



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

ESTG

GESTÃO E VISUALIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM TEMPO REAL
Luís Fernando Faria Simão

2025



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

GESTÃO E VISUALIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM TEMPO REAL

Luís Fernando Faria Simão

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

INSTITUTO POLITÉCNICO DE VIANA DO CASTELO

Gestão e Visualização de Indicadores de Sustentabilidade em Tempo Real

Luís Fernando Faria Simão

TRABALHO DE PROJETO



Mestrado em Engenharia informática
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Orientador: Professor Pedro Miguel Moreira

Orientador: Professor Pedro Castro

16 de janeiro de 2026

Os trabalhos desta dissertação foram parcialmente desenvolvidos no contexto do projeto EUI01-087 VIANA S+T+ARTS CENTRE co-financiado pela União Europeia.

Este trabalho é apoiado pelo Laboratório de Transformação Digital Aplicada (ADiT-LAB), através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), no âmbito do projeto UIDP/06121/2025, com o identificador DOI <https://doi.org/10.54499/UID/06121/2025> .

Resumo

Atualmente, a preocupação com o ambiente e as alterações climáticas tem aumentado drasticamente. Governos e organizações procuram reduzir a sua pegada ecológica, recorrendo à monitorização de indicadores de sustentabilidade e de eficiência energética, frequentemente suportados por sensores e sistemas de medição em tempo real. Contudo, a interpretação destes dados continua a ser um desafio, devido ao elevado volume de informação e à diversidade de fontes e formatos.

Neste contexto, este trabalho apresenta uma aplicação web para gestão e visualização de indicadores de sustentabilidade em tempo real, orientada à monitorização de eficiência energética, qualidade do ar e outros indicadores ambientais de um edifício. A solução integra dados recolhidos por sensores e registos manuais, recorrendo a uma arquitetura em microserviços, base de dados MongoDB e Prometheus para armazenamento e consulta de métricas temporais, bem como a uma interface desenvolvida em Svelte com gráficos interativos.

A aplicação foi avaliada através de testes de usabilidade com utilizadores, recorrendo a instrumentos como o SUS, PSSUQ e UEQ, tendo sido obtidos resultados que indicam um bom nível de usabilidade e uma experiência de utilização positiva.

A plataforma desenvolvida permite transformar dados complexos em informação clara e pertinente, apoiando a análise de indicadores de sustentabilidade e a tomada de decisão no contexto do novo centro a instalar no antigo Matadouro de Viana do Castelo, com potencial de aplicação noutros contextos organizacionais.

Palavras-chave: IoT, sustentabilidade, eficiência energética, visualização, métricas, gráficos, sensores, ambiente, tempo real

Abstract

Currently, concern for the environment and climate change has increased drastically. Governments and organizations seek to reduce their ecological footprint by monitoring sustainability and energy-efficiency indicators, often supported by sensors and real-time measurement systems. However, interpreting this data remains a challenge due to the high volume of information and the diversity of sources and formats.

In this context, this work presents a web application for managing and visualizing real-time sustainability indicators, focused on monitoring energy efficiency, air quality, and other environmental indicators of a building. The solution integrates data collected by sensors and manual records, using a microservices architecture, a MongoDB database, and Prometheus for temporal metrics storage and querying, as well as an interface developed in Svelte with interactive charts.

The application was evaluated through usability tests with users, employing instruments such as SUS, PSSUQ, and UEQ, yielding results that indicate a good level of usability and a positive user experience.

The developed platform makes it possible to transform complex data into clear and relevant information, supporting the analysis of sustainability indicators and decision-making within the context of the new center to be installed in the former Matadouro of Viana do Castelo, with potential for application in other organizational contexts.

Keywords: IoT, sustentability, energy efficiency, visualization, metrics, dashboards, sensors, environment, real time

Agradecimentos

A realização desta tese foi uma jornada desafiante e enriquecedora, que não teria sido possível sem o apoio e a presença de pessoas muito especiais.

Em primeiro lugar, quero expressar a minha mais profunda gratidão aos meus orientadores, Pedro Miguel Moreira e Pedro Castro, pela orientação científica e constante disponibilidade ao longo de todo este percurso. As suas sugestões e o rigor académico foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Um agradecimento muito especial à minha namorada, Jéssica, pelo amor, compreensão e apoio incondicional, mesmo nos momentos de maior cansaço e incerteza. A tua presença foi um porto seguro e uma fonte constante de motivação.

Aos meus pais, Fátima e Joaquim, por todo o carinho, sacrifício e pelos valores que me transmitiram. Obrigado por me terem proporcionado todas as condições que tornaram este percurso possível.

Aos meus irmãos, Hugo e Pedro, pelo incentivo, humor e companheirismo que me ajudaram a manter o equilíbrio ao longo desta caminhada.

E, por fim, às minhas avós, Lurdes e Júlia, que, com o seu amor e sabedoria, sempre me ensinaram a importância da dedicação e da humildade.

A todos, o meu sincero obrigado. Esta conquista é também vossa.

Luís Simão

“Whether you think you can or you can’t, you are right”

Henry Ford

Conteúdo

1	Introdução e Motivação	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Metodologia de Investigação	2
1.4	Estrutura da Dissertação	3
2	Estado da Arte	4
2.1	Metodologia de Pesquisa Bibliográfica	4
2.2	Procedimento de Pesquisa	4
2.3	Processo de Triagem e Seleção	5
2.4	Revisão Sistemática da Literatura	6
2.5	Análise e Conclusões	10
3	Desenvolvimento	12
3.1	Casos de Uso	12
3.2	Arquitetura e Estrutura da Aplicação	14
3.3	Protótipos das Interfaces	15
3.4	Gestão do Projeto	19
4	Implementação	21
4.1	Persistência de Dados	21
4.2	Processamento e Recolha de Dados	24
4.3	Visualização	25
4.4	Segurança	25
4.5	Gráficos e Painéis	26
4.6	Deploy da Aplicação	27
4.7	Polling e Pedidos em Tempo Real	27
4.8	Solução Desenvolvida	27
4.9	Conclusões	32
5	Avaliação de Usabilidade	34
5.1	Recolha dos Dados	35
5.2	Feedback Recolhido	35
5.3	Análise dos Dados Recolhidos	36
5.3.1	System Usability Scale (SUS)	36
5.3.2	Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)	36
5.3.3	User Experience Questionnaire (UEQ)	38
5.4	Conclusões	40
6	Discussão e Trabalho Futuro	41
6.1	Satisfação dos Objetivos	41
6.2	Conclusões	42
6.3	Trabalho Futuro	42

A	<i>Scrum Sprints</i>	48
A.1	<i>Sprints</i>	48
B	Testes de Usabilidade	55
B.1	Manual de Utilizador	55
B.2	Formulário Google Forms - SUS	60
B.3	Respostas Formulário Google Forms - SUS	65
B.4	Formulário Google Forms - PSSUQ	72
B.5	Respostas Formulário Google Forms - PSSUQ	80
B.6	Formulário Google Forms - UEQ	91
B.7	Respostas Formulário Google Forms - UEQ	100

Lista de Figuras

1.1	DSR - Atividades do método de investigação DSR (adaptado de (Peffer et al., 2007)) . . .	3
2.1	Diagrama de Fluxo PRISMA	5
3.1	Caso de Uso do Administrador	13
3.2	Caso de Uso do Gestor	14
3.3	Diagrama de Sequência do Fluxo de Dados	15
3.4	Visualização - Página Inicial	16
3.5	Visualização - Painel de Administração - Utilizadores	16
3.6	Visualização - Painel de Administração - Indicadores	17
3.7	Visualização - Utilizador não autenticado	17
3.8	Visualização - Gestor autenticado, editar gráfico	18
3.9	Visualização - Gestor autenticado, criar gráfico	18
3.10	Visualização - Gestor autenticado, inserir dados manualmente	19
3.11	Visualização - Utilizador não autenticado	19
3.12	Sprint 1 -> 3 a 17 Fevereiro	20
4.1	Exemplo de consulta PromQL para deteção de anomalias na produção de energia.	23
4.2	Linguagem mais usada pelos programadores em 2023	24
4.3	Arquitetura em Microsserviços	28
4.4	Página Inicial	28
4.5	Painel de Administração - Utilizadores	29
4.6	Painel de Administração - Indicadores	29
4.7	Visualização de Indicador	30
4.8	Editar Gráfico do Indicador	31
4.9	Adicionar Gráfico ao Indicador	31
4.10	Inserir Dados Manualmente no Indicador de Ações de Formação	32
4.11	Visualização de Indicador de Ações de Formação Atualizado	32
5.1	System Usability Scale Score Table	36
5.2	PSSUQ - Consegui completar as tarefas e os cenários utilizando este sistema.	37
5.3	PSSUQ - A informação fornecida pelo sistema foi fácil de entender	37
5.4	PSSUQ - O sistema deu mensagens de erros que me indicaram claramente como resolver os problemas.	38
5.5	UEQ - Atende às expectativas	39
5.6	UEQ - Interface atrativa	39
5.7	UEQ - Aplicação Eficiente	40
A.1	Sprint 2 -> 17 a 3 Março	48
A.2	Sprint 3 -> 3 a 17 Março	49
A.3	Sprint 4 -> 17 a 31 Março	49
A.4	Sprint 5 -> 31 a 14 Abril	50
A.5	Sprint 6 -> 14 a 28 Abril	50
A.6	Sprint 7 -> 28 a 12 Maio	51

A.7 Sprint 8 -> 12 a 26 Maio	51
A.8 Sprint 9 -> 26 a 9 Junho	52
A.9 Sprint 10 -> 9 a 23 Junho	52
A.10 Sprint 11 -> 23 a 7 Julho	53
A.11 Sprint 12 -> 7 a 21 Julho	53
A.12 Sprint 13 -> 21 a 4 Agosto	54
A.13 Sprint 14 -> 4 a 18 Agosto	54

Lista de Tabelas

2.1	Características dos Artigos	11
4.1	Descrição dos endpoints da API REST.	22
4.2	Comparação de bases de dados temporais	23
4.3	Estudo de preferências entre frameworks de front-end	25
4.4	Comparação entre D3.js e Chart.js	26
5.1	Caracterização sociodemográfica dos participantes	35

Abreviaturas

IoT	<i>Internet of Things</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
DHT11	Sensor de Temperatura e Humidade
MQ-135	Sensor de Gases
DSR	<i>Design Science Research</i>
IPVC	Instituto Politécnico de Viana do Castelo
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
RF	<i>Random Forests</i>
BI&A	<i>Business Intelligence & Analytics</i>
NILM	<i>Non-Intrusive Load Monitoring</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
UI	<i>User Interface</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
JWT	<i>JSON Web Token</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
OLAP	<i>Online Analytical Processing</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
PromQL	<i>Prometheus Query Language</i>
SSE	<i>Server-Sent Events</i>
UEQ	<i>ServerUser Experience Questionnaire</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
PSSUQ	<i>Post-Study System Usability Questionnaire</i>

Capítulo 1

Introdução e Motivação

1.1 Contextualização

Nos últimos anos, as alterações climáticas e a preservação ambiental têm impulsionado iniciativas voltadas para a sustentabilidade e a eficiência energética. Governos, empresas e organizações procuram monitorizar indicadores que permitam avaliar o seu impacto ambiental e o uso de recursos energéticos. A disponibilização de dados em tempo real, através de sensores e sistemas de medição, possibilita análises mais precisas e ágeis, facilitando decisões estratégicas.

No entanto, a interpretação desses dados pode ser complexa devido à diversidade de variáveis, formatos e volumes de informação. É necessário transformar esses dados em relatórios claros e visuais, compreensíveis tanto por decisores quanto por públicos não especializados. Para tal, surgem ferramentas digitais capazes de organizar, agregar e apresentar os dados de forma intuitiva, utilizando gráficos, tabelas e painéis de controlo que sintetizam métricas dispersas em indicadores acessíveis.

Esta proposta insere-se no projeto de reabilitação do antigo Matadouro Municipal de Viana do Castelo, que será transformado no **Viana STARTS Centre (2025)**, dedicado a atividades artísticas, científicas e tecnológicas. Um dos pilares do centro é a sustentabilidade ambiental, prevendo-se a implementação de sistemas inteligentes de monitorização e gestão dos recursos do edifício.

O trabalho desenvolvido visa criar uma aplicação que funciona como elo entre os sistemas de recolha de dados e os utilizadores, permitindo a monitorização de indicadores de sustentabilidade, eficiência energética e qualidade do ar. A plataforma é escalável, integrando diferentes dispositivos e sistemas de medição em tempo real, sem comprometer o desempenho. A interface gráfica é intuitiva, com visualização interativa e geração de gráficos personalizados, facilitando a interpretação de dados complexos por perfis variados de utilizadores.

Em suma, esta solução trata-se de uma plataforma robusta, configurável e acessível, capaz de transformar dados complexos em informação útil, promovendo uma gestão eficiente dos recursos energéticos e ambientais no novo centro, com aplicabilidade em diferentes contextos organizacionais.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto foi desenvolver uma aplicação que permita a gestão, monitorização e visualização de informação recolhida por sensores, com foco na sustentabilidade, eficiência energética e qualidade do ar.

É esperado que os utilizadores desta plataforma consigam gerir indicadores e métricas, podendo adicionar ou editar as mesmas no sistema, e também visualizar essa informação em forma de gráficos e tabelas responsivos, com informação clara e pertinente.

Os objetivos específicos incluem:

1. Desenvolver elementos de visualização e interface intuitiva criando *dashboards* claros e significativos que facilitem a interpretação de dados complexos;
2. Garantir a integração com dispositivos de medição permitindo a recolha de dados em tempo real por meio de protocolos de comunicação padronizados;
3. Possibilitar o registo manual através de um espaço próprio na aplicação;
4. Oferecer uma solução escalável e flexível desenvolvendo uma arquitetura modular que possa ser facilmente adaptada a diferentes cenários e tipos de projetos;
5. Facilitar a análise de indicadores estratégicos para a melhoria de desempenho fornecendo ferramentas para a análise;
6. Interpretar e tratar os dados recebidos de forma pertinente que ajudem a identificar oportunidades de melhoria e otimização de recursos.

1.3 Metodologia de Investigação

Como metodologia de investigação, foi utilizado o método Design Science Research (DSR) (Johannesson and Perjons, 2021; Venable et al., 2017), que descreve um processo iterativo (fig. 1.1) que envolve etapas de identificação e motivação do problema, definição dos objetivos da solução, design e desenvolvimento de um artefacto, demonstração da utilização do artefacto, avaliação e comunicação dos resultados.

No contexto deste projeto e de modo a atingir os objetivos definidos, consideramos que este processo iterativo entre as fases de desenvolvimento e teste permitiu a construção gradual de uma solução orientada às necessidades dos utilizadores, contribuindo para a resolução de problemas reais relacionados com a sustentabilidade e eficiência energética.

Aliado a este processo iterativo, fizemos uso da *framework* SCRUM (Scrum.org, 2025), uma metodologia ágil de gestão de projetos que se baseia em ciclos curtos de desenvolvimento, denominados *sprints*. Cada *sprint* resulta numa versão incrementada do produto, que é avaliada e validada com os utilizadores ou com a equipa envolvida. Esta abordagem promove a adaptação

contínua, a rápida identificação de problemas e a incorporação de feedback frequente, garantindo que o desenvolvimento evolui de acordo com as necessidades reais do projeto.

No contexto deste trabalho, o SCRUM foi utilizado para organizar as tarefas em etapas curtas e bem definidas, permitindo uma validação regular junto dos utilizadores e facilitando ajustes ao longo do processo de desenvolvimento da aplicação.

O envolvimento dos utilizadores finais, dos agentes de decisão e de outros interessados desde o início do projeto garantiu que a solução final atenda às suas necessidades.

Além disso, o projeto contribui para o conhecimento académico, uma vez que o processo de análise, design, implementação e teste de soluções poderá ser útil para outros investigadores e profissionais na área.

DSR - Ciclo construir/avaliar do artefacto

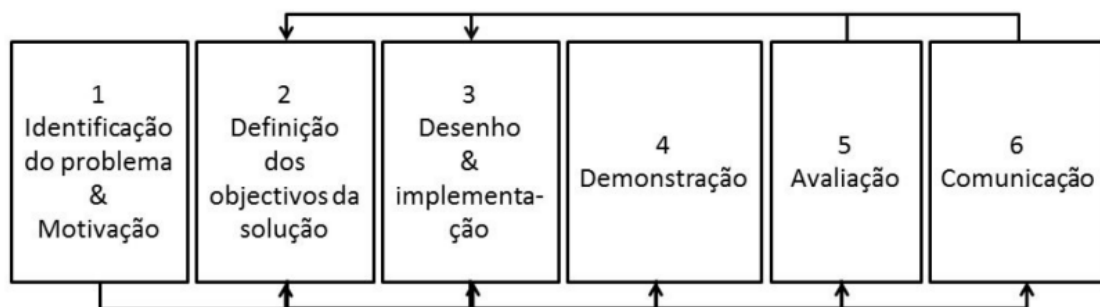


Figura 1.1: DSR - Atividades do método de investigação DSR (adaptado de (Peffer et al., 2007))

1.4 Estrutura da Dissertação

Após o presente capítulo de introdução, que compreende o propósito do projeto, a sua origem e objetivos, este documento desenvolve-se em mais 5 capítulos.

No primeiro (cap. 1) faz-se uma introdução do propósito desta aplicação, como surgiu a proposta, o que vem resolver e quais os objetivos esperados da aplicação desenvolvida.

No segundo capítulo (cap. 2) aborda-se o estado da arte, para o efeito foi efetuada uma revisão sistemática da literatura. Esta revisão utilizou a metodologia PRISMA.

O capítulo 3 apresenta o processo de desenvolvimento da aplicação. Neste capítulo apresentaremos a arquitetura e casos de uso desta solução; os protótipos das interfaces que serviram de esboço para os gráficos e tabelas; a estruturação do sistema e o porquê de ter sido desenvolvida em microserviços; como foi feita a gestão do projeto, onde iremos ter uma explicação da *framework* SCRUM;

No capítulo seguinte (cap. 4) são abordados aspetos relacionados com a implementação da persistência de dados, a visualização de dados, segurança da aplicação, entre outros.

No penúltimo capítulo (cap. 5), são apresentadas as avaliações de usabilidade.

Por fim, no capítulo 6 apresenta-se a discussão dos resultados e trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo efetua-se uma análise dos trabalhos apresentados no âmbito do desenvolvimento de ferramentas de monitorização e visualização de dados energéticos e ambientais, no sentido de verificar as suas características, assim como estratégias e metodologias utilizadas. Na primeira parte, descreve-se a estratégia utilizada para a identificação dos artigos mais relevantes. Segue-se um exame aos trabalhos identificados. Por último, apresentam-se as conclusões sobre as principais características dos sistemas.

2.1 Metodologia de Pesquisa Bibliográfica

A identificação e seleção dos estudos relevantes para a construção do estado da arte desta dissertação seguiu a metodologia *PRISMA* (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (PRISMA, 2020).

O PRISMA consiste num conjunto de diretrizes que orientam a condução de revisões sistemáticas e meta-análises, promovendo transparência, reprodutibilidade e rigor na identificação, seleção e inclusão de estudos pertinentes. A adoção desta abordagem assegura que a revisão bibliográfica é realizada de forma sistemática e consistente, garantindo a qualidade metodológica e a relevância dos estudos incorporados.

2.2 Procedimento de Pesquisa

A pesquisa bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas amplamente reconhecidas, nomeadamente: *ScienceDirect*, *IEEE Xplore*, *ResearchGate* e *Google Scholar*.

Para procurar garantir que a pesquisa refletia com rigor os objetivos desta dissertação, foi construída a seguinte expressão de pesquisa:

```
("energy monitoring"OR "air quality monitoring"OR "environmental monitoring")  
AND ("energy efficiency"OR "energy consumption"OR "sustainability"
```

```
indicators")
AND ("IoT"OR "sensor networks"OR "smart buildings")
```

Esta combinação permitiu identificar estudos relacionados com: monitorização energética e ambiental; eficiência e indicadores de sustentabilidade; e integração de tecnologias IoT para recolha e análise de dados.

2.3 Processo de Triagem e Seleção

A aplicação dos critérios estabelecidos resultou inicialmente na identificação de 28 estudos. Posteriormente, foi realizada uma triagem com base nos títulos e resumos, o que levou à exclusão de 16 artigos que não se enquadravam no âmbito da investigação ou que não apresentavam relevância temática.

Após esta triagem, foram incluídos 12 artigos que cumpriam os critérios de inclusão definidos, constituindo o corpo principal do estado da arte desenvolvido nesta dissertação. O processo de identificação, avaliação e inclusão dos estudos seleccionados encontra-se representado na Figura 2.1.

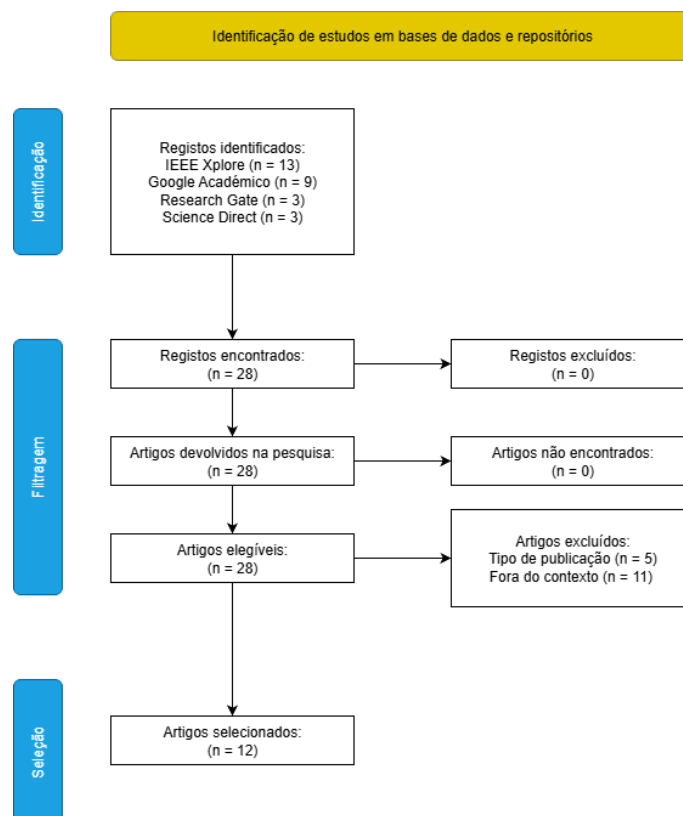


Figura 2.1: Diagrama de Fluxo PRISMA

2.4 Revisão Sistemática da Literatura

O aumento da preocupação com as consequências das alterações climáticas e a necessidade de preservar o meio ambiente têm vindo a impulsionar o desenvolvimento de tecnologias para monitorização e gestão de recursos energéticos e ambientais.

Neste quadro, torna-se imprescindível conceber soluções capazes de lidar com a crescente complexidade dos cenários de monitorização, assegurando escalabilidade, interoperabilidade e mecanismos de visualização que facilitem a interpretação de grandes volumes de dados por diferentes perfis de utilizadores. A par destes requisitos, destaca-se a crescente utilização de dispositivos IoT, os quais permitem a recolha contínua e em tempo real de informação proveniente de múltiplas fontes.

A integração de dispositivos IoT com sistemas de visualização de dados tem permitido avanços significativos na recolha e análise de indicadores de sustentabilidade, eficiência energética e qualidade do ar.

Neste enquadramento, tornou-se pertinente proceder a uma revisão da literatura com o objetivo de identificar o estado da arte neste domínio e analisar as abordagens propostas por diferentes autores. A exploração e seleção da literatura revelou-se particularmente rica e significativa, refletindo o aumento do interesse nesta temática por parte da comunidade científica nos últimos anos.

Foram encontrados artigos orientados à visualização de informação, às técnicas de previsão, à captação de dados por sensores e outros dispositivos, e também ligados à gestão de informação para a tomada de decisão.

De seguida, apresentam-se alguns trabalhos identificados na literatura que exploram soluções inovadoras neste domínio, destacando metodologias, tecnologias utilizadas e contributos para a área.

No contexto da monitorização ambiental, [Hapsari et al. \(2020\)](#) descreve um projeto de monitorização de qualidade do ar que integra tecnologia de IoT com o uso de sensores (MQ-135 para deteção de gases e DHT11 para temperatura e humidade) e um microcontrolador para processar dados em tempo real. Este sistema destaca-se pela sua capacidade de transmitir dados de sensores através do protocolo MQTT para uma plataforma cloud, onde os dados são organizados e apresentados numa interface de gráficos. A arquitetura do sistema é organizada em três camadas principais. Na camada de aquisição de dados, os sensores realizam medições contínuas de parâmetros ambientais, enviando os dados em tempo real para o microcontrolador. Na camada de processamento e armazenamento, a informação transmitida via MQTT é recebida por um servidor baseado em Node.js, processada e armazenada em bases de dados adequadas para séries temporais, como o InfluxDB. Por fim, a camada de visualização e monitorização disponibiliza os dados ao utilizador através de *dashboards* interativos implementados em plataformas como o Grafana, permitindo o acompanhamento em tempo real da qualidade do ar e a análise histórica das medições. Esta arquitetura modular e escalável possibilita a adição de novos sensores ou funcionalidades,

garantindo a flexibilidade e eficiência do sistema na monitorização de ambientes internos.

No sentido de apresentar uma proposta participativa a nível local (para o Município de Estarreja), Flores (2015) realizou uma análise de diferentes experiências existentes. A investigação teve como foco a abordagem de conceitos relacionados com os indicadores de sustentabilidade, governação e participação pública, e, por outro lado, analisar as experiências de indicadores de sustentabilidade a nível internacional, nacional e local. A análise destas experiências permitiu identificar as necessidades específicas do Município de Estarreja, nomeadamente devido à presença de uma das maiores plantas de indústria química de Portugal. A metodologia adotada pelo autor nesta dissertação foi a revisão da literatura, que teve como objetivo compilar e analisar os trabalhos existentes sobre o tema. O resultado final da pesquisa é constituído por uma análise crítica da bibliografia da área, com o objetivo de reunir diferentes práticas utilizadas e promover uma consciencialização e compromisso social entre a Administração pública local, as partes interessadas e os cidadãos. Este trabalho contribuiu assim para a melhoria da qualidade de vida no Município de Estarreja, através do desenvolvimento de indicadores que ajudem a promover o desenvolvimento sustentável na região.

No trabalho de Aristercia and Cândido (2019) é proposto um conjunto de indicadores de energia, baseado em dimensões de sustentabilidade energética com foco no planeamento e implementação de políticas energéticas para um espaço territorial e período definidos. A metodologia utilizada identificou três áreas-chave: acesso à energia, eficiência energética e diversificação da matriz energética. Estas áreas trataram de avaliar a disponibilidade e equidade no acesso à energia por diferentes populações, de fazer uma análise da variedade de fontes energéticas e da redução da dependência de fontes não sustentáveis e por fim de fazer uma medição da capacidade de otimizar o uso da energia, minimizando desperdícios. O estudo concluiu então que estes indicadores são ferramentas valiosas para tornar a gestão energética mais sustentável e eficaz.

O objetivo do artigo de de Souza de Lima (2021) foi selecionar, agrupar e categorizar os indicadores de eficiência energética usados em ambientes industriais. Foi desenvolvida uma *framework* para orientar a escolha destes indicadores em diferentes setores. A metodologia que o autor abordou foi incluir uma revisão sistemática da literatura, identificando 99 indicadores relevantes e categorizando-os em sete categorias e dez subcategorias, com base nas suas características e funções no ambiente industrial. Os indicadores foram classificados nos níveis estratégico, tático e operacional. Esta *framework* auxiliou os agentes de tomada de decisão a selecionar os indicadores mais adequados para melhorar a eficiência energética nos diversos setores industriais.

No contexto do trabalho de [Allouhi et al. \(2015\)](#), são apresentados dados recentes sobre o consumo de energia em edifícios residenciais e comerciais em várias partes do mundo, discutem também situações passadas, o estado atual e as próximas tendências energéticas e ambientais. O consumo de energia nestes países é analisado para identificar os principais parâmetros que influenciam esse gasto. Uma secção do artigo é dedicada a medidas e políticas adotadas por diferentes países para monitorizar, gerir e reduzir o consumo de energia nos edifícios. São também discutidos aspetos críticos dessas políticas com base no feedback de países pioneiros na sua implementação, ou seja, os países que já fazem uso destas políticas apresentam os seus resultados aos restantes para que possam revolucionar o modo como a energia é distribuída e consumida. O estudo realça a importância do tratamento de dados que estejam atualizados para que as análises efetuadas sejam rigorosas e ofereçam uma visão abrangente sobre como diferentes abordagens podem ser aplicadas para enfrentar os desafios energéticos no setor da construção e de engenharia civil.

No contexto da sustentabilidade energética em espaços urbanos, [Chui et al. \(2018\)](#) oferecem uma contribuição significativa ao explorar o papel das tecnologias emergentes na otimização do uso de energia e no desenvolvimento de cidades inteligentes sustentáveis. Neste projeto, com ajuda da integração de IA, IoT e análise de big data, foram destacados a importância destas tecnologias na otimização do uso de energia e no desenvolvimento de cidades inteligentes sustentáveis. O foco deste artigo está nos sistemas de medição inteligente e na monitorização de carga não invasiva (NILM). Ou seja, através da identificação de cargas elétricas, podem auxiliar os consumidores a determinar por exemplo qual o melhor horário para ligar os seus eletrodomésticos, destacando a importância de uma boa análise do consumo de aparelhos domésticos. Por fim, o artigo propõe um método híbrido inovador, que combina os algoritmos genéticos, as máquinas de vetores de suporte (SVM) e aprendizagem com múltiplos núcleos (MKL) para a monitorização de carga não invasiva.

No contexto da eficiência energética em Portugal, [Pinheiro \(2021\)](#) identifica uma lacuna significativa na qualidade e disponibilidade de informações sobre o tema, destacando também a necessidade de comprometer ações direcionadas para a melhoria e otimização do consumo em edifícios. Esta pesquisa explorou também o uso de Business Intelligence & Analytics (BI&A) para apoiar os seus agentes de decisão a tomar decisões energéticas estratégicas, táticas e sustentáveis em edifícios residenciais. O modo de análise adotado neste trabalho foi, em primeiro lugar, a extração e tratamento dos dados disponíveis, de seguida, fazendo uso de ferramentas de análise como o Power BI transformaram-se os dados em informações úteis e confiáveis. Estas informações foram apresentadas sob a forma de tabelas, gráficos interativos, *dashboards* e relatórios visuais, permitindo uma visualização clara e intuitiva dos padrões de consumo e eficiência energética, mostrando que a abordagem facilitou a tomada de decisões informadas e eficazes. Conclui-se então que a aplicação contribuiu significativamente para a melhoria da gestão da eficiência energética, validando

a hipótese da pesquisa e evidenciando o potencial desta metodologia para apoiar políticas e ações sustentáveis no setor da construção civil.

No âmbito da previsão do consumo energético, [Pham et al. \(2020\)](#) propõem um modelo de curto prazo baseado em Random Forests (RF), com resolução horária, aplicado a vários edifícios. Para validar o desempenho da abordagem, foram utilizados cinco conjuntos de dados anuais de consumo energético horário, abrangendo as fases de treino e teste do modelo. O estudo concluiu que o modelo RF é eficaz e superior a outros modelos de aprendizagem automática investigados, contribuindo para um avanço do conhecimento ao avaliar a eficácia de modelos de machine learning na previsão de padrões de consumo energético. A prática aplicada propõe uma ferramenta eficaz que auxilia os proprietários e gestores de edifícios a aprender melhor o desempenho energético dos edifícios, promovendo a sua eficiência energética.

No contexto da gestão energética em edifícios, [Bocheng \(2012\)](#) descreve o desenvolvimento de um sistema de gestão inteligente destinado à monitorização do consumo de energia. A proposta adota uma arquitetura em três camadas, concebida para recolher, transmitir e analisar dados energéticos de forma estruturada e eficiente. Na camada de aquisição, são recolhidos diversos dados de consumo como eletricidade, água e gás, enquanto a camada de comunicação de rede se encarrega de transferir essas informações para a camada de gestão. A camada de gestão realiza uma monitorização em tempo real e análise de previsão, permitindo prever tendências de consumo e propor soluções para otimizar a eficiência energética.

No âmbito das aplicações integradas de energia, [Wu et al. \(2005\)](#) apresentam um sistema de monitorização e aquisição de dados distribuído, baseado numa arquitetura de multi-agentes. O objetivo central consiste em gerir de forma coordenada diferentes componentes energéticos, formando um sistema multifuncional capaz de responder a diversas necessidades de consumo e produção. O projeto inclui um sistema fotovoltaico integrado no edifício, um gerador e armazenamento de hidrogénio, formando um sistema de energia multi funcional. Ao usar uma arquitetura de agentes estão a permitir a aquisição remota de dados e a monitorização em tempo real dos parâmetros de funcionamento de cada componente. A abordagem distribuída não só facilita o tratamento de dados em tempo real, mas também possibilita a coordenação e controlo distribuído de cada dispositivo, tornando o sistema mais escalável e robusto.

No âmbito da auditoria energética, [Maheepala et al. \(2018\)](#) descrevem um sistema concebido para monitorizar e analisar o consumo de energia, com especial atenção na redução de custos sem comprometer a qualidade da produção. Esta etapa é considerada essencial para a identificação de

oportunidades de poupança, sobretudo no setor industrial, onde os custos energéticos têm vindo a aumentar de forma significativa. O sistema proposto oferece monitorização remota em tempo real, armazenamento e visualização de dados, além de criar análises avançadas para a identificação de problemas e sugestões de gestão, tais como a correção de potência das máquinas e o deslocamento da carga. Em termos de visualização, o sistema disponibiliza *dashboards* intuitivos que apresentam informações em diferentes formatos, como gráficos de linhas para análise temporal do consumo, gráficos de barras para comparação entre setores ou máquinas, e indicadores numéricos em tempo real para o acompanhamento imediato de parâmetros críticos. Estes elementos permitem que gestores industriais identifiquem rapidamente padrões de consumo, detetem anomalias e avaliem o impacto das medidas de eficiência energética implementadas, promovendo uma gestão energética mais estratégica e sustentável.

No contexto da saúde ambiental, [Salgado et al. \(2022\)](#) contribuíram significativamente para a literatura da saúde ambiental ao fornecer conhecimento para a construção de *dashboards* eficazes, destacando questões relacionadas com a usabilidade, a análise e a visualização dos dados, fundamentais para a tomada de decisões informadas sobre a saúde ambiental em contextos urbanos. Além disso, propuseram uma abordagem que pode ser replicada em outros contextos de *dashboards* de saúde ambiental, garantindo a aplicabilidade e a flexibilidade da pesquisa. A abordagem centrada no utilizador assegura que o *dashboard* não seja apenas preciso na visualização dos dados, mas também adequado às necessidades dos agentes de decisão que o irão utilizar.

No que respeita às estratégias aplicadas, os autores salientam a importância de hierarquizar a informação, garantindo que os indicadores mais críticos surtem em destaque e de forma intuitiva. Além disso, recorreram a gráficos comparativos e mapas georreferenciados, que permitem identificar padrões espaciais e temporais relevantes para a saúde ambiental. Foram ainda considerados elementos de interatividade, como filtros e opções de personalização, de modo a que os utilizadores possam explorar os dados segundo as suas necessidades específicas. Estas estratégias asseguram não só uma maior clareza na apresentação da informação, como também uma maior capacidade de adaptação do *dashboard* a diferentes perfis de utilizadores, fortalecendo o seu papel como ferramenta de apoio à decisão em políticas públicas urbanas.

2.5 Análise e Conclusões

A revisão da literatura evidencia a crescente relevância de sistemas baseados em IoT para a monitorização de indicadores de sustentabilidade, destacando a integração de sensores, a transmissão de dados em tempo real, a análise preditiva e os mecanismos de visualização como componentes essenciais para o desenvolvimento de plataformas de apoio à decisão. Paralelamente, diversos estudos sublinham a importância da definição e estruturação de indicadores de sustentabilidade e eficiência energética, capazes de orientar políticas públicas, estratégias organizacionais e iniciativas locais com maior fundamentação técnica. Acresce que a usabilidade e a adequação

das interfaces de visualização às necessidades dos utilizadores constituem fatores determinantes para a eficácia destas soluções, influenciando diretamente a interpretação dos dados e a qualidade das decisões derivadas.

Deste enquadramento resulta que plataformas escaláveis, dotadas de *dashboards* interativos, assumem um papel fundamental na transformação de grandes volumes de dados em informação clara e pertinente, contribuindo para a formulação de decisões estratégicas orientadas à sustentabilidade. Considerando que o presente projeto se encontra diretamente associado ao futuro Viana S+T+ARTS Centre, os trabalhos analisados revelam-se especialmente relevantes para orientar a definição das métricas a adotar e para apoiar a conceção de uma interface que maximize a usabilidade e adequação ao contexto de utilização.

A análise comparativa dos artigos (tab. 2.1) demonstra, contudo, que nenhuma das soluções identificadas integra simultaneamente todas as dimensões consideradas — eficiência energética, sustentabilidade, IoT e visualização de indicadores. Neste sentido, o carácter diferenciador do projeto proposto reside precisamente na possibilidade de personalização da informação apresentada ao utilizador. A plataforma foi concebida para permitir a incorporação de novas variáveis, a definição de indicadores derivados do processamento desses dados e a configuração individualizada de *dashboards*, possibilitando que cada utilizador selecione os indicadores e visualizações mais pertinentes para a sua área de atuação.

Assim, conclui-se que a solução proposta apresenta um contributo original para o estado da arte, ao oferecer uma abordagem integrada, flexível e orientada ao utilizador, adequada aos diferentes contextos funcionais e temáticos do Centro.

Artigo	Eficiência Energética & Gestão	Sustentabilidade	IoT	Indicadores & Visualização
Art. 1 (Hapsari et al., 2020)			✓	
Art. 2 (Flores, 2015)		✓		✓
Art. 3 (Aristercia and Cândido, 2019)			✓	
Art. 4 (de Souza de Lima, 2021)	✓			✓
Art. 5 (Allouhi et al., 2015)	✓	✓		
Art. 6 (Chui et al., 2018)	✓	✓	✓	
Art. 7 (Pinheiro, 2021)	✓			✓
Art. 8 (Pham et al., 2020)	✓	✓		
Art. 9 (Bocheng, 2012)	✓			
Art. 10 (Wu et al., 2005)	✓		✓	
Art. 11 (Maheepala et al., 2018)	✓			✓
Art. 12 (Salgado et al., 2022)				✓
Projeto Proposto	✓	✓	✓	✓

Tabela 2.1: Características dos Artigos

Capítulo 3

Desenvolvimento

Neste capítulo faz-se a ligação desde a definição do problema até à construção da solução proposta. O objetivo é apresentar de forma clara como cada etapa do desenvolvimento contribuiu para alcançar os resultados pretendidos e responder às necessidades identificadas.

Assim, este capítulo inicia com a descrição dos casos de uso que permitem compreender as principais interações entre os utilizadores e o sistema. De seguida, aborda-se a arquitetura e a estrutura da aplicação, evidenciando as decisões técnicas e organizacionais que orientaram o desenvolvimento. Posteriormente, são apresentados os protótipos das interfaces, fundamentais para validar a experiência do utilizador e garantir a adequação da aplicação às suas expectativas. Por fim, descreve-se a gestão do projeto, destacando a forma como o trabalho foi planeado, acompanhado e ajustado ao longo do tempo.

Desta forma, este capítulo procura oferecer uma visão integrada do desenvolvimento, articulando as escolhas feitas com os objetivos traçados e mostrando como estas decisões se refletiram na solução final.

3.1 Casos de Uso

Este ponto centra-se nos casos de uso da plataforma, que representam um elemento central na modelação do sistema, pois descrevem de forma clara as interações entre os diferentes tipos de utilizadores e a aplicação. No contexto do presente projeto definiu-se dois casos de uso principais: Administrador e Gestor. Estes papéis refletem perfis distintos de utilização, com responsabilidades e funcionalidades próprias, permitindo assegurar que o sistema responde às diferentes necessidades de operação e gestão.

O primeiro caso de uso refere-se ao papel de administrador da plataforma (fig. 3.1).

O papel deste será o de criar, editar e apagar indicadores. Entenda-se que ao falarmos em indicadores estamos a referir-nos às temáticas da aplicação, tal como energia, reciclagem, ações de formação, etc.

O segundo papel do Administrador será o de criar, editar e apagar gestores. Entenda-se gestores como os utilizadores que irão gerir os gráficos e inserir dados manualmente em sítio próprio da aplicação.

É responsabilidade do Administrador definir e manter o papel de cada gestor.

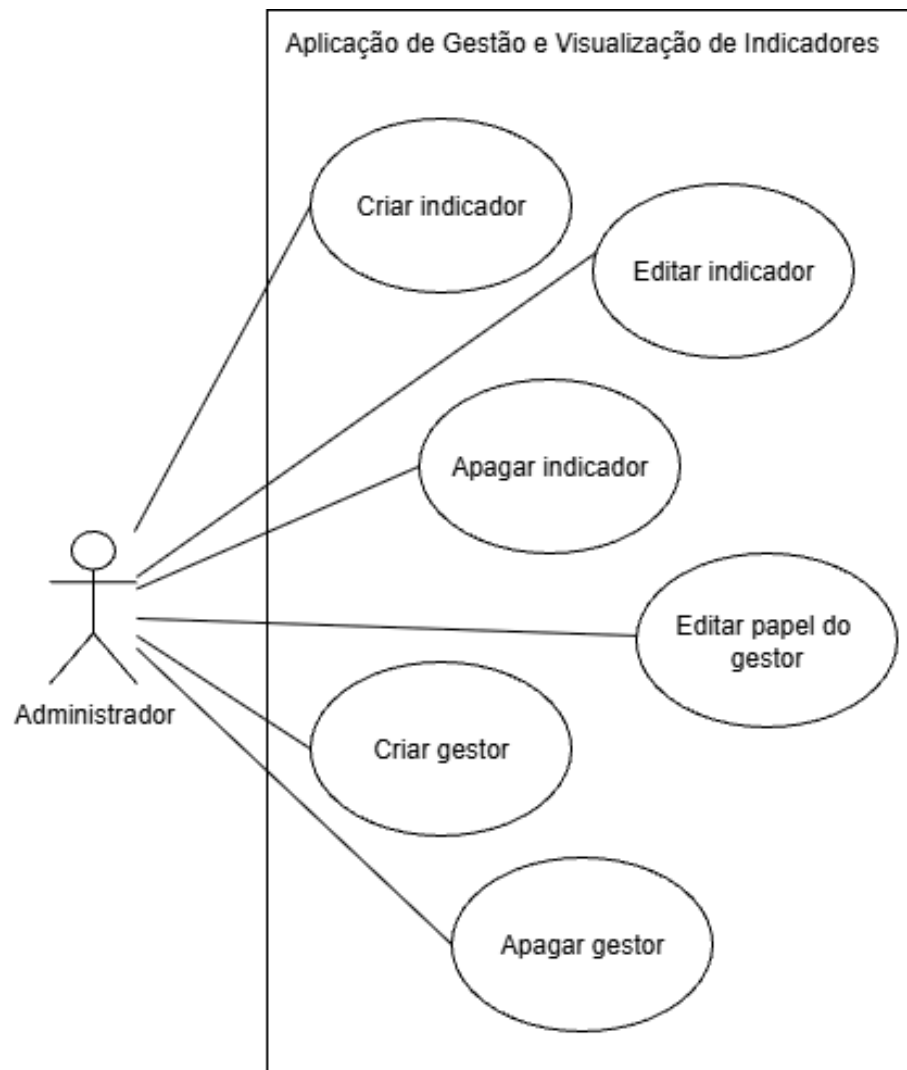


Figura 3.1: Caso de Uso do Administrador

O segundo caso de uso diz respeito ao papel do Gestor (fig. 3.2).

O Gestor está responsável por criar, apagar e editar gráficos dentro do tema que é responsável, por exemplo, os gestores de energia eólica apenas poderão fazer alterações nos gráficos relativos a este tema.

Como falamos anteriormente, o Gestor, por ser completamente responsável pelo que é apresentado nos ecrãs do seu tema, está também incumbido a inserir dados manualmente de modo a fazer com que a aplicação apresente os dados e gráficos pertinentes à sua área de investigação ou projeto.

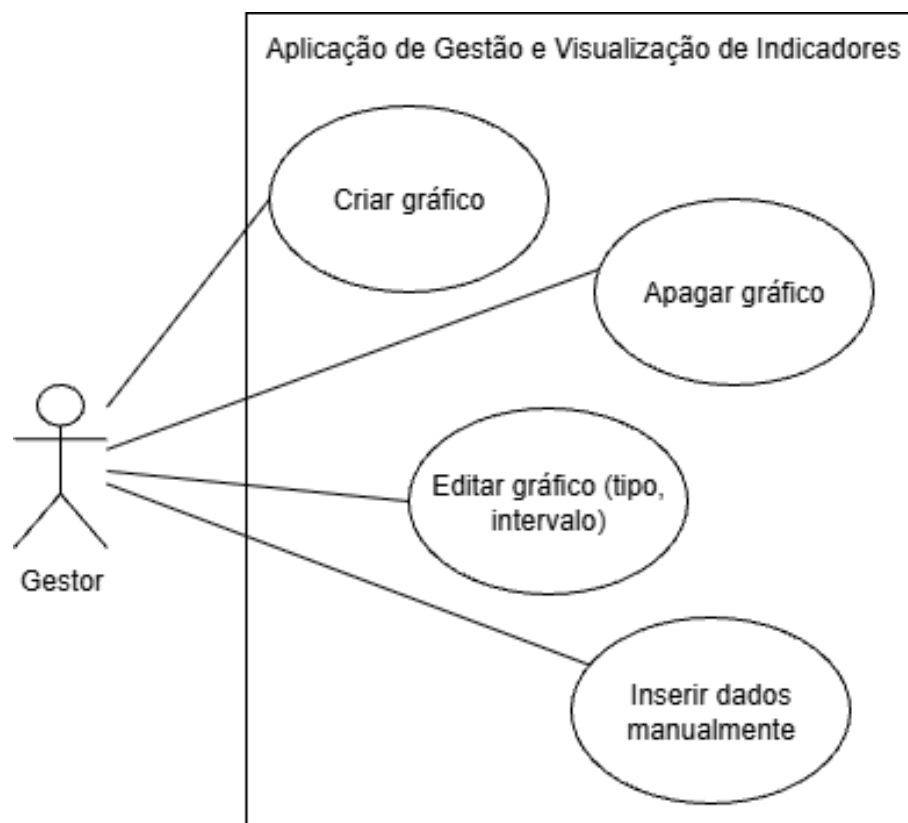


Figura 3.2: Caso de Uso do Gestor

3.2 Arquitetura e Estrutura da Aplicação

Após a análise dos diferentes tipos de arquiteturas relevantes para o desenvolvimento do projeto em estudo, concluiu-se ser mais eficaz para os objetivos definidos e fácil de manter a longo prazo uma solução orientada a microsserviços (Atlassian, 2025).

Como esta aplicação possui vários requisitos, tais como a inserção manual dos dados, gestão de utilizadores e indicadores, e captação de métricas através de sensores, a utilização de uma arquitetura modular, assente em microsserviços, permitiu distribuir responsabilidades de forma clara: serviços dedicados à captação de dados via APIs, serviços responsáveis pela interação com bases de dados e, por fim, a aplicação responsável pela apresentação e visualização gráfica da informação.

Apesar de haver bastante lógica de negócio dentro de cada processo, a divisão facilita a manutenção do código e a criação de novas funcionalidades a longo prazo. A introdução de novos endpoints no backend ou mais uma secção de gráficos no frontend será muito mais fácil e rápido do que se optássemos por uma arquitetura monolítica, onde todo o código se encontraria concentrado num único bloco.

Na figura 3.3 conseguimos observar a sequência do processo de visualização das métricas desde a sua recolha até à sua apresentação nos ecrãs e também da inserção manual dos dados por parte dos gestores.

Todos os utilizadores poderão ver os gráficos apresentados nos diferentes ecrãs da aplicação. Contudo, apenas após o processo de autenticação é que os gestores passam a dispor de permissões para realizar edições ou criar novos gráficos.

Após entrar em modo de edição, poderão ser inseridos dados às métricas existentes.

O serviço de processamento estará constantemente à escuta por novos registos e irá fazer a sua persistência na base de dados.

É este serviço que está responsável, juntando as funções que a base de dados suporta, pela filtragem de dados duplicados ou inválidos, pelo agrupamento dos dados por tema e pela ordenação por data.

Em paralelo, a aplicação de visualização efetua pedidos recorrentes à base de dados de maneira a que seja mostrada sempre informação pertinente e atualizada. De realçar que os dados apresentados estarão sempre agrupados por tema.

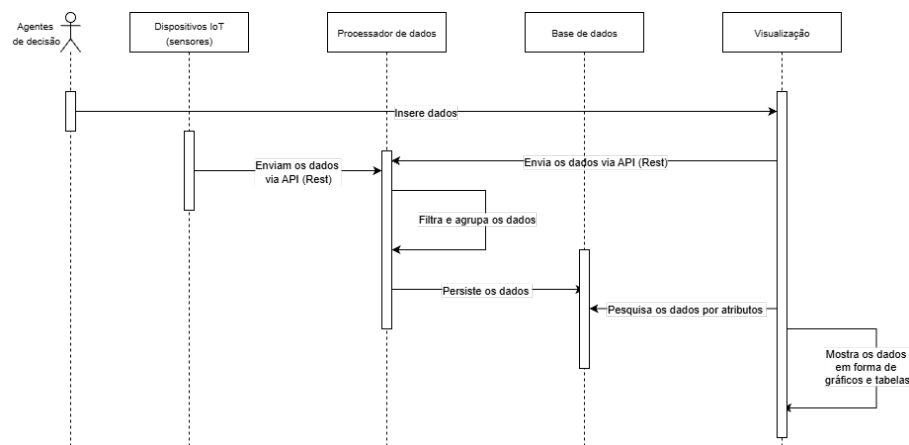


Figura 3.3: Diagrama de Sequência do Fluxo de Dados

3.3 Protótipos das Interfaces

Os protótipos das interfaces desempenham um papel fundamental no processo de desenvolvimento de uma aplicação, uma vez que permitem validar a organização da informação e a adequação das funcionalidades às necessidades dos diferentes perfis de utilizador. Assim, uma das etapas do desenvolvimento envolver a elaboração dos principais protótipos para a plataforma, a fim de definir as opções de design adotadas e a forma como estas contribuem para a clareza e eficácia da interação com o sistema.

Página Inicial

O primeiro protótipo diz respeito à página inicial (fig. 3.4) apresentado ao utilizador ao entrar na aplicação. Esta página inclui os botões com os indicadores, bem como o menu para autenticação no topo direito.

Se clicar num dos botões irá ser encaminhado para o ecrã com os gráficos relativos a esse tema.

No caso dos administradores, caso queiram gerir utilizadores ou indicadores, poderão fazê-lo após se autenticarem.

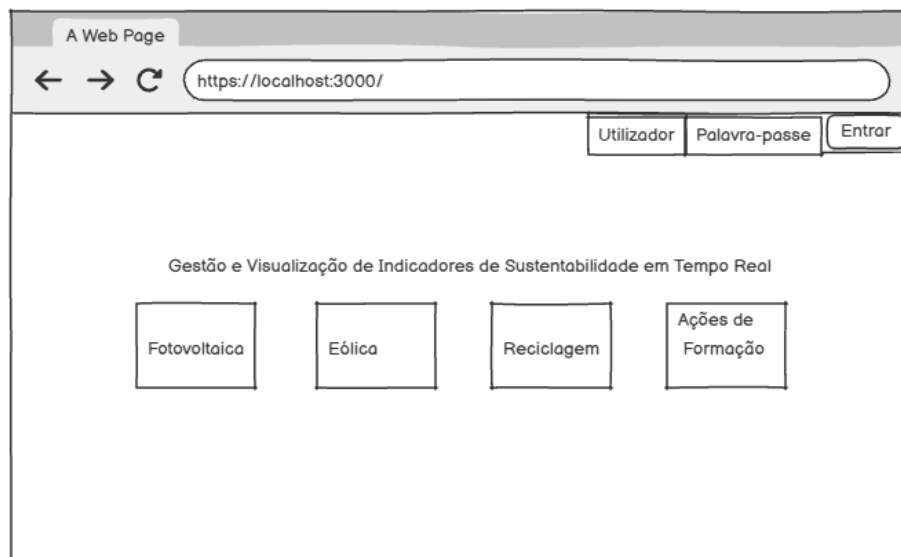


Figura 3.4: Visualização - Página Inicial

Painel de Administração - Utilizadores

Neste ecrã o administrador após fazer login, verá vários campos para a criação, edição e eliminação de utilizadores (fig. 3.5).

Os campos terão de ser programados de modo a que seja feita à priori uma validação do texto inserido. E no campo para preencher o papel do novo utilizador, as opções apresentadas serão os indicadores criados no separador 'Indicadores'.

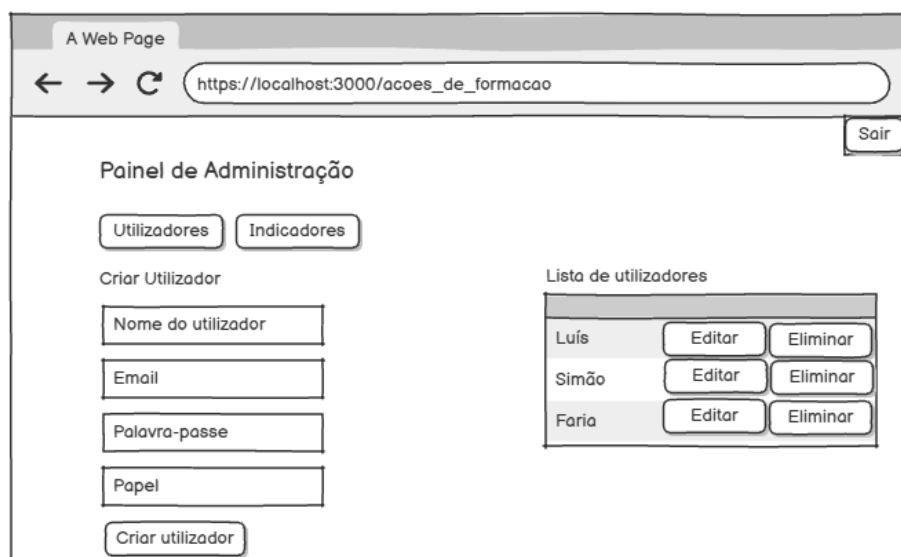


Figura 3.5: Visualização - Painel de Administração - Utilizadores

Painel de Administração - Indicadores

Nesta interface o administrador poderá gerir os indicadores (fig. 3.6).

O campo do URL será o caminho para o novo endpoint a ser criado especificamente para este tema.

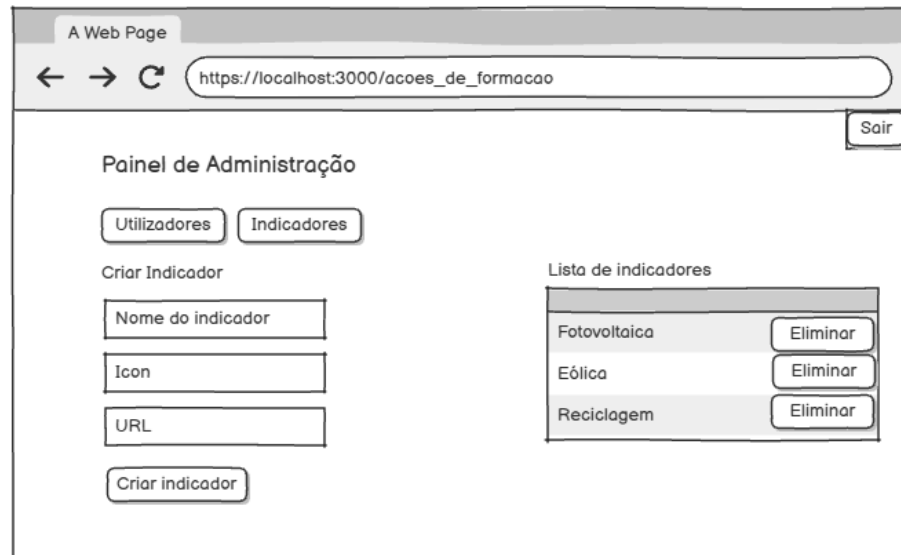


Figura 3.6: Visualização - Painel de Administração - Indicadores

Utilizador não autenticado

Este mockup é o ecrã que será público a todos os utilizadores (fig. 3.7).

Nele poderemos ver os gráficos que foram criados anteriormente pelo o gestor de tema.

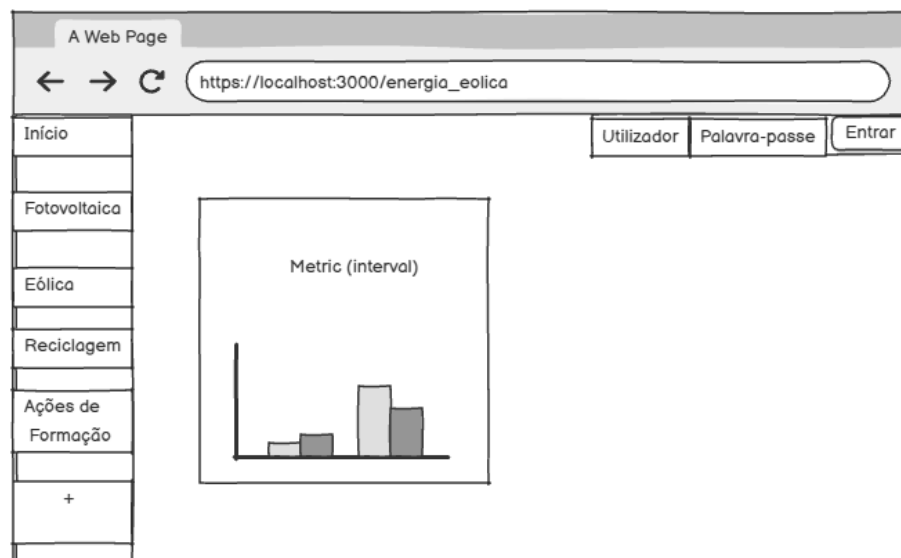


Figura 3.7: Visualização - Utilizador não autenticado

Gestor autenticado, editar e apagar gráfico

O gestor de tema após se autenticar, poderá criar, editar e apagar os gráficos que pretender (fig. 3.8).

Neste ecrã vemos um gráfico já criado com alguns campos no topo onde poderá ser feita a customização do gráfico, e também a remoção do mesmo.

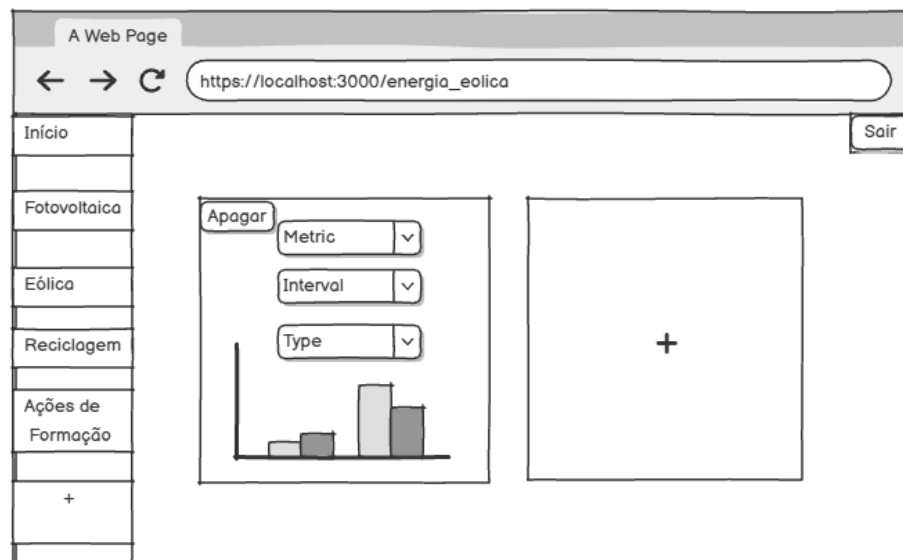


Figura 3.8: Visualização - Gestor autenticado, editar gráfico

Gestor autenticado, criar gráfico

No protótipo seguinte onde antes estava um painel em branco só com um icon de '+', o utilizador ao clicar irá criar um novo gráfico que poderá também ele ser configurado, tal como foi descrito no ponto anterior (fig. 3.9).

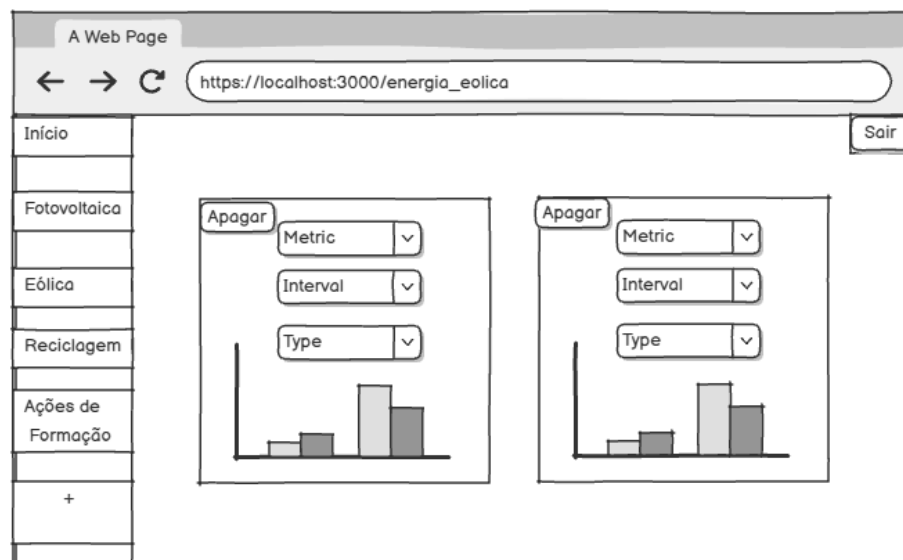


Figura 3.9: Visualização - Gestor autenticado, criar gráfico

Gestor autenticado, inserir dados manualmente

Por fim, sendo a inserção manual dos dados um requisito, em alguns ecrãs será permitida a inserção de informação através de um formulário próprio (fig. 3.10). Esta informação poderá ser visualizada logo após a submissão (fig. 3.11).

The screenshot shows a web browser window titled 'A Web Page' with the URL 'https://localhost:3000/acoes_de_formacao'. On the left is a sidebar menu with items: 'Início', 'Fotovoltaica', 'Eólica', 'Reciclagem', 'Ações de Formação' (highlighted), and a '+' icon. The main content area is divided into two panels. The left panel, titled 'Nova Ação de Formação', contains two input fields: 'Nome da Ação' and 'Nº de Pessoas', followed by a 'Registrar' button. The right panel, titled 'Ações de Formação', features a dropdown menu labeled 'Interval' and a table. The table has two columns: 'Ações de Formação' and 'Nº de Pessoas'. The data in the table is as follows:

Ações de Formação	Nº de Pessoas
Economia	15
Educação	30
Tecnologia	50

Figura 3.10: Visualização - Gestor autenticado, inserir dados manualmente

The screenshot shows the same web browser window, but the user is not authenticated. The sidebar menu is identical. The main content area now displays a single panel titled 'Ações de Formação'. Above the table is the text 'Metric (interval)'. The table structure and data are the same as in Figure 3.10:

Ações de Formação	Nº de Pessoas
Economia	15
Educação	30
Tecnologia	50

At the top right of the main content area, there are input fields for 'Utilizador' and 'Palavra-passe', followed by an 'Entrar' button.

Figura 3.11: Visualização - Utilizador não autenticado

3.4 Gestão do Projeto

Relativamente à gestão do projeto, foi decidido usar a metodologia Scrum (Scrum Portugal, 2025) integrada com um quadro de tarefas do estilo Kanban (Scrum.org, 2025).

Dentro de algumas *frameworks* analisadas como Cascata (GeeksforGeeks, 2025), Scrum ou Prince2 (PRINCE2, 2025), foi decidido que um desenvolvimento cíclico seria o mais adequado à criação desta solução pelo facto de estarmos continuamente a entregar valor *sprint* a *sprint*.

Deste modo, o projeto esteve sempre alinhado com os objetivos e requisitos definidos e qualquer funcionalidade que não estivesse consistente seria rapidamente corrigida na *sprint* seguinte.

Decidiu-se também o prazo de 2 semanas para cada *sprint*, onde ao fim de cada uma delas teríamos a *sprint review* e a *sprint retrospective*, onde fariamos uma apresentação do produto e funcionalidades desenvolvidas e também uma retrospectiva do que correu bem e menos bem nas duas semanas que passaram. No início de cada *sprint* também se realizava o *sprint planning* onde se definiam quais as funcionalidades a serem desenvolvidas.

Paralelamente a esta escolha, investigou-se também a possibilidade de um desenvolvimento em Cascata, mas após comparação desta com a *framework* Scrum, concluímos que poderíamos passar alguns meses a construir uma aplicação que, por não haver feedback contínuo, poderia não estar alinhada com os objetivos definidos.

Por fim, optou-se por um quadro Kanban 3.12, com as colunas "Todo", "In Progress" e "Done" para, juntamente com os orientadores e utilizadores finais, estarmos sempre a par do que está a ser feito e do que ainda falta fazer.

Sprint 1 -> 3 a 17 Fevereiro

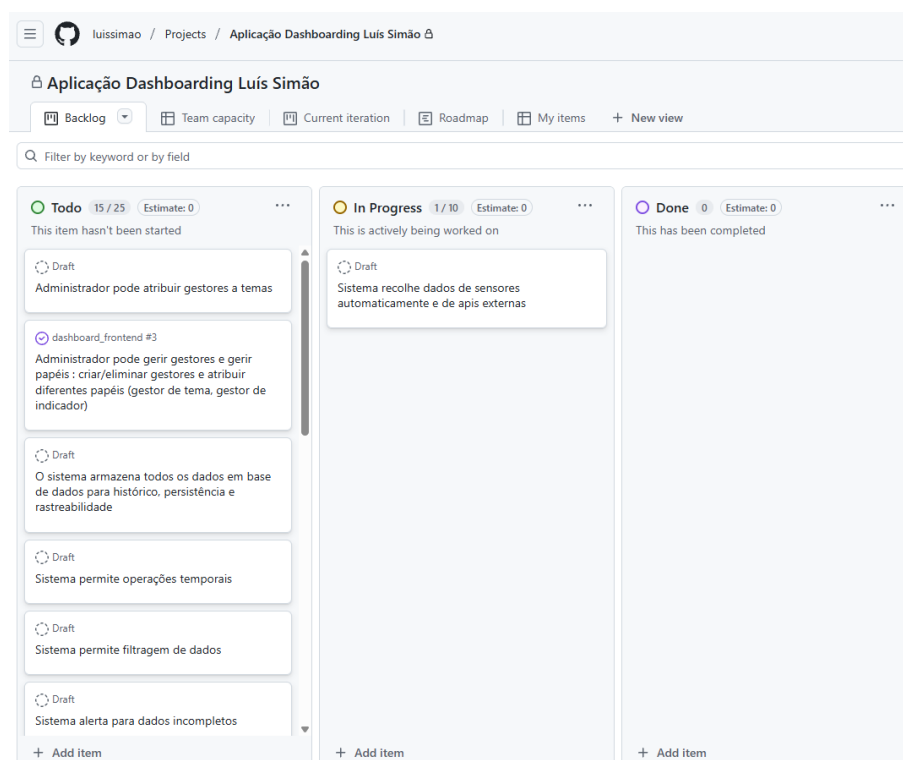


Figura 3.12: Sprint 1 -> 3 a 17 Fevereiro

As restantes *sprints* encontram-se no Anexo A.1.

Capítulo 4

Implementação

Este capítulo descreve o processo de implementação da plataforma desenvolvida, apresentando de forma detalhada as principais componentes técnicas e as soluções adotadas para dar resposta aos requisitos identificados. A estrutura do capítulo acompanha as diferentes camadas funcionais do sistema, permitindo compreender como os dados são recolhidos, processados, armazenados e posteriormente disponibilizados para análise e visualização. Na primeira parte, aborda-se a persistência de dados, evidenciando a persistência de utilizadores, indicadores e de métricas. Seguidamente, descrevem-se os processos de processamento e recolha utilizados para assegurar a fiabilidade e atualidade dos dados provenientes de sensores. A seguir são analisadas as opções existentes para o desenvolvimento da componente de visualização. São ainda discutidos aspetos relacionados com a configuração de gráficos e painéis, o *deploy* da aplicação em ambiente real e os mecanismos de *polling* e pedidos em tempo real. Por fim, é apresentada a solução desenvolvida, que integra os diferentes componentes selecionados.

4.1 Persistência de Dados

Persistência de Utilizadores e Indicadores

Para o armazenamento de dados de utilizadores e dos diferentes indicadores de sustentabilidade (como produção de energia fotovoltaica, energia eólica, número de pessoas por ação de formação, etc), foi feita uma análise entre diferentes bases de dados orientadas a documentos e análise de dados. A base de dados selecionada foi MongoDB ([MongoDB, Inc., 2025](#)), devido à sua flexibilidade, facilidade de modelação e integração eficiente de diferentes tipos de dados num único sistema.

O MongoDB é uma base de dados NoSQL orientada a documentos, que utiliza um modelo de dados JSON, que permite uma estrutura flexível e semi-estruturada. Esta característica é particularmente vantajosa quando se pretende armazenar perfis de utilizador com esquemas variáveis ou que mudam ao longo do tempo, como, por exemplo, um novo campo ou propriedade nos indicadores. Desta forma, não precisaríamos de reformular toda a base de dados ou sanitizar os dados previamente guardados.

Durante a análise, foram consideradas outras bases de dados, nomeadamente: InfluxDB ([InfluxData, 2025](#)), TimescaleDB ([Timescale, 2025](#)), ClickHouse ([ClickHouse, 2025](#)), CrateDB ([Crate.io, 2025](#)) e Apache Cassandra ([Foundation, 2025](#)). Cada uma destas soluções possui características com potencial para enquadrar esta solução, como suporte de análises OLAP, agrupamento eficiente dos dados e escalabilidade. No entanto, sacrificam alguma flexibilidade de modelação e integrações nativas que o MongoDB oferece num sistema mais generalista.

Gestão de Utilizadores e Indicadores

A aplicação expõe uma API REST desenvolvida em Node.js com *framework* Express, permitindo a gestão de utilizadores, indicadores e gráficos 4.1. Esta API assegura a comunicação entre o *frontend* e a base de dados, servindo como camada de intermediação responsável pela autenticação, criação, atualização, eliminação e consulta de recursos.

Método	Endpoint	Descrição	Autenticação
POST	/api/login	Autentica o utilizador através de <code>username</code> , <code>password</code> e <code>role</code> , devolvendo um <code>token</code> JWT válido por 2 horas.	Não
POST	/api/users	Cria um novo utilizador com <code>username</code> , <code>email</code> , <code>password</code> (encriptada) e <code>role</code> .	Sim
GET	/api/users	Retorna a lista de todos os utilizadores registados.	Sim
PUT	/api/users/:id	Atualiza o papel (<code>role</code>) de um utilizador existente pelo respetivo identificador.	Sim
DELETE	/api/users/:id	Remove um utilizador existente através do respetivo identificador.	Sim
POST	/api/indicators	Cria um novo indicador com <code>name</code> , <code>icon</code> e <code>path</code> . Ao ser criado, gera automaticamente o respetivo endpoint associado.	Sim
GET	/api/indicators	Lista todos os indicadores registados no sistema.	Não
DELETE	/api/indicators/:id	Elimina um indicador através do respetivo identificador.	Sim
POST	/api/dashboards	Cria ou atualiza um gráfico com <code>slug</code> , <code>chartsData</code> .	Sim
GET	/api/dashboards/:slug	Lista todos os gráficos através do respetivo identificador.	Não

Tabela 4.1: Descrição dos endpoints da API REST.

Uma das funcionalidades distintivas desta API é a capacidade de criar dinamicamente endpoints a partir dos indicadores registados. Sempre que um novo indicador é criado via POST

/api/indicators, este é automaticamente associado a um path definido pelo utilizador. Dessa forma, a API ganha flexibilidade, permitindo acrescentar novos recursos sem necessidade de intervenção manual no código-fonte.

Esta abordagem simplifica a extensibilidade da aplicação, permitindo que o próprio utilizador ou administrador configure e expanda os indicadores de acordo com novas necessidades, mantendo a API atualizada de forma automática.

Persistência de Métricas

Após uma análise aprofundada de diferentes bases de dados temporais 4.2, concluiu-se que a solução que melhor se adequa à proposta deste projeto é o Prometheus (Prometheus Project, 2025).

	Open Source	Preço	Sistema Operativo	Suporte da Comunidade	Diferenças / Vantagens
Amazon Timestream	Não	Pago (AWS pay-as-you-go)	AWS (Linux)	Médio	Totalmente gerido e integrado com serviços AWS.
TimescaleDB	Sim (Apache 2.0 / Timescale)	Grátis / Pago (cloud)	Linux, macOS	Elevado	Extensão do PostgreSQL, suporte SQL completo, ideal para dados relacionais e temporais.
QuestDB	Sim (Apache 2.0)	Grátis / Enterprise	Linux, Windows, macOS	Médio-Alto	Alta performance de ingestão, SQL otimizado para séries temporais.
Apache Druid	Sim (Apache 2.0)	Grátis / Plano Pago	Linux	Elevado	OLAP em tempo real, ideal para grandes volumes de dados analíticos.
GridDB	Sim (AGPL v3 / TOSHIBA)	Grátis / Enterprise	Linux	Médio	Foco em IoT, estrutura híbrida (key-value + relacional), alta escalabilidade.
Prometheus	Sim (Apache 2.0)	Grátis	Linux, Windows, macOS	Muito elevado	Suporte para Monitorização (Grafana) e Alertas (AlertManager), pull-based, integração com Kubernetes.
Grafana Mimir	Sim (AGPL v3)	Grátis / Plano Pago	Linux	Elevado	Armazenamento escalável para Prometheus, multi-tenant, separação entre armazenamento e consulta.

Tabela 4.2: Comparação de bases de dados temporais

Entre os fatores determinantes para esta escolha destacam-se: ser uma ferramenta gratuita e open-source, contar com um elevado suporte da comunidade, apresentar compatibilidade com diversos sistemas operativos e integração facilitada via Docker, bem como disponibilizar a linguagem de consulta PromQL (Prometheus Query Language).

A PromQL constitui um dos maiores atributos do Prometheus, uma vez que permite realizar consultas avançadas sobre intervalos temporais, incluindo operações de agregação, filtragem, comparação, projeção de tendências e cálculos em janelas de tempo.

Por exemplo, para verificar se um painel fotovoltaico produziu menos energia no último mês do que a média registada, é possível recorrer a uma consulta PromQL como podemos ver na figura 4.1.

```
avg_over_time(energia_painel[30d]) < avg(energia_painel)
```

Figura 4.1: Exemplo de consulta PromQL para deteção de anomalias na produção de energia.

Esta expressão calcula a média da energia produzida nos últimos 30 dias e compara-a com a média global do painel, permitindo detetar automaticamente anomalias ou quebras de desempenho.

Em suma, o Prometheus destaca-se como uma solução robusta, eficiente e amplamente adotada para sistemas de monitorização, oferecendo elevada capacidade de análise em ambientes distribuídos e dinâmicos baseados em microserviços, como aquele proposto nesta dissertação.

4.2 Processamento e Recolha de Dados

Para a implementação do backend responsável pela recolha e tratamento de dados provenientes dos sensores instalados no edifício, foi adotada a framework .NET (Microsoft Learn, 2025), utilizando a linguagem de programação C#. Esta decisão foi baseada em diversos fatores técnicos e operacionais que tornam o .NET uma opção sólida, escalável e eficiente para este tipo de aplicação.

Os fatores de escolha desta framework mantida pela Microsoft foram o facto de ser uma plataforma de desenvolvimento madura e moderna, ter vasta documentação e suporte global da comunidade, o que acelera o desenvolvimento e facilita a manutenção e evolução do sistema ao longo do tempo, ser open source e cross-platform, com suporte nativo para Windows, Linux e macOS. É também uma linguagem com um bom grau de escalabilidade, através de arquiteturas baseadas em microserviços e APIs, e possui integração com bases de dados relacionais e NoSQL, como MongoDB.

Como podemos ver na figura 4.2, C# foi em 2023 a segunda linguagem de backend mais usada pelos programadores, de acordo com um estudo do site PPLWARE (Simões, 2023).

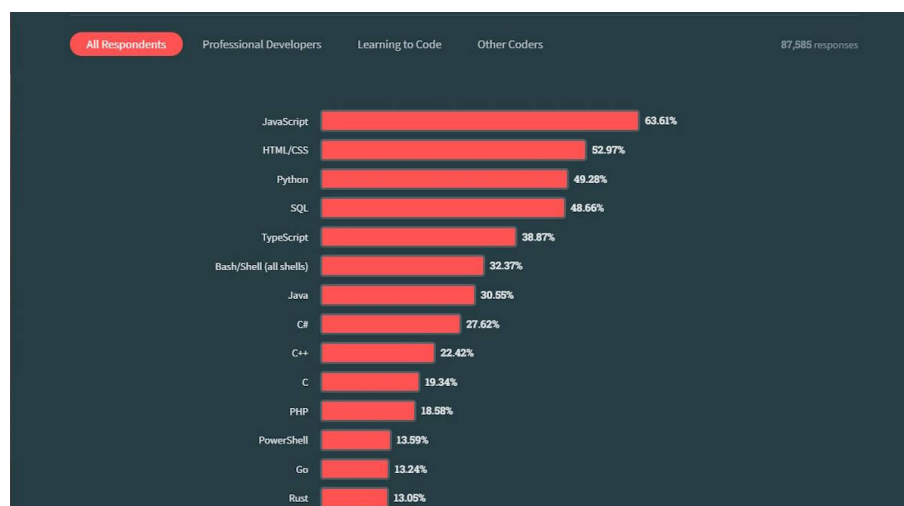


Figura 4.2: Linguagem mais usada pelos programadores em 2023

4.3 Visualização

A decisão de usar Svelte (Svelte Team, 2025) como framework de front-end para visualização de métricas foi apoiada em múltiplos fatores, nomeadamente desempenho, simplicidade de código e satisfação de uso por parte dos programadores.

Na tabela 4.3 podemos ver os resultados de um estudo feito pelo StackOverflow em Julho de 2024 com mais de 65 mil respostas (tkrotoff, 2025).

	Popularidade (%)	Desejam usar (%)	Satisfação (%)
React	39.5	33.4	62.2
Svelte	6.5	11.5	72.8
Vue.js	15.4	16.3	60.2
SolidJS	1.2	3.6	67
Angular	17.1	13.9	53.4
AngularJS	6.8	4.2	23.1

Tabela 4.3: Estudo de preferências entre frameworks de front-end

A sua ótima performance, grau de satisfação entre os desenvolvedores, que supera as frameworks mais populares, e o forte potencial de crescimento, faz com que Svelte seja uma ótima escolha para este projeto, que requer interfaces eficientes e que a longo prazo facilite a manutenção do código.

4.4 Segurança

A segurança foi uma prioridade na construção do sistema, tanto ao nível da autenticação de utilizadores como na proteção dos dados sensíveis armazenados.

Para garantir a autenticação segura dos pedidos realizados pelos clientes à API, foi implementado um sistema baseado em JSON Web Tokens (JWT) (Auth0 (JWT.io), 2025). Este mecanismo consiste na geração de um *token* de acesso após a validação bem-sucedida das credenciais do administrador, o qual é devolvido ao cliente e incluído nos headers (Authorization: Bearer) de cada pedido. O *token* é depois assinado com uma chave, garantindo a sua integridade e impedindo alterações.

A utilização de JWT apresenta várias vantagens, como permitir a autenticação sem estado (stateless), o que reduz a sobrecarga no servidor, é compatível com a comunicação entre micro-serviços, o que é positivo para a arquitetura definida neste projeto e facilita a depreciação controlada dos *tokens*, o que aumenta a segurança em caso de sessões inativas.

Adicionalmente, para proteger os dados sensíveis dos utilizadores, nomeadamente as palavras-passe, foi utilizado o algoritmo bcrypt para aplicar encriptação antes do seu armazenamento na base de dados. Mais concretamente, no momento do registo ou alteração de palavras-passe, estas são convertidas para uma *hash*, resultando numa string encriptada.

Com esta abordagem de autenticação com JWT e encriptação de passwords, podemos assumir que o sistema protege os dados dos utilizadores contra os ataques mais comuns em aplicações web.

4.5 Gráficos e Painéis

Para a visualização de dados no presente trabalho, explorei inicialmente duas bibliotecas populares de JavaScript: D3.js ([D3 Project, 2025](#)), e Chart.js ([Chart.js Contributors, 2025](#)). A biblioteca D3.js apresenta uma flexibilidade muito elevada, permitindo criar visualizações totalmente personalizadas e interativas, mas exige um conhecimento aprofundado de JavaScript, SVG e manipulação do DOM, além de uma curva de aprendizagem acentuada. Por outro lado, Chart.js oferece uma solução de alto nível, com gráficos prontos, configuração simples via JSON e suporte a dashboards interativos, o que facilita a implementação e manutenção do código.

Após a avaliação das necessidades do projeto e de uma análise comparativa entre ambas (tab. 4.4), especialmente no que se refere à rapidez de desenvolvimento, clareza na apresentação dos dados e manutenção futura, optei por utilizar Chart.js. Esta escolha permitiu transformar os dados de consumo energético e indicadores de sustentabilidade em gráficos claros e informativos, garantindo ao mesmo tempo uma implementação eficiente, sem sacrificar a qualidade visual e interativa das visualizações.

Característica	D3.js	Chart.js
Tipo de biblioteca	Biblioteca de manipulação e visualização de dados (baixo nível)	Biblioteca de gráficos pronta (alto nível)
Flexibilidade	Muito alta: permite criar visualizações totalmente personalizadas	Média: personalização limitada aos tipos de gráfico disponíveis
Facilidade de uso	Curva de aprendizagem acentuada; exige conhecimento de JavaScript, SVG e DOM	Fácil de usar; configurações simples via JSON
Tipos de gráficos	Nenhum predefinido; gráficos criados do zero	Muitos gráficos prontos: linhas, barras, pizza, radar, etc.
Interatividade	Totalmente personalizável; suporta animações e interações complexas	Suporte a animações básicas e interações simples (hover, tooltips)
Suporte a grandes volumes de dados	Excelente, mas depende de implementação eficiente	Bom para volumes moderados; pode ser lento para datasets muito grandes
Comunidade e recursos	Muito ativa; muitos exemplos e tutoriais avançados	Ativa; fácil de encontrar exemplos prontos

Tabela 4.4: Comparação entre D3.js e Chart.js

4.6 Deploy da Aplicação

O *deploy* da aplicação foi realizado utilizando o Docker (Docker, Inc., 2025), que permite a criação de ambientes isolados e consistentes para a execução dos componentes do sistema. Foram utilizados containers Docker para garantir a portabilidade, facilitar a gestão de dependências e simplificar o processo de *deploy*.

A aplicação foi alojada numa máquina virtual disponibilizada pelo Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), com um endereço IP público dedicado, permitindo o acesso remoto e controlado à aplicação. Esta abordagem assegura a escalabilidade futura do sistema, conforme a necessidade.

4.7 Polling e Pedidos em Tempo Real

O objetivo principal da aplicação é fornecer uma visualização em tempo real dos dados recolhidos pelos sensores, permitindo uma análise imediata e contínua das métricas.

Para alcançar este comportamento, foi utilizada a técnica de *polling* no frontend (siddharthssb11, 2025), onde o cliente realiza pedidos periódicos à API para obter os dados mais recentes. Este método consiste em fazer pedidos HTTP em intervalos regulares, configurados conforme a necessidade do sistema e dos utilizadores, para garantir que os dados apresentados nos gráficos estão sempre atualizados.

No contexto da aplicação, o *polling* é implementado em JavaScript, que, em intervalos definidos, faz o pedido ao backend. Assim que os novos dados são recebidos, os gráficos atualizam automaticamente, sem necessidade de recarregar a página.

Foram analisadas outras técnicas para comunicação em tempo real, como WebSockets ou Server-Sent Events (SSE), mas o *polling* apresentou-se como uma solução mais simples em relação às restantes, especialmente por a frequência de atualização ser moderada e o volume de dados ser controlado.

Desta forma, o sistema assegura a entrega contínua e atualizada da informação, suportando a tomada de decisão por parte dos gestores de indicadores.

4.8 Solução Desenvolvida

No final da implementação deste sistema, deparámo-nos com uma aplicação simples e intuitiva (fig. 4.3), mas ao mesmo tempo que cumpre os requisitos definidos, apresentando dados fidedignos e relevantes.

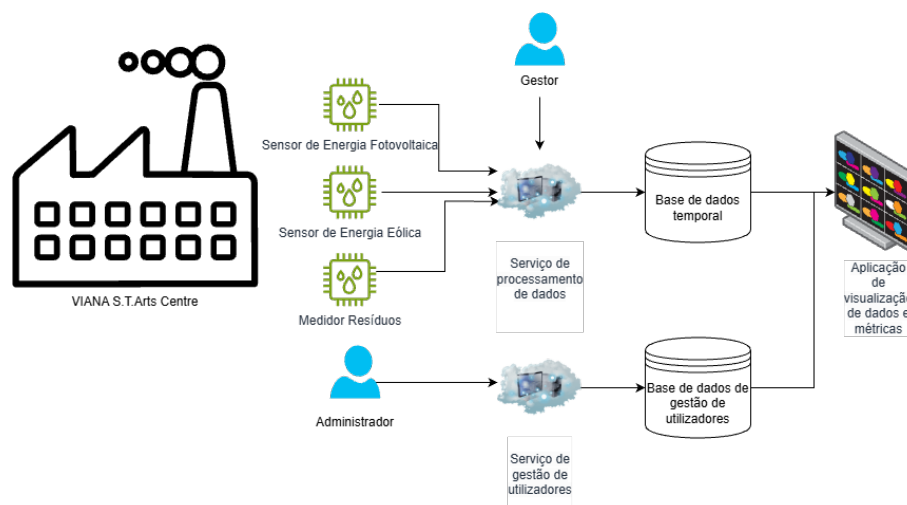


Figura 4.3: Arquitetura em Microserviços

Página Inicial

Na página inicial (fig. 4.4) podemos ver um menu que apresenta os diferentes indicadores criados pelo administrador relacionados a uma temática.

Estes indicadores são guardados na base de dados de Mongo, juntamente com o ícon e o caminho do URL, ambos customizáveis.

No topo direito conseguimos ver também um sítio para a autenticação do administrador. Após o administrador ter feito o login vai ser encaminhado para uma nova página na qual conseguirá fazer a gestão dos utilizadores, neste caso, os gestores de cada tema, e também a gestão dos indicadores.



Figura 4.4: Página Inicial

Painel de Administração - Utilizadores

Dando seguimento ao que foi mencionado no ponto anterior, o administrador neste ecrã é capaz de criar, editar e remover utilizadores (fig. 4.5), sendo estes também guardados na base de dados de Mongo. De salientar que as caixas de texto fazem a verificação de inputs, de modo a que

obrigue o utilizador a inserir dados corretos em cada campo. Por exemplo, no email, o texto tem de estar compatível com um formato válido.

Por fim, na secção de papéis, só irão ser apresentadas as opções que forem criadas pelo administrador no painel de administração de indicadores, que iremos relatar no ponto seguinte.

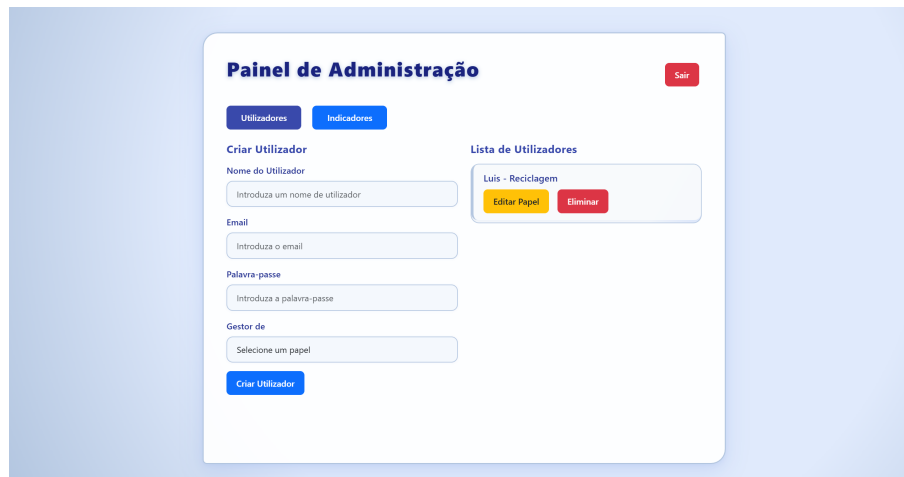


Figura 4.5: Painel de Administração - Utilizadores

Painel de Administração - Indicadores

No separador para os indicadores, o administrador poderá criar e remover papéis (fig. 4.6), indicando o título e o ícon para o indicador.

Por estarmos a usar o Slug (Svelte, 2025), que é uma técnica que o Svelte possui para criar *routing*s dinâmicos através de parâmetros, iremos usar o nome que foi definido no título para criar dinamicamente o endpoint do novo indicador.

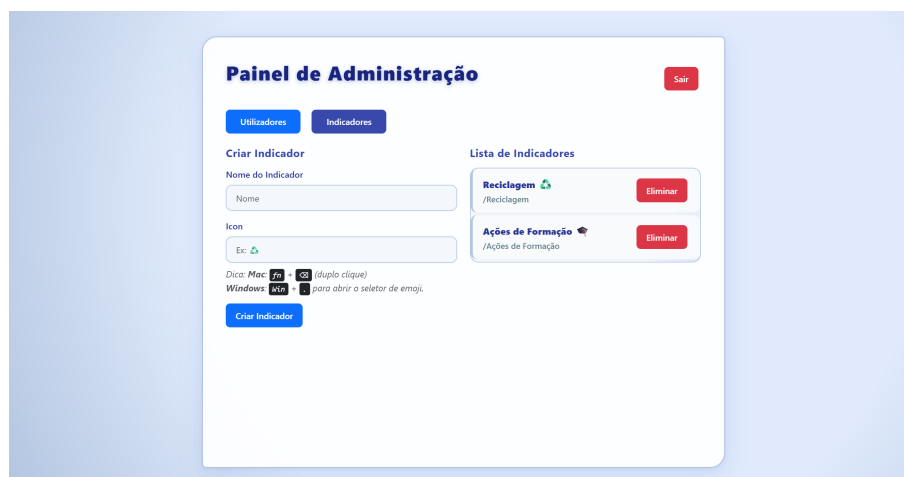


Figura 4.6: Painel de Administração - Indicadores

Visualização de Indicador

De modo a criar uma solução volátil e configurável, sem ser preciso fazer alteração de código, foram adicionadas de antemão funcionalidades para a criação, atualização e remoção de gráficos nos ecrãs de visualização dos indicadores.

Neste ecrã (fig. 4.7) podemos ver o que irá ser publicado para todos os intervenientes, nele vemos a representação visual da informação e também os botões para os diferentes indicadores no menu lateral esquerdo.

No topo direito, possuímos, mais uma vez, um menu de autenticação, para que o gestor que foi asignado a esta temática possa fazer a manutenção dos gráficos.



Figura 4.7: Visualização de Indicador

Editar Gráfico do Indicador

Já depois de autenticado, o utilizador poderá editar os diferentes gráficos de modo a dar resposta ao seu problema.

Nesta secção o utilizador possui a capacidade de editar a métrica a ser apresentada no gráfico, o intervalo de tempo, o tipo de gráfico que quer que seja mostrado e também de inserir dados manualmente (fig. 4.8).

As opções são definidas pelo *backend* que faz um *scrap* de todas as métricas captadas pelos sensores e retorna para o *frontend* as métricas disponíveis para visualização.



Figura 4.8: Editar Gráfico do Indicador

Adicionar Gráfico ao Indicador

Neste ecrã, o utilizador depois de se autenticar, poderá criar uma nova caixa onde irá ser apresentado um novo painel (fig. 4.9), sendo este também configurável como foi descrito no ponto anterior.

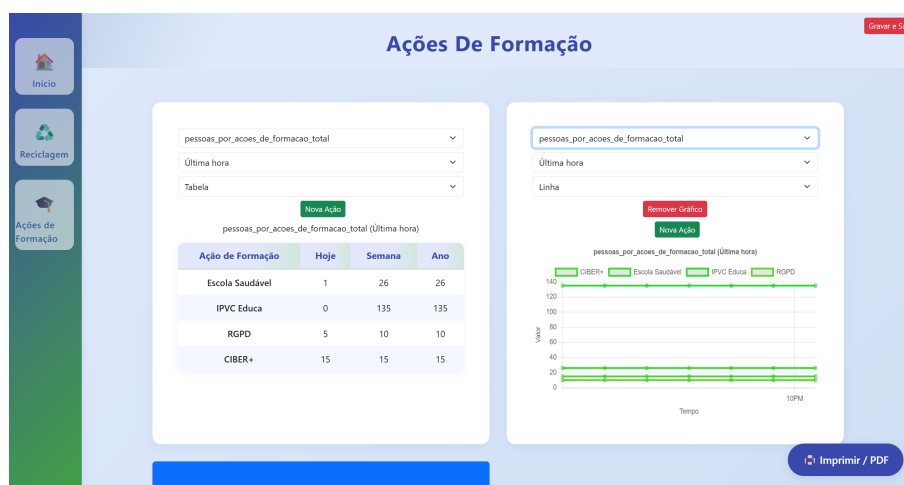


Figura 4.9: Adicionar Gráfico ao Indicador

Inserir Dados Manualmente

Sendo um dos requisitos a inserção manual de dados por parte dos utilizadores, em alguns indicadores, será apresentado ao utilizador, depois de autenticado, um sítio para fazer essa inserção (fig. 4.10).

Os dados inseridos pelo gestor, serão enviados para o backend onde serão validados e depois inseridos na base de dados.

Após o processo manual, os dados serão atualizados automaticamente (fig. 4.11).

Ação de formação registada! Os valores de Hoje e Semana podem demorar alguns minutos a atualizar devido ao intervalo de atualização do sistema.

Fechar Formulário

Nova Ação de Formação

RGPD

5

Registar

pessoas_por_acoes_de_formacao_total (Última hora)

Ação de Formação	Hoje	Semana	Ano
Escola Saudável	1	26	26
IPVC Educa	0	135	135
RGPD	5	10	10
CIBER+	15	15	15

+ Adicionar Gráfico

Imprimir / PDF

Figura 4.10: Inserir Dados Manualmente no Indicador de Ações de Formação

Ações De Formação

Utilizador Palavra-passe Entrar

pessoas_por_acoes_de_formacao_total (Última hora)

Ação de Formação	Hoje	Semana	Ano
Escola Saudável	1	26	26
IPVC Educa	0	135	135
RGPD	10	15	15
CIBER+	15	15	15

Imprimir / PDF

Figura 4.11: Visualização de Indicador de Ações de Formação Atualizado

4.9 Conclusões

O presente capítulo apresentou, de forma sistemática, o processo de implementação da plataforma, desde a seleção das tecnologias até à integração final dos diferentes componentes que constituem o sistema. A descrição realizada evidencia não apenas as opções técnicas adotadas, mas também a fundamentação metodológica que sustentou cada decisão, garantindo coerência entre os requisitos identificados e a solução implementada.

A definição da arquitetura baseada em microsserviços revelou-se determinante para assegurar a escalabilidade, modularidade e capacidade de evolução futura da plataforma. Esta abordagem permitiu isolar funcionalidades críticas — como recolha de dados, persistência, processamento e visualização — facilitando tanto a manutenção como a substituição de componentes de forma independente, caso necessário. A escolha das tecnologias de persistência, com MongoDB para

dados estruturais e Prometheus para métricas temporais, demonstrou-se adequada ao tipo de informação tratada, garantindo flexibilidade, desempenho e compatibilidade com o ecossistema de monitorização exigido pelo projeto.

A fase de implementação beneficiou amplamente dos protótipos de interface desenvolvidos nas etapas anteriores, que permitiram validar antecipadamente aspetos fundamentais da experiência do utilizador. Esta validação precoce contribuiu para que a aplicação final apresentasse uma organização clara, acessível e alinhada com as necessidades dos utilizadores, sobretudo no que se refere à personalização dos *dashboards* e à gestão dos indicadores.

Um dos desafios mais relevantes consistiu na definição de mecanismos eficientes de recolha e atualização de dados em tempo real. A adoção de técnicas de *polling* no frontend, aliada à disponibilização de APIs robustas no backend, garantiu um fluxo contínuo e fiável de dados, assegurando que os gráficos e painéis apresentados refletem o estado atual das métricas monitorizadas. Complementarmente, a inclusão de funcionalidades para inserção manual de dados reforça a adaptabilidade da plataforma a contextos nos quais nem toda a informação é recolhida automaticamente por sensores.

O processo de *deploy* em ambiente real permitiu validar requisitos de desempenho, acessibilidade e integração, demonstrando que a infraestrutura disponibilizada suporta adequadamente a execução do sistema e permitindo testes funcionais em condições próximas do contexto de utilização final.

Em síntese, o desenvolvimento desta aplicação permitiu consolidar uma solução técnica funcional, robusta e alinhada com os objetivos propostos no início do projeto. A plataforma resultante não apenas cumpre os requisitos definidos, como demonstra potencial de expansão e integração futura com novos indicadores, sensores ou componentes. Este capítulo confirma, assim, que a abordagem seguida foi eficaz e sustentada, constituindo uma base sólida para a utilização e evolução da solução no âmbito do Viana S+T+ARTS Centre e em outros contextos organizacionais com necessidades semelhantes.

Capítulo 5

Avaliação de Usabilidade

A aplicação encontra-se implementada numa máquina virtual dedicada, garantindo um ambiente controlado e seguro para execução e testes. Esta instância foi disponibilizada online, permitindo o acesso remoto por parte de utilizadores externos para efeitos de demonstração, validação funcional e recolha de feedback. Esta abordagem possibilitou avaliar o comportamento do sistema em contexto real de utilização e identificar oportunidades de otimização.

Para avaliar a usabilidade e a experiência de utilização da solução desenvolvida, foram selecionados três instrumentos padronizados, cuja escolha se baseou numa análise de estudos anteriores relacionados com avaliação de interfaces e plataformas de gestão de indicadores. A análise destes trabalhos revelou que cada instrumento é particularmente adequado para medir diferentes dimensões da interação com sistemas digitais, assegurando uma avaliação abrangente e complementar.

Os instrumentos aplicados foram:

System Usability Scale (SUS) [Lab \(2025\)](#) – utilizado para aferir de forma quantitativa o nível global de usabilidade percebida, fornecendo uma medida consolidada que permite comparações entre sistemas e versões;

Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) [UIUXTrend \(2025\)](#) [IEEEExplore \(2025\)](#) – aplicado para medir a satisfação dos utilizadores relativamente à interação com o sistema após a sua utilização, oferecendo informação detalhada sobre eficiência, facilidade de aprendizagem e qualidade da interface;

User Experience Questionnaire (UEQ) [UEQ \(2025\)](#) – adotado para avaliar múltiplas dimensões da experiência do utilizador, incluindo atratividade, eficiência, perspicuidade, estimulação e novidade.

A escolha destes três instrumentos foi motivada pelo facto de cobrirem de forma integrada as principais dimensões da usabilidade e experiência do utilizador: o SUS fornece uma visão global, o PSSUQ detalha a satisfação após o uso, e o UEQ complementa a análise com uma perspetiva mais ampla da experiência emocional e funcional. Esta abordagem combinada permite caracterizar de forma rigorosa a usabilidade da aplicação e identificar pontos de melhoria para iterações futuras.

5.1 Recolha dos Dados

A recolha dos dados relativos à avaliação da usabilidade foi realizada através de formulários Google Forms, especificamente concebidos para a aplicação dos questionários SUS, PSSUQ e UEQ. Os formulários foram disponibilizados online aos participantes após a utilização da aplicação, facilitando o processo de recolha e consolidação das respostas.

Os participantes foram selecionados com base na sua proximidade ao projeto Viana STARTS Centre e no conhecimento necessário para utilizar um computador e aceder a um website. A amostra apresentada na Tabela 5.1 representa os indivíduos que estavam disponíveis e puderam ser contactados durante o período de recolha de dados. É importante salientar que, em futuras avaliações, poderá ser possível envolver um número maior de participantes, ampliando a representatividade da amostra.

Na tabela mencionada no parágrafo anterior é também possível observar a caracterização sociodemográfica dos participantes, incluindo faixa etária e género.

ID	Idade (Por Intervalo)	Género
P1	45-60	Feminino
P2	45-60	Masculino
P3	45-60	Masculino
P4	45-60	Masculino
P5	16-30	Feminino

Tabela 5.1: Caracterização sociodemográfica dos participantes

Nos Anexos B.2, B.4 e B.6 podemos observar as perguntas dos formulários apresentadas aos utilizadores.

Já nos Anexos B.3, B.5 e B.7 apresentam-se as respostas obtidas em cada um dos instrumentos aplicados, com base nas visualizações geradas automaticamente pela plataforma Google Forms.

5.2 Feedback Recolhido

Durante as sessões de teste, os participantes foram encorajados a fornecer comentários verbais espontâneos relativamente à utilização da aplicação, permitindo recolher observações qualitativas complementares aos questionários formais de usabilidade. Entre os aspetos mais referidos destacou-se a sugestão de inversão das abas dos painéis de administração de utilizadores e de indicadores, de modo a melhorar a navegação entre a criação de indicadores e associação de utilizadores aos mesmos. Um dos participantes salientou ainda a relevância da funcionalidade que permite a um utilizador gerir múltiplos indicadores, considerando-a adequada para que não sejam criados utilizadores desnecessários. Foi igualmente sugerida uma subdivisão mais detalhada no manual do utilizador, com o objetivo de facilitar a consulta por secções e simplificar o acesso à

informação relevante. Por fim, os utilizadores mencionaram problemas ao visualizar a interface, mas este problema foi rapidamente resolvido ao esclarecer que a aplicação foi desenvolvida para ecrãs resolução Full HD (1920×1080) a 100% de escala, de forma a garantir uma experiência visual mais completa e equilibrada.

5.3 Análise dos Dados Recolhidos

5.3.1 System Usability Scale (SUS)

No questionário SUS, a maioria dos participantes atribuiu pontuações elevadas às afirmações relacionadas com a facilidade de uso e consistência da interface, resultando numa pontuação de 79. De acordo com Lewis and Sauro (2018) esta pontuação corresponde a uma avaliação "Excelente", tal como podemos observar na Figura 5.1, adaptada de UXtweak (2025).

SUS Score	Percentile range	Grade	Rank
84.1 - 100	96 – 100	A+	Best imaginable
80.8 - 84.0	90 – 95	A	
78.9 - 80.7	85 – 89	A-	
77.2 – 78.8	80 – 84	B+	Excellent
74.1 - 77.1	70 – 79	B	
72.6- 74.0	65 – 69	B-	
71.1 – 72.5	60 – 64	C+	Good
65.0 - 71.0	41 – 59	C	
62.7 - 64.9	35 – 40	C-	
51.7 – 62.6	15 – 34	D	Okay
0 - 51.6	0 – 14	F	Poor

Figura 5.1: System Usability Scale Score Table

5.3.2 Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)

Este instrumento é utilizado para avaliar a satisfação dos utilizadores após a interação com um sistema. A versão aplicada neste estudo, adaptada para português, contém 19 perguntas organizadas em três subfatores: Utilidade do Sistema (itens 1–8), que avalia a eficácia e eficiência do

sistema na realização das tarefas; Qualidade da Informação (itens 9–15), que analisa a clareza, relevância e confiabilidade da informação disponibilizada; e Qualidade da Interface (itens 16–19), que mede a consistência, facilidade de uso e estética da interface.

As respostas são fornecidas numa escala de 1 a 7, sendo que valores mais elevados indicam maior satisfação. O cálculo da média das respostas permite obter tanto os scores por subfator quanto o score global de usabilidade, fornecendo uma medida quantitativa do desempenho do sistema e da experiência do utilizador.

No caso da aplicação desenvolvida, o score global do PSSUQ foi de 5,70, o que indica alta satisfação e boa usabilidade, refletindo que a plataforma poderá atender de forma eficiente as necessidades dos utilizadores em termos de funcionalidade, clareza da informação e qualidade da interface.

Na Figuras 5.2 e 5.3 podemos observar dois exemplos de que a aplicação cumpre com os requisitos que são esperados e que a informação visualizada é fácil de entender, o que é uma boa avaliação tendo em conta que é fulcral que os gráficos e métricos sejam fáceis de entender por parte dos seus utilizadores.



Figura 5.2: PSSUQ - Conseguir completar as tarefas e os cenários utilizando este sistema.

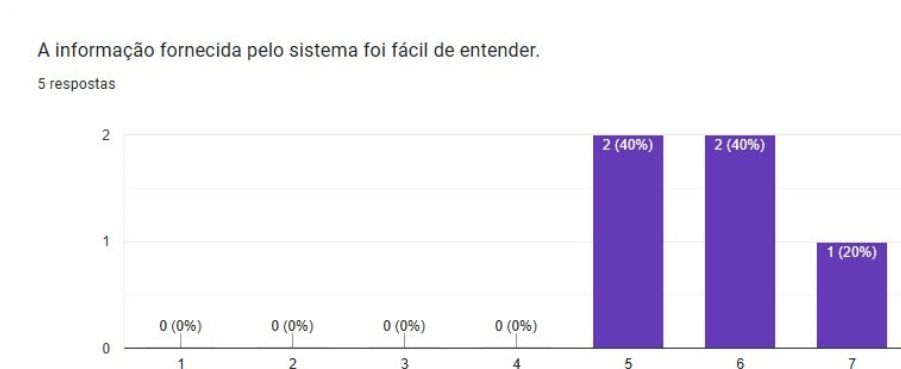


Figura 5.3: PSSUQ - A informação fornecida pelo sistema foi fácil de entender

Já na Figura 5.4 observamos que a aplicação poderia ter mensagens de erro mais claras e intuitivas de maneira a que o utilizador saiba como resolver o problema enquanto usa a aplicação.

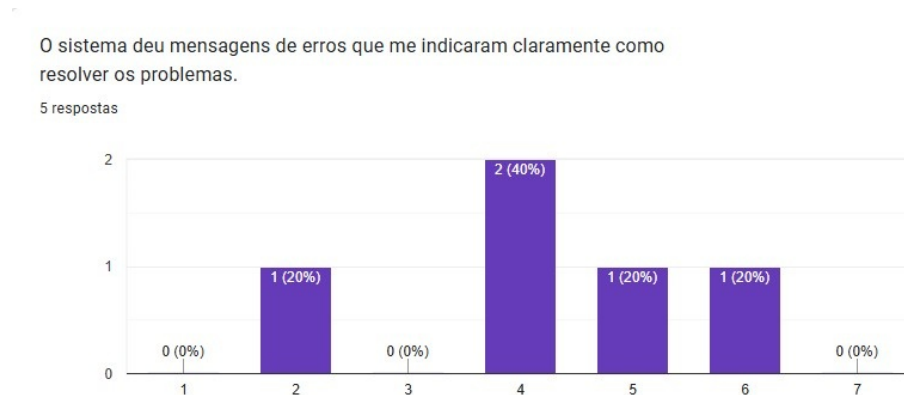


Figura 5.4: PSSUQ - O sistema deu mensagens de erros que me indicaram claramente como resolver os problemas.

5.3.3 User Experience Questionnaire (UEQ)

O *User Experience Questionnaire* (UEQ) é um instrumento padronizado para avaliar a experiência do utilizador em múltiplas dimensões, permitindo uma análise mais completa da interação com sistemas e aplicações [UEQ \(2025\)](#). O questionário compreende seis subfatores: *Atratividade*, *Perspicuidade*, *Eficiência*, *Exatidão/Confiabilidade*, *Estímulo* e *Satisfação*, cada um medindo diferentes aspetos da experiência do utilizador.

- **Atratividade:** avalia a impressão geral do utilizador sobre o sistema, indicando se a experiência é agradável ou desagradável.
- **Perspicuidade:** mede a facilidade com que o utilizador compreende o sistema e aprende a utilizá-lo, refletindo a intuitividade da interface.
- **Eficiência:** avalia a capacidade do sistema de permitir que os utilizadores realizem tarefas de forma rápida e sem esforço excessivo.
- **Exatidão/Confiabilidade:** indica se o utilizador se sente seguro ao interagir com o sistema, sem erros ou comportamentos inesperados.
- **Estímulo:** verifica se a utilização do sistema é motivadora, agradável e incentiva o engajamento contínuo.
- **Satisfação:** reflete o nível de contentamento geral do utilizador com a aplicação, incluindo aspetos emocionais e de conforto na interação.

Cada item do UEQ é avaliado numa escala semântica de sete pontos, entre polos opostos (por exemplo, *desagradável* versus *agradável*), convertida para uma escala numérica de -3 a +3.

Valores próximos de +3 indicam uma experiência muito positiva, valores próximos de 0 correspondem a uma experiência neutra e valores próximos de -3 revelam uma experiência negativa. O UEQ permite calcular médias por subfator e um score global, fornecendo uma visão abrangente da qualidade da experiência do utilizador.

No presente estudo, a aplicação obteve uma média global de 1,56, o que corresponde a uma experiência positiva, evidenciando boa usabilidade e satisfação geral por parte dos utilizadores. Todos os subfatores apresentaram valores acima de 0, indicando que a aplicação é percebida como eficiente, intuitiva, confiável e agradável.

Nas Figura 5.5 e 5.6 podemos observar que com base no feedback dos utilizadores esta aplicação atende às expectativas e tem uma interface atrativa. Estes dois pontos são bastante positivos e vão ao encontro dos objetivos propostos para esta solução.

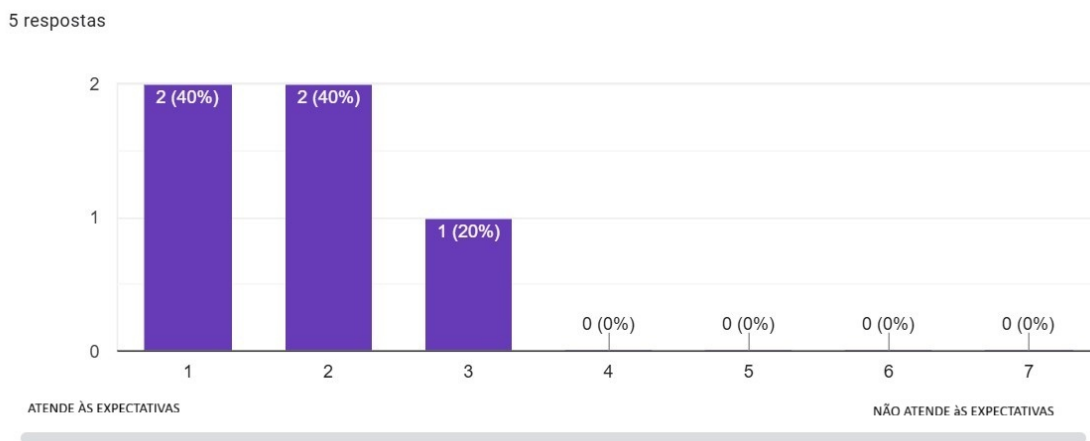


Figura 5.5: UEQ - Atende às expectativas

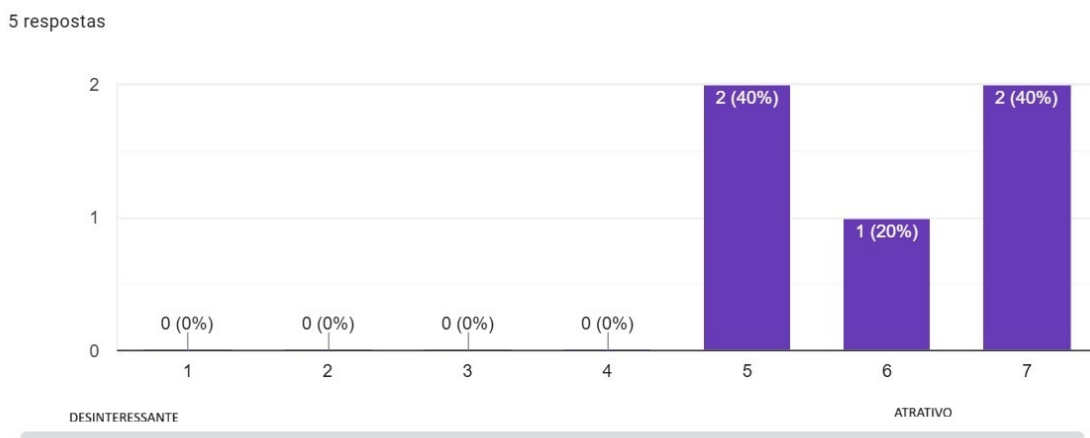


Figura 5.6: UEQ - Interface atrativa

Já na Figura 5.7 vemos que um aspecto a ser melhorado seria o fluxo entre a criação de utilizadores e indicadores, como foi também mencionado no feedback verbal recolhido durante os testes de usabilidade.

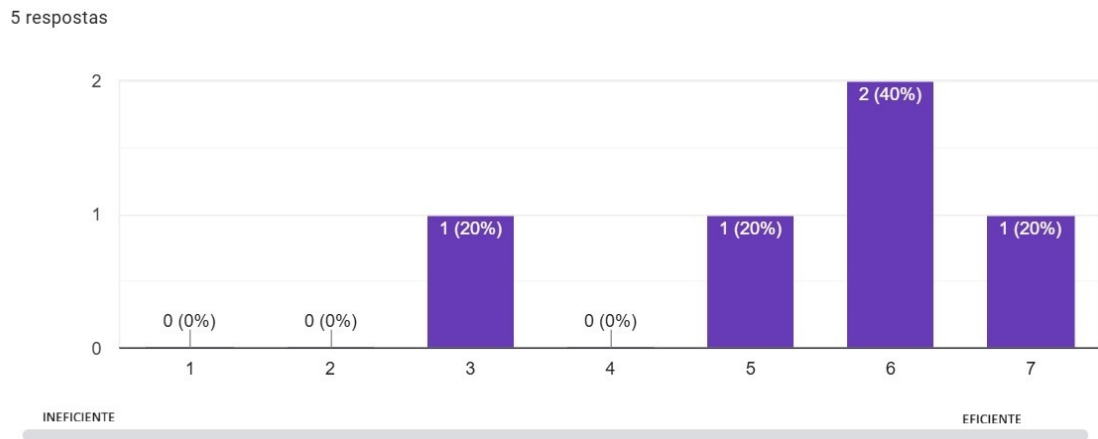


Figura 5.7: UEQ - Aplicação Eficiente

5.4 Conclusões

A avaliação da aplicação através dos três instrumentos – SUS, PSSUQ e UEQ – indica que a solução desenvolvida apresenta boa usabilidade e proporciona uma experiência de utilização positiva. O score de 79 no SUS evidencia facilidade de uso e consistência da interface, enquanto a média de 5,70 no PSSUQ reflete elevada satisfação dos utilizadores em termos de utilidade do sistema, qualidade da informação e qualidade da interface. O UEQ, com score global de 1,56, confirma que a aplicação é percebida como intuitiva, eficiente e agradável. Estes resultados complementares demonstram que a plataforma atende aos requisitos de usabilidade, validando a sua adequação para a gestão e visualização de indicadores de sustentabilidade, e fornecem uma base confiável para futuras melhorias.

Capítulo 6

Discussão e Trabalho Futuro

6.1 Satisfação dos Objetivos

Com a solução apresentada conseguimos apurar que todos os objetivos e requisitos inicialmente definidos foram atingidos, resultando numa solução funcional que permite aos utilizadores gerir eficazmente indicadores e métricas. A plataforma desenvolvida permite não só a adição e edição de dados, mas também a sua visualização através de gráficos e tabelas responsivas, apresentando a informação de forma clara, intuitiva e pertinente.

No que respeita aos objetivos específicos, é possível verificar que: foi concebida uma interface gráfica centrada no utilizador, com *dashboards* limpos e informativos, que facilitam a interpretação de dados complexos. A escolha de componentes visuais adequados, como gráficos dinâmicos e tabelas interativas, contribuiu para uma experiência de utilização fluida e acessível; a aplicação suporta a recolha de dados em tempo real, através da implementação de protocolos de comunicação padronizados, permitindo a ligação com diferentes tipos de dispositivos de medição. Foi criada uma área dedicada na aplicação que permite aos utilizadores introduzirem manualmente dados relevantes, garantindo flexibilidade na gestão de métricas que não são automaticamente recolhidas por dispositivos; a arquitetura da plataforma foi desenvolvida de forma modular, permitindo a sua adaptação a diferentes contextos e requisitos futuros. Esta modularidade garante a escalabilidade do sistema, facilitando a integração de novos módulos ou funcionalidades conforme necessário; a plataforma disponibiliza ferramentas que permitem a análise detalhada dos indicadores, possibilitando a monitorização de tendências, comparações temporais e identificação de desvios. Esta capacidade analítica é essencial para apoiar a tomada de decisão e promover melhorias de desempenho; os dados recolhidos são tratados e apresentados de forma relevante, permitindo identificar padrões e oportunidades de optimização de recursos. A estrutura do sistema foi pensada para assegurar a pertinência da informação apresentada, promovendo uma gestão mais eficiente e fundamentada.

Em suma, os objetivos propostos foram atingidos com sucesso, resultando numa solução robusta, funcional e alinhada com as necessidades dos utilizadores. A plataforma criada cumpre não

só os requisitos técnicos e funcionais definidos, como também contribui ativamente para a melhoria da análise e gestão de indicadores estratégicos, demonstrando o valor prático e aplicabilidade do projeto desenvolvido.

6.2 Conclusões

Este trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento de uma aplicação web que permitisse aos utilizadores gerir, de forma eficaz e intuitiva, indicadores e métricas relevantes para a análise ambiental e sustentável de um edifício. Com base nas necessidades identificadas, foi projetada e implementada uma solução tecnológica que conjuga uma interface responsiva e acessível com capacidades de visualização e análise de dados.

Ao longo do projeto, foram definidos objetivos claros que orientaram todas as fases do desenvolvimento. A plataforma permite atualmente a adição e edição de métricas, a visualização de dados através de gráficos e tabelas interativas, a integração com dispositivos de medição em tempo real e o registo manual de dados. Adicionalmente, foi concebida com uma arquitetura modular e escalável, garantindo flexibilidade para adaptações futuras e diferentes contextos de aplicação.

Para além da componente técnica, este projeto procurou também responder a uma necessidade crescente nas organizações: a de transformar dados brutos em informação útil e estratégica, capaz de sustentar decisões mais informadas. A capacidade da plataforma para interpretar e apresentar os dados de forma clara contribui diretamente para a identificação de oportunidades de melhoria e otimização de recursos.

Conclui-se portanto que a solução desenvolvida aparenta ser de facto pertinente e que poderá contribuir significativamente para a análise dos indicadores de sustentabilidade e melhoria contínua do desempenho dos projetos no centro de investigação a ser criado em Viana do Castelo, apresentando-se como uma ferramenta prática, facilmente escalável e eficaz.

6.3 Trabalho Futuro

Embora a plataforma desenvolvida cumpra os objetivos inicialmente propostos, existem algumas melhorias que devem ser exploradas no futuro.

1. Embelezamento da interface gráfica: Apesar dos gráficos atuais fornecerem uma representação funcional e clara dos dados, existe margem para melhorar a sua usabilidade, interatividade e personalização. Estas melhorias poderão contribuir para uma interpretação ainda mais eficaz da informação, tornando os *dashboards* mais adaptados às necessidades específicas de cada cenário de utilização.

2. Uso de dados reais recolhidos das APIs de sensores reais do edifício: Atualmente, a plataforma recorre a dados simulados para representar a informação proveniente dos sensores. Uma evolução natural deste projeto passa pela substituição desses dados fictícios pela recolha em tempo real a partir de APIs disponibilizadas pelos sistemas de monitorização existentes no edifício. Esta

integração permitirá uma representação mais fiel da realidade, além de validar a robustez da aplicação em contextos reais de operação.

3. Implementação da aplicação em contexto real: Um passo fundamental para validar a eficácia da plataforma será a sua implementação real no edifício do Matadouro de Viana. Esta aplicação prática permitirá testar a solução em ambiente real, recolhendo feedback dos utilizadores e ajustando funcionalidades conforme as necessidades específicas do espaço. A instalação no Matadouro será também uma oportunidade para avaliar o desempenho da plataforma em termos de integração com a infraestrutura existente, usabilidade em contexto real e impacto na gestão operacional do edifício. Esta fase representará um importante avanço na transição do protótipo para uma solução aplicada e escalável.

Referências

- Allouhi, A., Fouih, Y. E., Kousksou, T., Jamil, A., Zeraoui, Y., and Mourad, Y. (2015). Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends. *Journal of Cleaner Production*, 109:118–130.
- Aristercia, J. and Cândido, G. (2019). Indicadores de sustentabilidade energética: uma ferramenta de apoio à formulação de políticas energéticas mais sustentáveis. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 10:284–303.
- Atlassian (2025). Microservices architecture – atlassian. <https://www.atlassian.com/br/microservices/microservices-architecture>. Guia introdutório à arquitetura de microserviços.
- Auth0 (JWT.io) (2025). Jwt.io: Json web tokens. <https://jwt.io/>. Site oficial para criação e validação de JSON Web Tokens.
- Bocheng, Z. (2012). Design of building energy monitoring and management system. In *2012 Second International Conference on Business Computing and Global Informatization*, pages 645–648, Shanghai, China.
- Chart.js Contributors (2025). Chart.js documentation (latest). <https://www.chartjs.org/docs/latest/>. Documentação oficial do Chart.js.
- Chui, K. T., Lytras, M. D., and Visvizi, A. (2018). Energy sustainability in smart cities: Artificial intelligence, smart monitoring, and optimization of energy consumption. *Energies*, 11(11):2869.
- ClickHouse (2025). Clickhouse. <https://clickhouse.com/>.
- Crate.io (2025). Cratedb. <https://cratedb.com/>.
- D3 Project (2025). Getting started – d3.js. <https://d3js.org/getting-started>. Página oficial de introdução ao D3.js.
- de Souza de Lima, G. (2021). Categorização dos indicadores de eficiência energética aplicados na manufatura. Master’s thesis, Universidade Estadual de Maringá.

- Docker, Inc. (2025). Docker docs. <https://docs.docker.com/>. Documentação oficial do Docker.
- Flores, N. A. (2015). Indicadores de sustentabilidade a nível local: Uma proposta de construção participativa para o município de estarreja. Report, Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/34936/1/Indicadores%20de%20sustentabilidade%20a%20nivel%20local%20Uma%20proposta%20de%20construcao%20para%20o%20municipio%20de%20Estarreja.pdf>.
- Foundation, A. S. (2025). Apache cassandra. https://cassandra.apache.org/_/index.html.
- GeeksforGeeks (2025). Waterfall model – software engineering. <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering/waterfall-model/>.
- Hapsari, A. A., Vresdian, D. J., Aldiansyah, M., Dionova, B. W., and Windari, A. C. (2020). Indoor air quality monitoring system with node.js and mqtt application. In *2020 1st International Conference on Information Technology, Advanced Mechanical and Electrical Engineering (ICITAMEE)*, pages 144–149, Yogyakarta, Indonesia.
- IEEEExplore (2025). European portuguese validation of the post-study system usability questionnaire (pssuq). <https://ieeexplore.ieee.org/document/7170431>.
- InfluxData (2025). Influxdata. <https://www.influxdata.com/>.
- Johannesson, P. and Perjons, E. (2021). Introduction to design science research. https://www.researchgate.net/publication/345430098_Introduction_to_Design_Science_Research.
- Lab, S. (2025). System usability scale (sus). <https://www.surveylab.com/blog/system-usability-scale-sus/>.
- Lewis, J. R. and Sauro, J. (2018). Item benchmarks for the system usability scale. 13(3):158–167.
- Maheepala, D. C., Nayanajith, R. M. N., Somarathna, M. W. R. P., Bandara, R. A. A. M., and Hemapala, K. T. M. U. (2018). Designing an energy monitoring, analysing and solution providing system for energy auditing. In *2018 Fourth International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB)*, pages 1–5, Chennai, India.
- Microsoft Learn (2025). Guia da linguagem c# (c# guide). <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/>. Site oficial da documentação da linguagem C# no Microsoft Learn.

- MongoDB, Inc. (2025). MongoDB: The world's leading modern database. <https://www.mongodb.com/>. Site oficial da base de dados documental MongoDB.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M., and Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24:45–77.
- Pham, A.-D., Ngo, N.-T., Truong, T. T. H., Huynh, N.-T., and Truong, N.-S. (2020). Predicting energy consumption in multiple buildings using machine learning for improving energy efficiency and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 260:121082.
- Pinheiro, L. H. V. (2021). Business intelligence aplicado à eficiência energética dos edifícios em Portugal. Master's thesis, Instituto Superior de Contabilidade e Administração, Politécnico de Coimbra.
- PRINCE2 (2025). Prince2. <https://www.prince2portugal.pt/>.
- PRISMA (2020). Prisma 2020 statement. <https://www.prisma-statement.org/>.
- Prometheus Project (2025). Prometheus – monitoring system & time series database. <https://prometheus.io/>. Site oficial do software de monitoramento e alertas Prometheus.
- Salgado, M., Nogueira, P., Torres, A., and Oliveira, M. D. (2022). Setting requirements for a dashboard to inform Portuguese decision-makers about environment health in an urban setting. *Frontiers in Public Health*, 10:837433. Published 2022 Jun 10.
- Scrum Portugal (2025). Kanban board – scrum Portugal. <https://www.scrumportugal.pt/kanban-board/>. Explicação sobre o uso de Kanban dentro do contexto Scrum.
- Scrum.org (2025). About scrum – scrum.org. <https://www.scrum.org/about>. Informações oficiais sobre o framework Scrum.
- siddharthssb11 (2025). Polling requests to an api in javascript. <https://dev.to/siddharthssb11/polling-requests-to-an-api-in-javascript-1g2d>. Artigo publicado no dev.to sobre polling em JavaScript.
- Simões, P. (2023). Qual a linguagem mais usada? programadores responderam à pergunta. <https://pplware.sapo.pt/internet/qual-a-linguagem-mais-usada-programadores-responderam-a-esta-pergunta/>.
- Svelte (2025). Routing. <https://svelte.dev/docs/kit/routing>.
- Svelte Team (2025). Svelte — web development for the rest of us. <https://svelte.dev/>. Website of the open-source Svelte JavaScript framework.
- Timescale (2025). Timescaledb. <https://github.com/timescale/timescaledb>.

- tkrotoff (2025). Gist by tkrotoff. <https://gist.github.com/tkrotoff/b1caa4c3a185629299ec234d2314e190>. Gist hospedado no GitHub por tkrotoff.
- UEQ (2025). User experience questionnaire. <https://www.ueq-online.org/>.
- UIUXTrend (2025). Pssuq questionnaire pdf template. <https://uiuxtrend.com/wp-content/uploads/PSSUQ-Questionnaire-PDF-Template.pdf>.
- UXtweak (2025). System usability scale (sus) practical guide for 2025. <https://blog.uxtweak.com/system-usability-scale/>.
- Venable, J. R., Pries-Heje, J., and Baskerville, R. L. (2017). Choosing a design science research methodology. <https://aisel.aisnet.org/acis2017/112/>. ACIS 2017 Proceedings, Paper 112.
- Viana STARTS Centre (2025). Viana starts centre. <https://vianastarts.pt/>. Projeto de reabilitação e inovação urbana em Viana do Castelo.
- Wu, S., Kotak, D., Fleetwood, M., and Tomato, H. (2005). Distributed data acquisition and monitoring system for an integrated energy application. In *2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, volume 3, pages 2590–2594, Waikoloa, HI, USA.

Anexo A

Scrum Sprints

A.1 Sprints

Sprint 2 -> 17 a 3 Março

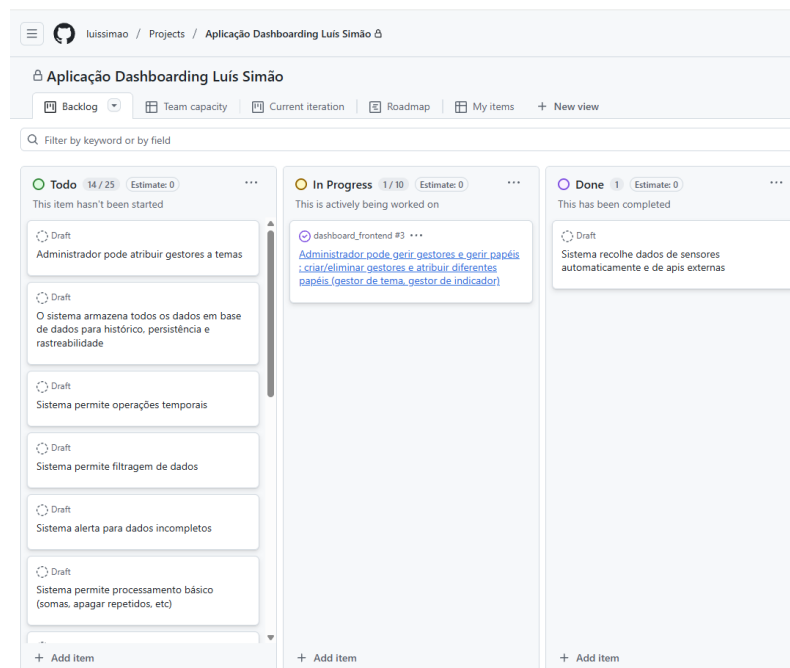


Figura A.1: Sprint 2 -> 17 a 3 Março

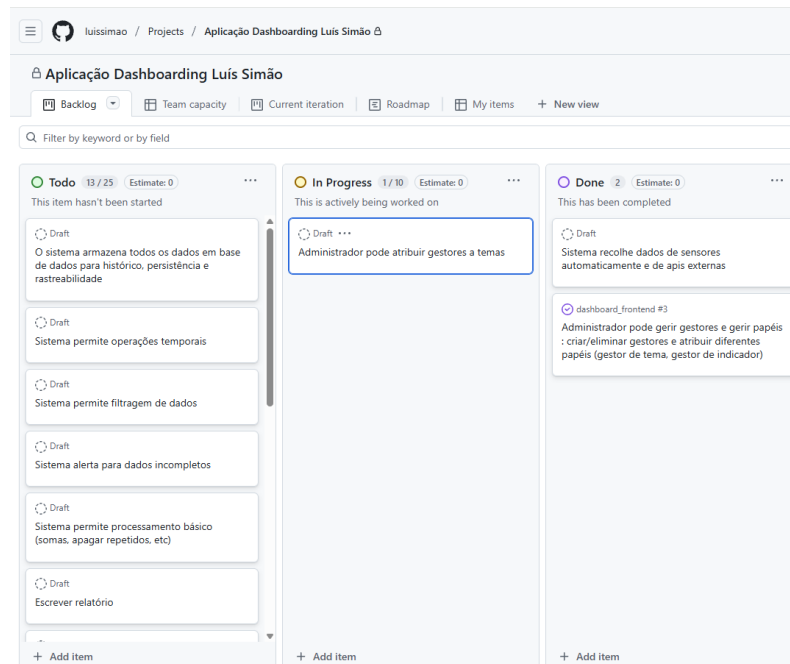
Sprint 3 -> 3 a 17 Março

Figura A.2: Sprint 3 -> 3 a 17 Março

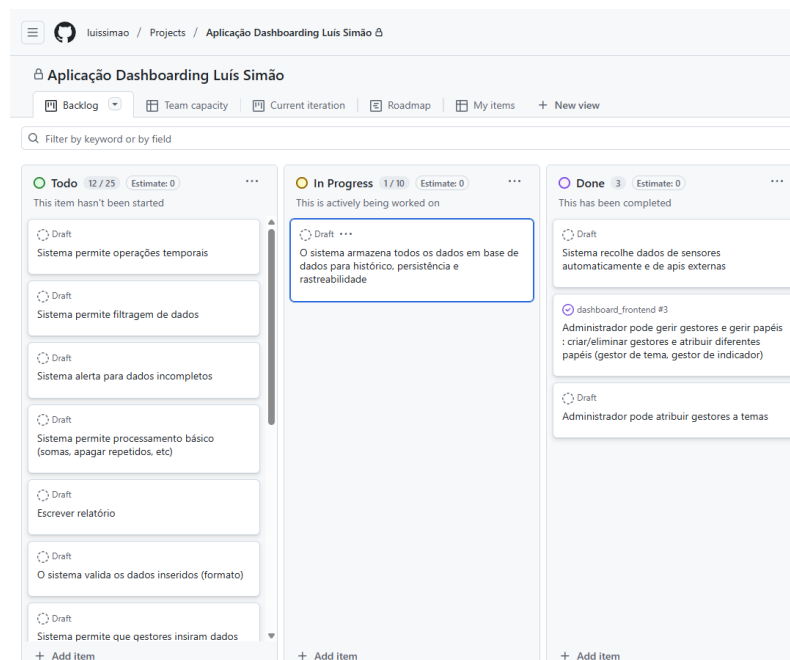
Sprint 4 -> 17 a 31 Março

Figura A.3: Sprint 4 -> 17 a 31 Março

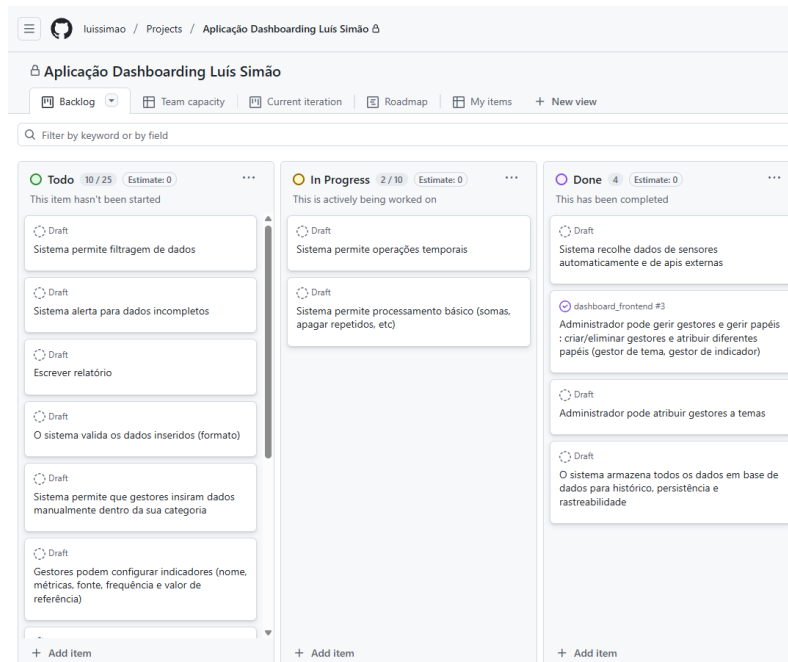
Sprint 5 -> 31 a 14 Abril

Figura A.4: Sprint 5 -> 31 a 14 Abril

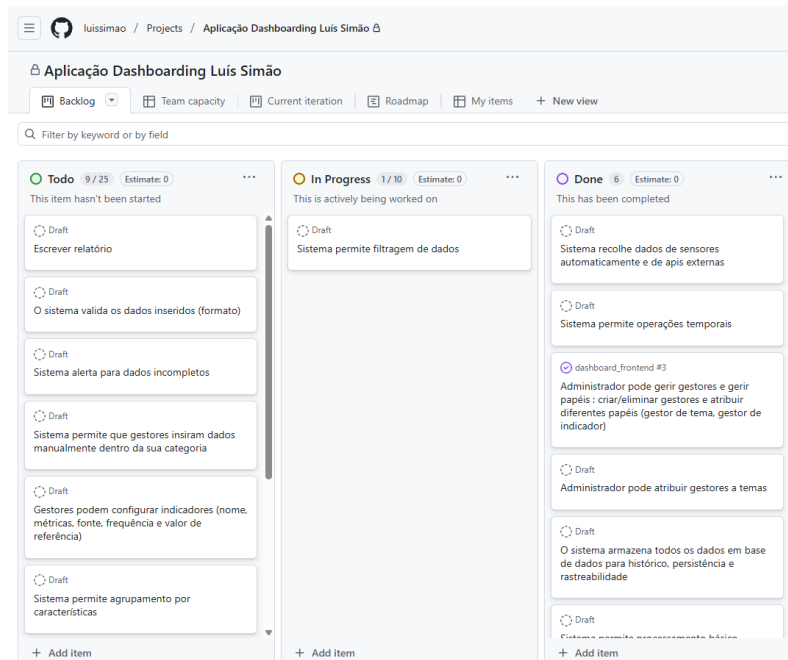
Sprint 6 -> 14 a 28 Abril

Figura A.5: Sprint 6 -> 14 a 28 Abril

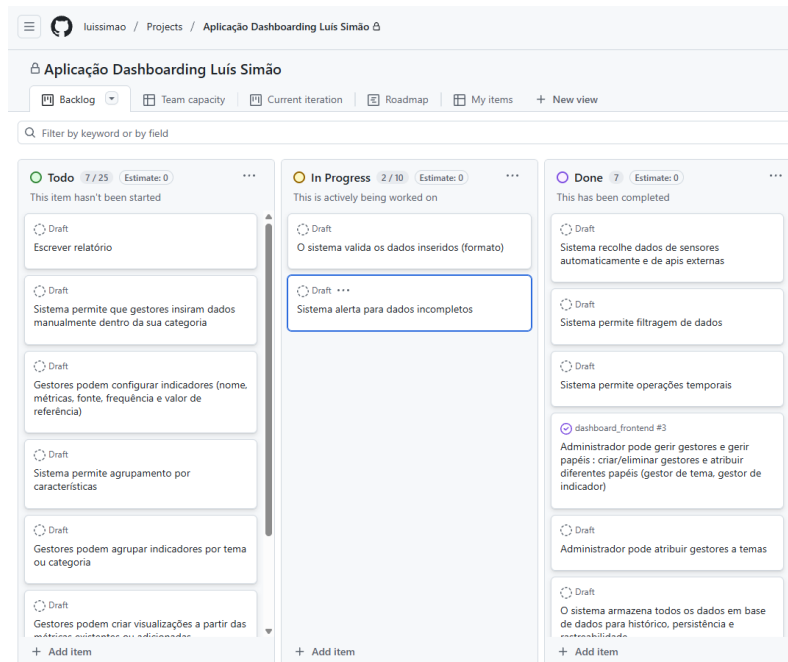
Sprint 7 -> 28 a 12 Maio

Figura A.6: Sprint 7 -> 28 a 12 Maio

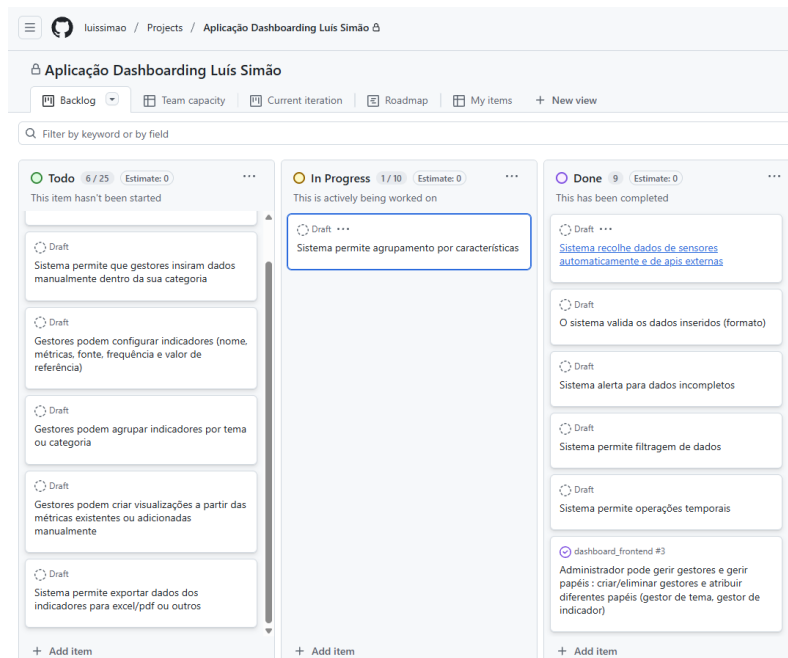
Sprint 8 -> 12 a 26 Maio

Figura A.7: Sprint 8 -> 12 a 26 Maio

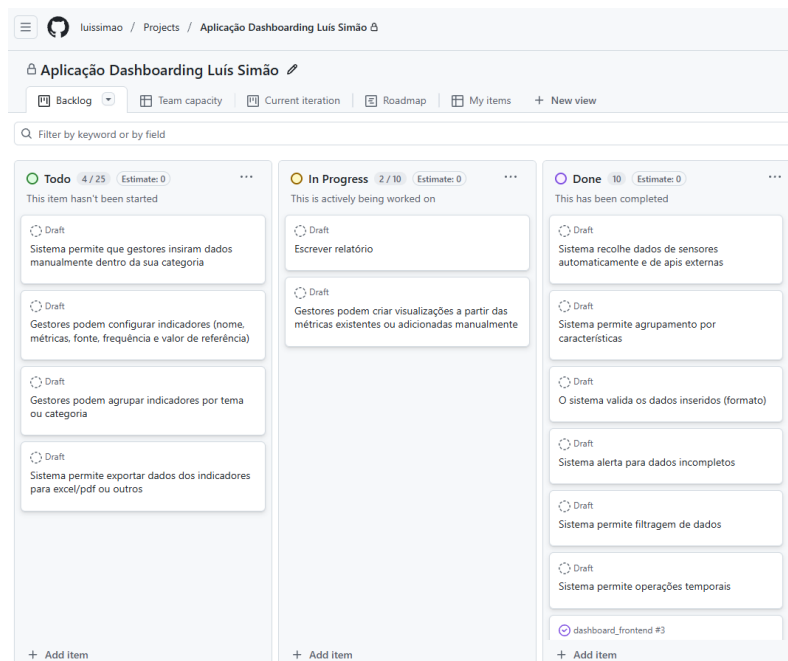
Sprint 9 -> 26 a 9 Junho

Figura A.8: Sprint 9 -> 26 a 9 Junho

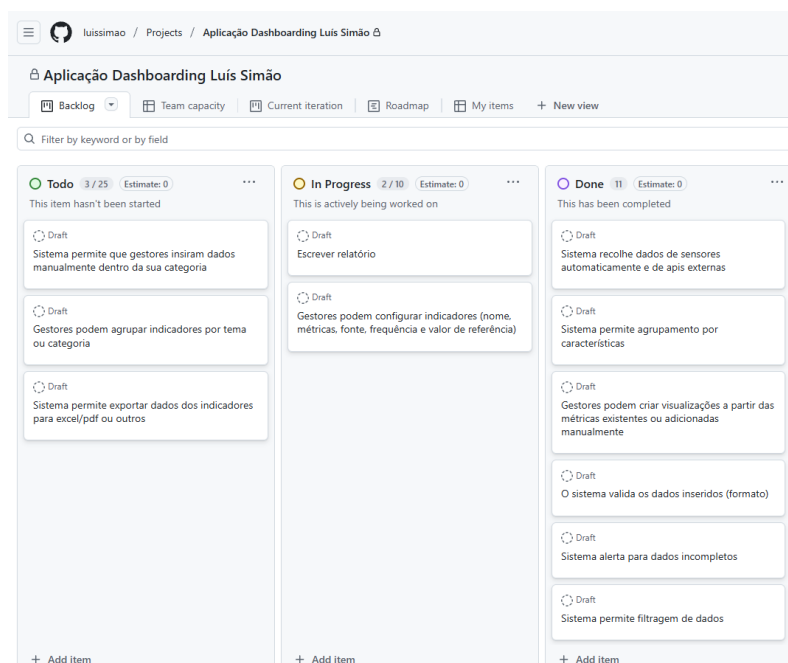
Sprint 10 -> 9 a 23 Junho

Figura A.9: Sprint 10 -> 9 a 23 Junho

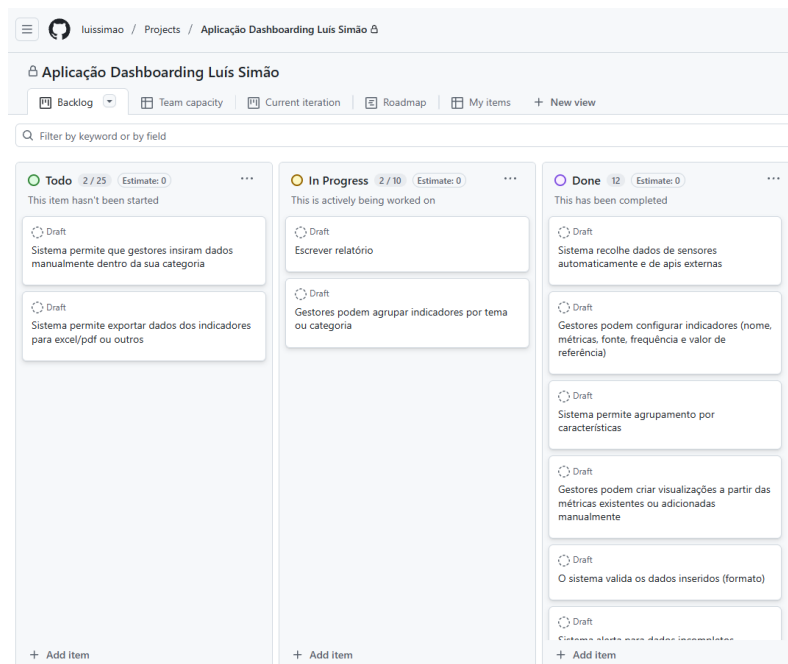
Sprint 11 -> 23 a 7 Julho

Figura A.10: Sprint 11 -> 23 a 7 Julho

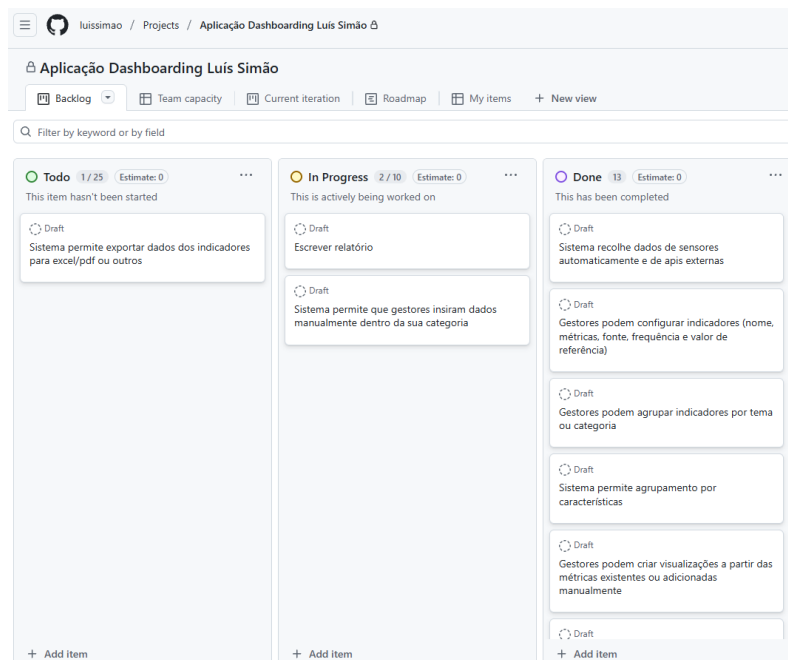
Sprint 12 -> 7 a 21 Julho

Figura A.11: Sprint 12 -> 7 a 21 Julho

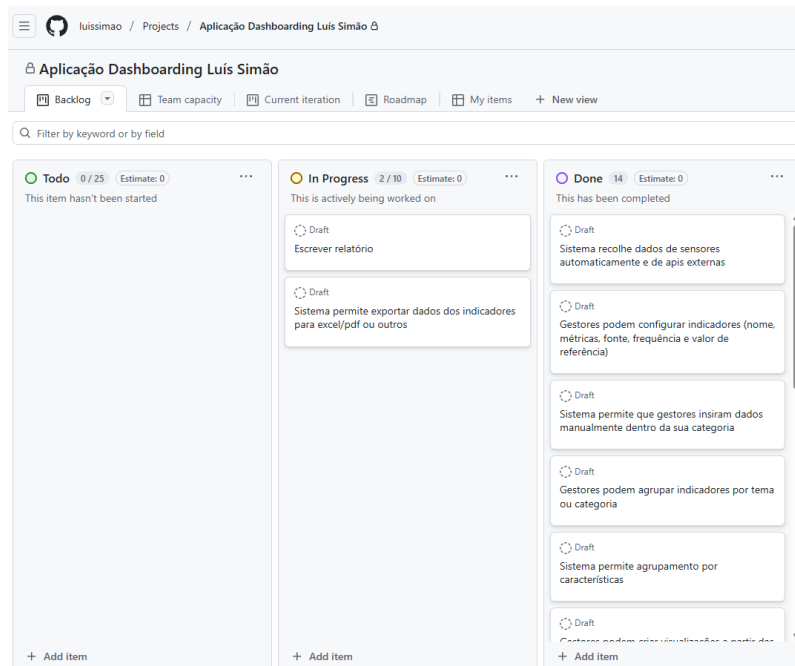
Sprint 13 -> 21 a 4 Agosto

Figura A.12: Sprint 13 -> 21 a 4 Agosto

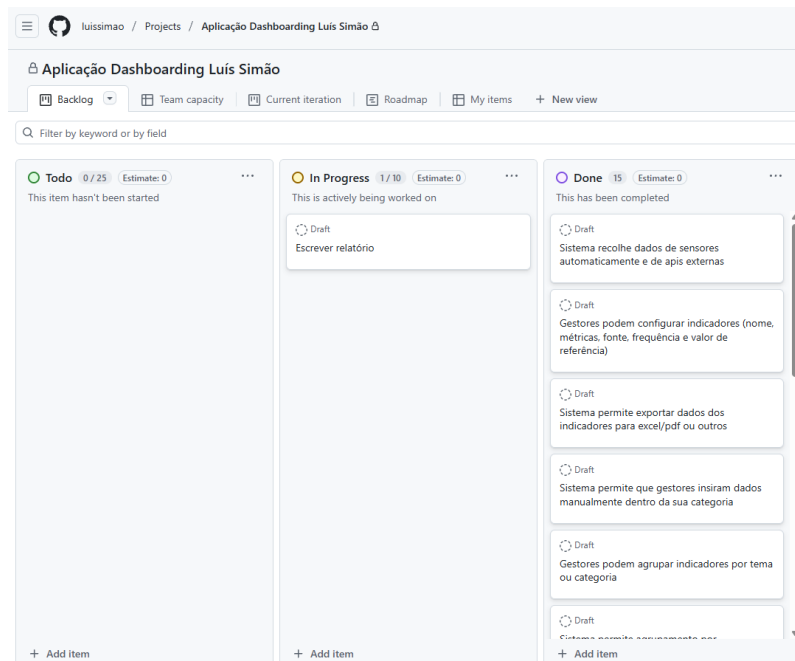
Sprint 14 -> 4 a 18 Agosto

Figura A.13: Sprint 14 -> 4 a 18 Agosto

Anexo B

Testes de Usabilidade

B.1 Manual de Utilizador

Manual de Utilizador
Gestão e Visualização de Indicadores de Sustentabilidade em Tempo Real
Luís Simão - 21528 – MEI - IPVC

Este documento é um manual de como utilizar a aplicação desenvolvida no contexto de Mestrado em Engenharia Informática do IPVC.

Esta ferramenta foi concebida para fornecer aos utilizadores informações claras e em tempo real sobre a eficiência energética, a qualidade do ar e a sustentabilidade no contexto do projeto Viana STARTS Centre.

A aplicação integra dados provenientes de diversos sensores, permitindo também a introdução manual de informações, de forma a apoiar a tomada de decisões mais conscientes e responsáveis. Ao longo deste manual, irá aprender a utilizar todas as funcionalidades, passo a passo, da aplicação para monitorizar, analisar e melhorar o desempenho ambiental dos processos, contribuindo para uma gestão mais sustentável e eficiente.

No final irá ser desafiado(a) a criar um novo indicador e novos gráficos orientados a um tema.

Aceda à aplicação através do link: <http://193.137.161.215:5173/>.

Quando terminar de testar a aplicação, por favor, responda aos seguintes inquéritos:

- <https://forms.gle/ktWxuaZWVjdf8rF39>
- <https://forms.gle/8GpMrFV4SAjSHkFR8>
- <https://forms.gle/ZKAGkRww4E1iUNaj8>

Início:

Ao entrar na aplicação irá encontrar o ecrã inicial e um formulário no topo direito.

No ecrã inicial irão ser mostrados os indicadores criados pelo administrador.

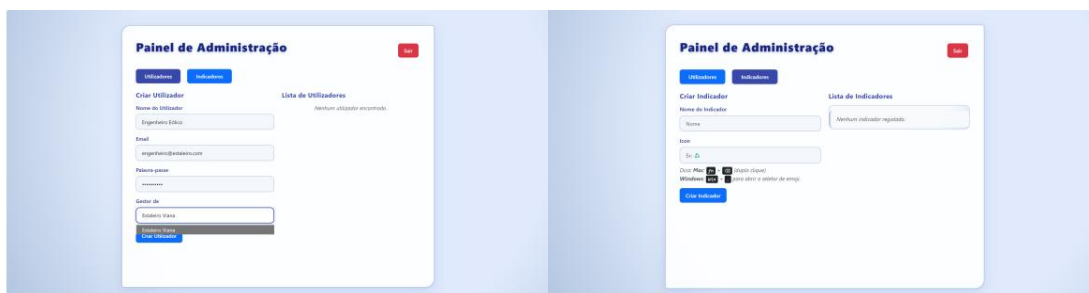
O formulário serve para os administradores, após o login, terem acesso aos painéis de administração.



Painel de Administração:

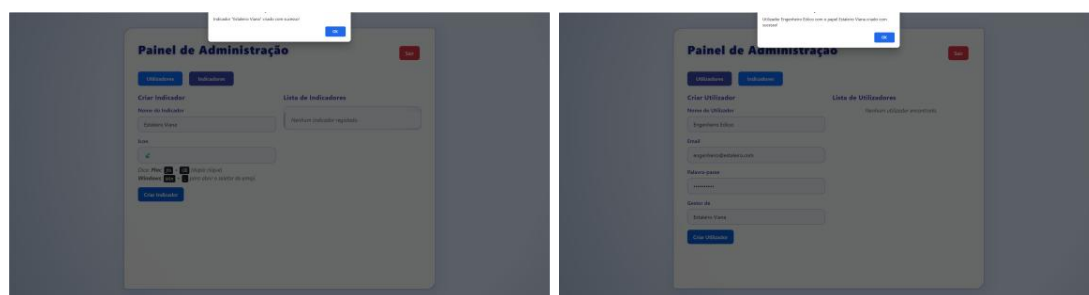
Após o administrador fazer a autenticação (“admin” “admin”), poderá criar, editar e apagar indicadores e gestores.

Tenha atenção que para associar o gestor a um tema, tem de criar o indicador primeiro.



Deverá aparecer a seguinte mensagem para garantir que os indicadores/gestores foram criados com sucesso.

Poderá também ver na listagem do lado direito os indicadores/gestores existentes.



Após terminar a gestão dos indicadores e gestores, pode sair da página no botão “Sair” no topo direito.

Deverá agora ver no menu inicial o indicador previamente criado.



Manutenção dos Gráficos:

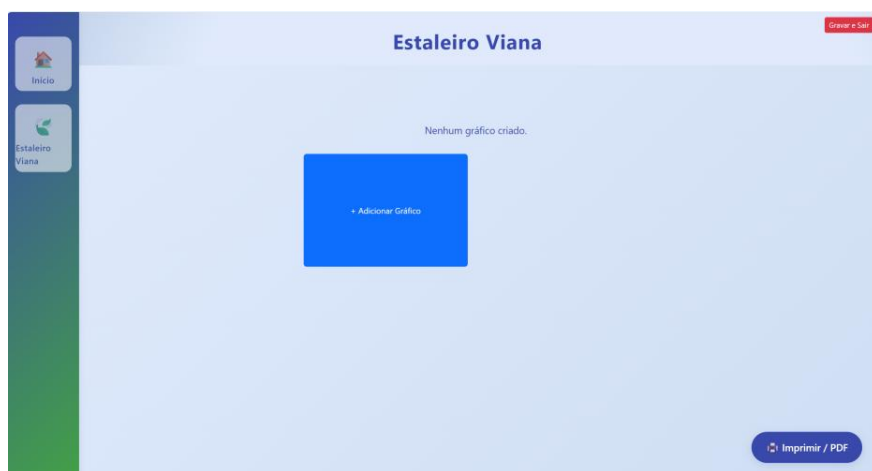
Ao clicar no botão do indicador irá ser encaminhado para uma nova página.

Nesta nova página, apenas o gestor deste indicador conseguirá autenticar-se, também através do formulário no topo direito.



Após autenticação, o gestor pode agora criar, editar ou apagar gráficos.

Para criar pode começar por clicar no quadrado azul "+ Adicionar gráfico".



Nem todas as métricas estão disponíveis para inserção manual de dados, atualmente apenas poderá adicionar dados à métrica de “Ações de formação”, pelo que aparecerá a opção de inserir dados logo que selecione a métrica. A atualização dos dados demora cerca de um minuto.



No final, os gráficos serão guardados automaticamente e poderá apenas clicar no botão de “Gravar e Sair” para que os gráficos fiquem disponíveis para visualização pública.



Desafio:

Volte ao menu inicial.

Crie um novo indicador para o parque de estacionamento da biblioteca da ESTG “**Parque 2**”.

Crie um gráfico de linhas para monitorizar a energia fotovoltaica produzida no último dia.

Crie uma tabela para monitorizar o gasto energético do carregador elétrico na última semana.

B.2 Formulário Google Forms - SUS

System Usability Scale (SUS)

Aplicação para a Gestão e Visualização de Indicadores de Sustentabilidade em Tempo Real

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Idade *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 0-15
- ☐ 16-30
- ☐ 31-45
- ☐ 46-60
- ☐ 61+

2. Género *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino

3. Eu acho que gostaria de usar esta aplicação com frequência. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

4. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo. *

Marcar apenas uma oval.

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

5. Eu achei o sistema fácil de usar. *

Marcar apenas uma oval.

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

6. Eu acho que precisaria da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

7. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas. *

Marcar apenas uma oval.

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

8. Eu acho que o sistema apresenta muitas inconsistências. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

9. Eu acho que as pessoas irão aprender a usar este sistema rapidamente. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

10. Eu achei o sistema complicado de usar. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

11. Eu senti-me confiante ao usar o sistema. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

12. Eu precisei de aprender várias coisas novas antes de usar o sistema. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

13. Escreva aqui um comentário geral acerca da aplicação.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

B.3 Respostas Formulário Google Forms - SUS

System Usability Scale (SUS)

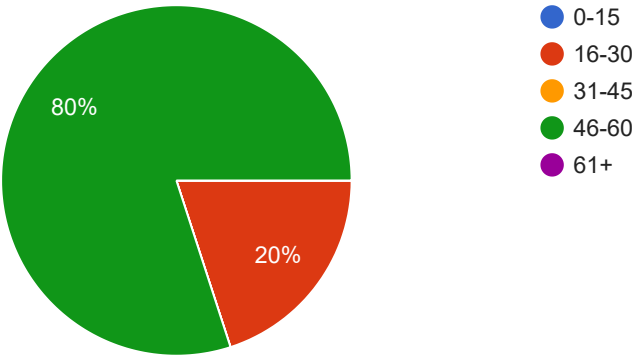
5 respostas

[Publicar estatísticas](#)

Idade

5 respostas

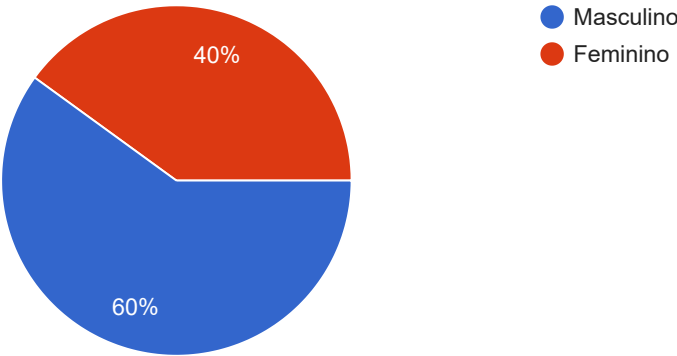
 Copiar



Gênero

5 respostas

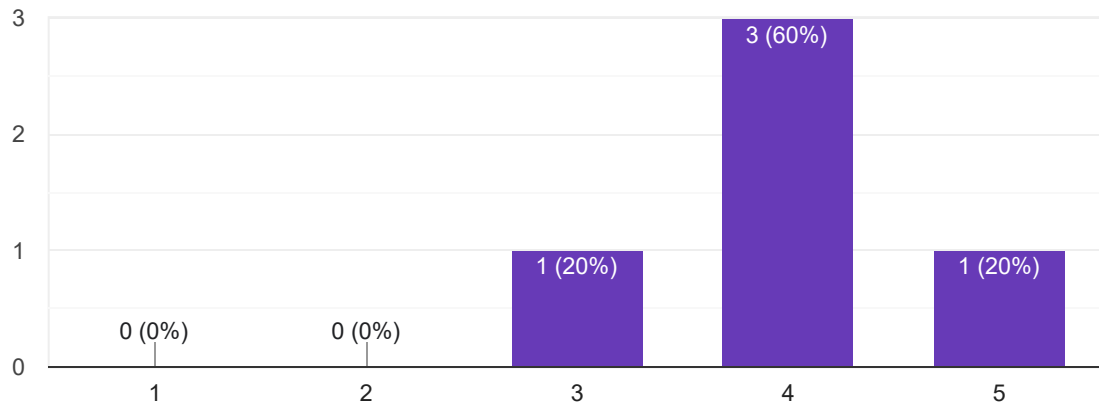
 Copiar



Eu acho que gostaria de usar esta aplicação com frequência.

 Copiar

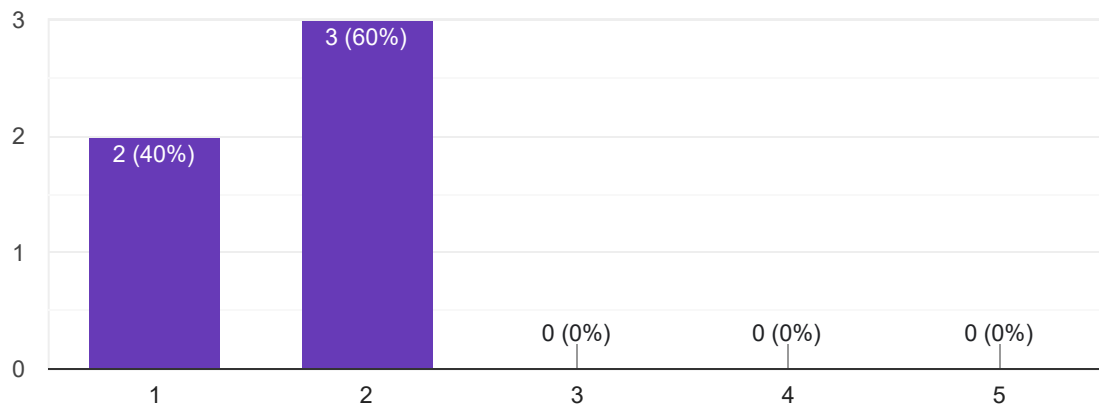
5 respostas



Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.

 Copiar

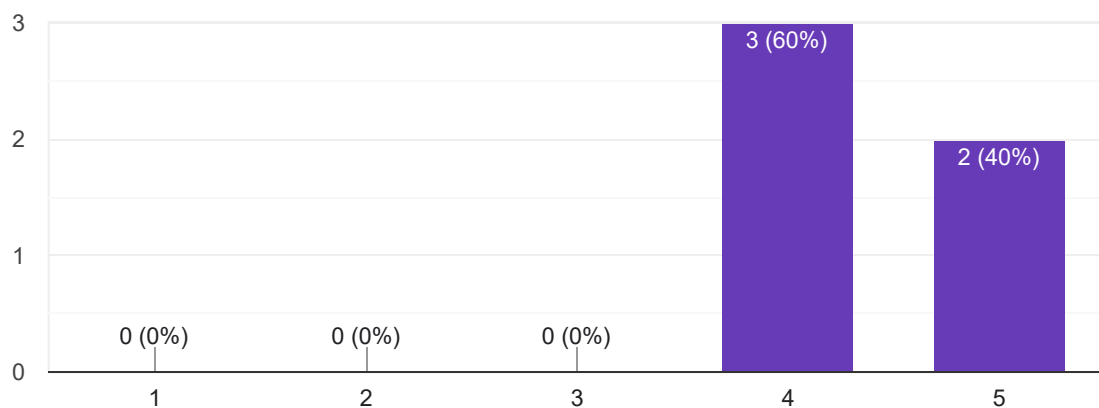
5 respostas



Eu achei o sistema fácil de usar.

 Copiar

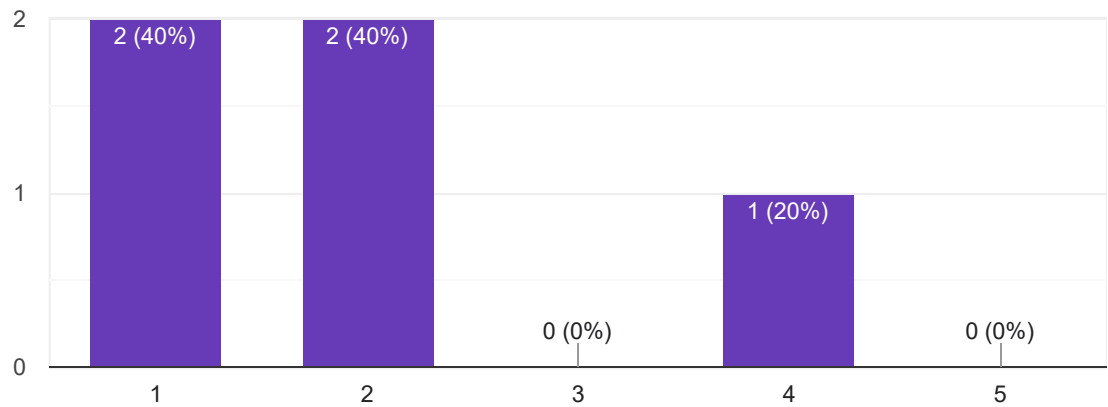
5 respostas



Eu acho que precisaria da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

 Copiar

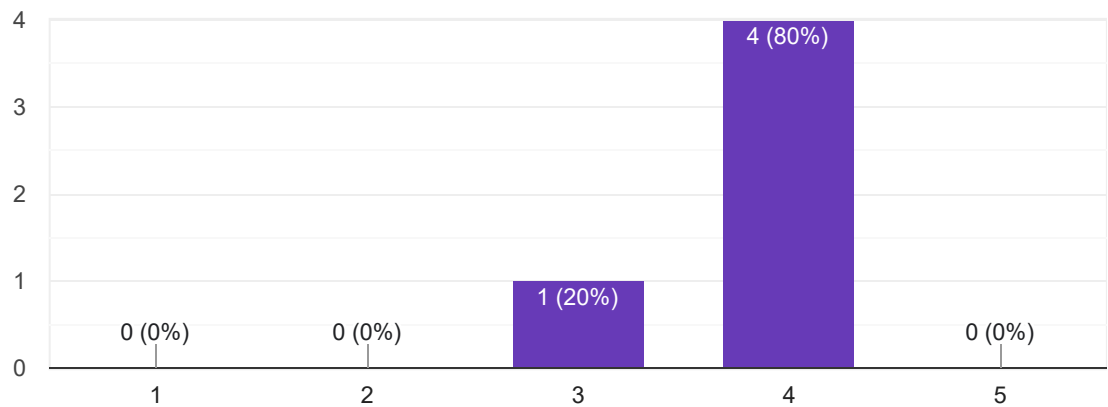
5 respostas



Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.

 Copiar

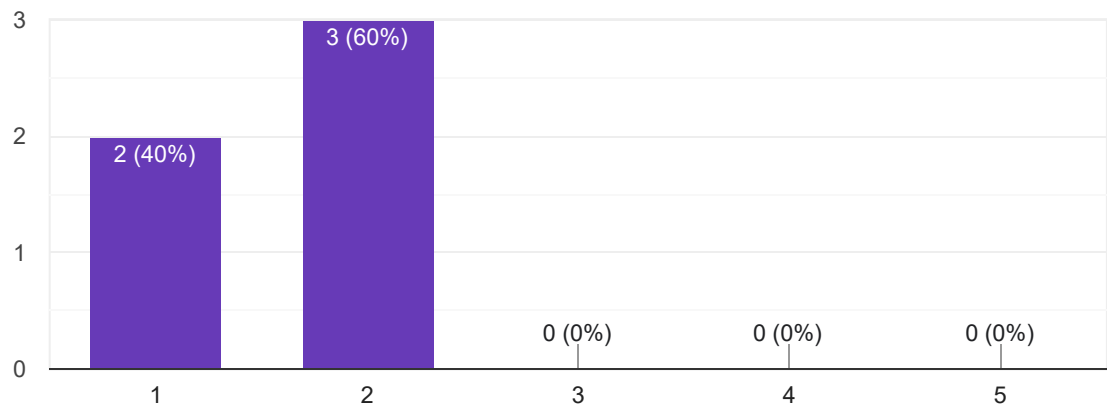
5 respostas



Eu acho que o sistema apresenta muitas inconsistências.

 Copiar

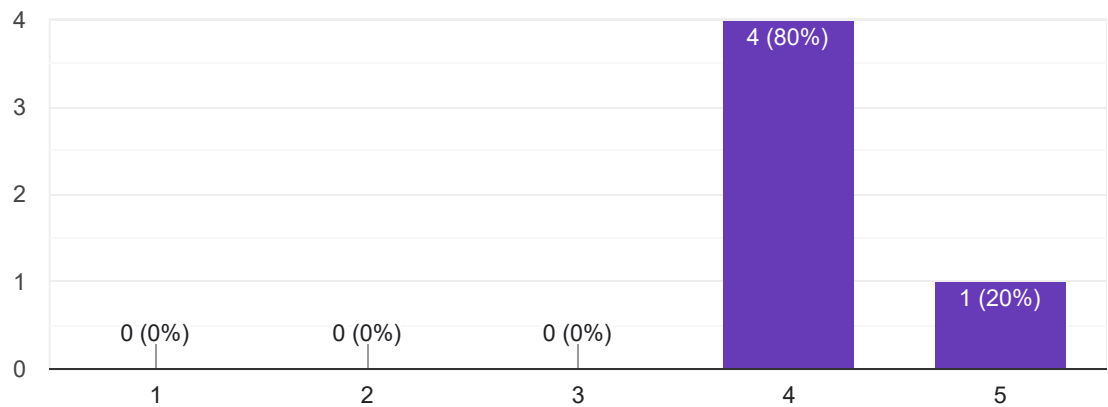
5 respostas



Eu acho que as pessoas irão aprender a usar este sistema rapidamente.

 Copiar

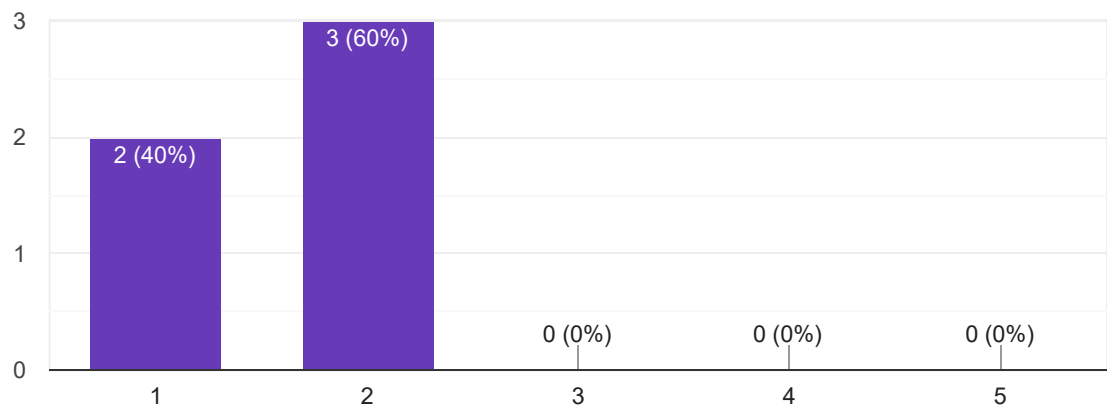
5 respostas



Eu achei o sistema complicado de usar.

 Copiar

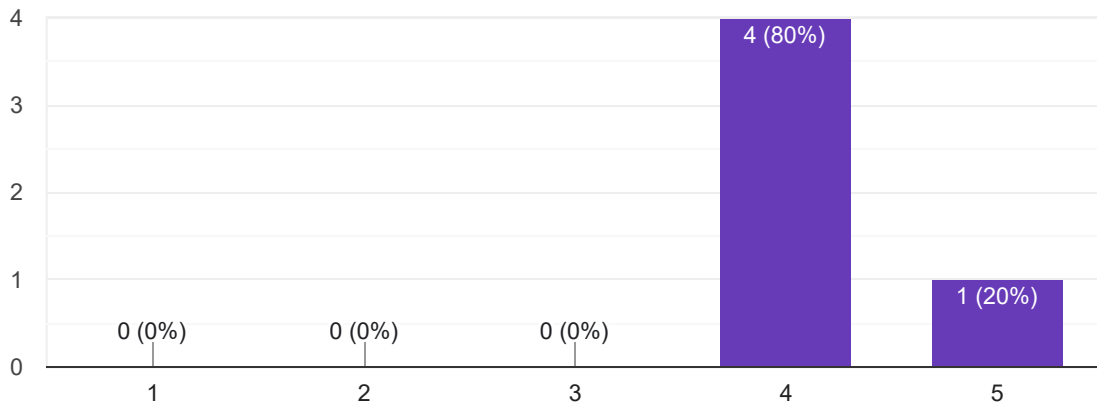
5 respostas



Eu senti-me confiante ao usar o sistema.

 Copiar

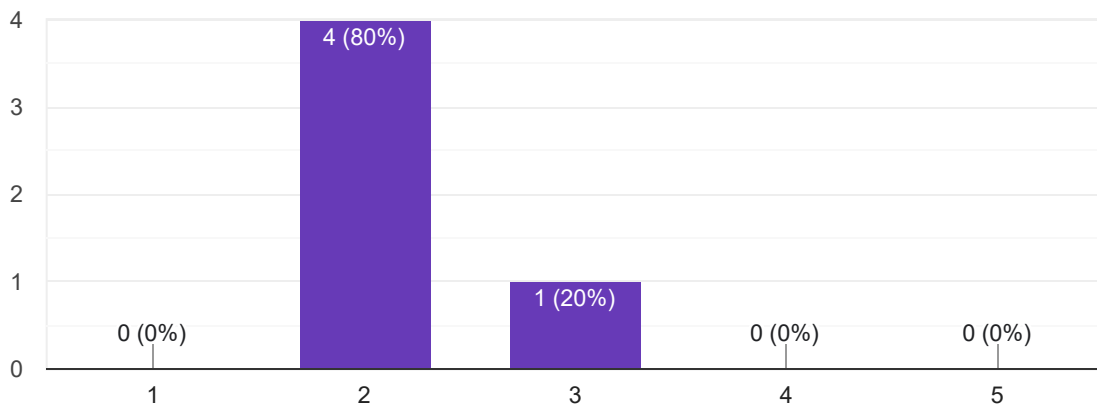
5 respostas



Eu precisei de aprender várias coisas novas antes de usar o sistema.

 Copiar

5 respostas



Escreva aqui um comentário geral acerca da aplicação.

0 respostas

Ainda não existem respostas a esta pergunta.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. - [Contactar proprietário do formulário](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários





B.4 Formulário Google Forms - PSSUQ

Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)

Numa escala entre "Discordo totalmente" e "Concordo totalmente", por favor avalie os seguintes parâmetros.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Em geral, estou satisfeito com a facilidade de utilização deste sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

2. Este sistema foi simples de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

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

3. Consegui completar as tarefas e os cenários utilizando este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

4. Consegui completar rapidamente as tarefas e cenários utilizando este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

5. Consegui completar as tarefas e os cenários com eficiência utilizando este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

6. Senti-me confortável a utilizar este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

7. Foi fácil aprender a utilizar este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

8. Acredito que me tornaria rapidamente produtivo se utilizasse este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

9. O sistema deu mensagens de erros que me indicaram claramente como resolver os problemas. *

Marcar apenas uma oval.

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

10. Sempre que cometi um erro durante a utilização do sistema, consegui recuperar de forma fácil e rápida. *

Marcar apenas uma oval.

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

11. A informação fornecida pelo sistema (como ajuda online, mensagens no ecrã ou outra documentação) foi clara. *

Marcar apenas uma oval.

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

12. Foi fácil encontrar a informação que precisava. *

Marcar apenas uma oval.

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

13. A informação fornecida pelo sistema foi fácil de entender. *

Marcar apenas uma oval.

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

14. A informação foi eficaz para me ajudar a completar as tarefas e os cenários. *

Marcar apenas uma oval.

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

15. A organização da informação que o sistema transmitiu foi clara. *

Marcar apenas uma oval.

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

16. A interface do sistema foi agradável. *

Marcar apenas uma oval.

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

17. Gostei de utilizar a interface deste sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

18. Este sistema tem todas as funcionalidades e capacidades que eu esperava. *

Marcar apenas uma oval.

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

19. Em geral, estou satisfeito com este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

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

20. Escreva aqui um comentário geral acerca da aplicação.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

B.5 Respostas Formulário Google Forms - PSSUQ

Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)

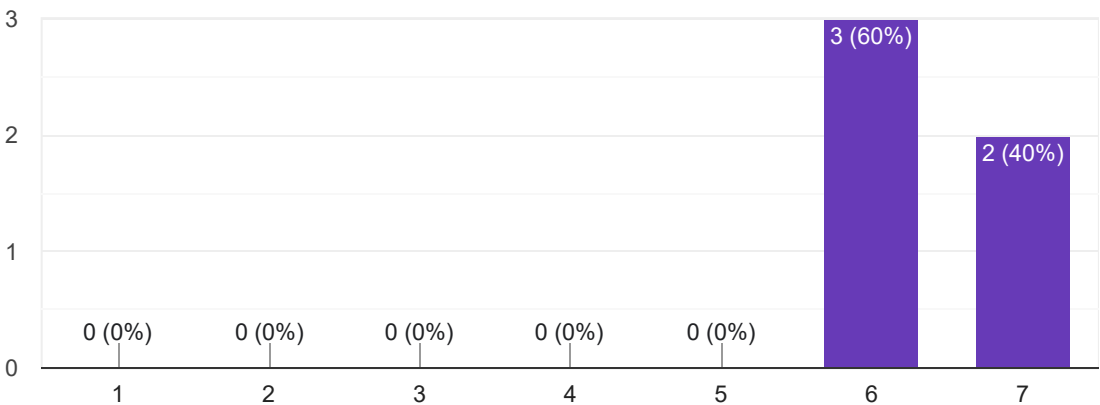
5 respostas

[Publicar estatísticas](#)

Em geral, estou satisfeito com a facilidade de utilização deste sistema.

 Copiar

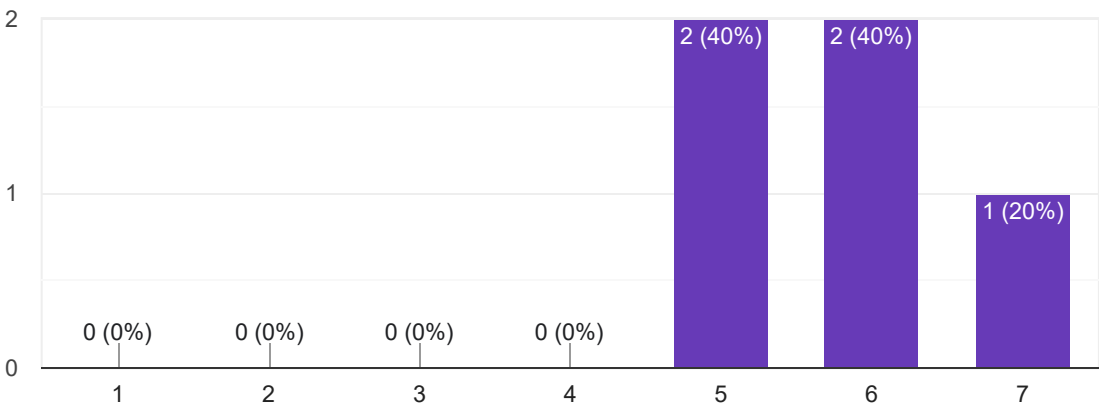
5 respostas



Este sistema foi simples de utilizar.

 Copiar

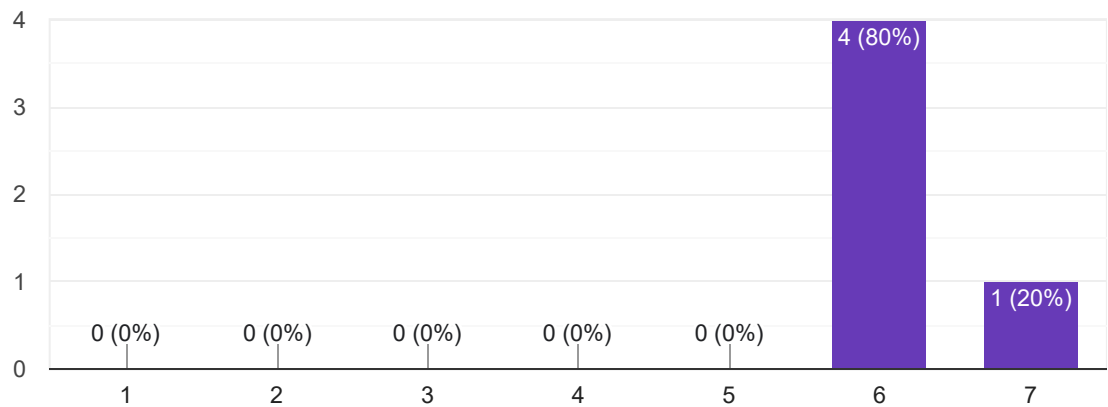
5 respostas



Conseguí completar as tarefas e os cenários utilizando este sistema.

 Copiar

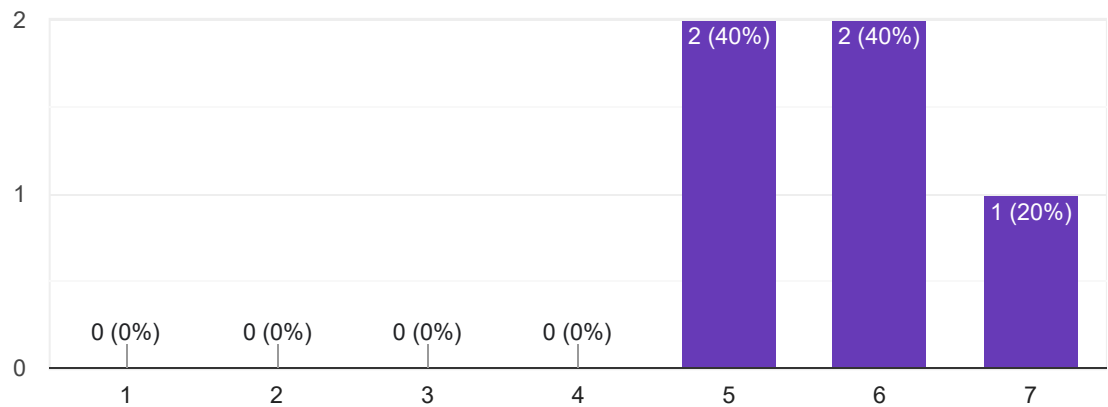
5 respostas



Conseguí completar rapidamente as tarefas e cenários utilizando este sistema.

 Copiar

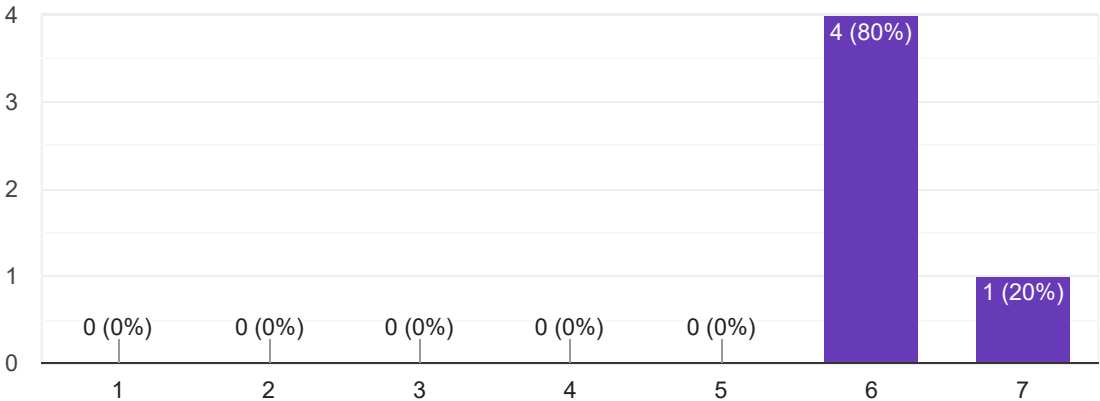
5 respostas



Conseguir completar as tarefas e os cenários com eficiência utilizando este sistema.

 Copiar

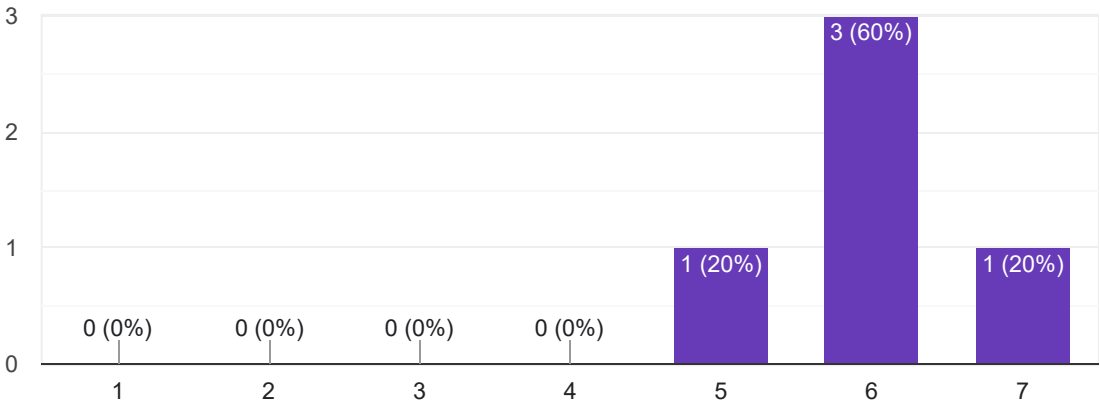
5 respostas



Senti-me confortável a utilizar este sistema.

 Copiar

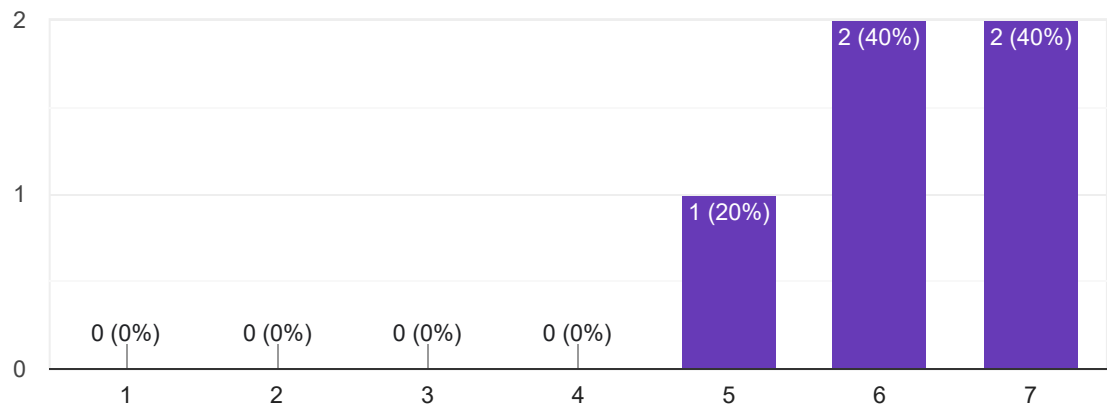
5 respostas



Foi fácil aprender a utilizar este sistema.

 Copiar

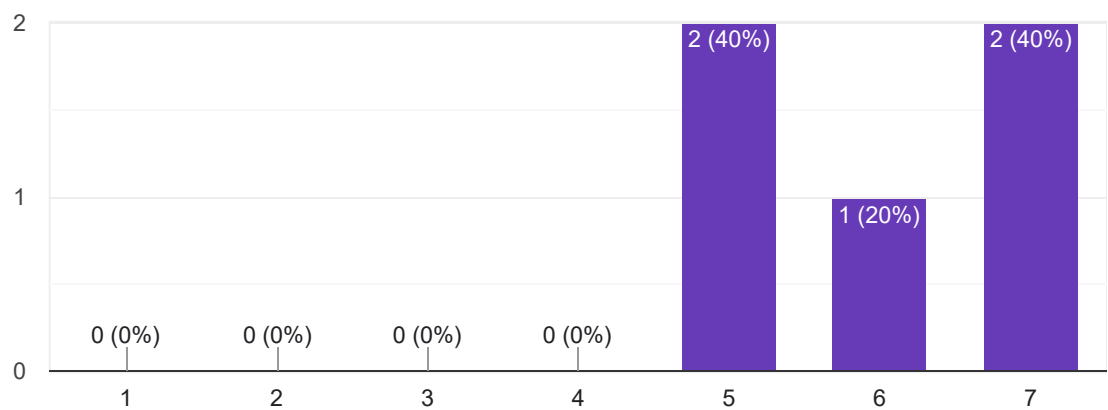
5 respostas



Acredito que me tornaria rapidamente produtivo se utilizasse este sistema.

 Copiar

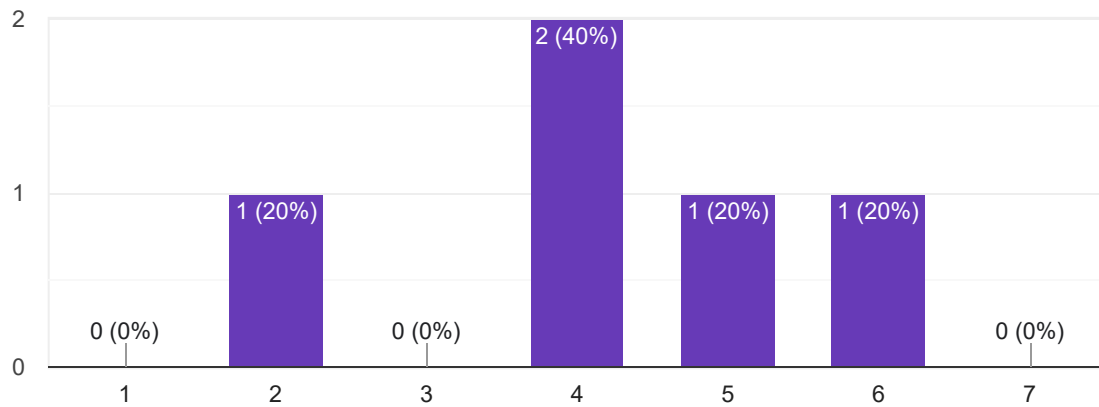
5 respostas



O sistema deu mensagens de erros que me indicaram claramente como resolver os problemas.

[Copiar](#)

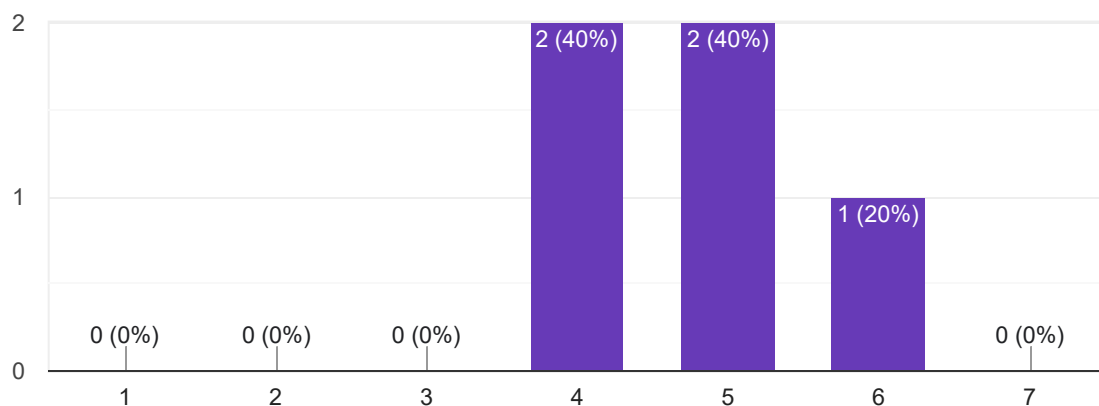
5 respostas



Sempre que cometi um erro durante a utilização do sistema, consegui recuperar de forma fácil e rápida.

[Copiar](#)

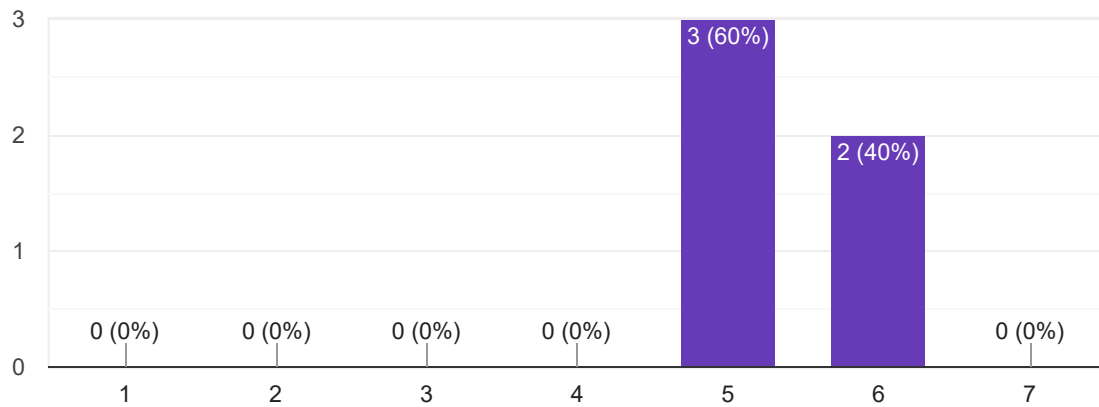
5 respostas



A informação fornecida pelo sistema (como ajuda online, mensagens no ecrã ou outra documentação) foi clara.

 Copiar

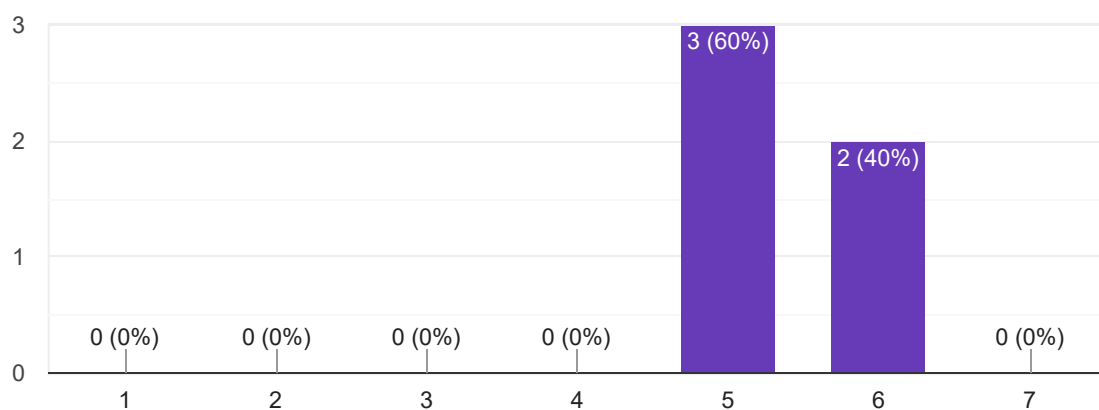
5 respostas



Foi fácil encontrar a informação que precisava.

 Copiar

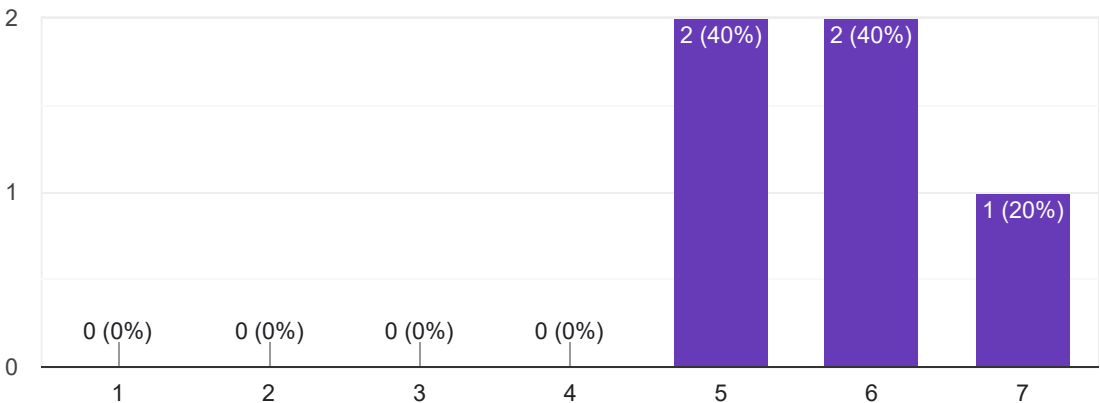
5 respostas



A informação fornecida pelo sistema foi fácil de entender.

 Copiar

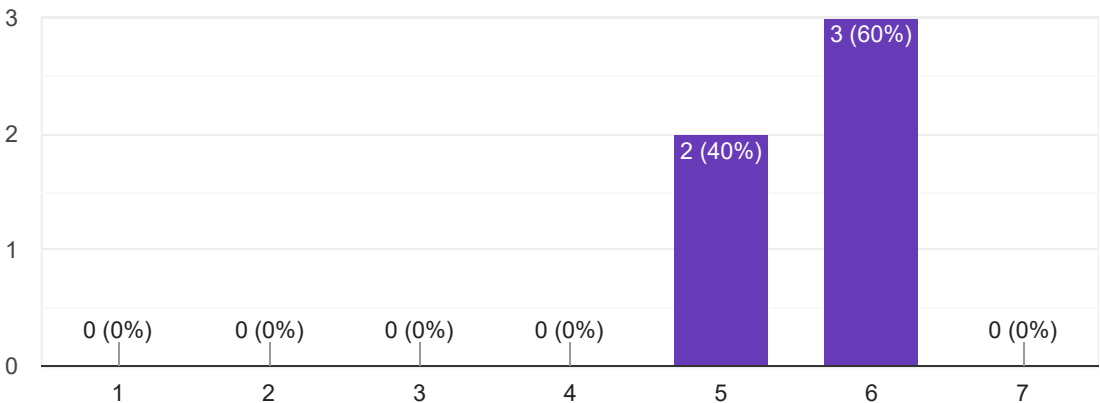
5 respostas



A informação foi eficaz para me ajudar a completar as tarefas e os cenários.

 Copiar

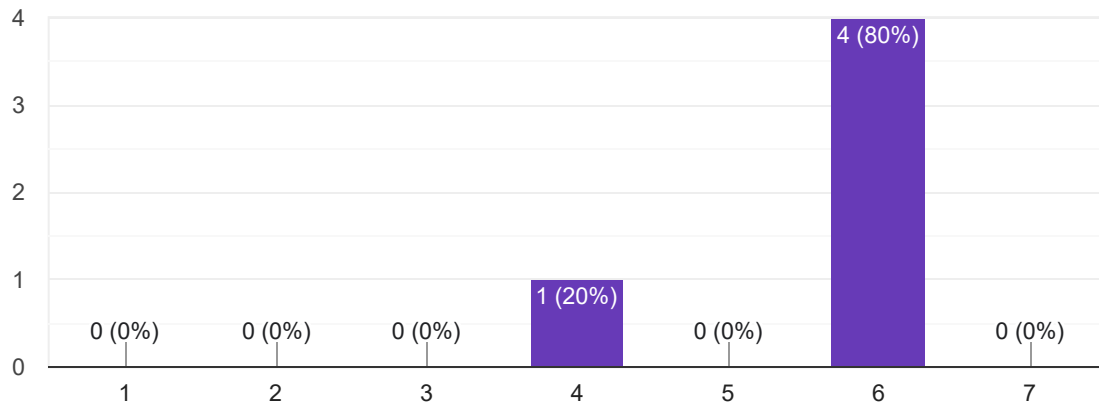
5 respostas



A organização da informação que o sistema transmitiu foi clara.

 Copiar

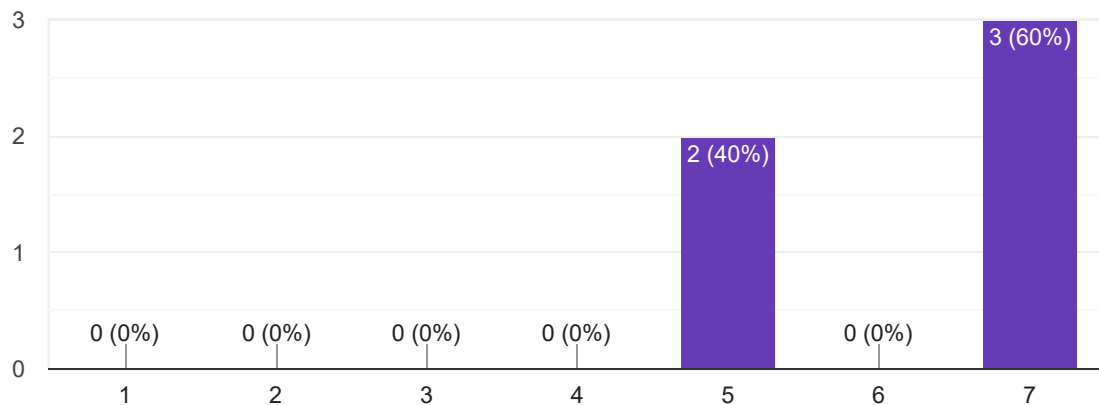
5 respostas



A interface do sistema foi agradável.

 Copiar

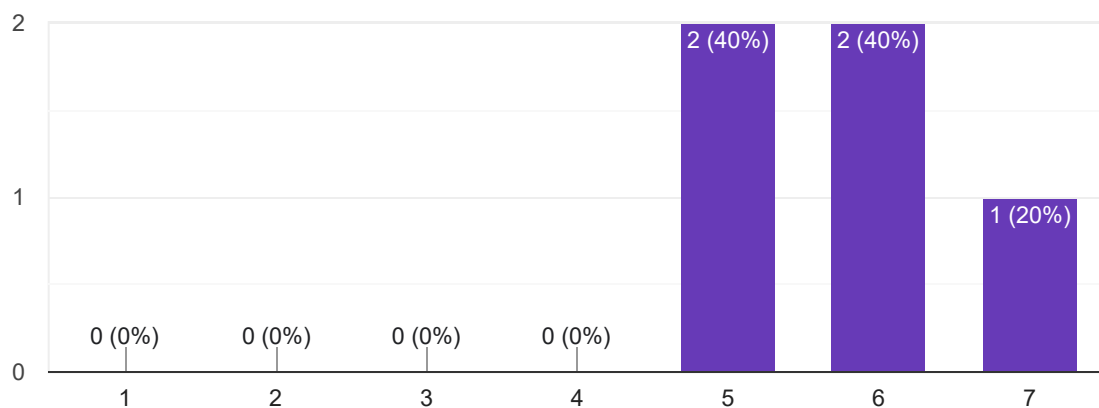
5 respostas



Gostei de utilizar a interface deste sistema.

 Copiar

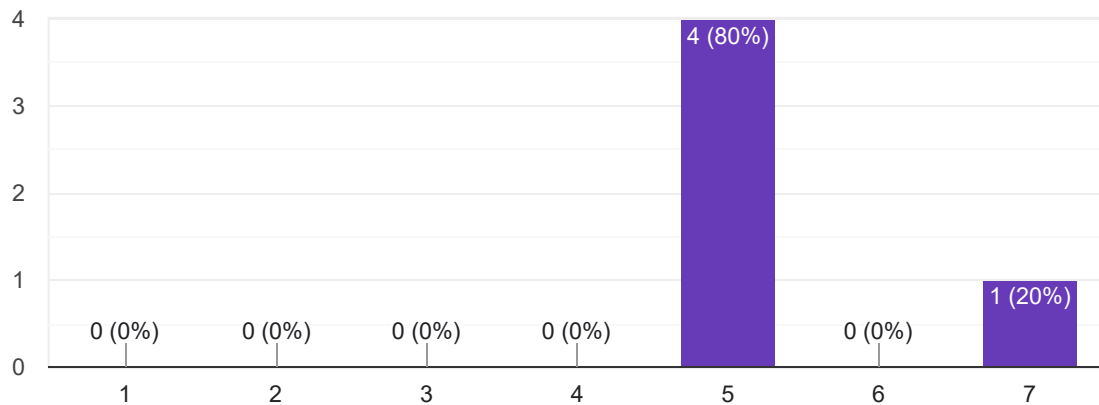
5 respostas



Este sistema tem todas as funcionalidades e capacidades que eu esperava.

[Copiar](#)

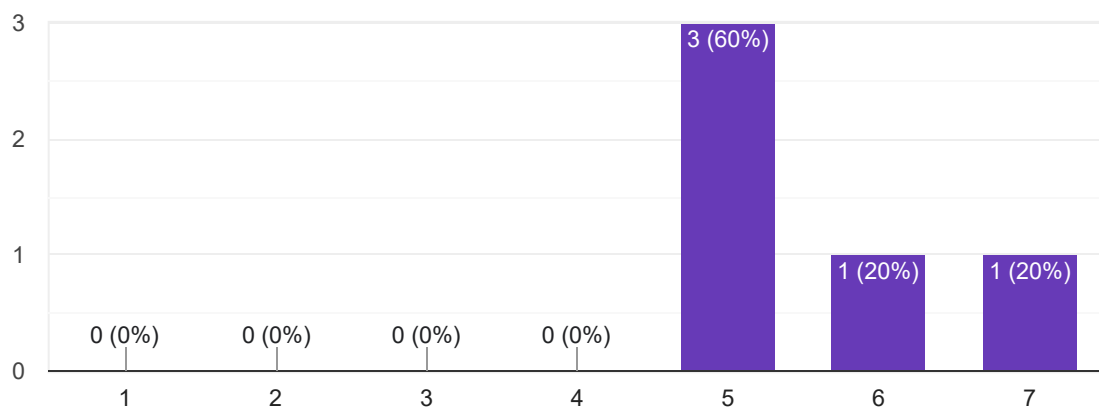
5 respostas



Em geral, estou satisfeito com este sistema.

[Copiar](#)

5 respostas



Escreva aqui um comentário geral acerca da aplicação.

0 respostas

Ainda não existem respostas a esta pergunta.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. - [Contactar proprietário do formulário](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários





B.6 Formulário Google Forms - UEQ

User Experience Questionnaire (UEQ)

Por favor dê-nos a sua opinião.

A fim de avaliar o produto, por favor preencha o seguinte questionário. É constituído por pares de opostos relativos às propriedades que o produto possa ter. As graduações entre os opostos são representadas por círculos. Ao marcar um dos círculos, você pode expressar sua opinião sobre um conceito.

Marque a sua resposta da forma mais espontânea possível. É importante que não pense demasiado na resposta porque a sua avaliação imediata é que é importante.

Por favor, assinale sempre uma resposta, mesmo que não tenha certezas sobre um par de termos ou que os termos não se enquadrem com o produto.

Não há respostas "certas" ou respostas "erradas". A sua opinião pessoal é que conta!

Por favor, dê-nos a sua avaliação atual do produto em causa.

Por favor, marque apenas um círculo por linha.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

Des: ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Agradável

2. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

Inco ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Compreensível

3. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Cria	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Sem Criatividade

4. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Fáci	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Difícil aprendizagem

5. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Vali	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Sem valor

6. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Abo	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Excitante

7. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Desi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Interessante

8. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Impi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Previsível

9. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Rápi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lento

10. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Orig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Convencional

11. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Obs	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Condutor

12. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Borr	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Mau

13. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Conr	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Fácil

14. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Desi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Atrativo

15. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Corr	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Vanguardista

16. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Incó	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cómodo

17. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Segu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Inseguro

18. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Mot	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Desmotivante

19. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Ater	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Não atende as expectativas

20. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Inefi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Eficiente

21. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Evid	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Confuso

22. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Impi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Prático

23. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Orga	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Desorganizado

24. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Atra	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Feio

25. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Sim	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Antipático

26. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
Con	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Inovador

27. Escreva aqui um comentário geral acerca da aplicação.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

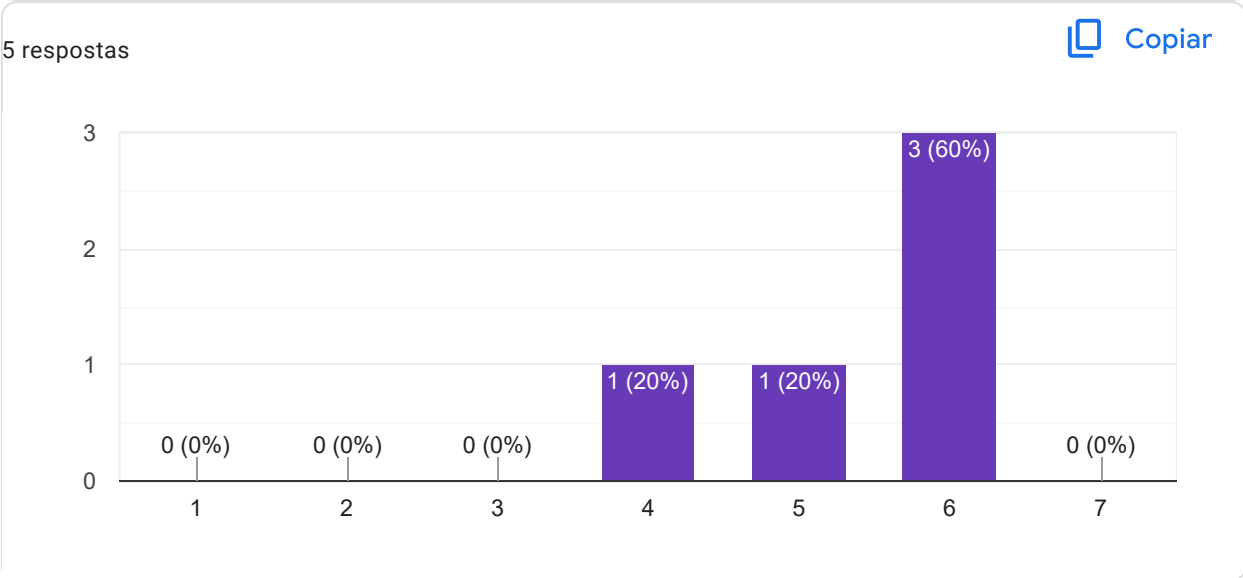
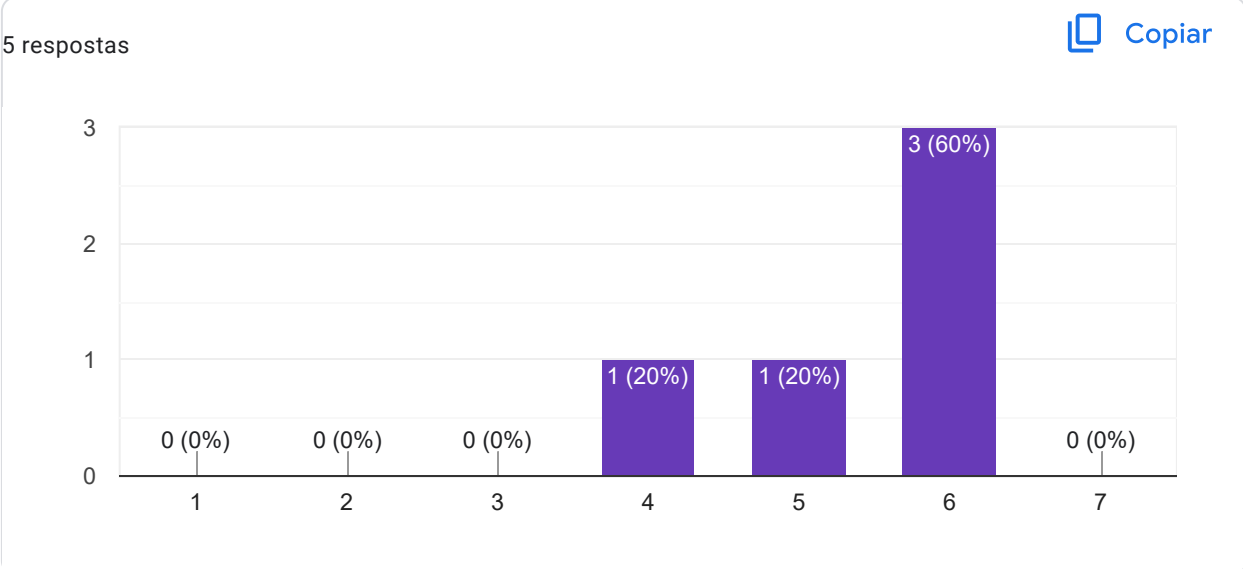
Google Formulários

B.7 Respostas Formulário Google Forms - UEQ

User Experience Questionnaire (UEQ)

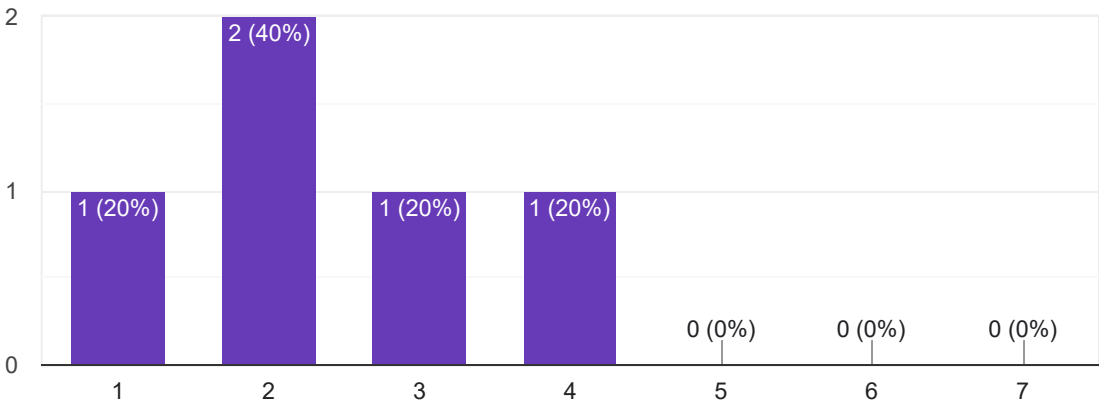
5 respuestas

[Publicar estadísticas](#)



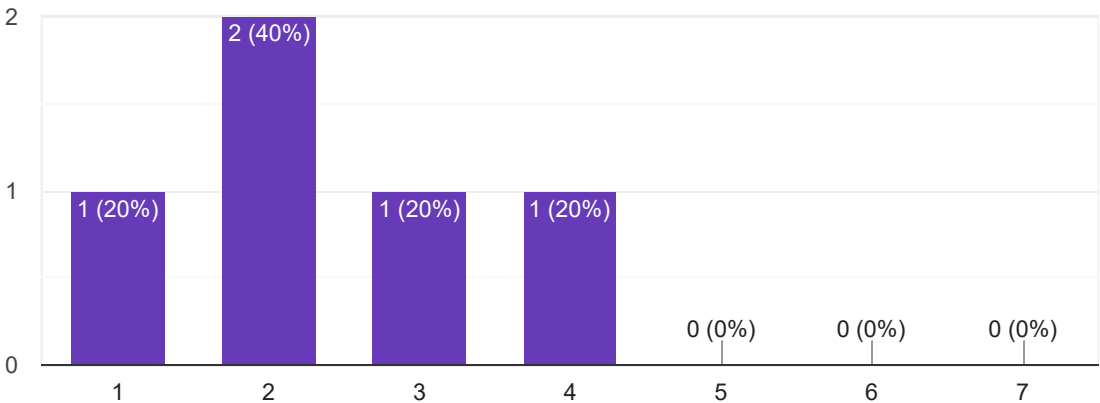
5 respostas

 Copiar



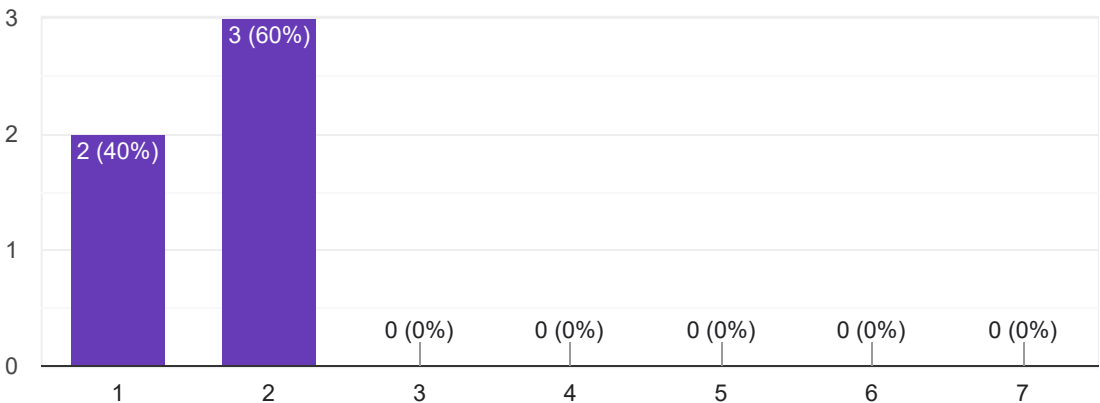
5 respostas

 Copiar



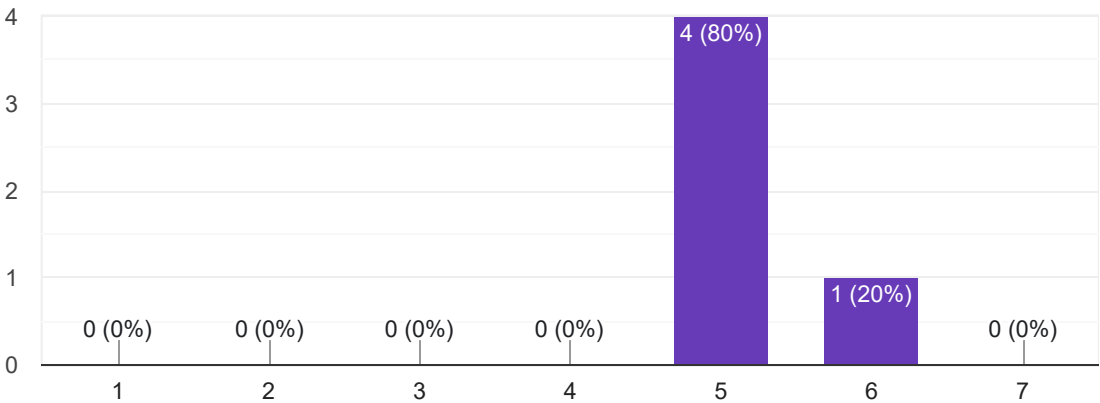
5 respostas

 Copiar



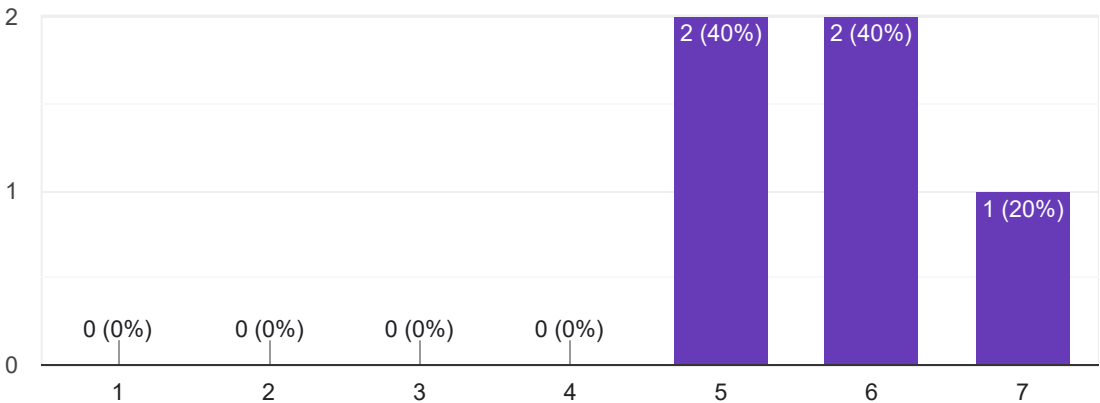
5 respostas

 Copiar



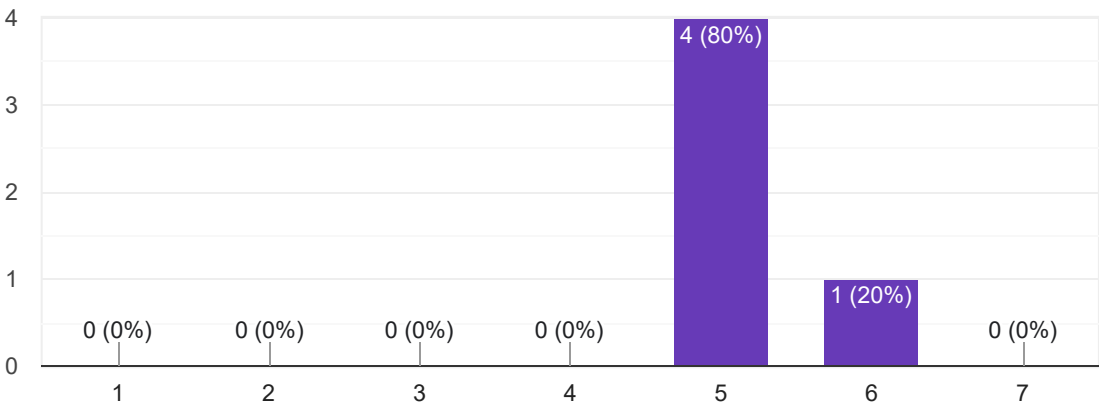
5 respostas

 Copiar



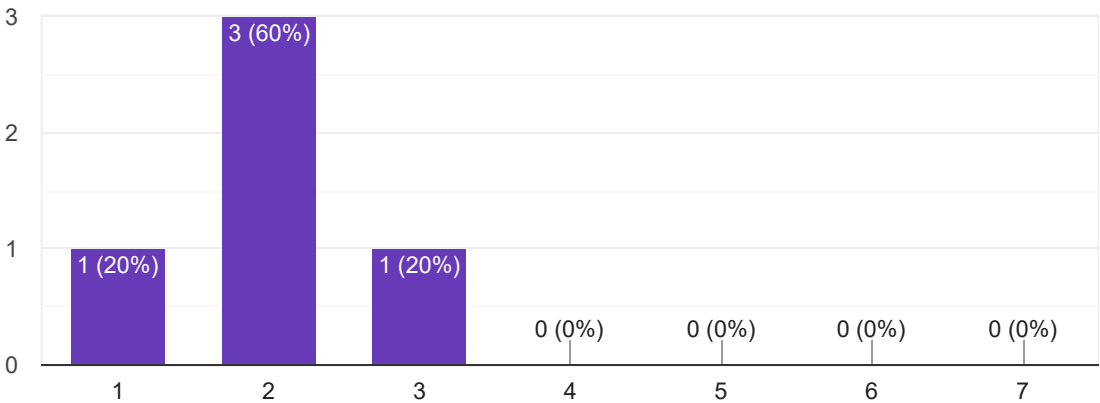
5 respostas

 Copiar



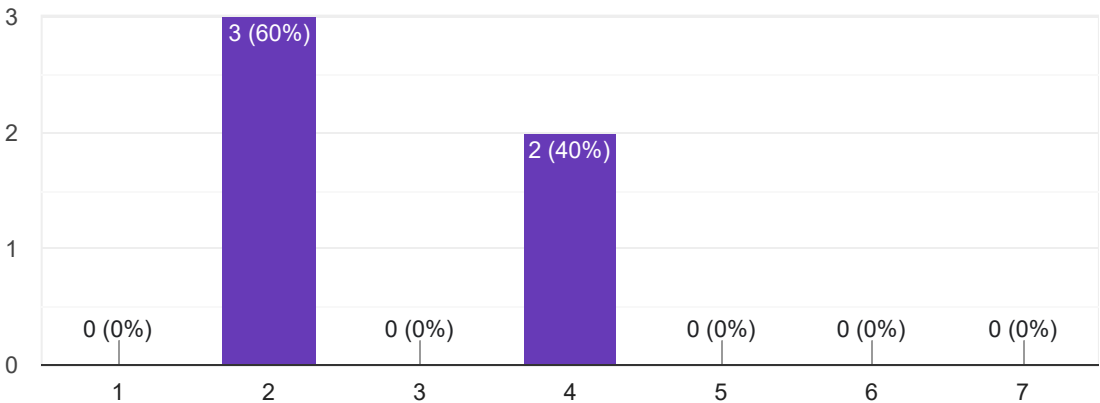
5 respostas

 Copiar



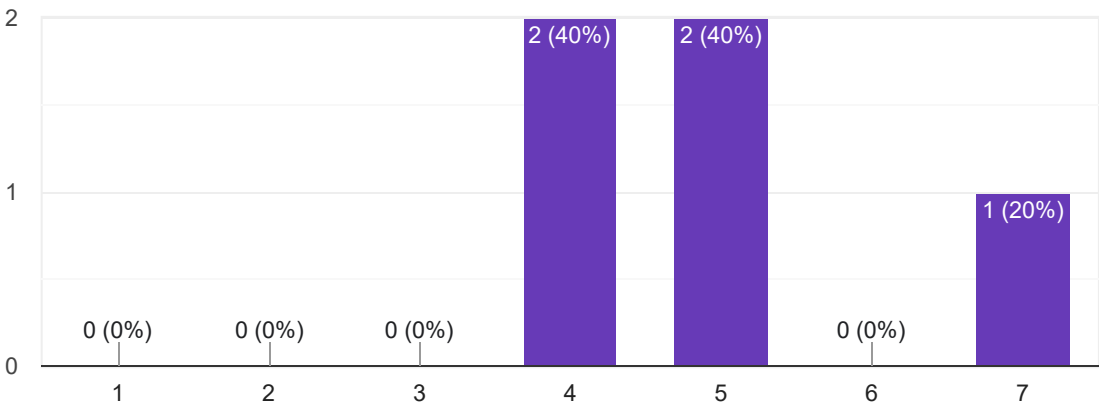
5 respostas

 Copiar



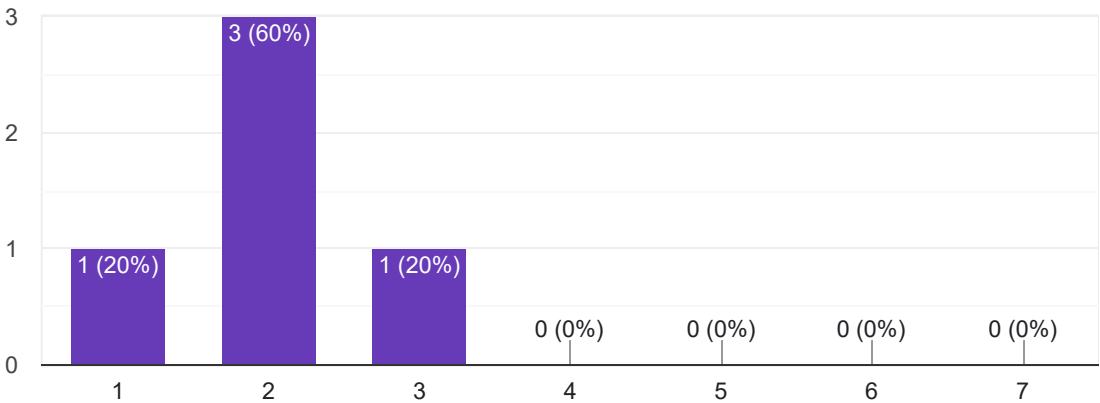
5 respostas

 Copiar



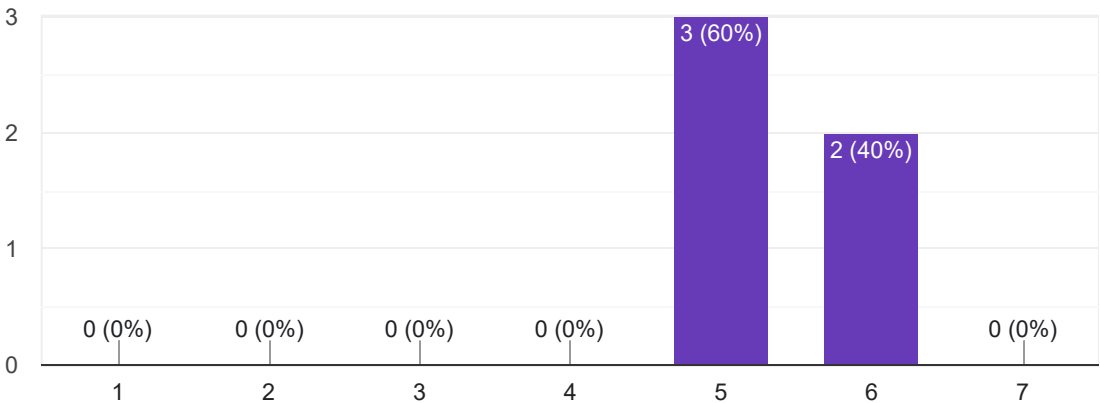
5 respostas

 Copiar



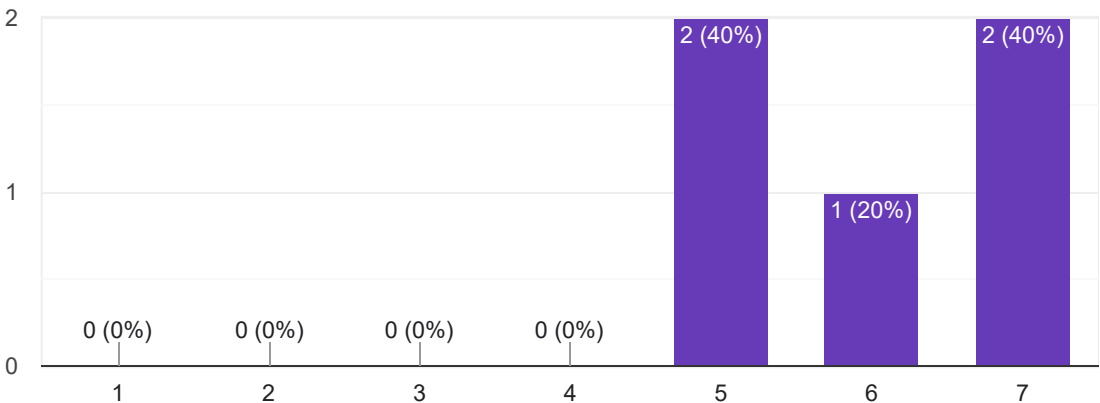
5 respostas

 Copiar



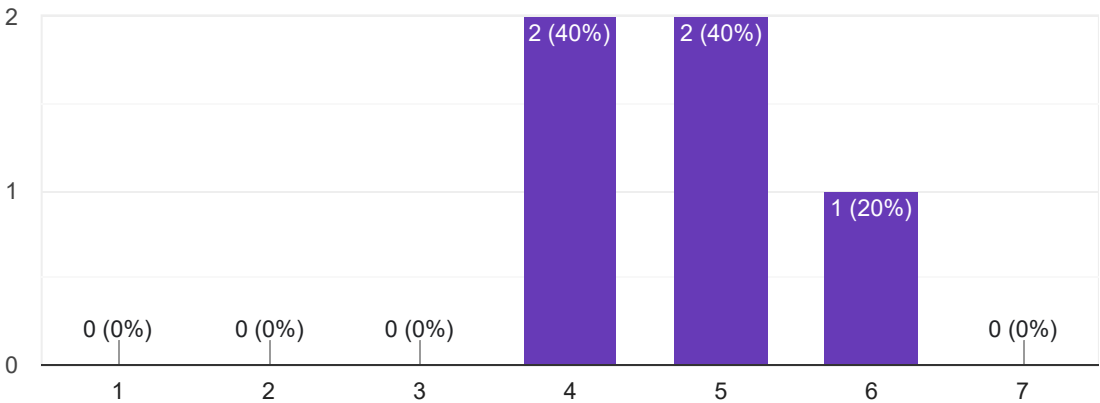
5 respostas

 Copiar



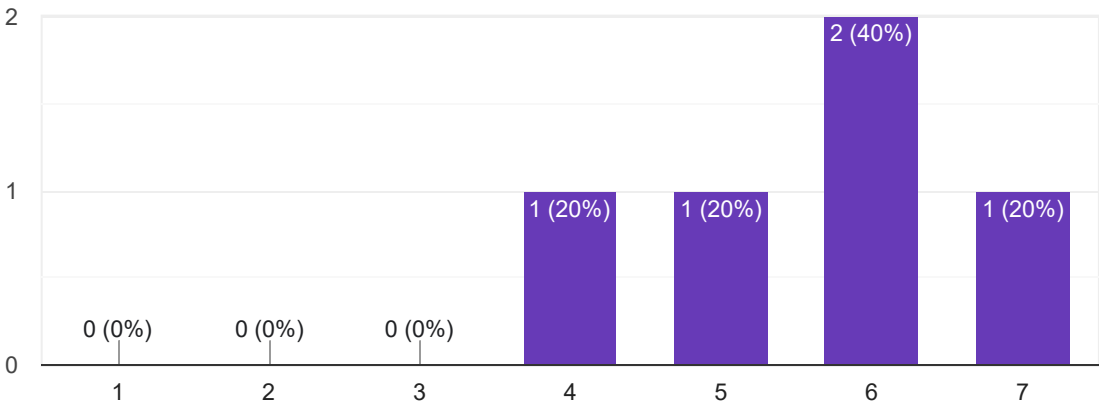
5 respostas

 Copiar



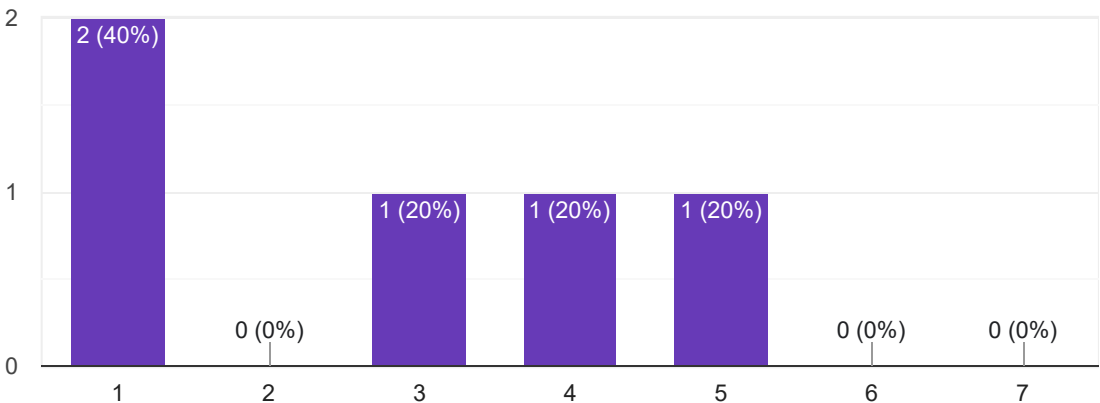
5 respostas

 Copiar



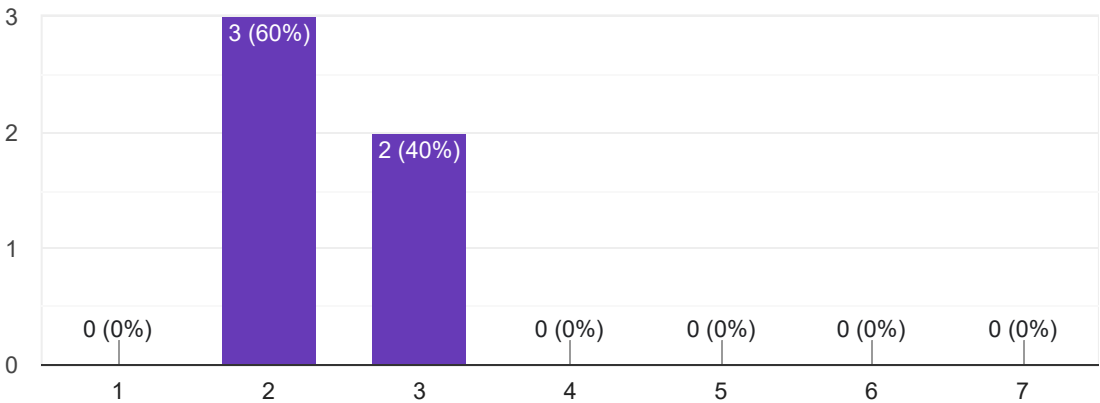
5 respostas

 Copiar



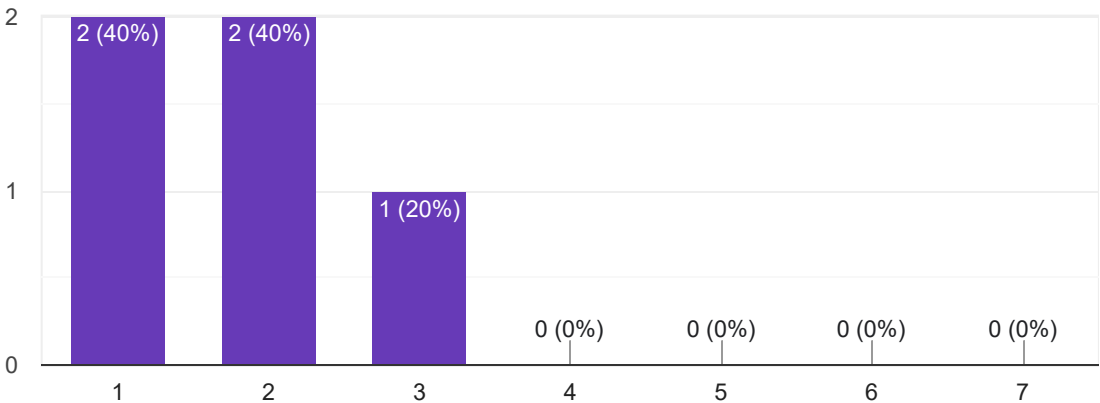
5 respostas

 Copiar



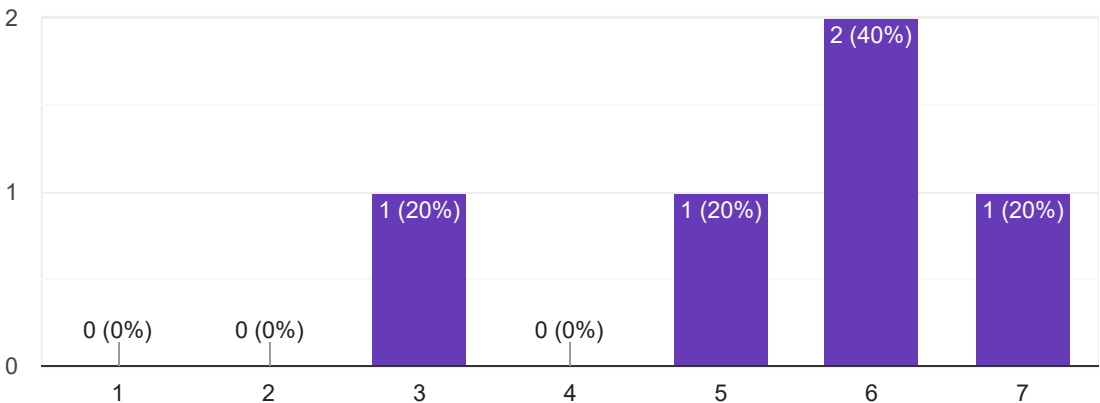
5 respostas

 Copiar



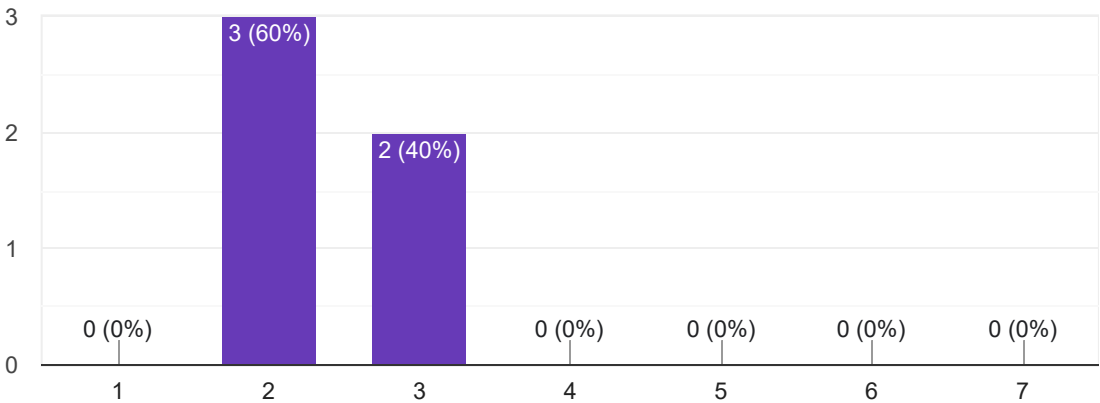
5 respostas

 Copiar



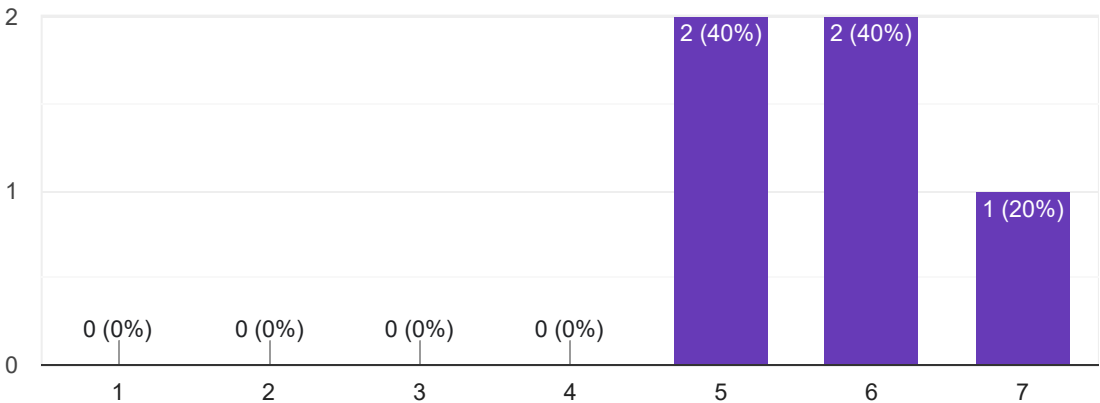
5 respostas

 Copiar



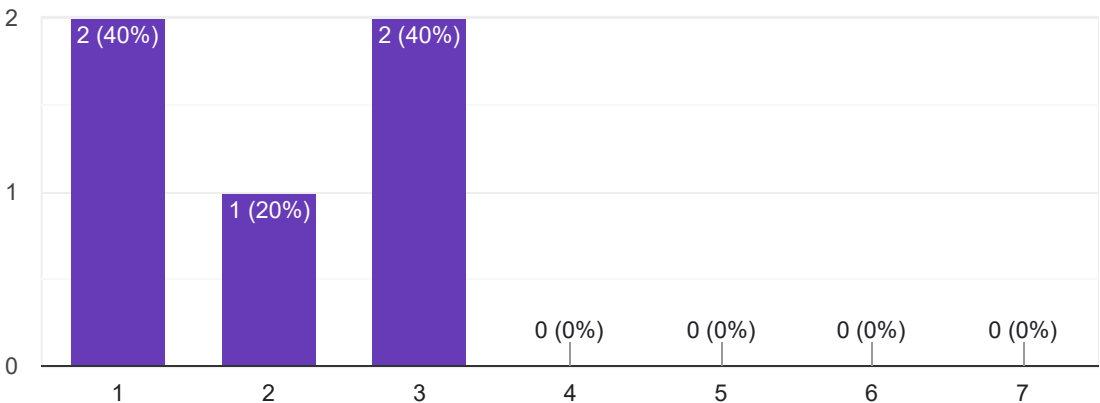
5 respostas

 Copiar



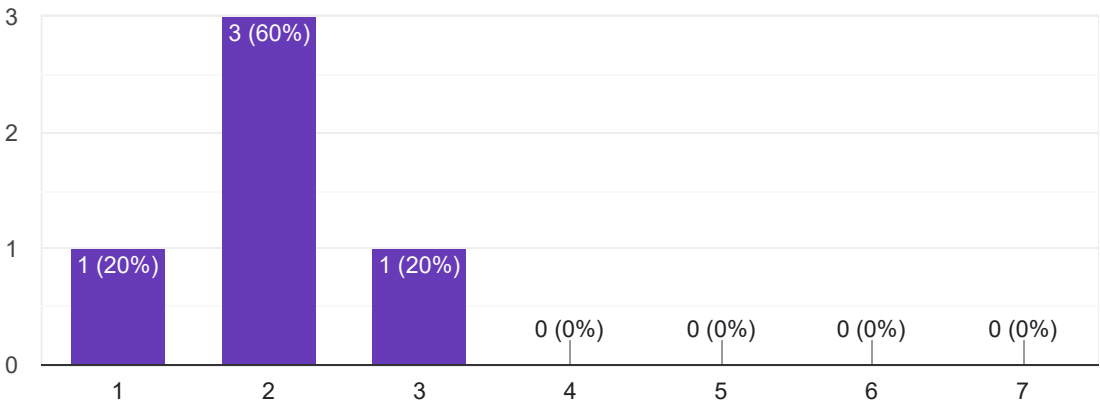
5 respostas

 Copiar



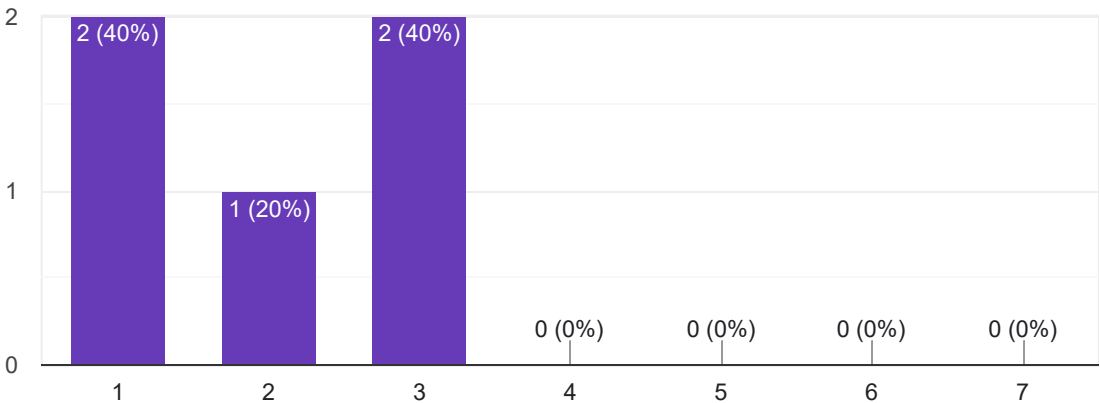
5 respostas

 Copiar



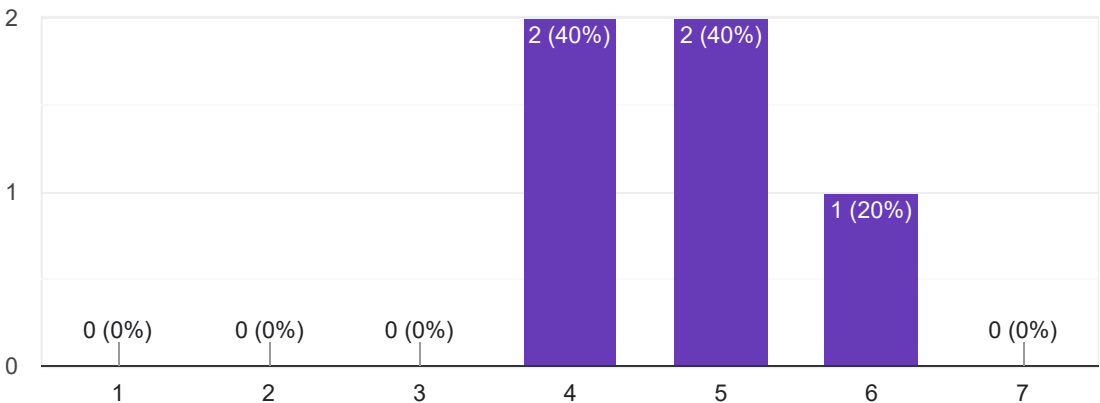
5 respostas

 Copiar



5 respostas

 Copiar



Escreva aqui um comentário geral acerca da aplicação.

0 respostas

Ainda não existem respostas a esta pergunta.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. - [Contactar proprietário do formulário](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários



