

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE NORMAS PARA
MANUFATURA INTELIGENTE

Eudalicy Nazaré Afonso Quintas



1 2 9 0

UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Eudalicy Nazaré Afonso Quintas

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE NORMAS PARA MANUFATURA INTELIGENTE

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia Informática, especialização em Sistemas de Informação, orientada pelo Professor Doutor Alberto Cardoso e pelo Professor Doutor João Barata e apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia / Departamento de Engenharia Informática.

Setembro de 2022

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Informática

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE NORMAS PARA MANUFATURA INTELIGENTE

Eudalicy Nazaré Afonso Quintas

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia Informática, especialização em Sistema de Informação orientada pelo Professor Doutor Alberto Cardoso e pelo Professor Doutor João Barata e apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia / Departamento de Engenharia Informática.

Setembro de 2022



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Resumo

Neste trabalho é abordado o tema da normalização e a sua contribuição para o desenvolvimento de sistemas de manufatura inteligente usando arquiteturas de referência para a Indústria 4.0. Numa primeira fase, estudaram-se as normas adotadas no projeto H2020 KYKLOS 4.0, desenvolvendo-se, numa segunda fase, uma aplicação informática para gerir as normas consideradas em projetos de desenvolvimento no contexto da Indústria 4.0. Neste documento, são revistos conceitos fundamentais da Indústria 4.0, tendo em conta os seus principais parâmetros, princípios, pilares e normas a aplicar. Apresenta-se uma análise das normas em projetos de manufatura inteligente para a Indústria 4.0 e descreve-se um conjunto de requisitos necessários para o desenvolvimento da aplicação, usando a ferramenta Glide para gestão de normas da Indústria 4.0. A arquitetura de software desenvolvida para esta aplicação recorre ao modelo C4. Também se apresenta uma descrição da aplicação de gestão de normas, seguida da especificação e análise dos testes de usabilidade que permitiram identificar e corrigir os problemas existentes na aplicação atempadamente, de forma a melhorar a eficiência e a usabilidade da aplicação. A relevância das normas para a indústria é crescente, atendendo à complexidade da transformação tecnológica, sugerindo boas práticas e facilitando a comunicação, portanto existe uma complexidade crescente das normas na Indústria 4.0 e em diversas áreas de sistemas de informação, tornando importante criar uma aplicação móvel/web de suporte à sua gestão.

Palavras-Chave

Transformação digital, Indústria 4.0, Gestão de Normas, Aplicação Móvel/Web, Glide.

Abstract

This work addresses the topic of normalization and its contribution to the development of intelligent manufacturing systems using reference architectures for Industry 4.0. In a first phase, the standards adopted in the H2020 KYKLOS 4.0 project were studied, and, in a second phase, a computer application was developed to manage the standards considered in development projects in the context of Industry 4.0. In this document, fundamental concepts of Industry 4.0 are reviewed, taking into account its main parameters, principles, pillars and standards to be applied. An analysis of standards in smart manufacturing projects for Industry 4.0 is presented and a set of requirements necessary for the development of the application is described, using the Glide tool for managing Industry 4.0 standards. The software architecture developed for this application uses the C4 model. A description of the standards management application is also presented, followed by the specification and analysis of usability tests that made it possible to identify and correct existing problems in the application in a timely manner, in order to improve the efficiency and usability of the application. The relevance of standards for the industry is growing, given the complexity of technological transformation, suggesting good practices and facilitating communication, so there is a growing complexity of standards in Industry 4.0 and in several areas of information systems, making it important to create a mobile/web application to support its management.

Keywords

Digital Transformation, Industry 4.0, Standards Management, Mobile/Web Application, Glide.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me ter dado o direito à vida, e por me ajudar a concretizar mais um dos meus objetivos. À Fundação Mulheres por África pela atribuição da bolsa. Aos orientadores Alberto Cardoso e João Barata pela orientação, apoio e paciência pela orientação.

Quero agradecer também aos meus pais, pelo amor, carinho, incentivo e apoio durante todos esses anos. Também agradeço a todos que de uma forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação; agradeço de coração.

Índice

Capítulo 1	Introdução.....	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estrutura do Relatório.....	2
Capítulo 2	Planeamento.....	3
2.1	Primeiro Semestre.....	3
2.2	Segundo Semestre.....	4
2.3	Gestão de Riscos.....	6
Capítulo 3	Estado da Arte	7
3.1	Indústria 4.0.....	7
3.1.1	Princípios da Indústria 4.0.....	7
3.1.2	Pilares da Indústria 4.0.....	9
3.2	Normas Aplicadas à Indústria 4.0 – Revisão para o Projeto KYKLOS 4.0.....	10
Capítulo 4	Análise de Normas do Projeto KYKLOS 4.0.....	16
4.1	Identificação de Normas	16
4.2	Importância das Normas	17
4.3	Temas para as Normas.....	22
4.4	Componentes	26
Capítulo 5	Definições de Requisitos e Introdução à Ferramenta de Gestão de Normas	28
5.1	Requisitos	28
5.1.1	Exemplos de Requisitos.....	28
5.1.2	Requisitos Funcionais do Usuário.....	28
5.1.3	Caso de Uso.....	29
5.1.4	Requisito não Funcional de Usabilidade.....	29
5.1.5	Mockups.....	29
5.2	Modelação BPMN.....	31
5.2.1	Business Process Model and Notation.....	31
5.2.2	Elementos Básicos de Notação do BPMN 2.0.....	31
5.2.3	Diagrama BPMN 2.0 de Gestão de Normas.....	34
5.3	Definição de Ferramenta.....	36
5.3.1	Alternativas.....	36
5.3.2	Comparação das Ferramentas.....	36
Capítulo 6	Arquitetura de Software.....	39
Capítulo 7	Apresentação da Aplicação	46
7.1	Iniciar Sessão.....	46
7.2	Editar Perfil.....	50
7.3	Consultar Normas	53
7.5	Inserir Normas	55
7.6	Dar Feedback sobre as Normas	57
7.7	Aprovar Normas	60

7.8 Terminar Sessão.....	63
Capítulo 8 Teste de Usabilidade.....	64
8.1 Procedimento.....	64
8.2 Tarefas.....	64
8.3 Questionário.....	65
8.4 Resultados.....	67
8.4.1 Tempo de Realização das Tarefas.....	68
8.4.2 Números de Erros na Realização das Tarefas.....	68
8.4.3 Respostas ao Questionário de Teste de Usabilidade.....	69
8.4.4 Problemas Encontrados na Aplicação.....	74
8.4.5 Análise de Resultados do Teste de Usabilidade.....	74
Capítulo 9 Conclusão.....	75
Referências.....	76
Apêndice A Resultado do Questionário.....	81
A.1 Dados do Questionário do Projeto KYKLOS 4.0.....	82
Apêndice B Requisitos.....	84
B.1. Objetivo.....	85
B.1.1 Visão Geral.....	85
B.1.2 Benefícios.....	85
B.2. Requisitos.....	86
B.2.1 Requisitos Funcionais.....	86
B.2.1.1 Geral.....	86
B.2.1.2 Usuário.....	87
B.2.1.3 Administrador.....	88
B.2.2 Requisitos Não Funcionais.....	88
B.3. Definição de Casos de Uso.....	91
B.3.1 Identificação dos Atores.....	91
B.3.2 Diagrama de Casos de Uso.....	92
B.3.3 Descrição dos Casos de Uso.....	94
B.4. Mockups.....	102
B.4.1 Login.....	102
B.4.2 Menu Principal.....	103
B.4.3 Editar Perfil.....	104
B.4.4 Consultar Normas do Projeto KYKLOS 4.0.....	105
B.4.5 Adicionar Normas.....	106
B.4.5 Dar Feedback.....	107
B.4.6 Enviar Email.....	108
B.4.7 Terminar Sessão.....	109
Apêndice C Testes.....	110
C.1 Testes Realizados.....	111
C.2 Questionário de Teste de Usabilidade.....	119

Apêndice D	Ambiente de Simulação da Ferramenta Glide	125
D.1	Ambiente de Simulação da Ferramenta Glide	126

Acrónimos

AMQP - *Advanced Message Queuing Protocol*

CLPs - Controladores Lógicos Programáveis

CSV - Valores Separados de Vírgula

FIPA - Fundação para Agentes Físicos Inteligentes

HDF5 - Formato de Dados Hierárquicos Versão 5

IA - Inteligência Artificial

IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional

IoT - Internet das Coisas

ISO - Organização Internacional para Normalização

ML - *Machine Learning*

MQTT - *Message Queuing Telemetry Transport*

M2M - Máquina a Máquina

OPC - Comunicações de Plataforma Aberta

OPC UA - Arquitetura Unificada de Comunicações de Plataforma Aberta

OWL - Linguagem de Ontologia da Web

SSN - Rede de Sensores Semânticos

VTK - Kit de Ferramentas de Visualização

Lista de Figuras

Figura 1: Gráfico de <i>Gantt</i> , ilustrando o plano do 1º Semestre.	3
Figura 2: Gráfico de <i>Gantt</i> , ilustrando o plano previsto para 2º Semestre.	4
Figura 3: Gráfico de <i>Gantt</i> , ilustrando o trabalho realizado no 2º Semestre.	5
Figura 4: Princípios da Indústria 4.0 [8].	8
Figura 5: Pilares da Indústria 4.0 [15].	9
Figura 6: Importância das normas indicadas pelas empresas.	17
Figura 7: Respostas sobre a monitorização do desenvolvimento das normas.	21
Figura 8: Respostas sobre a contribuição para o desenvolvimento das normas.	21
Figura 9: Respostas sobre se as empresas poderiam contribuir para o desenvolvimento das normas.	22
Figura 10: Temas identificados para as normas aplicadas à Indústria 4.0.	23
Figura 11: Telas de adicionar normas.	30
Figura 12: Categoria básica de elementos do BPMN 2.0 [45].	31
Figura 13: Exemplo de tipos de eventos do BPMN 2.0 [45].	32
Figura 14: Exemplo de tipos gateways do BPMN 2.0 [45].	33
Figura 15: Diagrama de BPMN 2.0 de gestão de normas.	34
Figura 16: Diagrama de contexto do sistema (Nível-1).	40
Figura 17: Diagrama de container (Nível-2).	41
Figura 18: Diagrama de componente do lado do usuário (Frontend).	42
Figura 19: Diagrama de componentes do lado do administrador (Frontend).	43
Figura 20: Diagrama de componentes do lado do usuário (Backend)	44
Figura 21: Diagrama de componentes do lado do administrador (Backend).	45
Figura 22: Tela de login da aplicação de gestão de normas.	46
Figura 23: Tela de confirmação do email.	47
Figura 24: Página principal da aplicação de gestão de normas.	48
Figura 25: Tela com as funcionalidades da aplicação.	49
Figura 26: Tela de página de perfil.	50
Figura 27: Tela de editar perfil.	51
Figura 28: Demonstração do perfil do usuário editado.	52
Figura 29: Tela de consultar normas.	53
Figura 30: Temas e componentes associados a norma do projeto KYKLOS 4.0.	54
Figura 31: Descrição do tema associado a norma do projeto KYKLOS 4.0.	55

Figura 32: Tela de visualização de inserir normas.....	56
Figura 33: Telas de visualização das normas que precisam de feedback.	57
Figura 34: Tela de “give feedback”	58
Figura 35: Tela de agradecimento do feedback.....	59
Figura 36: Tela de analisar normas.	60
Figura 37: Tela de visualização de detalhes da norma em análise.	61
Figura 38: Tela de visualização dos resultados dos feedbacks.	62
Figura 39: Tela de login.	63
Figura 40: Resposta sobre a questão: “Esta aplicação foi fácil de utilizar”	69
Figura 41: Resposta sobre a questão: “As informações estão bem organizadas”	69
Figura 42: Resposta sobre a questão: “Achei confuso o layout das telas”	70
Figura 43: Resposta sobre a questão: “A nomenclaturas utilizada nas telas estão acessíveis”	70
Figura 44: Resposta sobre a questão: “Achei claras as mensagens do sistema”	71
Figura 45: Resposta sobre a questão: “A assimilação das informações foi fácil”	71
Figura 46: Resposta sobre a questão: “No geral, a realização do teste foi interessante”	72
Figura 47: Conjunto de normas identificadas pelas empresas.	82
Figura 48: Conjunto de temas identificados pelas empresas.	82
Figura 49: Conjunto de componentes identificados pelas empresas.	83
Figura 50: Resultados do questionário preenchido pelas empresas.	83
Figura 51: Identificação dos atores.....	91
Figura 52: Diagrama de caso de uso do usuário.	92
Figura 53: Diagrama de caso de uso do administrador.	93
Figura 54: Telas de login.....	102
Figura 55: Tela de menu principal.	103
Figura 56: Telas de editar perfil.....	104
Figura 57: Telas de consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0.	105
Figura 58: Telas de adicionar normas.....	106
Figura 59: Telas de dar feedback sobre as normas.	107
Figura 60: Telas de envio de email.....	108
Figura 61: Telas de terminar sessão.	109
Figura 62: Parte de componentes da ferramenta Glide.....	126
Figura 63: Parte de base de dados da ferramenta Glide.	127
Figura 64: Parte de definições da ferramenta Glide.	128

Lista de Tabelas

Tabela 1: Tabela de gestão de risco.	6
Tabela 2: Normas indicadas pelas empresas	17
Tabela 3: Resultado da experiência e dificuldade obtidas na implementação das 28 normas.	18
Tabela 4: Resultado do questionário com as normas aplicadas para Indústria 4.0.	20
Tabela 5: Quantidade de normas identificadas para cada tema.	25
Tabela 6: Quantidade de normas identificadas para cada componente técnico do projeto.	26
Tabela 7: Requisito funcional do usuário para adicionar normas.	28
Tabela 8: Descrição do caso de uso de adicionar normas.	29
Tabela 9: Requisitos não funcional de usabilidade.	29
Tabela 10: Comparação entre as ferramentas [46].	37
Tabela 11: Comparação entre os recursos [47].	38
Tabela 12: Tarefas de teste de usabilidade.	65
Tabela 13: Perguntas do questionário do teste de usabilidade.	66
Tabela 14: Tempo de realização das tarefas em segundos.	68
Tabela 15: Número de erros na realização das tarefas.	68
Tabela 16: Resposta da 2ª Questão do teste de usabilidade.	72
Tabela 17: Resposta da 3ª Questão do teste de usabilidade.	72
Tabela 18: Resposta da 4ª Questão do teste de usabilidade.	73
Tabela 19: Resposta da 5ª Questão do teste de usabilidade.	73
Tabela 20: Resposta da 6ª Questão do teste de usabilidade.	73
Tabela 21: Problemas encontrados na aplicação.	74
Tabela 22: Requisitos funcionais geral.	86
Tabela 23: Requisitos funcionais do usuário.	87
Tabela 24: Requisitos funcionais do administrador.	88
Tabela 25: Requisitos não funcionais de usabilidade.	88
Tabela 26: Requisito não funcional de disponibilidade.	89
Tabela 27: Requisito não funcional de manutenibilidade.	89
Tabela 28: Requisito não funcional de portabilidade.	89
Tabela 29: Requisito não funcional de desempenho.	89
Tabela 30: Requisito não funcional de segurança.	90
Tabela 31: Descrição do caso de uso de login.	94
Tabela 32: Descrição do caso de uso de editar perfil.	95

Tabela 33: Descrição do caso de uso de consultar normas.	95
Tabela 34: Descrição do caso de uso de adicionar normas.	95
Tabela 35: Descrição do caso de uso de visualizar as normas adicionadas.....	96
Tabela 36: Descrição do caso de uso de dar feedback.	96
Tabela 37: Descrição do caso de uso de visualizar normas aprovadas.....	97
Tabela 38: Descrição do caso de uso de envio email.	97
Tabela 39: Descrição do caso de uso de terminar sessão	98
Tabela 40: Descrição do caso de uso do login do administrador.....	98
Tabela 41: Descrição do caso de uso do administrador adicionando normas	99
Tabela 42: Descrição do caso de uso do administrador editando normas.	99
Tabela 43: Descrição do caso de uso de analisar normas.....	100
Tabela 44: Descrição do caso de uso de aprovar normas.....	100
Tabela 45: Descrição do caso de uso de gerir os usuários.	101
Tabela 46: Descrição do caso de uso do administrador terminando sessão.....	101

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho decorre no âmbito da disciplina de Dissertação em Sistemas de Informação do Mestrado em Engenharia Informática, no Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

O trabalho, com duração de um ano, teve como objetivos: (1) estudar as normas disponíveis para projetos de manufatura inteligente para a Indústria 4.0 e (2) especificar e desenvolver uma aplicação para gestão de normas da Indústria 4.0, adequada para projetos de inovação tecnológica, sendo exemplo o programa quadro para a investigação e inovação na Europa, Horizonte 2020 (H2020).

1.1 Motivação

As normas técnicas são uma forma de regulamentação voluntária, definindo características, ou procedimentos que descrevem um produto, serviço, interface ou material. Essas normas são desenvolvidas por comissões de normas, que são formadas por empresas, instituições ou órgãos. A sua importância para a indústria é crescente, atendendo à complexidade da transformação tecnológica, sugerindo boas práticas e facilitando a comunicação entre especialistas. O número de normas tem também aumentado em áreas diversas dos sistemas de informação (ex.: interoperabilidade, segurança), requerendo novas formas de gestão que permitam acompanhar e sugerir as normas que devem ser adotadas em cada contexto.

A utilização de normas na indústria possui inúmeros benefícios tais como, agilidade nos processos, melhoria da segurança e da confiabilidade e aumento da eficiência e da produtividade [1]. Por esta razão, tornaram-se um requisito central para projetos inovadores de transformação digital, desde as fases mais iniciais de análise de requisitos dos sistemas (por exemplo, normas para orientar o desenvolvimento) até fases mais avançadas de testes e regulamentação do uso dos sistemas.

A ideia para esta dissertação teve início com o projeto H2020 KYKLOS 4.0 - *An Advanced Circular and Agile Manufacturing Ecosystem based on rapid reconfigurable manufacturing process and individualized consumer preferences* [2], do qual a Universidade de Coimbra é parceira. O projeto envolve 29 parceiros de 14 países, visando criar um sistema de manufatura circular na indústria, apoiado por tecnologias inovadoras. A conformidade com normas internacionais está considerada na candidatura como uma prioridade, inclui várias atividades relacionadas, sendo uma delas a identificação das normas relevantes para o projeto. Adicionalmente, os parceiros reconheceram que a gestão de normas deve ser realizada de forma contínua em todo o projeto, necessitando de novas ferramentas para a sua identificação e comunicação entre os parceiros do projeto.

1.2 Objetivos

A primeira meta deste trabalho foi estudar normas relevantes para projetos de manufatura inteligente para a Indústria 4.0 - designação dada pelo Governo alemão para a sua estratégia da transformação digital da indústria e atualmente adotado internacionalmente [3]. Em particular, foi utilizado como referência o projeto KYKLOS 4.0, por ser um dos exemplos recentes de inovação nesta área. A segunda meta foi especificar, desenvolver e testar uma aplicação informática que pode ser usada em dispositivos móveis ou na web para auxiliar na gestão destas normas.

Para a realização deste trabalho, primeiramente, foi necessário analisar o resultado de um inquérito realizado com as empresas que estão atualmente a participar na iniciativa de manufatura inteligente KYKLOS 4.0, de modo a conseguir perceber que tipo de normas são atualmente utilizadas e quais as suas características. Foi também feita uma revisão da literatura sobre as normas. Na segunda fase, decorrendo maioritariamente no segundo semestre, foi utilizada a ferramenta Glide [4] (plataforma de construção de aplicações sem código, que pode ser utilizado em dispositivos móveis ou na Web) para desenvolver uma aplicação de apoio à gestão de normas para iniciativas de manufatura inteligente no âmbito da Indústria 4.0.

1.3 Estrutura do Relatório

Nesta secção apresenta-se a organização do relatório e o sumário de cada capítulo.

No capítulo 1 é feita uma breve introdução sobre este trabalho, bem como a motivação para a sua concretização e os respetivos objetivos.

No capítulo 2, aborda-se o planeamento utilizado para a realização do trabalho. Nesta etapa, descreve-se o trabalho realizado durante o primeiro e o segundo semestre, o ciclo de vida do projeto e a gestão de risco.

No capítulo 3, é feita uma análise sobre o estado da arte e uma descrição acerca do conceito de Indústria 4.0, seus princípios e pilares. Também se descreve com mais detalhe as normas em projetos de manufatura inteligente para a Indústria 4.0.

No capítulo 4, apresenta-se uma análise de normas do projeto KYKLOS 4.0, que permite compreender com mais facilidade as normas utilizadas atualmente em projetos de manufatura inteligente.

No capítulo 5, definem-se os requisitos que devem ser considerados para o desenvolvimento da aplicação de gestão de normas, e faz-se uma introdução da ferramenta selecionada para o desenvolvimento do projeto.

No capítulo 6, apresenta-se a arquitetura de software desenvolvida para a aplicação de gestão de normas, recorrendo ao modelo C4.

No capítulo 7, é feita uma apresentação da aplicação de gestão de normas.

No capítulo 8, apresentam-se os testes de usabilidade realizados na aplicação de gestão de norma, que permitiram identificar os problemas e solucioná-los atempadamente.

No capítulo 9, é feita uma conclusão geral do projeto realizado durante o primeiro e o segundo semestres.

Capítulo 2

Planeamento

O trabalho da dissertação está estruturado em duas grandes etapas de desenvolvimento, correspondendo aos dois semestres. Para descrever o trabalho realizado no primeiro e segundo semestres utilizou-se o diagrama de *Gantt*, com o cronograma do projeto.

2.1 Primeiro Semestre

Esta seção mostra um Diagrama de *Gantt* representando o plano de trabalho do primeiro semestre.

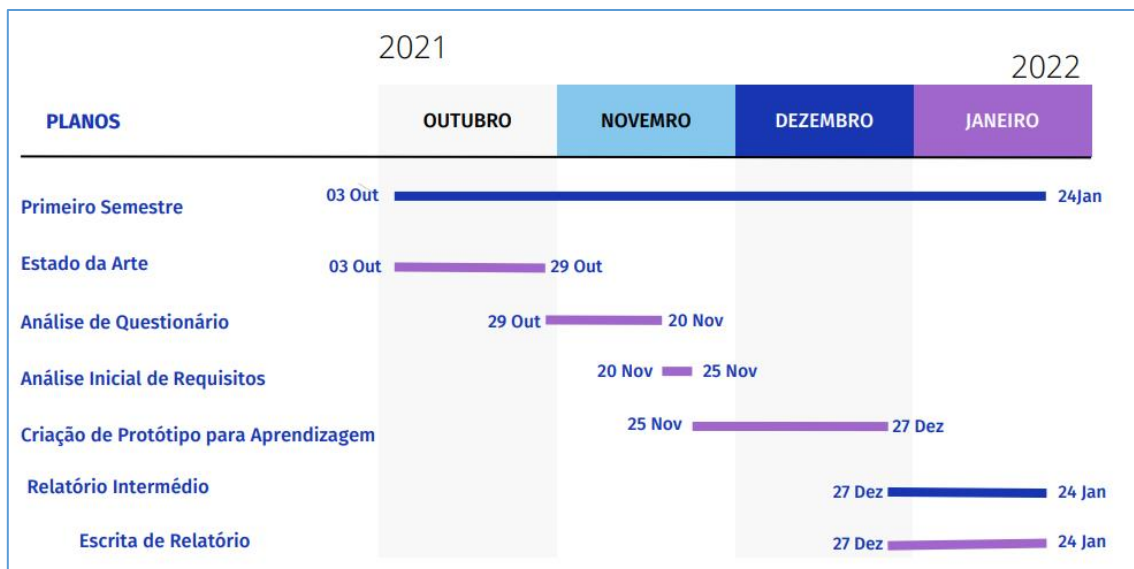


Figura 1: Gráfico de *Gantt*, ilustrando o plano do 1º Semestre.

Na Figura 1, podemos observar todas as atividades que foram realizadas durante o primeiro semestre, com início em 03 de outubro e término em 24 de janeiro. Primeiramente, realizou-se o levantamento do Estado da Arte, focando detalhadamente sobre o conceito da Indústria 4.0, seus princípios, pilares e algumas normas que são adotadas atualmente na Indústria 4.0. Depois, fez-se uma análise dos resultados de um questionário realizado com as empresas que estão atualmente a participar numa iniciativa de manufatura inteligente, parceiros do projeto KYKLOS 4.0. Esta análise permitiu compreender que normas são atualmente adotadas para manufatura inteligente, tendo como referência um projeto europeu de investigação nesta área.

Na fase seguinte do trabalho, realizou-se o desenvolvimento de uma aplicação para efeitos de protótipo e demonstração de potencialidades das aplicações web/mobile para gerir normas. Atendendo à inexperiência da autora da dissertação no desenvolvimento de aplicações web/mobile, foi realizado um protótipo para aprendizagem, permitindo também explorar as potencialidades da ferramenta Glide selecionada.

2.2 Segundo Semestre

Um outro Diagrama de *Gantt* também é apresentado nesta seção, representando o plano de trabalho previsto para o segundo semestre (Figura 2).

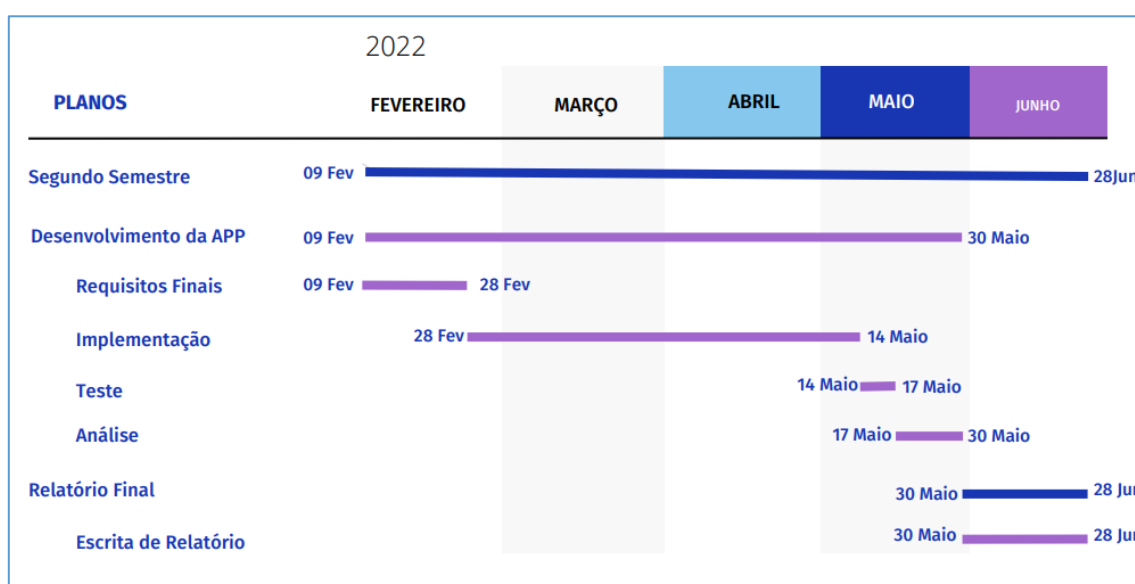


Figura 2: Gráfico de *Gantt*, ilustrando o plano previsto para 2º Semestre.

O segundo semestre visou desenvolver uma aplicação web/mobile para gestão de normas na Indústria 4.0. Esta aplicação serve para auxiliar as empresas que estão a adotar a Indústria 4.0 com implementação de manufatura inteligente, a gerir normas adotadas em projetos de desenvolvimento no contexto da Indústria 4.0.

Primeiramente, foi planeado definir os requisitos finais e utilizar BPMN (*Business Process Model and Notation*) para modelar os processos associados a essa aplicação. Depois, todo o esforço foi focado no desenvolvimento e teste da aplicação. As semanas finais foram planeadas para a conclusão e revisão do relatório final.

A identificação do modelo de ciclo de vida do projeto, auxilia a descrever as etapas do processo de desenvolvimento e as atividades a serem realizadas em cada etapa [5]. Para este projeto escolheu-se um modelo em cascata, composto por uma sequência de etapas sendo elas requisitos, design, implementação, teste e análise. A sua principal vantagem é que o projeto é desenvolvido por etapas bem definidas e sem sobreposição [5].

O Diagrama de *Gantt* apresentado na Figura 3 representa o trabalho que foi efetivamente realizado no segundo semestre.

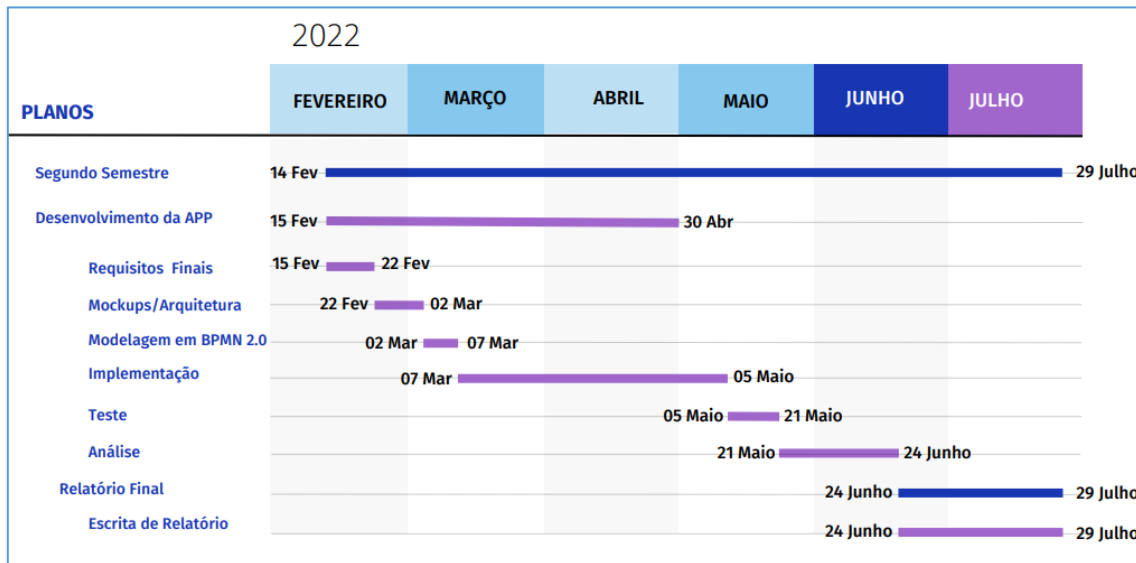


Figura 3: Gráfico de *Gantt*, ilustrando o trabalho realizado no 2º Semestre.

Na Figura 3, pode-se observar que o segundo semestre permitiu uma dedicação completa ao desenvolvimento da aplicação de gestão de normas. Foram definidos os requisitos finais, tarefa que decorreu em cerca de 2 semanas. Após isso, com base nos requisitos definidos, foram exploradas várias ferramentas para realização dos Mockups, Arquitetura de Software e modelagem em BPMN 2.0.

Entretanto, nos mockups foram construídas telas de login, menu principal, editar perfil, consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0, adicionar normas, dar feedback sobre as normas, envio de email e terminar sessão. Na arquitetura de software recorreu-se ao modelo C4 para permitir construir diagrama de contexto do sistema, diagrama de container e diagrama de componentes. Também foi usado BPMN 2.0 para modelar os processos associados à aplicação de gestão normas.

Em seguida, foi realizado o desenvolvimento da aplicação, que depois de finalizada, foi testada e analisada, envolvendo a interação de utilizadores com a aplicação, apresentação de sugestão de melhorias, identificação de erros e suas correções. A fase final consistiu na conclusão e revisão do relatório final.

2.3 Gestão de Riscos

A identificação de riscos para o desenvolvimento do projeto é um fator importante porque permite antecipar os problemas que podem comprometer o sucesso do projeto, fazendo com que o desenvolvedor possa encontrar soluções para os controlar ou resolver. Foi elaborada uma tabela de gestão de riscos, conforme ilustrado na Tabela 1.

ID	Descrição	Impacto	Prob.	Consequências	Plano de Mitigação
1	Inexperiência com as ferramentas utilizadas para o desenvolver do projeto	Alto	Média	Algumas tarefas irão demorar mais tempo	Procurar ajuda com especialistas das ferramentas
2	Existência de muitas normas pode dificultar a escolha das mais adequadas	Médio	Média	Uso das normas inadequadas para desenvolvimento do projeto	Escolher as normas adequadas baseando-se no inquérito
3	Sobreposição com outros projetos do mestrado	Médio	Alta	A data de entrega não será cumprida	Ser ágil na elaboração do projeto
4	Inexperiência na realização de estimativas	Médio	Alta	Planeamento de projeto inadequado	Pedir ajuda às pessoas experientes
5	Limitação da ferramenta utilizada para desenvolver o projeto	Médio	Alta	Armazenamento de quantidade de dados limitado	Utilizar a versão da ferramenta por assinatura
6	Problemas de saúde	Alto	Média	Tarefas incompletas	Definir com clareza as tarefas e ser flexível na sua elaboração.

Tabela 1: Tabela de gestão de risco.

Este capítulo apresentou o planeamento da dissertação e os ajustes na realização das principais tarefas. O desenvolvimento em cascata permitiu alcançar os resultados pretendidos, incluindo um conhecimento prévio do tipo de normas existentes para a manufatura circular e uma especificação mais detalhada dos riscos da aplicação. De acordo com a Tabela 1, os riscos com ID 2 e 3 ocorreram durante a realização do projeto e foram mitigados de acordo com o plano de mitigação apresentado na tabela de gestão de risco. No próximo capítulo são apresentados fundamentos teóricos obtidos na literatura.

Capítulo 3

Estado da Arte

Neste capítulo, é feita uma descrição acerca da Indústria 4.0, os seus princípios e pilares. Seguidamente, é realizada uma síntese de normas com relevância para projetos na Indústria 4.0.

3.1 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 pode ser descrita como uma implementação da fábrica inteligente para fornecer serviços e produtos de forma inteligente para atender às necessidades individuais do cliente [6]. Caracteriza-se pela implementação de um conjunto de tecnologias digitais nos processos de produção, que permite acompanhar, em tempo real, tudo o que se passar nas linhas de produção [6].

A Indústria 4.0 possibilitou o desenvolvimento de um conjunto de fatores importantes, tais como a internet mais ubíqua e móvel, sensores de menor dimensão e mais poderosos, fusão das tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos, sistemas de máquinas inteligentes conectados e robótica avançada. Portanto, a Indústria 4.0, atualmente, é considerada uma nova era industrial [6].

O conceito de Indústria 4.0 foi introduzido na Alemanha e usado pela primeira vez na feira de Hannover em 2011. Isto marcou o início da quarta revolução industrial, marcada pela criação e implementação de novas tecnologias, principalmente digitais, de forma a concretizar um conjunto de princípios que pretendem criar inúmeros benefícios e oportunidades na indústria [3].

Manufatura inteligente (também conhecida como fabricação inteligente) é o sistema de fabricação de última geração que é obtido pela adoção de novos modelos, novas formas e novas metodologias para transformar o sistema de fabricação tradicional num sistema inteligente. Entretanto, a manufatura inteligente desempenha um papel importante na Indústria 4.0. Isto porque os recursos são convertidos em objetos inteligentes para que eles sejam capazes de sentir, agir e se comportar dentro de um ambiente inteligente [7].

3.1.1 Princípios da Indústria 4.0

Para sustentar o desenvolvimento e implementação da Indústria 4.0, C. J. Bartodziej [7] identificou seis princípios: interoperabilidade, modularidade, capacidade em tempo real, descentralização, virtualização, e orientação por serviço [7]. Esses princípios podem ser observados na Figura 4 e apresentados com mais detalhe nesta subsecção.

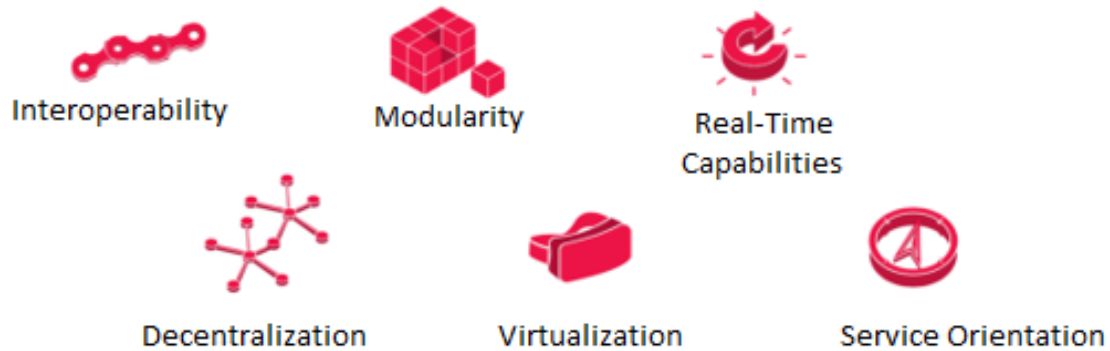


Figura 4: Princípios da Indústria 4.0 [8].

Interoperabilidade: a Indústria 4.0 não seria possível se os sistemas tecnológicos não se pudessem conectar e trocar dados entre si. A interoperabilidade consiste em conectar componentes para permitir a sua comunicação e posterior cooperação por meio de tecnologias como técnicas de integração e redes. Um dos seus principais desafios é garantir a compatibilidade [9].

Modularidade: permite que as atividades da linha de produção sejam concebidas em módulos. Com este princípio, os módulos podem-se conectar e desconectar, de maneira independente, sem a necessidade de parar a produção. Uma das principais vantagens é o de permitir fabricar produtos diferentes, em sequência, facilitando o seu processo final de montagem [10].

Capacidade em tempo real: consiste na disponibilidade de informações em tempo real, melhorando a eficiência e eficácia dos processos. Este princípio auxilia na redução de perdas relacionadas com falhas. Com a introdução de sensores, os problemas podem ser detetados e solucionados de forma mais rápida.

Descentralização: o fluxo de informações ocorrerá entre diferentes subsistemas, em oposição a uma abordagem centralizada, onde a informação fluiria apenas desses subsistemas para um componente principal. Este princípio influencia o processo de tomada de decisão, visto que cada sistema ciberfísico funcionará da forma mais autónoma possível [11].

Virtualização: permite que as organizações inteligentes criem cópias virtuais nos seus sistemas, com o objetivo de monitorizar os processos em plena atividade. Este princípio auxilia os equipamentos a verificar atualizações, realizar ensaios com software mais desenvolvido e testar configurações, antes de executar as suas tarefas [12].

Orientação de serviço: pretende possibilitar o acesso de serviços internos e externos através de tecnologias como internet-das-coisas (IoT). Este princípio permite aumentar a eficiência da produção e entregar serviços com mais qualidade [13].

Estes princípios orientadores são essenciais para projetos que visem adotar a Indústria 4.0. São igualmente importantes os pilares tecnológicos que estão a transformar digitalmente a indústria, apresentados na próxima subsecção.

3.1.2 Pilares da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 possui um conjunto de tecnologias capazes de transformar o funcionamento das organizações [14]. Essas tecnologias são os pilares de avanço tecnológicos da Indústria 4.0, como ilustrado na Figura 5 e seguidamente sumarizados.

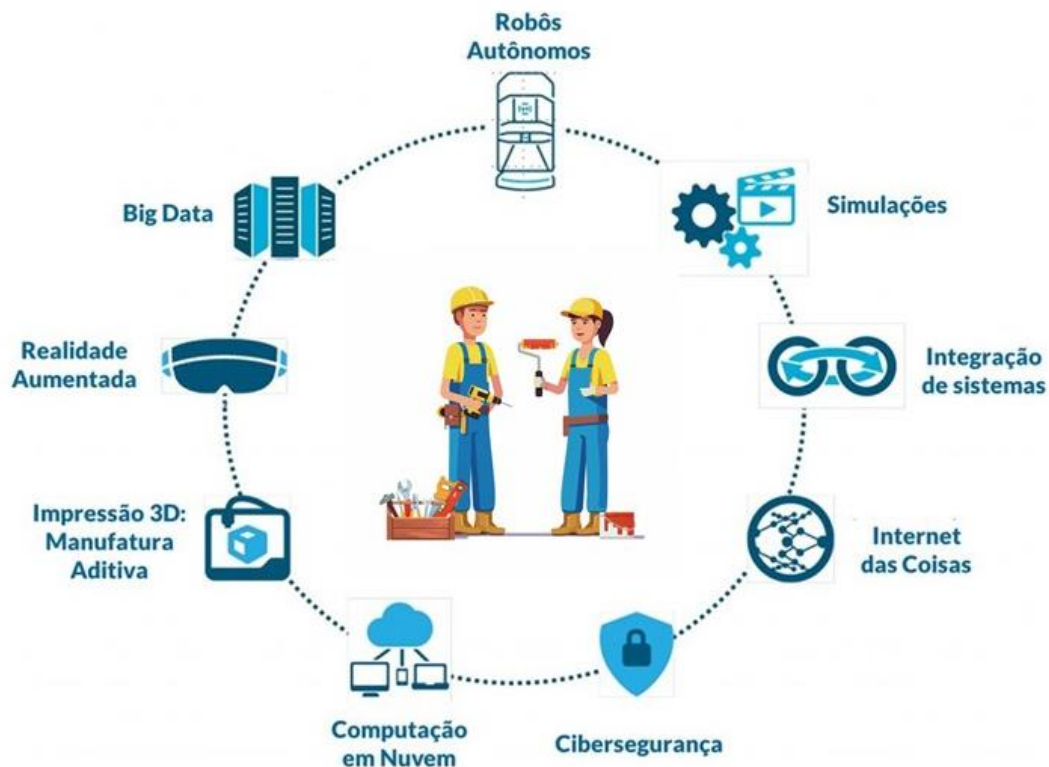


Figura 5: Pilares da Indústria 4.0 [15].

Big Data: é um processo de análise e interpretação de grandes quantidades de dados. Esses dados são armazenados e é o resultado de milhões de sistemas hoje estarem conectados a uma rede IoT e produzirem informações em tempo real sobre quase tudo e que queremos ter disponíveis em qualquer lugar [13]. A Indústria 4.0 pretende coletar todos os dados considerados relevantes, processá-los e transformá-los em conhecimento. Esta atividade requer sistemas tecnologicamente evoluídos e dotados de capacidade de processamento em tempo real [13].

Robôs Autônomos: são utilizados para realização de tarefas complexas, que não podem ou não se pretende que sejam resolvidas por humanos. Os robôs são usados em várias áreas, como produção, logística, atividades de distribuição e podem ser controlados remotamente por humanos [16].

Simulações: para promover um ambiente de manufatura sustentável, as ferramentas de simulação são importantes e de suporte na produção. A simulação oferece os ajustes em sistemas complexos planejando as operações, tendo o conhecimento e as informações e estimativas precisas sobre o sistema, usando a capacidade da engenharia [16].

Integração do Sistema: envolve tecnologias de agregação de sistemas. Na Indústria 4.0 existem três tipos de integrações: horizontal, vertical e ponta a ponta. A horizontal consiste em

um sistema composto por diferentes partes da cadeia de valor. A vertical consiste em integração de sistemas operacionais dentro de uma cadeia de produção. Por último, ponta a ponta que abrange todos os componentes do ciclo de vida do produto [17].

Internet das Coisas: é a designação para uma rede de componentes físicos, conectados via internet, permitindo a sua interação dinâmica [18].

Cibersegurança: conjunto de métodos e ações com o objetivo de proteger e garantir a segurança de equipamentos e sistemas contra invasões [19]. A crescente interligação de sistemas e o suporte em tecnologias digitais colocam este pilar no centro para proteção do negócio e da sociedade.

Computação em Nuvem: consiste num modelo que permite utilizar um conjunto de recursos computacionais através da rede. Essa tecnologia apresenta um grande crescimento devido às suas características atraentes de redução de custos [20].

Manufatura Aditiva: também conhecida como Impressão 3D, a manufatura aditiva refere-se à produção de produtos customizados de acordo com as necessidades dos clientes. A forma mais usual são os métodos de impressão 3D com a finalidade de produzir pequenos lotes e ganhar vantagem por ter menos estoque em mãos [21].

Realidade Aumentada: é uma tecnologia interativa que permite a harmonia entre o mundo virtual e os seus utilizadores. Essa tecnologia também aumenta as interações entre o homem e a máquina e a inspeção visual do ser humano, que é fornecida virtualmente [22].

Verificámos que a Indústria 4.0 requer uma combinação de tecnologias e de princípios para ser colocada em prática. Esta combinação necessita de um planeamento adequado, sendo as normas uma ferramenta importante, ao definirem requisitos que as empresas devem cumprir, sugerindo boas práticas e assegurando a interoperabilidade.

Na próxima secção são apresentadas algumas das normas identificadas no âmbito do projeto KYKLOS 4.0.

3.2 Normas Aplicadas à Indústria 4.0 – Revisão para o Projeto KYKLOS 4.0

A lista de normas com potencial aplicação à Indústria 4.0 é muito vasta, atendendo à sua complexidade tecnológica e à grande velocidade a que novas normas são desenvolvidas. Assim, a revisão apresentada nesta secção tem como ponto de partida as normas identificadas pelos parceiros do projeto KYKLOS 4.0. Resultam de um questionário (Apêndice A) realizado com todos os participantes KYKLOS 4.0, visando identificar as mais críticas (por já estarem a ser implementadas ou por serem assim consideradas pelas empresas que responderam). Cada norma foi depois avaliada pela autora, descrevendo-se seguidamente as mais relevantes.

Manutenção Preditiva é uma das áreas industriais mais relevantes no projeto KYKLOS 4.0. Também conhecida como manutenção baseada em condições, inclui técnicas que têm a capacidade de diagnosticar as possíveis falhas do sistema e protegê-los antecipadamente. Portanto, pode efetivamente melhorar o funcionamento de dispositivos inteligentes, aumentar a sua confiabilidade e a disponibilidade, bem como reduzir o custo de manutenção dos equipamentos e o custo de fabricação do sistema de produção [24].

Existem várias normas para manutenção preditiva:

- ISO 13374-1:2003 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Processamento de dados, comunicação e apresentação – Parte 1: Diretrizes gerais.
- ISO 13374-2:2007 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Processamento de dados, comunicação e apresentação – Parte 2: Processamento de dados.
- ISO 13374-3:2012 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Processamento de dados, comunicação e apresentação – Parte 3: Comunicação.
- ISO 13374-4:2015 Monitoramento de condições e diagnóstico de sistemas de máquinas – Processamento de dados, comunicação e apresentação – Parte 4: Apresentação.
- ISO 13381-1:2015 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Prognósticos – Parte 1: Diretrizes gerais ISO 13372:2012 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Vocabulário.
- ISO 18434-1:2008 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Termografia – Parte 1: Procedimentos gerais.
- ISO 10303-11:2004 Sistemas e integração de automação industrial – Representação e troca de dados do produto – Parte 11: Métodos de descrição: O manual de referência da linguagem EXPRESS.
- ISO 10303-21:2016 Sistemas e integração de automação industrial – Representação e troca de dados do produto – Parte 21: Métodos de implementação: Codificação de texto claro da estrutura de troca.
- ISO 10303-28:2007 Sistemas e integração de automação industrial – Representação e troca de dados de produtos – Parte 28: Métodos de implementação: representações XML de esquemas e dados EX-PRESS, usando esquemas XML.
- ISO 2041:2009 Vibração mecânica, choque e monitoramento de condições – Vocabulário.
- ISO 13379-1:2012 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Interpretação de dados e técnicas de diagnóstico - Parte 1: Diretrizes gerais.

- ISO 13381-1:2015 Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas – Prognósticos – Parte 1: Diretrizes gerais.

A norma **ISO 23247** é uma especificação para apoiar a criação de gémeos digitais de elementos de manufatura observáveis, incluindo pessoal, equipamentos, materiais, processos de manufatura, instalações, ambiente, produtos e documentos de suporte. Um gémeo digital ajuda a detetar anomalias nos processos de manufatura para atingir objetivos funcionais de controlo em tempo real, manutenção preditiva, adaptação de processos, análise de Big Data e aprendizagem computacional [25].

O **Formato de Dados Hierárquicos Versão 5 (HDF5)** é uma especificação de formatos de arquivos e bibliotecas, desenvolvidos para organizar e armazenar dados de grande dimensão e complexidade. Esta norma pode ser aplicada à Indústria 4.0, para permitir o armazenamento de grande quantidade de dados [26]. A norma existente para o HDF5 é:

- ISO/TS 10303-26:2011 Sistemas de automação industrial — Representação e troca de dados de produtos — Parte 26: Métodos de implementação: Representação binária de dados acionados por EXPRESS.

A norma **ISO 10303** é conhecida como STEP (*Standard for the Exchange of Product model data*) é um padrão internacional para a integração, apresentação e o intercâmbio de dados de produtos industriais, via computador [27]. O objetivo desta norma é fornecer um mecanismo capaz de descrever dados de produtos industriais sem ambiguidade e independente de qualquer sistema específico [27].

ISO/IEC 30118-8:2021 (Tecnologia da informação – *Especificação Open Connectivity Foundation* (OCF) – Parte 8: Recurso OCF para especificação de mapeamento de recursos oneM2M).

A norma ISO/IEC 30118-8:2021 garante que as comunicações máquina a máquina possam operar efetivamente em escala mundial. A normalização oneM2M divide-se em seis grupos de trabalho, sobre requisitos de IoT, arquitetura de sistema, protocolos, segurança, gestão, abstração e semântica e testes [28].

ISO/TS 14048:2002 (Gestão ambiental, Avaliação do ciclo de vida e Formato de documentação de dados). A norma ISO/TS 14048:2002 fornece os requisitos e uma estrutura para um formato de documentação de dados. Ela permite que a documentação consistente dos dados, relatórios de recolha de dados e cálculo de dados sejam especificados e estruturados com informações relevantes. Esta norma é aplicável à especificação e estruturação de formulários de questionário em sistemas de informação e em gestão de dados ambientais [29].

ISO 7250-1:2017 (Basic human body measurements for technological design – Part 1: Body measurement definitions and landmarks). Esta norma destina-se a ser utilizada em conjunto com regulamentos ou acordos nacionais ou internacionais para garantir a harmonia na definição de grupos populacionais e permitir a comparação de dados antropométricos entre os órgãos membros [30].

ISO/IEC 20922:2016 (Tecnologia da informação - Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)) é um protocolo de mensagens de publicação/assinatura leve e projetado para telemetria M2M (máquina a máquina) em ambientes de baixa largura de banda. Ele é usado em muitas situações para comunicação em contextos máquina a máquina e internet das coisas (IoT) [31].

A **Notação de Objeto JavaScript (JSON)** é um formato leve de intercâmbio de dados e de fácil leitura e escrita para os humanos, e fácil para criação e análise computacional. Este formato de texto, que é completamente independente da linguagem, usa convenções que são familiares aos programadores da família da linguagem C, incluindo C, C++, C#, Java, JavaScript, Python e muitas outras. Portanto, JSON é um formato padrão usado para troca de dados complexo e heterogêneo [32]. Existem algumas normas para Notação de Objeto JavaScript (JSON) que são:

- ISO/IEC 19075-6:2021 Tecnologia da informação — Orientação para o uso da linguagem de base de dados SQL — Parte 6: Suporte para JSON.
- ISO/IEC 8825-8:2021 Tecnologia da informação — regras de codificação ASN.1 — Parte 8: Specification of JavaScript Object Notation Encoding Rules (JER).
- ISO/IEC TR 19075-6:2017 Tecnologia da informação — Linguagens de base de dados — Relatórios técnicos SQL — Parte 6: Suporte SQL para JavaScript Object Notation (JSON)

Modbus é um protocolo de comunicação de dados desenvolvido pela Modicon e publicado em 1979, para utilização em programmable logic controllers (PLCs). Entretanto, na indústria este protocolo é utilizado para conectar dispositivos eletrônicos industriais. Por outro lado, também é usado por vários fabricantes em diferentes segmentos industriais, para transmitir sinais de instrumentação e ações de controle para um sistema controlador ou sistema de aquisição de dados [33]. A norma existente para Modbus é a seguinte:

- ISO 15745-4:2003/Amd 2:2007 Sistemas e integração de automação industrial — Estrutura de integração de aplicativos de sistemas abertos — Parte 4: Descrição de referência para sistemas de controle baseados em Ethernet — Alteração 2: Perfis para Modbus TCP, EtherCAT e ETHERNET Powerlink.

ISO/TS 13584-35:2010 (Sistemas e integração de automação industrial — Biblioteca de peças — Parte 35: Recursos de implementação: Interface de formulário para biblioteca de peças).

A norma ISO/TS 13584-35:2010 é uma estrutura de dados do formulário para dicionário e biblioteca, onde o formato CSV (Comma Separated Values) é usado para troca de biblioteca e dicionário compatível com ISO 13584 [34].

A **ISO/IEC 19464:2014** é uma norma que define o Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) que é um protocolo de internet aberto para mensagens de negócios. Este protocolo é

composto por cinco camadas tais como: primeira, é o sistema e a codificação do tipo AMQP, segunda, é a camada de transporte AMQP, que é um protocolo eficiente, binário e peer-to-peer para o transporte de mensagens entre dois processos numa rede; a terceira, é o formato de mensagem AMQP, com uma codificação de concreto; a quarta, é a camada das interações que podem ser agrupadas dentro de transações atômicas, por último, a quinta, é a camada de segurança AMQP [35].

ISO/IEC 21778:2017 (Tecnologia da informação -A sintaxe de intercâmbio de dados JSON). O objetivo da norma ISO/IEC 21778:2017 é apenas definir a sintaxe dos textos JSON válidos [36].

ISO/IEC 27001:2013 (Técnicas de segurança – Sistemas de gestão de segurança da informação – Requisitos). Esta norma especifica os requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão da segurança da informação no contexto da organização. Também inclui requisitos para avaliação e tratamento dos riscos de segurança da informação adaptados às necessidades da organização. Portanto, os requisitos estabelecidos na norma ISO/IEC 27001:2013 aplicam-se a todas as organizações [37].

A norma **ISO 527-1** (Plásticos – Determinação das propriedades de tração – Parte 1) é uma especificação que descreve métodos de teste para determinar as propriedades de tração, como resistência à tração de plásticos e outros materiais de resina [38]. Esta norma não é específica da Indústria 4.0, mas foi identificada no projeto e revela que normas associadas aos produtos físicos também devem ser consideradas.

A norma **ISO 527-5** (Plásticos – Determinação de propriedades de tração – Parte 5) especifica as condições de teste para a determinação das propriedades de tração de compósitos plásticos reforçados com fibra unidirecional. Esses métodos são usados para investigar o comportamento de tração das amostras de teste e para determinar a resistência à tração e o módulo de tração [39].

A norma **ISO 13485:2016** (Dispositivos médicos – Sistemas de gestão de qualidade) especifica os requisitos para um sistema de gestão da qualidade onde uma organização precisa demonstrar a sua capacidade de fornecer dispositivos médicos e serviços relacionados que respeitem os requisitos regulatórios aplicáveis e clientes [39]. Esta norma pode ser utilizada por fornecedores ou partes externas que forneçam produtos, incluindo serviços relacionados com o sistema de gestão da qualidade [40].

ISO 14971:2019 (Dispositivos médicos – Aplicação de gerenciamento de riscos a dispositivos médicos). Esta norma especifica terminologia, princípios e processo de gestão de riscos de dispositivos médicos, incluindo software para dispositivos médicos, como por exemplo para diagnóstico in vitro [41]. Esta norma tem como objetivo auxiliar os fabricantes de dispositivos médicos a identificar os perigos associados ao dispositivo médico, estimar e avaliar os riscos associados, controlar esses riscos e monitorizar a eficácia das ações de controlo [41].

ISO 16840-1:2006 (Assento para cadeira de rodas – Parte 1: Vocabulário, convenção do eixo de referência e medidas para segmentos corporais, superfícies de postura e suporte postural). Esta norma especifica um sistema de coordenadas global que permite a determinação e o registo da postura de uma pessoa enquanto está sentada numa cadeira de rodas. Assim, a norma ISO 16840-1:2006 aplica-se a assentos destinados a fornecer suporte postural numa cadeira de rodas [42].

ISO/IEC 23053 (Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)).

Inteligência Artificial é um ramo da ciência da computação que propõe a criação de máquinas que são capazes de perceber padrões com base em dados, tomar decisões e resolver problemas [43]. A AI pode ser usada para ajudar software e outros produtos tecnológicos a realizar uma grande variedade de tarefas, possibilitando que na indústria hajam equipamentos que fabricam e conferem os produtos sem precisarem de ser operados por um humano [43]. A norma **ISO/IEC 23053** descreve os componentes do sistema e as suas funções no ecossistema de AI. Esta norma é aplicável a todos os tipos e tamanhos de organizações, incluindo empresas públicas e privadas, entidades governamentais e organizações sem fins lucrativos, que implementam ou usam sistemas de AI [44].

Em síntese, este capítulo apresentou uma revisão da literatura sobre a Indústria 4.0, mostrando que a transformação digital é atualmente uma tendência importante e que a sua adoção apresenta vários desafios que precisam de ser enfrentados principalmente na implementação de pilares tecnológicos e normas a aplicar na Indústria 4.0. No capítulo subsequente aborda-se a análise de normas do Projeto KYKLOS 4.0.

Capítulo 4

Análise de Normas do Projeto KYKLOS 4.0

Após a introdução do tema da Indústria 4.0 e a apresentação de algumas das suas respetivas normas, este capítulo apresenta a análise de um questionário (Apêndice A), preenchido pelas empresas participantes do projeto KYKLOS 4.0.

A análise deste questionário foi realizada utilizando tabelas e gráficos com o intuito de facilitar a compreensão dos resultados obtidos no questionário preenchido pelos parceiros do projeto KYKLOS 4.0. Os gráficos usados para esta análise foram os de barras e circular, tendo sido todos eles elaborados em *Excel*.

4.1 Identificação de Normas

Nesta fase, com base nos resultados do inquérito realizado a empresas participantes no projeto KYKLOS 4.0, foi possível conhecer um conjunto de normas usadas no próprio projeto.

Na Tabela 2, temos representadas as 28 normas, indicadas por 15 empresas, que são utilizadas no projeto KYKLOS 4.0. Os nomes das empresas foram modificados para assegurar o seu anonimato neste relatório.

Company	Standard Identification
Empresa 1	<ul style="list-style-type: none"> Predictive maintenance standard
Empresa 2	<ul style="list-style-type: none"> Green Deal and Sustainable Development - European Blockchain Strategy
Empresa 3	<ul style="list-style-type: none"> HDF5, VTK
Empresa 4	<ul style="list-style-type: none"> oneM2M
Empresa 5	<ul style="list-style-type: none"> Semantic Sensor Network Ontology (SSN)
Empresa 6	<ul style="list-style-type: none"> ISO/TS 14048:2002
Empresa 7	<ul style="list-style-type: none"> Decision Making Tool AM
Empresa 8	<ul style="list-style-type: none"> ISO 13485:2016 - Medical devices — Quality management systems
Empresa 9	<ul style="list-style-type: none"> Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)

Company	Standard Identification
Empresa 10	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 7250-1:2017 • ISO 527-5
Empresa 11	<ul style="list-style-type: none"> • MQTT • JSON • Modbus • OPC UA • CSV
Empresa 12	<ul style="list-style-type: none"> • ISO/IEC 19464: 2014 • FIPA Agent Management Specification • ISO/IEC 27001:2013 • ISO/IEC 21778:2017 • OWL
Empresa 13	<ul style="list-style-type: none"> • REGULATION (EU) 2017/745 • ISO 14971:2019 • ISO 16840-1:2006
Empresa 14	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 10303 • ISSO 23247
Empresa 15	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 10303 • ISO 527

Tabela 2: Normas indicadas pelas empresas.

4.2 Importância das Normas

Tendo por base os resultados do questionário, os motivos de adoção das normas por parte das empresas podem ser visualizados na Figura 6.

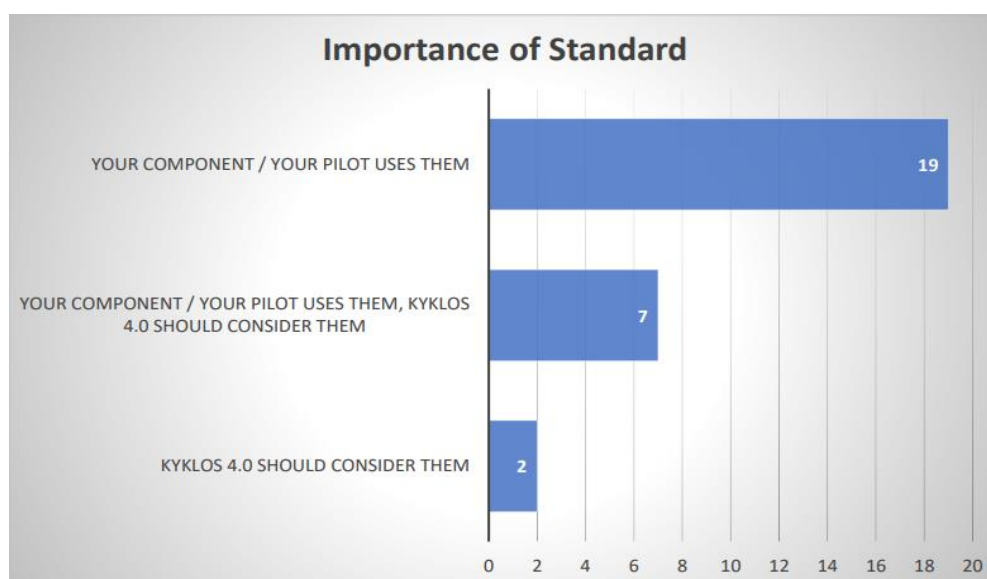


Figura 6: Importância das normas indicadas pelas empresas.

Na Figura 6, pode-se observar, do lado esquerdo, o motivo indicado pelas empresas para a adoção das normas e, do lado direito, o número de empresas que indicaram o motivo da indicação dessas normas. Neste contexto, podemos verificar que em 19 situações, as empresas justificaram que as normas são importantes porque “your component/ your pilot uses them”, demonstrando que é importante ter em consideração as práticas de trabalho já existentes nas empresas. De referir que esses componentes podem ser relativos a uma parte específica do projeto envolvendo hardware, software ou ambos.

Em seguida, temos uma tabela que ilustra o resultado estatístico relativamente à experiência e à dificuldade que as empresas têm na implementação dessas normas.

Descriptive Statistics			
	Minimum	Maximum	Mean
How experienced are you with it (from 1 to 10)?	1	10	6,89
How difficult is the deployment of the standard (from 1 to 10)?	1	9	5,43

Tabela 3: Resultado da experiência e dificuldade obtidas na implementação das 28 normas.

Na Tabela 3, temos uma amostra realizada com 28 normas, onde se observa a experiência das empresas com essas normas, tendo a Média=6,89, o Máximo=10 e o Mínimo=1. A dificuldade que têm na implementação das normas tem a Média=5,43, Máximo=9 e Mínimo=1. Portanto, com a análise desenvolvida consegue-se perceber que muitas empresas já têm experiência com algumas das normas indicadas, podendo considerar-se que não são demasiado difíceis de implementar.

Na Tabela 4, são apresentadas as respostas a três questões que foram formuladas para perceber se as normas, indicadas para a contribuição para a Indústria 4.0, estão a ser aplicadas pelas empresas.

Análise de Normas do Projeto KYKLOS 4.0

Standard Identification	Are you monitoring the development of the standard in its home standardization committee?	Are you contributing to the development of the standard in its home standardization committee?	Could contribute to the development of the standard?
Predictive maintenance standard	Yes	Yes	Yes
oneM2M	Yes	Yes	Yes
ISO 10303	Yes	Yes	Yes
ISO 10303	Yes	No	Yes
ISO 23247	Yes	No	Yes
ISO 527	Yes	No	Yes
Semantic Sensor Network Ontology (SSN)	Yes	No	Yes
ISO 527-5	No	No	Yes
Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)	No	No	Yes
Decision Marking Tool AM	No	No	Yes
ISO/TS 14048:2002	No	No	Yes
Regulation (EU) 2017/745	No	No	No
MQTT	No	No	No
ISO/IEC 19464:2014	No	No	No
ISO 13485:2016	No	No	No

Standard Identification	Are you monitoring the development of the standard in its home standardization committee?	Are you contributing to the development of the standard in its home standardization committee?	Could contribute to the development of the standard?
Green Deal and Sustainable Development - European Blockchain Strategy	No	No	No
HDF5, VTK	No	No	No
ISO 7250-1:2017	No	No	No
JSON	No	No	No
ISO 14971:2019	No	No	No
Modbus	No	No	No
ISO/IEC 27001:2013	No	No	No
ISO 16840-1:2006	No	No	No
OPC UA	No	No	No
OWL	No	No	No
CSV	No	No	No
ISO/IEC 21778:2017	No	No	No
FIPA	No	No	No

Tabela 4: Resultado do questionário com as normas aplicadas para Indústria 4.0.

Na Tabela 4, está representado um total de 28 normas e três questões relacionadas com a contribuição das empresas participantes para o desenvolvimento destas normas para a Indústria 4.0. Portanto, observa-se que temos sete normas em que as empresas afirmam que estão a monitorizar o desenvolvimento destas normas no seu Comité de Normalização Local. Para outras três normas, as empresas afirmam que estão a contribuir para o desenvolvimento destas normas no seu Comité de Normalização Local. Por outro lado, para onze normas as empresas afirmam que elas poderiam contribuir para o seu desenvolvimento. Por último, com as restantes

normas indicadas consegue-se perceber que as empresas não estão a participar no desenvolvimento dessas mesmas normas.

Em seguida, fez-se uma análise gráfica, em percentagem, relativamente às três questões anteriores e obtiveram-se os seguintes resultados, conforme ilustrado nas Figuras 7, 8 e 9.

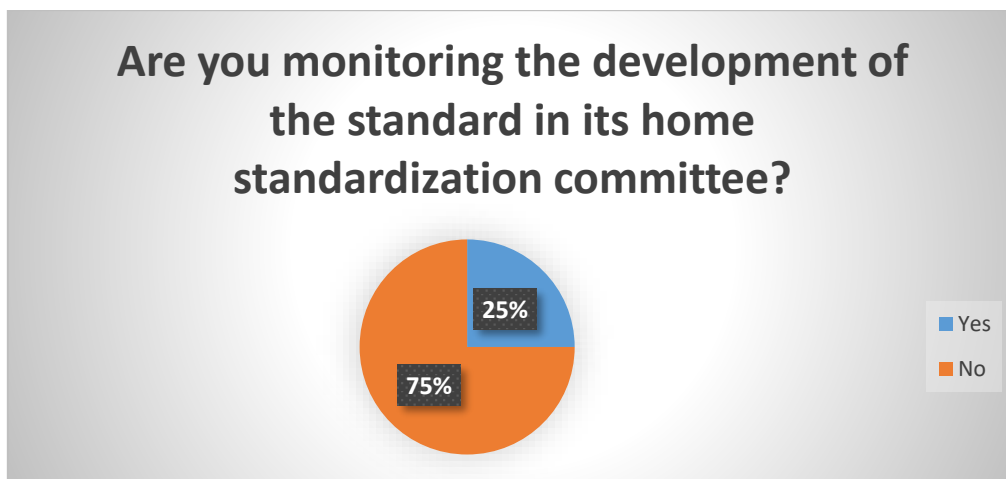


Figura 7: Respostas sobre a monitorização do desenvolvimento das normas.

Na Figura 7, representa-se a percentagem das empresas que estão a monitorizar o desenvolvimento destas normas no seu Comité de Normalização Local. Com esta análise, consegue-se entender que a maior parte das empresas não está a monitorizar o desenvolvimento dessas normas. Assim, não se pode esperar que as empresas identifiquem atempadamente mudanças ou normas novas, requerendo provavelmente que uma equipa mais especializada neste assunto as vá informando de como os processos de normalização decorrem.

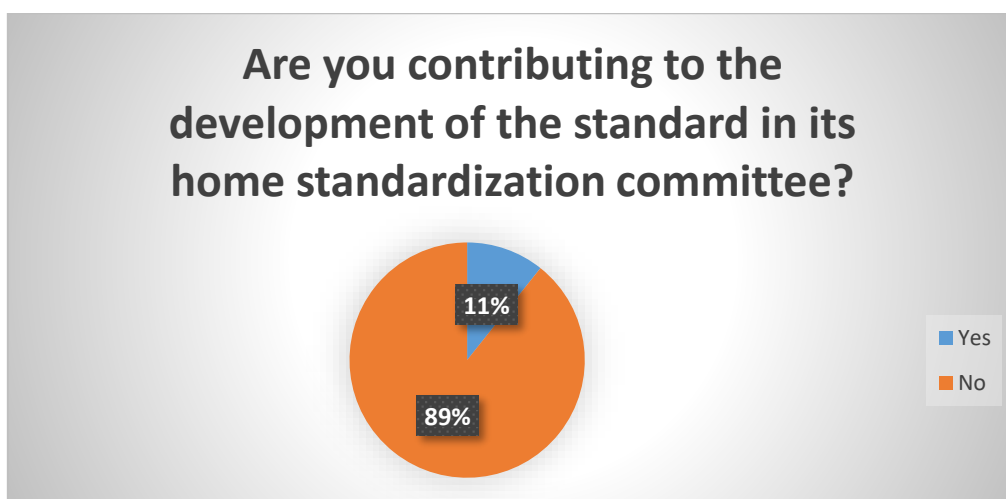


Figura 8: Respostas sobre a contribuição para o desenvolvimento das normas.

Observando a Figura 8, temos que 11% das empresas estão a contribuir para o desenvolvimento destas normas no seu Comité de Normalização Local, enquanto 89% delas não o fazem.

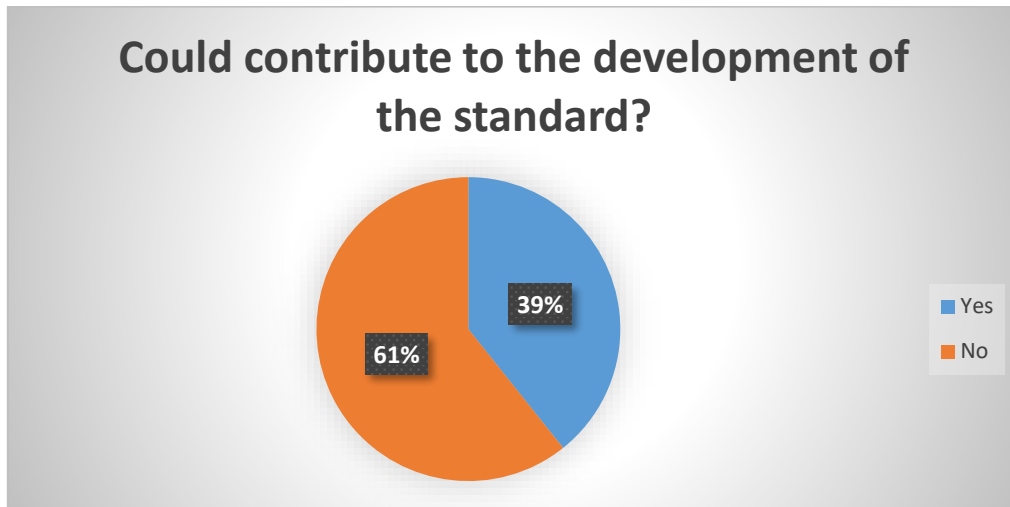


Figura 9: Respostas sobre se as empresas poderiam contribuir para o desenvolvimento das normas.

Relativamente à Figura 9, temos ilustrado que 39% das empresas concordam que o projeto KYKLOS 4.0 poderia contribuir para o desenvolvimento das normas, enquanto 61% não concordam. As empresas acham que o contributo pode ser maior do que o ocorre atualmente, porque só 11% estão a contribuir.

4.3 Temas para as Normas

Para as normas que podem ser aplicadas na Indústria 4.0, foram indicados quinze temas. Na Figura 10, é possível ilustrar a quantidade de normas que foram indicadas para cada tema.

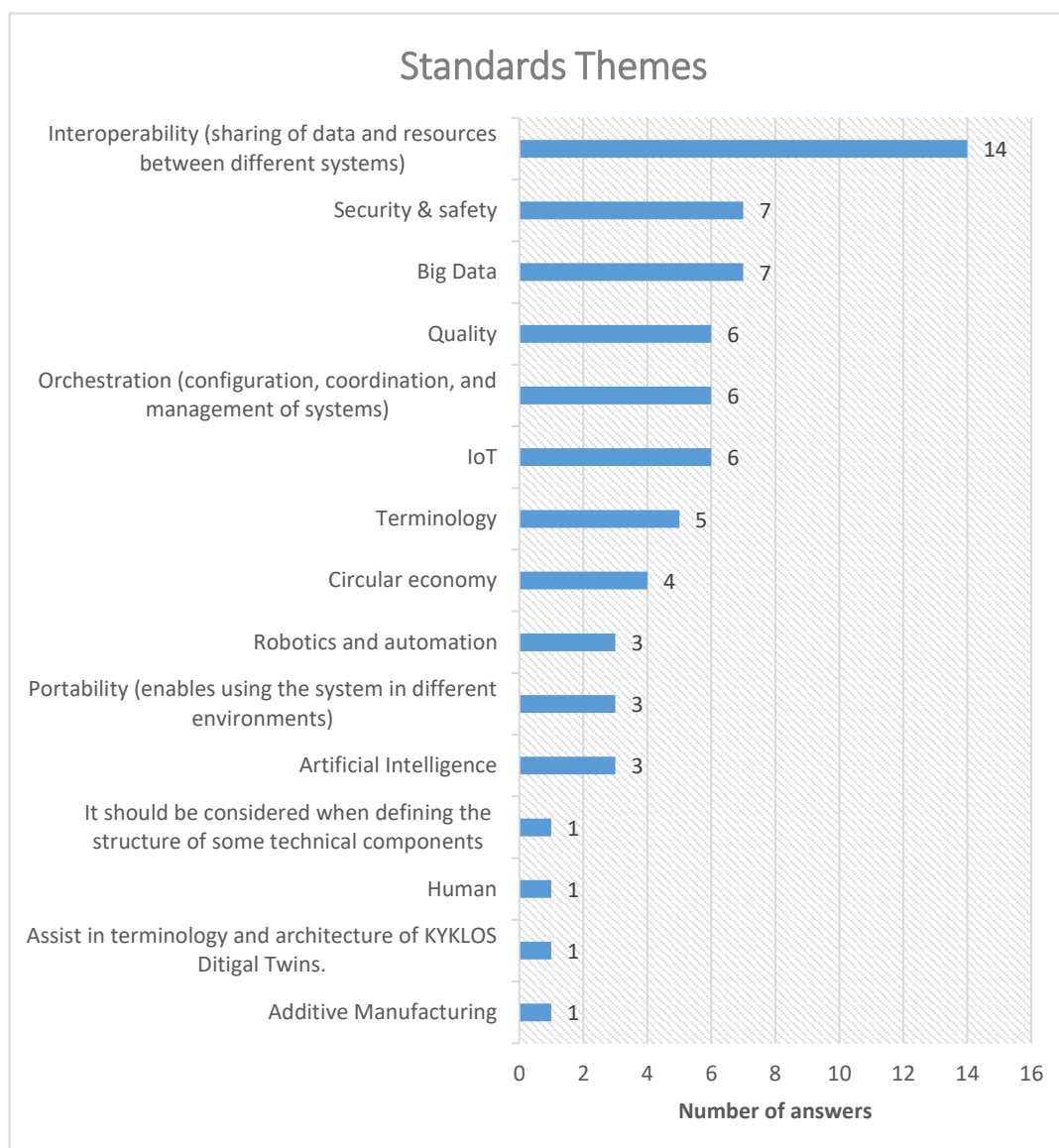


Figura 10: Temas identificados para as normas aplicadas à Indústria 4.0.

Nesta figura, temos representado no lado esquerdo os temas das normas identificadas e no lado direito a quantidade de normas que foram indicadas para cada um. Podemos verificar que a maioria das normas se referem aos aspetos de interoperabilidade. A interoperabilidade é definida como uma característica de um sistema de Tecnologia da Informação, cujas interfaces são totalmente compreendidas, para trabalhar com outros sistemas, seja em implementação ou acesso, sem quaisquer restrições ou com um acesso controlado [9]. Para além disso, temos na Figura 10, como prioridade três temas para segurança e grandes volumes de dados. Por outro lado, também temos a inteligência artificial (IA), que é um ramo da ciência da computação que propõe a criação de máquinas que são capazes de perceber padrões com base em dados, tomar decisões e resolver problemas [43]. Apesar da inteligência artificial ser uma área emergente, já é mencionada na lista de temas em 3 normas.

Na Tabela 5 pode-se perceber com mais detalhe, os temas e quais as normas que foram indicadas para cada área de tema.

Standard Themes	Standard Identification
Additive Manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 527-5
Assist in terminology and architecture of KYKLOS Digital Twins.	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 23247
Human	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 7250-1:2017
Artificial Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> • Predictive maintenance standard • ISO/TS 14048:2002 • FIPA Agent Management Specification
Portability	<ul style="list-style-type: none"> • oneM2M • ISO/TS 14048:2002 • Decision Making Tool AM
Robotics and automation	<ul style="list-style-type: none"> • Predictive maintenance standard • REGULATION (EU) 2017/745 • Decision Making Tool AM
Circular economy	<ul style="list-style-type: none"> • oneM2M • ISO/TS 14048:2002 • Decision Making Tool AM • ISO 527-5
Terminology	<ul style="list-style-type: none"> • Semantic Sensor Network Ontology • ISO 7250-1:2017 • REGULATION (EU) 2017/745 • ISO 14971:2019 • ISO 16840-1:2006
Big Data	<ul style="list-style-type: none"> • Predictive maintenance standard • HDF5, VTK • ISO/TS 14048:2002 • MQTT • REGULATION (EU) 2017/745 • JSON • ISO 16840-1:2006
Quality	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 13485:2016 • REGULATION (EU) 2017/745 • Decision Making Tool AM • ISO 527 • ISO 14971:2019 • ISO 16840-1:2006

Standard Themes	Standard Identification
Orchestration	<ul style="list-style-type: none"> • Predictive maintenance standard • ISO/TS 14048:2002 • MQTT • JSON • Modbus • OPC UA
Security & safety	<ul style="list-style-type: none"> • Green Deal and Sustainable Development • MQTT • REGULATION (EU) 2017/745 • ISO 14971:2019 • ISO/IEC 27001:2013 • ISO 16840-1:2006 • OPC UA
IoT	<ul style="list-style-type: none"> • oneM2M • ISO/TS 14048:2002 • MQTT • JSON • Modbus • OPC UA
Interoperability	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 10303 • HDF5, VTK • oneM2M • Semantic Sensor Network Ontology • ISO/TS 14048:2002 • MQTT • ISO/IEC 19464:2014 • ISO 527-5 • JSON • ISO/IEC 21778:2017 • Modbus • OPC UA • OWL • CSV
It should be considered when defining the structure of some technical components	<ul style="list-style-type: none"> • Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)

Tabela 5: Quantidade de normas identificadas para cada tema.

Na Tabela 5, temos representados, no lado esquerdo, os temas e, no lado direito, as normas que foram indicadas para cada tema. Deste modo, pode-se observar que a interoperabilidade é o tema indicado para a maioria das normas indicadas pelas empresas, como visto anteriormente na Figura 10.

4.4 Componentes

Com a realização do inquérito efetuado no Google Forms, permitiu-se que as empresas indicassem alguns componentes técnicos do projeto que podem tirar partido de normas, conforme demonstrado na Tabela 6.

Quantidade	Componentes
1	TC3.1.1 KYKLOS 4.0 Shop Floor Cognitive Accelerator Hardware
1	TC3.2.1 Data Reduction Techniques & Fault Dependency Model
2	TC3.3.1 Semantic Knowledge Base (SKB)
1	TC3.4.1 Inference Engine
2	TC3.6.1 KYKLOS Maintenance Scheduler
2	TC4.1.1 DL Toolkit
3	TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit
5	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM)
4	TC4.4.1 LCA Simulations Engine
4	TC4.5.1 PLM Module
3	TC4.6.1 Manufacturing Management Component
1	TC5.1.1 Blockchain-based Auditing Platform
1	TC5.4.1 Data Manager
1	TC6.1.1 Parametric Design Methodology
1	TC6.2.1 Recommendation Engine
5	TC6.3.1 Advanced Additive Manufacturing Component
6	TC6.4.1 Web 3D Modelling Component
1	TC7.1.1 Virtual Production Line Orchestrator
3	TC7.2.1 KYKLOS 4.0 Marketplace
3	TC7.3.1 Brokering and Matchmaking
2	TC7.4.1 KYKLOS 4.0 Front End
6	TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure - A Collaborative Private Cloud Platform
1	TC8.1.1 DSS Decision Support System
7	TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
1	TC9.3.1 Open SPHINX
2	TC9.5.1 KYKLOS Product Refurbishment Certification

Tabela 6: Quantidade de normas identificadas para cada componente técnico do projeto.

Podemos observar na Tabela 6, que vários componentes técnicos do projeto podem usar normas indicadas pelas empresas. De notar que esses componentes técnicos fazem parte da plataforma em desenvolvimento no âmbito do projeto KYKLOS 4.0.

Esta secção apresentou os resultados do inquérito realizado a empresas participantes no projeto KYKLOS 4.0, permitindo compreender melhor os exemplos de normas utilizadas atualmente em projetos de manufatura inteligente. No capítulo seguinte, é apresentada a definição de requisitos e uma introdução à ferramenta de desenvolvimento.

Capítulo 5

Definições de Requisitos e Introdução à Ferramenta de Gestão de Normas

Neste capítulo, apresenta-se a definição de requisitos que devem ser considerados para o desenvolvimento desta aplicação de gestão de normas, bem como a introdução da ferramenta selecionada para o desenvolvimento deste projeto.

5.1 Requisitos

A definição de requisitos desempenha um papel muito importante no desenvolvimento deste projeto porque ajuda as partes interessadas a conhecerem melhor as funcionalidades e os objetivos do sistema de gestão de normas.

Os requisitos definidos para o desenvolvimento deste projeto encontram-se no Apêndice B. São identificados 7 requisitos funcionais gerais que representam funcionalidades implementadas no backend. Em seguida, 16 requisitos funcionais do usuário e 10 requisitos funcionais do administrador. Também são apresentados os requisitos não funcionais, divididos em usabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, portabilidade, desempenho e segurança. Por último, são apresentados casos de uso e mockups com as funcionalidades do usuário. Na sessão seguinte, podem-se observar alguns exemplos de requisitos existente no Apêndice B.

5.1.1 Exemplos de Requisitos

Nesta secção, é possível observar um exemplo de requisito funcional do usuário, caso de uso, requisito não funcional de usabilidade e mockup, com objetivo de entender melhor o conteúdo do Apêndice B. A funcionalidade selecionada para o exemplo corresponde ao processo de adicionar uma norma na aplicação de gestão de norma.

5.1.2 Requisitos Funcionais do Usuário

Na Tabela 7, pode-se observar um exemplo de requisito funcional do usuário para adicionar uma norma no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
09	O usuário poderá adicionar novas normas no sistema utilizando o menu de inserir normas.	Must Have

Tabela 7: Requisito funcional do usuário para adicionar normas.

5.1.3 Caso de Uso

Na Tabela 8, apresenta-se um exemplo de descrição de caso de uso de adicionar norma, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao adicionar norma no sistema.

Caso de uso	Adicionar normas
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários adicionam as normas por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado no sistema.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão " <i>Insert Standards</i> " existente na página do menu principal. 2- O sistema direciona o usuário para uma página onde lhe solicita todas as informações da norma que deseja inserir. 3- O usuário insere as informações solicitadas pelo sistema e clica no botão " <i>Submit</i> ". 4- O usuário visualiza uma notificação automática, indicando que a norma foi submetida para análise.
Exceções	O usuário insere norma já existente no sistema.

Tabela 8: Descrição do caso de uso de adicionar normas.

5.1.4 Requisito não Funcional de Usabilidade

Na Tabela 9, pode-se observar um exemplo de requisitos não funcionais de usabilidade.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
U01	O sistema deve ser de aprendizagem fácil.	Must Have

Tabela 9: Requisitos não funcional de usabilidade.

5.1.5 Mockups

Numa fase inicial do projeto, foram elaborados mockups para auxiliar na construção da interface. Na Figura 11, pode-se observar um exemplo de mockup que o usuário visualiza para conseguir adicionar normas no sistema.

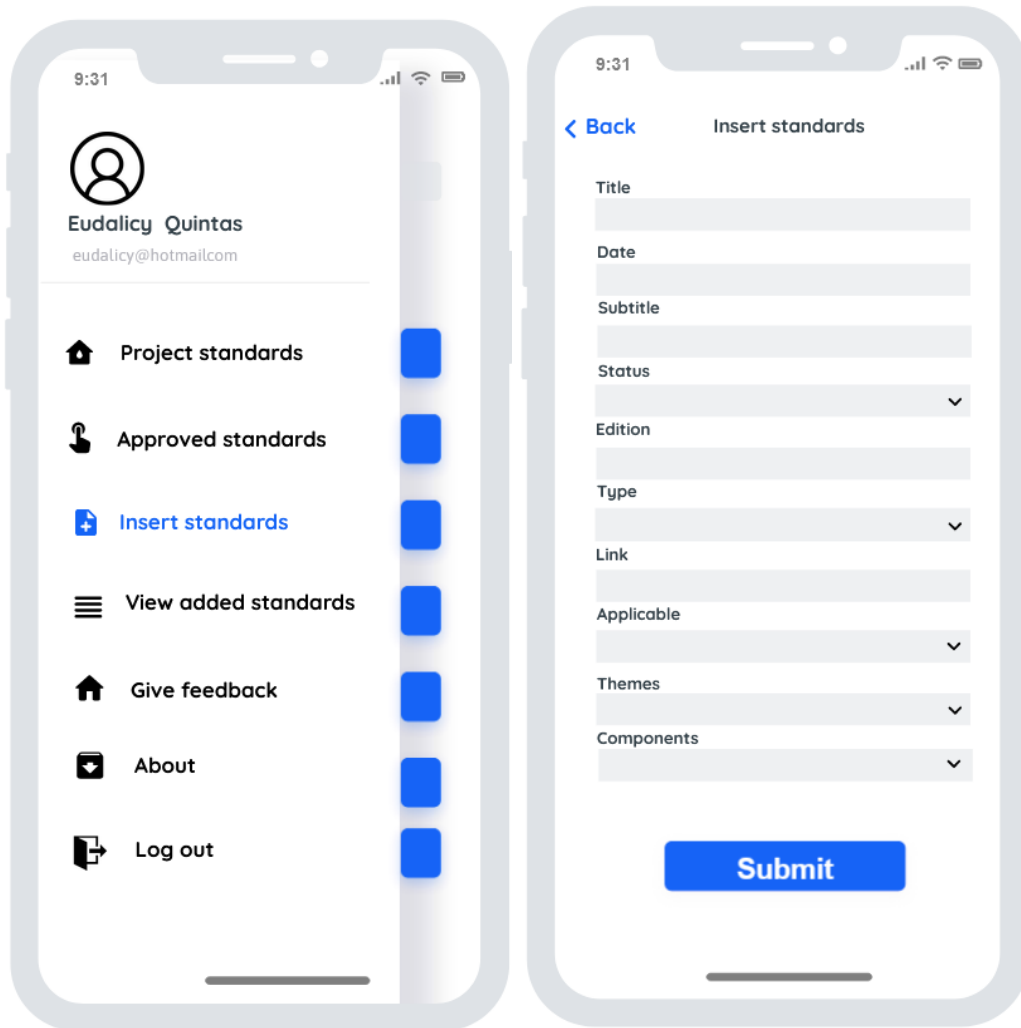


Figura 11: Telas de adicionar normas.

5.2 Modelação BPMN

Nesta secção, faz-se uma breve descrição sobre *Business Process Model and Notation* (BPMN). Em seguida, utiliza-se este modelo para modelar os processos que estão associados a esta aplicação de gestão de normas.

5.2.1 Business Process Model and Notation

BPMN é um modelo de notação para a representação de processos de negócios por meio de um conjunto de símbolos padrão, organizados num diagrama de processos de negócio. O principal objetivo do BPMN é fornecer uma notação de fácil entendimento por todos os usuários, desde os analistas que criam os rascunhos iniciais dos processos, até aos desenvolvedores técnicos, responsáveis pela implementação da tecnologia que executará esses processos, e as pessoas que irão gerir e monitorizar os processos [45].

5.2.2 Elementos Básicos de Notação do BPMN 2.0

O BPMN é composto pelos seguintes elementos: Objetos de Fluxo, Artefactos, Dados, Objetos de Conexão e Divisões. Para uma melhor compreensão, na Figura 12 pode-se observar com mais detalhe as categorias básicas de elementos do BPMN 2.0.

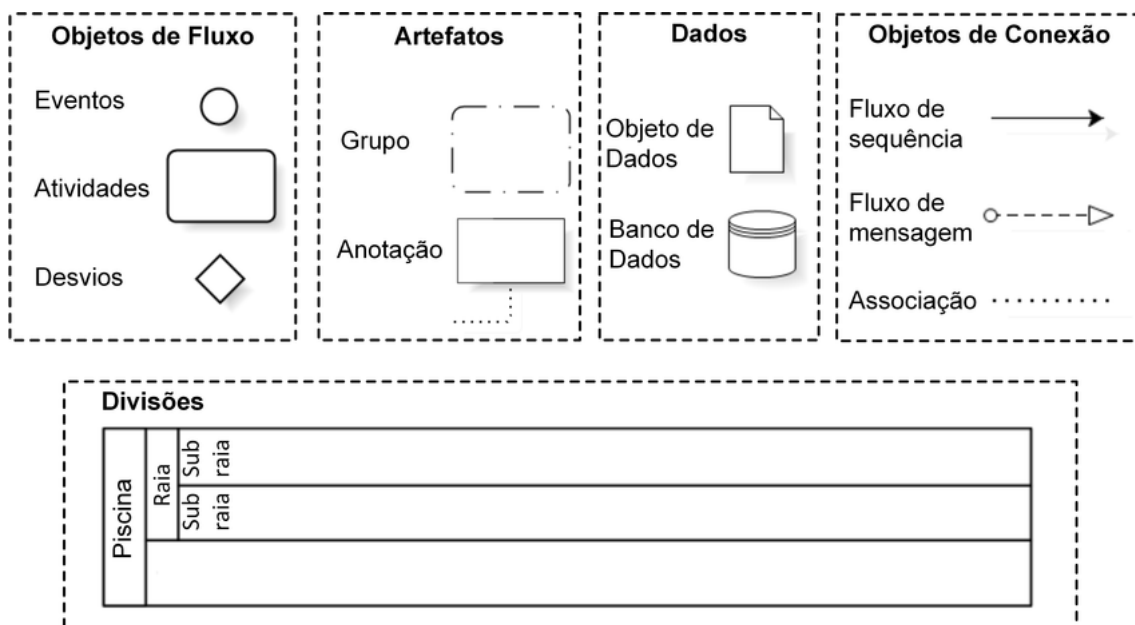


Figura 12: Categoria básica de elementos do BPMN 2.0 [45].

Na Figura 12, é possível observar que os Objetos de Fluxo são os principais elementos do BPMN 2.0, utilizados para definir o comportamento de um processo de negócio. Existem três objetos de fluxo: Eventos, Atividades e Desvios. Artefactos são utilizados para agregar informações adicionais aos modelos, como Grupos ou Anotações de elementos. Dados, representa os dados consumidos ou gerados pelo processo e é subdividido em objeto de dados e base de dados. Objetos de Conexão servem para fazer a ligação entre os objetos de fluxo, dados e artefactos. Existem três maneiras de conectar os elementos que são: através de um Fluxo de Sequência, Fluxo de Mensagem e Associação. Por último, Divisões são elementos do BPMN 2.0 que mostram a perspectiva de recursos do processo, ou seja, quem ou o que executa as atividades do processo. Os elementos que fazem parte deste grupo são: Piscina e Raia [45].

Ainda na Figura 12, pode-se observar que os elementos de Objetos de Fluxo podem ser definidos da seguinte maneira:

- **Eventos** correspondem à representação de algo que acontece no decorrer de um processo de negócio. Eles afetam o fluxo e normalmente, têm uma causa ou um impacto, além de requererem ou permitirem alguma reação.

Na Figura 13, pode-se observar com mais detalhe exemplos de tipos de eventos utilizados no BPMN 2.0.



Figura 13: Exemplo de tipos de eventos do BPMN 2.0 [45].

Na Figura 13, é possível observar seis tipos de eventos utilizados no BPMN 2.0, e esses eventos são definidos da seguinte forma: **Evento de início** que indica o início de um processo; **Evento de fim** que indica o fim de um processo; **Evento intermediário** que indica algo que acontece em algum ponto do processo entre o seu início e o seu fim; **Evento de recebimento de mensagem** que indica o recebimento de mensagem; **Evento de tempo** que indica o intervalo de tempo ou o tempo limite de um processo. Por último, o **Evento de envio de mensagem** indica o envio de mensagem [45].

- **Atividades** são os elementos que representam o trabalho a ser executado no contexto de um processo de negócio, que pode ser atômico ou um subprocesso. Portanto, atividade atômica é uma tarefa, a qual representa uma ação que pode ser executada por uma pessoa ou sistema. Um subprocesso ocorre quando uma atividade pode ser dividida em outras atividades [45].
- **Desvios ou Gateways** são usados para controlar a divergência e a convergência do fluxo do processo, que pode ser de forma sequencial, paralela, ou por meio de uma seleção exclusiva.

Na Figura 14, pode-se observar com mais detalhe exemplos de tipos de gateways utilizados no BPMN 2.0.

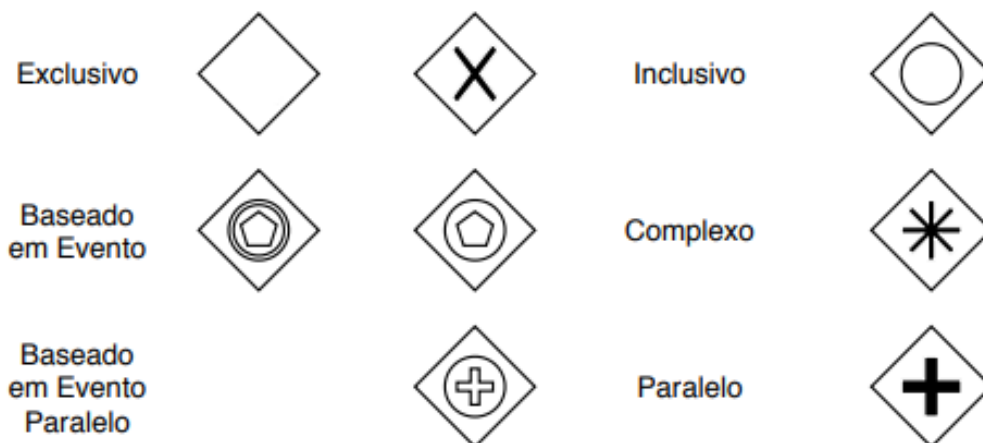


Figura 14: Exemplo de tipos gateways do BPMN 2.0 [45].

Na Figura 14, podemos observar que no BPMN 2.0, existem alguns tipos de gateways que são: Exclusivo, Inclusivo, Paralelo, Complexo, Baseado em Evento e Baseado em Evento Paralelo. Esses gateways podem ser definidos da seguinte forma: **Gateways Exclusivo** quando usado para dividir, ele roteia o fluxo de sequência para exatamente um dos ramos de saída. Ao mesclar, ele aguarda uma ramificação de entrada para ser concluída antes de acionar o fluxo de saída. **Gateways Inclusivo** quando usado para dividir, um ou mais ramos são ativados. Todas as ramificações de entrada ativas devem ser concluídas antes da agregação. **Gateways Complexo** é usado para controlar condições complexas de divergência e também convergência. **Gateways Paralelo** quando usado para dividir o fluxo de sequência, todos os ramos são ativados simultaneamente. Ao agregar ramificações paralelas, ele espera que todas as ramificações de entrada sejam completas antes de acionar o fluxo de saída. **Gateways Baseado em Evento** é sempre seguido por eventos de captura ou tarefas de recebimento. Por último, em **Gateways Baseado em Evento Paralelo**, a ocorrência de todos os eventos subsequentes inicia uma nova instância do processo [45].

5.2.3 Diagrama BPMN 2.0 de Gestão de Normas

Nesta secção, é apresentado o processo do sistema de gestão de normas modelado em BPMN 2.0. Os atores envolventes neste processo de modelagem são: Usuário e Administrador.

Na Figura 15, pode-se observar o diagrama de BPMN 2.0 de gestão de normas.

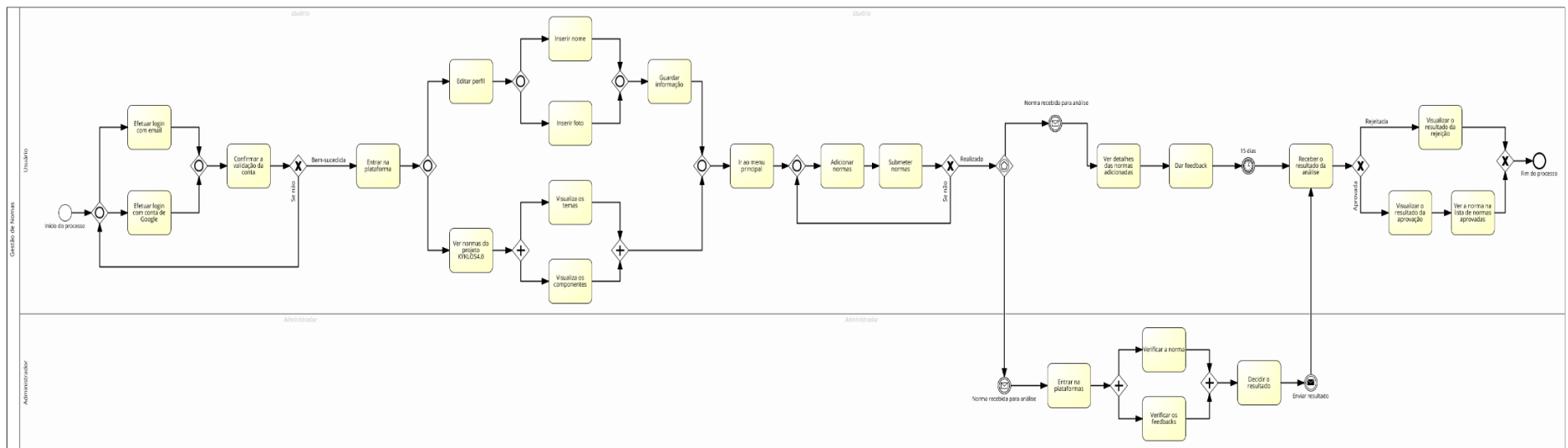


Figura 15: Diagrama de BPMN 2.0 de gestão de normas.

Na Figura 15, pode-se observar que o processo está composto por dois atores: Usuário e Administrador. Este processo de gestão de normas inicia-se com o usuário a efetuar login na plataforma de gestão de normas, usando o seu email ou uma conta da Google. Em seguida, o usuário faz a confirmação da validação da conta e se a confirmação for bem-sucedida, ele entra na plataforma; caso contrário, é redirecionado para a página de login.

Dentro da plataforma, o usuário pode editar o perfil (inserir nome, foto e guardar as informações) ou então consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0 (visualizar os temas e os componentes associados a essa norma). Após isso, o usuário é redirecionado para o menu principal onde consegue adicionar as normas e submetê-las. Se a submissão da norma for bem-sucedida, é enviada uma mensagem para o usuário (norma enviada para análise) e outra mensagem é enviada para o administrador (norma recebida para análise). Caso contrário, o usuário é redirecionado para a página de adicionar norma. Depois de receber a mensagem, o usuário pode visualizar os detalhes da norma adicionada, dar feedback e esperar pela análise da norma. Quando o administrador recebe a mensagem, entra na plataforma, verifica a norma e os feedbacks dados a essa norma. Em seguida, decide e envia o resultado da norma para o usuário. Portanto, o usuário recebe o resultado da norma. Se for aprovada, ele visualiza o resultado da aprovação, vê a norma na lista de normas aprovadas e o processo termina. Por último, se a norma for rejeitada, ele apenas visualiza o resultado da rejeição da norma e o processo termina.

5.3 Definição de Ferramenta

Nesta secção, é tomada a decisão da ferramenta que deve ser considerada para o desenvolvimento do projeto. Foram avaliadas várias soluções possíveis de utilizar, tendo a nossa seleção recaído sobre a ferramenta Glide para desenvolvimento deste projeto de Sistema de Gestão de Normas.

5.3.1 Alternativas

Como citado anteriormente, a Glide é uma plataforma de criação de aplicativos sem código, que pode ser utilizado em dispositivos móveis ou na Web. A ferramenta Glide possui várias alternativas e algumas delas são: AppSheet, Bubble e Open as App. Essas ferramentas podem ser definidas da seguinte maneira: **AppSheet** é uma plataforma que permite a criação de aplicativos sem código. Ela permite aos usuários criar aplicativos móveis e web que podem capturar imagens, registrar localizações, entregar notificações, gerar relatórios, construir dashboards, aceitar assinaturas, integrar plataformas, etc. **Bubble** é uma plataforma de programação visual que permite aos usuários criar aplicativos da web sem experiência em codificação. A plataforma lida com a infraestrutura e o DevOps de forma automática. **Open as App** é uma plataforma sem código que permite que as pessoas transformem cálculos, listas e formulários em aplicativos móveis e da web com uma ampla variedade de funções, incluindo impressão em PDF [4].

5.3.2 Comparação das Ferramentas

Na Tabela 10, apresenta-se a comparação entre as ferramentas Glide, AppSheet, Bubble, e Open as App relativamente à data de desenvolvimento, tipo, website, idiomas, tecnologia de base de dados, suporte, versão e o valor mensal existente em cada ferramenta.

Ferramentas Características	Glide	AppSheet	Bubble	Open as App
Desenvolvido	Desde 2018	Desde 2014	Desde 2012	Desde 2016
Website	glideapps.com	appsheet.com	bubble.io	openasapp.com
Idioma suportado	Inglês	Inglês	Inglês, Francês, Português, Russo, Alemão, Chinês, etc..	Inglês, Alemão e Francês
Tecnologias de Base de Dados	GoogleSheets, Excel, Airtable e a sua própria base de dados	Google Sheets, Postgres e MySQL	Sua própria base de dados	Google Sheets, Excel, e a sua própria base de dados
Formação	Online, Webinars, Documentos e Vídeos	Online, Webinars, Documentos e Vídeos	Documentos	Online, Webinars e Documentos

Ferramentas Características	Glide	AppSheet	Bubble	Open as App
Assistência	Email, Bate-papo e Base de conhecimento	Email, Bate-papo e Base de conhecimento	Fórum	Bate-papo
Versão	Free, Starter, Pro e Business	Starter, Core e Enterprise	Free, Personal Production e Professional	Free, Business e Enterprise
Valor Mensal	Starter: 25\$ Pro: 99\$ Business: 249\$	Starter: 5\$ Core: 10\$ Enterprise: ---	Personal: 25\$ Production: 115\$ Professional: 475\$	Business: 79\$ Enterprise: ---

Tabela 10: Comparação entre as ferramentas [46].

Na Tabela 10, faz-se uma comparação entre as ferramentas Glide, AppSheet, Bubble, e Open as App e pode-se perceber que, quanto à data de desenvolvimento, a ferramenta Bubble é a mais antiga, isto porque foi desenvolvida em 2012, e a ferramenta Glide é a mais recente, tendo sido desenvolvida em 2018. Quanto aos idiomas suportados, a ferramenta Bubble suporta mais idiomas em relação às outras três ferramentas. Portanto, a ferramenta Bubble seria vantajosa para pessoas que pretendem criar aplicações para serem utilizadas em várias línguas.

A ferramenta Glide e AppSheet possuem assistência através de email, bate-papo e base de conhecimento, enquanto a assistência da Bubble é através de fórum e a da Open as App através de bate-papo. Quanto à versão, as ferramentas Glide, Bubble e Open as App possuem versão grátis e outras pagas, enquanto a AppSheet não possui versão grátis, sendo apenas paga como contrapartida. A AppSheet é a ferramenta que possui um valor mensal mais baixo em relação às outras três ferramentas.

Na Tabela 11, pode-se observar a comparação entre as ferramentas Glide, AppSheet, Bubble, e Open as App relativamente a alguns recursos existentes em cada ferramenta.

Recursos/Ferramentas	Glide	AppSheet	Bubble	Open as App
Alertas/notificações	Sim	Sim	Não	Não
Desenvolvimento de aplicativo móvel	Sim	Sim	Não	Sim
Desenvolvimento de aplicativo web/mobile	Sim	Sim	Sim	Sim
Ferramenta de colaboração	Não	Sim	Sim	Sim
Imagem de marca personalizável	Sim	Sim	Não	Sim
Importação/exportação de dados	Sim	Sim	Não	Sim
Gestão de tarefas	Sim	Sim	Não	Não
Pesquisa e filtro	Sim	Sim	Não	Sim

Tabela 11: Comparação entre os recursos [47].

Na Tabela 11, apresentou-se uma comparação de alguns recursos principais que devem ser considerados para o desenvolvimento da aplicação de gestão de normas da Indústria 4.0. Entretanto, pode-se observar que a ferramenta que possui mais recursos é a AppSheet, em seguida a Glide e a Open as App e, por último, a Bubble.

Com base nos resultados da comparação entre as ferramentas Glide, AppSheet, Bubble e Open as App, a escolha da ferramenta para o desenvolvimento deste trabalho foi baseada na comparação feita entre os recursos e as versões existentes em cada ferramenta. Assim, pode-se observar que, de acordo com a Tabela 11, a ferramenta que possui mais recursos é a AppSheet e no segundo lugar a Glide. Embora a ferramenta AppSheet tenha mais recursos do que a Glide, o motivo da escolha da ferramenta Glide deve-se a que esta possui uma versão grátis, onde é possível construir e fazer manutenção da aplicação sem preocupação com o custo, enquanto a ferramenta AppSheet só permite construir aplicativos usando uma versão paga. Neste caso, a Glide foi considerada a ferramenta que melhor correspondia às necessidades deste projeto em específico.

Este capítulo apresentou a definição de requisitos e a introdução à ferramenta de desenvolvimento do projeto. No capítulo seguinte, é apresentada a arquitetura de software desenvolvida para a aplicação, recorrendo ao modelo C4.

Capítulo 6

Arquitetura de Software

A Arquitetura de Software representa um esquema que descreve vários aspetos e decisões que agregam valor a um software. Portanto, ao projetar uma arquitetura de software é necessário considerar alguns aspetos tais como, os requisitos funcionais e não funcionais definidos, a organização do sistema, os protocolos de comunicação, a forma como os diferentes componentes do sistema comunicam uns com os outros e que risco precisam ser considerados. Este capítulo apresenta a arquitetura desenvolvida para a aplicação, recorrendo ao modelo C4.

O modelo C4 consiste num conjunto hierárquico de diagramas de arquitetura de software para contexto, containers (aplicações, armazenamentos de dados, micro-serviços, etc.), componentes e código [48]. Este modelo possui quatro níveis: diagrama de contexto do sistema, diagrama de container, diagrama de componentes e o código. Mas para este projeto serão abordados os três primeiros níveis. O nível de código não será utilizado porque o projeto será desenvolvimento utilizando a ferramenta Glide que é uma plataforma de criação de aplicações sem código.

O Nível 1 representa o "Diagrama de Contexto do Sistema". Este nível mostra o sistema de software que está a ser construído e como ele se encaixa no mundo em termos das pessoas que o utilizam e dos outros sistemas de software com os quais ele interage [48].

Na Figura 16, pode-se observar o diagrama de contexto de sistema, elaborado para este projeto.

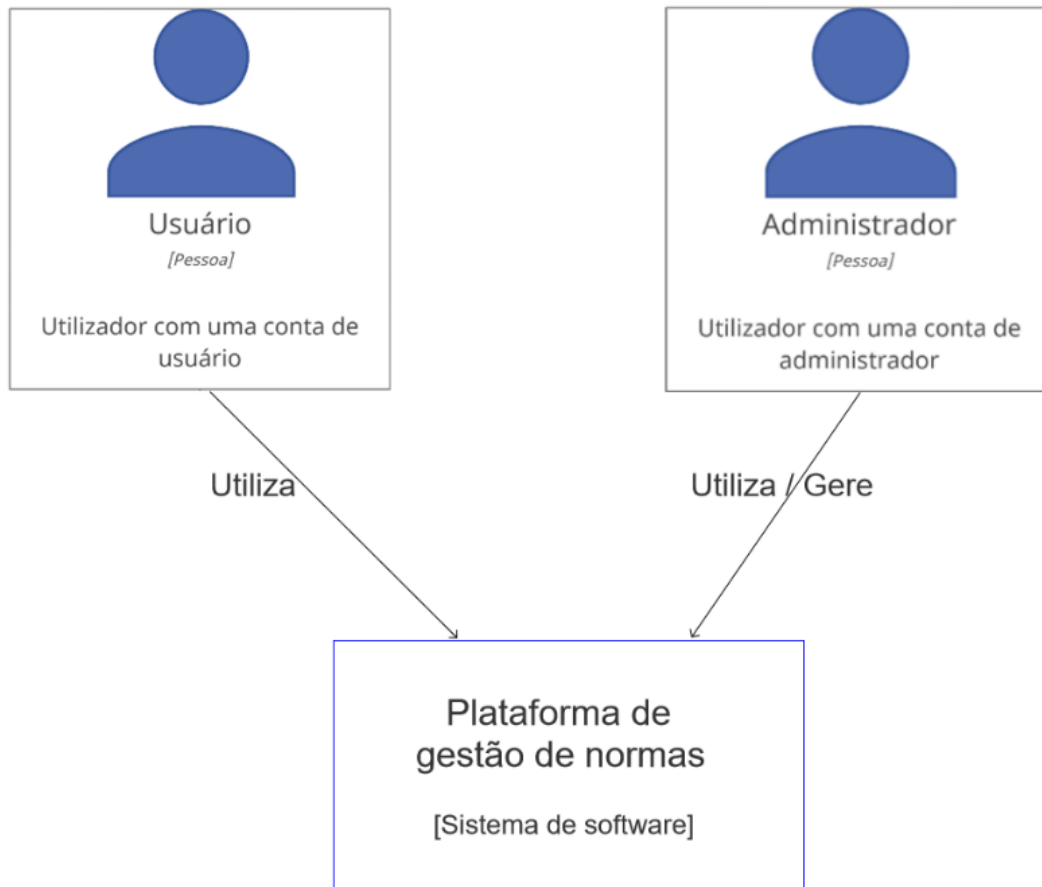


Figura 16: Diagrama de contexto do sistema (Nível-1).

Na Figura 16, pode-se observar que o diagrama de contexto do sistema está composto por: Usuário, Administrador e Plataforma de gestão de normas. Eles podem ser descritos da seguinte forma:

- **Usuário** representa o usuário final do sistema, que é convidado para utilizar o sistema.
- **Administrador** representa a pessoa com uma conta de administrador e encarregada de alterar o sistema no backend.
- **Plataforma de gestão de normas** que representa todo o sistema, onde, por exemplo, um usuário pode consultar normas, adicionar normas e dar feedback.

O Nível 2 representa o "Diagrama de Container", apresentado na Figura 17. Este nível, amplia o sistema de software e mostra os containers (aplicativos, armazenamentos de dados, microserviços, etc.) que compõem esse sistema de software. As decisões de tecnologia também são uma parte fundamental deste diagrama [48].

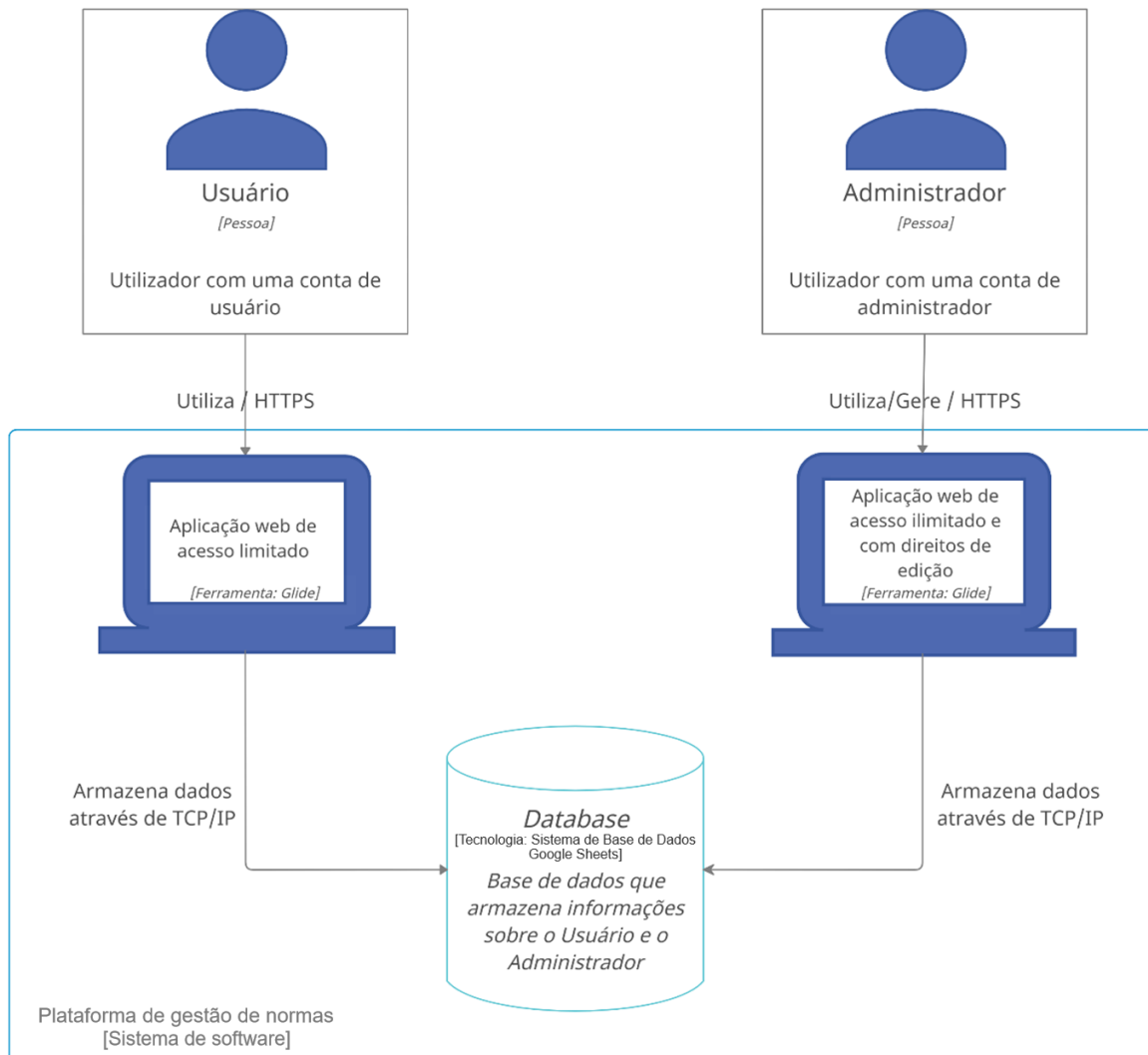


Figura 17: Diagrama de container (Nível-2).

Na Figura 17, temos a representação do diagrama de container composto por: Aplicação web e Base de dados. **Aplicação Web** é o container responsável por exibir conteúdo estático e o conteúdo que compõe a aplicação de página única [48]. **Base de dados** é responsável por armazenar informações sobre o Usuário e o Administrador.

O Nível 3 representa o "Diagrama de Componentes". Este nível, amplia um container individual para mostrar os componentes dentro dele. Esses componentes devem mapear para abstrações reais na sua base de código [48]. Para este projeto foi elaborado o diagrama de componentes do lado do Frontend, para o Usuário e o Administrador conforme ilustrado nas Figuras 18 e 19.

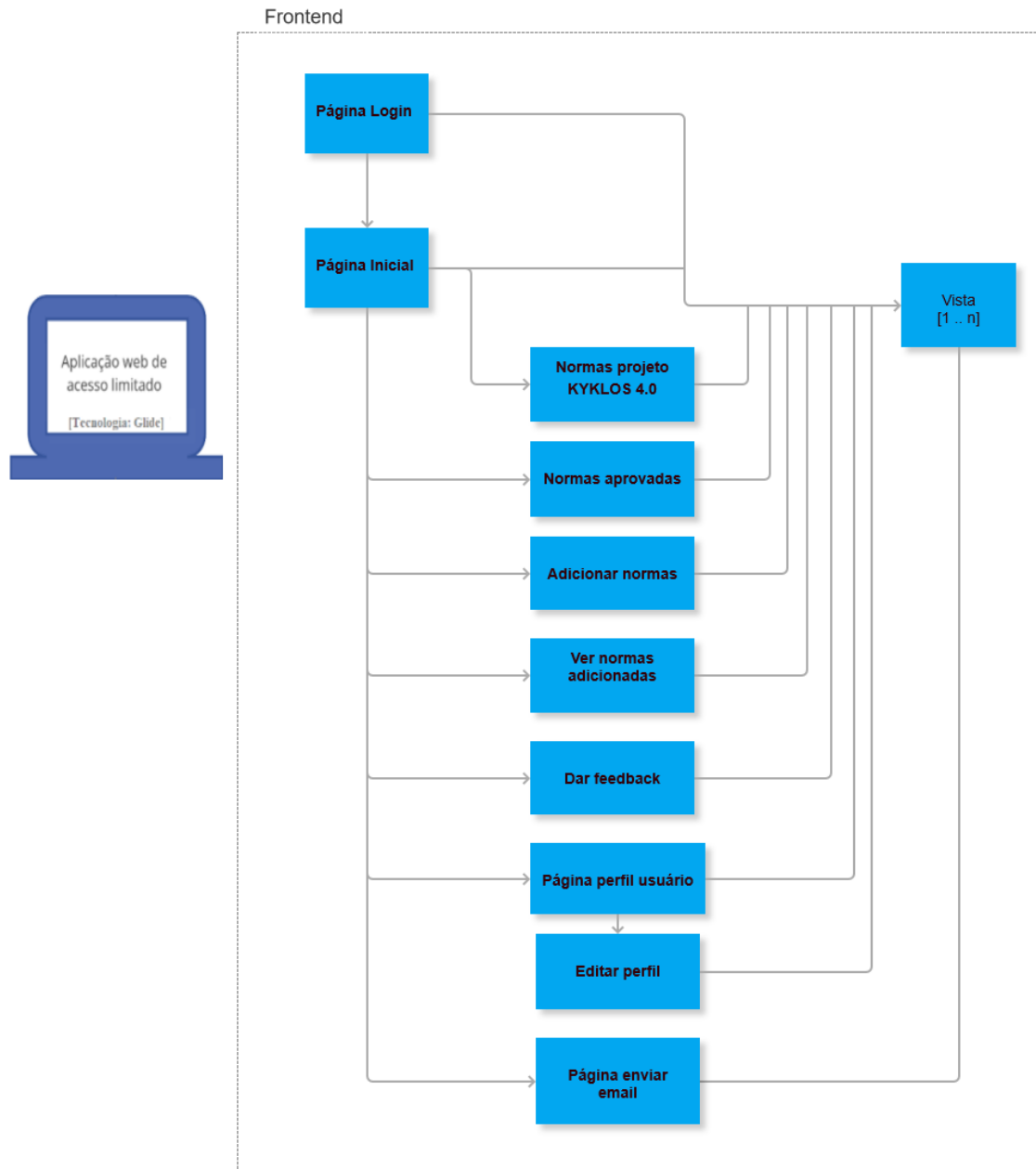


Figura 18: Diagrama de componente do lado do usuário (Frontend).

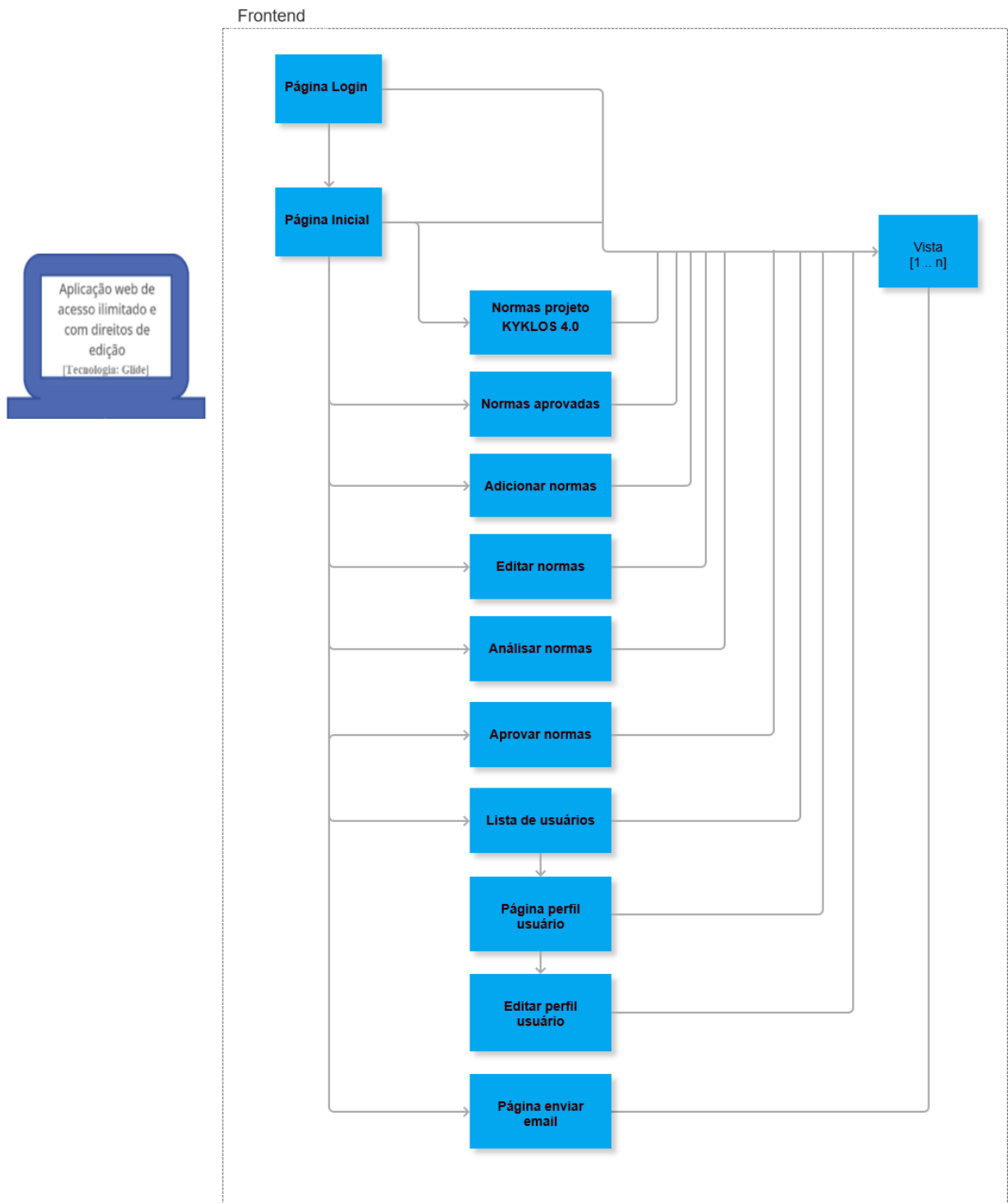


Figura 19: Diagrama de componentes do lado do administrador (Frontend).

Também foi elaborado o digrama de componentes do lado de Backend, para o Usuário e o Administrador, conforme ilustrado nas Figuras 20 e 21.

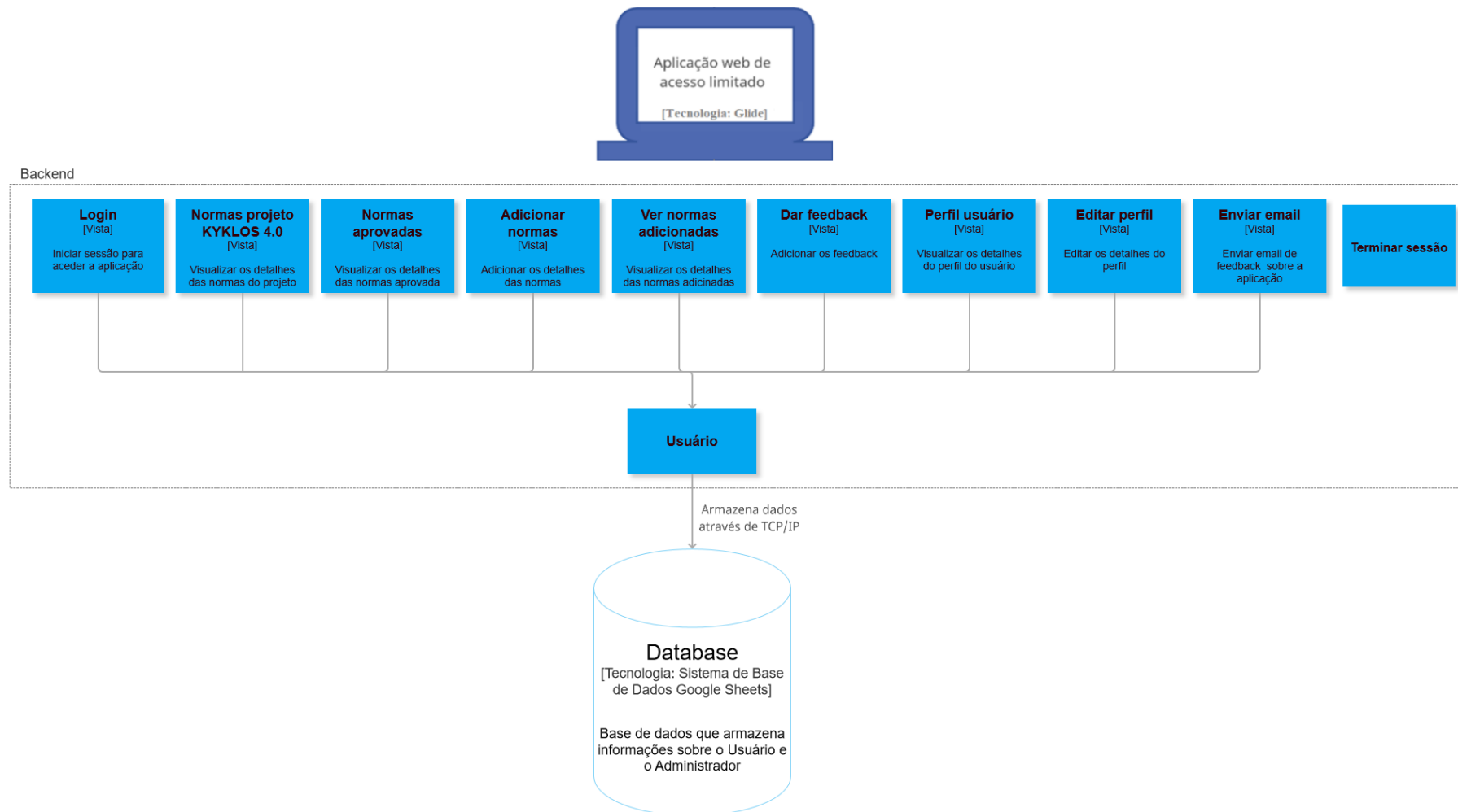


Figura 20: Diagrama de componentes do lado do usuário (Backend)

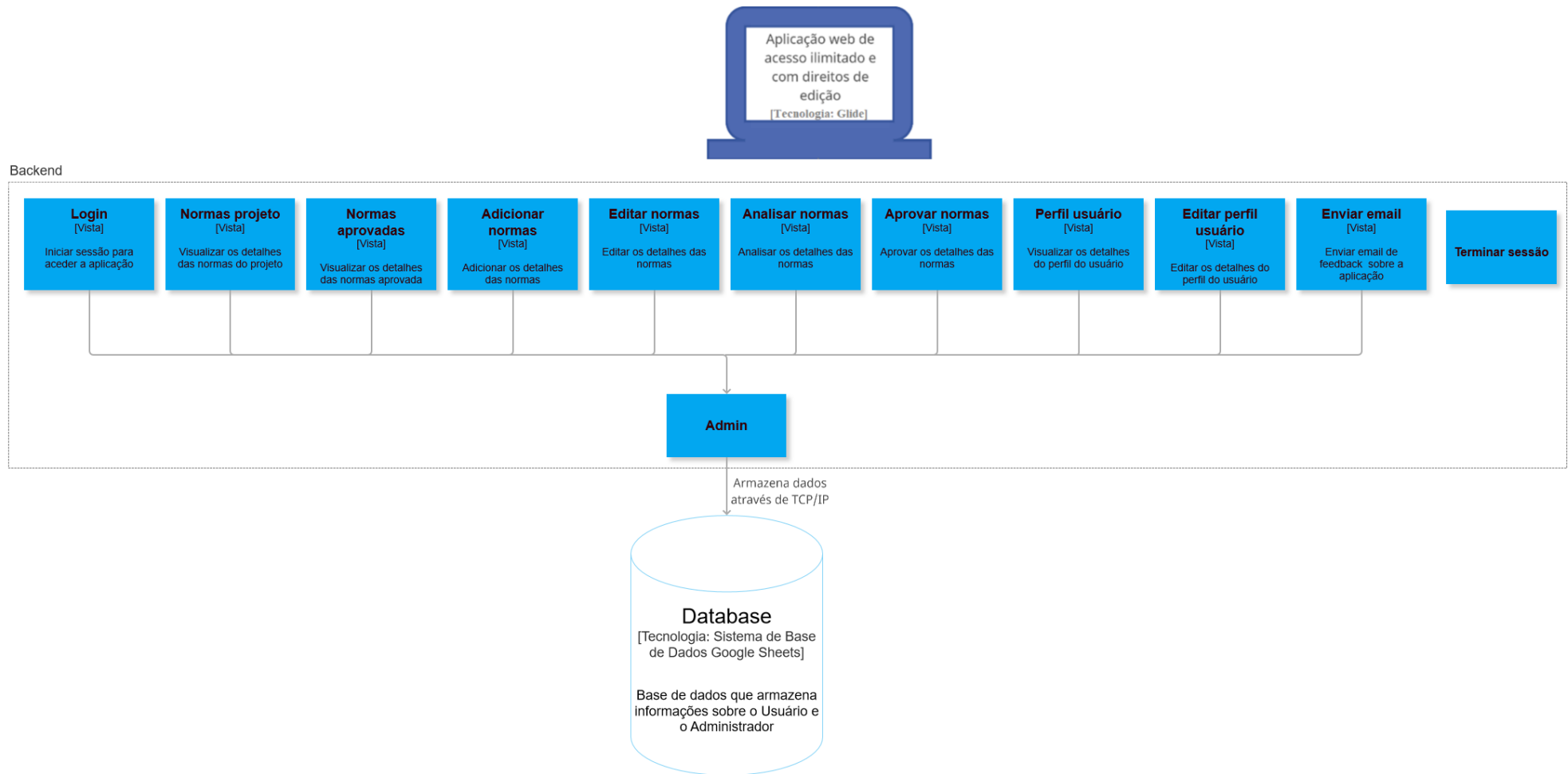


Figura 21: Diagrama de componentes do lado do administrador (Backend).

Capítulo 7

Apresentação da Aplicação

Neste capítulo, faz-se a apresentação da aplicação de gestão de normas da Indústria 4.0. Primeiramente, descreve-se como os usuários e os administradores procedem para iniciar sessão, editar perfil, consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0, inserir normas e dar feedback sobre as normas na plataforma de gestão de normas. Em seguida, apresenta-se a forma como os administradores procedem para aprovar as normas. Por último, descreve-se como os usuários e os administradores devem proceder para terminar uma sessão na aplicação.

7.1 Iniciar Sessão

O login na plataforma pode ser realizado de duas maneiras: através da conta da Google ou através de uma conta de email válida. Na figura abaixo, apresentam-se os passos necessários para a realização do login na plataforma através de uma conta de email.

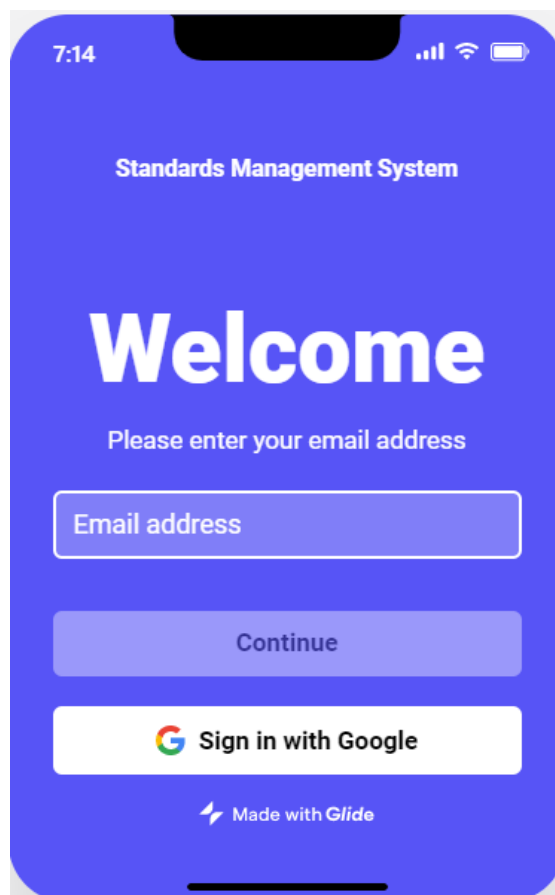


Figura 22: Tela de login da aplicação de gestão de normas.

Na Figura 22, pode-se visualizar a tela de login da aplicação de gestão de normas. Para entrar na plataforma, deve-se inserir o email e clicar em “Continue”. Depois, é enviado um PIN para o email inserido, conforme ilustrado na Figura 23.

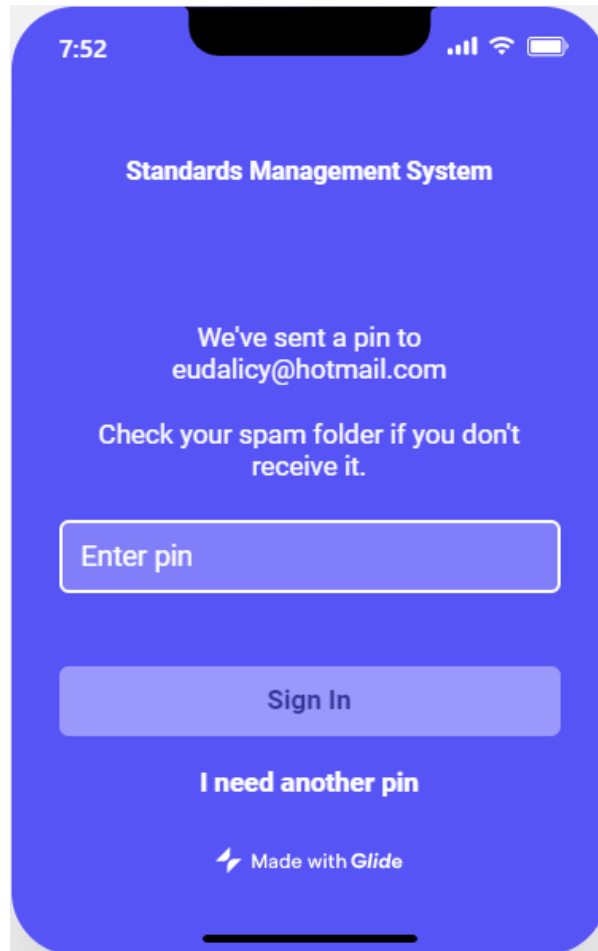


Figura 23: Tela de confirmação do email.

Após introduzir o PIN solicitado pela aplicação e clicar em “Sign In”, se o PIN for válido os usuários entrarão na página principal da aplicação de gestão de normas, conforme demonstrado na Figura 24.



Figura 24: Página principal da aplicação de gestão de normas.

Para além da página principal, os usuários também terão acesso a uma página com todas as funcionalidades da aplicação, sendo elas: consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0, consultar as normas aprovadas, inserir normas, visualizar as normas adicionadas, dar feedback sobre as normas, saber sobre a aplicação e terminar sessão. Essas funcionalidades da aplicação podem ser visualizadas na Figura 25.

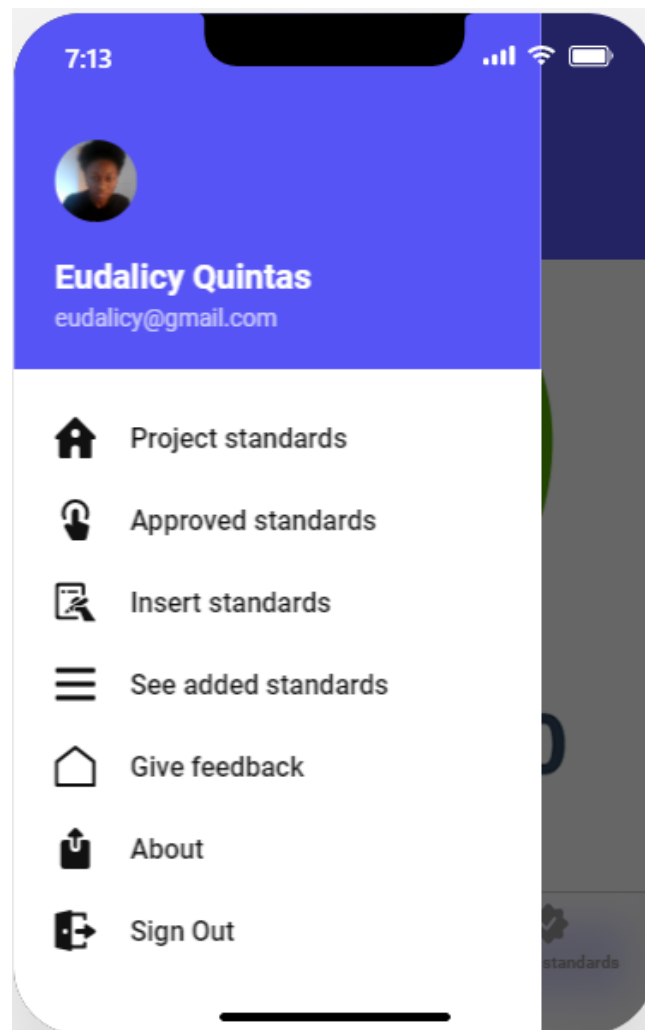


Figura 25: Tela com as funcionalidades da aplicação.

7.2 Editar Perfil

Para editar o perfil o usuário deve clicar em cima da opção foto, conforme apresentado na Figura 25, e será redirecionado para a página do seu perfil, conforme ilustrado na Figura 26.

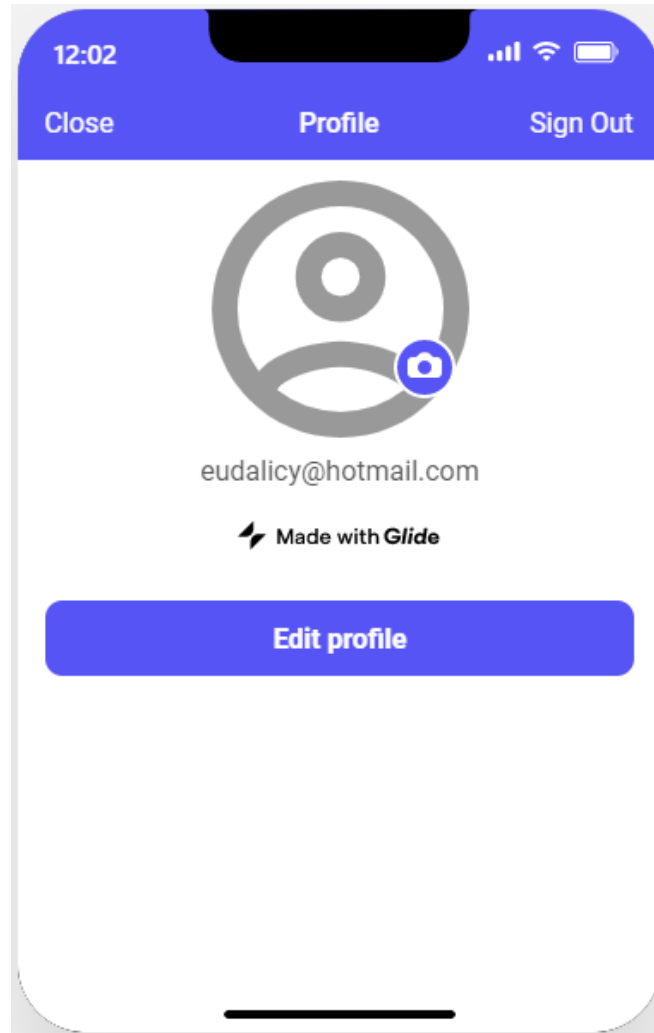


Figura 26: Tela de página de perfil.

Após a visualização da tela de página do perfil, como mostrado na Figura 26, o usuário deve clicar em “Edit profile” onde será redirecionado para a página de editar perfil e onde é solicitado o nome, a foto e o email (o endereço de email já fica registrado porque o login é feito através de email), conforme demonstrado na Figura 27.

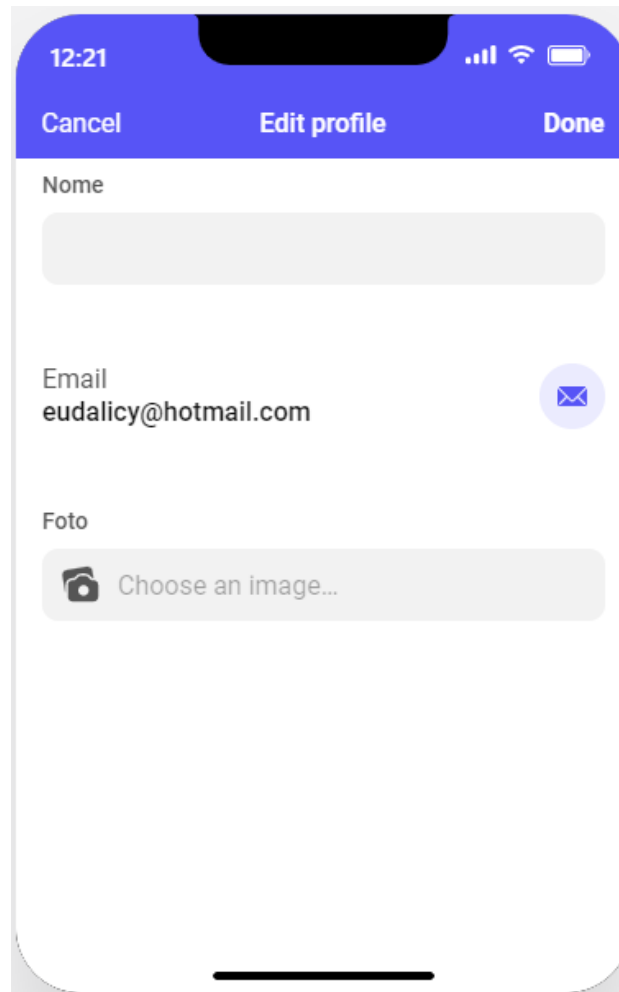


Figura 27: Tela de editar perfil.

Depois da visualização da tela de editar perfil, o usuário deve inserir as informações solicitadas pela aplicação e clicar em “Done”. Em seguida, as informações serão guardadas e ele/ela terá o seu perfil editado com o seu nome, o email e a foto de perfil, conforme ilustrado na Figura 28.

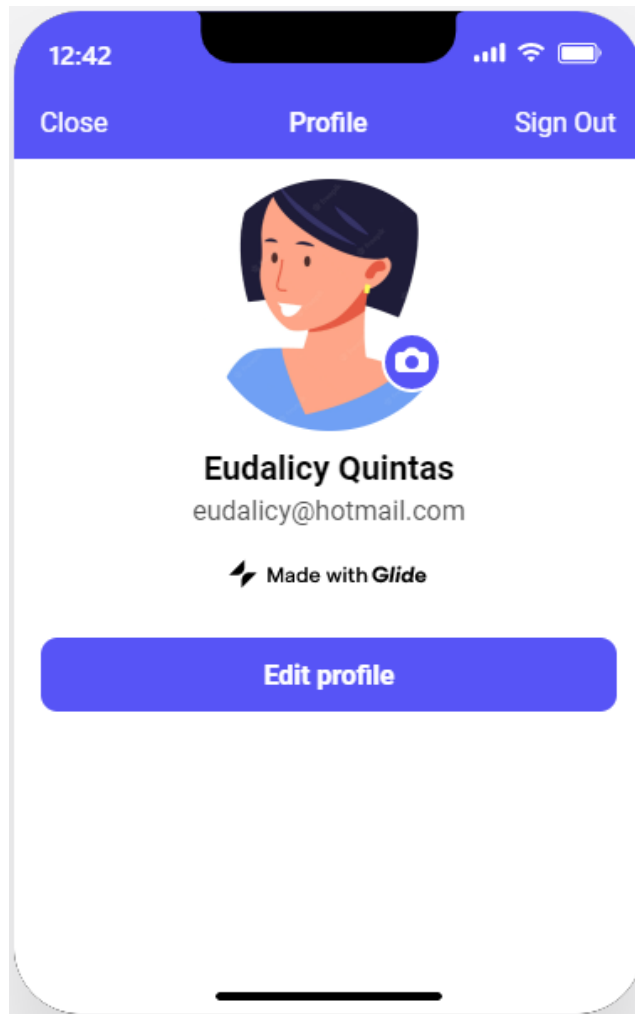


Figura 28: Demonstração do perfil do usuário editado.

7.3 Consultar Normas

Nesta secção, apresentam-se os passos que os usuários devem seguir para conseguirem consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0. Para essa consulta, os usuários devem clicar em “Project standards”, como é visível na Figura 25, e serão redirecionados para uma página onde visualizarão todas as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0, conforme ilustrado na Figura 29.

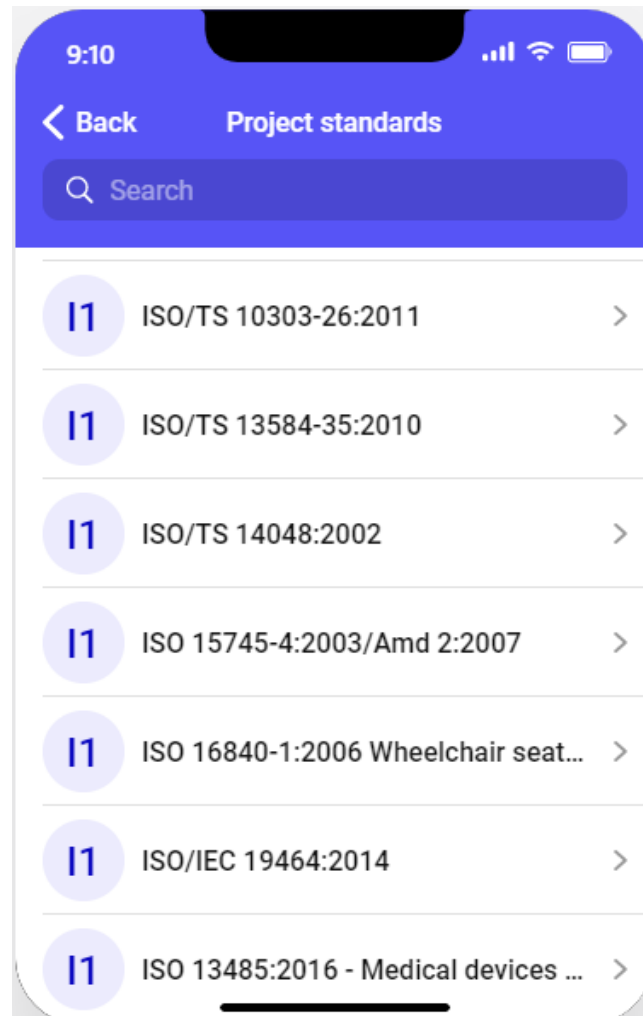


Figura 29: Tela de consultar normas.

Com esta ferramenta é possível consultar um conjunto de normas adotadas no projeto KYKLOS 4.0 e pesquisar essas mesmas normas (no topo da Figura 29). Além disso, se o usuário clicar em uma das normas do projeto KYKLOS 4.0, visualizará um conjunto de temas e componentes associados à norma selecionada, conforme ilustrado na Figura 30.

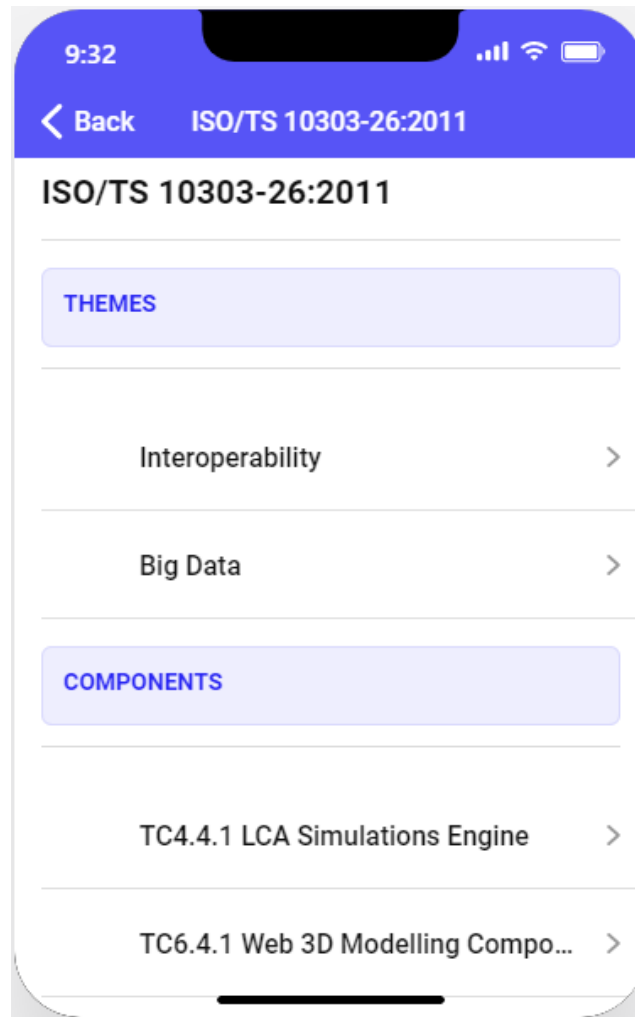


Figura 30: Temas e componentes associados a norma do projeto KYKLOS 4.0.

Além de visualizar os temas e componentes associados a uma norma do projeto KYKLOS 4.0, também é possível observar a descrição dos temas clicando em um dos temas, conforme apresentado na Figura 31.

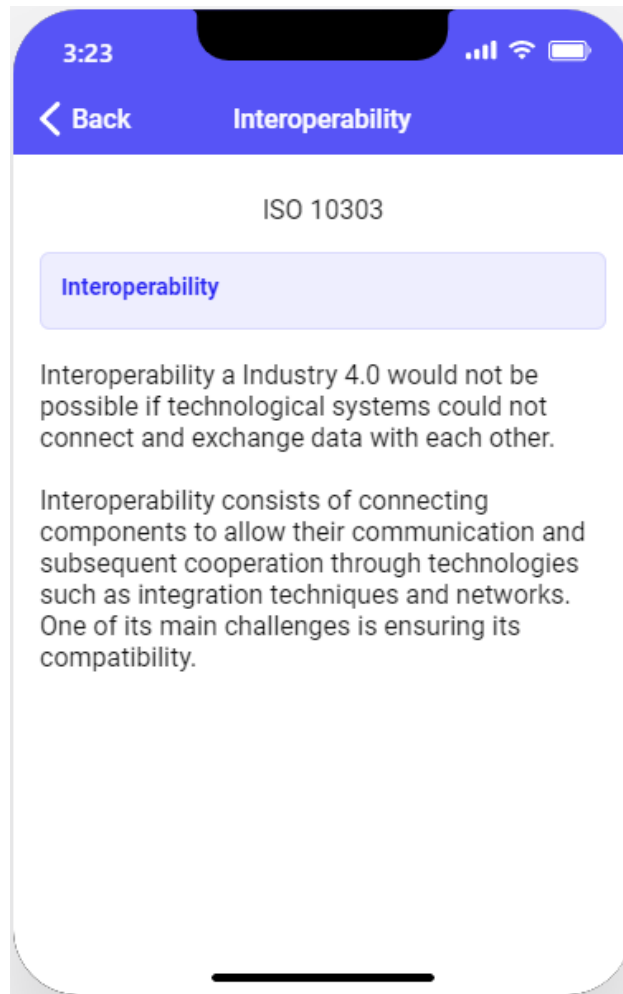


Figura 31: Descrição do tema associado a norma do projeto KYKLOS 4.0.

7.5 Inserir Normas

Para os usuários conseguirem inserir normas no sistema devem clicar em “Insert standards” e serão redirecionados para uma página onde conseguem visualizar campos de preenchimento obrigatório, solicitando informações da norma que se deseja inserir, conforme ilustrado na Figura 32.

The screenshot shows a mobile application interface for inserting standards. The top navigation bar is blue with a white back arrow and the text 'Back' and 'Insert standards'. The main content area is white and contains the following fields:

- Title:** A text input field.
- Date:** A text input field.
- Subtitle:** A text input field.
- Status:** A dropdown menu with 'Published' selected.
- Edition:** A text input field with '1' entered.
- Type:** A dropdown menu with a hyphen '-' selected.
- Applicable:** A dropdown menu with a hyphen '-' selected.
- Link:** A text input field.
- Themes:** A dropdown menu with a hyphen '-' selected.
- Components:** A dropdown menu with a hyphen '-' selected.

At the bottom of the screen is a blue button with the text 'Submit'.

Figura 32: Tela de visualização de inserir normas.

Na Figura 32, pode-se observar a tela de visualização de inserir normas. Assim, após os usuários preencherem os campos e clicarem na opção “Submit”, será visualizada uma notificação que a norma foi submetida para análise e, por outro lado, o administrador também recebe um email notificando-o que uma norma foi submetida para análise.

7.6 Dar Feedback sobre as Normas

Para dar feedback sobre as normas, os usuários devem clicar em “Give feedback” e serão redirecionados para uma página onde conseguem visualizar todas as normas que precisam de feedback e o estado em que essas normas se encontram, conforme ilustrado na Figura 33.

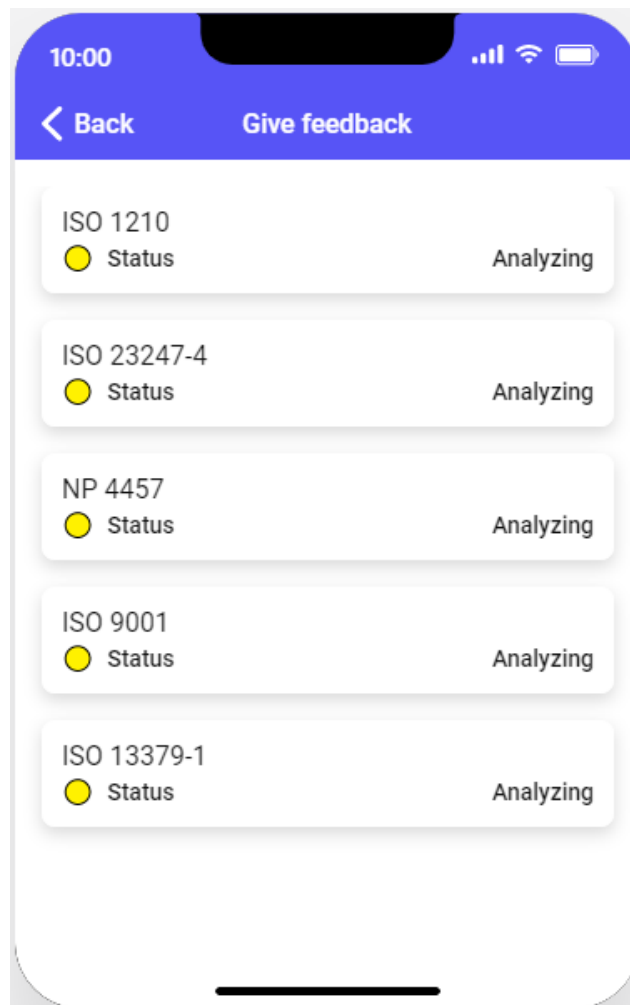


Figura 33: Telas de visualização das normas que precisam de feedback.

Depois de visualizarem as telas das normas que precisam de feedback, como visível na Figura 33, se os usuários clicarem em cima de uma das normas serão redirecionados para uma página onde conseguem visualizar os detalhes dessa norma (título, data, temas, componentes e link) e os campos para preenchimento de feedback, conforme ilustrado na Figura 34.

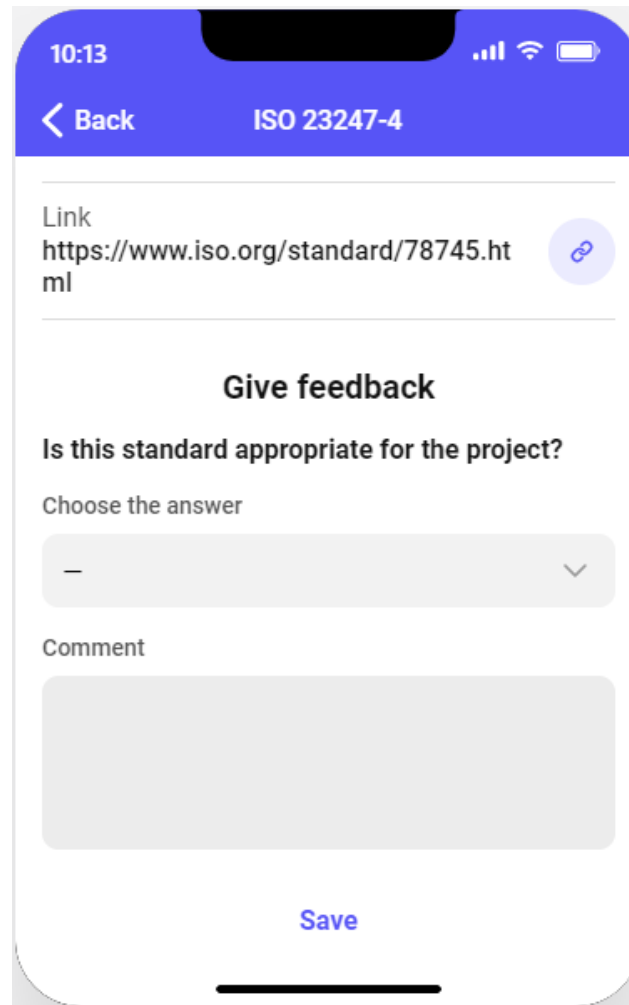


Figura 34: Tela de “give feedback”.

Após o preenchimento dos campos de feedback, solicitado pela aplicação, o usuário clica em “Save” e visualizará uma mensagem de agradecimento, conforme ilustrado na Figura 35.

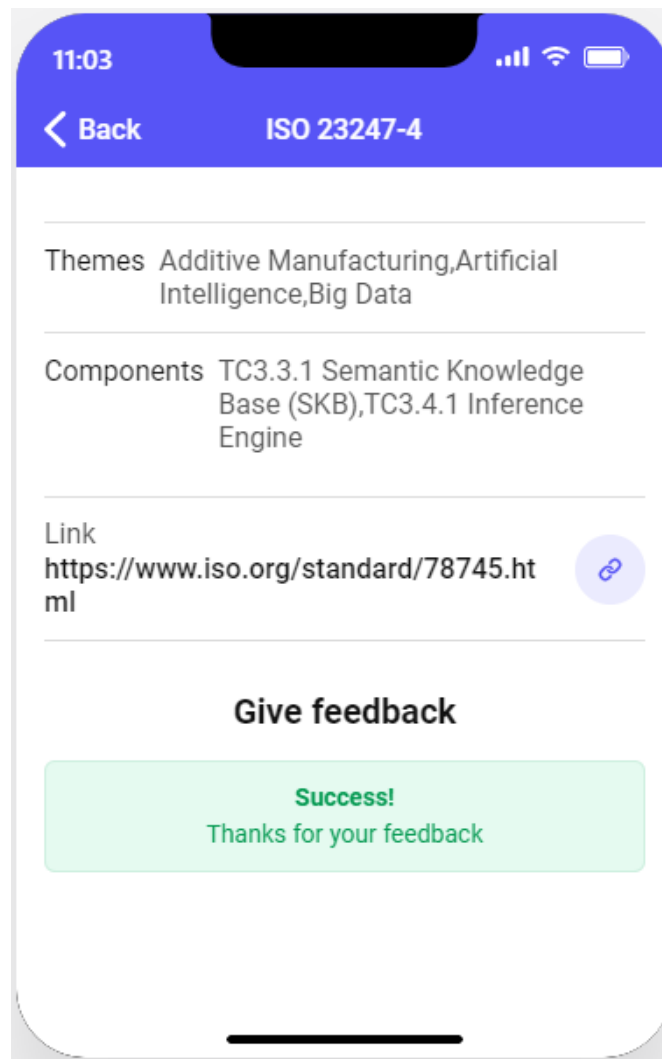


Figura 35: Tela de agradecimento do feedback.

7.7 Aprovar Normas

A permissão de aprovação de normas é atribuída apenas pelos administradores. Neste caso, o administrador deve clicar na opção “Analyze standards”, existente no menu principal da plataforma de gestão de normas, e será redirecionado para a página respectiva, onde pode visualizar uma lista com todas as normas inseridas pelos usuários e os estados (*analyzing*, *approved and rejected*) em que essas normas se encontram, conforme ilustrado na Figura 36.

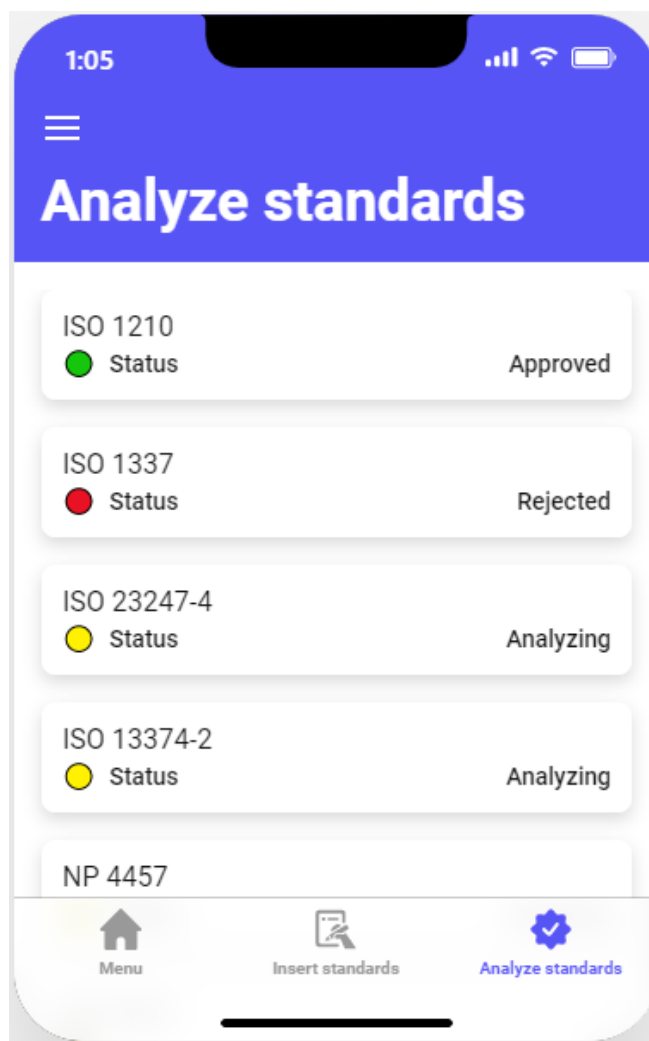


Figura 36: Tela de analisar normas.

O administrador deverá posteriormente selecionar a norma que deseja analisar. Em seguida, é redirecionado para a tela da norma selecionada, onde consegue visualizar todos os detalhes dessa norma (Figura 37), visualizar todos os feedbacks e comentários adicionados pelos usuários e o campo para adicionar a decisão da norma, conforme ilustrado na Figura 38.

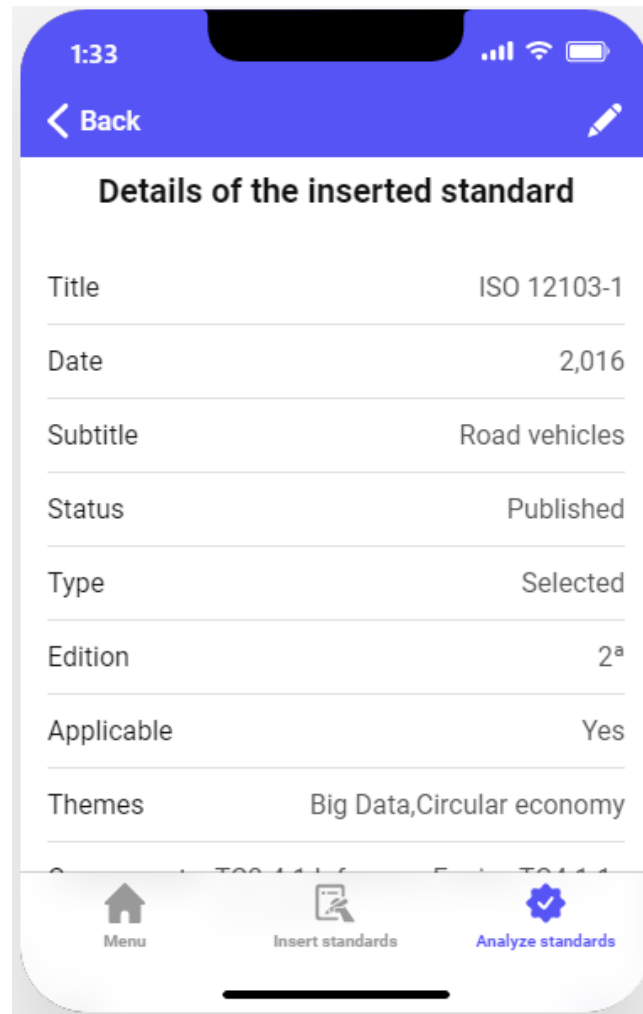


Figura 37: Tela de visualização de detalhes da norma em análise.

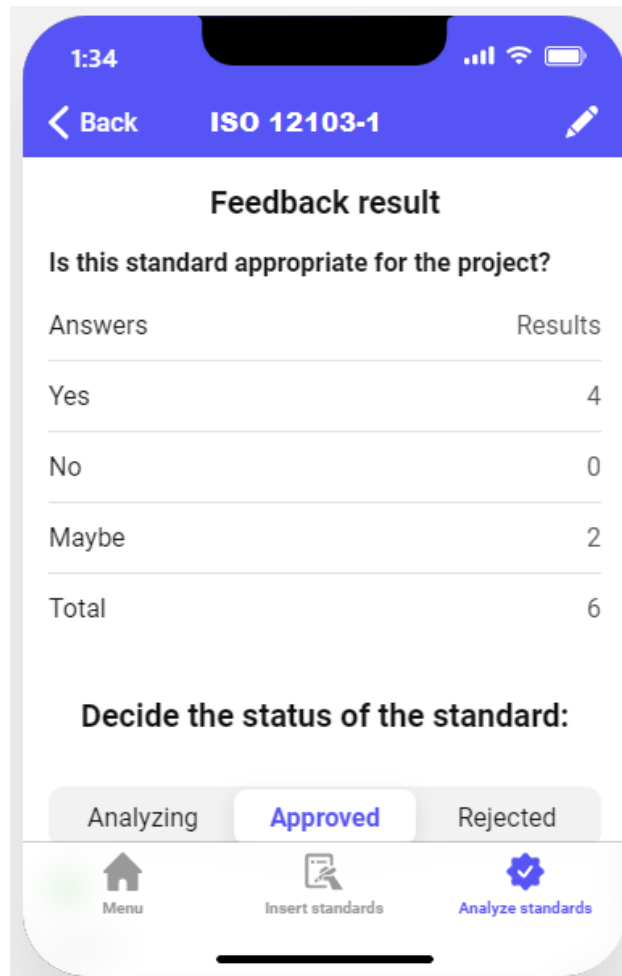


Figura 38: Tela de visualização dos resultados dos feedbacks.

Na Figura 38, podem-se observar os resultados dos feedbacks obtidos para a norma ISO 12103-1. Entretanto, para a pergunta “Is this standard appropriate for the project?” pode-se observar que foi respondida por um total de 6 usuários, dos quais quatro responderam “Yes” e dois responderam “Maybe”.

Ainda na Figura 38, é possível observar as opções onde o administrador consegue decidir o estado da norma. Neste caso, se o administrador clicar em “Approved”, a norma ISO 12103-1 será aprovada e, em seguida, os usuários receberão um email a informar que a norma ISO 12103-1 foi aprovada. Além disso, a norma aparecerá na lista de “Approved standard”, onde todos os usuários passam a poder visualizar essa norma e saber que o projeto a deve adotar.

7.8 Terminar Sessão

Para terminar a sessão na plataforma de gestão de normas, os usuários devem clicar em “Sign Out” e serão redirecionados para a página de login, conforme ilustrado na Figura 39.

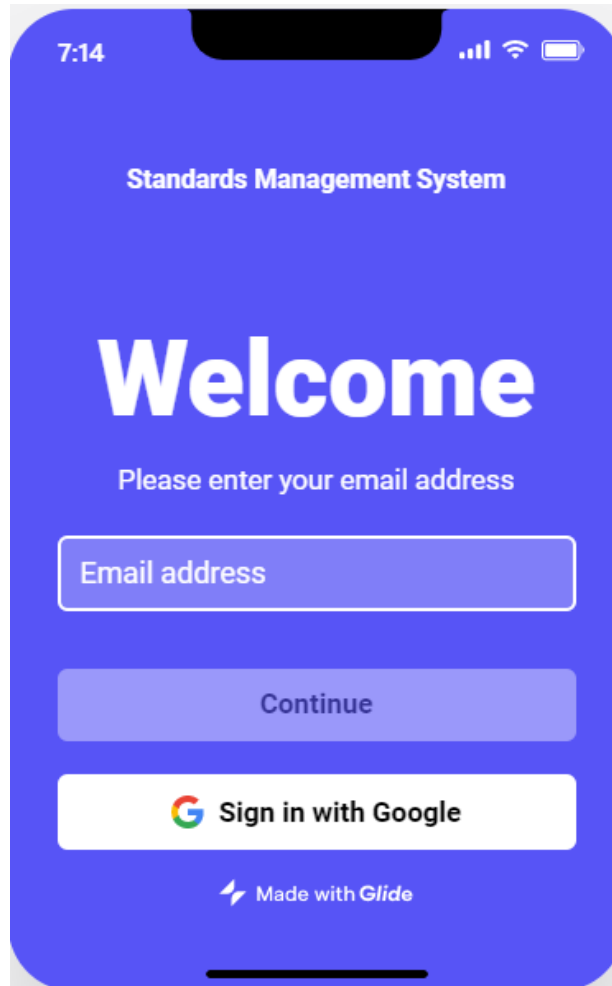


Figura 39: Tela de login.

Nesta secção, fez-se uma apresentação da aplicação de gestão de normas. No próximo capítulo, aborda-se o teste de usabilidade realizado a esta aplicação.

Capítulo 8

Teste de Usabilidade

Neste capítulo, apresentam-se o teste de usabilidade realizado com a aplicação de gestão de normas. Primeiramente, são descritos os procedimentos que foram realizados para a sua elaboração. Em seguida, são apresentadas as tarefas e o questionário utilizado para a realização do teste. Por último, apresentam-se os resultados obtidos através do teste de usabilidade.

8.1 Procedimento

Para perceber a opinião dos usuários acerca desta aplicação de Gestão de Normas, elaborou-se um teste de usabilidade, tendo como referência o trabalho de K. Ferreira [49]. Este teste ajudou a verificar a performance alcançada pelos participantes e o entendimento das funções do sistema utilizando a aplicação, com o objetivo de realizar alterações necessárias e melhorar a qualidade da aplicação. Foi medido o tempo gasto para a realização das tarefas e identificados erros e dificuldades encontrados.

O recrutamento de participantes para a realização do teste de usabilidade incluiu pessoas com e sem experiência sobre normas aplicadas à Indústria 4.0. Foi elaborado um tutorial chamado “Explicação de teste” com o objetivo de explicar aos usuários as tarefas que devem ser realizadas na aplicação.

O teste de usabilidade foi realizado por 5 participantes, com idade variando entre 24 e 55 anos. Quanto à ocupação dos participantes, 4 deles eram estudantes e frequentavam o curso de Mestrado em Engenharia Informática e o restante era não estudante, mas possuía conhecimento sobre as normas aplicadas à Indústria. Os participantes receberam as tarefas e o tutorial chamado “Explicação de teste” e foram solicitados a resolvê-las e a preencher um questionário no final com as suas respostas.

8.2 Tarefas

As tarefas do teste de usabilidade foram realizadas por pessoas com e sem experiência sobre os assuntos das normas aplicadas à Indústria 4.0. Na Tabela 12, podem-se visualizar as tarefas do teste de usabilidade.

Número da tarefa	Descrição da tarefa
1	Iniciar sessão no sistema
2	Editar perfil
3	Inserir normas no sistema
4	Dar feedback sobre as normas

5	Analisar normas
6	Aprovar/Rejeitar normas
7	Terminar sessão no sistema

Tabela 12: Tarefas de teste de usabilidade.

8.3 Questionário

Após terminarem as tarefas, os participantes responderam a um questionário com os dados demográficos (Apêndice B), tendo sido pedido aos participantes a autorização para utilização dos seus dados para fins de investigação. Por último, para conseguir avaliar a performance alcançada pelos participantes e o entendimento das funcionalidades do sistema, foram feitas perguntas de teste de usabilidade (Apêndice B). Essas perguntas podem ser observadas na Tabela 13.

1. Escolha a resposta que julga ser mais correta ou apropriada.

a.	Esta aplicação foi fácil de utilizar.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente
b.	As informações estão bem organizadas.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente
c.	Achei confuso o layout das telas.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente
d.	A nomenclatura utilizada nas telas (nome de comandos, títulos, campos, etc.) estão acessíveis.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo

		Discordo totalmente
e.	Achei claras as mensagens do sistema.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente
f.	A assimilação das informações foi fácil.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente
g.	No geral, a realização do teste foi interessante.	Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente

Tabela 13: Perguntas do questionário do teste de usabilidade.

2. Aponte situações em que você achou fácil utilizar o sistema:

3. Aponte situações em que você sentiu dificuldades:

4. Você sentiu-se confuso em algum momento durante a realização dos testes? Se sim, em quais momentos?

5. Diante do teste realizado, você acha que o programa atingiu o objetivo para o qual foi desenvolvido? Explique.

6. O espaço abaixo é reservado para que você exponha a sua opinião e sugira melhorias no sistema.

8.4 Resultados

Primeiramente, apresentam-se as medidas coletadas durante o teste e as respostas obtidas do questionário preenchido pelos utilizadores que testaram a aplicação. Depois, são apresentados os problemas encontrados na aplicação. Por último, apresenta-se uma análise geral dos resultados obtidos durante o teste de usabilidade.

8.4.1 Tempo de Realização das Tarefas

Na Tabela 14, podem-se observar as medidas de tempo de realização das setes tarefas do teste de usabilidade. Também são apresentados os respectivos valores da média e desvio padrão dos dados coletados.

Tarefas	Iniciar sessão	Editar perfil	Inserir normas	Dar feedback	Analisar normas	Aprovar normas	Terminar sessão
Usuários							
Usuário 1	14	22	115	50	50	10	9
Usuário 2	22	18	122	37	49	8	12
Usuário 3	15	16	98	45	65	15	8
Usuário 4	11	25	105	39	53	16	10
Usuário 5	17	16	108	51	60	14	7
Média	15,80	19,40	109,60	44,40	55,40	12,60	9,20
Desvio Padrão	3,65	3,55	8,62	5,64	6,15	3,07	1,72

Tabela 14: Tempo de realização das tarefas em segundos.

8.4.2 Números de Erros na Realização das Tarefas

Na Tabela 15, pode-se observar o número de erros na realização das setes tarefas realizadas no teste de usabilidade. Também são apresentados os valores da média e desvio padrão dos dados coletados sobre os números de erros na realização das tarefas.

Tarefas	Iniciar sessão	Editar perfil	Inserir normas	Dar feedback	Analisar normas	Aprovar normas	Terminar sessão
Usuários							
Usuário 1	0	0	2	0	0	0	0
Usuário 2	0	1	1	0	0	0	0
Usuário 3	0	0	0	0	0	0	0
Usuário 4	0	1	0	0	0	0	0
Usuário 5	0	0	1	0	0	0	0
Média	0,00	0,40	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Desvio Padrão	0,00	0,49	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 15: Número de erros na realização das tarefas.

8.4.3 Respostas ao Questionário de Teste de Usabilidade

Nesta subsecção, podem-se observar os resultados da resposta do teste de usabilidade preenchido pelos participantes. As primeiras respostas foram preenchidas na Escala de *Likert* e classificadas de “Concordo totalmente, Concordo, Indeciso, Discordo e Discordo totalmente”. Portanto, de acordo com a **1ª Questão**, feita no questionário de teste de usabilidade, as respostas foram preenchidas pelos 5 participantes. Os resultados obtidos são apresentados em gráficos de barras, onde se consegue visualizar as percentagens das respostas dadas pelos 5 participantes para cada questão, conforme demonstrado nas figuras abaixo.

a. Esta aplicação foi fácil de utilizar.

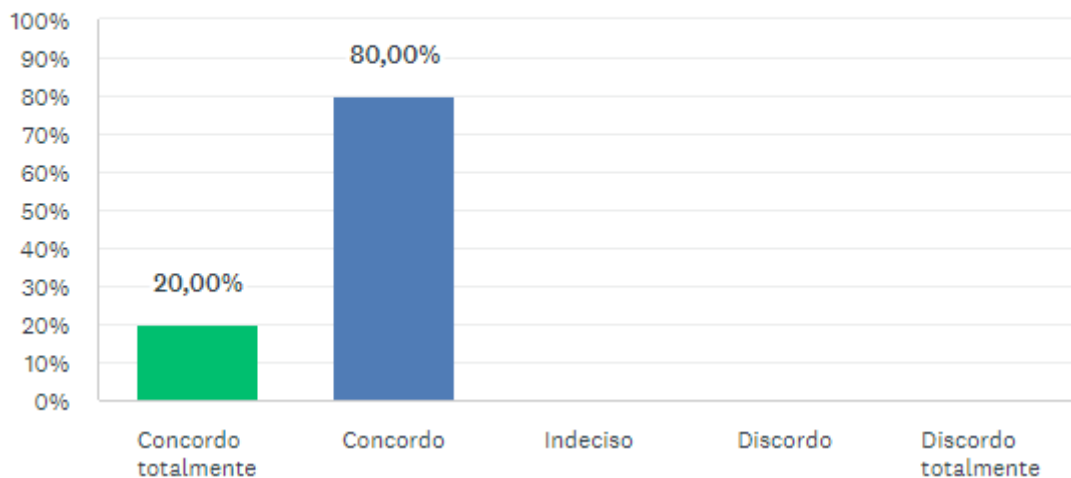


Figura 40: Resposta sobre a questão: “Esta aplicação foi fácil de utilizar”.

b. As informações estão bem organizadas.

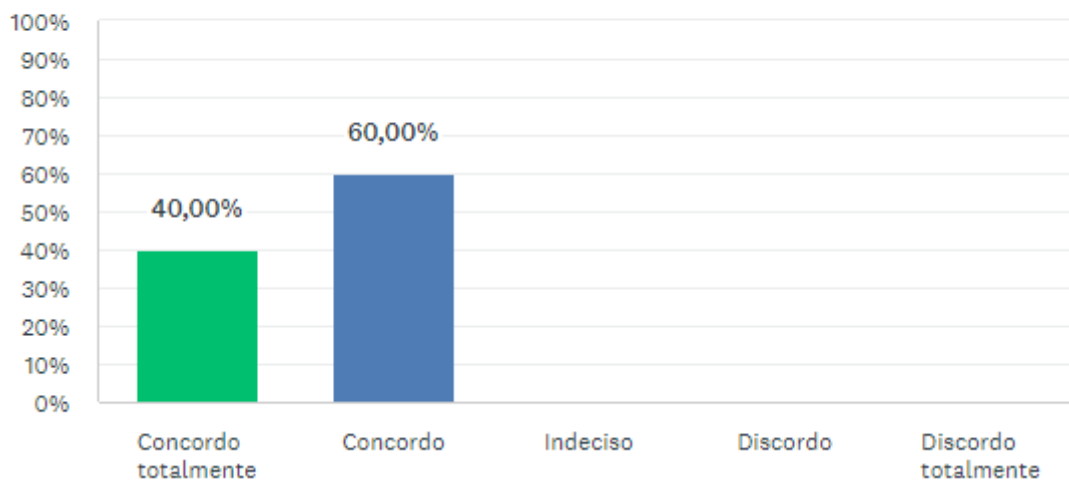


Figura 41: Resposta sobre a questão: “As informações estão bem organizadas”.

c. Achei confuso o layout das telas.

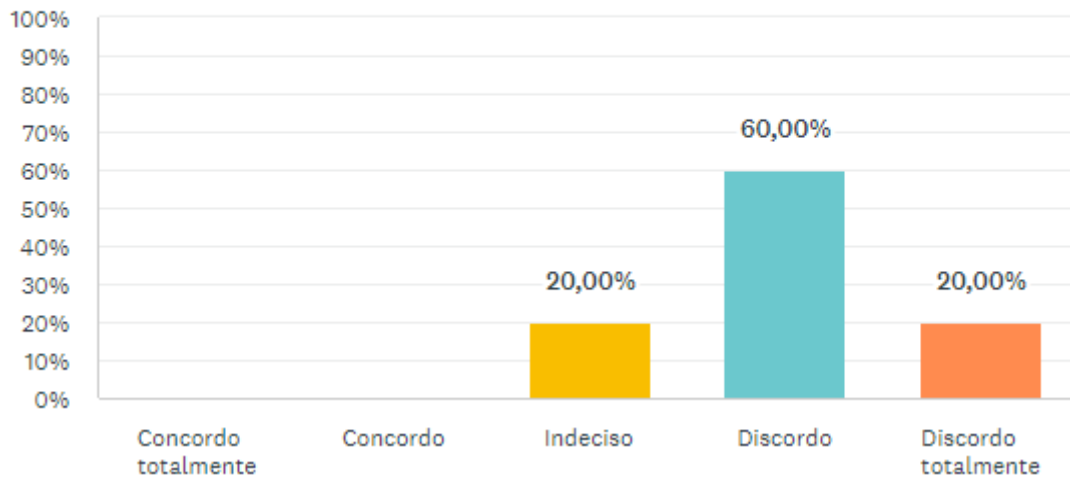


Figura 42: Resposta sobre a questão: "Achei confuso o layout das telas".

d. A nomenclatura utilizada nas telas estão acessíveis.

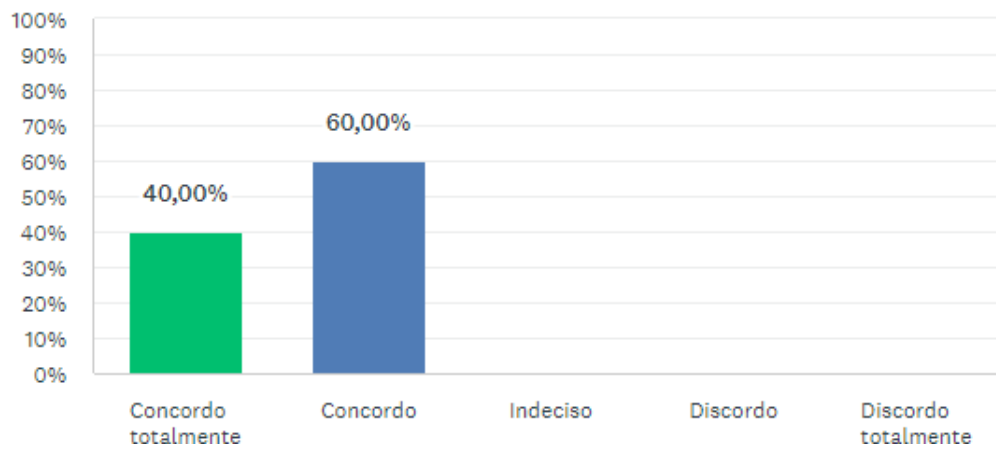


Figura 43: Resposta sobre a questão: "A nomenclaturas utilizada nas telas estão acessíveis".

e. Achei claras as mensagens do sistema.

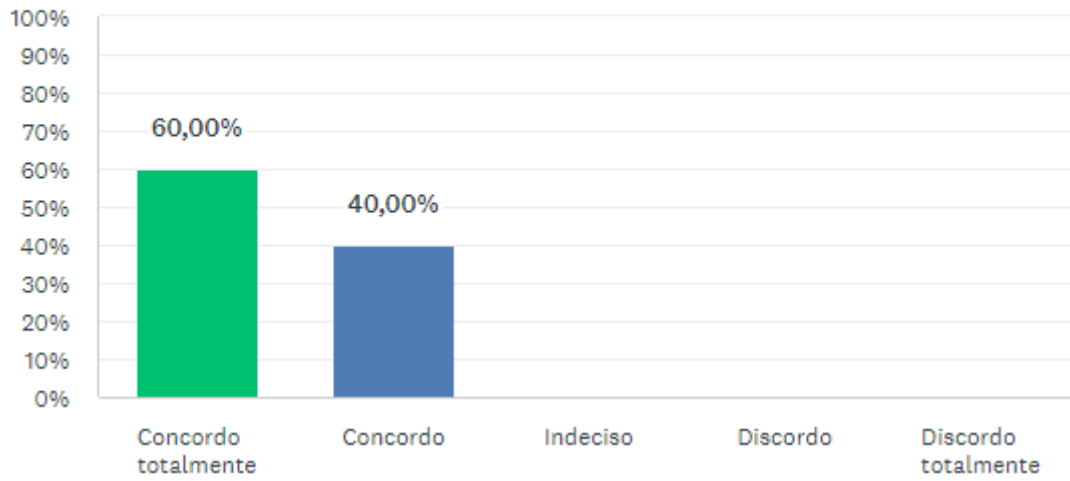


Figura 44: Resposta sobre a questão: "Achei claras as mensagens do sistema".

f. A assimilação das informações foi fácil.

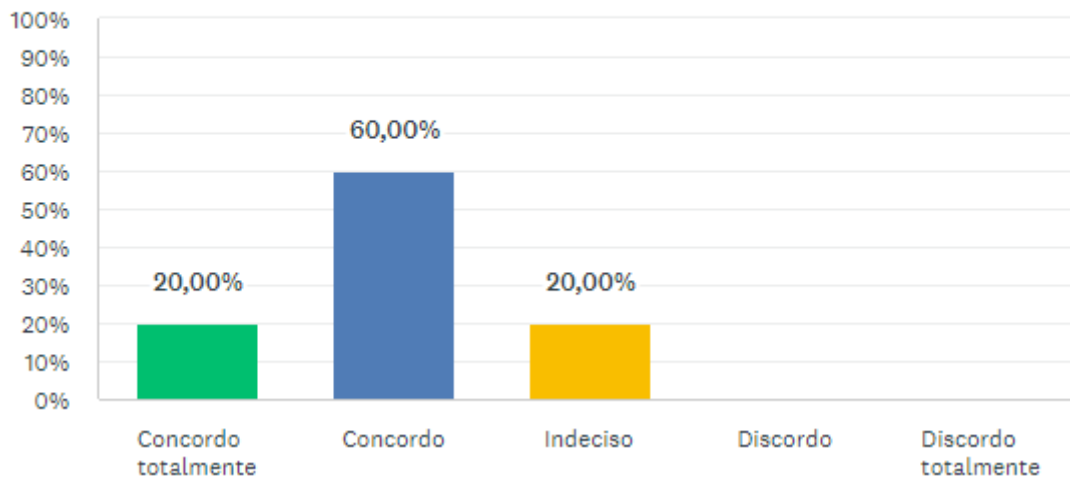


Figura 45: Resposta sobre a questão: "A assimilação das informações foi fácil".

g. No geral, a realização do teste foi interessante.

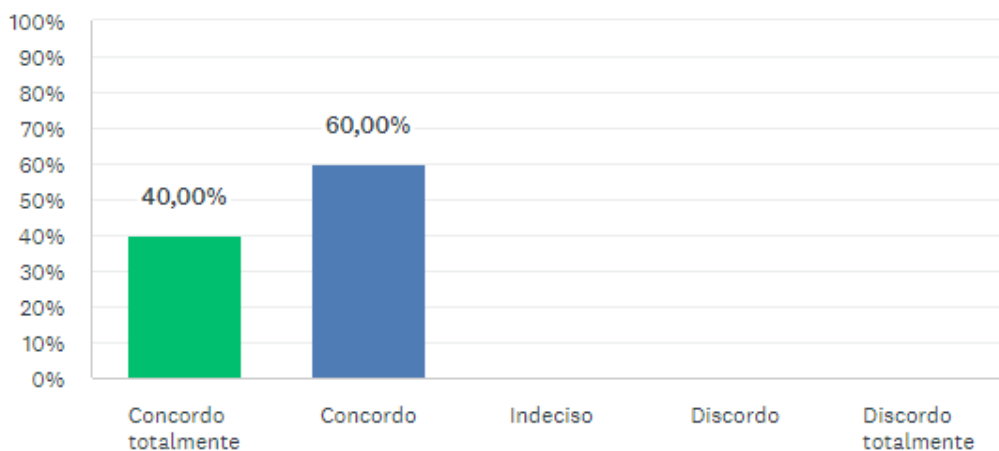


Figura 46: Resposta sobre a questão: “No geral, a realização do teste foi interessante”.

Na Tabela 16, pode-se observar as respostas preenchidas pelos 5 participantes, de acordo com a 2ª Questão, feita no questionário de teste de usabilidade.

2ª Questão/Respostas	Aponte situações em que você achou fácil utilizar no sistema.
Usuário 1	“Fazer login no sistema.”
Usuário 2	“Quando estava aprovando as normas.”
Usuário 3	“Analisar as normas.”
Usuário 4	“Encontrar com facilidade os botões das funcionalidades do sistema.”
Usuário 5	“Na maioria dos casos achei fácil a utilização, desde o acesso até às pesquisas rápidas no menu de entradas.”

Tabela 16: Resposta da 2ª Questão do teste de usabilidade.

Na Tabela 17, pode-se observar as respostas preenchidas pelos 5 participantes, de acordo com a 3ª Questão, feita no questionário de teste de usabilidade.

3ª Questão/Respostas	Aponte situações em que você sentiu dificuldades.
Usuário 1	“Inserir a norma no sistema.”
Usuário 2	“Foi difícil encontrar o perfil para editar.”
Usuário 3	“Achei muito difícil a parte de inserir a norma.”
Usuário 4	“Não senti dificuldades.”
Usuário 5	“Em saber para que serve cada uma das normas”

Tabela 17: Resposta da 3ª Questão do teste de usabilidade.

Na Tabela 18, pode-se observar as respostas preenchidas pelos 5 participantes, de acordo com a 4ª Questão, feita no questionário de teste de usabilidade.

4ª Questão/Respostas	Você se sentiu confuso em algum momento durante a realização dos testes? Em quais momentos?
Usuário 1	“Sim, quando estive a inserir as normas.”
Usuário 2	“Sim, em editar perfil.”
Usuário 3	“Não.”
Usuário 4	“Sim, em distinguir a permissão do usuário e do administrador.”
Usuário 5	“Sim, normas aprovadas não é muito claro o que significam.”

Tabela 18: Resposta da 4ª Questão do teste de usabilidade.

Na Tabela 19, pode-se observar as respostas preenchidas pelos 5 participantes, de acordo com a 5ª Questão, feita no questionário de teste de usabilidade.

5ª Questão/Respostas	Diante do teste realizado, você acha que o programa atingiu o objetivo para o qual foi desenvolvido? Explique.
Usuário 1	“Creio que sim, todas às funcionalidades estão a funcionar”
Usuário 2	“Sim, porque permite fazer gestão de normas.”
Usuário 3	“Sim, acho que foi possível alcançar o objetivo.”
Usuário 4	“Sim, achei bastante interessante.”
Usuário 5	“Sim. É um bom passo criar uma aplicação de gestão de normas, um tema essencial para os projetos tecnológicos e que terá cada vez mais relevância.”

Tabela 19: Resposta da 5ª Questão do teste de usabilidade.

Na Tabela 20, pode-se observar as respostas preenchidas pelos 5 participantes, de acordo com a 6ª Questão, feita no questionário de teste de usabilidade.

6ª Questão/Respostas	O espaço abaixo é reservado para que você exponha sua opinião e sugira melhorias no sistema.
Usuário 1	“Penso que a app é usual.”
Usuário 2	“Existem palavras em inglês e português na aplicação. Sugestão colocar em apenas 1 idioma.”
Usuário 3	“Melhorar inserir a norma no sistema, colocando o usuário a escrever menos.”
Usuário 4	“Melhorar a parte de “Give feedback” entrei num standard dei feedback, mas não mostra o que eu disse”. Sugestão gostava de ver o meu feedback.”
Usuário 5	“Melhorias, colocar notificações de alerta quando novas normas são aprovadas, ver o feedback colocado, entre outras.”

Tabela 20: Resposta da 6ª Questão do teste de usabilidade.

8.4.4 Problemas Encontrados na Aplicação

Na Tabela 21, são apresentados alguns problemas encontrados na aplicação, sendo eles relatados pelos participantes, de acordo com o teste de usabilidade realizado.

Número dos problemas	Problemas relatado pelos participantes
1	O ícone de “ <i>Approved standards</i> ” não está muito acessível.
2	Erros a inserir a data da norma no sistema.
3	Dificuldade em inserir normas
4	Partes de informações em inglês e outras em português
5	Os botões existentes em baixo da aplicação parecem inativos
6	Dificuldade em editar perfil

Tabela 21: Problemas encontrados na aplicação.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se constatar que o teste de usabilidade realizado ao sistema de gestão de normas revelou a sua importância na identificação dos problemas, bem como na identificação de sugestões para resolução desses problemas.

Foram corrigidos todos os erros de acordo com os problemas relatados pelos participantes, de modo a melhorar a usabilidade da aplicação.

8.4.5 Análise de Resultados do Teste de Usabilidade

Com os resultados obtidos a partir do teste de usabilidade realizado à aplicação de gestão de normas, foi possível constatar que a maioria dos participantes relataram problemas na realização da tarefa 2 (editar perfil) e da tarefa 3 (inserir normas).

Com base nos resultados obtidos na Tabela 14 e 15, pode-se observar que a tarefa que teve maior média ($\bar{X}=109,60$) e desvio padrão ($S=8,62$) ao nível de tempo, bem como ao nível do número de erros ($\bar{X}=0,80$ e $S=0,75$) foi a tarefa 3. Esta tarefa consiste em inserir normas. Assim, com a realização do teste de usabilidade, percebeu-se que os participantes no teste demoraram muito tempo nesta tarefa porque a sua realização exigia preencher alguns campos, onde é necessário ter um pouco de conhecimentos sobre as normas da Indústria 4.0. Outro motivo que condicionou este problema foi o facto desta tarefa ter muitos campos que devem ser preenchidos pelos usuários.

Para solucionar o problema foi proposto adicionar uma opção de escolha na maior parte dos campos, de modo a permitir os usuários escreverem menos ao inserir normas no sistema. Além disso, a tarefa 3 foi considerada uma tarefa de prioridade máxima visto que, segundo o teste de usabilidade, esta tarefa demora mais tempo a ser realizada e foi nela onde foram encontradas o maior número de erros.

Esta secção apresentou o teste de usabilidade realizado à aplicação de gestão de normas, que permitiu identificar os problemas, descobrir o seu grau de prioridade e solucioná-los atempadamente. No capítulo seguinte, é apresentada uma conclusão acerca do trabalho.

Capítulo 9

Conclusão

Após a realização deste projeto, foi possível adquirir conhecimentos sobre a Indústria 4.0 e constatar que este é um conceito de grande importância na atualidade, principalmente para as empresas que pretendem acompanhar a transformação digital e se destacarem no mercado.

O estudo feito, sobre a importância das normas em projetos de manufatura inteligente para a Indústria 4.0, serviu de auxílio para conhecer as principais normas, temas e componentes que estão a ser usadas no projeto KYKLOS 4.0, de modo a facilitar o desenvolvimento de uma aplicação de gestão de normas para ser utilizada através de dispositivos móveis ou via web.

Na fase de desenvolvimento, foi possível explorar vários recursos de ferramentas para criação da aplicação, mockups, arquitetura de software e diagrama de BPMN de gestão de normas, levando a alcançar um dos objetivos primordiais desta dissertação, ou seja, o desenvolvimento de uma aplicação para gestão de normas da Indústria 4.0, que pode ser usada na web ou em dispositivos móveis, para permitir às empresas gerirem as principais normas da Indústria 4.0. A realização do teste de usabilidade foi importante para identificar problemas na aplicação, o seu grau de prioridade e sugestões de melhoria.

Atualmente, a aplicação para gestão de normas encontra-se online e pode ser consultada através de um dispositivo móvel ou computador usando o endereço <https://standards-management.glideapp.io/>. Esta aplicação poderá ser um auxílio à gestão normativa em projetos de desenvolvimento no contexto da Indústria 4.0.

A evolução constante das aplicações, utilizando dispositivos móveis e computadores, torna-se um fator importante para referir algumas recomendações futuras que podem vir a contribuir para melhorar o funcionamento da aplicação de gestão de normas. Para trabalho futuro, é sugerido alterar a forma como os usuários procedem para editar o seu perfil, de modo a tornar a funcionalidade mais acessível, e realizar mais testes com o público-alvo da aplicação. Será também interessante adicionar uma nova funcionalidade que permita aos usuários pesquisarem as normas de acordo com as suas necessidades (atualmente os usuários só conseguem consultar listas de normas do projeto KYKLOS 4.0 e normas aprovadas), por exemplo por categorias: normas de manutenção preditiva, normas de dispositivos médicos, normas de tecnologia da informação, normas de plásticos ou normas de técnicas de segurança.

Para finalizar, posso concluir que, do meu ponto de vista, a realização desta dissertação foi positiva e terminou com êxito.

Referências

- [1] PAIOLA, P., Rocha, E., Rodrigues, A. (2019). A Importância das Normas de Automação para a Indústria 4.0. <https://proceedings.science/cobisa-2019/papers/a-importancia-das-normas-de-automacao-na-industria-4-0> (último acesso 08/07/2022).
- [2] KYKLOS4.0 - An Advanced Circular and Agile Manufacturing Ecosystem based on rapid reconfigurable manufacturing process and individualized consumer preferences, <https://kyklos40project.eu/>.
- [3] Bartodziej, C. J. (2017). The Concept Industry 4.0 - An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics. In Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-16502-4> (último acesso 10/07/2022).
- [4] Nathan, L., Glide alternatives, February 7, 2022. <https://www.jotform.com/blog/glide-alternatives/> (último acesso 21/07/2022).
- [5] Espinha, R. G. Ciclo de Vida de um Projeto, 2020.
- [6] Aires, R. W. A., Moreira, F. K., Freire, P. S. (2017). Indústria 4.0: Competências Requeridas aos Profissionais da Quarta Revolução Industrial. VII Internacional de conhecimento e Inovação. <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314/153> (último acesso 10/07/2022).
- [7] Ray, Y. Z., Xun, X., Eberhard, K., Stephen, T. N. Intelligent Manufacturing in the Context of industry 4.0: A Review, 2017.
- [8] Staff, M. How Industry 4.0 design principles are shaping the future of intralogistics, 2018.
- [9] Liao, Y., Ramos, L. F. P., Saturno, M., Deschamps, F., de Freitas Rocha Loures, E., & Szejka, A. L. (2017). The Role of Interoperability in The Fourth Industrial Revolution Era. IFAC-PapersOnLine, 50(1), 12434–12439. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1248> (último acesso 11/07/2022).
- [10] Gupta, P. (2019). Modularity enablers: a tool for Industry 4.0. Life Cycle Reliability and Safety 38 Engineering, 8(2), 157–163. <https://doi.org/10.1007/s41872-018-0067-3> (último acesso 11/07/2022).
- [11] Marques, M., Agostinho, C., Zacharewicz, G., & Jardim-Gonçalves, R. (2017). Decentralized decision support for intelligent manufacturing in Industry 4.0. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 9(3), 299–313. <https://doi.org/10.3233/AIS-170436> (último acesso 11/07/2022).

- [12] Martins, A., Costelha, H., & Neves, C. (2019). Shop Floor Virtualization and Industry 4.0. 19th IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, ICARSC 2019, 0–5. <https://doi.org/10.1109/ICARSC.2019.8733657> (último acesso 11/07/2022).
- [13] Kipper, L. M., Furstenu, L. B., Hoppe, D., Frozza, R., & Iepsen, S. (2020). Scopus scientific mapping production in industry 4.0 (2011–2018): a bibliometric analysis. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1605–1627. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1671625> (último acesso 11/07/2022).
- [14] Ray, Y. Z., Xun, X., Eberhard, K., Stephen, T. N., (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>. (último acesso 11/07/2022).
- [15] Indústria 4.0. http://administracaonoblog.blogspot.com/2019_04_06_archive.html. (último acesso 11/07/2022).
- [16] G, Erboz. How to define Industry 40: The main pillars of Industry 4.0. NoManagement trends in business development in the era of globalization, 2017.
- [17] Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization. *International Journal of Information and Communication Engineering*, 8(1), 37–44. <https://waset.org/publications/9997144/how-virtualization-decentralization-and-network-building-change-the-manufacturing-landscape-an-industry-4.0-perspective> (último acesso 11/07/2022).
- [18] Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034> (último acesso 11/07/2022).
- [19] CLIM, A. (2019). Cyber Security Beyond the Industry 4.0 Era. A Short Review on a Few Technological Promises. *Informatica Economica*, 23(2/2019), 34–44. <https://doi.org/10.12948/issn14531305/23.2.2019.04> (último acesso 11/07/2022).
- [20] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., & Zaharia, M. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50–58. <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672> (último acesso 11/07/2022).
- [21] Grupo MAHA 3D. (2020). O papel da manufatura aditiva na indústria 4.0. <https://maha3d.com/o-papel-da-manufatura-aditiva-na-industria-4-0/> (último acesso 15/07/2022).
- [22] Rikalovic, A., Suzic, N., Bajic B., Piuri, V. (2021). Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Technological Perspective, in *IEEE Systems Journal*, doi: 10.1109/JSYST.2021.3101673. (último acesso 25/10/2021). (último acesso 15/07/2022).

- [23] MoSCoW Prioritization. <https://airfocus.com/glossary/what-is-moscow-prioritization/> (último acesso 15/07/2022).
- [24] The Standardisation Roadmap of Predictive Maintenance for Sino-German Industrie 4.0/ Intelligent Manufacturing. Federal Ministry of Economic Affairs and Energy, April 2018.
- [25] ISO (International Organization for Standardization). (2021). ISO 23247-4:2021. <https://www.iso.org/standard/78745.html> (último acesso 15/07/2022).
- [26] Koranne S. (2011). Hierarchical Data Format 5: HDF5. In: Handbook of Open-Source Tools. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7719-9_10. (último acesso 15/07/2022).
- [27] Wikipédia. STandard for the Exchange of Product. https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_10303 (último acesso 15/07/2022).
- [28] ISO (International Organization for Standardization). (2021). ISO/IEC 30118-8:2021. <https://www.iso.org/search.html?q=oneM2M> (último acesso 15/07/2022).
- [29] ISO (International Organization for Standardization). (2002). ISO/TS 14048:2002. <https://www.iso.org/standard/29872.html> (último acesso 15/07/2022).
- [30] ISO (International Organization for Standardization). (2017). ISO 7250-1:2017. <https://www.iso.org/standard/65246.html> (último acesso 15/07/2022).
- [31] ISO (International Organization for Standardization). (2016). ISO/IEC 20922:2016. <https://www.iso.org/standard/69466.html> (último acesso 15/07/2022).
- [32] Add El-Aziz, A. A., Kannan, A. (2014). JSON encryption. International Conference on Computer Communication and Informatics. 2014, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCCI.2014.6921719. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6921719/authors#authors>.
- [33] ISO (International Organization for Standardization). (2007). ISO 15745-4:2003/Amd 2:2007. <https://www.iso.org/standard/42279.html> (último acesso 15/07/2022).
- [34] ISO (International Organization for Standardization). (2017). ISO 16613-1:2017. <https://www.iso.org/standard/65429.html> (último acesso 15/07/2022).
- [35] ISO (International Organization for Standardization). (2014). ISO/IEC 19464:2014. <https://www.iso.org/standard/64955.html> (último acesso 15/07/2022).
- [36] ISO (International Organization for Standardization). (2017). ISO/IEC 21778:2017. <https://www.iso.org/standard/71616.html> (último acesso 15/07/2022).
- [37] ISO (International Organization for Standardization). (2019). ISO 527-1:2019. <https://www.iso.org/standard/75824.html> (último acesso 15/07/2022).
- [38] ISO (International Organization for Standardization). (2016). ISO 13485:2016. <https://www.iso.org/standard/59752.html> (último acesso 15/07/2022).

- [39] ISO (International Organization for Standardization). (2013). ISO/IEC 27001:2013. <https://www.iso.org/standard/54534.html> (último acesso 15/07/2022).
- [40] ISO (International Organization for Standardization). (2009). ISO 527-5:2009. <https://www.iso.org/standard/52991.html> (último acesso 15/07/2022).
- [41] ISO (International Organization for Standardization). (2019). ISO 14971:2019. <https://www.iso.org/standard/72704.html> (último acesso 15/07/2022).
- [42] ISO (International Organization for Standardization). (2006). ISO 16840-1:2006. <https://www.iso.org/standard/42064.html> (último acesso 15/07/2022).
- [43] Barros, E. Saiba o que é Inteligência Artificial e o que o futuro reserva para a tecnologia, 22 Novembro, 2018.
- [44] ISO/IEC 23053 Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML). (2022). <https://www.iso.org/standard/74438.html> (último acesso 15/07/2022).
- [45] Object Management Group (OMG). (2011). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0> (último acesso 30/06/2022).
- [46] Craft. (2022). Glide Competitors. <https://craft.co/glide-/competitors> (último acesso 24/07/2022).
- [47] Capterra. Comparação de AppSheet vs. Bubble vs. Glide vs. Open as App. <https://www.capterra.pt/> (último acesso 24/07/2022).
- [48] Brown, S. Costa, M. (2018). O modelo C4 de documentação para Arquitetura de Software. <https://www.infoq.com/br/articles/C4-architecture-model/> (último acesso 30/06/2022).
- [49] Andrade, K. Teste de Usabilidade, Agosto de 2002. <https://homepages.dcc.ufmg.br/~clarindo/arquivos/disciplinas/material/exemplos/exemplo-avaliacao-empirica-katia.pdf> (último acesso 25/07/2022).

Apêndice A

Resultado do Questionário

O apêndice A apresenta os resultados obtidos no inquérito realizado às empresas participantes no projeto KYKLOS 4.0, que foi utilizado para conhecer as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0

A.1 Dados do Questionário do Projeto KYKLOS 4.0

	A	B
1	Standard Identification	It is important because
2	Predictive maintenance standard	Your component / your pilot uses them, KYKLOS 4.0 should consider them
3	ISO 10303	Your component / your pilot uses them
4	No special one. We are having into account some European Strategies, but not standards	Your component / your pilot uses them
5	HDF5, VTK	Your component / your pilot uses them, KYKLOS 4.0 should consider them
6	oneM2M	Your component / your pilot uses them, KYKLOS 4.0 should consider them
7	Semantic Sensor Network Ontology (SSN)	KYKLOS 4.0 should consider them
8	UNI EN ISO 7250-1:2017 "Title: Basic human body measurements for technological design	Your component / your pilot uses them
9	ISO/TS 14048:2002	Your component / your pilot uses them, KYKLOS 4.0 should consider them
10	MQTT	Your component / your pilot uses them
11	ISO/IEC 19464 : 2014	Your component / your pilot uses them
12	ISO 13485:2016 - Medical devices — Quality management systems	Your component / your pilot uses them
13	REGULATION (EU) 2017/745 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL	Your component / your pilot uses them
14	Decision Making Tool AM	Your component / your pilot uses them
15	Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)	Your component / your pilot uses them, Kyklos should consider them
16	ISO 10303	Your component / your pilot uses them, KYKLOS 4.0 should consider them
17	ISO 23247	KYKLOS 4.0 should consider them
18	ISO 527	Your component / your pilot uses them
19	ISO 527-5: Test conditions for unidirectional fibre-reinforced plastic composites	Your component / your pilot uses them
20	JSON	Your component / your pilot uses them, KYKLOS 4.0 should consider them
21	ISO/IEC 21778:2017	Your component / your pilot uses them
22	ISO 14971:2019 Medical devices — Application of risk management to medical devices	Your component / your pilot uses them
23	Modbus	Your component / your pilot uses them
24	ISO/IEC 27001:2013	Your component / your pilot uses them
25	ISO 16840-1:2006 Wheelchair seating	Your component / your pilot uses them
26	OPC UA	Your component / your pilot uses them
27	OWL	Your component / your pilot uses them
28	CSV	Your component / your pilot uses them
29	FIPA Agent Management Specification	Your component / your pilot uses them

Figura 47: Conjunto de normas identificadas pelas empresas.

	L
1	Themes of this standard (select one or more)
2	Orchestration (configuration, coordination, and management of systems), Big Data, Artificial Intelligence, Robotics and automation
3	Interoperability (sharing of data and resources between different systems)
4	Security & safety
5	Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Big Data
6	Circular economy, Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Portability (enables using the system in different environments), IoT
7	Terminology, Interoperability (sharing of data and resources between different systems)
8	Terminology, Human
9	Circular economy, Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Portability (enables using the system in different environments)
10	Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Orchestration (configuration, coordination, and management of systems), Security & safety, IoT, Big Data
11	Interoperability (sharing of data and resources between different systems)
12	Quality
13	Terminology, Quality, Security & safety, Big Data, Robotics and automation
14	Circular economy, Portability (enables using the system in different environments), Quality, Robotics and automation
15	It should be considered when defining the structure of some technical components
16	Assist in terminology and architecture of KYKLOS Digital Twins.
17	Quality
18	Circular economy, Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Additive Manufacturing
19	Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Orchestration (configuration, coordination, and management of systems), IoT, Big Data
20	Interoperability (sharing of data and resources between different systems)
21	Terminology, Quality, Security & safety
22	Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Orchestration (configuration, coordination, and management of systems), IoT
23	Security & safety
24	Terminology, Quality, Security & safety, Big Data
25	Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Orchestration (configuration, coordination, and management of systems), Security & safety, IoT
26	Interoperability (sharing of data and resources between different systems)
27	Interoperability (sharing of data and resources between different systems)
28	Artificial Intelligence
29	Orchestration (configuration, coordination, and management of systems), IoT, Big Data, Artificial Intelligence

Figura 48: Conjunto de temas identificados pelas empresas.

1	Which KYKLOS 4.0 components do/should use it?
2	TC3.6.1 KYKLOS Maintenance Scheduler
3	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM), TC4.5.1 PLM Module, TC6.4.1 Web 3D Modelling Component
4	TC5.1.1 Blockchain-based Auditing Platform
5	TC4.4.1 LCA Simulations Engine, TC6.4.1 Web 3D Modelling Component
6	TC6.3.1 Advanced Additive Manufacturing Component, TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
7	TC3.3.1 Semantic Knowledge Base (SKB)
8	TC6.1.1 Parametric Design Methodology, TC6.2.1 Recommendation Engine
9	TC4.1.1 DL Toolkit, TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM), TC4.4.1 LCA Simulations Engine, TC4.5.1 PLM Module, TC6.4.1 Web 3D Modelling Component, TC7.4.1 KYKLOS 4.0 Front End, TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure
10	TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure - A Collaborative Private Cloud Platform, TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
11	TC7.2.1 KYKLOS 4.0 Marketplace, TC7.3.1 Brokering and Matchmaking
12	TC9.5.1 KYKLOS Product Refurbishment Certification
13	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM), TC4.6.1 Manufacturing Management Component, TC5.4.1 Data Manager, TC6.4.1 Web 3D Modelling Component, TC7.4.1 KYKLOS 4.0 Front End, TC9.5.1 KYKLOS Product Refurbishment Certification
14	TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit, TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM), TC4.4.1 LCA Simulations Engine, TC4.5.1 PLM Module, TC4.6.1 Manufacturing Management Component
15	TC3.1.1 KYKLOS 4.0 Shop Floor Cognitive Accelerator Hardware, TC3.2.1 Data Reduction Techniques & Fault Dependency Model, TC3.4.1 Inference Engine, TC4.1.1 DL Toolkit
16	TC3.3.1 Semantic Knowledge Base (SKB), TC3.6.1 KYKLOS Maintenance Scheduler, TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit, TC4.4.1 LCA Simulations Engine, TC4.5.1 PLM Module, TC6.3.1 Advanced Additive Manufacturing Component,
17	Interoperability (sharing of data and resources between different systems), Portability (enables using the system in different environments), Orchestration (configuration, coordination, and management of systems)
18	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM), TC6.3.1 Advanced Additive Manufacturing Component
19	TC6.3.1 Advanced Additive Manufacturing Component
20	TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure - A Collaborative Private Cloud Platform, TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
21	TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit, TC7.2.1 KYKLOS 4.0 Marketplace, TC7.3.1 Brokering and Matchmaking, TC9.5.1 KYKLOS Product Refurbishment Certification
22	TC4.6.1 Manufacturing Management Component, TC6.4.1 Web 3D Modelling Component
23	TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure - A Collaborative Private Cloud Platform, TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
24	
25	TC6.4.1 Web 3D Modelling Component
26	TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure - A Collaborative Private Cloud Platform, TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
27	TC7.3.1 Brokering and Matchmaking
28	TC7.5.1 KYKLOS 4.0 Back-End Infrastructure - A Collaborative Private Cloud Platform, TC9.1.1 KYKLOS Interoperability layer
29	TC7.2.1 KYKLOS 4.0 Marketplace

Figura 49: Conjunto de componentes identificados pelas empresas.

	C	D	E	F	G	H
	[Are you monitoring the development of the standard in its home standardization committee?]	[Are you contributing to the development of the standard in its home standardization committee?]	[KYKLOS 4.0 could contribute to the development of the standard?]	[KYKLOS 4.0 could contribute to the development of the standard?]	How experienced are you with it (from 1 to 10)?	How difficult is the deployment of the standard (from 1 to 10)?
1						
2	Yes	Yes	Yes	Yes	10	7
3	Yes	No	No	Yes	5	3
4	No	No	No	No	7	7
5	No	No	No	No	7	7
6	Yes	Yes	Yes	Yes	8	3
7	Yes	No	No	Yes	6	2
8	No	No	No	No	8	7
9	No	No	No	Yes	4	6
10	No	No	No	No	8	3
11	No	No	No	No	7	1
12	No	No	No	No	1	7
13	No	No	No	No	8	9
14	No	No	No	Yes	5	8
15	No	No	No	Yes	2	5
16	Yes	Yes	Yes	Yes	10	5
17	Yes	No	No	Yes	7	3
18	Yes	No	No	Yes	7	4
19	No	No	No	Yes	7	9
20	No	No	No	No	8	2
21	No	No	No	No	8	2
22	No	No	No	No	8	9
23	No	No	No	No	7	5
24	No	No	No	No	8	8
25	No	No	No	No	8	9
26	No	No	No	No	7	5
27	No	No	No	No	8	6
28	No	No	No	No	8	3
29	No	No	No	No	6	7

Figura 50: Resultados do questionário preenchido pelas empresas.

Apêndice B

Requisitos

Neste segundo apêndice, podem-se observar os requisitos definidos para o desenvolvimento da aplicação de gestão de normas.

Requisitos

B.1. Objetivo

Esta sessão, tem como objetivo apresentar uma lista de requisitos funcionais e não funcionais, necessários para o desenvolvimento de uma aplicação de sistemas de gestão de normas. A identificação destes requisitos auxilia a tornar acessíveis as tarefas que serão desenvolvidas e contribuir para o desenvolvimento eficiente da aplicação.

B.1.1 Visão Geral

Esta aplicação é composta por dois atores: usuário e administrador. Entretanto, as funções que um usuário desempenha dentro desta plataforma são: visualizar e editar os detalhes do seu perfil, consultar as normas que estão a ser usadas atualmente no projeto KYKLOS 4.0, adicionar normas, dar feedback sobre as normas, visualizar as normas aprovadas e enviar um email de apoio na aplicação. As funções que um administrador desempenha dentro desta plataforma são: consultar as normas que estão a ser usadas atualmente no projeto KYKLOS 4.0, adicionar as normas, editar as normas, analisar as normas, aprovar ou rejeitar as normas, visualizar as normas aprovadas, visualizar todos os feedbacks e gerir os usuários.

B.1.2 Benefícios

A aplicação auxiliará as empresas que estão a adotar a Indústria 4.0, com implementação de manufatura inteligente, a gerir as normas adotadas em projetos de desenvolvimento no contexto da Indústria 4.0.

B.2. Requisitos

Nesta secção, descrevem-se os requisitos funcionais e não funcionais identificados para o desenvolvimento deste projeto. Entretanto, primeiramente descrevem-se os requisitos funcionais onde se apresentam os requisitos funcionais gerais, do usuário e do administrador, e, em seguida, descrevem-se os requisitos não funcionais. Portanto, para cada requisito existe um identificador (ID), uma descrição e uma prioridade MoSCoW (ferramenta que estabelece uma hierarquia de prioridades durante um projeto) [23].

B.2.1 Requisitos Funcionais

Esta subsecção apresenta um conjunto de requisitos funcionais identificados para o desenvolvimento do projeto. Os requisitos funcionais foram classificados em três partes: gerais, do usuário e do administrador. Na secção seguinte, primeiramente são identificados os requisitos funcionais gerais, em seguida, os requisitos funcionais do usuário e, por último, os requisitos funcionais do administrador.

B.2.1.1 Geral

Na Tabela 22, podem-se observar os requisitos funcionais gerais, identificados para o desenvolvimento do projeto.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
G01	Todas as funcionalidades da aplicação devem ser acessíveis por meio de dispositivo móvel, através de simples toques, ou por meio de computador, através de cliques do rato.	Must Have
G02	O sistema deve fornecer a capacidade de processamento e armazenamento de dados.	Must Have
G03	Um dispositivo móvel deve fornecer ao usuário todas as funcionalidades do sistema do usuário.	Must Have
G04	O sistema deve estar protegido ao abrigo do Regulamento Geral de Proteção de Dados.	Must Have
G05	Todos os dados confidenciais do usuário devem ser encriptados.	Must Have
G06	O sistema deve estar protegido contra ataques de força bruta e de injeção.	Must Have
G07	O sistema deve apresentar a listagem de todas as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0 e as normas aprovadas.	Must Have

Tabela 22: Requisitos funcionais geral

B.2.1.2 Usuário

Na Tabela 23, podem-se observar todos os requisitos funcionais do usuário, identificados para o desenvolvimento do projeto.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
C01	O usuário poderá fazer login na aplicação usando o seu email, por meio de um link de convite fornecido.	Must Have
C02	O usuário deve ser redirecionado para o menu principal após o login bem-sucedido.	Must Have
C03	O usuário deve visualizar no menu principal botões que exibem as atividades da aplicação.	Must Have
C04	O usuário poderá editar as informações do seu perfil.	Must Have
C05	O usuário deve visualizar a lista de todas as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0 e as normas aprovadas.	Must Have
C06	O usuário poderá consultar todas as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0 e as normas aprovadas utilizando os botões existentes no menu principal.	Must Have
C07	O usuário poderá pesquisar por filtragem todas as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0 e aprovadas.	Must Have
C08	O usuário poderá visualizar temas e componentes associados às normas.	Must Have
C09	O usuário poderá adicionar novas normas no sistema utilizando o menu de inserir normas.	Must Have
C10	O usuário poderá ver os detalhes das normas adicionadas, utilizando o menu de visualizar normas adicionadas.	Must Have
C11	O usuário deve conseguir dar feedback às normas adicionadas na aplicação, usando o menu de dar feedback.	Must Have
C12	Os usuários devem receber um email informativo sempre que uma norma for aprovada ou se a norma adicionada por eles for rejeitada.	Must Have
C13	O usuário deve visualizar se as suas normas adicionadas se encontram num dos seguintes estados: analisando, rejeitada ou aprovada.	Must Have
C14	O usuário poderá enviar uma mensagem de apoio na aplicação, usando o menu de apoio.	Must Have
C15	O usuário poderá partilhar a aplicação através de Messenger, WhatsApp, QR Code, Instagram etc.	Must Have
C16	O usuário poderá terminar a sessão na aplicação.	Must Have

Tabela 23: Requisitos funcionais do usuário.

B.2.1.3 Administrador

Na Tabela 24, podemos visualizar todos os requisitos funcionais do administrador, identificados para o desenvolvimento do projeto.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
A01	O administrador deve fazer login na aplicação, por meio de um link de convite fornecido.	Must Have
A02	O administrador deve visualizar um painel de administração com os dados da aplicação.	Must Have
A03	O administrador deve visualizar um painel de administração com as definições da aplicação.	Must Have
A04	O administrador poderá adicionar normas no sistema.	Must Have
A05	O administrador poderá editar normas no sistema.	Must Have
A06	O administrador poderá aprovar ou rejeitar as normas.	Must Have
A07	O administrador deve receber um email sempre que uma norma for submetida para análise.	Must Have
A08	Um administrador deve ser capaz de gerir usuários.	Must Have
A09	Um administrador poderá editar ou atualizar os dados no sistema.	Must Have
A10	Um administrador poderá terminar a sessão na aplicação.	Must Have

Tabela 24: Requisitos funcionais do administrador.

B.2.2 Requisitos Não Funcionais

Nesta secção, apresenta-se um conjunto de requisitos não funcionais do sistema, tais como, usabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, portabilidade, desempenho e segurança.

Na Tabela 25, descreve-se com mais detalhe os requisitos não funcionais de usabilidade identificados no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
U01	O sistema deve ser de aprendizagem fácil.	Must Have
U02	O sistema deve ser fácil de utilizar para todos os usuários.	Must Have

Tabela 25: Requisitos não funcionais de usabilidade.

Na Tabela 26, descreve-se com mais detalhe o requisito não funcional de disponibilidade, identificado no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
D01	O sistema deve estar disponível 24 horas por dia e 7 dias por semana.	Must Have

Tabela 26: Requisito não funcional de disponibilidade.

Na Tabela 27, descrevem-se com mais detalhe o requisito não funcional de manutenibilidade, identificado no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
M01	O sistema deve retornar uma mensagem que diz ao utilizador para tentar mais tarde sempre que a plataforma estiver em manutenção.	Could Have

Tabela 27: Requisito não funcional de manutenibilidade.

Na Tabela 28, descreve-se com mais detalhe o requisito não funcional de portabilidade, identificado no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
P01	A página de frontend do sistema deve ser portátil, ou seja, deve ser executada em todos os navegadores (Chrome, Safari, Firefox, etc.).	Must Have

Tabela 28: Requisito não funcional de portabilidade.

Na Tabela 29, descreve-se com mais detalhe o requisito não funcional de desempenho, identificado no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
D01	O sistema deve colocar as normas no estado de análise em menos de 2 segundos.	Must Have

Tabela 29: Requisito não funcional de desempenho.

Na Tabela 30, descreve-se com mais detalhes os requisitos de segurança não funcionais identificados no sistema.

Requisitos ID	Descrição	MoSCoW
S01	O sistema não deve permitir ao usuário aceder a dados aos quais não tem permissão.	Must Have

Tabela 30: Requisito não funcional de segurança.

B.3. Definição de Casos de Uso

B.3.1 Identificação dos Atores

Para a utilização desta aplicação de gestão de normas existem dois atores: Usuário e Administrador. Portanto, os usuários são todas as pessoas que estiverem a utilizar a aplicação, incluindo os parceiros do projeto KYKLOS 4.0, enquanto os administradores são as pessoas que podem utilizar a aplicação e gerir os usuários.

Na Figura 51, pode-se observar a identificação dos atores.

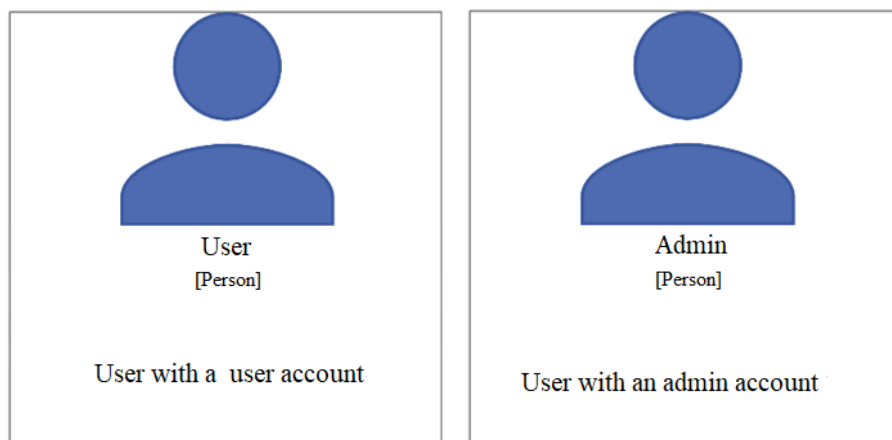


Figura 51: Identificação dos atores.

B.3.2 Diagrama de Casos de Uso

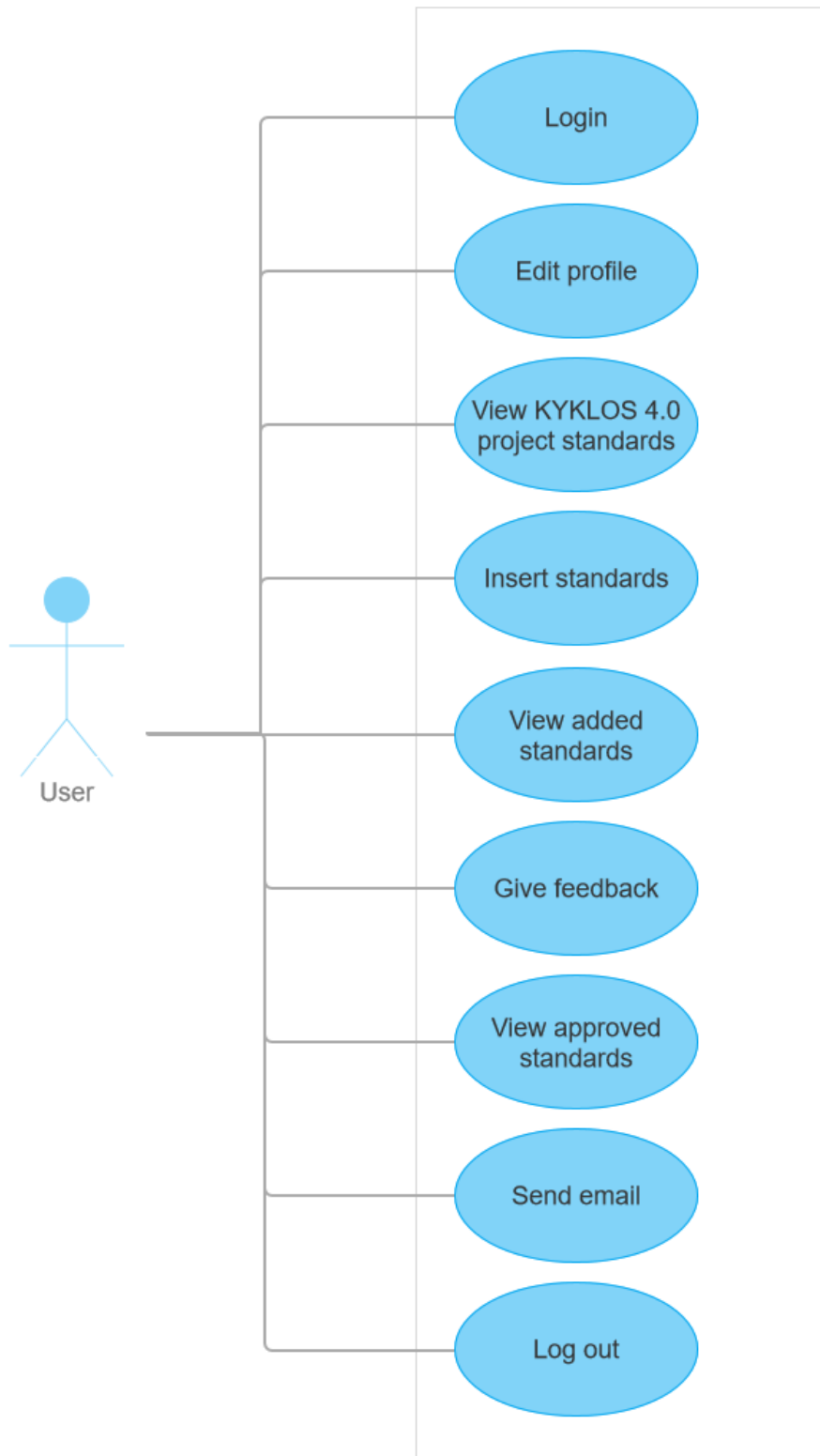


Figura 52: Diagrama de caso de uso do usuário.

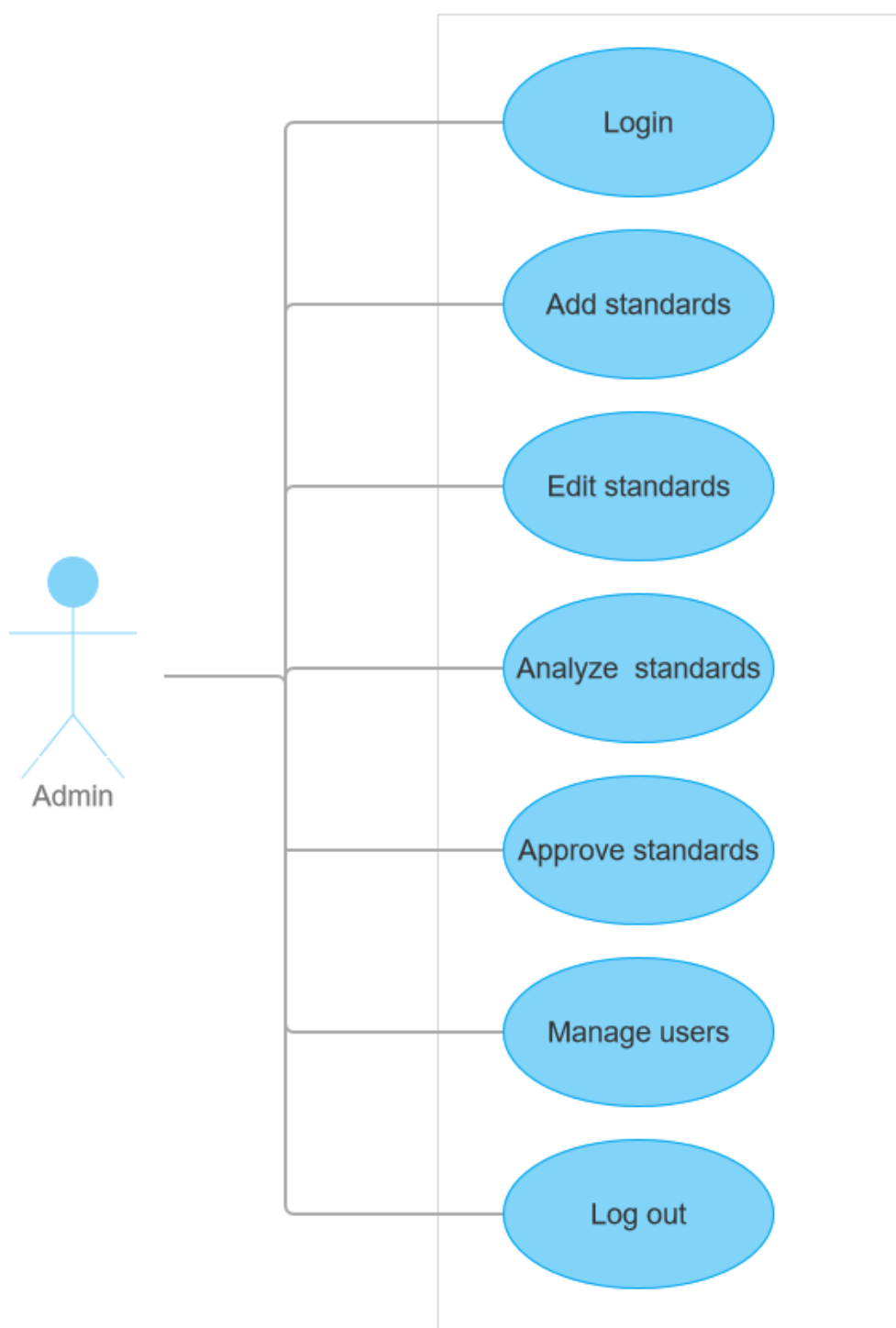


Figura 53: Diagrama de caso de uso do administrador.

B.3.3 Descrição dos Casos de Uso

Na Tabela 31, apresenta-se a descrição do caso de uso de login, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao efetuar o login no sistema.

Caso de uso	Login
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários efetuam login por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve ter um e-mail válido
Fluxo principal	1- O usuário clica no link de convite recebido e é redirecionado para a página de login da aplicação. 2- O sistema solicita ao usuário o seu email. 3- O usuário insere a informação solicitada e clica no botão continuar. 4- O sistema envia um PIN de confirmação para o email inserido. 5- O usuário é redirecionado para uma página onde é informado para verificar a sua caixa de entrada de email e digitar o PIN. 6- O usuário insere o PIN e clica no botão entrar. 4- O usuário é redirecionado para a página do menu principal.
Exceções	3.a) O usuário digita informações inválidas (email e PIN inválidos). 6.a) O usuário digita o PIN expirado.

Tabela 31: Descrição do caso de uso de login.

Na Tabela 32, apresenta-se a descrição do caso de uso de editar perfil, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao editar o perfil no sistema.

Caso de uso	Editar perfil
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários editam o seu perfil por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão "Principal" existente na página do menu principal. 2- O usuário é direcionado para uma página onde consegue visualizar o seu perfil. 3- O usuário clica em cima do seu perfil e é direcionado para a página de editar perfil. 4- O usuário clicar no botão "Edit profile". 6- O sistema solicita ao usuário o seu nome, o seu endereço de email e uma imagem de perfil. 7- O usuário insere as informações solicitadas e pressiona o botão guardar. 8- O sistema atualiza as informações do perfil do usuário.

Exceções	6.a) Deixa em branco o espaço de adicionar o nome.
----------	--

Tabela 32: Descrição do caso de uso de editar perfil.

Na Tabela 33, apresenta-se a descrição do caso de uso de consultar normas, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao visualizar as normas no sistema.

Caso de uso	Consultar normas
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários consultam as "Normas do projeto KYKLOS 4.0" por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão " <i>Project standards</i> " existente no menu principal. 2- O sistema redireciona o usuário para uma página onde consegue consultar as normas usadas no projeto KYKLOS 4.0. 2.1- O usuário clica em cima de uma das normas usadas no projeto KYKLOS 4.0. 2.2- O sistema redireciona-o para uma página onde consegue visualizar os temas e os componentes associados a essas normas.
Exceções	Sem exceções.

Tabela 33: Descrição do caso de uso de consultar normas.

Na Tabela 34, apresenta-se a descrição do caso de uso de adicionar normas, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao adicionar normas no sistema.

Caso de uso	Adicionar normas
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários adicionam as normas por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão " <i>Insert standards</i> " existente na página do menu principal. 2- O sistema direciona-o para uma página onde lhe são solicitadas todas as informações da norma que deseja inserir. 3- O usuário insere as informações solicitadas pelo sistema e clica no botão "Submeter". 4- O usuário visualiza uma notificação automática, indicando que a norma foi enviada para análise.
Exceções	O usuário insere norma já existente no sistema.

Tabela 34: Descrição do caso de uso de adicionar normas.

Na Tabela 35, apresenta-se a descrição do caso de uso de visualizar as normas adicionadas, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao visualizar as normas adicionadas no sistema.

Caso de uso	Visualizar as normas adicionadas
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários visualizam os detalhes das normas adicionadas, por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado. Deve ter inserido norma no sistema
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão " <i>See added standards</i> " no menu principal. 2- O sistema direciona-o para uma página onde visualiza o título da norma adicionada e os estados (analisando, aprovado ou rejeitado) em que as normas se encontram. 3- O usuário clica em cima do título da norma adicionada. 4- O sistema direciona-o para uma página onde consegue visualizar todos os detalhes das normas adicionadas.
Exceções	Sem exceções.

Tabela 35: Descrição do caso de uso de visualizar as normas adicionadas.

Na Tabela 36, apresenta-se a descrição do caso de uso de dar feedback, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao adicionar o feedback no sistema.

Caso de uso	Dar feedback
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários procedem para dar feedback sobre as normas, por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão " <i>Give feedback</i> " existente na página do menu principal. 2- O sistema apresenta a página de <i>Give feedback</i> , onde é possível visualizar uma lista de normas. 3- O usuário escolhe e clica em cima da norma que deseja dar feedback. 4- O sistema apresenta uma página para visualizar os detalhes da norma e os campos para preenchimento do feedback. 5- O usuário preenche as informações solicitadas pelo sistema e clica em "Guardar"
Exceções	6.a) Deixa em branco o espaço de escrever o comentário ou escolher a resposta.

Tabela 36: Descrição do caso de uso de dar feedback.

Na Tabela 37, apresenta-se a descrição do caso de uso de visualizar as normas aprovadas, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao visualizar as normas aprovadas no sistema.

Caso de uso	Visualizar normas aprovadas
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários visualizam as normas aprovadas por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão " <i>Approved Standards</i> " no menu principal. 2- O usuário visualiza um conjunto de normas que foram aprovadas. 3- O usuário clica em cima de uma das normas aprovadas. 4- O sistema direciona-o para uma página onde consegue visualizar todos os detalhes das normas aprovadas
Exceções	Sem exceções.

Tabela 37: Descrição do caso de uso de visualizar normas aprovadas.

Na Tabela 38, apresenta-se a descrição do caso de uso de envio de email, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao enviar o email no sistema.

Caso de uso	Enviar email
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários enviam uma mensagem de pedido de apoio sobre a aplicação por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado e ter um endereço de email válido
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão "principal" existente na página do menu principal. 2- O usuário é redirecionado para uma página onde consegue visualizar o botão "Sobre". 3- O usuário clica no botão "Sobre" e é direcionado para uma página onde consegue visualizar a opção "Apoio". 4- O usuário clica no botão "Apoio". 5- O sistema solicita ao usuário o seu email e a mensagem que deseja enviar. 7- O usuário insere as informações solicitadas e pressiona o botão enviar.
Exceções	7.a) O usuário digita informações de email inválido.

Tabela 38: Descrição do caso de uso de envio email.

Na Tabela 39, apresenta-se a descrição do caso de uso de terminar sessão, mostrando a interação entre a aplicação e o usuário ao terminar sessão no sistema.

Caso de uso	Terminar sessão
Ator	Usuário
Descrição	Este caso de uso descreve como os usuários terminam a sessão por meio da aplicação da web.
Pré-condições	O usuário deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O usuário clica no botão "principal" existente na página do menu principal. 2- O usuário é redirecionado para uma página onde consegue visualizar o botão sair. 3- O usuário clica no botão "Sair". 4- O sistema termina a sessão e redireciona o usuário para a página de login.
Exceções	Sem exceções.

Tabela 39: Descrição do caso de uso de terminar sessão

Na Tabela 40, apresenta-se a descrição do caso de uso de log in, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao efetuar o login no sistema.

Caso de uso	Login
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como os administradores efetuam login por meio da consola de administração da aplicação da web.
Pré-condições	O administrador deve ter recebido um email com o link de convite.
Fluxo principal	1- O administrador clica no link de convite recebido no seu email, e é redirecionado para uma página que solicita se deseja aceitar o convite. 2- O administrador clica no botão aceitar, sendo redirecionado para uma página que solicita o seu endereço de email. 3- O administrador insere as informações solicitadas. 4- O sistema faz a validação da informação inserida e envia um email com um PIN de confirmação. 5- Após a confirmação do PIN, o administrador é redirecionado para a página principal da consola de administração.
Exceções	O administrador insere informações de um email inválido ou um email de não administrador. O administrador digita o PIN de confirmação inválido.

Tabela 40: Descrição do caso de uso do login do administrador.

Na Tabela 41, apresenta-se a descrição do caso de uso de adicionar normas, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao adicionar normas no sistema.

Caso de uso	Adicionar normas
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como os administradores adicionam as normas no sistema por meio da consola de administração da aplicação da web.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O administrador clica no botão "Editor de dados" na página principal. 2- Ele é redirecionado para uma página de editor de dados. 3- O administrador clica no botão "Base de dados". 4- O sistema redireciona-o para a página da base de dados. 5- O administrador clica na opção " <i>Insert standards</i> " e adiciona as normas. 7- O administrador clica no botão "Atualizar". 8- O sistema faz a atualização das normas adicionadas.
Exceções	O administrador insere norma já existente no sistema.

Tabela 41: Descrição do caso de uso do administrador adicionando normas

Na Tabela 42, apresenta-se a descrição do caso de uso de editar normas, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao editar as normas no sistema.

Caso de uso	Editar normas
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como os administradores editam as normas que foram adicionadas no sistema por meio da consola de administração da aplicação da web.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O administrador clica no botão " <i>Analyze standards</i> " na página principal. 2- Ele é redirecionado para uma página de analisar normas. 3- O administrador clicar em cima da norma que deseja editar. 4- O sistema redireciona-o para uma página onde consegue visualizar a opção editar. 5- O administrador clica em "Editar norma". 6- Realiza a edição da norma e clica no botão "Guardar". 8- O sistema faz a atualização da norma editada.
Exceções	O administrador edita o título, o subtítulo ou o link da norma para uma que já existe no sistema.

Tabela 42: Descrição do caso de uso do administrador editando normas.

Na Tabela 43, apresenta-se a descrição do caso de uso de analisar normas, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao analisar as normas no sistema.

Caso de uso	Analisar normas
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como as normas são analisadas.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O administrador clica no botão " <i>Analyze standards</i> " na página principal. 2- Ele é redirecionado para uma página de analisar normas. 3- O administrador clica em cima da norma que deseja analisar. 4- O sistema redireciona-o para uma página onde consegue visualizar os detalhes da norma, os feedbacks associados a essa norma e as opções para escolher do resultado da análise da norma.
Exceções	Sem exceções.

Tabela 43: Descrição do caso de uso de analisar normas

Na Tabela 44, apresenta-se a descrição do caso de uso de aprovar normas, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao aprovar as normas no sistema.

Caso de uso	Aprovar normas
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como os administradores aprovam as normas no sistema, por meio da consola de administração da aplicação da web.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O administrador clica no botão " <i>Analyze standards</i> " na página principal. 2- Ele é redirecionado para uma página de analisar normas". 3- O administrador escolhe e clica em cima da norma que deseja aprovar. 4- O sistema redireciona-o para uma página onde consegue visualizar as três opções do estado da norma: Aprovar, rejeitar ou em Análise. 5- O administrador pode classificar as normas de aprovadas ou rejeitadas. 6- O administrador clica em cima da opção aprovar norma. 8- O sistema realiza a atualização do estado da norma para aprovada ou rejeitada.
Exceções	Sem exceções.

Tabela 44: Descrição do caso de uso de aprovar normas.

Na Tabela 45, apresenta-se a descrição do caso de uso de gerir os usuários, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao gerir os usuários no sistema.

Caso de uso	Gerir os usuários
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como os administradores gerem os usuários no sistema por meio da consola de administração da aplicação da web.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O administrador clica no botão "Visualizar usuário" na página principal. 2- O sistema apresenta uma lista com todos os usuários. 3- O administrador seleciona o usuário que deseja gerir. 4- Ele é redirecionado para a página do usuário selecionado. 5- O administrador edita as informações desse usuário. 6- O administrador confirma as alterações e o sistema atualiza o usuário editado.
Exceções	5.a) O administrador edita o endereço de email ou o nome do usuário para um já existente no sistema.

Tabela 45: Descrição do caso de uso de gerir os usuários.

Na Tabela 46, apresenta-se a descrição do caso de uso de terminar sessão, mostrando a interação entre a aplicação e o administrador ao terminar a sessão no sistema.

Caso de uso	Terminar sessão
Ator	Administrador
Descrição	Este caso de uso descreve como os administradores terminam a sessão no sistema por meio da consola de administração da aplicação da web.
Pré-condições	O administrador deve estar autenticado.
Fluxo principal	1- O administrador clica no botão "principal" existente na página do menu principal. 2- O administrador é redirecionado para uma página onde consegue visualizar o botão "Sair". 3- O administrador clica no botão "Sair". 4- O sistema termina a sessão.
Exceções	Sem exceções.

Tabela 46: Descrição do caso de uso do administrador terminando sessão.

B.4. Mockups

Nesta secção, apresentam-se os mockups de login, menu principal, editar perfil, consultar normas do projeto KYKLOS 4.0, adicionar normas, dar feedback, enviar email e de terminar sessão elaborados para o desenvolvimento da aplicação de gestão de normas.

B.4.1 Login

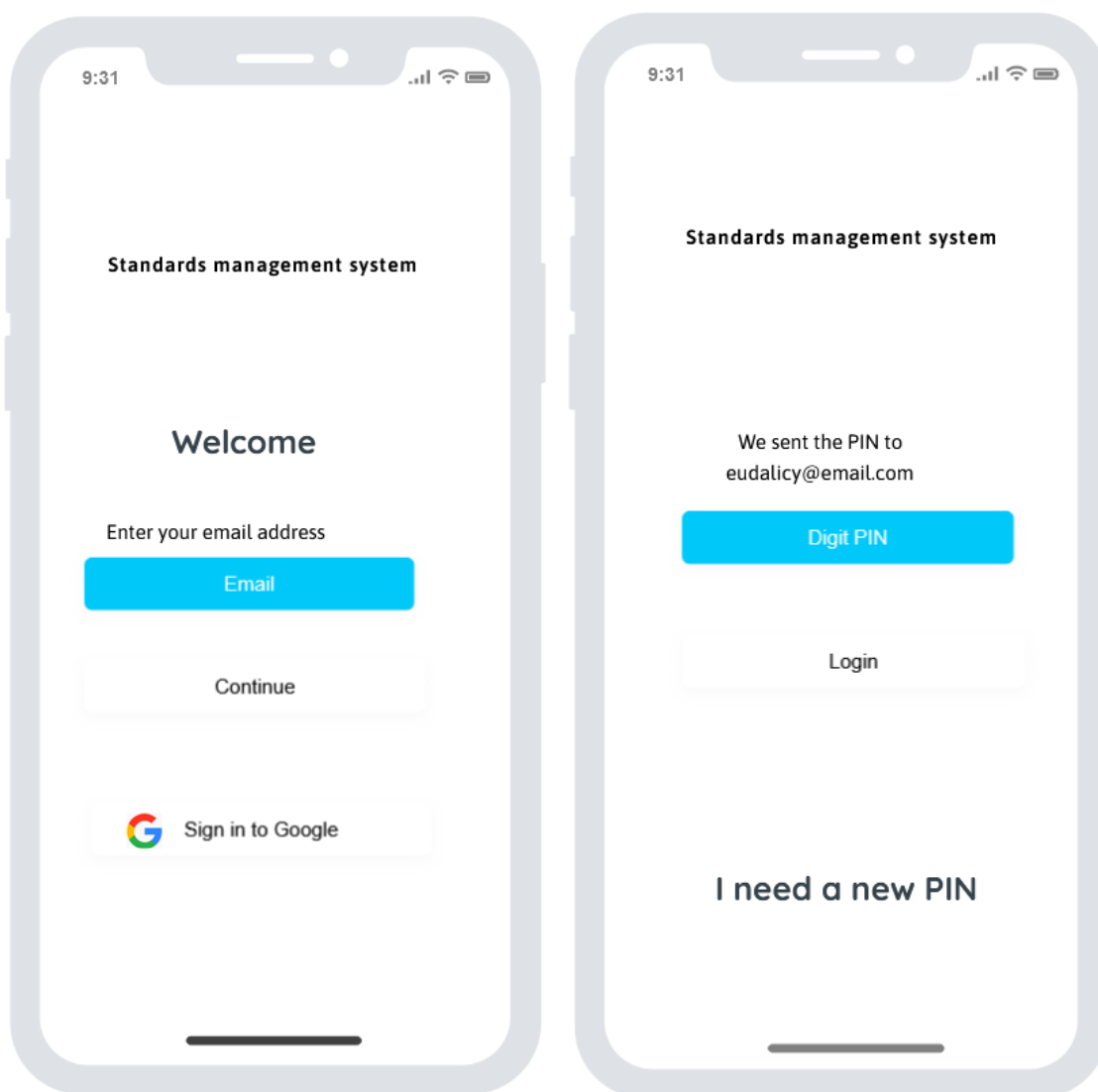


Figura 54: Telas de login.

B.4.2 Menu Principal

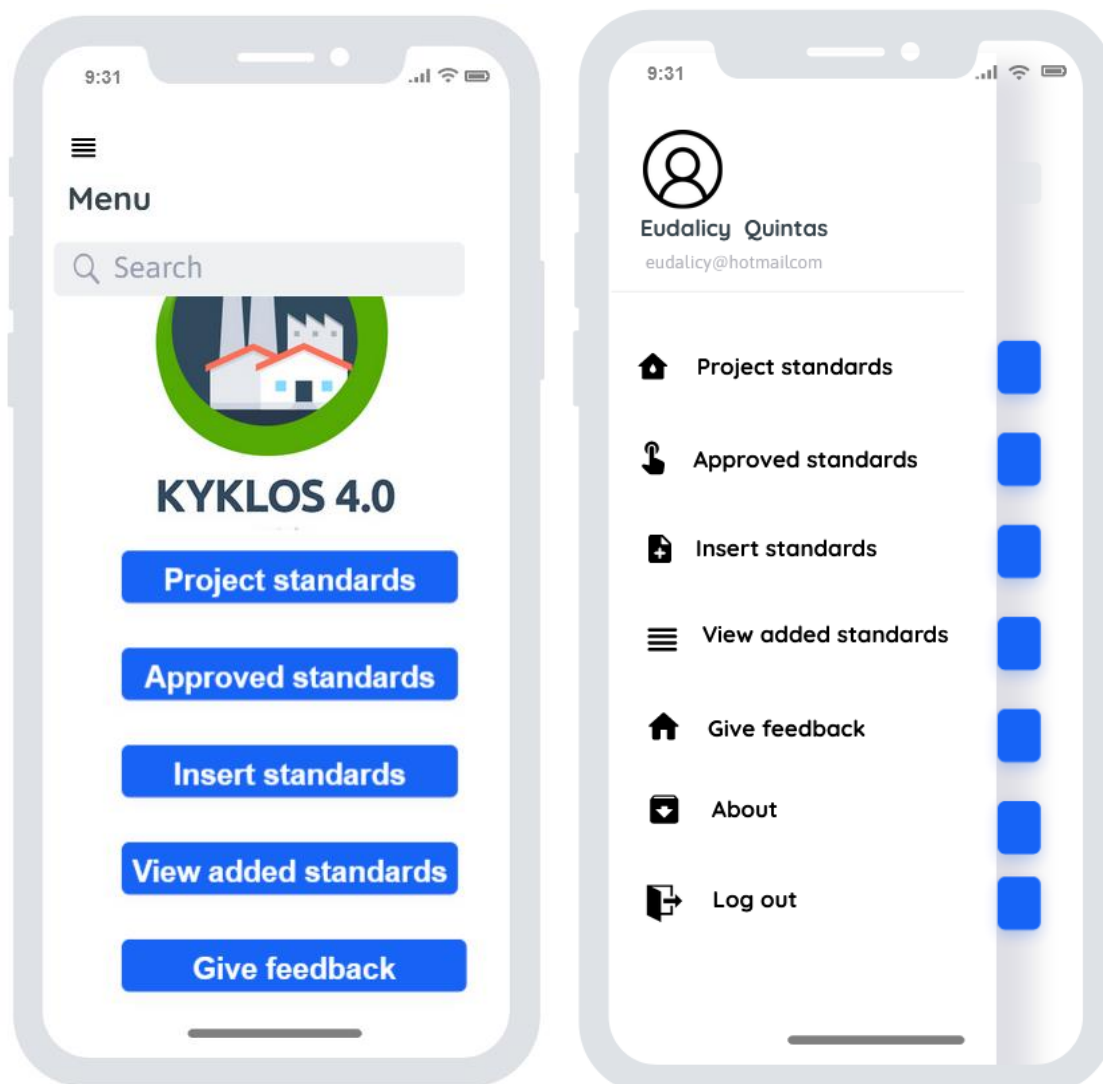


Figura 55: Tela de menu principal.

B.4.3 Editar Perfil

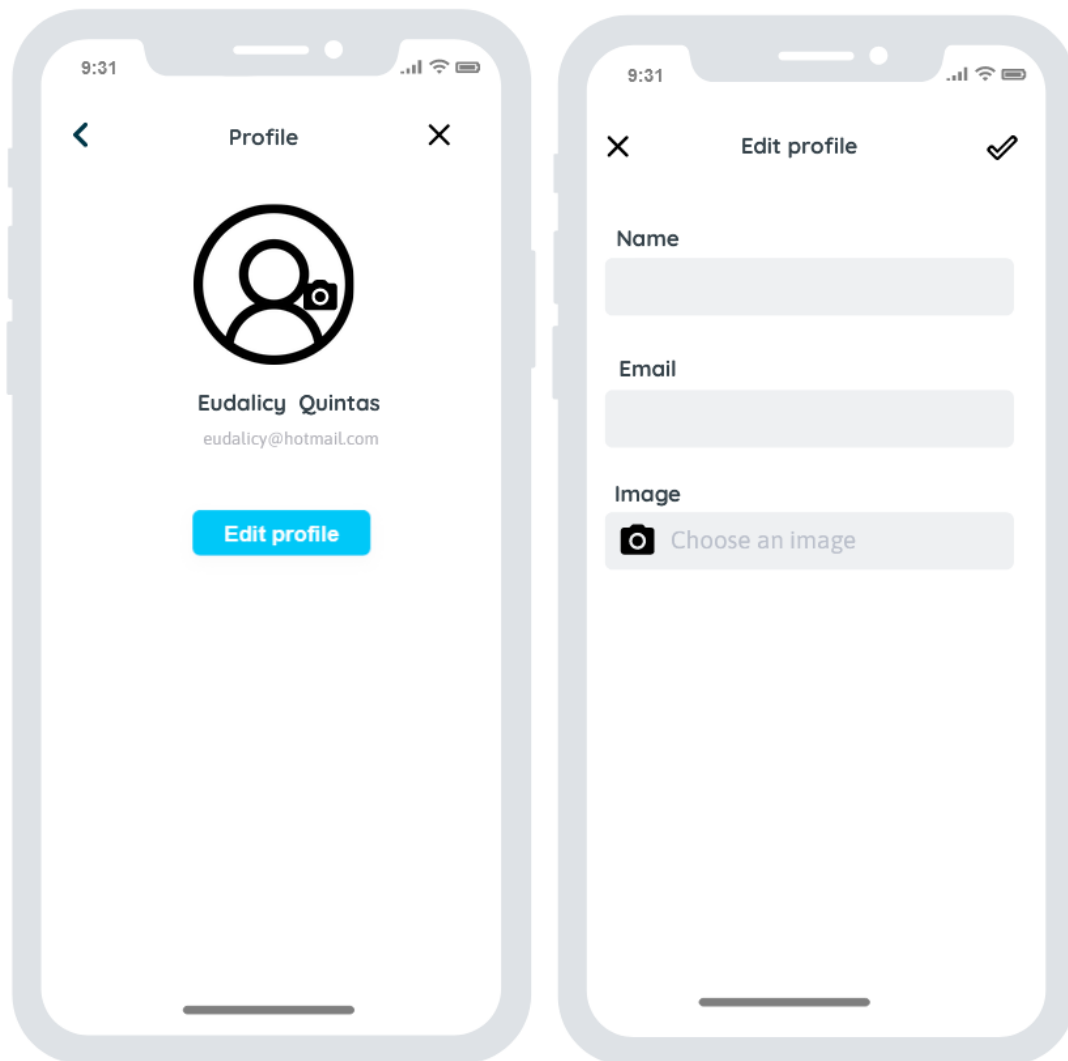


Figura 56: Telas de editar perfil.

B.4.4 Consultar Normas do Projeto KYKLOS 4.0

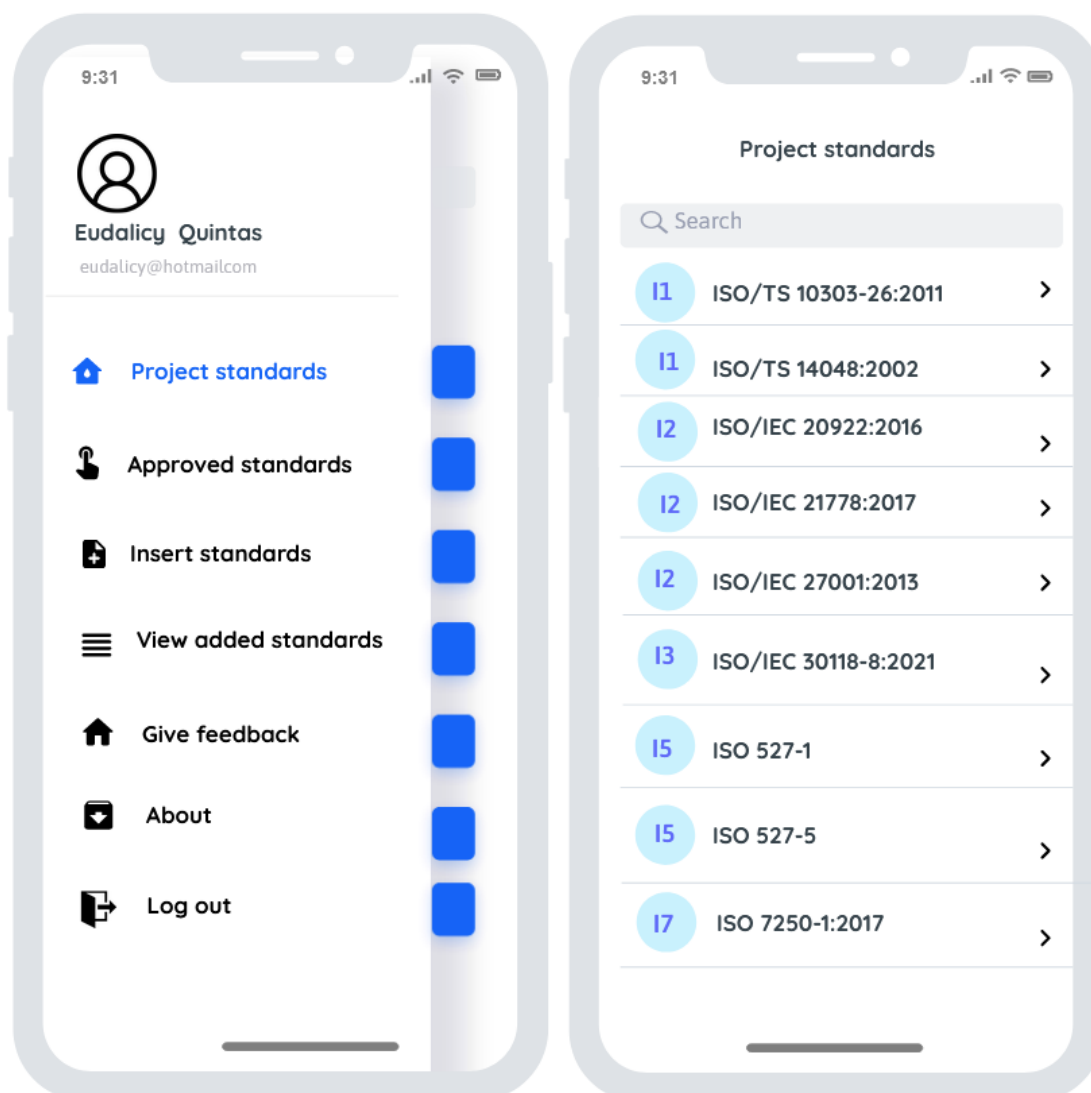


Figura 57: Telas de consultar as normas do projeto KYKLOS 4.0.

B.4.5 Adicionar Normas

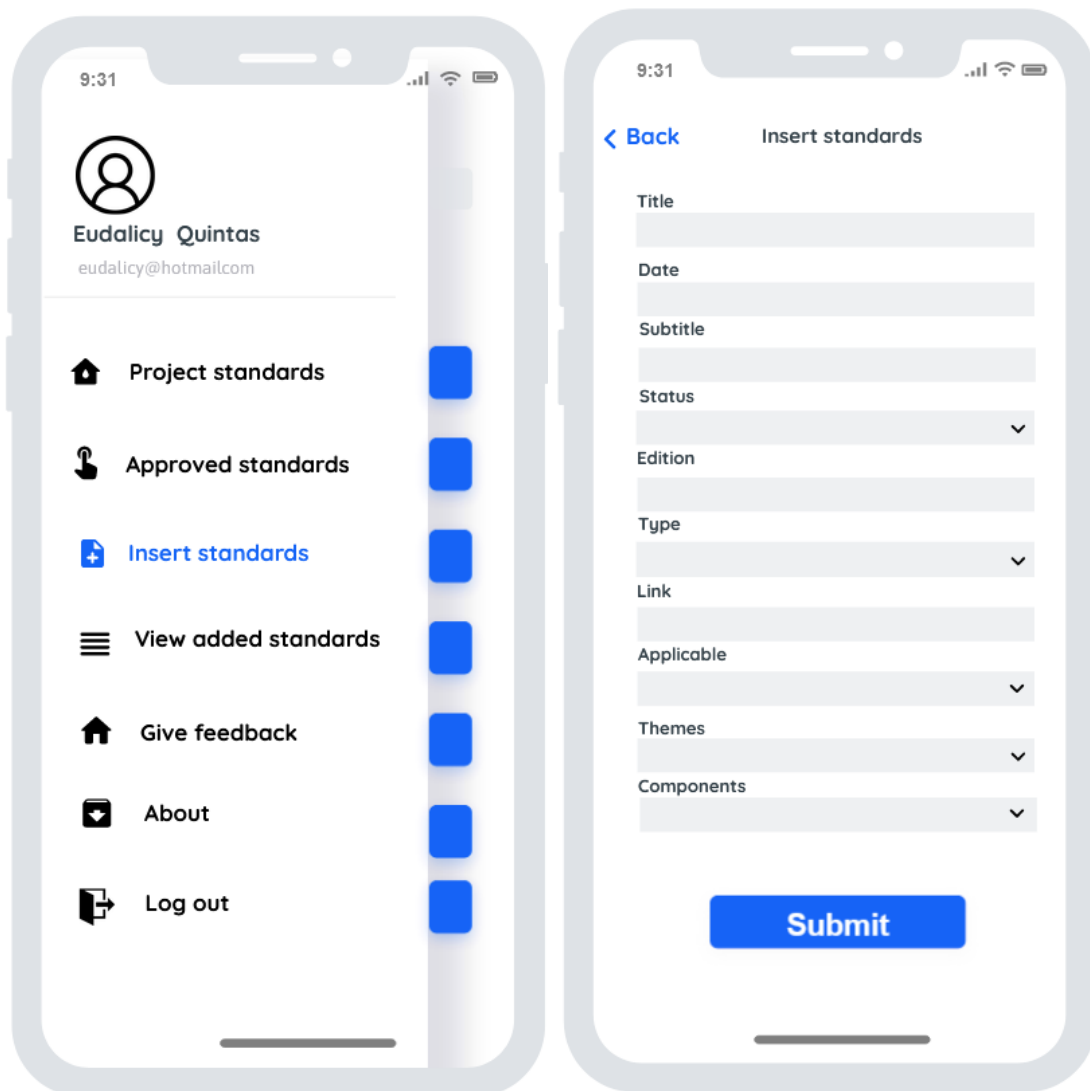


Figura 58: Telas de adicionar normas.

B.4.5 Dar Feedback

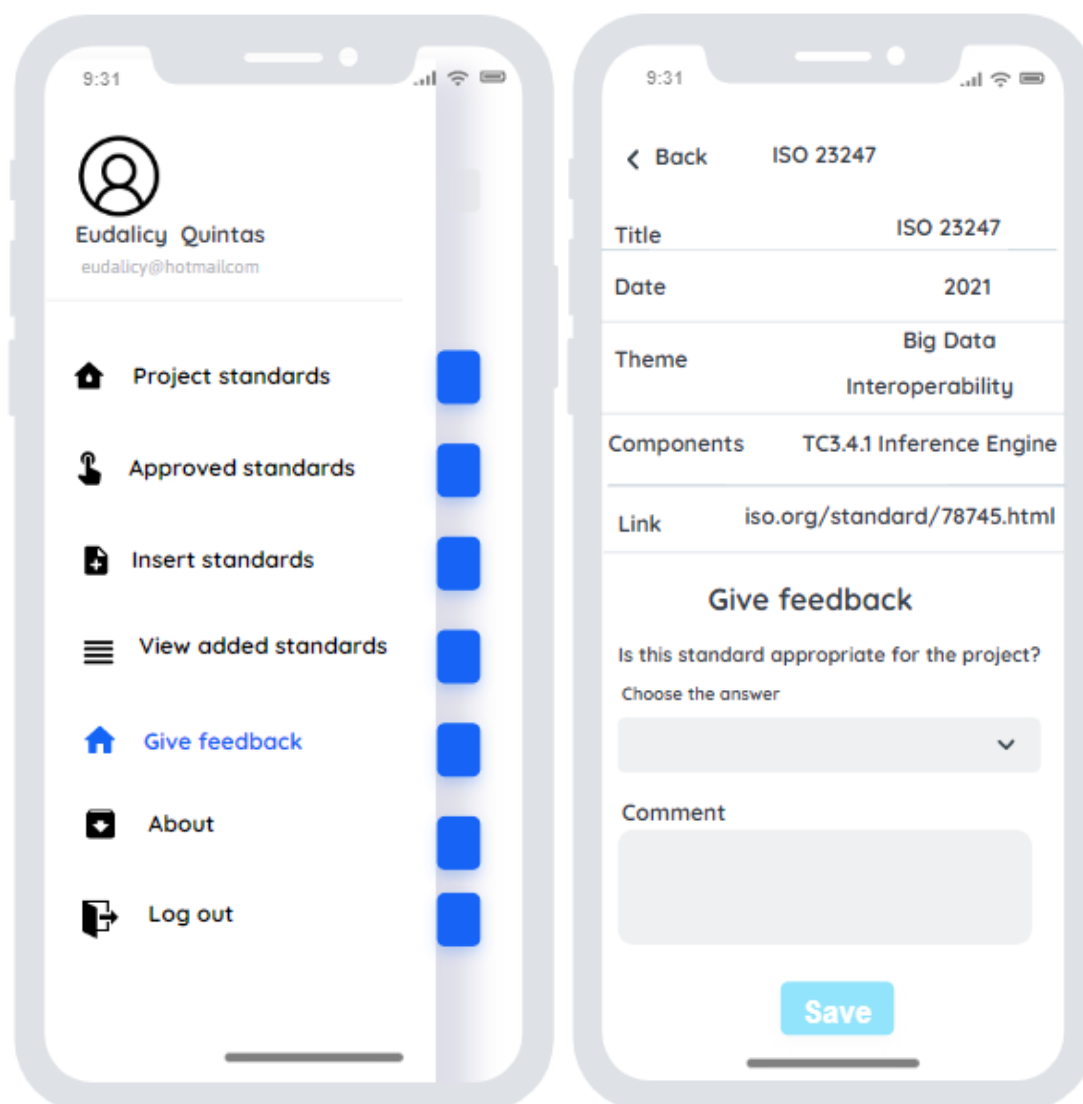


Figura 59: Telas de dar feedback sobre as normas.

B.4.6 Enviar Email

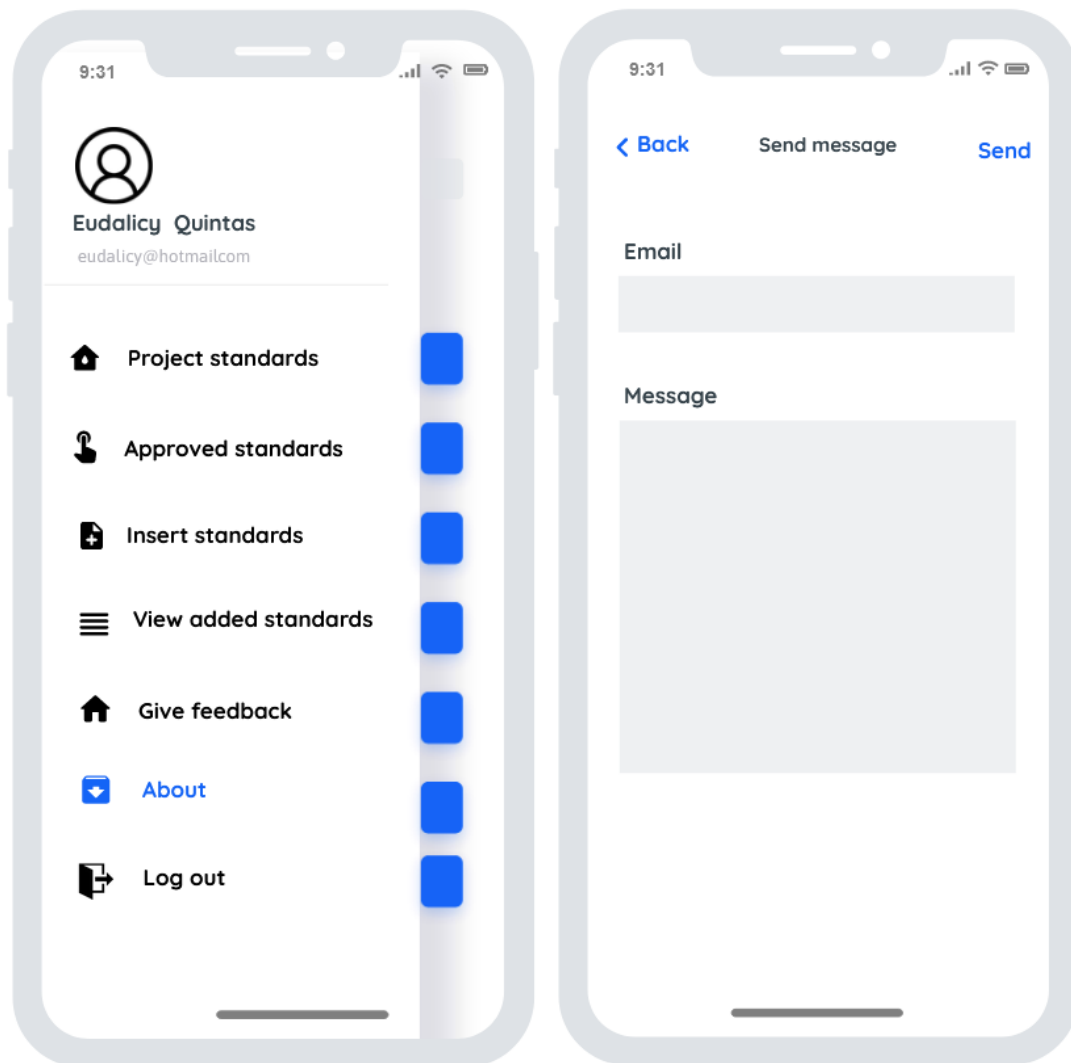


Figura 60: Telas de envio de email.

B.4.7 Terminar Sessão

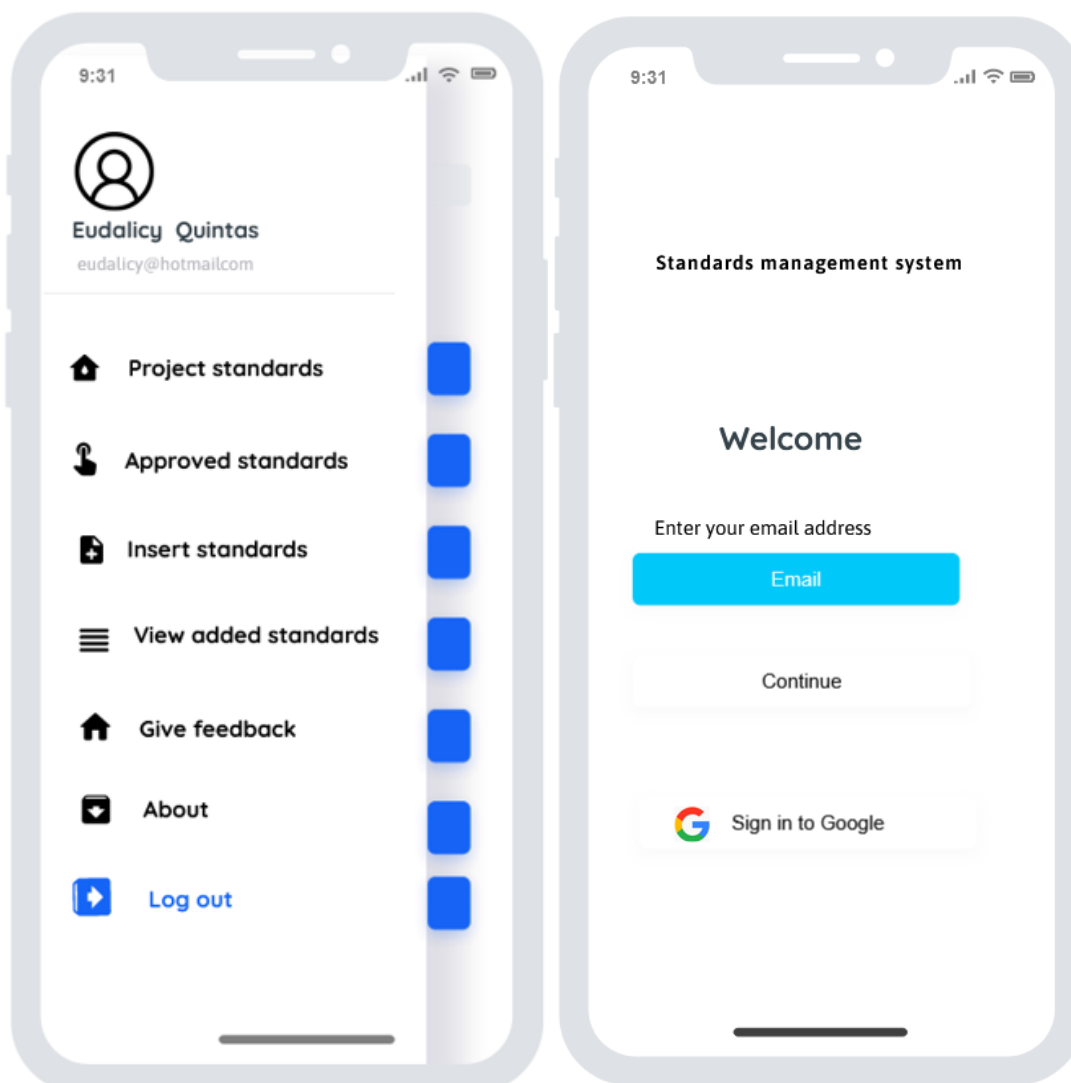


Figura 61: Telas de terminar sessão.

Apêndice C

Testes

Neste terceiro apêndice, podem-se observar os testes realizados à aplicação de sistema de gestão de normas, o questionário usado para identificação do perfil do participante e teste de usabilidade.

C.1 Testes Realizados

Estes foram os testes realizados à aplicação do sistema de gestão de normas. Cada tabela está identificada de acordo com o nome da tarefa, definido no diagrama de caso de uso do usuário e do administrador, localizado no "Apêndice B".

- **Login do usuário**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Entrar na plataforma	Login de um Usuário com conta da Google	Entrar e redirecionar para a página principal	Passou
Entrar na plataforma	Login de um Usuário com uma conta de endereço de email válido	Entrar e redirecionar para a página principal	Passou

- **Editar perfil**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar no botão "Principal"	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar o seu perfil	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em cima do seu perfil	Redirecionar para a página de editar perfil	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Editar perfil"	Solicitar o nome, email, e imagem	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Inserir informações solicitadas e clicar em "Guardar"	Deve atualizar as informações do perfil do usuário	Passou

- **Consultar normas usadas no projeto KYKLOS 4.0**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Normas do projeto"	Listar as normas do projeto KYKLOS 4.0	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Realizar uma pesquisa da norma	Apresentar resultado correto	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Filtrar normas	Apresentar resultado filtrado	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em cima de uma das normas do projeto KYKLOS 4.0	Listar os temas e os componentes associado a essa norma	Passou

- **Adicionar normas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Inserir normas"	Solicitar as informações da norma a ser inserida	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Inserir informações solicitadas e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma enviada para análise	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Não inserir todas as informações solicitadas e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica a informação que falta preencher	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Inserir título de normas que existe no sistema e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma já existente no sistema	Passou

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Inserir subtítulo de normas que existe no sistema e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma já existente no sistema	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Inserir link de normas que existe no sistema e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma já existente no sistema	Passou

- **Visualizar detalhes das normas adicionadas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Visualizar normas adicionadas"	Visualizar o título da norma adicionada e o estado em que a norma se encontra	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clica em cima do título da norma adicionada	Visualizar todos os detalhes das normas adicionadas	Passou

- **Dar feedback sobre as normas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Dar feedback"	Listar as normas que precisam de feedbacks"	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em cima da norma que deseja dar feedback	Visualizar detalhes da norma e campos para preenchimento do feedback	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Preencher as informações do feedback e clicar em "Guardar"	Visualizar mensagem que indica obrigado pelo seu feedback	Passou

- **Visualizar normas aprovadas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Normas Aprovadas"	Listar todas as normas aprovadas	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Realizar pesquisa das normas aprovadas	Apresentar resultado correto	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Filtrar normas aprovadas	Apresentar resultado filtrado	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em cima de uma das normas aprovadas	Listar todos os detalhes associado a essa norma	Passou

- **Enviar email**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar no botão "Principal"	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar a opção "Sobre"	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar na opção "Sobre"	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar a opção "Apoio"	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Apoio"	Solicitar o email e mensagem que deseja enviar	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Inserir o email e a mensagem e clicar em "Enviar"	Deve notificar mensagem enviada	Passou

- **Terminar sessão**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar no botão "Principal"	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar a opção "Sair"	Passou
Ter sessão iniciada como usuário	Clicar em "Sair"	Sair da aplicação e redirecionar o usuário para a página de login	Passou

- **Login do administrador**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Entrar na plataforma	Login com uma conta de administrador	Entrar e redirecionar para a página principal da consola do administrador	Passou

- **Adicionar normas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Inserir normas"	Solicitar as informações da norma a ser inserida	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Inserir informações solicitadas e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma enviada para análise	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Não inserir todas as informações solicitadas e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica a informação que falta preencher	Passou

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Inserir título de normas que existe no sistema e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma já existente no sistema	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Inserir subtítulo de normas que existe no sistema e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma já existente no sistema	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Inserir link de normas que existe no sistema e clicar em "Submeter"	Mensagem que indica norma já existente no sistema	Passou

- **Editar normas adicionadas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Analisar normas"	Redirecionar para a página de "Analisar normas"	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em cima da norma que deseja editar	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar a opção editar norma	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Editar"	Redirecionar para a página de "Editar norma"	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Editar a norma e clicar em "Guardar"	Deve fazer a alteração da norma	Passou

- **Analisar normas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Analisar normas"	Redirecionar para a página de "Analisar normas"	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Escolhe e clicar em cima da norma que deseja analisar	Redirecionar para uma página onde visualiza os detalhes da norma, os feedback e opções de analisar da norma	Passou

- **Aprovar as normas**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Analisar normas"	Redirecionar para a página de "Analisar normas"	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em cima da norma que deseja aprovar	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar a opção "Aprovar Norma"	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Aprovar"	Deve apresentar o estado da norma como aprovado e todos os usuários recebem um email informando que a norma foi aprovada.	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Rejeitar"	Deve apresentar o estado da norma como rejeitado e o usuário que inseriu a norma recebe um email a dizer que a norma foi rejeitada.	Passou

- **Gerir os usuários**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Visualizar como usuário"	Listar todos os usuários	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Realizar pesquisa na lista de usuários por nome	Apresentar resultado correto	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Realizar pesquisa na lista de usuários por email	Apresentar resultado correto	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar no usuário que deseja gerenciar	Permitir gerenciar o usuário	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Adicionar usuário"	Redirecionar para uma página onde permite adicionar o usuário	Passou

- **Terminar sessão**

Pré-condição	Entrada	Saída Esperada	Resultado
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar no botão "Principal"	Redirecionar para uma página onde consegue visualizar a opção "Sair"	Passou
Ter sessão iniciada como administrador	Clicar em "Sair"	Sair da aplicação e redirecionar o administrador para a página de login	Passou

Num total de 55 testes realizados à aplicação de gestão de normas, esses são os resultados da última testagem onde não houve nenhuma falha na execução, posso concluir que o processo de testagem foi bastante eficaz.

C.2 Questionário de Teste de Usabilidade

Estudo sobre Gestão de Normas Aplicadas á Indústria 4.0

No âmbito do trabalho da Dissertação/Estágio em Sistemas de Informação, que está a ser realizado pela aluna de Mestrado em engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, e que pretende perceber a opinião dos usuários acerca da aplicação de Sistema de Gestão de Normas, venho solicitar a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Nota que não existem perguntas certas ou erradas, o que interessa apenas é a sua verdadeira opinião.

Declaração de consentimento de informação

Declaro que tomei conhecimento e fui devidamente esclarecido quanto aos objetivos e procedimentos da investigação a realizar. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos meus dados para fins de investigação que de forma voluntária forneço, confiando na confidencialidade e anonimato que me são asseguradas. *

Confirmo que concordo com a declaração de consentimento de informação

1- Escolha a resposta que julgas ser mais correta ou apropriada.

a. Esta aplicação foi fácil de utilizar. *

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

b. As informações estão bem organizadas. *

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

c. Achei confuso o layout das telas. *

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

d. A nomenclatura utilizada nas telas (nome de comandos, títulos, campos, etc.) *
estão acessíveis.

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

e. Achei claras as mensagens do sistema. *

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

f. A assimilação das informações foi fácil. *

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

g. No geral, a realização do teste foi interessante. *

- Concordo totalmente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo totalmente

2- Aponte situações em que você achou fácil utilizar no sistema: *

A sua resposta

3- Aponte situações que você sentiu dificuldades: *

A sua resposta

4- Você se sentiu confuso em algum momento durante a realização dos testes? *
Em quais momentos?

A sua resposta

5- Diante do teste realizado, você acha que o programa atingiu o objetivo para o qual foi desenvolvido? Explique. *

A sua resposta

6- O espaço abaixo é reservado para que você exponha sua opinião e sugira melhorias no sistema. *

A sua resposta

Preencha algumas informações para facilitar a caracterização do perfil dos participantes.

1- Sexo *

- Feminino
- Masculino
- Outro

2- Idade *

A sua resposta

3- Tens conhecimento sobre as normas aplicadas á Indústria 4.0? *

Sim

Não

4- Profissão *

Estudante

Trabalhador(a)/estudante

Trabalhador(a)

5- Qual é o nível de ensino que frequentas? *

Licenciatura

Mestrado

Doutoramento

Outro

6- Qual é o nome do curso que frequentas? *

A sua resposta

Apêndice D

Ambiente de Simulação da Ferramenta Glide

Neste quarto apêndice, é possível visualizar o ambiente de simulação da ferramenta Glide que foi utilizado para o desenvolvimento desta aplicação de Sistema de Gestão de Normas.

D.1 Ambiente de Simulação da Ferramenta Glide



Figura 62: Parte de componentes da ferramenta Glide.

Standards Management System
My Team · No team members

Upgrade Share

Viewing as Eudalicy Quintas

Standard-Components

Search columns

	A Project Standards	A Components
1	ISO/IEC FDIS 23053	TC3.1.1 KYKLOS 4.0 Shop Floor Cognitive Accelerator Hardware
2	ISO/IEC FDIS 23053	TC3.2.1 Data Reduction Techniques & Fault Dependency Model
3	ISO 10303	TC3.3.1 Semantic Knowledge Base (SKB)
4	ISO/IEC FDIS 23053	TC3.4.1 Inference Engine
5	ISO 10303	TC3.6.1 KYKLOS Maintenance Scheduler
6	Predictive maintenance standard	TC3.6.1 KYKLOS Maintenance Scheduler
7	ISO/TS 14048:2002	TC4.1.1 DL Toolkit
8	ISO/IEC FDIS 23053	TC4.1.1 DL Toolkit
9	ISO 10303	TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit
10	Decision Making Tool AM	TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit
11	ISO/IEC 21778:2017	TC4.2.2 Automated Task Planner Toolkit
12	ISO 10303	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM)
13	ISO 527	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM)
14	ISO/TS 14048:2002	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM)
15	Decision Making Tool AM	TC4.3.1 Rapid Prototyping Module (RPM)
16	ISO 10303	TC4.4.1 LCA Simulations Engine
17	ISO/TS 10303-26:2011	TC4.4.1 LCA Simulations Engine
18	ISO/TS 14048:2002	TC4.4.1 LCA Simulations Engine
19	Decision Making Tool AM	TC4.4.1 LCA Simulations Engine
	+ New row	

TABLES

- Login
- Standards
- Standards-Focus
- Standard-Components
- Insert standards
- Choices
- See added standards
- Standards-Answer
- Main Menu

DATA SOURCES

- Data Base
- My Team

Figura 63: Parte de base de dados da ferramenta Glide.



Figura 64: Parte de definições da ferramenta Glide.