode ser concedida ao autor a possibilidade de corrigir e reenviar, sem perda de trilha.

As exportações constituem operações controladas e restritas a perfis autorizados. São geradas no servidor, a partir de consultas determinísticas, e disponibilizadas para download em formatos estruturados (CSV/PDF), assegurando consistência temporal e integridade do conteúdo. Em paralelo, as ações relevantes, criação, atualização, decisão e exportação, são refletidas em registos de atividade com contexto do autor e, quando pertinente, comparação antes/depois, providenciando auditabilidade *end-to-end* e suporte à verificação posterior.

A Figura 3-3 sintetiza, num só diagrama, a articulação entre os clientes, aplicação móvel e portal web, a API *Node.js/Express* e os serviços de dados *Firebase*, destacando os quatro fluxos críticos do sistema, autenticação e autorização no servidor, submissão de despesa com

validação e anexos, aprovação hierárquica com histórico imutável e exportações determinísticas e respetiva auditoria.

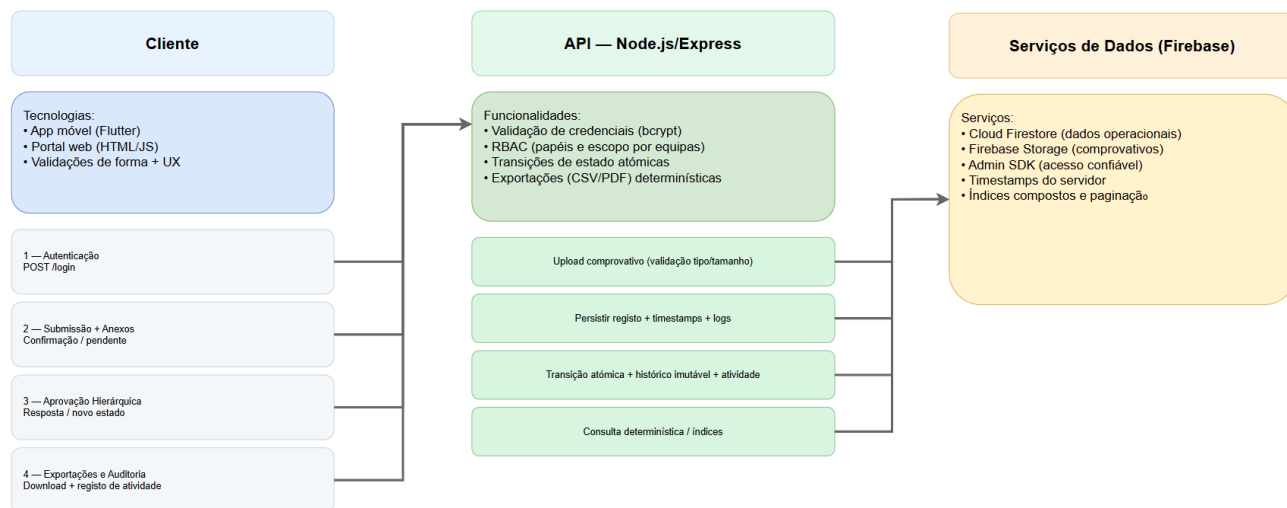


Figura 3-3 - Diagrama Arquitetural da Solução
Fonte: Elaboração Própria

Conforme se verifica, toda a lógica sensível do sistema é aplicada e centralizada na camada da API, sendo esta a responsável pela validação de papéis, estados e âmbito por equipas antes de persistir alterações no *Firestore* ou de guardar anexos no *Storage*. Esta centralização assegura consistência semântica entre canais, rastreabilidade por *logs append-only* e previsibilidade operacional, preparando o terreno para a descrição detalhada de cada camada nos pontos seguintes.

3.2. Modelo de Dados

O modelo de dados sustenta o ciclo de vida das despesas, as restrições de autorização e a rastreabilidade exigida pela governação do processo. A persistência recorre ao *Cloud Firestore*, articulado com o *Firebase Storage* para gestão de comprovativos e com o *Firebase Admin SDK* no *backend* para acesso confiável. A opção por *Firestore* responde à necessidade de baixa latência nas consultas dominantes, sincronização consistente entre clientes e integração nativa com aplicações móveis e *web*, preservando escalabilidade e auditabilidade.

3.2.1. Princípios de Modelação

A modelação privilegia a eficiência de leitura das vistas mais frequentes e sensíveis (histórico do autor, filas de aprovação por estado e nível, auditoria cronológica). A estrutura e a indexação são guiadas pelas consultas reais da aplicação, garantindo previsibilidade sob carga sem recorrer a varrimentos exaustivos. Adota-se desnormalização controlada, certos atributos derivados, necessários para apresentação e ordenação, são materializados junto dos registos de consumo, reduzindo viagens ao servidor e custos de junção lógica. A integridade temporal é assegurada por marcas cronológicas mantidas no servidor, que suportam ordenações determinísticas e evitam discrepâncias entre relógios de cliente.

A segurança de credenciais é tratada no servidor: apenas o resumo criptográfico da palavra-passe é armazenado e nunca é exposto via API. A unicidade lógica de identificadores críticos, como o correio eletrónico do utilizador, é garantida pela camada de aplicação, que normaliza e verifica a inexistência de duplicados antes de escrever. Por fim, a preservação de histórico é um princípio transversal, as decisões sobre despesas são registadas de forma aditiva, e as rejeições conservam justificação e o sinal de reedição quando aplicável, mantendo uma trilha imutável para auditoria.

3.2.2. Coleções Principais

O núcleo identitário reside em *userProfiles*, que concentra informação canónica de utilizadores e a sua inserção organizacional, servindo de base às políticas de acesso por papel e por equipa. A organização funcional é representada por *teams*, que estrutura a afiliação e delimita o âmbito de decisão hierárquico.

A entidade transaccional *expenses* codifica o ciclo de vida da despesa, da criação ao encerramento, incluindo estado corrente, nível de aprovação em curso e ligações controladas aos comprovativos. Cada decisão fica registada num histórico interno de natureza aditiva, garantindo não repudição e leitura ordenada do percurso decisório.

A rastreabilidade transversal é assegurada por coleções de atividade separadas por domínio (*userActivityLogs* e *expenseActivityLogs*), que registam operações sensíveis com contexto do autor e comparação de estados, permitindo auditoria *end-to-end* e diagnóstico forense quando necessário. Além de *expenseActivityLogs*, a solução mantém *teamActivityLogs* para governação de equipas (criação, renomeação, atribuição de chefias e coordenadores), em regime *append-only*.

3.2.3. Modelo Conceptual do Sistema

O modelo conceptual, Figura 3-4, sintetiza as coleções *userProfiles*, *teams*, *expenses*, *userActivityLogs* e *expenseActivityLogs*, bem como as suas articulações. Destaca-se a decisão de manter o histórico de aprovações embebido no próprio registo de despesa, o que permite leitura direta e ordenada do percurso, sem múltiplas consultas, preservando o contexto hierárquico e temporal de cada deliberação.

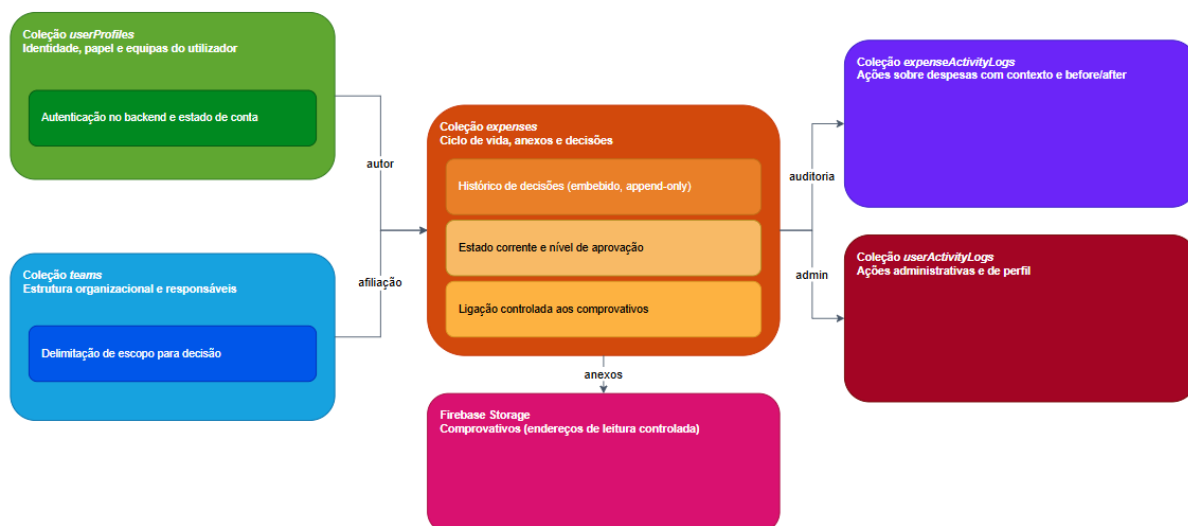


Figura 3-4 - Modelo conceptual do sistema Travel Expenses
Fonte: Elaboração Própria

3.2.4. Detalhe Estrutural e Convenções de Dados

As convenções semânticas funcionam como contrato entre *frontend* e *backend*, domínios controlados para papéis e estados, normalização de identificadores, marcas temporais imutáveis na criação e atualização sistemática em cada mutação. A entidade de utilizador agrega a informação necessária à autorização por papéis e ao âmbito organizacional, a entidade de equipa confere a matriz de responsabilidade para decisão e a entidade de despesa incorpora o percurso de decisão aditivo e ligações controladas aos anexos.

As coleções de atividade são alimentadas apenas pelo servidor, com registo sequencial de eventos, contexto do autor e fotografias dos estados anterior e posterior, permitindo reconstruções fidedignas dos factos e suportando conformidade e auditoria.

3.2.5. Relações e Integridade e Estratégia de Consistência

Num repositório documental sem chaves estrangeiras nativas, a integridade referencial é imposta pela aplicação. A consistência é alcançada combinando, propagação de identificadores estáveis entre coleções, validações e pré-condições no servidor para transições de estado e operações atômicas quando há mutações encadeadas (por exemplo, decisão sobre uma despesa acompanhada do registo de auditoria).

A interseção por equipas é determinante na autorização, Figura 3-5, responsáveis apenas operam sobre registos que pertencem às suas unidades. A história de decisões é aditiva, com justificação obrigatória, rejeições conservam a fundamentação e podem habilitar reedição. Não se apagam trilhas, preserva-se, por desenho, a evidência do processo.

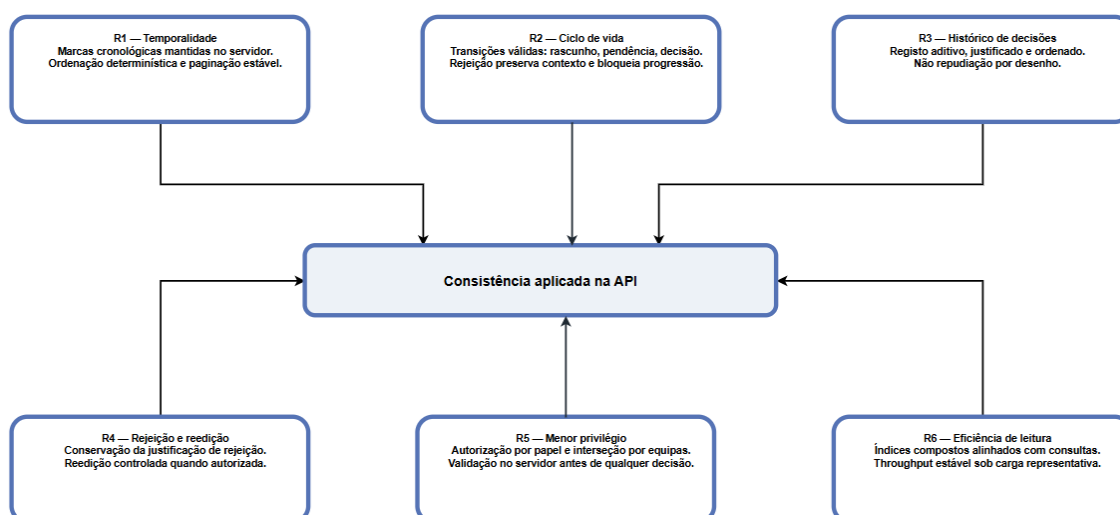


Figura 3-5 - Mapa de relações e restrições
Fonte: Elaboração Própria

3.2.6. Estratégia de indexação no *Cloud Firestore*

A indexação é derivada das *queries* de produção, histórico por autor e data, filas de decisão por estado e momento, auditoria por entidade e período. A ordenação temporal é estável e determinística, assegurando paginação consistente mesmo com crescimento de dados. Mantém-se um conjunto parcimonioso de índices compostos, suficiente para as vistas críticas, evitando custos de manutenção desnecessários e favorecendo previsibilidade sob carga.

3.2.7. Síntese e Ciclo de Vida da Despesa

As normas de modelação, validação e nomenclatura convertem-se em requisitos verificáveis na implementação, estabilizando o comportamento do sistema. O ciclo de vida da criação em rascunho à pendência e à decisão final (aprovação ou rejeição), com reedição quando aplicável é representado no diagrama de estados, Figura 3-6. Cada transição é condicionada por pré-requisitos funcionais e por autorização no servidor as decisões permanecem registadas de modo histórico e os anexos são tratados com ligação controlada ao armazenamento.

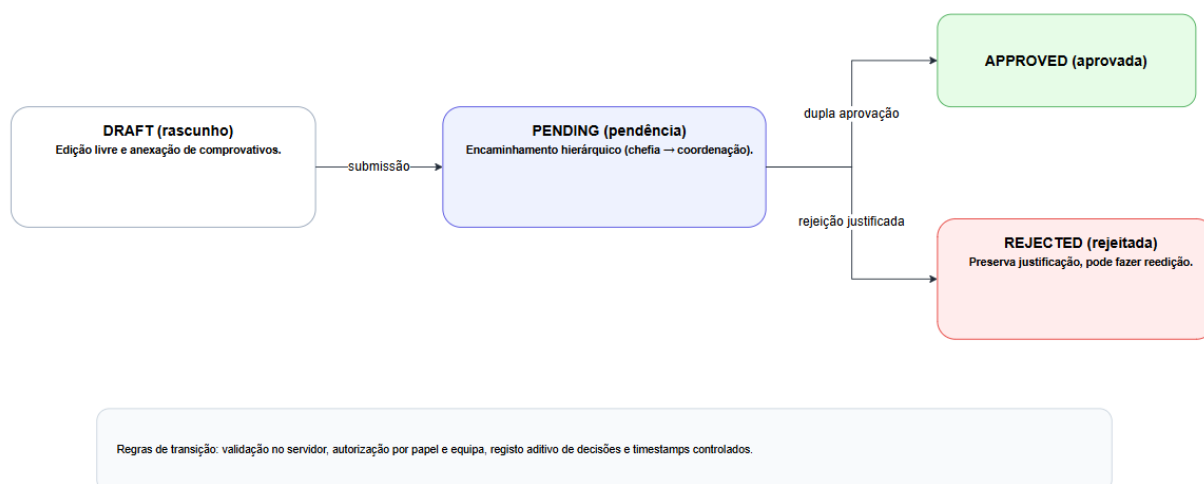


Figura 3-6 - Ciclo de vida da despesa
Fonte: Elaboração Própria

3.3. Backend – Node.js + Express

O *backend* materializa, do lado do servidor, o modelo de dados e as regras de negócio que suportam o ciclo de vida das despesas. Implementado em *Node.js* com o *framework Express*, expõe contratos *HTTP* estáveis para criação, submissão e decisão de despesas, administração de utilizadores e equipas, exportação de dados e preservação de evidências de auditoria. A implementação privilegia três qualidades transversais, conformidade com o esquema e os estados das entidades, rastreabilidade integral das ações e previsibilidade operacional (consultas indexadas e paginação determinística).

3.3.1. Arquitetura e organização do código

A organização segue uma divisão em camadas com fronteiras explícitas. A camada de entrada/servidor configura o *Express* e publica os conteúdos estáticos do portal. A camada de rotas agrupa os *endpoints* por domínio funcional (autenticação, utilizadores, equipas, despesas, logs e exportações), mantendo-se fina e atuando como contrato público da API. Os controladores orquestram os casos de uso, validam pré-condições, consultam e atualizam o repositório de dados, impõem regras de autorização e desencadeiam o registo de atividade. Os utilitários encapsulam integrações técnicas (*Firestore/Storage* através do *Admin SDK*, *hashing* e comparação de palavras-passe, geração de CSV/PDF). Um *middleware* de *upload* recebe os comprovativos, valida-os no servidor e encaminha-os para armazenamento de objetos.

O percurso típico de uma requisição explicita onde a regra de negócio é aplicada pela seguinte ordem descrita.

1. Entrada
2. Validações e pré-condições
3. Acesso a dados/ficheiros
4. Registo de atividade
5. Resposta.

Esta arquitetura modular reduz acoplamento, aumenta coesão e melhora testabilidade, assegurando que as políticas de segurança e integridade são impostas no lado confiável.

3.3.2. Autenticação e gestão de credenciais

A autenticação é realizada no servidor, por verificação de credenciais sempre que o fluxo de negócio o exige. As palavras-passe são armazenadas sob forma *hash* robusta (*bcrypt*), nunca sendo expostas. Nesta versão, a proteção assenta em revalidação contínua em operações sensíveis, o servidor volta a verificar o par *email*/palavra-passe recebido no pedido, confirmando ainda o estado ativo da conta e o papel atribuído.

Estão implementados dois fluxos complementares de gestão de credenciais, recuperação por correio eletrónico, com geração de um *token* de duração limitada, persistido no *backend* e validado na página de redefinição e alteração obrigatória após login quando aplicável, que força a atualização da palavra-passe antes de prosseguir para a área autenticada. Ambos os fluxos registam as operações relevantes para efeitos de auditoria. (Uma eventual evolução para emissão de *tokens* de sessão poderá ser considerada no futuro, não sendo requisito desta versão.)

3.3.3. Autorização por papéis e âmbito organizacional

A autorização segue o princípio do mínimo privilégio e é verificada nos controladores, tendo em conta o papel do utilizador e o estado ativo da conta. Operações administrativas, tais como, gestão de utilizadores/equipas, exportações globais, exigem o papel de administração. As ações do autor como criar, editar em rascunho, submeter, exigem titularidade e conta ativa. As decisões sobre despesas aprovar e rejeitar estão reservadas a perfis de responsabilidade e são ainda restritas por âmbito de equipas, um responsável apenas delibera sobre despesas abrangidas pelas equipas em que exerce funções. O papel de administração mantém capacidade de exceção, devidamente registada.

3.3.4. Rastreabilidade e evidências

A rastreabilidade combina histórico incorporado na entidade, com registo imutável das decisões com identificação do decisor, papel, justificação e momento, com registos de atividade por domínio. As mudanças de estado relevantes e o respetivo registo de atividade são executados como uma unidade atômica, garantindo que não existem desvios entre o que se alterou e o que ficou registado para auditoria. Esta abordagem sustenta a não repudição e permite reconstrução cronológica de eventos para conformidade e diagnóstico.

No que concerne a anexos, os comprovativos são recebidos via *upload multipart*, validados no servidor e guardados em armazenamento de objetos é gerado um endereço de leitura controlada associado à despesa, desacoplando ficheiros dos documentos transacionais e favorecendo escalabilidade.

3.3.5. Superfície HTTP por domínios

A API está organizada por domínios funcionais com respostas e códigos consistentes. A autenticação valida credenciais e devolve os dados essenciais do utilizador ativo, os fluxos de recuperação e de alteração obrigatória de palavra-passe completam a gestão segura de acesso. O domínio de utilizadores permite criar e atualizar perfis, ativar/desativar contas e atribuir papéis; o domínio de equipas cria estruturas e associa responsáveis, mantendo coerência com os perfis. O domínio de despesas cobre a criação/edição em rascunho, a submissão, a consulta de pendentes por nível de decisão e as ações de aprovação/rejeição, que atualizam o estado e acrescentam evidências. A área de *logs* e exportações disponibiliza leitura de registos e geração de CSV/PDF para administração, sujeita a restrições de acesso.

As listagens que exigem ordenação e filtros combinados recorrem a índices compostos e são paginadas de forma determinística, assegurando previsibilidade sob carga representativa. O mapeamento de códigos de resposta é estável (200/201 para sucesso, 400 para dados inválidos, 401/403 para falhas de autenticação/autorizações, 404 para inexistência, 409 para conflito de estado, 500 para erro interno).

3.4. Portal Web Administrativo

O Portal *Web* Administrativo, Figura 3-7, concretiza, ao nível da interface, as funções de governação e de decisão da solução, adotando uma arquitetura múltipla página com navegação lateral comum e um cliente servido como conteúdo estático por Express. A fronteira com a API é deliberadamente nítida: a validação crítica, papéis, estados válidos, obrigatoriedade de comentário e âmbito por equipas é sempre imposta no servidor, o cliente limita-se a validações de forma e à apresentação clara de estados, carregamento, sucesso e erro. As listas operacionais obedecem a ordenação determinística e a paginação estável, coerentes com os índices definidos no modelo de dados, o que reforça a previsibilidade do comportamento e a auditabilidade das operações. Esta topologia, assente em baixa acoplagem e contratos estáveis, sustenta a manutenção evolutiva e reduz a superfície de erro no *frontend*.

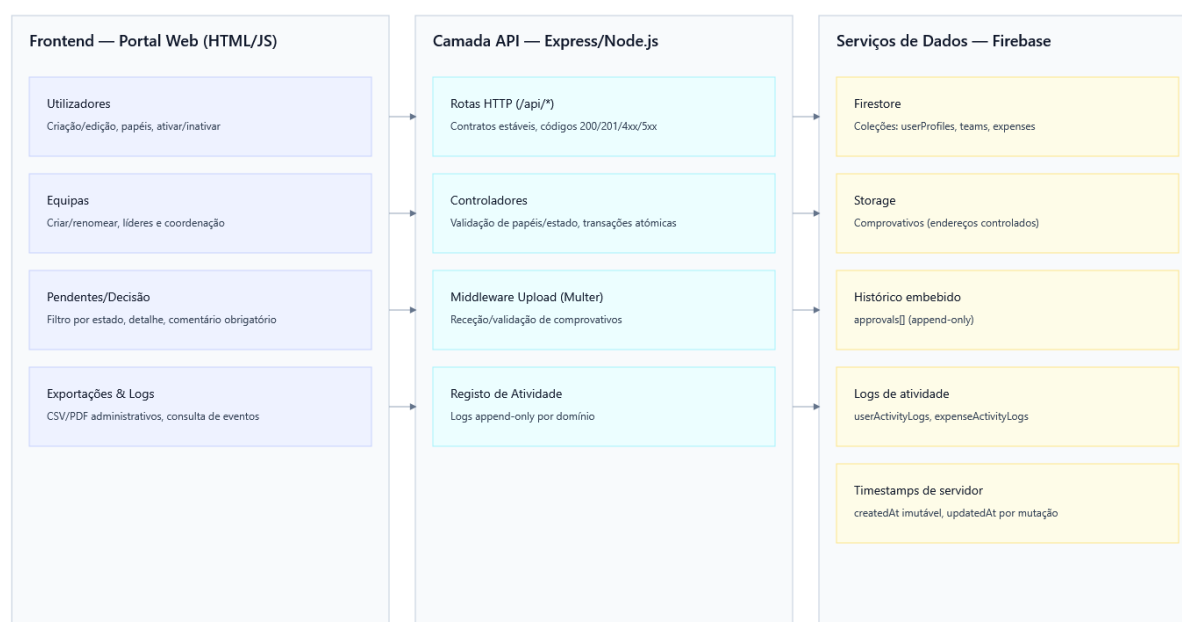


Figura 3-7 - Mapa funcional do Portal Web Administrativo
Fonte: Elaboração Própria

No plano da governação, o portal concentra a criação e manutenção de perfis de utilizador e a modelação da estrutura organizacional. A área de utilizadores permite criar e editar perfis, definir papéis e ativar ou inativar contas, refletindo de imediato as alterações no repositório canónico. A área de equipas possibilita criar e renomear unidades, bem como nomear chefias e coordenações que suportam a cadeia hierárquica de decisão. Cada ação administrativa desencadeia registos de atividade e observa a disciplina de dados imposta pelo *backend*, garantindo coerência entre perfis, equipas e fluxos de aprovação. O portal não introduz regras

paralelas, torna visível e operável o contrato estabelecido pela API, mantendo a governação alinhada com a semântica do domínio.

O fluxo de decisão projeta, na interface, o mesmo rigor aplicado na camada de negócio. Os perfis de responsabilidade acedem a uma vista de pendentes ordenada de forma determinística e limitada ao seu âmbito efetivo de competência. A filtragem por estado e a seleção asseguram que cada responsável vê apenas o que pode deliberar. No detalhe de cada registo reúnem-se os elementos necessários à decisão, valores, comprovativo armazenado e histórico imutável de decisões e a deliberação exige comentário. O servidor valida papel, estado e enquadramento por equipas, aplica a transição de forma atômica, acrescenta a entrada correspondente ao histórico e regista o evento em coleções de auditoria em modo *append-only*. O resultado é uma experiência sem ambiguidades, em que a interface apenas solicita operações e o *backend* garante a sua correção e rastreabilidade.

As exportações administrativas seguem o mesmo princípio de disciplina e reprodutibilidade. Os ficheiros em formato estruturado são gerados no servidor a partir de consultas determinísticas e disponibilizados aos perfis autorizados, preservando a consistência temporal por meio de marcas controladas pelo *backend*. Os indicadores de apoio, contagens e sínteses temporais são igualmente servidos pela API, evitando cálculos divergentes no cliente e assegurando que qualquer leitura agregada corresponde ao estado efetivo das coleções.

Toda a interação com a API ocorre por *HTTP/JSON*, com contratos estáveis, códigos de resposta consistentes e paginação determinística. Cada ação sensível produz evidência de auditoria, quer no histórico embebido das entidades, quer nas coleções transversais de atividade, permitindo reconstrução fiel dos eventos e inspeção posterior. A rastreabilidade é, assim, intrínseca ao desenho do sistema, a interface não cria dados nem decide em nome do servidor, solicita, o servidor valida, persiste e regista.

Do ponto de vista não funcional, o portal é orientado a desktop e comunica estados de forma explícita, prevenindo ações repetidas e promovendo uma interação previsível. Não replica regras de negócio nem armazena segredos, opera como cliente fino perante a API. Esta separação de responsabilidades reduz a complexidade no *frontend*, facilita a manutenção e reforça a auditabilidade ponto-a-ponto. Com o portal estabilizado neste modelo, a solução preserva a coerência entre governação, decisão e evidência, preparando a leitura do canal móvel e a continuidade lógica do capítulo.

3.5. Aplicação Mobile (Flutter)

A aplicação móvel materializa, Figura 3-8, no próprio dispositivo, os fluxos nucleares de registo de despesas, captura de comprovativos, submissão para decisão e acompanhamento do estado. A arquitetura organiza-se em camadas de apresentação, gestão de estado, serviços de acesso à API por *HTTP/JSON* e utilitários de sistema. O dispositivo valida apenas formato e completude mínima, enquanto a autorização por papéis, as transições válidas e a rastreabilidade permanecem no servidor. O upload de comprovativos é sempre mediado pela API, que valida e persiste o ficheiro no repositório de objetos, preservando a coerência entre o armazenamento e o registo transaccional da despesa. Esta topologia reduz a superfície de erro no cliente, estabiliza contratos e assegura que o comportamento observável na interface é um reflexo fiel das regras de negócio impostas no *backend*.

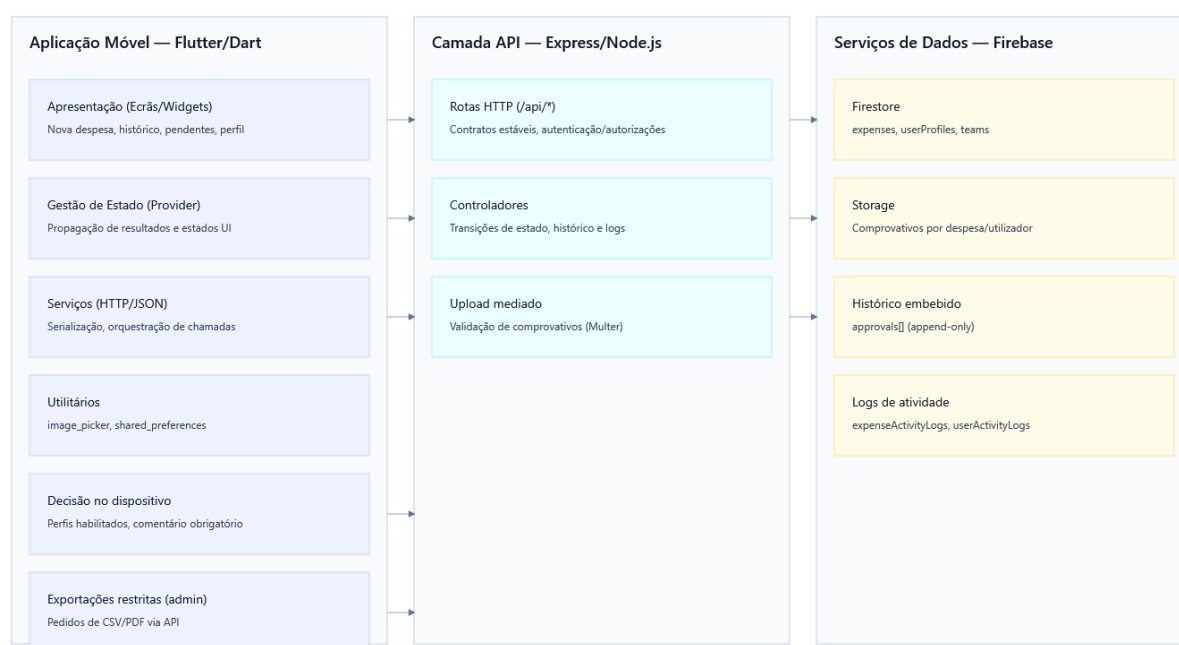


Figura 3-8 - Mapa de navegação da App Móvel (Flutter)
Fonte: Elaboração Própria

O fluxo central inicia-se com a criação em rascunho, o utilizador preenche os dados essenciais e anexa o comprovativo a partir da câmara ou da galeria. Ao submeter, a aplicação invoca a API, que verifica pré-condições, conta ativa, papel adequado e completude dos campos e coloca a despesa em pendência para decisão hierárquica. As transições seguem um percurso controlado e temporalmente consistente, garantindo previsibilidade e integridade do processo. Em caso de rejeição, a justificação devolvida pelo servidor é preservada e a reedição é permitida quando aplicável, mantendo um histórico imutável de decisões e evitando qualquer perda de contexto entre iterações.

A página de perfil reforça a inteligibilidade do modelo organizacional ao expor, para além da identificação básica, as afiliações a equipas e os responsáveis que enquadram as decisões. As atualizações de nome e fotografia percorrem sempre chamadas autenticadas ao servidor, que valida e armazena o novo conteúdo gráfico, mantendo a ligação entre o repositório de ficheiros e o registo canónico do utilizador. Deste modo, a informação exibida no dispositivo é sempre consistente com a fonte de verdade mantida no *backend*.

Para perfis com responsabilidades de decisão, a aplicação disponibiliza a mesma lista de pendentes acessível no portal, limitada ao âmbito real de competência. A vista de detalhe apresenta valores, comprovativo e histórico, a deliberação exige comentário e é enviada para a API, que valida papel e contexto, aplica a transição de estado de forma atómica, atualiza o histórico e regista o evento de atividade. A semântica é única em ambos os canais, assegurando que o meio de acesso não altera garantias nem resultados, e que a rastreabilidade é preservada independentemente do ponto de entrada.

Determinadas capacidades administrativas e indicadores sintéticos estão igualmente disponíveis no dispositivo, estritamente condicionadas ao perfil adequado. A geração de exportações e a leitura de registos seguem os mesmos contratos e restrições do servidor, evitando cálculos locais que possam divergir do *backend* e garantindo que qualquer visão agregada exibida no dispositivo reflete o estado efetivo dos dados. Esta disciplina de integração sustenta a consistência transversal entre canais e previne discrepâncias operacionais.

Em termos não funcionais, a experiência privilegia interações curtas e previsíveis, com *feedback* visível de carregamento e de erro. O armazenamento local é parcimonioso e não contém credenciais; guarda apenas preferências e identificadores mínimos necessários à conveniência do utilizador. A ausência de modo *offline-first* nesta versão é uma decisão consciente, compatível com os requisitos de rastreabilidade e de supervisão definidos para o sistema. A coerência de códigos e mensagens devolvidos pela API reforça a previsibilidade operacional e simplifica a manutenção, confirmando a aplicação móvel como um cliente disciplinado, coerente com o modelo de dados e com as garantias de segurança e auditoria estabelecidas no servidor.

3.6. Considerações de Segurança

A segurança da solução assenta na decisão arquitetónica de concentrar todo o controlo no servidor aplicacional, que atua como único intermediário entre clientes e dados. Não existem acessos diretos a *Firestore* ou ao *Storage* a partir do cliente, toda a leitura e escrita é mediada pelo *Admin SDK* no *backend*, onde residem as validações de identidade, de estado da conta e de autorização por papel. Este desenho reduz a superfície de ataque, elimina variações de lógica nos clientes e assegura que qualquer mutação passa por pré-condições explícitas e auditáveis.

No plano dos dados, a integridade é preservada com temporalidade disciplinada: os registos mantêm marcas cronológicas geridas no servidor, com criação imutável e atualização controlada a cada mutação, permitindo ordenação consistente e reconstituição de eventos. As relações lógicas entre perfis, equipas e despesas são verificadas no *backend* antes de qualquer operação sensível, prevenindo referências órfãs e acesso indevido a entidades fora do contexto do utilizador. O modelo de autorização segue RBAC com âmbito organizacional, além do papel formal (utilizador, chefia, coordenação, administração), é verificada a pertença a equipas para decisões sobre despesas, bloqueando ações fora do perímetro de responsabilidade. Em operações administrativas, criação e edição de utilizadores, ativação e desativação, gestão de equipas e exportações, a execução é estritamente reservada ao papel de administração e deixa rasto em registos de atividade.

A autenticação é realizada no servidor com comparação de credenciais cifradas (*hash* robusto) e normalização de email, cumprindo requisitos mínimos de complexidade para novas palavras-passe. O mecanismo de recuperação de acesso encontra-se implementado com *token* de utilização única e expiração temporal, perante pedido legítimo, é emitido um identificador aleatório persistido numa coleção própria com prazo de validade controlado, o utilizador recebe ligação de redefinição por correio eletrónico e, após confirmação, a palavra-passe é atualizada no servidor, ficando o *token* invalidado e o evento registado. O fluxo de alteração obrigatória de palavra-passe é igualmente suportado quando aplicável, assegurando que contas recém-criadas ou recuperadas cumprem as políticas definidas antes de acederem ao sistema.

No tratamento de ficheiros, os comprovativos são carregados por upload mediado, o *backend* recebe o anexo, valida tipo e dimensão e só então o armazena no *Firebase Storage*, associado à despesa por convenção de nomes estável. O cliente não obtém credenciais diretas do *Storage*, o acesso é sempre derivado da autorização sobre a própria despesa, impedindo exposições fora de contexto e reduzindo o risco de enumeração de objetos. Este

desacoplamento entre dados transacionais e objetos binários melhora a escalabilidade e a segurança, mantendo o ciclo de vida dos anexos sob política do servidor.

A rastreabilidade é assegurada por dois mecanismos complementares. No próprio documento da despesa, um histórico aditivo conserva cada decisão com identificação do autor, papel, justificativa e carimbo temporal, garantindo não repudição e suporte à apresentação coerente na interface. Em paralelo, coleções de *logs* de atividade registam ações sensíveis sobre despesas e perfis (criação, atualização, aprovações, rejeições, ativações), incluindo, quando pertinente, estados antes/depois. Como as alterações de estado e o registo de atividade ocorrem em operações atômicas, os trilhos de auditoria refletem fielmente o que foi efetivamente consolidado na base de dados.

No transporte, a comunicação entre clientes e servidor é feita por HTTP sobre TLS, sendo o servidor o ponto de aplicação de validações de entrada e de normalização de dados. A interface web apresenta apenas operações compatíveis com o papel autenticado, mas a decisão final reside sempre no lado confiável, qualquer tentativa fora das regras resulta em códigos e mensagens explícitas, mantendo a previsibilidade e reduzindo ambiguidades operacionais.

Em síntese, o modelo de segurança combina mediação exclusiva pelo *backend*, RBAC com âmbito por equipas, gestão segura de credenciais (incluindo redefinição por *token* com expiração) e tratamento controlado de anexos no *Storage*, tudo isto ancorado por registos de auditoria que tornam verificável cada passo do ciclo de vida. Estas opções alinham a implementação com o princípio do mínimo privilégio, reforçam a defesa em profundidade e sustentam a conformidade e a rastreabilidade necessárias ao contexto organizacional. A partir deste alicerce, o capítulo seguinte transfere o foco para a validação empírica, demonstrando que as garantias enunciadas se materializam em comportamento observável e métricas reproduzíveis.

4. Solução Final: Plataforma Integrada T&E

Este capítulo descreve a concretização técnica da solução *Travel Expenses*, articulando os requisitos operacionais com a sua materialização na aplicação móvel, no Portal *Web* Administrativo e no servidor aplicacional. A implementação assenta num cliente móvel em *Flutter*, num portal em *HTML/JS* servido por *Node.js/Express*, e num *backend* que orquestra autenticação, regras de negócio, persistência em base de dados e geração de ficheiros de exportação. A lógica de aprovação hierárquica foi codificada no servidor, assegurando que decisões sensíveis são validadas no lado confiável, com trilhas de auditoria consistentes e marcas temporais controladas pelo sistema. A concluir, apresenta-se a organização dos serviços e das integrações, preparando o terreno para a validação empírica do Capítulo 5.

4.1. Aplicação Móvel (*Flutter*)

A aplicação móvel concretiza os fluxos principais de utilização, autenticação, criação/submissão de despesas com anexos, aprovação/rejeição para utilizadores com responsabilidades e consulta de perfil. A estrutura segue uma separação clara entre ecrãs, serviços de acesso à API e gestão de estado, promovendo previsibilidade e isolamento de responsabilidades no cliente.

4.1.1. Acesso e navegação

O acesso é efetuado por email e palavra-passe, com validações de formato no cliente e mensagens explícitas em caso de falha. Após autenticação bem-sucedida, são mantidas localmente apenas as preferências estritamente necessárias à conveniência de sessão. Quando aplicável, é solicitado ao utilizador que altere a palavra-passe no primeiro acesso, garantindo o reforço inicial da segurança. A navegação principal expõe atalhos para criar uma despesa, consultar histórico e aceder ao perfil.

Para clarificar o ponto de partida da interação, apresenta-se, Figura 4-1, de seguida o ecrã de autenticação e a área inicial após sessão iniciada. Observa-se a validação de campos no acesso e, depois, a disponibilização de atalhos para as ações mais frequentes, facilitando a navegação desde o primeiro momento.

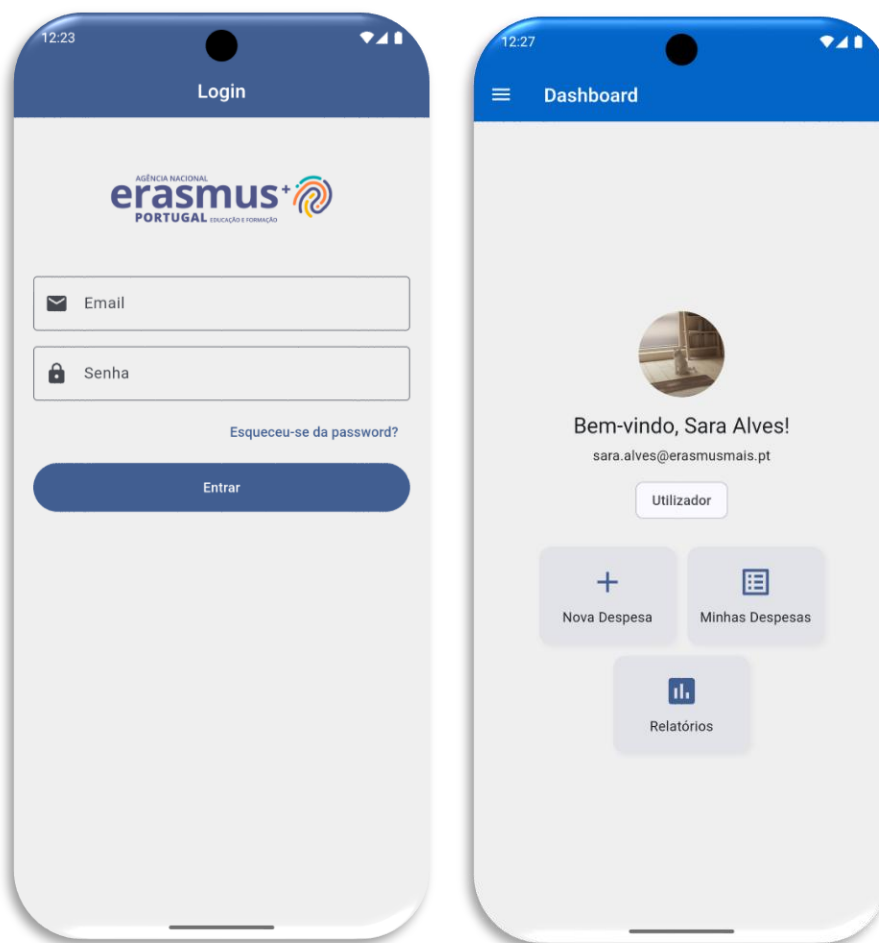


Figura 4-1 - Ecrã de Autenticação e Área Dashboard

4.1.2. Perfil do utilizador

A vista de perfil expõe dados de identificação e associações organizacionais relevantes para o modelo de permissões (equipa(s) e níveis de responsabilidade), além de ações de sessão. Esta transparência contribui para a compreensibilidade das decisões e para a coerência entre experiência de utilização e controlo de acesso.

A fim de tornar explícito o contexto de permissões, a Figura 4-2, mostra a vista de perfil, onde se reúnem os dados de identificação e as associações organizacionais relevantes para a atuação do utilizador no sistema.

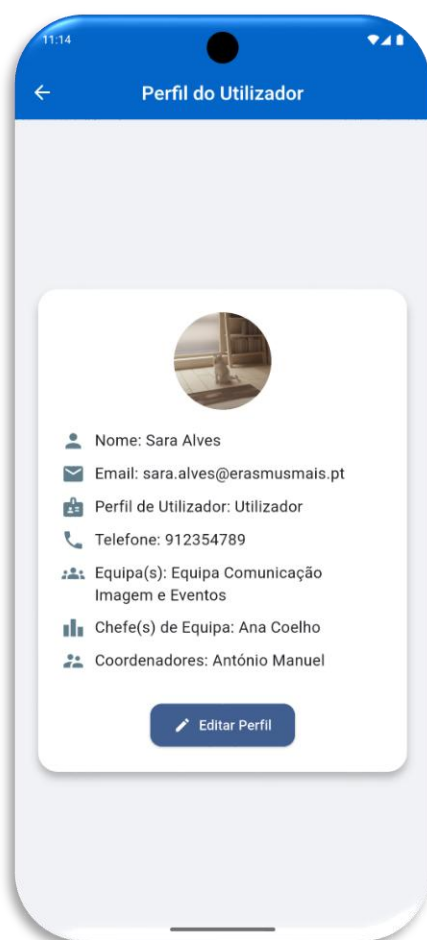


Figura 4-2 - Perfil do utilizador com identificação e associações organizacionais

4.1.3. Criação, anexos e submissão de despesas

O registo de uma despesa é iniciado num formulário conciso (datas, valor, categoria e descrição), com suporte à captura ou seleção de comprovativos. Os ficheiros são enviados de forma multipart para o servidor, que os armazena em repositório de objetos e devolve um endereço de acesso controlado. A submissão da despesa estabelece estado pendente e primeiro nível de aprovação de acordo com o modelo hierárquico implementado. As marcas temporais são geradas no servidor, garantindo ordenação e auditoria estáveis.

Com o objetivo de ilustrar o registo de uma despesa, a Figura 4-3, mostra o formulário de criação e o detalhe com comprovativos já associados. É visível a captura/seleção de ficheiros, a verificação de campos obrigatórios e a preparação para submissão.

The image displays two mobile application screens side-by-side, illustrating the expense registration process.

Left Screen: Registrar Despesa

- Nome da Despesa:** Deslocação de Viagem ao Porto
- Valor (€):** € 578.96
- Intervalo de Datas:** 03/11/2025 - 06/11/2025
- Ficheiros (3) selecionados:**
 - Factura Jantar.jpg
 - Factura Almoço.jpg
 - Facturas Viagem Porto.pdf
- Selecionar Itens da Despesa:**
 - Transportes
 - Refeições
 - Alojamento
 - Outros
- Itens selecionados:**
 - Carro
 - Almoço
 - Jantar
 - Hotel
 - Estacionamento
 - Diversos
- Comentários:** Deslocação para monitorização de execução do projecto 2025-1-PT01-SCH-0002563 e auditoria aos Progress Report.
- Buttons:** Enviar para Aprovação (green), Guardar como Rascunho (orange), Voltar sem Submeter (grey).

Right Screen: Detalhes da Despesa

- Nome:** Deslocação de Viagem ao Porto
- Valor:** 578,96 €
- Intervalo de Datas:** 03/11/2025 até 06/11/2025
- Tipo:** Carro, Almoço, Jantar, Hotel, Estacionamento, Diversos
- Comentários:** Deslocação para monitorização de execução do projecto 2025-1-PT01-SCH-0002563 e auditoria aos Progress Report.
- Estado:** Pendente
- Aprovação:** Chefe de Equipa
- Faturas:**
 - 1763081149664_Factura Jantar.jpg
 - 1763081151793_Facturas Viagem ...

Figura 4-3 – Formulário e detalhe da criação de uma nova despesa

4.1.4. Decisão (aprovar/rejeitar) e histórico visível

Utilizadores com responsabilidades veem uma lista de despesas pendentes elegíveis, filtradas segundo o seu papel e equipas associadas. No detalhe, a decisão exige justificação textual e produz impacto imediato no fluxo aprovação no primeiro nível encaminha para o nível seguinte, a aprovação final conclui a despesa, a rejeição encerra o processo e pode facultar reedição ao autor, quando permitido. O histórico da despesa apresenta, de forma agregada, as decisões tomadas, o seu contexto e o momento em que ocorreram, preservando coerência visual entre o que se vê no dispositivo e o que foi persistido. A Figura 4-4 e Figura 4-5, ilustra a lista de pendentes no dispositivo, evidenciando o campo de comentário obrigatório e as ações de decisão disponíveis para o perfil de responsável.

Para evidenciar o funcionamento do fluxo de aprovação, apresenta-se a lista de pendentes elegíveis para o responsável e o ecrã de decisão. Destaca-se a exigência de justificação, o controlo por perfis e a progressão do estado após cada decisão.

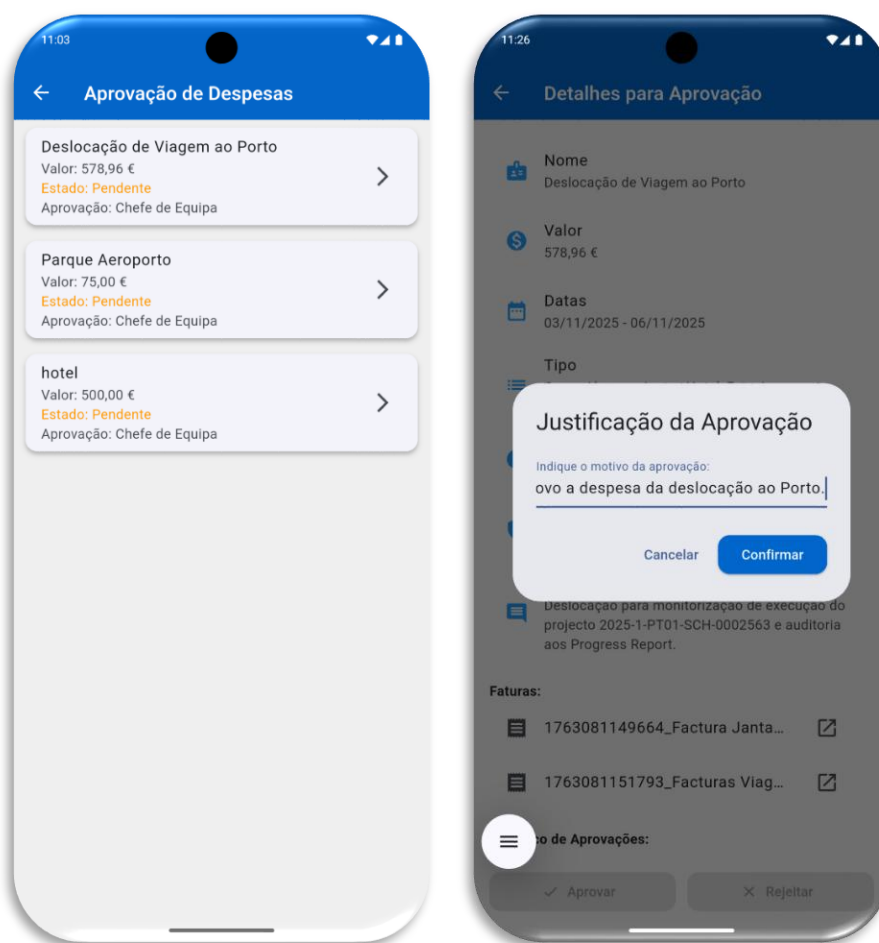


Figura 4-4 - Lista de pendentes do Chefe de Equipa

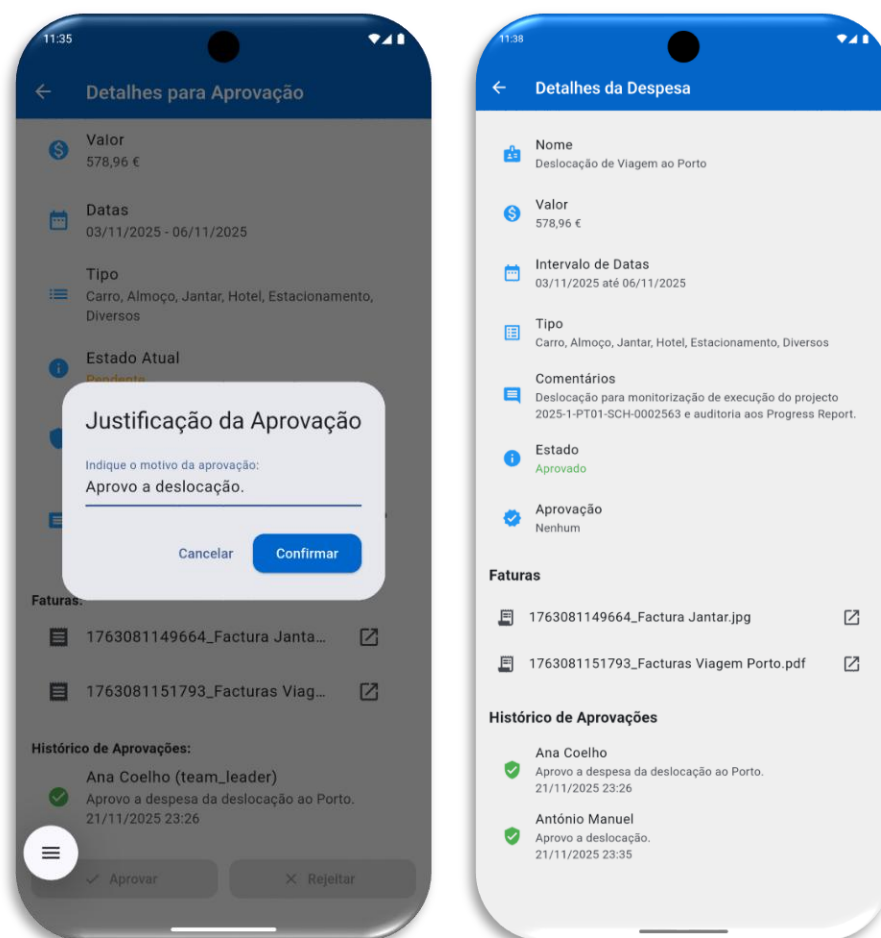


Figura 4-5 - Justificação obrigatória Coordenador e Despesa Aprovada (Visão Utilizador)

4.1.5. Acesso a relatórios (perfis autorizados)

Para perfis com autoridade administrativa, a aplicação disponibiliza o *download* de ficheiros gerados no servidor (por exemplo, listagens para auditoria), respeitando integralmente as restrições de acesso. A criação dos ficheiros é realizada no *backend*, garantindo consistência com o estado corrente dos registos.

Para completar o panorama funcional no cliente móvel, Figura 4-6, apresenta-se a área de acesso a relatórios disponível para perfis com autoridade. A listagem, Figura 4-7, demonstra a disponibilização controlada de ficheiros gerados no servidor.

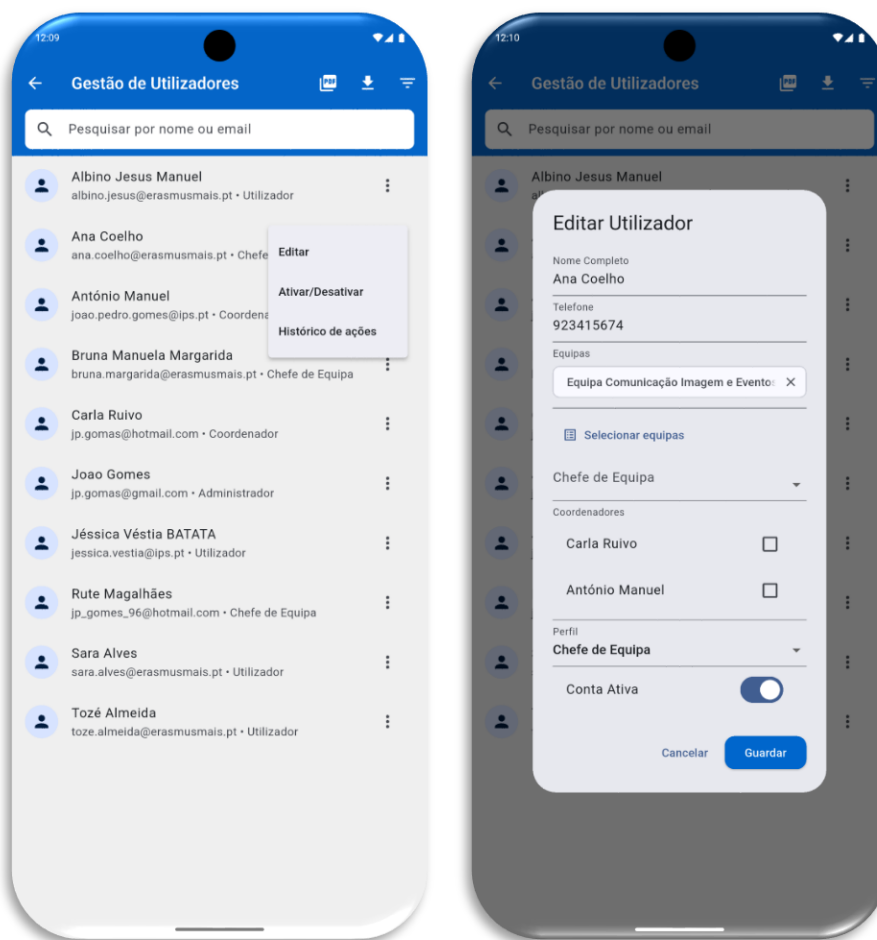


Figura 4-6 – Gestão e edição de utilizadores

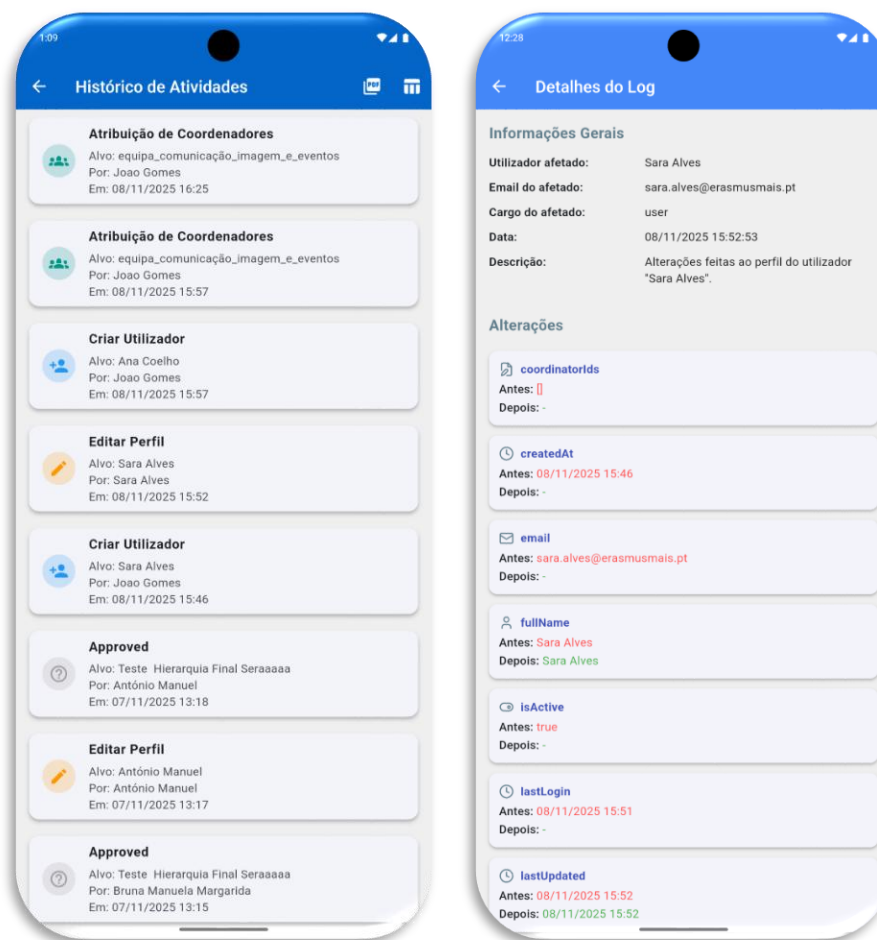


Figura 4-7 – Histórico e detalhe de actividades

4.1.6. Relatórios e Análises

A vista Relatórios e Análises agrega indicadores de alto nível para apoiar o acompanhamento do ciclo de despesas. A Figura 4-8, página que apresenta contadores de referência (total de registos, aprovações por nível hierárquico) e um gráfico do tipo donut que evidencia a distribuição de decisões por papel (chefia, coordenação, administração). A obtenção dos valores respeita o âmbito do utilizador autenticado: perfis administrativos observam métricas globais; perfis comuns visualizam apenas o universo das suas próprias despesas. As contagens são calculadas a partir do *array approvals[]* e dos estados normalizados do registo, preservando a coerência temporal com base em marcas geridas pelo servidor.

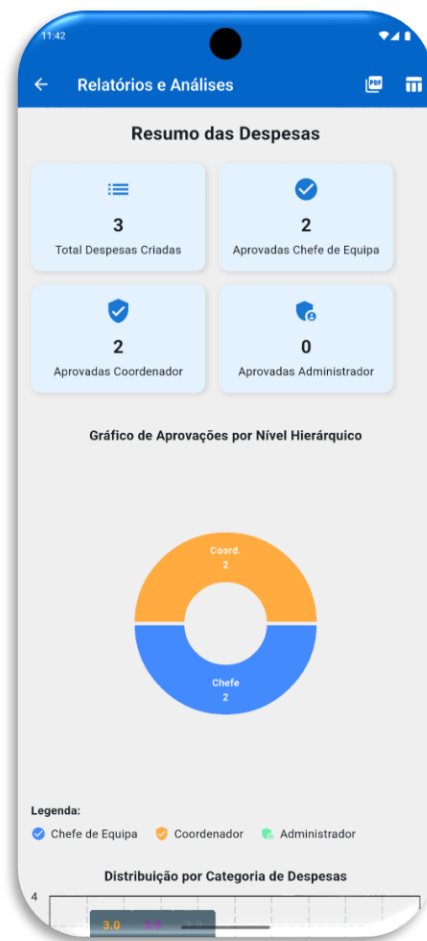


Figura 4-8 - Relatórios e Análises

4.1.7. Definições da aplicação

A página Definições, Figura 4-9, concentra opções de experiência do utilizador que não interferem com o modelo de dados nem com as regras de negócio. O tema visual pode seguir o sistema ou ser forçado (claro/escuro) e está disponível um controlo de escala tipográfica que melhora a acessibilidade sem comprometer a estrutura das vistas. A secção “Sobre a Aplicação” apresenta a versão instalada e reúne hiperligações internas para os documentos institucionais (Termos e Condições, Política de Privacidade), bem como um atalho para Contactar Suporte. Estas preferências são guardadas localmente (armazenamento parcimonioso), não incluem credenciais e não alteram o comportamento de autorização, que permanece exclusivamente no servidor.



Figura 4-9 - Definições da aplicação

4.1.8. Termos, Privacidade e Suporte na Aplicação

A aplicação integra um conjunto de páginas informativas e de apoio ao utilizador que asseguram a transparência, a conformidade legal e a disponibilidade de canais institucionais de contacto. Estas páginas, apresentadas nas Figuras 4.10, 4.11 e 4.12, encontram-se acessíveis a qualquer perfil e não realizam operações sobre dados operacionais, funcionando como componentes complementares da experiência global da aplicação.

A página Termos e Condições, Figura 4-10, disponibiliza, em formato legível no dispositivo, o enquadramento jurídico aplicável à utilização da aplicação. O texto sintetiza elementos essenciais como o âmbito de utilização, regras de proteção de dados, propriedade intelectual e limitações de responsabilidade. A apresentação local permite a consulta offline do resumo, remetendo para a versão institucional completa quando aplicável.

A página Política de Privacidade, Figura 4-10, reforça os princípios de transparência e proteção de dados pessoais. A estrutura apresenta a política de forma sucinta e clara,

incluindo um mecanismo de acesso seguro à versão integral publicada pela entidade, utilizando o browser do sistema operativo sem armazenar o URL no cliente. Esta abordagem cumpre os princípios de minimização e garante que o utilizador consulta sempre a versão oficial e atualizada mantida pela instituição.

Por fim, a funcionalidade Contactar Suporte Figura 4-11, disponibiliza um canal institucional de comunicação, permitindo ao utilizador submeter pedidos estruturados contendo assunto e mensagem. A interface apresenta o remetente reconhecido pelo sistema e encaminha o pedido para o endereço de suporte configurado. Após o envio, a aplicação fornece confirmação explícita do resultado e não persiste qualquer informação adicional no dispositivo, assegurando conformidade com boas práticas de segurança e minimização de dados. Esta funcionalidade opera de forma completamente independente dos fluxos transacionais, atuando como um mecanismo transversal de apoio e esclarecimento.

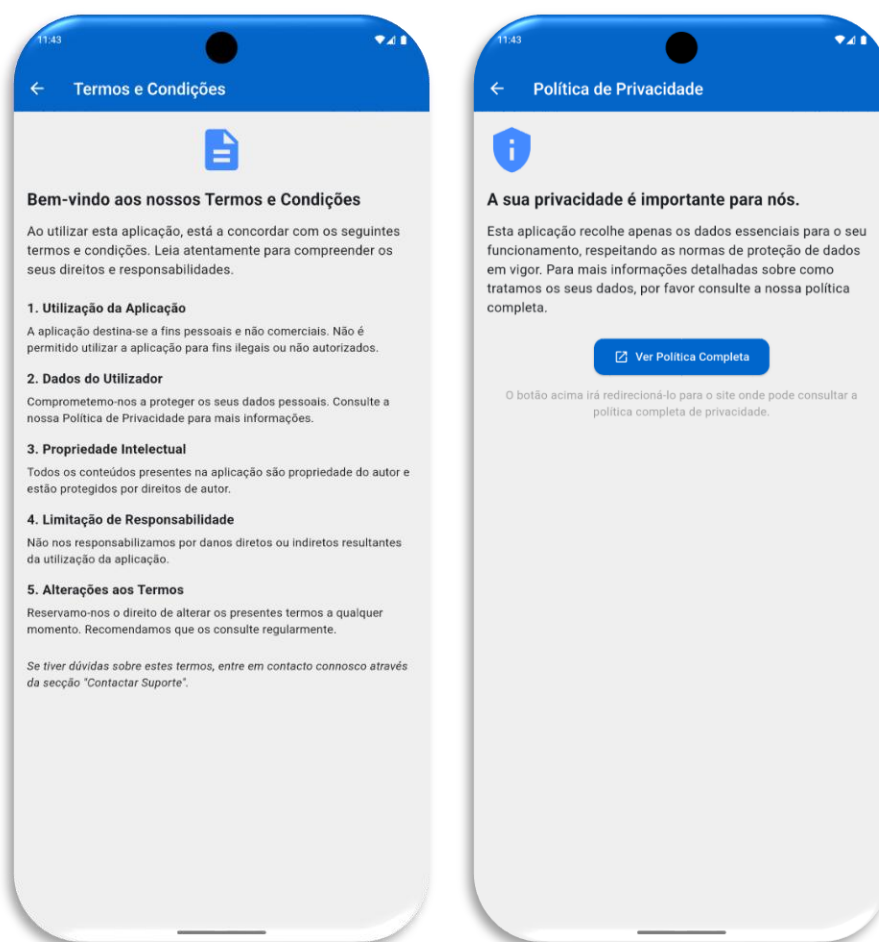
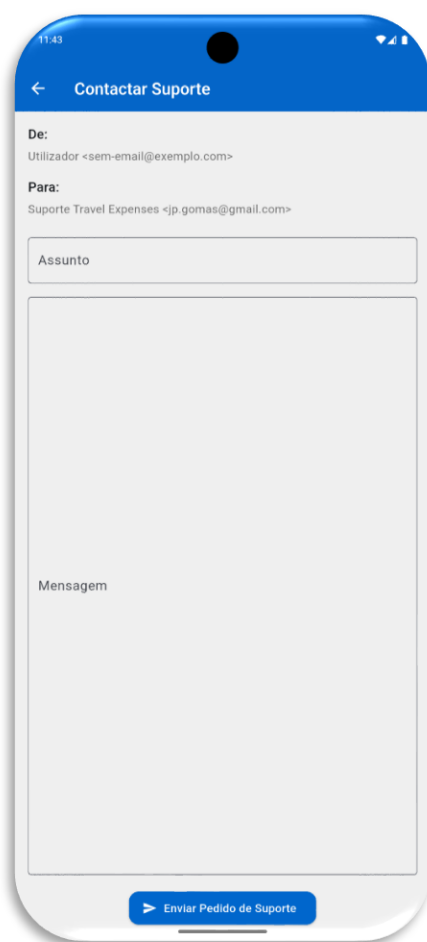


Figura 4-10 - Termos e Privacidade da aplicação

4.1.9. Contactar Suporte — canal institucional de pedidos

A funcionalidade Contactar Suporte, Figura 4-11, permite a qualquer utilizador submeter um pedido estruturado, composto por assunto e mensagem. A página apresenta o remetente conhecido pelo sistema e o destino institucional configurado para triagem. No envio, a aplicação utiliza o mecanismo previsto, garantindo confirmação visível do resultado ao utilizador e não persistindo dados no dispositivo para além do estritamente necessário à submissão. Esta capacidade não altera estados operacionais e funciona como canal transversal de apoio.



The image shows a smartphone screen with a blue header bar containing a back arrow and the text "Contactar Suporte". Below the header, the form displays the following fields and labels:

- De:** Utilizador <sem-email@exemplo.com>
- Para:** Suporte Travel Expenses <jp.gomas@gmail.com>
- Assunto:** A text input field.
- Mensagem:** A large text area for the message.
- Enviar Pedido de Suporte:** A blue button with a right-pointing arrow.

Figura 4-11 - Contactar Suporte: formulário de pedido e envio

4.2. Portal Web Administrativo (*HTML/JS + Node.js*)

O Portal *Web* Administrativo materializa, num único ponto de governo, as operações nucleares de administração de contas e equipas e a emissão de exportações para reporte e auditoria. A interface desenvolvida em *HTML/JS* e servida como conteúdo estático pelo *Node.js/Express* é deliberadamente leve e orientada à eficiência: apresenta listas operacionais com ordenação e paginação determinísticas, formulários claros e feedback explícito de estado (carregamento, sucesso, erro). Embora adapte a apresentação ao contexto de utilização, o controlo de acesso é sempre exercido no servidor, onde residem as regras de negócio, a validação de credenciais (com *hash bcrypt*) e o RBAC.

Todas as ações sensíveis são tratadas exclusivamente no backend, criação/edição de utilizadores, associação a equipas, nomeação de chefias e coordenadores, ativação/desativação de contas e exportações CSV/PDF criadas no servidor a partir de consultas determinísticas. Cada operação deixa rasto em coleções de *logs append-only*, garantindo rastreabilidade, não repudição e alinhamento com o modelo de dados. Assim, o portal cumpre uma função de governação clara, previsível e auditável, evitando lógica paralela no cliente e preservando a integridade operacional do sistema.

4.2.1. Criação de utilizadores

A vista “Criar Novo Utilizador”, Figura 4-12, materializa a governação de contas no domínio administrativo. O formulário contempla nome completo, email institucional, palavra-passe, telefone, papel (role) e associação a equipas (seleção múltipla). À submissão, o portal envia um pedido POST **/api/create-user** com validações de forma no cliente, a validação crítica, unicidade do email, robustez mínima da palavra-passe, integridade dos campos e legitimidade do papel é efetuada exclusivamente no servidor. A palavra-passe é armazenada sob *hash bcrypt*, nunca em texto simples, e o registo canónico do utilizador é persistido no *Firestore* (coleção *userProfiles*), ficando disponível para autenticação posterior e controlo de acesso. Quando existam equipas selecionadas, a associação é sincronizada de imediato no respetivo documento de perfil, assegurando coerência com a estrutura organizacional. A operação gera evidência em *userActivityLogs* (ação *created*, autor administrativo, *timestamp* de servidor).

Painel de Administração

Criar Novo Utilizador

Nome completo

Email

Password

Telefone

Selecione uma Função

Equipas

Selecione uma Equipa

Use Ctrl (Windows) ou ⌘ (Mac) para seleccionar múltiplas equipas

Criar Utilizador

Figura 4-12 - Formulário de criação de Utilizador

4.2.2. Consulta de utilizadores e exportações

A secção “Utilizadores Existentes”, Figura 4-13, apresenta uma tabela paginada e ordenada de forma determinística (por data e identificador), refletindo diretamente consultas compostas indexadas no Firestore. A grelha expõe os atributos essenciais (nome, email, papel, estado) e disponibiliza ação de “Ver Detalhes”, que encaminha para a página de perfil administrativo do utilizador. No cabeçalho, o administrador pode desencadear exportações CSV/PDF; ambos os artefactos são gerados no servidor a partir de consultas determinísticas (sem lógica paralela no frontend) e disponibilizados para *download*. As operações de exportação são restritas ao papel *admin* e ficam registadas em *userActivityLogs* (ação *export*), preservando não repudição.

Utilizadores Existentes					Exportar CSV	Exportar PDF
Nome	Email	Função	Estado	Ações		
Albino Jesus Manuel	albino.jesus@erasmusmais.pt	user	Ativo	Ver Detalhes		
Ana Coelho	ana.coelho@erasmusmais.pt	team_leader	Ativo	Ver Detalhes		
António Manuel	joao.pedro.gomes@ips.pt	coordinator	Ativo	Ver Detalhes		
Bruna Manuela Margarida	bruna.margarida@erasmusmais.pt	team_leader	Ativo	Ver Detalhes		
Carla Ruivo	jp.gomas@hotmail.com	coordinator	Ativo	Ver Detalhes		

Anterior Página 1 Seguinte

Figura 4-13 - Utilizadores existentes

4.2.3. Gestão de equipas

A administração de equipas, Figura 4-14, é desempenhada numa vista unificada que suporta, criação de equipa, renomeação controlada e nomeação de chefe de equipa. A criação desencadeia POST /api/create-team, inicializando o documento em teams com o *owner* administrativo e *timestamps* de servidor. A renomeação usa POST /api/rename-team e executa validações para evitar colisões de nomes e preservar integridade referencial, quando necessário, o servidor propaga o novo nome para vistas agregadas, mantendo o identificador da equipa estável. A nomeação de chefia ocorre com POST /api/assign-team-leader, recebendo o UID do utilizador, o *backend* valida a existência do perfil e o seu estado ativo e sincroniza a designação na equipa e, quando aplicável, nos auxiliares do perfil. Todas as ações geram *logs* em *teamActivityLogs* (ações *created*, *renamed*, *leader_assigned*), com identificação do administrador e marcas temporais.

The image shows a web interface for team management. It is divided into three sections:

- Criação de Equipa:** Contains a text input field labeled "Nome da Equipa" and a green button labeled "Criar Equipa".
- Atualizar Nome da Equipa:** Contains a dropdown menu labeled "Selecionar uma Equipa", a text input field labeled "Novo Nome da Equipa", and a blue button labeled "Atualizar Nome".
- Atualização Chefe de Equipa:** Contains two dropdown menus labeled "Selecionar uma Equipa" and "Selecionar Novo Chefe", and an orange button labeled "Atualizar Chefe de Equipa".

Figura 4-14 - Painel de equipas

4.2.4. Atribuição de coordenadores por equipa

A atribuição de coordenadores, Figura 4-15, a uma equipa é realizada através de seleção do nome da equipa e de um conjunto de utilizadores (UIDs) em multiselecção, seguida de submissão para POST /api/assign-team-coordinators. O servidor valida existência e estado dos perfis selecionados, impede duplicações e sincroniza a lista de coordenadores no documento da equipa, assegurando a coerência com os fluxos de aprovação hierárquica. A operação é auditada em *teamActivityLogs* (ação *coordinators_updated*) e não expõe qualquer lógica sensível no cliente.

Atribuir Coordenadores a uma Equipa

Selecionar Equipa

Selecionar uma Equipa ▼

Selecionar Coordenadores

Clique para seleccionar

Selecione um ou mais coordenadores

Atribuir Coordenadores

Figura 4-15 - Atribuição de coordenadores

4.2.5. Lista de equipas e responsáveis

A tabela “Lista de Equipas”, Figura 4-16, apresenta a visão consolidada das unidades organizacionais: designação, chefes de equipa, coordenadores atualmente nomeados e autor da criação. A listagem é derivada de consultas determinísticas sobre teams, garantindo ordenação estável e reprodutibilidade entre sessões. Ao expor chefias e coordenações ativas, esta vista torna transparente o enquadramento das decisões de despesas, permitindo à administração verificar a consistência do modelo de governação. Tal como nas restantes secções, a tabela é *read-only* para perfis sem o papel *admin*.

Lista de Equipas			
Nome da Equipa	Chefes de Equipa	Coordenadores	Criado por
Coordenação	—	—	Joao Gomes
Direção	—	—	Joao Gomes
Equipa Apoio Administrativo e Secretariado	—	—	Joao Gomes
Equipa Auditoria Interna	—	—	Joao Gomes
Equipa Auditoria de Projectos	—	—	Joao Gomes
Equipa Auditoria de Projectos PNAES	—	—	Joao Gomes
Equipa Avaliação de Projectos	—	—	Joao Gomes
Equipa Comunicação Imagem e Eventos	Ana Coelho	António Manuel	Joao Gomes
Equipa Contratação Pública	—	—	Joao Gomes
Equipa Educação de Adultos	—	—	Joao Gomes
Equipa Ensino Escolar	—	Carla Ruivo	Joao Gomes
Equipa Ensino Superior	—	—	Joao Gomes
Equipa Ensino e Formação Profissional	—	—	Joao Gomes
Equipa Europass	—	—	Joao Gomes
Equipa Gestão de Qualidade	—	—	Joao Gomes
Equipa Informática Sistemas Externos de IT	—	—	Joao Gomes
Equipa Informática Sistemas de Informação de Comunicação	Bruna Manuela Margarida	Carla Ruivo	Joao Gomes
Equipa Internalização	—	—	Joao Gomes
Equipa Juridico	—	—	Joao Gomes
Equipa Multilinguismo	—	—	Joao Gomes
Equipa PNAES	—	—	Joao Gomes
Equipa Planeamento e Monitorização	Bruna Manuela Margarida	António Manuel	Joao Gomes
Equipa Recursos Humanos	—	—	Joao Gomes
Equipa Área Financeira	—	—	Joao Gomes

Figura 4-16 - Lista de equipas e responsáveis

4.2.6. Detalhe de utilizador e ações administrativas

A página “Detalhes do Utilizador”, Figura 4-17, centraliza a consulta administrativa de um perfil. São apresentados fotografia (armazenada no servidor e referenciada por *photoUrl* no *Firestore*), dados de contacto, equipas associadas, papel, estado ativo, e marcas temporais (criação, última atualização e último login, quando disponível). As ações expostas refletem as decisões de governação definidas para o sistema: editar utilizador (atualização de atributos e associações) e ativar/desativar conta, nunca eliminar, ambas sujeitas a validações de servidor e a registo em *userActivityLogs* (ações *updated* e *status_toggled*, com *before/after* quando

aplicável). A estratégia de não eliminação preserva a cadeia de custódia dos dados e os invariantes de auditoria.

Detalhes do Utilizador ← Voltar



Nome Completo Sara Alves	Email sara.alves@erasmusmais.pt
Telefone 912354789	Equipas Equipa Comunicação Imagem e Eventos
Função user	Ativo Sim
Obrigatório trocar password Não	Último Login 10/11/25, 01:55
Última Atualização 10/11/25, 01:55	Data de Criação 08/11/25, 15:46

Desativar Conta Editar Utilizador

Figura 4-17 - Detalhe de utilizador e ações administrativas

Em conjunto, estas vistas demonstram que o Portal *Web* Administrativo oferece controlo rigoroso e auditável sobre utilizadores e equipas, com validações e persistência exclusivamente no *backend*, paginação/ordenação determinísticas e registo sistemático de atividade. A superfície administrativa fica, assim, alinhada com os princípios de segurança e rastreabilidade da solução, fornecendo ao perfil *admin* ferramentas claras para assegurar a integridade operacional do ecossistema.

4.3. Backend (Node.js/Express)

O servidor aplicacional constitui o núcleo de confiança da solução. Nele validam-se credenciais, aplicam-se as regras de negócio, impõe-se a autorização por papéis e produzem-se os registos necessários à auditoria. A organização segue uma modularização por domínios, autenticação, utilizadores, equipas, despesas e exportações, com separação clara entre rotas, controladores e utilitários. Esta decomposição facilita a manutenção evolutiva, estabiliza

os contratos *HTTP/JSON* e assegura previsibilidade no consumo pelo cliente móvel e pelo portal web.

A camada de autenticação opera inteiramente no servidor, garantindo que as palavras-passe são armazenadas sob forma cifrada e que qualquer sessão resulta de credenciais verificadas no lado confiável. O sistema disponibiliza recuperação por correio eletrónico com *token* de expiração controlada e contempla, quando necessário, a alteração obrigatória de palavra-passe no primeiro acesso subsequente. Antes de executar operações sensíveis, o *backend* confirma o estado ativo da conta e o papel atribuído, devolvendo códigos e mensagens explícitas quando as condições de acesso não se verificam. Este desenho concentra a lógica de segurança no servidor e reduz a superfície de erro nos clientes.

O ciclo de vida das despesas contempla estados de rascunho, pendência, aprovação e rejeição. A submissão coloca a entidade em pendência e desencadeia a cadeia hierárquica de decisão, iniciada pela chefia e concluída pela coordenação, admitindo encerramento administrativo quando aplicável. A rejeição interrompe o fluxo, podendo habilitar a reedição pelo autor. Cada decisão é sempre justificada e deixa evidência durável em dois planos complementares: um histórico incorporado no próprio registo, de natureza *append-only*, e um registo transversal de atividade com contexto do autor, comparação antes/depois e marca temporal controlada pelo servidor. Em conjunto, estes mecanismos sustentam o não repúdio, a rastreabilidade e a coerência de apresentação na interface.

A autorização não se esgota no papel formal: integra também o âmbito organizacional. Assim, um responsável apenas delibera sobre despesas abrangidas pelas equipas em que exerce essa função. O servidor verifica esta interseção antes de aceitar qualquer decisão e recusa tentativas fora de contexto, preservando a correta segregação de responsabilidades e a integridade do processo.

Os comprovativos são recebidos por *upload* em *multipart* e armazenados num repositório de objetos integrado com o ambiente de execução. Para cada ficheiro é gerado um URL de leitura controlada e estabelecida a associação à respetiva despesa. Ao desacoplar o armazenamento de ficheiros da base de dados transacional, este desenho melhora a escalabilidade, simplifica a distribuição e reduz o acoplamento entre camadas.

A geração de ficheiros em formato CSV e PDF ocorre no servidor com base em consultas determinísticas, sujeitas a filtros e limites definidos pelo perfil do utilizador. As listagens refletem o estado corrente dos dados e são disponibilizadas exclusivamente a quem detém permissão explícita. A consistência temporal é assegurada por marcas temporais geridas no *backend*, garantindo reprodutibilidade dos resultados e auditabilidade dos procedimentos.

As consultas consideradas críticas, designadamente as que articulam estado de decisão, nível de aprovação e pertença a equipas, recorrem a índices compostos e a ordenação estável por marca temporal. Esta estratégia oferece tempos de resposta previsíveis sob cargas representativas e estabelece uma trajetória de evolução clara com o crescimento do volume de dados. A análise detalhada de desempenho e os resultados empíricos que sustentam estas escolhas são apresentados no Capítulo 5.

A implementação materializa os requisitos de negócio num sistema coerente, previsível e auditável. A aplicação móvel orienta-se para a produtividade do utilizador final, o portal *web* consolida a governação e o *backend* impõe, de forma uniforme, a segurança, a autorização e a integridade do ciclo de vida das despesas. Com a solução funcional estabilizada, o capítulo seguinte demonstra a sua robustez através de validação empírica: comprova-se a correção funcional, a rastreabilidade e o comportamento sob carga, consolidando a maturidade técnica alcançada.

5. Avaliação

O presente capítulo apresenta e discute os resultados obtidos no processo de avaliação da solução *Travel Expenses*, realizado através de um inquérito estruturado aplicado aos utilizadores reais da aplicação móvel e do portal web administrativo. O instrumento de avaliação selecionado, o *System Usability Scale* (SUS), permitiu aferir de forma padronizada a usabilidade percebida do sistema, complementando-se a análise com dados demográficos, padrões de utilização e indicadores segmentados por papel e por dispositivo.

O objetivo é demonstrar, com rigor metodológico e evidência quantitativa, o nível de maturidade da solução no momento da sua validação, identificar tendências relevantes entre diferentes perfis de utilização e sustentar recomendações para a evolução futura do ecossistema.

Para a avaliação da solução foi utilizado um inquérito estruturado composto por questões demográficas, itens de avaliação da experiência de utilização e a aplicação integral da escala *System Usability Scale* (SUS), recorrendo à versão original [42] e à tradução validada para português [43] .

O questionário completo encontra-se disponível no Anexo 1 — Questionário, incluindo todas as perguntas aplicadas aos participantes durante o processo de validação

5.1. Caracterização da Amostra

A amostra válida é constituída por 21 participantes, distribuídos por quatro papéis operacionais diretamente envolvidos no ciclo de vida da despesa:

- Utilizadores (Técnicos) — 66,7%
- Chefes de equipa — 14,3%
- Coordenadores — 9,5%
- Administradores — 9,5%

Esta distribuição, Figura 5-1, assegura representatividade tanto dos utilizadores operacionais responsáveis pelo registo de despesas como dos perfis de decisão responsáveis pela validação e controlo.

Papel na organização

21 respostas

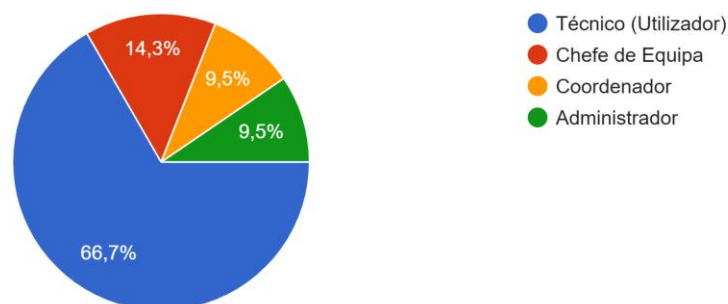


Figura 5-1 - Papel na organização

Em termos de dispositivo predominante, Figura 5-2, observa-se uma clara orientação mobile-first no uso da solução: 71,4% dos participantes utilizam principalmente o telemóvel, 23,8% o computador e 4,8% recorrem a ambos os dispositivos.

Dispositivo principal de uso da solução

21 respostas

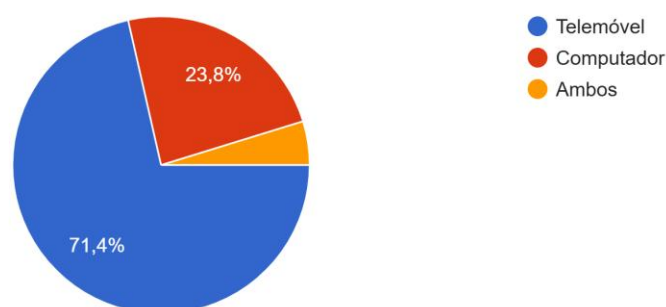


Figura 5-2 - Dispositivo principal de uso da solução

A frequência de utilização da aplicação móvel, Figura 5-3, concentra-se nos padrões semanal (42,9%) e mensal (28,6%), coerentes com o ciclo típico de submissão de deslocações profissionais. Apenas 4,8% referem uso diário.

Frequência de uso da Aplicação Móvel

21 respostas

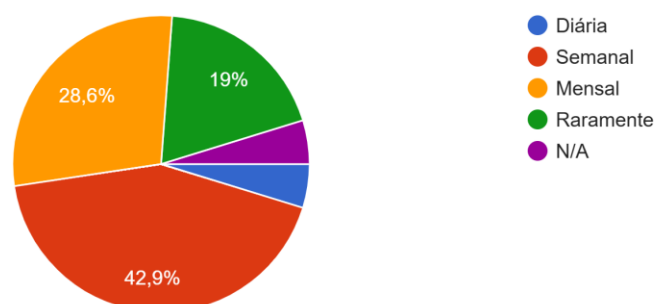


Figura 5-3 - Frequência de utilização da aplicação móvel

Quanto ao portal administrativo, Figura 5-4, a maioria dos participantes (71,4%) indica não o utilizar, o que é consistente com o facto de este canal ser direccionado a perfis de governação e validação. Os restantes dividem-se entre utilização diária (19%) e semanal (9,5%).

Frequência de uso do Portal Web Administrator

21 respostas

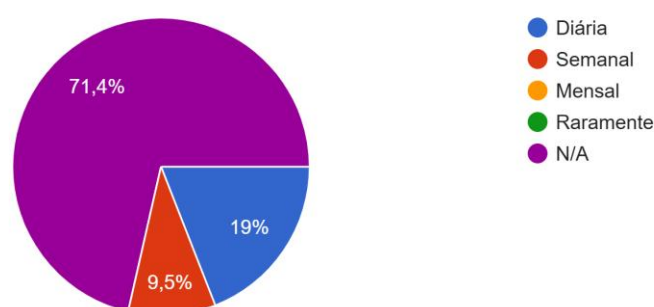


Figura 5-4 - Frequência de utilização do portal web administrativo

Adicionalmente, Figura 5-5, 71,4% dos participantes afirmam ter experiência prévia com outras plataformas digitais de registo de despesas, o que reforça a relevância da avaliação, dado que utilizadores experientes tendem a possuir expectativas mais claras sobre fluidez, consistência e eficiência dos fluxos.

Tem experiência prévia com plataformas digitais de registo de despesas?

21 respostas

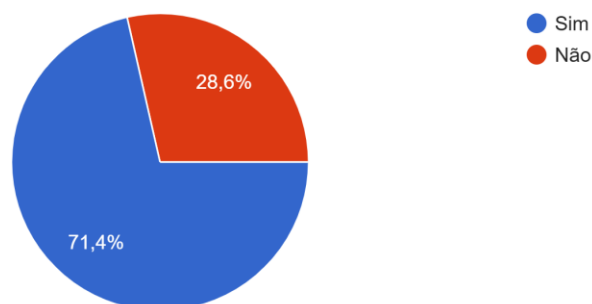


Figura 5-5 - Experiência prévia com plataformas digitais de registo de despesas

Por fim, Figura 5-6, o número médio de despesas submetidas por mês revela um padrão de carga moderada: 38,1% dos respondentes indicam submeter entre 3 e 5 despesas mensais, 23,8% entre 0 e 2, 19,0% entre 6 e 10 e apenas 4,8% mais de 10. Para 14,3% dos participantes a questão não era aplicável (Figura 5.1-6).

Número médio de despesas submetidas por mês (se aplicável)

21 respostas

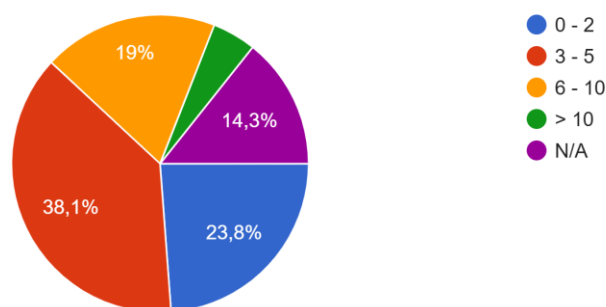


Figura 5-6 - Número médio de despesas submetidas por mês

Esta caracterização da amostra fornece o contexto necessário para a interpretação dos resultados do SUS e das questões complementares, permitindo relacionar a percepção de usabilidade com o papel na organização, a experiência prévia e a intensidade de utilização da solução.

5.2. Resultados SUS

A avaliação da usabilidade da solução foi realizada através do *System Usability Scale* (SUS), um instrumento amplamente utilizado na literatura de Interação Humano–Computador para medir percepções de usabilidade em sistemas interativos [42]. Para garantir rigor linguístico e equivalência semântica na aplicação do questionário, foi utilizada a versão portuguesa validada por Martins et al. [43]. O SUS foi aplicado após os participantes executarem um conjunto de tarefas representativas, registo, edição e submissão de despesas, captura de comprovativos, aprovação (quando aplicável), consulta histórica e exportação, permitindo aferir a experiência real de utilização em contexto semelhante ao ambiente operacional da ANE+EF.

Após a aplicação do questionário SUS aos 21 participantes, foram calculadas as principais estatísticas descritivas, sintetizadas na Tabela 5.2-1. Estes indicadores permitem caracterizar, de forma objetiva, a percepção global de usabilidade da solução Travel Expenses, bem como a variabilidade das respostas entre os diferentes perfis organizacionais.

Tabela 5.2-1 - Estatísticas globais do SUS

Estatística	Valor
n (participantes)	21
Média	78,6
Mediana	80,0
Desvio-padrão	9,5
Q1 / Q3	73,3 / 85,8
Mín / Máx	56,7 / 91,7
IC 95% (média)	[74,4; 82,7]
% SUS $\geq$ 68 / $\geq$ 80,3	76% / 43%

Os resultados apresentados colocam a solução claramente acima do limiar de aceitabilidade definido para o SUS (68 pontos), posicionando-a no intervalo correspondente a níveis de usabilidade classificados entre “Bom” e “Excelente” na literatura. Estes valores confirmam que a experiência global de utilização é sólida, estável e consistente com os objetivos de simplicidade e fluidez definidos no projeto.

A Figura 5-7, apresenta o boxplot global das pontuações SUS e permite visualizar a dispersão dos resultados, a sua assimetria e a amplitude interquartilica. A distribuição revela uma forte concentração de respostas entre aproximadamente 73 e 86 pontos, evidenciando uma

experiência homogênea entre os utilizadores, com ausência de outliers negativos significativos. A ligeira assimetria à direita sugere que um número relevante de participantes avaliou a solução de forma particularmente positiva, reforçando o desempenho acima da média.

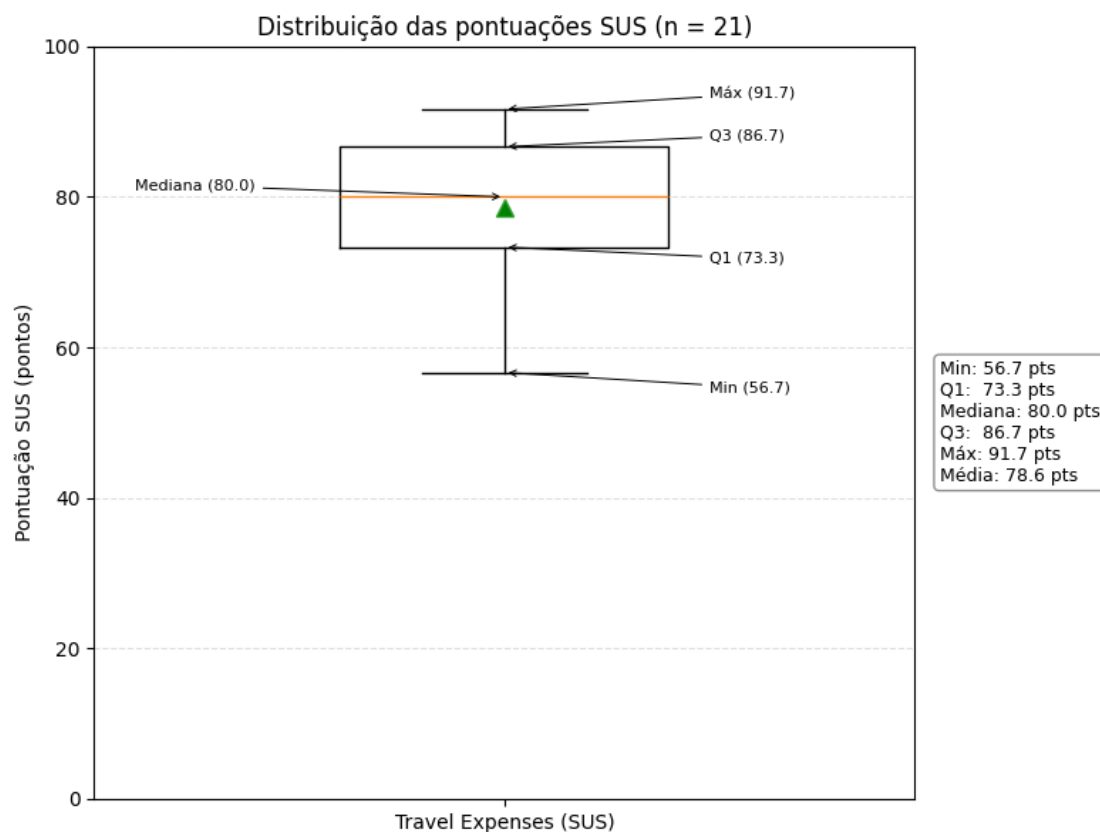


Figura 5-7 - Distribuição das pontuações SUS

A leitura detalhada do boxplot confirma vários aspetos relevantes. Em primeiro lugar, a mediana de 80 pontos indica que pelo menos metade dos participantes avaliou a solução num patamar substancialmente superior ao limiar de aceitabilidade, frequentemente associado a sistemas considerados fáceis ou muito fáceis de usar. O intervalo interquartilício (Q1 = 73,3 e Q3 = 86,7) mostra que a maioria das respostas se encontra dentro de um intervalo elevado e pouco disperso, sugerindo consistência na experiência de utilização independentemente do papel funcional ou do dispositivo utilizado.

O valor mínimo observado (56,7) não constitui um outlier extremo e situa-se dentro de padrões comuns em avaliações de usabilidade de sistemas reais, refletindo que alguns utilizadores experienciaram pequenas dificuldades em tarefas específicas, sem impacto significativo sobre a perceção global. Por contraste, o valor máximo de 91,7 indica que uma fração dos

participantes considerou a solução altamente intuitiva, aproximando-se dos limiares superiores registados em produtos de referência.

A média global de 78,6 pontos, associada à reduzida dispersão e à ausência de variabilidade excessiva entre grupos, confirma a maturidade técnica e a robustez da solução. Não foram identificados padrões de penalização entre perfis, o que significa que o desenho dos fluxos e a interação entre cliente móvel, portal administrativo e backend funcionaram de forma coerente para diferentes tipos de utilizadores. Esta estabilidade é particularmente relevante em sistemas que envolvem tarefas heterogéneas, como registo, validação, consulta e exportação.

Em síntese, a distribuição das pontuações SUS demonstra uma solução robusta, com um desempenho claramente acima do limiar de aceitabilidade, forte concentração de avaliações positivas e margens de melhoria restritas a aspetos incrementais. Estes resultados validam a adequação do ecossistema Travel Expenses ao contexto real de operação da ANE+EF e indicam que a evolução da solução deve centrar-se sobretudo em refinamentos ergonómicos e melhorias incrementais de experiência de utilização.

5.3. Análise Segmentada

A análise segmentada das pontuações SUS permite compreender de forma mais granular como diferentes perfis de utilizadores experienciam a solução *Travel Expenses*. Esta leitura complementa a análise global, evidenciando variações que se relacionam com o tipo de tarefas realizadas, com o dispositivo utilizado e com a frequência de uso dos diferentes módulos da solução.

A Figura 5-8, mostra que os valores mais elevados correspondem aos perfis de governação. Os Coordenadores registam a média mais alta (87,5 pontos), seguidos pelos Administradores (84,17 pontos). Este desempenho reflete a natureza das suas interações, maioritariamente centradas na tomada de decisão e em fluxos curtos e previsíveis. Os Chefes de Equipa apresentam uma média estável (77,22 pontos), indicando uma experiência positiva e consistente. Já os Utilizadores, que constituem o maior grupo e executam tarefas mais intensivas, criação de despesas, anexação de comprovativos, edições e submissões, apresentam uma média de 76,79 pontos, caracterizada por maior variabilidade, o que é expectável dada a diversidade de dispositivos e contextos de utilização.

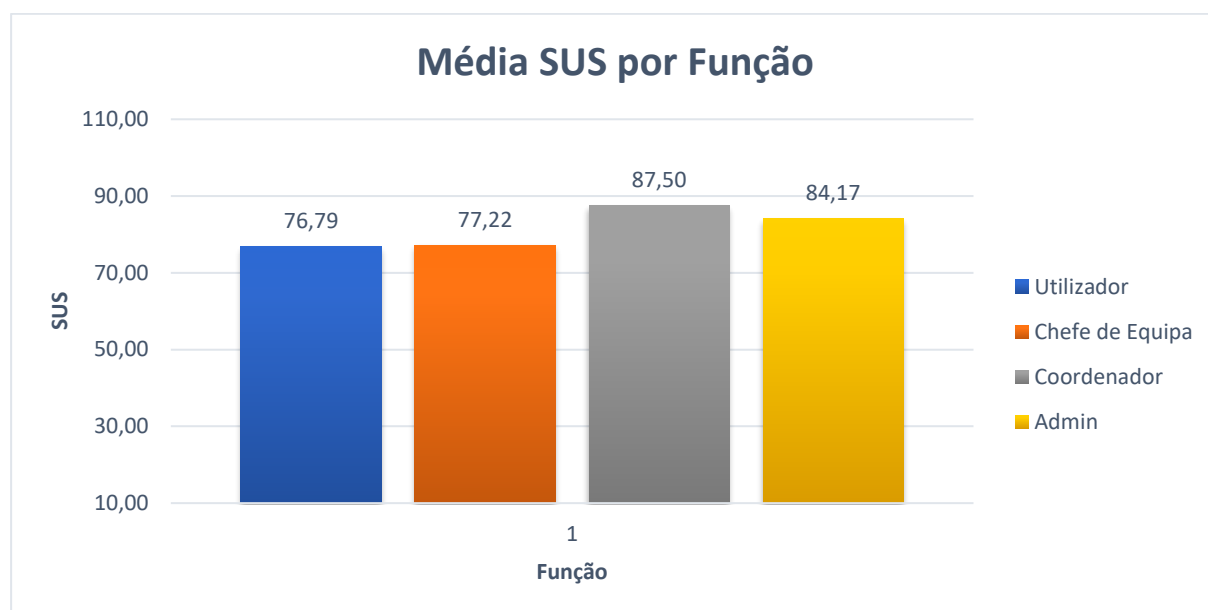


Figura 5-8 - Média SUS por Função

A Figura 5-9, mostra que os valores mais elevados correspondem aos perfis de governação. Os Coordenadores registam a média mais alta, com 87,5 pontos, seguidos pelos Administradores, com 84,17 pontos. Estes resultados são coerentes com a natureza das suas interações, trata-se de ações mais pontuais, focadas na tomada de decisão (aprovação ou rejeição), com menor volume e menor complexidade operacional. Os Chefes de Equipa surgem com uma média estável (77,22), refletindo uma experiência igualmente positiva, embora sem atingir os níveis de excelência observados nos perfis de decisão. Os Utilizadores, que constituem o maior grupo e realizam tarefas mais intensivas (criação, edição, anexação de comprovativos e submissão), apresentam uma média de 76,79, com maior variabilidade, o que é expectável dada a diversidade de contextos e dispositivos.



Figura 5-9 - Média SUS por Dispositivo

A Figura 5-10, confirma que o desempenho mais elevado surge no grupo que utiliza Ambos os dispositivos (84,17). Este valor corresponde aos Administradores, único perfil com acesso simultâneo à aplicação móvel e ao portal web administrativo, beneficiando da complementaridade entre mobilidade (captura e submissão rápida) e um ambiente de ecrã mais confortável para organização e análise. O telemóvel, dispositivo predominante para a maioria dos participantes, apresenta ainda assim uma média elevada (77,98), embora mais suscetível a variações relacionadas com o contexto de utilização, manuseamento em mobilidade e diferenças entre modelos de dispositivos.

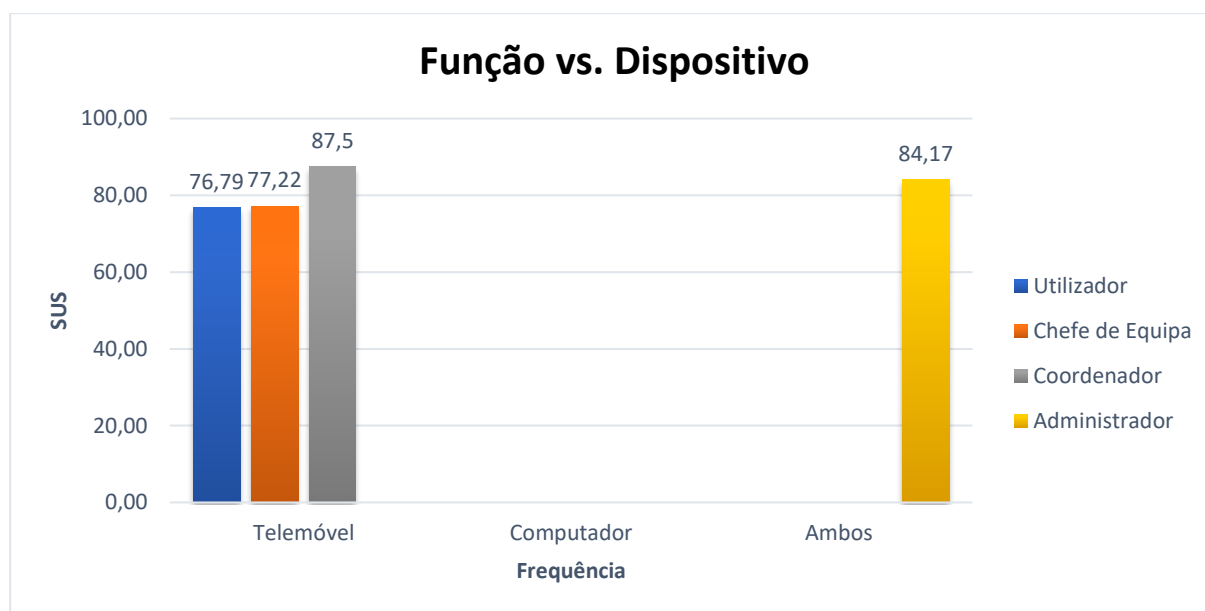


Figura 5-10 - Interação Função vs. Dispositivo

A Tabela 5.3-1, analisa a interseção entre função e dispositivo. Importa clarificar que, após a consolidação dos dados, ficou assegurado que apenas os Administradores utilizam o portal web, enquanto Coordenadores, Chefes de Equipa e Utilizadores operam exclusivamente através da aplicação móvel. Assim, quando um participante indica “Computador” como dispositivo predominante, tal refere-se apenas ao uso da aplicação ou à consulta dos conteúdos, não implicando acesso ao portal. Neste contexto, os Coordenadores atingem a média mais elevada (87,5 pontos), refletindo a fluidez dos fluxos de validação na app. Os Administradores, que utilizam ambos os dispositivos, apresentam valores igualmente elevados. Os Chefes de Equipa demonstram níveis sólidos de usabilidade e os Utilizadores, apesar de maior dispersão, mantêm uma média claramente positiva (76,79), com elevada proporção de participantes acima do limiar de aceitabilidade (≥ 68).

Tabela 5.3-1 - Proporção de SUS por Função e Dispositivo

Função	Dispositivo	Utilizadores	Média SUS	SUS ≥ 68	SUS $\geq 80,3$
Administrador	Ambos	2	84,17	100%	50%
Coordenador	Telemóvel	2	87,50	100%	100%
Chefe de Equipa	Telemóvel	3	77,22	100%	0%
Utilizador	Telemóvel	14	76,79	78,57%	36%

A Figura 5-11, revela uma tendência interessante: os utilizadores diários apresentam um valor elevado (83,33), sugerindo um efeito de aprendizagem e familiaridade que melhora a percepção de usabilidade ao longo do tempo. Os utilizadores que recorrem à aplicação semanalmente ou mensalmente (entre 76,97 e 77,78) apresentam resultados positivos, mas ligeiramente inferiores, refletindo uma menor adaptação aos fluxos e interações. Os valores mais elevados associados à categoria «N/A» (90 pontos) correspondem a participantes cuja utilização do módulo móvel não é representativa, o que explica o desvio observado.

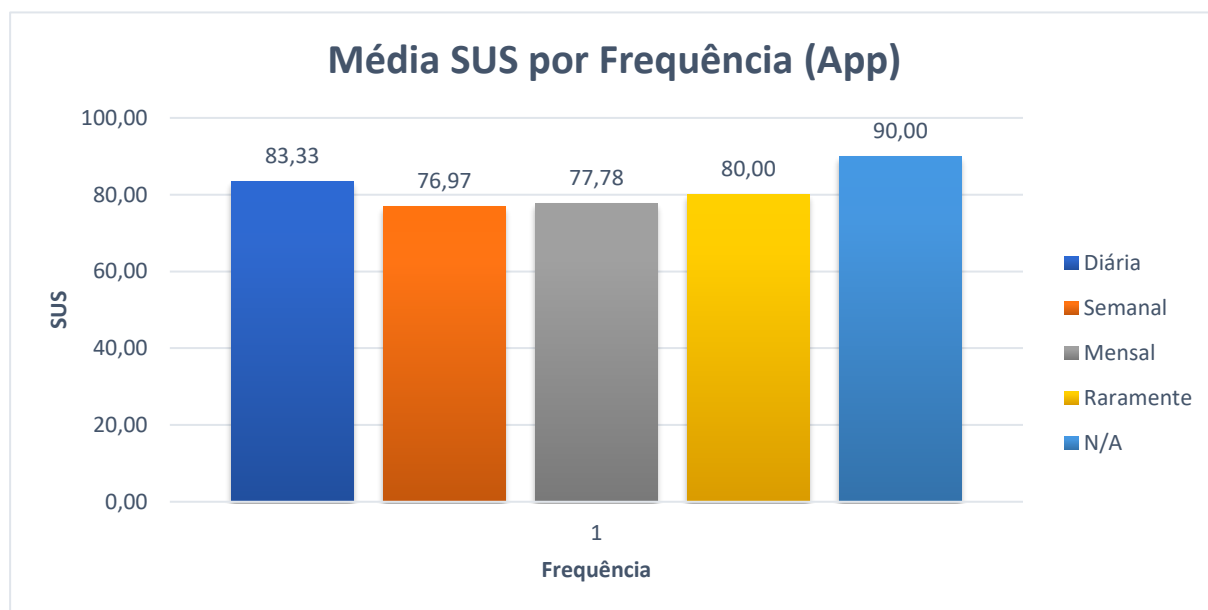


Figura 5-11 - Média de acesso à aplicação móvel

Na Figura 5-12, observa-se que apenas os Administradores utilizam efetivamente o portal administrativo, como previsto na arquitetura da solução. Os valores obtidos (84,17 e 77,98, consoante a frequência) confirmam que o ambiente web oferece uma experiência estável e adequada às tarefas administrativas de consulta, gestão e exportação. A ausência de valores noutros perfis valida o correto desenho de permissões da plataforma.

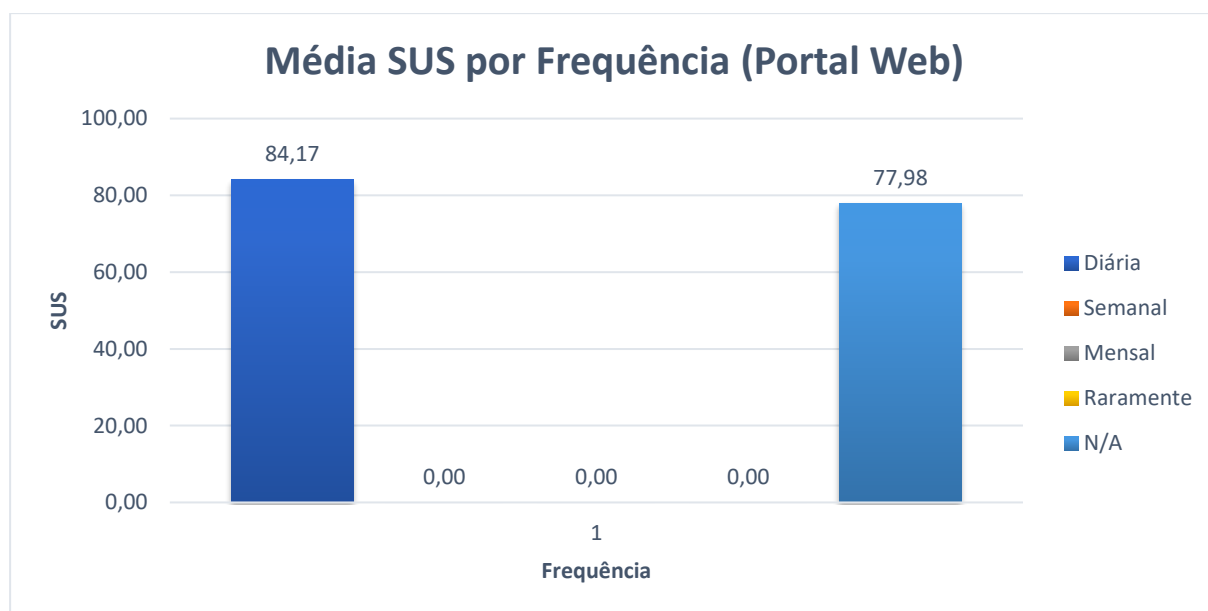


Figura 5-12 - Média de acesso ao portal administrativo

A leitura conjunta destes gráficos e da tabela segmentada demonstra que a solução apresenta elevada usabilidade transversal a todos os grupos, com diferenças que são totalmente coerentes com a natureza das tarefas e com o contexto de utilização. Perfis com tarefas mais focadas (administração e coordenação) beneficiam de fluxos mais limpos e previsíveis, enquanto os utilizadores operacionais, sujeitos a maior diversidade e intensidade de ações, apresentam uma variabilidade normal em sistemas móveis com interações mais extensas.

A análise segmentada confirma que a solução *Travel Expenses* é percecionada como robusta, intuitiva e adequada às necessidades de todos os perfis da ANE+EF. As diferenças observadas entre grupos não refletem problemas estruturais, mas sim a própria natureza heterogénea das tarefas, sugerindo que futuras melhorias devem incidir sobretudo na otimização das interações mais frequentes na aplicação móvel, onde existe maior margem para ganhos incrementais de fluidez e ergonomia.

5.4. Síntese

A análise global dos resultados evidencia que a solução *Travel Expenses* alcança um nível de usabilidade sólido e consistente, com uma média SUS de 78,6 pontos, posicionando-se acima do limiar internacionalmente aceite de aceitabilidade (68) e aproximando-se do intervalo considerado “Bom” a “Excelente” na literatura. A distribuição concentrada entre os quartis 1 e 3 (73,3–85,8) demonstra estabilidade e reduzida variabilidade, sugerindo que a experiência de utilização é homogénea entre perfis distintos da organização, mesmo perante cenários de uso diferentes.

A análise segmentada acrescenta nuances importantes. Os Coordenadores registam a média mais elevada (87,5 pontos), seguidos dos Administradores (84,2 pontos). Este desempenho é coerente com a natureza das suas interações: tarefas de decisão mais lineares, menor volume operacional e menor diversidade de cenários de utilização. Mesmo quando operam exclusivamente através da aplicação móvel, caso dos Coordenadores os fluxos são simples, previsíveis e pouco sujeitos a variabilidade contextual, favorecendo avaliações mais altas.

Os Chefes de Equipa revelam igualmente uma experiência estável (77,2 pontos), situando-se na categoria de “Boa” usabilidade. Já os Utilizadores operacionais obtêm uma média de 76,8 pontos, com maior heterogeneidade. Esta variação é expectável, refletindo a diversidade dos contextos de utilização: registo de despesas em mobilidade, captura de comprovativos com câmaras e dispositivos de qualidade distinta, diferenças na escala do ecrã e maior frequência de interação diária. Este grupo executa tarefas mais complexas e com maior peso cognitivo, criar, anexar ficheiros, editar e submeter o que naturalmente introduz mais variabilidade nas perceções de usabilidade.

A leitura cruzada entre papel e dispositivo reforça estes padrões: os resultados mais elevados surgem nos perfis cujas tarefas são mais previsíveis e com menor incidência de interações intensivas, enquanto os cenários associados a manipulação de anexos, capturas fotográficas e inserção manual de dados tendem a gerar avaliações ligeiramente inferiores. Estes comportamentos são consistentes com a literatura da Interação Humano–Computador e com estudos de usabilidade que distinguem entre fluxos de decisão e fluxos operacionais.

No seu conjunto, os resultados comprovam que a arquitetura técnica, cliente leve em *Flutter*, validação sistemática de regras no *backend* (*Node.js/Firestore*), modelo de estados bem definido e *logs* de auditoria *append-only*, sustenta uma experiência robusta e coerente nos diferentes pontos de contacto. A solução apresenta maturidade suficiente para utilização real na ANE+EF, sendo as oportunidades de melhoria sobretudo incrementais: maior legibilidade

de anexos, ergonomia refinada no registo móvel, mensagens de erro mais uniformes e pequenas otimizações nas visualizações administrativas.

Finalmente, e de acordo com os objetivos delineados nesta dissertação, os resultados demonstram de forma clara que a solução contribui para a modernização da ANE+EF, reduz a dependência de processos manuais, normaliza os fluxos de validação, reforça a conformidade regulamentar e introduz mecanismos de rastreabilidade que eram impossíveis no modelo papel-centrado. Assim, a avaliação de usabilidade valida empiricamente que a transição para um ecossistema digital integrado representa um avanço significativo na eficiência, transparência e governança interna da organização.

6. Conclusões

A presente dissertação teve como propósito conceber, desenvolver e validar uma solução digital integrada para a gestão de despesas de deslocação (*Travel & Expense* — T&E) na Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação (ANE+EF), enfrentando um problema organizacional persistente: a dependência de circuitos manuais, papel-centrados e fragmentados, que dificultavam a rastreabilidade, aumentavam o risco de erros e comprometiam a conformidade regulamentar. A análise do processo institucional e a revisão da literatura evidenciaram que este cenário é comum no setor público, sendo incompatível com as metas estabelecidas em programas estruturantes como o SIMPLEX e a Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública (ETDAP). Assim, a modernização deste processo surge não só como uma necessidade operacional, mas também como um requisito estratégico para a eficiência, transparência e integridade administrativa.

A solução concebida e implementada materializa um ecossistema tecnológico completo, composto por uma aplicação móvel desenvolvida em Flutter, um portal administrativo web e um *backend* em *Node.js/Express* integrado com *Firebase* (*Firestore*, *Storage* e *Admin SDK*). A arquitetura desenvolvida foi orientada por princípios de segurança, escalabilidade, consistência dos dados e rastreabilidade integral das ações. A centralização da lógica de negócio no servidor, incluindo autenticação, autorização por papéis, transições de estado e *logging* detalhado, revelou-se fundamental para garantir coerência entre clientes, reduzir vulnerabilidades e assegurar uma trilha de auditoria completa e não ambígua. O sistema implementa um ciclo de vida formal das despesas (*draft*, *submitted*, *approved*, *rejected*), reflete com precisão os fluxos hierárquicos da ANE+EF e elimina práticas manuais suscetíveis a erro, perda documental e retrabalho.

O trabalho alcançou plenamente o objetivo geral definido, demonstrando que é possível construir uma solução digital robusta e aderente ao quadro legal aplicável, capaz de substituir de forma eficaz o circuito papel-centrado anteriormente em vigor. Todos os objetivos específicos foram igualmente cumpridos: analisou-se o processo institucional, definiu-se uma arquitetura modular e moderna, formalizou-se o ciclo de vida das despesas, implementaram-se fluxos hierárquicos de aprovação, desenvolveu-se a aplicação móvel para registo e submissão de despesas, construiu-se um portal administrativo para governação e exportações auditáveis, e integraram-se mecanismos de autenticação segura, controlo de acessos e registo de atividade em regime *append-only*.

A avaliação empírica, realizada através do *System Usability Scale* (SUS), envolveu utilizadores reais da ANE+EF representando diversos perfis. A média global de 78,6 pontos

posiciona a solução acima do limiar internacional de aceitabilidade, demonstrando maturidade e boa aceitação pelos utilizadores. A distribuição das pontuações revelou estabilidade e consistência, ainda que com diferenças interpretáveis entre perfis. Os Coordenadores e Administradores registaram as médias mais elevadas, refletindo fluxos mais lineares e menos frequentes, realizados exclusivamente na aplicação móvel. Os Utilizadores operacionais, que executam tarefas mais variadas e cognitivamente exigentes, como captura de comprovativos, registo frequente de despesas e edição em contexto de mobilidade, apresentaram maior variabilidade, ainda assim com resultados claramente positivos. Estes padrões são consistentes com a literatura sobre Interação Humano–Computador, onde fluxos complexos e executados em mobilidade tendem a introduzir maior dispersão na perceção de usabilidade.

Os resultados da avaliação confirmam não apenas a adequação funcional da solução, mas também a sua relevância institucional. A solução digital desenvolvida contribui significativamente para a modernização da ANE+EF ao normalizar e digitalizar um processo crítico, substituindo um circuito fragmentado por um fluxo coeso, verificável e auditável. Demonstra ainda que é possível criar, com tecnologias modernas e práticas sólidas de desenvolvimento, uma plataforma multiplataforma segura, escalável e replicável por outras entidades públicas com necessidades semelhantes. Ao introduzir uma avaliação empírica centrada no utilizador, o trabalho acrescenta também uma dimensão de rigor metodológico muitas vezes ausente em projetos de transformação digital no setor público.

Apesar dos resultados positivos, o estudo evidencia oportunidades claras para evolução futura. A ergonomia da experiência móvel pode beneficiar de melhorias na apresentação de comprovativos, prevenção de interações repetidas e mensagens de erro mais uniformes. No plano funcional, a integração com sistemas financeiros e plataformas de contabilidade pública poderá permitir a automatização completa do ciclo T&E, reduzindo ainda mais o esforço administrativo. A introdução de funcionalidades avançadas, como OCR para leitura automática de recibos, validações inteligentes baseadas em heurísticas ou IA para deteção de anomalias, notificações *push* e *dashboards* analíticos mais sofisticados, representa o caminho natural de amadurecimento do sistema. A médio prazo, a modularização do *backend* em microserviços poderá potenciar escalabilidade acrescida, facilitar a manutenção e preparar o ecossistema para integrações futuras.

Em síntese, esta dissertação demonstra que a digitalização do processo T&E na ANE+EF é não apenas exequível, mas altamente vantajosa. A solução reduz tempos de ciclo, aumenta a transparência, reforça a conformidade regulamentar e proporciona rastreabilidade integral, cumprindo de forma clara os objetivos da tese e contribuindo para a modernização institucional. Para além de resolver um problema real e atual da organização, o trabalho

oferece um caso de estudo replicável para o setor público português, evidenciando como uma abordagem técnica rigorosa e centrada no utilizador pode gerar sistemas digitais maduros, confiáveis e orientados à eficiência administrativa. A solução encontra-se num estado de maturidade que permite adoção operacional imediata e abre um percurso claro para evolução futura, com potencial para expandir ainda mais o seu impacto na ANE+EF e, potencialmente, noutras entidades públicas.

Bibliografia

- [1] Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação, “Agência Nacional Erasmus+ Educação e Formação – Site Institucional,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://erasmusmais.pt/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [2] Portugal, “Decreto-Lei n.º 106/98, de 24 de abril – Estabelece normas relativas ao abono de ajudas de custo e de transporte,” 24 abril 1998. [Online]. Disponível em: <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/1998-107753302>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [3] Direção-Geral da Administração e do Emprego Público, “Orientações sobre ajudas de custo e transporte na Administração Pública,” 2023. [Online]. Disponível em: <https://www.dgaep.gov.pt/>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [4] Comissão Europeia, *Guia do Programa Erasmus+ 2025*. Bruxelas: Comissão Europeia, 2025. [Online]. Disponível em: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [5] Global Business Travel Association, “Pain Points and Expense Reports,” 20 julho 2022. [Online]. Disponível em: <https://www.gbta.org/pt/pain-points-and-expense-reports/>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [6] Levvel Research, *Travel and Expense Management Insight Report*. Charlotte, NC: Levvel Research, 2018. [Online]. Disponível em: <https://programs.deem.com/levvel-research-analysts-travel-expense-management-report-lp.html>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [7] Tribunal de Contas, “Relatórios de Auditoria – Controlo Interno e Despesas Públicas,” 2022. [Online]. Disponível em: <https://www.tcontas.pt/>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [8] Agência para a Modernização Administrativa, “Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública 2021–2026,” Resolução do Conselho de Ministros n.º 131/2021, 10 setembro 2021. [Online]. Disponível em: <https://digital.gov.pt/estrategias/estrategia-2021-2026>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [9] Governo de Portugal, “Programa SIMPLEX 2025,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://simplex.gov.pt/>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [10] Tribunal de Contas Europeu, *Relatório Anual 2022*. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2023. [Online]. Disponível em: <https://op.europa.eu/webpub/eca/annual-activity-report-2022/pt/>. [Acedido em: 12 setembro 2025].
- [11] SAP, “SAP Concur – Travel, Expense and Invoice Management,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.concur.com/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [12] Expensify, “Expense Reports That Don’t Suck,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.expensify.com/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [13] Yokoy, “Yokoy – AI-powered Spend Management,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://yokoy.io/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [14] Fyle, “Fyle – Expense Management Software,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.fylehq.com/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [15] República Portuguesa, “Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública 2021-2026,” 2021. [Online]. Disponível em: <https://digital.gov.pt/estrategias/estrategia-2021-2026>. [Acedido em: 17 setembro 2025].

- [16] Agência para a Modernização Administrativa, “Programa Simplex – Medidas e Resultados,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://simplex.gov.pt/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [17] Governo de Portugal, “Reforma do Estado e Guerra à Burocracia – Medidas 2025,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc25/comunicacao/noticia?i=reforma-do-estado-e-guerra-a-burocracia-um-estado-mais-simples-mais-proximo-e-mais-eficiente>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [18] Zoho Corporation, “Travel & expense management for universities: Why automation matters,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.zoho.com/expense/academy/expense-management/travel-expense-management-for-universities-why-automation-matters.html>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [19] Tribunal de Contas, “Auditoria ao exercício de revisão da despesa,” 2024. [Online]. Disponível em: <https://www.tcontas.pt/pt-pt/MenuSecundario/Noticias/Pages/n20240716-1.aspx>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [20] IBM, “About Approval Workflows,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.ibm.com/docs/en/apptio-gov/planning-essentials/saas?topic=workflows-about-approval>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [21] Expense Monkey, “How to Set Up Expense Approval Workflows: Step-by-Step Guide,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.expensemonkey.io/blog/how-to-set-up-expense-approval-workflows-step-by-step-guide>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [22] A. E. Prieto, A. Lozano-Tello, R. Rodriguez-Echeverría, J. C. Preciado, “A Hierarchical Adaptation Method for Administrative Workflows,” *IEEE Access*, 2019. [Online]. Disponível em: https://www.academia.edu/107201081/A_Hierarchical_Adaptation_Method_for_Administrative_Workflows. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [23] SAP Concur, “Concur Expense: Workflow – Authorized Approvers Setup Guide,” 2024. [Online]. Disponível em: https://community.concur.com/marav43842/attachments/marav43842/ConcurExpense/32457/1/EXP_SG_Workflow_AuthAppr.pdf. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [24] Oracle, “Multi Level Expense Approval using APEX Workflow,” 2023. [Online]. Disponível em: <https://blogs.oracle.com/apex/post/multi-level-expense-approval-using-apex-workflow>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [25] GeeksforGeeks, “Flutter vs React Native: Key Differences,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/blogs/flutter-vs-react-native/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [26] GeeksforGeeks, “Spring Boot vs Node.js - Which One Should You Choose,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/blogs/spring-boot-vs-nodejs/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [27] DEV Community, “Quick Comparison: PHP, Node.js, Django, and Spring Boot,” 2024. [Online]. Disponível em: <https://dev.to/angelaswift/quick-comparison-php-nodejs-django-and-spring-boot-1j0l>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [28] WeAreBrain, “Cloud-based vs Traditional databases,” 2023. [Online]. Disponível em: <https://wearebrain.com/blog/cloud-based-vs-traditional-databases-comparison/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [29] NCODE Consultant, “Cloud Database vs. Traditional Database: Definition, Differences, and Solutions,” 2024. [Online]. Disponível em: <https://ncodeconsultant.com/cloud-database-vs-traditional-database-definition-differences-and-solutions/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].

- [30] Firebase, “Usage and limits | Firestore,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/firestore/quotas>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [31] Google, “Firebase Admin SDK Documentation,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/database/admin/start?hl=pt-br>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [32] Google, “Firebase Storage Documentation,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/storage?hl=pt-br>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [33] SAP Concur, “Software e automação de gestão de despesas de negócios,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.concur.com.br/products/concur-expense>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [34] SAP Learning, “Summarizing Key Capabilities of Concur Travel & Expense,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://learning.sap.com/learning-journeys/discovering-travel-expense-solutions/summarizing-key-capabilities-of-concur-travel-expense-1>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [35] Research.com, “Fyle Review 2025: Pricing, Features, Pros & Cons,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://research.com/software/reviews/fyle>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [36] Fyle, “Expense management software for business,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.fylehq.com/product>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [37] Fortunly, “Fyle Review 2025: Features, Integrations & Pricing,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://fortunly.com/reviews/fyle-review/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [38] Yokoy, “Expense Management Software,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://yokoy.io/expense-management/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [39] SoftwareWorld, “Yokoy Reviews Sep 2025: Pricing & Features,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://www.softwareworld.co/software/yokoy-reviews/>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [40] Expensify, “All Expensify Product Features,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://use.expensify.com/all-features>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [41] Research.com, “Expensify Review 2025: Pricing, Features, Pros & Cons,” 2025. [Online]. Disponível em: <https://research.com/software/reviews/expensify>. [Acedido em: 17 setembro 2025].
- [42] J. Brooke, “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale,” *Usability Evaluation in Industry*, CRC Press, 1996, pp. 207–212.
- [43] As R. Martins, A. Rosa, L. Queirós, A. Silva e A. Martins, “SUS Portuguese Version: Translation and Validation,” *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 293–300, 2015. [Online]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915031191>. [Acedido em: 01 dezembro 2024].

Anexos

Os anexos que se apresentam nesta secção complementam e aprofundam a compreensão da solução desenvolvida no âmbito desta dissertação. Incluem documentação relevante do processo de avaliação de usabilidade, bem como excertos de código representativos da implementação técnica realizada tanto no *backend* como na aplicação móvel. O objetivo destes conteúdos adicionais é reforçar a transparência metodológica, evidenciar a correspondência entre o modelo conceptual e a implementação e disponibilizar elementos úteis para auditoria, validação e replicação futura do sistema.

Este capítulo está organizado em quatro anexos principais:

- **Anexo 1** — Questionário aplicado aos utilizadores para a recolha de dados de usabilidade (SUS) e caracterização do perfil de utilização.
- **Anexo 2 — Estrutura Geral do Servidor Node.js/Express** - Apresenta o ficheiro `server.js`, que define a configuração global do servidor, o carregamento das rotas, o middleware utilizado e os pontos de entrada da API responsável pelo funcionamento centralizado da solução.
- **Anexo 3 — Controlador de Despesas (Backend)** - Inclui o módulo responsável pela criação, atualização, aprovação, rejeição e consulta de despesas, bem como pela gestão de anexos e pelo registo de auditoria. Este controlador constitui o núcleo funcional do ciclo de vida da despesa.
- **Anexo 4 — Serviço de Gestão de Despesas (Flutter)** - Contém o ficheiro que implementa a comunicação entre a aplicação móvel e a API backend, incluindo operações de criação, atualização, submissão, aprovação e obtenção de despesas.
- **Anexo 5 — Serviço de Aprovação de Despesas (Flutter)** - Reúne o módulo responsável por operacionalizar ações de aprovação e rejeição no cliente, garantindo a articulação entre regras de negócio, perfis de utilizador e validação no servidor.

Cada anexo é acompanhado de uma breve descrição contextual, de modo a clarificar a sua função no ecossistema da solução *Travel Expenses* e a justificar a sua inclusão como suporte técnico à dissertação.

Anexo 1 - Questionário

O primeiro anexo apresenta o questionário utilizado para recolher os dados que fundamentaram o processo de avaliação descrito no Capítulo 5. O instrumento integra:

- a versão em português do *System Usability Scale*,
- questões complementares de caracterização do perfil de utilização,
- perguntas sobre experiências, dificuldades e percepções dos participantes relativamente à aplicação móvel e ao portal administrativo.

Este questionário foi aplicado a utilizadores reais da ANE+EF que participaram nos testes de validação da solução, garantindo que as métricas obtidas refletem contextos autênticos de uso. O seu conteúdo é disponibilizado integralmente neste anexo para fins de transparência, replicação futura e referência metodológica.

Estudo de Utilizador da Aplicação *Travel Expenses*

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Idade *

2. Género *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Prefiro não responder
- ☐ Outra:

3. Papel na organização *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Técnico (Utilizador)
- ☐ Chefe de Equipa
- ☐ Coordenador
- ☐ Administrador

4. Tem experiência prévia com plataformas digitais de registo de despesas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

5. Se respondeu afirmativamente à questão anterior, por favor indique com que plataformas ou com que tipo de plataformas tem experiência:

6. Experiência prévia com sistemas de despesas *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ < 6 meses
- ☐ 6 - 12 meses
- ☐ 1 - 3 anos
- ☐ > 3 anos
- ☐ N/A

7. Número médio de despesas submetidas por mês (se aplicável) *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 0 - 2
- ☐ 3 - 5
- ☐ 6 - 10
- ☐ > 10
- ☐ N/A

8. Dispositivo principal de uso da solução *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Telemóvel
- ☐ Computador
- ☐ Ambos

9. Frequência de uso da Aplicação Móvel *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Diária
- ☐ Semanal
- ☐ Mensal
- ☐ Raramente
- ☐ N/A

10. Frequência de uso do Portal Web Administrator

Pergunta para quem é Administrador de Sistema.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Diária
- ☐ Semanal
- ☐ Mensal
- ☐ Raramente
- ☐ N/A

Avaliação da submissão de despesas (Tarefa 1)

Por favor, indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações.

11. Consegui criar uma despesa facilmente (campos, datas, valores). *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

12. O upload de comprovativos (câmara/galeria) foi simples. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

13. A transição rascunho para submetida foi clara e previsível *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

14. Consigo consultar o histórico das minhas despesas sem dificuldade *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Aprovação Hierárquica (Tarefa 2)

Chefes de Equipa, Coordenadores ou Administradores

Por favor, indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações.

15. O estado da despesa (draft/submitted/approved/rejected) é claro?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

16. Os critérios de decisão (aprovar/rejeitar com justificação) estão claros.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

17. Quando uma despesa é rejeitada, a justificação permite corrigir e submeter novamente.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

Portal Web - Administrador (Tarefa 3)

Por favor, indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações.

18. A gestão de utilizadores e equipas (incl. múltiplas equipas por utilizador) é intuitiva.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

19. A lista de pendentes de aprovação permite filtrar e decidir eficientemente.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

20. Os logs de atividade asseguram auditabilidade e rastreio.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

21. A exportação CSV/PDF reproduz fielmente a informação dos ecrãs (filtros/ordenação).

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo Totalmente

Qualidade e Confiança (Tarefa 4)

Por favor, indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações.

22. O desempenho (tempos de resposta) foi adequado *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

23. Senti confiança nos dados apresentados (valores, estados, anexos). *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

24. No geral, a solução melhora o meu processo de gestão de despesas. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Escala de Usabilidade do Sistema

Por favor, indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações.

25. Acho que gostaria de utilizar esta plataforma com frequência. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

26. Considerei a plataforma mais complexa do que necessário. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

27. Achei a plataforma fácil de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

28. Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar esta plataforma. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Concordo totalmente

29. Considerei que as várias funcionalidades desta plataforma estavam bem integradas. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Concordo totalmente

30. Achei que esta plataforma tinha muitas inconsistências. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Concordo totalmente

31. Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente esta . *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	Concordo totalmente

32. Considerei a plataforma muito complicada de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

33. Senti-me muito confiante a utilizar esta plataforma. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

34. Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com esta plataforma. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Disc	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Sugestões e Observações

35. Que melhoria teria maior impacto na sua experiência? *

36. Encontrou alguma inconsistência (dados, estados, exportações) que queira reportar? *

37. Tem algum comentário ou sugestão adicional que gostaria de partilhar sobre a sua experiência com a plataforma?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários