

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES



SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA PROCEDIMENTOS DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO DA KOOLSYS

JOÃO PEDRO SATURNINO DE SOUSA TAVARES E OLIVEIRA

julho de 2021



SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA PROCEDIMENTOS DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO DA KOOLSYS

JOÃO PEDRO SATURNINO DE SOUSA TAVARES E OLIVEIRA

Julho de 2021



SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA PROCEDIMENTOS DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO DA KOOLSYS

João Pedro Saturnino de Sousa Tavares e Oliveira
junho de 2021

Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Automação e Sistemas

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: João Pedro Saturnino de Sousa Tavares e Oliveira, Nº 1161038,
1161038@isep.ipp.pt

Orientação científica: Teresa Nogueira, tan@isep.ipp.pt

Empresa: RACE - Refrigeration & Air Conditioning Engineering

Supervisão: Rafael Castro, racastro@race.com.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Automação e Sistemas

2021

“Só sei que nada sei...”(Sócrates)

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais por serem pacientes, compreensivos e por me darem todo o apoio necessário durante todo o meu percurso académico.

Um agradecimento especial também à minha namorada, Anaísa Sá, pelo apoio e motivação dados e por me ajudar nos momentos de maior ansiedade, algum insucesso e frustração.

Agradeço ao restante da minha família e amigos por compreensivos e me apoiarem sempre que necessário.

Agradeço ao Engenheiro Rafael Azevedo Castro, pelo interessante desafio levantado, e pelo incentivo, motivação, disponibilidade e interesse constantes. Um obrigado também à RACE e a todos os colaboradores pela disponibilidade demonstrada.

Agradeço, de igual modo, à Professora Doutora Teresa Alexandra Nogueira pela orientação dada bem com ao ISEP e a todos os colegas que permitiram que concluísse esta etapa.

Resumo

Com o decorrer do tempo, a indústria tem vindo a adaptar-se ao progresso tecnológico, sendo muitas vezes a própria indústria a motivar e patrocinar esse mesmo progresso. No entanto, o mundo industrial vê-se também obrigado a acompanhar a evolução a nível da segurança e da normalização da mesma.

Nasce assim a motivação para a realização da presente dissertação. Com o lançamento da marca *Koolsys*, a reativação da fábrica de centrais de refrigeração e a atualização das normas em vigor, nasceu a necessidade da implementação de novos procedimentos de ensaio e verificação. A par disto, havia uma lacuna a nível do sistema de informação responsável pela gestão dos ensaios e verificações, sendo que era crucial implementar um sistema de informação baseado em computador que agilizasse e garantisse a fiabilidade das informações.

Assim, foram implementados novos procedimentos e um novo sistema de informação baseado em computador. Para a definição dos novos procedimentos, foram consultadas as normas em vigor para a verificação dos equipamentos em questão, analisadas as tipologias dos equipamentos e realizadas várias entrevistas com os colaboradores envolvidos. Relativamente à aplicação, esta foi implementada através de PHP, *Javascript*, JSON, SQL. Foram realizados vários ensaios e os vetores de teste foram atingidos com sucesso.

De forma sucinta, o trabalho desenvolvido permitiu implementar novos procedimentos de ensaio para equipamentos *Koolsys* e um novo sistema de informação baseado em computador para a gestão de informações relacionadas com a verificação de equipamentos.

Palavras-Chave

Digitalização de Processos, DSI, Sistemas de Informação, *Javascript*, PHP, SQL.

Abstract

With the passage of time, the industry has been adapting to the technological progress, being the industry itself one of the main sponsors of that progress. In addition, the industrial world is also obligated to keep up with developments in the areas of safety and certification.

Thus, is born the motivation for the realization of this dissertation. With the launch of the new brand *Koolsys*, the reactivation of the refrigeration plant factory and the updating of the current standards for the verifications, the need for the implementation of new testing and verification procedures was born. In addition, there was a gap in the information system responsible for managing tests and verifications, and it was crucial to implement a computer-based information system able to make the information available and ensure the reliability of the information.

This way, new procedures and a new computer-based information system were implemented. To define the new procedures, the standards in force for the verification of the equipment in question were consulted, the types of equipment were analyzed, and several interviews were conducted with the employees involved. Regarding the application, this was implemented through PHP, *Javascript*, JSON, SQL. Several tests were performed, and the test vectors were successfully achieved.

Briefly, the work developed allowed to implement new testing procedures for *Koolsys* equipment and a new computer-based information system for the management of information related to equipment verification.

Keywords

Process digitalization, DSI, Information System, Javascript, PHP, SQL.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ACRÓNIMOS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO	1
1.2.OBJETIVOS.....	2
1.3.ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2. NORMAS, DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS E A INDÚSTRIA 4.0.....	5
2.1.EQUIPAMENTOS <i>KOOLSYS</i>	6
2.1.1. <i>Quadros elétricos</i>	6
2.1.2. <i>Centrais de refrigeração</i>	7
2.2.A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA E A INDÚSTRIA 4.0	10
2.3.DIGITALIZAÇÃO	12
2.3.1. <i>Progresso da digitalização</i>	13
2.3.2. <i>Áreas chave no processo da digitalização</i>	14
2.3.3. <i>Planeamento da digitalização</i>	15
2.4.SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	16
2.5.O CASO ESPECÍFICO DOS <i>TRANSACTION PROCESS SYSTEMS (TPS)</i>	18
2.6.DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (DSI).....	20
2.7.MODELAÇÃO DE SISTEMAS	24
2.7.1. <i>Terminologia</i>	24
2.7.2. <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	25
2.8.TRABALHOS REALIZADOS NA ÁREA	28
3. PLANEAMENTO DA SOLUÇÃO E ARQUITETURA DO SISTEMA.....	31
3.1.ENSAIOS E VERIFICAÇÕES DE EQUIPAMENTOS <i>KOOLSYS</i>	31
3.2.DIGITALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO	34

3.3. ESTUDO DE VIABILIDADE	37
3.4. ENGENHARIA DE REQUISITOS	37
3.5. MODELAÇÃO DO SISTEMA – DIAGRAMA DE <i>USE CASE</i>	39
3.5.1. <i>Atores</i>	39
3.5.2. <i>Use Cases</i>	40
3.5.3. <i>Cenários</i>	41
3.5.4. <i>Diagrama de Use Case</i>	46
3.6. DESENHO DO SISTEMA	47
3.6.1. <i>Controlo de acesso</i>	49
3.6.2. <i>Preenchimento e submissão relatório</i>	50
3.6.3. <i>Visualização e descarregamento de um relatório</i>	51
3.6.4. <i>Alteração de um ponto de verificação</i>	53
3.6.5. <i>Desenho da base de dados</i>	54
3.7. PROGRAMAÇÃO	57
3.7.1. <i>Licenças e direitos de autor (Legislação)</i>	57
3.7.2. <i>Funcionamento geral do software</i>	57
3.7.3. <i>Base de dados</i>	58
3.7.4. <i>Armazenamento de relatórios</i>	58
3.7.5. <i>Aspeto gráfico da aplicação</i>	58
3.7.6. <i>Criação de Portable Document Format (PDF)</i>	58
3.7.7. <i>Criação de Quick Response Code (QR)</i>	59
3.8. PROCEDIMENTOS E VETORES DE TESTE	59
4. IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO	61
4.1. CONFIGURAÇÃO DO SERVIDOR E DA BASE DE DADOS - XAMPP	62
4.2. IMPLEMENTAÇÃO DA BASE DADOS	63
4.3. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO	64
4.3.1. <i>Controlo de acesso e gestão de contas</i>	64
4.3.2. <i>Preenchimento ou edição dos relatórios</i>	65
4.3.3. <i>Assinaturas</i>	65
4.3.4. <i>Pré-visualização relatório</i>	66
4.3.5. <i>Conversão para ficheiro PDF</i>	66
4.3.6. <i>Criação código QR</i>	66
4.3.7. <i>Edição de modelos de relatório</i>	66
5. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS	69
5.1. INTERFACE DO SISTEMA	69
5.1.1. <i>Autenticação - login</i>	70

5.1.2.	<i>Barra de navegação</i>	70
5.1.3.	<i>Página inicial do “administrador”</i>	72
5.1.4.	<i>Gestão de contas de utilizador</i>	72
5.1.5.	<i>Registo de novo utilizador e edição de conta</i>	73
5.1.6.	<i>Gestão de relatórios</i>	75
5.1.7.	<i>Seleção de relatório a preencher</i>	75
5.1.8.	<i>Preenchimento e submissão de novo relatório</i>	76
5.1.9.	<i>Submissão do registo fotográfico ou de uma tela</i>	78
5.1.10.	<i>Visualização, descarregamento e aprovação de um relatório preenchido</i>	79
5.1.11.	<i>Edição de um modelo de relatório</i>	81
5.1.12.	<i>Visualização do registo fotográfico ou de tela</i>	82
5.2.	TESTE DO SISTEMA NO SERVIDOR E EM FÁBRICA	83
5.3.	ANÁLISE CONCLUSIVA	84
6.	CONCLUSÃO	85
6.1.	ANÁLISE CONCLUSIVA	85
6.2.	PERSPETIVAS FUTURAS	86
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	87
	ANEXO A. LISTA DE VERIFICAÇÕES E ENSAIOS A EFETUAR	91
	ANEXO B. RELATÓRIO DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS	93
	ANEXO C. RELATÓRIO DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO DE CENTRAIS DE REFRIGERAÇÃO	97
	ANEXO D. RELATÓRIO DE COMISSONAMENTO	101

Índice de Figuras

Figura 1	Divisão de responsabilidades de acordo com IEC 61439-1&2	7
Figura 2	Esquema de um ciclo de refrigeração típico	8
Figura 3	Processo de compressão	8
Figura 4	Central de refrigeração <i>Koolsys</i> CO ₂ transcrito	10
Figura 5	Evolução da indústria	12
Figura 6	Funcionamento de um SI representado num modelo IPO	17
Figura 7	Exemplo do enquadramento do TPS numa organização	19
Figura 8	Ciclo de desenvolvimento de <i>software</i> e sistemas	21
Figura 9	Custos na correção de erros durante as diferentes etapas de DSI	24
Figura 10	Exemplo de aplicação da terminologia utilizada	25
Figura 11	Tipos de diagramas UML	27
Figura 12	Equipamento utilizado para ensaios de tensão e resistência	33
Figura 13	Fluxograma dos ensaios e verificações efetuados a quadros elétricos	34
Figura 14	Fluxograma da troca de informação relativa a ensaios e verificações	35
Figura 15	Fluxograma do acesso a telas em caso de necessidade futura	36
Figura 16	Diagrama de <i>use case</i> do sistema	47
Figura 17	Arquitetura geral do sistema	48
Figura 18	Arquitetura geral de <i>software</i>	49

Figura 19	Fluxograma do controlo de acesso efetuado pelo sistema	50
Figura 20	Fluxograma do preenchimento de relatórios	51
Figura 21	Fluxograma do descarregamento de um relatório preenchido	53
Figura 22	Exemplo de um ponto de verificação com ID geral igual a 010301	54
Figura 23	Interface de configuração do XAMPP	62
Figura 24	Estrutura das tabelas da base de dados	63
Figura 25	Página de autenticação após inserção de credenciais inválidas	70
Figura 26	Barra de navegação com separador “Relatórios” aberto	71
Figura 27	Página inicial do administrador	72
Figura 28	Página de gestão de contas de utilizador	73
Figura 29	Página para criação de nova conta	74
Figura 30	Página de alteração de <i>password</i> pelo próprio utilizador	74
Figura 31	Página de gestão de relatórios	75
Figura 32	Função de pesquisa de relatórios	75
Figura 33	Página para seleção do relatório a preencher	76
Figura 34	Página de preenchimento de relatório	77
Figura 35	Campo de assinatura no final do preenchimento do relatório	77
Figura 36	Tentativa de submissão com campos obrigatórios por preencher	78
Figura 37	Aviso de sucesso na submissão do relatório	78
Figura 38	Formulário de submissão de registo fotográfico	79

Figura 39	Formulário de submissão de tela final ou provisória	79
Figura 40	Página de visualização de um relatório preenchido de forma incompleto	80
Figura 41	Visualização do responsável pela verificação de cada ponto	80
Figura 42	Grupo de botões visíveis num relatório competo por aprovar	80
Figura 43	Campo de assinatura para aprovação do relatório	81
Figura 44	Botões disponíveis para relatório aprovado	81
Figura 45	Código de QR gerado com informações do relatório no final da página	81
Figura 46	Página para edição de um dos modelos de relatórios	82
Figura 47	Página de visualização de telas	83
Figura 48	Dispositivo móvel utilizado pelos técnicos	84
Figura 49	Listagem de verificações e ensaios a efetuar sobre os QS e QDS	91

Índice de Tabelas

Tabela 1	Lista de <i>Use Cases</i> por ator.	41
Tabela 2	Cenário em que o utilizador realiza <i>log in</i> no sistema	41
Tabela 3	Cenário em que o utilizador verifica os relatórios guardados.	42
Tabela 4	Cenário em que o utilizador visualiza um relatório preenchido.	42
Tabela 5	Cenário em que o utilizador visualiza uma tela guardada.	42
Tabela 6	Cenário em que o utilizador descarrega um relatório preenchido.	42
Tabela 7	Cenário em que o utilizador descarrega uma tela guardada.	43
Tabela 8	Cenário em que o técnico preenche completamente um novo relatório.	43
Tabela 9	Cenário em que o administrador submete o registo fotográfico.	43
Tabela 10	Cenário em que o utilizador visualiza as tarefas pendentes.	44
Tabela 11	Cenário em que o administrador aprova um relatório pendente.	44
Tabela 12	Cenário em que o administrador apaga um relatório/tela guardado(a).	44
Tabela 13	Cenário em que o administrador visualiza as contas de utilizador.	45
Tabela 14	Cenário em que o administrador edita as informações de uma conta.	45
Tabela 15	Cenário em que o administrador apaga uma conta de utilizador.	45
Tabela 16	Cenário em que o administrador remove um ponto de verificação.	46
Tabela 17	Cenário em que o administrador adiciona um ponto de verificação.	46
Tabela 18	ID geral de um ponto de um modelo de relatório	54

Tabela 19	Estrutura prevista da tabela com informações das contas de utilizador.	55
Tabela 20	Estrutura prevista para a tabela com informações dos relatórios.	55
Tabela 21	Estrutura prevista da tabela com os pontos de verificação dos modelos.	57
Tabela 22	Botões da barra de navegação e respetivas funções	71
Tabela 23	Alertas do sistema na página de preenchimento de relatório	78

Acrónimos

- AJAX – *Asynchronous JavaScript and XML*
- API – *Application Programming Interface*
- CEV – *Certificado de Ensaio e Verificação*
- CPS – *Cyber-Physical Systems*
- CSS – *Cascading Style Sheets*
- DSI – *Desenvolvimento de Sistemas de Informação*
- DSS – *Decision Support Systems*
- ERP – *Enterprise Resource Planning*
- ESS – *Executive Support Systems*
- HTML – *HyperText Markup Language*
- IA – *Inteligência Artificial*
- IPO – *Input Processing Output*
- IIoT – *Industrial Internet of Things*
- JSON – *JavaScript Object Notation*
- MIS – *Management Information Systems*
- ML – *Machine Learning*
- OAS – *Office Automation System*
- PDF – *Portable Document Format*

- PHP – *Hypertext Preprocessor*
- PLC – *Programmable Logic Controller*
- QDS – *Quadro Derivado de Série*
- QR – *Quick Response*
- QS – *Quadro de Série*
- RACE – *Refrigeration & Air Conditioning Engineering*
- SI – *Sistema de Informação*
- SQL – *Structured Query Language*
- TI – *Tecnologias de Informação*
- TPS – *Transaction Process System*
- UML – *Unified Modeling Language*
- XML – *Extensible Markup Language*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação apresenta dois objetivos principais, sendo o primeiro o desenvolvimento de procedimentos para o ensaio e verificação de quadros elétricos e centrais de refrigeração, e o segundo, o desenvolvimento e implementação de um novo sistema de informação baseado em computador para a gestão de informações relativas aos ensaios. Assim, este documento aborda o trabalho desenvolvido na empresa RACE, no âmbito da unidade curricular Tese/Dissertação do Mestrado de Engenharia Eletrotécnica, no ramo de Automação e Sistemas.

1.1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

Em 1985 foi fundada a Selfrio S.A. com o propósito de prestar serviços de assistência técnica e construção de instalações de refrigeração. Em 1992, é criada a SISTAVAC S.A. com objetivo de prestar serviços de conceção/construção de instalações de climatização e de sistemas de gestão técnica centralizada. No ano de 1996, é integrada a área de manutenção no grupo de empresas da Selfrio S.A. através da SMP S.A., que tem como objetivo de prestar serviços gerais de manutenção para os setores das empresas do grupo. Posteriormente, em 2011, ocorre a fusão das três empresas (Selfrio S.A., SISTAVAC S.A. e SMP S.A.) na SISTAVAC S.A. No ano de 2014, há uma reestruturação geral do modelo de negócio, havendo um reforço na refrigeração, no AVAC e no *Building Efficiency*. Por último, em 2017, surge então a RACE S.A., com a missão de “Desenvolver, implementar e

gerir soluções competitivas e integradas de Refrigeração, com recurso a tecnologias inovadoras, eficientes e sustentáveis” [1].

O departamento de *Manufacturing* da empresa RACE está a passar por uma fase de reestruturação. Com o lançamento da marca *KoolSys*[®], que representa todos os equipamentos produzidos em fábrica, o departamento de *Manufacturing* pretende tornar-se mais autónomo, no sentido de fabricar equipamentos não apenas para as empresas do grupo SKK (RACE, SKK, etc) mas também para outras empresas exteriores como a *Efacec*. Para além dessa decisão, a empresa também recomeçou a produção das suas próprias centrais de refrigeração para venda.

É no âmbito de todas as alterações mencionadas anteriormente que o presente estágio e a subsequente dissertação, foram propostos. O trabalho proposto é dividido em duas fases, por si só distintas (em áreas diferentes), mas diretamente relacionadas.

Com a decisão de produzir as suas próprias centrais e quadros elétricos certificados, surgiu a necessidade de estabelecer procedimentos de verificação e ensaio dos mesmos que cumprissem as normas em vigor e garantissem a qualidade e segurança dos equipamentos. Assim numa primeira fase, o trabalho realizado na empresa inicia-se pela otimização e/ou criação de relatórios de ensaio e verificação, que apresentassem um compromisso entre a garantia de segurança dos equipamentos produzidos e o tempo gasto durante essas verificações. Para além disto, havia uma lacuna a nível de organização, em como ocorria o processo de registo e de gestão dos ensaios e verificações efetuados. Assim, numa segunda fase, o estágio transitaria para o desenvolvimento de um sistema de informação (SI) que fosse capaz de auxiliar a gestão de toda informação e por conseguinte, otimizasse todo o processo envolvido nas verificações de segurança.

1.2. OBJETIVOS

Com a realização da presente dissertação pretende-se atingir dois objetivos. O primeiro, consiste na elaboração dos relatórios e procedimentos para o ensaio e verificação de equipamentos *KoolSys* (quadros elétricos e centrais de refrigeração), garantindo assim a produção de acordo com as normas em vigor. O segundo objetivo principal, centra-se no

desenvolvimento de um sistema de informação (SI), baseado em computador, para o auxílio da gestão de toda a informação relacionada com os ensaios realizados, alvos do primeiro objetivo (relatórios, registos fotográficos, telas, etc).

Tendo em mente atingir os objetivos mencionados anteriormente, foram estabelecidos os seguintes objetivos intermédios:

- Compreensão das normas atualmente em vigor para a produção de quadros elétricos de baixa tensão e máquina elétricas;
- Identificação dos circuitos e ligações cuja verificação é obrigatória de acordo com as normas em vigor, bem como de outros testes a realizar com vista à diminuição da probabilidade de aparecimento de problemas na fase conceção, teste, comissionamento e exploração do produto;
- Definição dos parâmetros e das sequências de testes a efetuar;
- Identificação dos critérios de aprovação/rejeição do equipamento produzido;
- Elaboração de relatórios a serem preenchidos durante e após a realização dos testes do sistema para a certificação dos equipamentos;
- Estudo da implementação de um novo SI para os ensaios e verificações de equipamentos *Koolsys* e do seu impacto (análise de requisitos, estudo da viabilidade, etc);
- Desenvolvimento da solução digital para a gestão e preenchimento dos formulários durante a realização dos testes para a elaboração automática de um relatório e do envio do mesmo para uma base dados;
- Disponibilização do SI na rede interna da empresa, realização de testes e entrevistas sobre sugestões de eventuais melhorias;
- Implementação do novo SI no departamento *Manufacturing* e formação dos colaboradores para a utilização do mesmo.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O capítulo atual (Capítulo 1), inicia-se com uma breve introdução geral à dissertação, seguindo-se uma breve apresentação da empresa onde todo o trabalho foi realizado. São

apresentados os principais problemas que motivam a dissertação e estabelecidos os objetivos para o sucesso da mesma.

No Capítulo 2 é feita uma revisão teórica dos conceitos base da presente dissertação. Começa com uma apresentação e definição dos equipamentos *Koolsys* (quadros elétricos e centrais de refrigeração), sendo realizado de seguida, um apanhado geral das normas atualmente em vigor para a certificação dos equipamentos. Posteriormente, aborda-se os conceitos relacionados com o desenvolvimento do novo sistema de informação baseado em computador. Exploram-se os conceitos de Indústria 4.0, digitalização de processos e desenvolvimento de sistemas de informação. São mencionados métodos e técnicas que permitem agilizar e garantir o sucesso da implementação de um novo sistema.

O Capítulo 3 apresenta a planificação do trabalho desenvolvido. Inicialmente são abordadas as normas atualmente em vigor para a certificação de quadros elétricos e centrais de refrigeração (no contexto de máquinas elétricas) e estabelecidos os procedimentos a implementar para obter a certificação. É nesta fase que é elaborada a sequência de verificações e são desenvolvidos os relatórios de ensaio e verificação. Posteriormente, são apresentados os estudos realizados antes do início da digitalização dos processos associados á gestão e troca da informação associada à certificação dos equipamentos. De seguida, é abordado o plano de desenvolvimento do sistema onde são apresentados os desenhos do mesmo, a nível de *hardware* e *software*, e são definidos os vetores de teste para o início da implementação.

No Capítulo 4 é demonstrado como o sistema de informação foi desenvolvido na prática. É descrito desenvolvimento dos diferentes módulos do sistema e como este funciona na prática (no ponto de vista de funcionamento interno).

De seguida, no Capítulo 5, aborda-se as implementações do sistema na empresa e quais os resultados obtidos. Também é apresentado o aspeto final da aplicação e o funcionamento da mesma na perspetiva do utilizador final.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões finais do trabalho realizado e possíveis melhorias futuras.

2. NORMAS, DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS E A INDÚSTRIA 4.0

Neste capítulo será realizada uma breve revisão de alguns temas/conceitos importantes e relevantes para o desenvolvimento da presente dissertação.

Uma vez que é possível dividir o presente trabalho em duas fases (a verificação e otimização dos ensaios e verificações dos equipamentos, e o desenvolvimento de um SI baseado em computador), este capítulo também fará essa divisão. Primeiramente, será feita uma breve introdução aos principais equipamentos fabricados no departamento de *Manufacturing* e das normas atualmente em vigor para as verificações e ensaios dos mesmos, de forma a garantir um nível elevado de rigor e segurança. Relativamente à revisão teórica da segunda fase da tese, inicia-se com uma introdução sucinta à evolução da Indústria e termina-se com as técnicas de modelação de sistemas de informação (SI), permitindo ao leitor rever conceitos essenciais para a compreensão do trabalho desenvolvido. Por último, conclui-se com um apanhado geral de alguns trabalhos desenvolvidos na área dos sistemas de informação, apresentando as técnicas, modelos utilizados e as principais dificuldades enfrentadas.

2.1. EQUIPAMENTOS KOOLSYS

Em 2020, a empresa RACE registou a marca *Koolsys* para designar todos os equipamentos fabricados na empresa. Estes equipamentos podem ser divididos em duas categorias: quadros elétricos e centrais de refrigeração.

2.1.1. QUADROS ELÉTRICOS

O quadro elétrico é o ponto em que a alimentação geral de energia se divide em circuitos separados, sendo estes protegidos e controlados por dispositivos montados nesse mesmo quadro.

Com o objetivo de certificar e assegurar o cumprimento de critérios de segurança durante a produção e montagem dos quadros elétricos, foram elaboradas as normas IEC 61439-1&2 [2], com o título “Conjuntos de aparelhagem de baixa tensão”. Assim, os quadros elétricos que estão de acordo com essa norma, fornecem um grau elevado de segurança aos seus utilizadores finais. A presente norma faz distinção entre dois tipos de quadros, os quadros de baixa tensão de série (QS) e os quadros de baixa tensão derivados de série (QDS). Um quadro QS, pertence ao grupo de quadros construídos de acordo com um determinado modelo já ensaiado de acordo com os critérios da norma. Os QS podem ser montados por instaladores genéricos, no entanto, estes devem assegurar que a montagem é feita de acordo com o modelo do equipamento originalmente ensaiado. Quanto aos QDS, são os quadros que se submetem novamente a alguns dos ensaios originais, uma vez que possuem várias alterações em relação ao modelo já ensaiado e verificado de acordo com a norma [3], [4].

A Figura 1 [3] apresenta a divisão de responsabilidades entre o fabricante original dos componentes e o responsável pela montagem do quadro. Dentro da categoria de fabricante original, encontram-se todos os fabricantes de peças estruturais, equipamentos de controlo, medição, proteção, etc. Estes têm a responsabilidade de efetuar ensaios e verificações específicos que garantam o funcionamento e o comportamento correto e seguro, dentro de certos parâmetros e cenários, dos componentes.

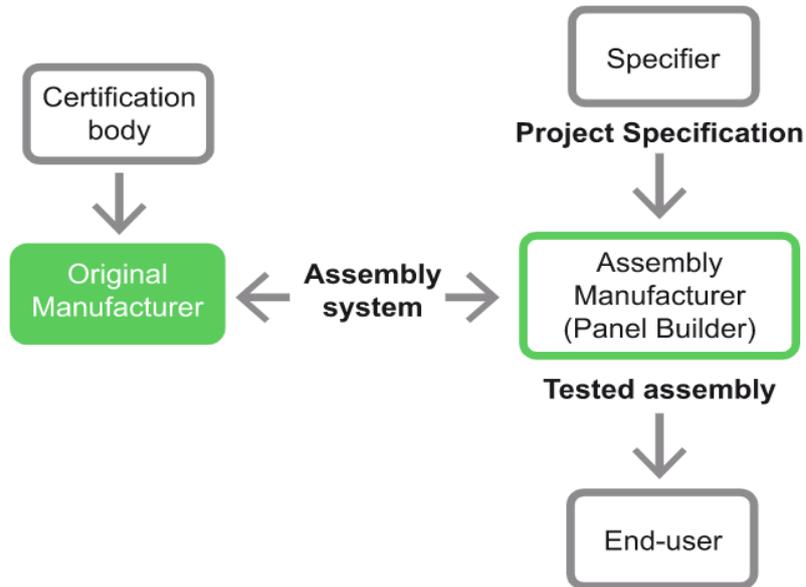


Figura 1 Divisão de responsabilidades de acordo com as normas IEC 61439-1&2

Quanto ao responsável da montagem, trata-se do fabricante do quadro elétrico completo, ou seja, será este que deverá garantir que a montagem dos componentes seja realizada de acordo com as instruções do fabricante original. Caso sejam realizadas certas alterações (também mencionadas na norma IEC 61439-1&2), o responsável pela montagem deverá realizar novos ensaios e verificações para garantir que todos os componentes continuarão a funcionar como o esperado. No Anexo A [5], encontra-se descrita a subdivisão de algumas responsabilidades de ensaio e verificação entre o fabricante e o responsável pela montagem do quadro consoante o tipo de quadro (QS ou QDS).

2.1.2. CENTRAIS DE REFRIGERAÇÃO

Uma central de refrigeração é um equipamento que permite arrefecer um determinado ambiente ou substância abaixo de uma determinada temperatura. O processo de refrigeração que ocorre nas centrais pode ser descrito, de uma forma simplificada, em 4 etapas: compressão, condensação, expansão e evaporação (conforme esquematizado na Figura 2 [6]).

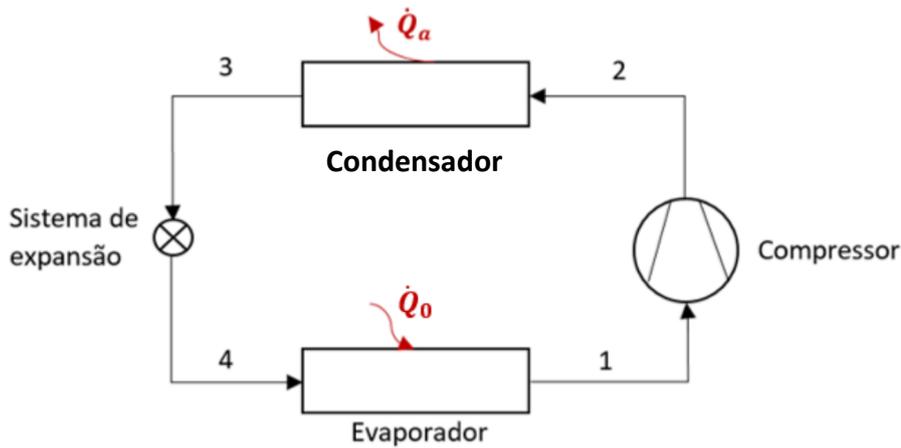


Figura 2 Esquema de um ciclo de refrigeração típico

O processo de compressão, apresentado na Figura 3 [7], consiste na aspiração e compressão do gás de refrigeração, o que resulta num aumento de pressão e temperatura na saída do compressor face à entrada do mesmo. Na fase de condensação (que ocorre no condensador), o gás proveniente do compressor fornece energia ao exterior, diminuindo assim a sua temperatura e levando a uma mudança de estado físico. Após a condensação, o líquido de refrigeração é expandido através da válvula de expansão, ocorrendo uma diminuição de pressão e temperatura. De seguida, no evaporador, o líquido de refrigeração (que se encontra a uma temperatura mais baixa do que o ambiente onde se encontra) absorve energia sob a forma de calor, havendo uma diminuição da temperatura ambiente. Esta absorção de energia leva a que a substância usada para a refrigeração evapore. O gás é encaminhado de novo para o compressor e reinicia-se assim o ciclo de refrigeração.

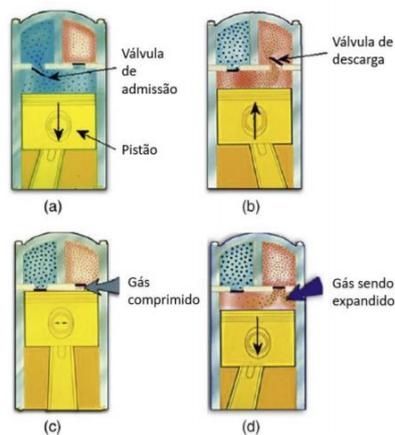


Figura 3 Processo de compressão

Existem vários tipos de centrais de refrigeração, no entanto, devido ao contexto do trabalho desenvolvido, apenas serão abordadas, de uma forma sucinta, as centrais de refrigeração a CO₂ transcrito.

A Figura 4 [8] representa uma central *Koolsys* transcrito típica. Como é possível verificar, existem vários componentes elétricos que asseguram o correto funcionamento e controlo da central como compressores, válvulas, ventiladores, etc.

Nos sistemas transcritos, o gás de refrigeração (CO₂) é arrefecido no *Gas Cooler* mas não chega a condensar. De forma geral, a nível de pressões, é possível dividir o sistema em 4 partes [9]:

- Zona de altas pressões (zona a vermelho na Figura 4): engloba o circuito desde o compressor de média temperatura e o compressor em paralelo até à válvula transcrito (válvulas de segurança são ajustadas para 130 bar);
- Zona de pressões intermédias (zona a amarelo na Figura 4): trata-se da secção entre a válvula transcrito (ou o compressor em paralelo) e as válvulas de expansão de baixa e média temperatura, (válvulas de segurança são ajustadas para 90 bar);
- Zona de médias pressões (zona a azul-claro na Figura 4): refere-se às zonas do circuito de refrigeração desde o evaporador de média temperatura (positivos) até à aspiração do compressor de positivos, (válvulas de segurança são ajustadas para 60 bar);
- Zona de baixas pressões (zona a azul-escuro na Figura 4): inicia-se no evaporador de baixa temperatura (negativos) e termina no compressor de negativos, (válvulas de segurança são ajustadas para 45 bar).

Devido aos componentes elétricos e eletrónicos presentes na central, em contexto de certificação (a nível elétrico), esta encontra-se na categoria de máquinas elétricas.

Tendo em mente a certificação de equipamentos elétricos foi elaborada a norma IEC 60204-1 com o título “Segurança de máquinas – Equipamentos elétricos de máquinas”, que se aplica a “equipamentos e sistemas elétricos, eletrónicos e eletrónicos programáveis para máquinas não transportáveis à mão durante o trabalho, incluindo um grupo de máquinas que trabalham em conjunto de forma coordenada” [10].

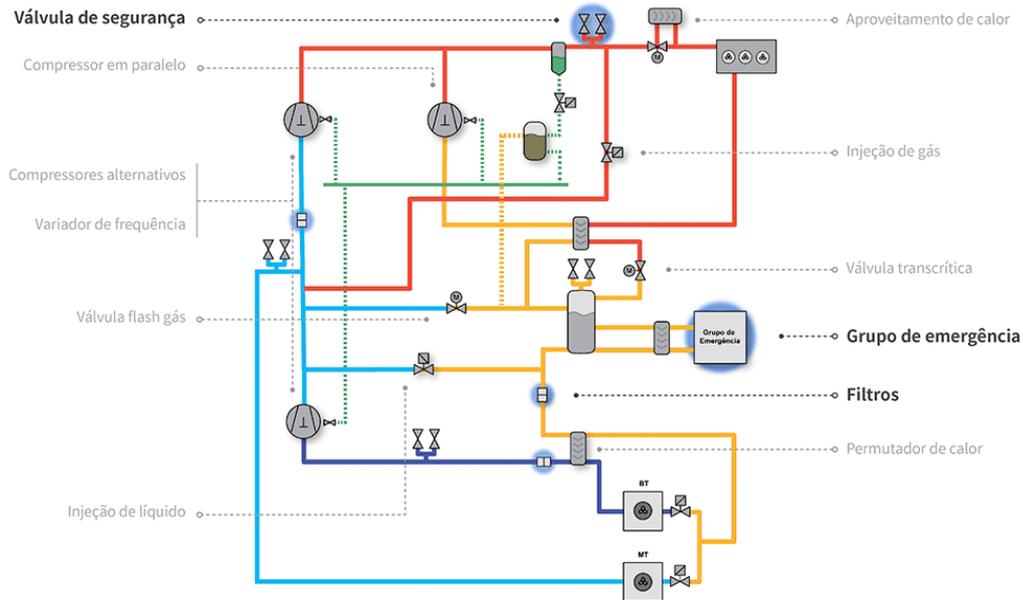


Figura 4 Central de refrigeração *Koolsys* CO₂ transcrito

Para além dos componentes representados na Figura 4, a central também está associada a um quadro elétrico responsável pela alimentação e o controlo da mesma. Uma vez que a central de refrigeração é considerada uma máquina elétrica e tem pelo menos um quadro elétrico associado, para a produção de uma central de refrigeração certificada, é necessário cumprir as normas IEC 61439-1&2 e IEC 60204-1.

2.2. A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA E A INDÚSTRIA 4.0

Após a elaboração dos relatórios de ensaio e verificação, o estágio passaria pela digitalização dos processos de elaboração e gestão dos ensaios e verificações de equipamentos *Koolsys*, agindo em concordância com a progressão da Indústria (Indústria 4.0). Devido a isto, será feita uma breve introdução ao conceito da Indústria 4.0 para contextualizar o trabalho desenvolvido na empresa no âmbito desta dissertação.

Iniciar-se-á a abordagem à Indústria 4.0 por uma análise resumida à evolução da indústria com o decorrer do tempo, até chegar ao estado em que se encontra atualmente.

- **Indústria 1.0** - Foi no final do século 18 que, ao surgirem as primeiras máquinas industriais, se deu início à primeira revolução industrial, a Indústria 1.0 [11]–[14]. Nesta fase foram introduzidas na indústria várias máquinas com o objetivo de ajudar

os trabalhadores nos processos de produção, diminuindo assim o tempo, os esforços e os custos envolvidos na produção [12], [13]. A título de exemplo, foi nesta época que *James Hargreaves* desenvolveu a primeira máquina de fiar que lhe permitia produzir mais com menos esforço envolvido, visto que possibilitava puxar a linhas de oito fusos diferentes ao invés de uma, como acontecia com uma roda de fiar tradicional [15], [16].

- **Indústria 2.0** - A segunda revolução industrial, ou como muitos historiadores a denominam, “Revolução Tecnológica”, começou no final do século 19 e destacou-se pela descoberta e a aplicação da eletricidade e das linhas de montagem. Uma vez mais, houve um grande aumento da produtividade e uma diminuição dos custos de produção [12]–[14]. As matérias-primas de ferro e aço tornaram-se comuns e permitiram o desenvolvimento de uma indústria de materiais pesados e mais resistentes [11].
- **Indústria 3.0** - Nas últimas décadas do século 20 surgiu a terceira revolução industrial, a qual foi caracterizada pelo desenvolvimento de uma variedade de componentes eletrônicos como o transístor e vários circuitos integrados que permitiram automatizar as máquinas da indústria [11]–[13]. Surgiram também os *Programmable Logic Controllers* (PLC) e as tecnologias de informação (IT) [12]. Com esta revolução, inicia-se também a digitalização de processos. No entanto, apesar de várias tarefas outrora realizadas por humanos serem executadas agora por máquinas, ainda existia a necessidade de intervenção humana na produção [14].
- **Indústria 4.0** - Foi em 2011 na *Hannover Trade Fair* que a *Bosch* mencionou pela primeira vez o termo “Indústria 4.0”, sendo posteriormente reconhecido oficialmente pelo governo Alemão [11], [17], [18]. Na Indústria 4.0, computadores e máquinas estão ligados através da internet. Existe também um tráfego elevado de grandes volumes de dados (*Big Data*), uma vez que os sensores instalados possuem agora a capacidade de gerar e enviar as suas próprias informações de forma independente para a rede. Há ainda uma descentralização da informação, uma vez que os dados são armazenados e processados em locais separados, por diferentes computadores. Esta característica aumenta a rapidez da análise de toda a informação e possibilita uma tomada de decisão mais rápida e até automática, permitindo aplicar em tempo real os resultados obtidos das análises nas respetivas máquinas ou serviços [19],[12]. Surgem assim

Cyber-Physical Systems (CPS), “sistemas computacionais e colaborativos com a capacidade de ter uma intensa ligação com o mundo físico envolvente (...) permitindo assim o acesso remoto, serviços inteligentes e análises de *big data* em tempo real” [20]. Para além dos aspetos mencionados até ao momento, a Indústria 4.0 também é caracterizada pela digitalização de processos e produtos [21]. Esta digitalização, iniciada na Indústria 3.0 e também considerada uma das bases da Indústria 4.0, permite que as pessoas certas obtenham as informações certas no momento certo, eliminando assim vários problemas associados à troca de informações incorretas ou à perda das mesmas [13].

Na Figura 5 [22], encontra-se ilustrada a evolução da indústria e as principais inovações ocorridas a cada revolução industrial.

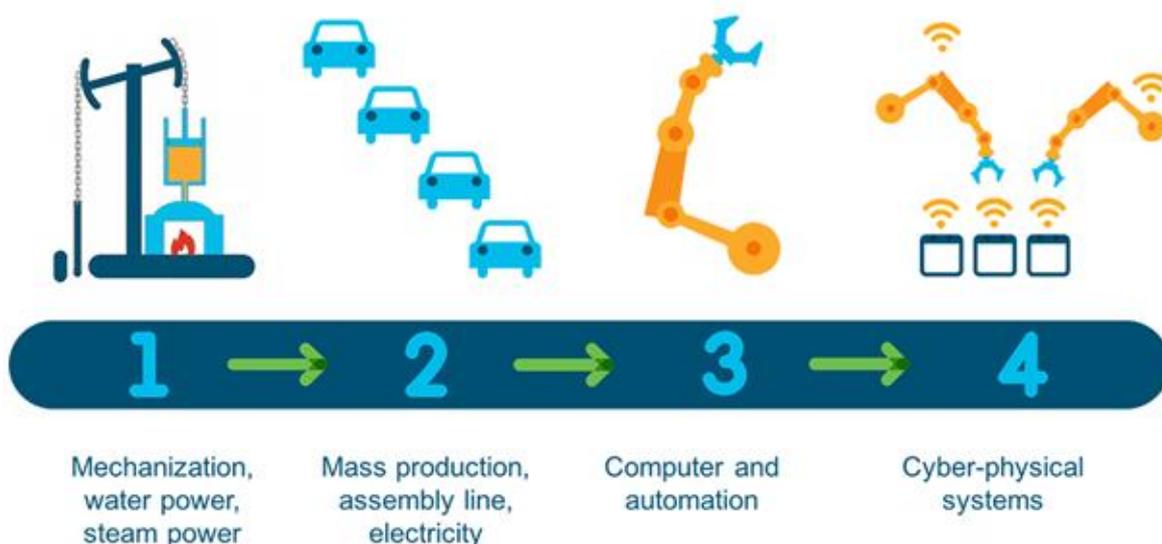


Figura 5 Evolução da indústria

2.3. DIGITALIZAÇÃO

A digitalização (de processos) é a componente central desta dissertação e a principal motivação para o desenvolvimento do projeto de estágio.

Antes de iniciar a abordagem à digitalização importa fazer uma distinção entre os vários conceitos associados a esta palavra, e esclarecer qual está relacionado com a presente dissertação e que será abordado de seguida. Os termos *digitization* e *digitalization* estão profundamente relacionados com a evolução da indústria e a Indústria 4.0. O primeiro

termo, *digitization* (em português, digitalização), indica a ideia da conversão de algo analógico para digital. Por exemplo, a digitalização de uma folha de papel escrita à mão está incluída no termo *digitization*, uma vez que a informação escrita no papel (analógica) é convertida para um formato legível por computador (digital). O segundo conceito, *digitalization* (que à semelhança do termo mencionado anteriormente, é traduzido para português por digitalização), está relacionado com a utilização de tecnologias e informação para melhorar e alterar os processos industriais e de negócios, tornando-os digitais [23], [24].

Assim, no presente documento e fora outra indicação, quando for utilizada a palavra “digitalização”, esta a referir ao termo “*digitalization*” com o significado mencionado anteriormente.

Como mencionado anteriormente, a digitalização de processos é uma das áreas chave para o progresso da indústria, sendo um pilar fulcral para as empresas atingirem as metas da Indústria 4.0. Desta forma, a presente secção procurará elucidar o leitor para os termos e conceitos relacionados com a digitalização, considerados cruciais para a compreensão do trabalho desenvolvido.

2.3.1. PROGRESSO DA DIGITALIZAÇÃO

Assim como a indústria, a digitalização passou por várias etapas com o decorrer do tempo. Os autores do artigo *Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community* [24] consideram que até ao momento, a digitalização passou por três fases. A primeira fase ocorreu com a implementação de tecnologias que substituíssem o papel como suporte físico e diminuíssem a necessidade de intervenção humana através da automatização de processos. Na segunda etapa deu-se globalização da informação e comunicação através da internet, o que alterou o paradigma de negócios e criação de valor por parte das empresas. Por último, na terceira e atual fase da digitalização, a convergência das tecnologias social, móvel, analítica e computação (SMAC) combinada com o aumento de poder de processamento, capacidade e largura de banda disponível, transformou por completo tanto indústria como a vida privada e profissional de cada indivíduo [24].

2.3.2. ÁREAS CHAVE NO PROCESSO DA DIGITALIZAÇÃO

A digitalização é um processo que implica uma grande transformação sociotécnica nas empresas, uma vez que, para além das vantagens inerentes, surgem ainda novos paradigmas e desafios. Algumas das áreas chave a ter em mente antes ou durante a digitalização dos processos para que esta seja bem-sucedida e atinja os resultados pretendidos são:

- Competências digitais – Todos os recursos humanos terão de adquirir o mínimo de habilidades digitais (através de formação por exemplo) para que possam não só adaptar – se, mas também contribuir para a digitalização [24].
- Melhoria contínua – Os serviços digitais deverão ser alvo de melhoria contínua, o que implica a existência de um departamento de Tecnologias de Informação (TI) ágil e com uma boa capacidade de análise. Uma das formas de o fazer é através da implementação do processo de *build-measure-learn*, isto é, desenvolver, analisar os resultados dessa mesma implementação e “aprender” com o que foi observado, realizando ou não alterações conforme o necessário [24].
- Compromisso com clientes e parceiros – Os clientes e os parceiros (entidades que interagem com a empresa e usufruem dos seus serviços), não deverão ser esquecidos em todo o processo da digitalização [24].
- Arquitetura TI – O processo de digitalização envolve muitas vezes a alteração da arquitetura TI nativa da empresa, muitas vezes focada nos colaboradores da organização, para um departamento direcionado também a clientes e outros utilizadores exteriores à empresa [24].
- Digitalização de processos – Envolve a digitalização e a automação de processos, isto é, a utilização de tecnologias digitais para realizar operações que anteriormente seriam realizadas pelo ser humano [24], [25].
- Segurança digital – Com o aumento da exposição digital das diversas áreas e serviços das empresas, aumentarão também os riscos cibernéticos. Assim, devem ser tomadas medidas adequadas para garantir a segurança e a integridade dos sistemas e das informações sensíveis [24].

2.3.3. PLANEAMENTO DA DIGITALIZAÇÃO

Uma empresa de criação de *software Enterprise Resource Planning* (ERP) [26], definiu alguns pontos que as empresas devem considerar durante o planeamento da digitalização, que se apresentam de seguida [26]:

- A digitalização no contexto em que a organização se encontra inserida

A primeira etapa do planeamento passa pela análise dos avanços tecnológicos no contexto do setor em que a empresa se encontra inserida, como isso irá afetar a indústria a curto e longo prazo, e quais são as tecnologias que deverão ser levadas em conta na digitalização. Algumas destas são a inteligência artificial (IA), *machine learning* (ML), o processamento em nuvem e a *industrial internet of things* (IIoT).

- Contexto digital da organização

Após analisar o contexto em que se encontra a empresa que será alvo de digitalização, é necessário estudar o estado atual da organização em questão, ou seja, o quão pronta está para sofrer o processo de digitalização. É necessário perceber como as pessoas adquirem e utilizam as informações, e como é que esses processos terão de ser alterados para possibilitar a digitalização. Para além dos recursos humanos, é crucial também verificar se as máquinas instaladas na indústria poderão coletar e transmitir os dados necessários e, caso tal não seja possível, estudar qual a melhor opção para tornar isso possível.

- Informação necessária

A terceira fase do planeamento da digitalização é o estudo das informações necessárias para a empresa digitalizada. Diferentes organizações precisam de diferentes dados. Provavelmente será necessário integrar a informação proveniente de diferentes máquinas, pessoas e processos. É importante estudar qual será a melhor opção para agrupar e traduzir os dados para serem integrados num só SI ou em vários interligados.

- Utilização da informação adquirida

A digitalização resulta num volume elevado de dados, por isso na quarta fase analisa-se como é que as informações serão usadas pela organização e qual a forma mais eficaz e

eficiente de o fazer. Assim é importante que os sistemas de informação incluam ferramentas que forneçam relatórios e possibilitem análises para facilitar a tomada de decisões com base nos dados adquiridos. Várias organizações utilizam a IA e ML para agilizar a identificação de tendências e/ou anomalias, e prever evoluções futuras com base nas informações adquiridas.

- Segurança e conformidade da informação

Como já referido, com a transformação digital, a exposição digital da empresa aumenta consideravelmente, o que eleva também os riscos de acesso indevido a informações sensíveis. Tendo isto em vista, é necessário implementar controlos de acesso e diferentes níveis de autorizações nos sistemas de informação desenvolvidos. Para além da segurança, a integridade dos dados é outro ponto crucial. Os projetos de digitalização podem gerar problemas nos processos que antes não existiam e afetar a informação. É necessário garantir que os dados sejam verdadeiros, exatos e estejam atualizados para garantir que qualquer decisão ou ação tomada com base nessa informação possa produzir os resultados esperados.

- Dimensão da transformação digital

Por último, é sugerido que as organizações analisem bem a dimensão da digitalização que pretendem implementar. É mencionado em [26] que apesar de alguns relatórios mencionarem que projetos de digitalização em grande escala resultam numa adoção mais rápida e numa maior probabilidade de sucesso, também mencionam que o risco associado a projetos dessa escala é alto. Posto isto, é importante que as empresas avaliem a sua situação e percebam que a digitalização completa poderá não ser a melhor opção para a transformação digital pretendida.

2.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Muitas vezes, a digitalização de processos passa pelo desenvolvimento ou atualização de sistemas de informação baseados em computador. Devido a isto, na presente secção serão abordados os principais conceitos relacionados com os sistemas de informação.

Antes de iniciar a abordagem aos sistemas de informação é relevante elucidar o significado de alguns termos no contexto da presente dissertação. D. A. Rezende [27] define sistema como “conjunto de partes que interagem entre si, visando um objetivo comum”, sendo em informática, “o conjunto de *software*, *hardware* e recursos humanos” [27], e informação como “todo o dado trabalhado, útil, tratado, com valor significativo atribuído ou agregado a ele e com um sentido natural e lógico para quem usa a informação” [27].

Assim sendo, um SI pode ser definido como o conjunto de elementos focados no processamento, administração e disseminação de dados e informações, organizados e prontos para serem usados em prol dos objetivos e necessidades da organização. Pode ser composto por vários sistemas de menor dimensão, capazes de funcionar de forma independente ou integrada [28]–[30]. No presente documento, o termo sistemas de informação terá o mesmo significado que sistemas de informação baseados em computador.

Os sistemas de informação são um dos componentes mais relevantes no ambiente empresarial atual. Permitem adquirir, processar, distribuir e partilhar informação de uma forma integrada e em tempo reduzido [27], [28]. O funcionamento dum SI pode ser representado pelo modelo *Input-Process-Output* (IPO) apresentado na Figura 6 [29].

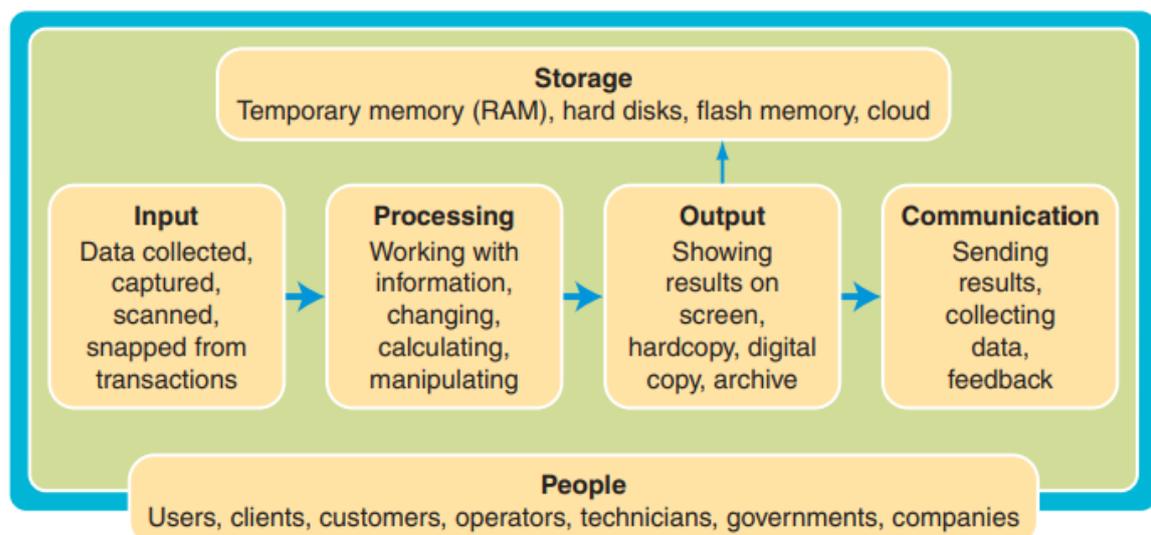


Figura 6 Funcionamento de um SI representado num modelo IPO

Segundo o modelo apresentado acima, o SI adquire dados, processa-os para que possam ser interpretados e disponibiliza-os no momento ou guarda-os para que possam ser acedidos à posteriori. Como também é possível observar na figura, as pessoas (colaboradores, clientes, utilizadores, etc) estão interrelacionados com os processos levados a cabo pelo SI.

Existem diversos tipos de SI que, consoante a função que executam na organização, podem ser agrupados em várias categorias sendo as mais comuns [31]–[33]:

- *Transaction Process System (TPS)*
- *Office Automation System (OAS)*
- *Knowledge Work Systems (KWS)*
- *Management Information Systems (MIS)*
- *Decision Support Systems (DSS)*
- *Executive Support Systems (ESS)*

Uma vez que o sistema de informação desenvolvido no âmbito desta tese enquadra-se na categoria dos TPS, será aprofundado este sistema.

2.5. O CASO ESPECÍFICO DOS *TRANSACTION PROCESS SYSTEMS (TPS)*

Uma transação, no contexto de uma organização, é qualquer evento ou atividade que afete a mesma, ou seja, abrange todas as compras e vendas de produtos e serviços, bem como qualquer transação comercial ou outra atividade necessária para o funcionamento da empresa [29], [31]–[33].

Os TPS são os sistemas de informação responsáveis pelo processamento e armazenamento de informações específicas de transações ou processos em andamento. Este tipo de sistemas auxilia os colaboradores na execução de diversas tarefas numa organização como controlo de inventário, processamento de compras, contabilidade, pedidos de vendas, etc [29]. De forma simplificada, o sistema recebe informações, processando-as de seguida e guardando-as num determinado local. A entrada dos dados no sistema pode ocorrer de forma manual (por exemplo, escritos por um utilizador num computador) ou automática (através de sensores como leitores de códigos de barras). A

informação é de seguida processada, ou seja, é convertida ou traduzida para poder ser utilizada posteriormente por colaboradores ou outros sistemas de informação. Após o processamento, os dados são armazenados num servidor ou exportados para outro sistema, sendo que deverá haver sempre um compromisso entre a segurança e acessibilidade, ou seja, a informação deverá estar armazenada num local seguro, mas ao mesmo tempo, acessível a todos que precisarem [33].

Com o uso de um TPS as organizações conseguem diminuir a probabilidade da ocorrência de erro humano durante o registo dos dados, aumentando assim o grau de confiabilidade e precisão dos mesmos. Para além destas vantagens existem outras tais como, o aumento da rapidez e eficiência no registo de informações, e a diminuição de custos associados aos processos de transações [29], [34].

Na Figura 7 [29] encontra-se um exemplo da integração de um sistema TPS numa organização. No caso ilustrado, o sistema recebe informações de compras *online*, processa os dados, para que possam ser posteriormente interpretados, e armazena-os numa base de dados. A partir desse momento, as informações já se encontram disponíveis para serem utilizadas por outros sistemas de informação para objetivos diferentes [29], [31], [32]. De forma análoga, o sistema de informação para gestão de ensaios e verificações também irá receber informações (preenchimento de formulários, submissão de fotografias, etc), estas serão processadas (por exemplo, os formulários preenchidos são convertidos em ficheiros PDF) e armazenadas no servidor (e na base de dados) ficando disponíveis para qualquer colaborador da empresa devidamente autorizado.

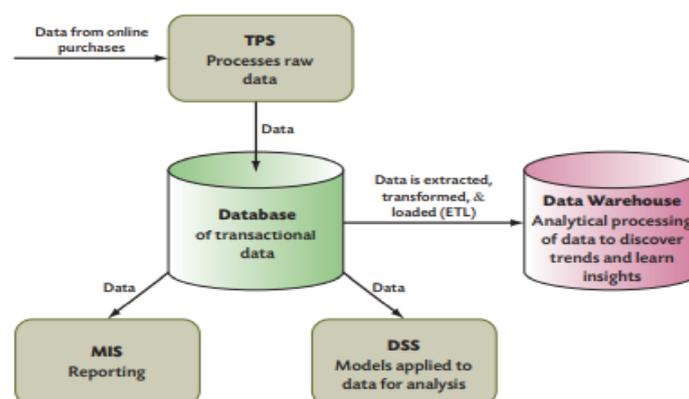


Figura 7 Exemplo do enquadramento do TPS numa organização

2.6. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (DSI)

Devido à complexidade cada vez maior dos SI surge a necessidade de se abordar o Desenvolvimento de Sistemas de Informação (DSI) que tem como objetivo a melhoria, aquisição ou construção de um SI baseado em TI [35].

Através da compilação e análise das definições e descrições de vários autores [27], [29], [30], [33], decidiu-se adotar, na presente dissertação, a seguinte divisão do desenvolvimento de *software* em etapas (esquematizada na Figura 8) :

- Estudo de viabilidade ou investigação (*Systems Investigation*)

Inicia-se com um pedido pela parte de um cliente, um utilizador ou um colaborador com responsabilidade na organização para a automatização de alguma parte do seu trabalho. Corresponde assim à tomada de decisão de construir um SI ou renová-lo, com base num problema ou uma oportunidade relacionada com a organização e o seu funcionamento. É nesta fase que é determinada a probabilidade de sucesso do projeto e a sua viabilidade a nível técnico, económico, organizacional e comportamental. A nível **técnico** é determinado se o *hardware*, *software* e os diferentes componentes do sistema podem ser desenvolvidos e/ou adquiridos, e se a organização já possui tecnologia que pode ser reaproveitada. Relativamente à componente **económica** do estudo, é avaliado se os benefícios obtidos com a execução do projeto compensam os riscos associados ao mesmo e se este poderá ser de facto concluído como previsto. No que diz respeito ao nível **organizacional**, este estudo está relacionado com a forma como o sistema desenvolvido será aceite pela organização. Por último, a viabilidade **comportamental** envolve os colaboradores e outras pessoas que serão afetadas pelo sistema e a forma como lidarão com as mudanças necessárias, se será necessário dar formação ou fazer uma sensibilização para a utilização do novo sistema.

Este estudo intensivo previne erros que apresentem custos elevados à organização pois tenta garantir que o sistema que será desenvolvido funcione de forma eficiente e eficaz, e que possa efetivamente ser usado pelos utilizadores alvo.

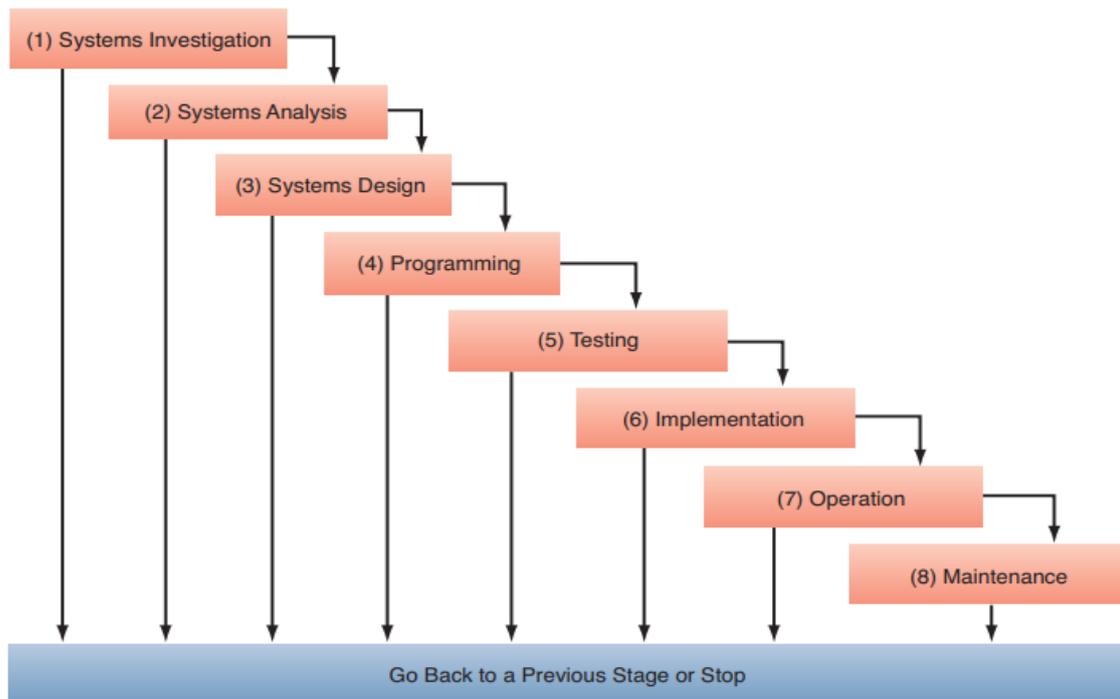


Figura 8 Ciclo de desenvolvimento de *software* e sistemas

De forma sucinta, consiste numa análise extensa de custos e benefícios em relação ao projeto, e de que forma é que este beneficiará a empresa.

- Análise de sistemas ou engenharia de requisitos

De forma resumida, um requisito no contexto DSI “é uma condição que tem que se verificar para atingir os objetivos do sistema” [36]. Assim, na presente etapa são realizadas várias entrevistas, observações e questionários com o objetivo de verificar os pontos fortes e fracos do sistema existente, estabelecer quais as funções que o novo sistema deverá possuir para solucionar o problema que originou o projeto e quais os requisitos dos utilizadores para o mesmo.

Pode ser dividida em três fases: análise e negociação, especificação e documentação de requisitos e por último validação e verificação de requisitos.

- Projeto ou desenho do sistema

Após ser feita uma descrição das funções que o sistema deverá executar para lidar com o problema, é necessário descrever como é que o sistema conseguirá fazer isso. Para tal são descritos os outputs, inputs, interfaces de utilizador, hardware, software, base de dados,

procedimentos e como é feita a interligação entre estes para formar o sistema. É elaborado um projeto lógico onde é determinado o que o sistema fará usando especificações abstratas e um projeto físico onde é definido como o sistema vai realizar o que é pretendido.

A nível lógico são descritas as relações lógicas entre os *outputs*, *inputs*, base de dados, etc. Relativamente ao desenho físico do sistema é especificado como as relações entre as diferentes partes serão fisicamente possíveis (por exemplo, comunicação realizada por *ethernet*, servidor local, computadores, base de dados em *Structured Query Language* (SQL), etc).

- Programação

Nesta fase é utilizado o desenho elaborado na etapa anterior para adquirir ou desenvolver o *software* necessário para atingir os objetivos estabelecidos e resolver o problema levantado inicialmente. Para algumas organizações poderá ser mais vantajoso adquirir “pacotes” de *software*, uma vez que se trata uma solução mais económica, enquanto outras poderão preferir soluções de *software* desenvolvidas à medida.

- Testes

A fase de testes é crucial para garantir que o sistema cumpre os requisitos estabelecidos e consegue realizar as funções pretendidas em diferentes cenários, e desta forma, diminuir a probabilidade da ocorrência de erros com consequências mais dispendiosas para a organização. Os testes que devem ser realizados durante esta etapa são: testes de unidade ou módulo, teste de sistema, teste de volume (com grandes volumes de dados), teste de integração (interação entre os diferentes módulos) e testes de aceitação (reação dos utilizadores ao novo sistema).

- Descrição de procedimentos

Apesar da descrição de procedimentos apenas ser mencionada como etapa do DSI por [27], decidiu-se apresentá-la nesta secção uma vez que economiza tempo e evita erros humanos durante a fase de implementação. Consiste na descrição formal da interação do

utilizador com as partes manuais e automáticas do sistema (manuais de utilizador) e na descrição do comportamento do mesmo (documentação do sistema).

- Implementação

A implementação ocorre com a conversão ou passagem do sistema antigo (caso exista) para o novo sistema desenvolvido. Existem diferentes estratégias que podem ser adotadas nesta fase. Os autores referidos em [29] mencionam quatro métodos para realizar a implementação de um novo sistema: **conversão paralela** (sistema antigo e novo a funcionarem paralelamente durante um período de tempo definido), **conversão direta** (o sistema antigo deixa de ser usado e inicia-se a utilização do novo sistema), **conversão piloto** (o novo sistema começa a ser utilizado apenas por uma amostra da organização durante um período de tempo e, em caso de sucesso, começa a ser utilizado por toda a organização) e por último **conversão faseada** (o sistema é introduzido na organização por módulos até que todo o sistema esteja em pleno funcionamento). Como se pode compreender a conversão direta é a forma mais rápida de efetuar a troca para o novo sistema, mas também é a estratégia de conversão que mais riscos apresenta, uma vez que uma falha poderá afetar negativamente não só o sistema em si, mas toda a organização e o seu funcionamento. Desta forma, para sistemas de grandes dimensões a conversão em paralelo, apesar de ser mais dispendiosa é a mais segura.

- Operação e manutenção

Após a implementação do sistema na empresa, é esperado que devido a erros e alterações na organização, o *software* tenha “um ciclo de vida curto de no máximo 5 anos, quando não sofre implementações” [27]. Assim fica claro que a manutenção é um processo importante no DSI. A manutenção realizada poderá ser:

- **perfetiva** - para melhorar o sistema e o seu comportamento;
- **adaptativa** - para garantir o funcionamento correto perante novas circunstâncias como por exemplo novas leis e novos modelos de negócio;
- **corretiva** - para a correção de erros descobertos durante a fase de funcionamento normal;
- **preventiva** - para prevenir a ocorrência de problemas no futuro.

A Figura 9 [35] apresenta um gráfico que pretende ilustrar a evolução dos custos associados à correção de erros durante as diferentes etapas do DSI. Fica claro que os erros têm consequências mais dispendiosas a partir da fase de desenho do sistema, o que significa na prática que é crucial investir tempo e recursos nas etapas iniciais de planeamento.

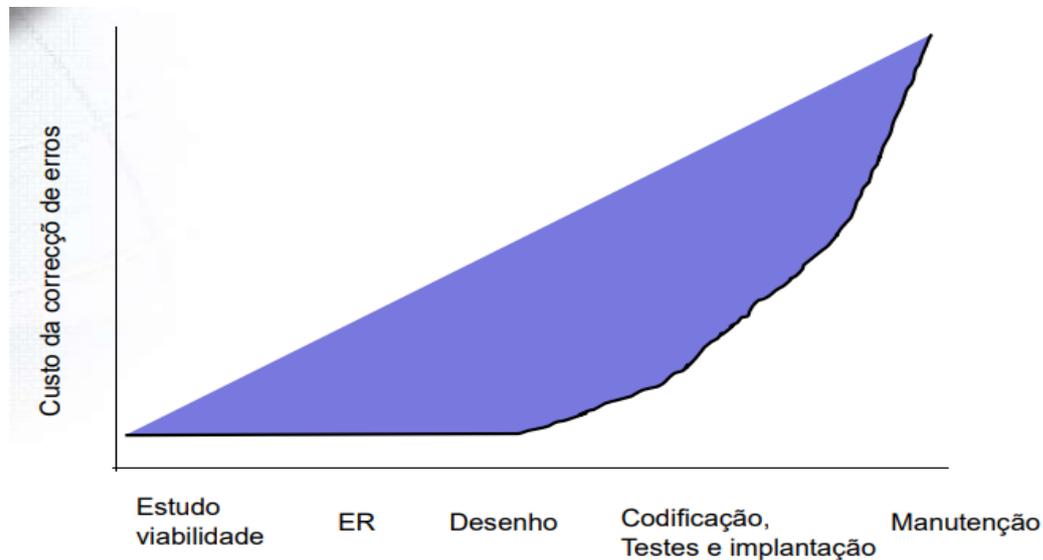


Figura 9 Custos na correção de erros durante as diferentes etapas de DSI

2.7. MODELAÇÃO DE SISTEMAS

Desde 2001 que os projetos desenvolvidos com métodos ágeis revolucionaram a maneira como as soluções são projetadas e implementadas. Estes métodos têm como principais características a cooperação entre utilizadores e desenvolvedores (por exemplo, através de reuniões diárias rápidas), simplicidade e uma rápida adaptação a novas mudanças [36], [37]. É relevante mencionar ainda que, na generalidade dos projetos, os métodos e as técnicas de DSI não conseguem cobrir todas as fases dos mesmos, podendo haver a necessidade de utilizar mais que um método ou técnica para o desenvolvimento da solução.

2.7.1. TERMINOLOGIA

É importante esclarecer previamente alguma da terminologia que é utilizada na presente dissertação no contexto da modulação de SI baseados em computador. São utilizadas com frequências as notações classe, objeto e atributo. A classe refere-se a um conjunto

ou um tipo de objetos, sendo composta por atributos e métodos. No que diz respeito aos objetos, são instâncias de uma classe, ou seja, são capazes armazenar informações através dos seus atributos e de se relacionar com outros objetos. Os atributos, por sua vez, são variáveis cujos valores caracterizam um objeto e os métodos são definições de operações sobre os objetos (funções e procedimentos). A Figura 10 [39] apresenta uma aplicação prática da terminologia introduzida na presente subsecção. Neste caso, existem três objetos da classe sócio (Thiago, Marcos e Vítor), sendo que cada um possui vários atributos (Nome, Cpf, Rg, Nascimento, Telefone e Endereço) que os definem e vários métodos possíveis de aplicar (Cadastrar, ConfirmarCadastro, ValidarSocio e Alterar).

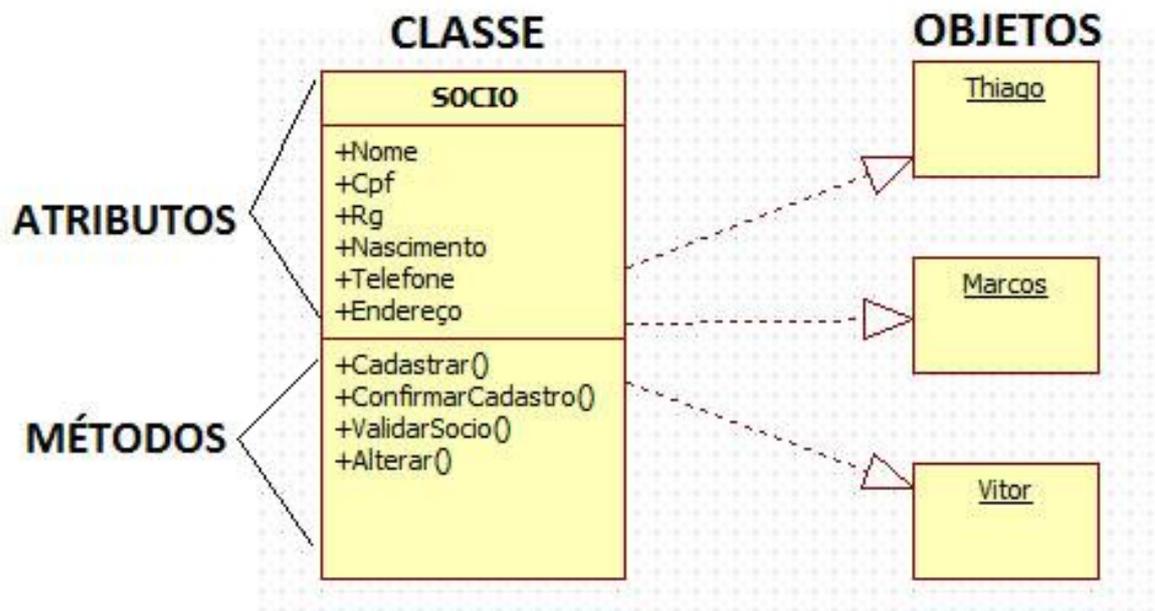


Figura 10 Exemplo de aplicação da terminologia utilizada

2.7.2. UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML)

Para os SI satisfazerem plenamente as necessidades de uma organização, é necessário descrever como estas funcionam e o que pretendem obter com o sistema que será desenvolvido. Existe assim a necessidade de comunicação bidirecional entre desenvolvedores e utilizadores finais. Uma vez que muitas vezes os utilizadores finais não possuem conhecimentos avançados na área da informática, torna-se imperativo recorrer a uma linguagem que permita e facilite a comunicação de requisitos e objetivos entre os programadores e aqueles que utilizarão a aplicação.

Em 1995 foi sugerida a UML, uma linguagem resultante da combinação de três técnicas/métodos: *Booch*, *object modeling technique* e *Objectory* [27], [37], [38]. Com o decorrer do tempo, foram adicionados outros métodos até se formar a versão atual (lançada em 2017), a UML 2.5.1 [40].

Os principais objetivos da UML, especificados por [37], para a modelação de sistemas de informação são:

- Visualizar – permite representar visualmente os requisitos, processos, *design* e a arquitetura através da utilização de diagramas, abstrações e relações;
- Especificar – permite especificar detalhadamente atores, casos de uso, classes, atributos e operações adicionando detalhes às representações visuais, diminuindo assim equívocos entre os desenvolvedores e os utilizadores finais;
- Documentar – permite a elaboração dos diagramas e das especificações auxilia a documentação adicional e detalhada dos requisitos, da arquitetura, planos de projeto, testes, etc, aprimorando assim as especificações e representações visuais;
- Manter – auxilia a manutenção dos sistemas de *software*, uma vez que permite que os programadores envolvidos identifiquem as zonas corretas do *software* para implementar mudanças e perceber como essas alterações irão afetar o resto do sistema.

Assim, um modelo UML é constituído por vários diagramas que representam diferentes aspetos de um SI. No total (para a versão UML 2.5) existem 14 diagramas, como se pode verificar na Figura 11 [41], que se podem dividir em duas categorias: estruturais e comportamentais. Os diagramas **estruturais** apresentam diferentes objetos de um sistema, enquanto os **comportamentais** descrevem como os objetos interagem entre si para criar o sistema. De seguida serão mencionados os diferentes diagramas constituintes da UML [36]–[38], [40]–[42]:

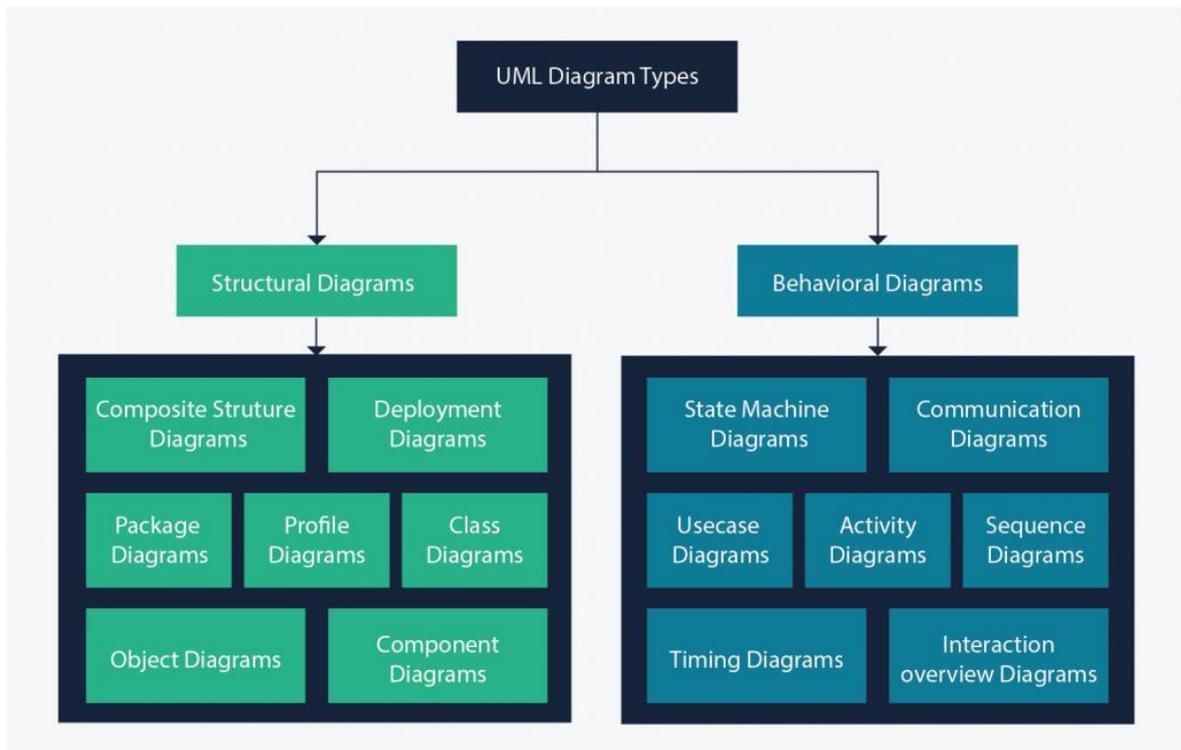


Figura 11 Tipos de diagramas UML

- Diagrama de *Use Case* – fornece uma visão geral do sistema ou dos processos através da perspectiva do utilizador, ou seja, permite visualizar os atores envolvidos (utilizadores), as diferentes funções necessárias para esses atores e como estas interagem entre si;
- Diagrama de Atividade – modela o fluxo de informações em qualquer situação do sistema, em particular no caso dos *use case*, onde permite descrever o fluxo dentro destes, descrevendo tanto as interações normais do utilizador, bem como as exceções;
- Diagrama de Classes – representa a estrutura de informação (as classes, as suas definições e relações);
- Diagrama de Sequência – ilustra as interações entre objetos com base nos seus cronogramas, isto é, como e quando interagem entre si num determinado cenário;
- Diagrama de Interação ou Colaboração – permite obter uma visão geral das interações dentro do sistema e perceber como diferentes diagramas de UML (como por exemplo, diagramas de sequência) interagem e se relacionam entre si;
- Diagrama de Comunicação – apesar de ter a mesma finalidade que o diagrama de sequência, tem como foco informações ou mensagens passadas entre os diferentes

objetos, isto é, demonstra como os objetos interagem entre si em memória em tempo de execução;

- Diagrama de Objetos – apresenta as relações entre diferentes objetos com exemplos reais, isto é, permite visualizar os objetos e as ligações a memória em tempo de execução;
- Diagrama de Estados – modela o comportamento dos objetos, descrevendo as alterações dos atributos destes em função do estado em que se encontram e da ocorrência de certos eventos;
- Diagrama de Composição – permite visualizar o comportamento do componente ou objeto durante o tempo de execução, apresentando as relações e as instâncias do mesmo;
- Diagrama de Componentes – apresenta os componentes e as suas relações a nível estrutural dentro do sistema;
- Diagrama de Implementação – descreve a arquitetura do *hardware* do sistema e o *software* que se encontra nesse *hardware*, permitindo modelar a interação entre diferentes máquinas com diferentes configurações;
- Diagrama de Pacotes – indica os subsistemas e áreas da organização do sistema, permitindo modelar também as dependências entre diferentes pacotes no sistema;
- Diagrama Temporal – sendo bastante similar ao diagrama de sequência, representa o estado de um objeto num determinado intervalo de tempo, permitindo comparar os estados de vários objetos nesse mesmo intervalo de tempo;
- Diagrama de Perfil – apresenta um conjunto de estereótipos predefinidos, valores atribuídos, restrições e classes de base, permitindo definir estereótipos personalizados, valores etiquetados e restrições.

2.8. TRABALHOS REALIZADOS NA ÁREA

No trabalho desenvolvido e descrito em [43], o autor desenvolveu um SI baseado em computador, recorrendo à *Synergy* (“*framework* para desenvolvimento ágil de aplicações baseada em ‘ambiente’ *Microsoft*”) e SQL, para a submissão de propostas de inovação por parte dos colaboradores da empresa. As maiores desvantagens ou aspetos a melhorar apontados pelo autor foram respetivos às interfaces com o utilizador que deveriam ter

sido desenvolvidas de maneira a simplificar e facilitar a utilização do sistema por parte de todos os utilizadores. Por outro lado, também é mencionada como melhoria futura, a correção de falhas do sistema relacionadas com as permissões dos utilizadores para evitar que acedam a informações que não deveriam.

Assim sendo, fica claro que um dos aspetos a levar em conta na criação da solução informática, será a interação do utilizador final com o sistema, isto é, a aplicação deverá ser intuitiva e fácil de compreender por qualquer tipo de colaborador.

Após esta revisão de conceitos fundamentais para o desenvolvimento da presente dissertação com sucesso, será abordado todo o planeamento envolvido no desenvolvimento da mesma.

3. PLANEAMENTO DA SOLUÇÃO E ARQUITETURA DO SISTEMA

Prevê-se que nesta fase o leitor já tenha adquirido os conceitos necessários para a correta compreensão desta tese. Assim, nesta secção será feito um enquadramento mais detalhado do trabalho desenvolvido e a motivação para o fazer. Serão descritos os métodos inicialmente utilizados na empresa e estabelecidos os pontos a otimizar ou a desenvolver. De seguida, será apresentado todo o processo de planeamento da implementação da solução para o problema levantado. Nessa fase, inicialmente será mencionada a elaboração dos relatórios e procedimentos de ensaio e verificação. Serão mencionados alguns procedimentos, ensaios e verificações estabelecidas. Seguidamente, abordar-se-á o planeamento do novo SI a ser implementado, o qual será explorado com base nos métodos e técnicas abordados no capítulo 2.

3.1. ENSAIOS E VERIFICAÇÕES DE EQUIPAMENTOS *KOOLSYS*

Tal como mencionado anteriormente, a fábrica de centrais de refrigeração da RACE foi reativada. Com isto, surgiu a necessidade de certificar os equipamentos produzidos. Para tal era essencial elaborar e definir procedimentos obrigatórios de teste e verificação para

garantir a segurança e qualidade de todos os equipamentos produzidos. Para além deste motivo, as normas aplicáveis a quadros elétricos de baixa tensão foram atualizadas (pela entidade responsável pela certificação) e foram incluídas novas verificações obrigatórias. Assim, era necessário atualizar os procedimentos de ensaio de quadros elétricos de baixa tensão de forma a garantir que os mesmos poderiam continuar a ser certificados.

Para a elaboração dos procedimentos e relatórios de ensaio e verificação de quadros elétricos e centrais de refrigeração, foram consultadas as normas IEC 61439-1&2 e IEC 60204-1. Foram também consultados vários especialistas e técnicos dentro da área (produção/instalação de quadros elétricos e de centrais de refrigeração) para a otimização dos procedimentos definidos.

Estabeleceu-se como principais ensaios os seguintes:

- Ensaio de resistência de isolamento – verifica-se, através da aplicação de uma tensão em locais estratégicos do equipamento, que a resistência de isolamento é superior a um determinado valor;
- Ensaio de rigidez dielétrica – aplica-se uma tensão bastante superior ao ensaio anterior, também em pontos estratégicos da estrutura, e verifica-se que não ocorre perfuração ou contornamento nos locais onde é aplicada a tensão;
- Ensaio de continuidade do circuito terra – é aplicada uma corrente de ensaio em vários locais da estrutura e verifica-se que a resistência medida é inferior a um determinado valor.

Na Figura 12 é possível observar o equipamento com qual são realizados os ensaios mencionados anteriormente. O equipamento terá de estar devidamente calibrado e o seu número de série deverá constar no relatório de ensaios e verificações.

Para além dos ensaios mencionados anteriormente, foram estabelecidas ainda outras verificações (e ensaios) para garantir a qualidade (e diminuir a probabilidade de problemas futuros) dos equipamentos *Koolsys*. A título de exemplo, algumas das verificações estipuladas são a verificação visual das identificações do quadro e o teste individual do funcionamento dos circuitos.



Figura 12 Equipamento utilizado para ensaios de tensão e resistência

É importante realçar que os ensaios realizados com o equipamento apresentado na Figura 12 são os últimos a ser efetuados. Desta forma, caso existam erros na montagem do equipamento, estes podem ser detetados e corrigidos com os ensaios não destrutivos, sem que haja a necessidade de danificar e substituir componentes. Após a conclusão dos ensaios e das verificações, torna-se então possível a elaboração do Certificado de Ensaio e Verificação (CEV) do equipamento em questão.

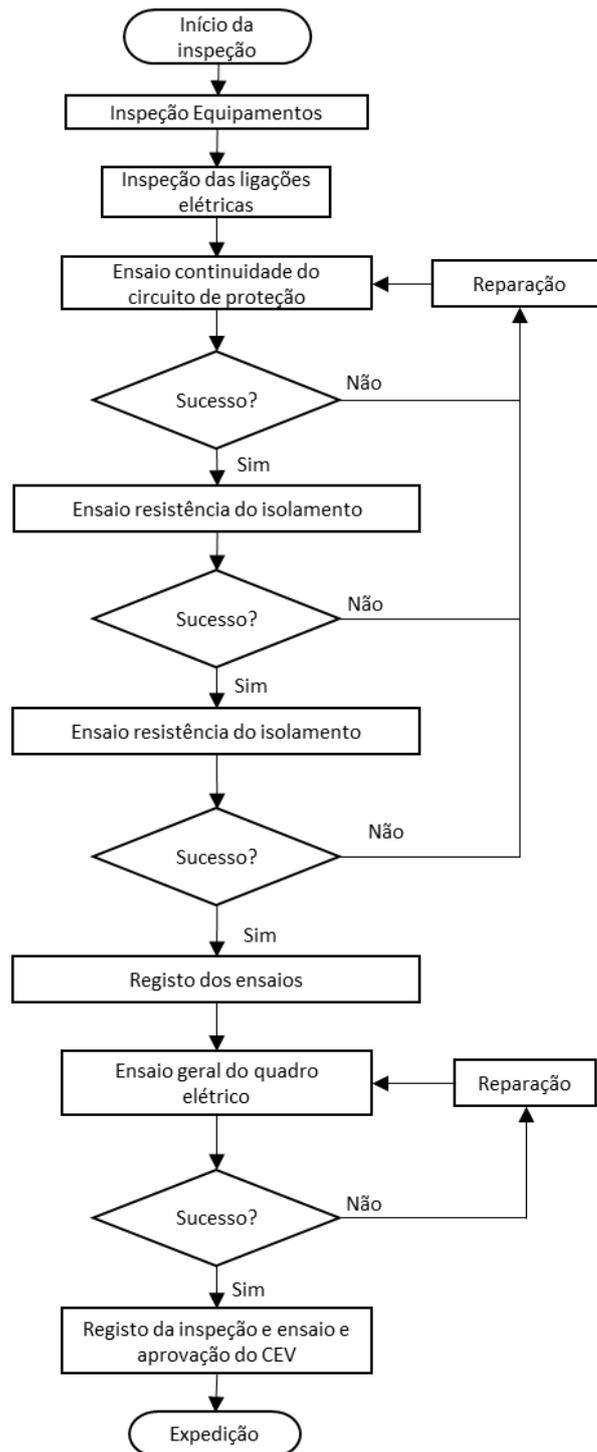


Figura 13 Fluxograma dos ensaios e verificações efetuados a quadros elétricos

3.2. DIGITALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO

Após a definição dos processos de ensaio e verificação pretendia-se digitalizar o registo e gestão das informações relacionadas com os equipamentos.

Antes de iniciar este processo de digitalização, foi crucial estudar o sistema de troca de informação existente e compreender onde se encontravam as falhas. Foram efetuadas diversas pesquisas e várias reuniões com os diferentes intervenientes na empresa. Convém mencionar, para uma melhor contextualização, que o sistema de informação anterior era praticamente analógico.

Determinou-se que era a partir do penúltimo bloco do fluxograma apresentado na Figura 13 (“Registo da inspeção e ensaio e aprovação do CEV”), que se encontrava a lacuna no sistema de informação da empresa. A Figura 14 apresenta um fluxograma que descreve o que acontecia regularmente com os relatórios e telas dos equipamentos produzidos em fábrica. Os relatórios eram preenchidos em papel e posteriormente digitalizados. Eram enviados juntamente com o equipamento para o local de instalação, extraviando-se regularmente durante o transporte. Quando tal acontecia, o diretor de obra tinha de contactar o responsável pela aprovação do relatório para que este reenviasse os documentos em falta.

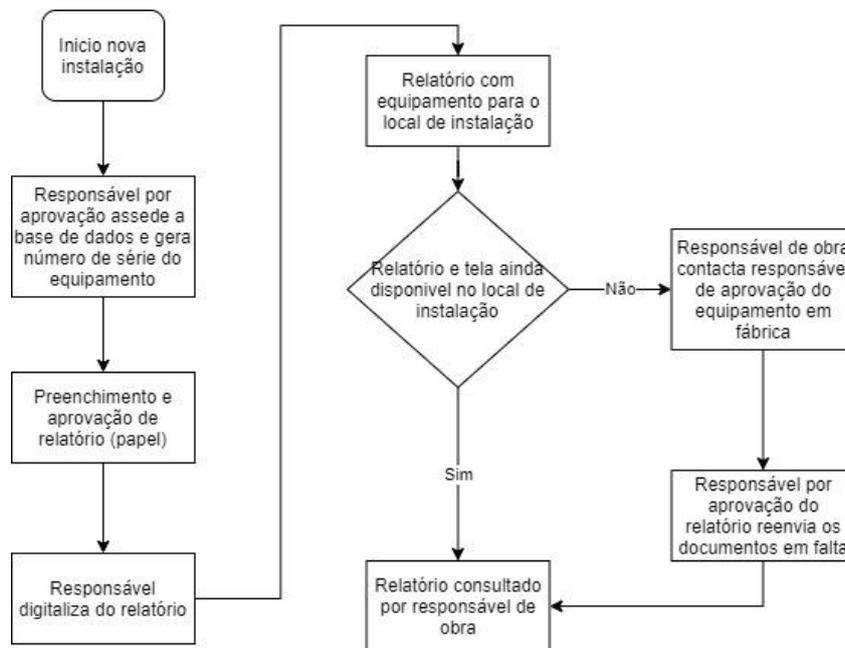


Figura 14 Fluxograma da troca de informação relativa a ensaios e verificações

Uma segunda situação em que se tornavam evidentes as falhas nos métodos utilizados, ocorria quando se pretendia realizar uma alteração num local onde já existiam equipamentos instalados. A sequência de troca de informações em tais ocasiões encontra-se representada no fluxograma da Figura 14. Estimou-se que nestes casos o

tempo médio perdido por colaborador (à procura da tela final do equipamento) variava entre trinta minutos a uma hora. Havia ainda casos que a tela final (com as alterações finais efetuadas no local de instalação do equipamento) não tinha sido sequer criada.

Outros motivos apresentados para a digitalização era a sustentabilidade pois ficava evidente que haveria uma diminuição da utilização e do desperdício de papel.

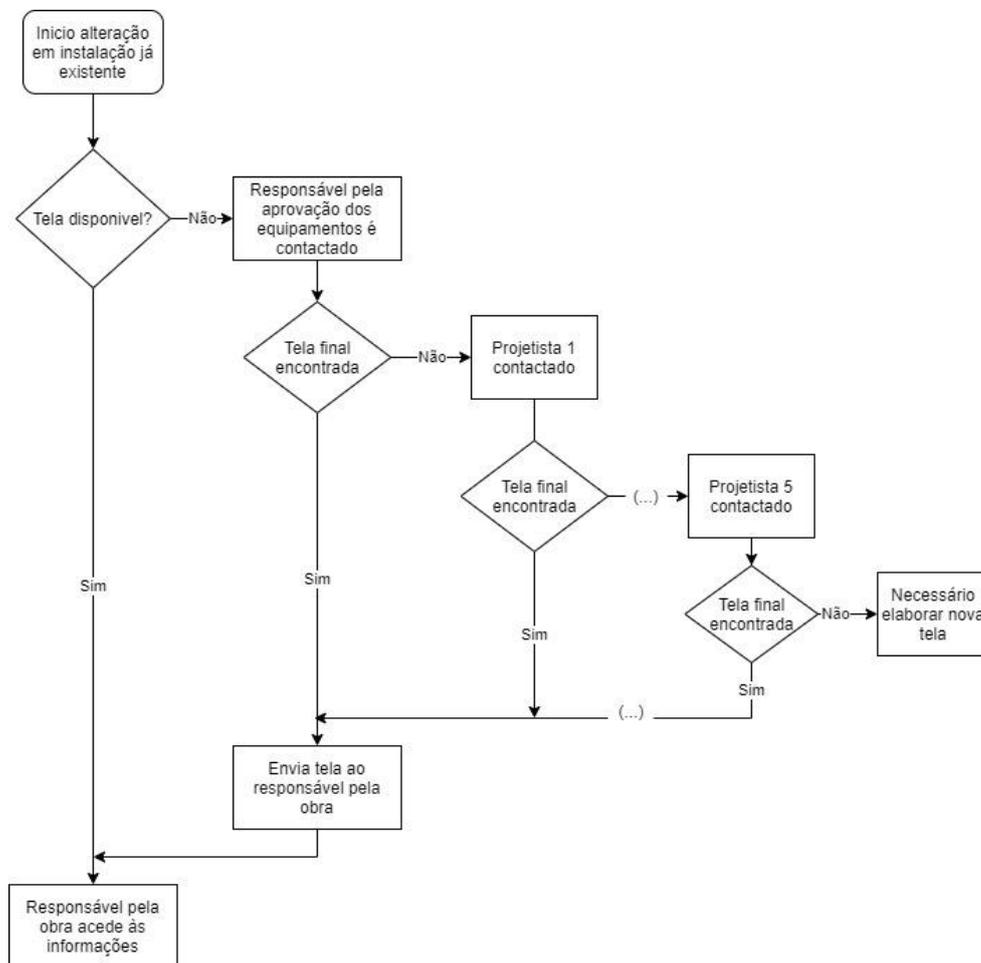


Figura 15 Fluxograma do acesso a telas em caso de necessidade futura

Visto isto, ficou definido que seria desenvolvido um novo sistema de informação baseado em computador para a gestão dos processos de ensaio e verificação dos equipamentos *KoolSys*. O sistema deveria auxiliar os colaboradores da empresa não só no preenchimento dos relatórios, mas também na gestão de todas as informações associadas aos mesmos (telas, registo fotográficos, etc).

Nos tópicos seguintes será descrito como as diferentes etapas do planeamento do desenvolvimento do SI foram atingidas.

3.3. ESTUDO DE VIABILIDADE

Conforme mencionado, inicia-se o desenvolvimento do SI com um estudo de viabilidade a nível técnico, económico, organizacional e comportamental. Para a realização deste estudo, foram realizadas várias reuniões e entrevistas com alguns colaboradores da empresa.

A nível técnico determinou-se que o desenvolvimento de um novo SI baseado em computador era viável e necessário para a empresa. A nível de *hardware* previu-se que seria necessário um servidor local e acessível a todos os utilizadores, um dispositivo móvel (*tablet*) e que os computadores dos colaboradores estivessem ligados à rede interna da empresa. Foi realizada uma reunião com o diretor do departamento de *Manufacturing* e o responsável de IT da empresa, e aferiu-se que a própria já possuía todas as condições, a nível técnico para integração do novo SI.

Relativamente à viabilidade económica do projeto, este também foi considerado viável dado que não seria necessário adquirir novo *hardware* nem *software*, uma vez que o último seria todo desenvolvido no âmbito da presente tese e caso necessário, recorrendo a ferramentas ou módulos *open-source*.

No que diz respeito à viabilidade organizacional, foi determinado como a solução seria integrada na organização e concluiu-se que também seria viável, pois permitira a introdução de dados gerados por outros sistemas de informação.

Por último a nível comportamental, concluiu-se que, embora fosse necessário formar os colaboradores para utilizar o novo sistema, este seria bem aceite, uma vez que iria simplificar vários processos associados à troca de informações relativas aos ensaios e verificações, sendo assim também viável a nível organizacional.

3.4. ENGENHARIA DE REQUISITOS

Na sequência do planeamento do trabalho a desenvolver e em estreita comunicação com o departamento de *Manufacturing*, foram estabelecidos os seguintes requisitos:

- Controlo de acesso (Autenticação): O sistema teria que efetuar o controlo do acesso às informações consoante os privilégios do colaborador que acesse ao mesmo.

- Preenchimento de relatórios e elaboração automática do ficheiro PDF: Um dos principais requisitos definidos para a solução de *software* foi que o sistema deveria permitir gerar um ficheiro PDF após o preenchimento de um formulário digital do relatório.
- Armazenar e disponibilizar relatórios preenchidos: Deveria possibilitar o acesso a todos relatórios preenchidos e armazenados no sistema, bem como o descarregamento dos mesmos aos colaboradores autenticados.
- Permitir a aprovação de relatórios preenchidos por técnicos: Após o preenchimento e submissão de um relatório por um técnico, o sistema deveria solicitar a aprovação do mesmo pela parte do administrador.
- Permitir edição de relatórios preenchidos até a sua aprovação: Uma vez que é possível que os técnicos, por lapso, registem informações erradas ou não consigam acabar os ensaios e as verificações dos equipamentos, o sistema deveria possibilitar a edição do relatório após uma submissão.
- Armazenar e disponibilizar registo fotográfico: O sistema deveria permitir a submissão e visualização do registo fotográfico após os ensaios e verificações do equipamento em questão.
- Armazenar e disponibilizar telas: O sistema deveria permitir a submissão e visualização de telas do equipamento ensaiado e verificado.
- Diferenciar telas finais das provisórias: Um dos pontos fracos do sistema de informação anterior (maioritariamente analógico), era o facto de haver perda de informação com o decorrer do tempo (telas finais, atualizadas em fase de execução de obra, muitas vezes não eram guardadas corretamente). Assim, o sistema deveria fazer uma distinção entre uma tela provisória e uma final, para permitir ao administrador do sistema verificar quais as telas se encontram por finalizar.
- Edição do modelo de relatórios: Com o objetivo de aumentar o tempo de vida útil do sistema, este deveria possibilitar a alteração dos modelos de relatório por parte dos colaboradores responsáveis pela administração do *software* sem que houvesse que os mesmos possuíssem conhecimentos avançados de programação.

- Gerar código QR com informações do relatório: O sistema deveria gerar um código QR após o preenchimento do relatório para ser impresso e colado nos respetivos equipamentos.
- Permitir visualização e descarregamento de modelos de relatório: Devido ao facto de apenas ser possível aceder ao sistema através da rede RACE, este teria de possibilitar o descarregamento do PDF do modelo de relatório, para possibilitar o preenchimento deste caso o colaborador não possuísse acesso à rede.
- Permitir verificar o responsável pela verificação de determinado ponto do relatório: Visto que é possível que um determinado relatório tenha sido preenchido por mais do que um técnico, foi pedido que o sistema permitisse visualizar o colaborador responsável pelo preenchimento ou verificação de determinado ponto do relatório.

3.5. MODELAÇÃO DO SISTEMA – DIAGRAMA DE USE CASE

Após o levantamento dos requisitos para o sistema de informação, deu-se início à modelação do mesmo.

Devido à complexidade da aplicação, optou-se pela utilização de uma técnica da linguagem UML. Como referido anteriormente, esta linguagem facilita a compreensão das funcionalidades ou requisitos do sistema por todos os envolvidos no desenvolvimento da aplicação, ou seja, entre o desenvolvedor da aplicação e os futuros utilizadores ou gestores da mesma.

Seguindo este método, iniciou-se a modelação através da elaboração do diagrama de *use cases*, uma das técnicas de UML. Para tal e de forma a garantir a utilidade do sistema para o utilizador final, foram realizadas várias reuniões com o diretor do departamento, o encarregado de produção e os técnicos de produção. Foram ainda recolhidas várias sugestões de outros departamentos e realizadas várias observações diretas dos ensaios e verificações realizadas.

3.5.1. ATORES

Após a recolha de informações e da definição dos requisitos do sistema, procedeu-se à elaboração e descrição de atores. Estabeleceu-se que o sistema seria utilizado por

colaboradores da empresa que poderiam ser agrupados pelas suas características (privilégios) em 4 grupos:

- Administrador
- Projetista
- Técnico
- Utilizador Normal

O nível mais baixo a nível de permissões é atribuído aos utilizadores do tipo *Utilizador Normal*. Este grupo de utilizadores apenas poderá visualizar e descarregar os diferentes tipos de relatórios.

O *Técnico* será o ator que terá um grau de permissões avançadas no sentido que poderá preencher relatórios e submetê-los para aprovação, bem como ver relatórios que já terão sido preenchidos anteriormente. Caso haja algum relatório por completar (ensaio incompleto), este utilizador também poderá completá-lo.

Seguido a ordem ascendente de privilégios, surge o utilizador *Projetista*. A única diferença entre o *Técnico* e este usuário será o facto de o último poder submeter e apagar telas para cada relatório.

Por último, o *Administrador* será o utilizador que terá acesso a todas as funcionalidades da aplicação desenvolvida, sendo por isso o ator com o grau de permissões mais elevado. O colaborador com este privilégio poderá administrar (criar, editar ou eliminar) contas, modelos de relatórios e os relatórios já preenchidos. Para além disto, será ainda responsável pela aprovação dos relatórios submetidos pelos técnicos.

3.5.2. USE CASES

A Tabela 1 apresenta para cada tipo de utilizador os *use cases* em que este interage com o sistema. É importante mencionar que, para a evitar a repetição desnecessária de informação e facilitar a compreensão da tabela elaborada, os *use cases* atribuídos a um utilizador com um certo privilégio, aplicam-se a todos os utilizadores com um nível de privilégio mais elevado.

Tabela 1 Lista de *Use Cases* por ator.

Ator	Use Cases
Utilizador Normal	Controlo de acesso (<i>login</i>)
	Ver tabela de gestão de relatórios
	Ver e descarregar relatórios
	Ver telas (desenhos) submetidas
	Ver registos fotográficos submetidos
	Ver e descarregar modelos de relatório
Técnico	Preencher relatórios e submeter para aprovação
	Completar relatórios incompletos e submeter para aprovação
	Submeter registo fotográfico
Projetista	Submeter telas
	Apagar telas
Administrador	Ver tarefas pendentes
	Aprovar relatórios submetidos
	Apagar relatórios
	Apagar registos fotográficos
	Ver contas de utilizador
	Criar contas de utilizador
	Editar contas de utilizador
	Apagar contas de utilizador
	Adicionar pontos de verificação a modelos de relatório
	Remover pontos de verificação de modelos de relatório

3.5.3. CENÁRIOS

Após a definição dos casos de uso existe a necessidade de descrever os principais cenários de interação entre os diferentes utilizadores e o sistema. Mais uma vez, os cenários descritos para um utilizador com um certo nível de privilégios, aplicam-se, por sua vez, a todos os colaboradores com um nível de privilégio mais elevado.

Tabela 2 Cenário em que o utilizador realiza *log in* no sistema

Controlo de Acesso	
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. O <i>use case</i> começa quando o utilizador acede à página inicial da aplicação e insere as suas credenciais no formulário apresentado. 2. O sistema confirma os dados inseridos. 3. Caso as credenciais inseridas não sejam válidas, o sistema avisa o utilizador do mesmo e volta ao ponto 2. 4. O sistema redireciona o utilizador para a página inicial do sistema. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso se trate de um colaborador com privilégios mínimos (colaborador ou utilizador normal) ou com privilégios de projetista, o sistema redireciona para a página de visão geral dos relatórios preenchidos. b) Caso se trate de um técnico, o sistema redireciona o utilizador para a página de seleção de relatórios a preencher. c) Caso se trate de um administrador do sistema, este irá redirecioná-lo para a página inicial de administrador.

Pós-Condição	O sistema regista na base de dados a data de acesso ao mesmo e as credenciais utilizadas para o fazer.
---------------------	--

Tabela 3 Cenário em que o utilizador verifica os relatórios guardados.

Ver Relatórios	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Controlo de Acesso”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o utilizador seleciona “Ver Relatórios”. 3. O sistema mostra uma tabela com a informação geral dos relatórios guardados. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso o sistema verifique que o ecrã do dispositivo tem dimensões reduzidas, o utilizador é notificado e o sistema não apresenta os dados.

Tabela 4 Cenário em que o utilizador visualiza um relatório preenchido.

Ver Relatório Guardado	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Relatórios”. 2. O <i>use case</i> tem por início o momento em que o colaborador seleciona na tabela do sistema, o relatório pretende visualizar. 3. O sistema mostra o relatório guardado. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso o relatório não tenha sido completamente preenchido, o sistema apresenta uma marca de água nas páginas do mesmo a indicar o seu estado incompleto. b) Caso o relatório tenha sido completamente preenchido mais não tenha sido aprovado, o sistema apresenta uma marca de água nas páginas do relatório.
Pós-Condição	O sistema regista na base de dados a data de acesso à informação do relatório.

Tabela 5 Cenário em que o utilizador visualiza uma tela guardada.

Ver Tela Guardada	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Relatórios”. 2. O <i>use case</i> começa quando colaborador seleciona na tabela do sistema, a tela que pretende visualizar. 3. O sistema mostra a tela guardada. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso o sistema verifique que o utilizador está a utilizar um dispositivo que não permita a visualização de ficheiros PDF, o utilizador é notificado e o sistema apresenta a opção de descarregar diretamente o ficheiro.
Pós-Condição	O sistema regista na base de dados a data de acesso à informação do relatório.

Tabela 6 Cenário em que o utilizador descarrega um relatório preenchido.

Descarregar PDF do Relatório Guardado	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Relatório Guardado”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o utilizador seleciona “Descarregar” na

	<p>página de visualização de um relatório guardado.</p> <p>3. O sistema inicia a conversão do relatório para ficheiro PDF.</p> <p>4. Quando terminada a conversão, o sistema descarrega o ficheiro para o dispositivo do utilizador.</p>
Pós-Condição	O sistema regista na base de dados a data de acesso à informação do relatório.

Tabela 7 Cenário em que o utilizador descarrega uma tela guardada.

Descarregar PDF da Tela Guardada	
Pré-Condição	O colaborador efetuou <i>login</i> no sistema e é um utilizador válido no mesmo.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Tela Guardada”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o utilizador seleciona “Descarregar” na página de visualização de uma tela guardada. 3. O sistema descarrega o ficheiro da tela para o dispositivo do utilizador.
Pós-Condição	O sistema regista na base de dados a data de acesso à informação do relatório.

Tabela 8 Cenário em que o técnico preenche completamente um novo relatório.

Preencher Novo Relatório	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui pelo menos os privilégios de técnico.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Controlo de Acesso”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o utilizador seleciona a opção “Preencher Novo Relatório” 3. O sistema apresenta os modelos de relatórios disponíveis para preenchimento. 4. O utilizador seleciona o relatório que pretende preencher. 5. O sistema redireciona o utilizador para a página de preenchimento do relatório. 6. Automaticamente o sistema preenche os campos de número de série do ensaio, técnico de ensaio, data de ensaio e outros dados comuns a todos os ensaios, mas com a possibilidade de alteração (instrumento de ensaio, etc). 7. O utilizador preenche todos os pontos obrigatórios, indica que pretende submeter um relatório e assina o mesmo. 8. O sistema pede a confirmação de submissão ao utilizador. 9. O utilizador confirma a intenção da submissão do relatório preenchido. 10. O sistema verifica que todos os campos obrigatórios foram preenchidos. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso não os campos obrigatórios não tenham sido todos preenchidos o sistema avisa o técnico através de um alerta no ecrã e volta para o passo 7.
Pós-Condição	O relatório é guardado no momento no servidor e as informações gerais do mesmo são armazenadas na base de dados. Posteriormente, é aprovado por um administrador do sistema.

Tabela 9 Cenário em que o administrador submete o registo fotográfico.

Guardar Registo Fotográfico	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui pelo menos os privilégios de técnico.

Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Relatórios”. 2. O <i>use case</i> começa quando o utilizador seleciona a opção para adicionar o registo fotográfico ao relatório pretendido. 3. O sistema abre uma secção para selecionar os ficheiros que serão submetidos. 4. O utilizador seleciona os ficheiros e carrega em “Submeter”. 5. O sistema verifica que os ficheiros cumprem os requisitos estipulados. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso os ficheiros não cumpram os requisitos, o sistema avisa o utilizador através de um alerta no ecrã e volta para o passo 3.
Pós-Condição	Os ficheiros são guardados no momento no servidor e as informações gerais dos mesmos são armazenadas na base de dados.

Tabela 10 Cenário em que o utilizador visualiza as tarefas pendentes.

Visualizar Tarefas Pendentes	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Controlo de Acesso”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o utilizador realiza <i>login</i> no sistema ou quando carrega no botão de página inicial. 3. O sistema redireciona o utilizador para a página inicial de administrador e mostra o número de tarefas pendentes.

Tabela 11 Cenário em que o administrador aprova um relatório pendente.

Aprovar Relatório Pendente	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Relatório Guardado”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o administrador seleciona a opção “Aprovar”. 3. O sistema solicita a assinatura do administrador e apresenta um local de assinatura. 4. O administrador assina o relatório e submete a assinatura. 5. O sistema pede a confirmação da aprovação. 6. O administrador confirma que pretende aprovar o relatório. 7. O sistema informa o administrador que o relatório foi aprovado.
Pós-Condição	A aprovação é registada na base de dados e é removida a marca de água “por aprovar” no relatório.

Tabela 12 Cenário em que o administrador apaga um relatório/tela guardado(a).

Apagar Relatório ou Tela Guardada	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Relatórios”. 2. O administrador seleciona a opção “Apagar Relatório ou Apagar Tela” (consoante o que pretende remover). 3. O sistema pede confirmação ao utilizador para remover o relatório ou tela preenchidos. 4. O administrador confirma que pretende remover o relatório ou a tela. 5. O sistema mostra uma mensagem de confirmação da remoção do relatório ou tela.

	6. Automaticamente, o sistema remove as informações do relatório ou tela que foram apagados.
--	--

Tabela 13 Cenário em que o administrador visualiza as contas de utilizador.

Ver Contas de Utilizador	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Controlo de Acesso”. 2. O <i>use case</i> começa quando o administrador seleciona “Ver e Editar Contas”. 3. O utilizador é redirecionado para a página onde consegue ver a tabela com as informações gerais de todos os utilizadores válidos no sistema.

Tabela 14 Cenário em que o administrador edita as informações de uma conta.

Editar Informação de Conta	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Contas de Utilizador”. 2. O <i>use case</i> inicia-se quando o administrador carrega em “Editar” na linha da conta cuja informação pretende alterar. 3. É redirecionado para a página de edição de contas onde pode editar as informações gerais da conta em questão. 4. O administrador edita as informações da conta e submete as alterações. <ol style="list-style-type: none"> a) Caso alguma das informações inseridas esteja incorreta (por exemplo campos de palavra-passe diferentes) o sistema avisa o administrador e continua no ponto 4.
	O sistema guarda as alterações efetuadas na base de dados.

Tabela 15 Cenário em que o administrador apaga uma conta de utilizador.

Apagar Conta de Utilizador	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include</i>: “Ver Contas de Utilizador”. 2. O <i>use case</i> começa quando o administrador carrega em “Apagar” na linha da conta que pretende remover. 3. O sistema pede confirmação ao administrador para a remoção definitiva da conta em questão. 4. O administrador confirma que quer remover a conta. 5. O sistema remove todas as informações da conta presentes na base de dados, apresenta uma mensagem a confirmar o sucesso da remoção da conta e automaticamente remove as respetivas informações da tabela que o administrador está a visualizar.

Tabela 16 Cenário em que o administrador remove um ponto de verificação.

Remover Ponto de Verificação de Modelo de Relatório	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include: "Controlo de Acesso"</i>. 2. O administrador seleciona o modelo de relatório que pretende editar. 3. É redirecionado para a página onde consegue ver todos os pontos de verificação do relatório em questão. 4. O administrador carrega em "Apagar" na linha do ponto de verificação que pretende remover. 5. O sistema pede confirmação ao administrador da remoção do ponto em questão. 6. O administrador confirma que quer remover o ponto. 7. O sistema remove todas as informações do ponto de verificação presentes na base de dados, apresenta uma mensagem a confirmar o sucesso da remoção da conta e automaticamente remove as respetivas informações da tabela que o administrador está a visualizar.

Tabela 17 Cenário em que o administrador adiciona um ponto de verificação.

Adicionar Ponto de Verificação num Modelo de Relatório	
Pré-Condição	O colaborador é um utilizador válido no sistema e possui privilégios de administrador.
Descrição	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Include: "Controlo de Acesso"</i>. 2. O administrador preenche o formulário com as informações do ponto de verificação que pretende adicionar. 3. Automaticamente o sistema atribui um ID Geral ao ponto verificação que será adicionado. 4. O administrador submete a informação. 5. O sistema atualiza a base de dados com as informações inseridas e atualiza a página onde o administrador se encontra. <ol style="list-style-type: none"> a) Durante o preenchimento das informações, caso o administrador introduza um valor de numeração que já esteja atribuído, o sistema informa-o e bloqueia a submissão até que o administrador introduza um valor válido.

3.5.4. DIAGRAMA DE USE CASE

Após a descrição dos cenários de utilização previstos para o novo SI, foi possível elaborar o diagrama de *Use Cases*, representado na Figura 16, o qual exhibe de forma clara, o papel desempenhado por cada um dos diferentes atores e pelo próprio sistema, perante os diferentes cenários.

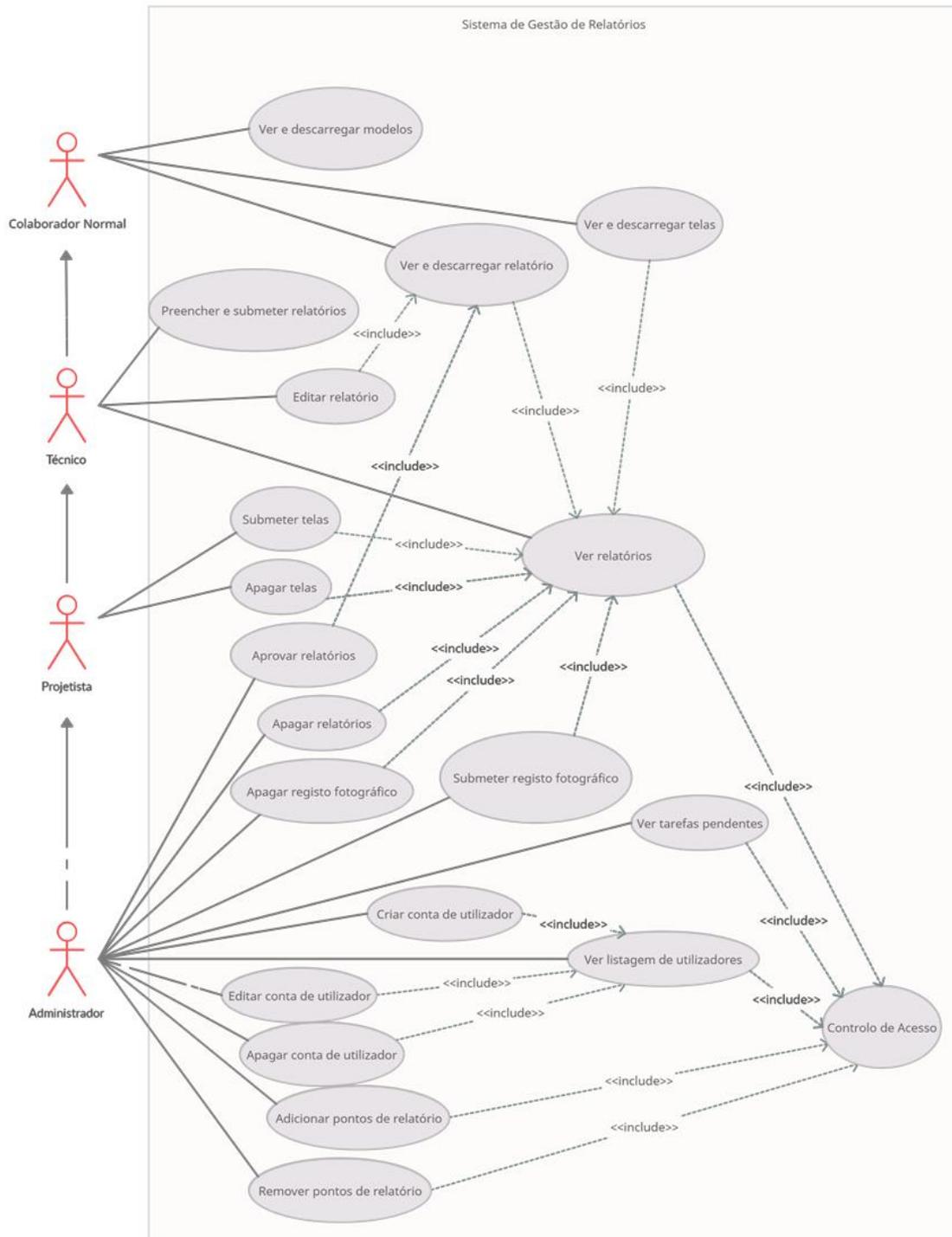


Figura 16 Diagrama de *use case* do sistema

3.6. DESENHO DO SISTEMA

Após o levantamento de requisitos do sistema e da modelação do funcionamento do mesmo, procedeu-se ao desenho do sistema a nível de *software* e *hardware*.

Na Figura 17 é apresentada a arquitetura geral do sistema a desenvolver e implementar. Como é possível verificar, todo o sistema está dentro da rede da RACE, ou seja, os colaboradores terão de estar conectados localmente à rede ou através de uma *Virtual Private Network* (VPN). A nível de *hardware*, haverá três principais intervenientes sendo estes:

- o dispositivo móvel presente na fábrica e conectado à rede da RACE por *Wi-fi* para o preenchimento dos relatórios de ensaio e verificação, e para o registo fotográfico;
- o servidor da RACE, onde estará alojado o sistema de gestão de relatórios, cujo acesso apenas é possível através da rede da empresa;
- os computadores pessoais ou outros dispositivos compatíveis dos colaboradores da empresa ligados à rede interna da RACE;

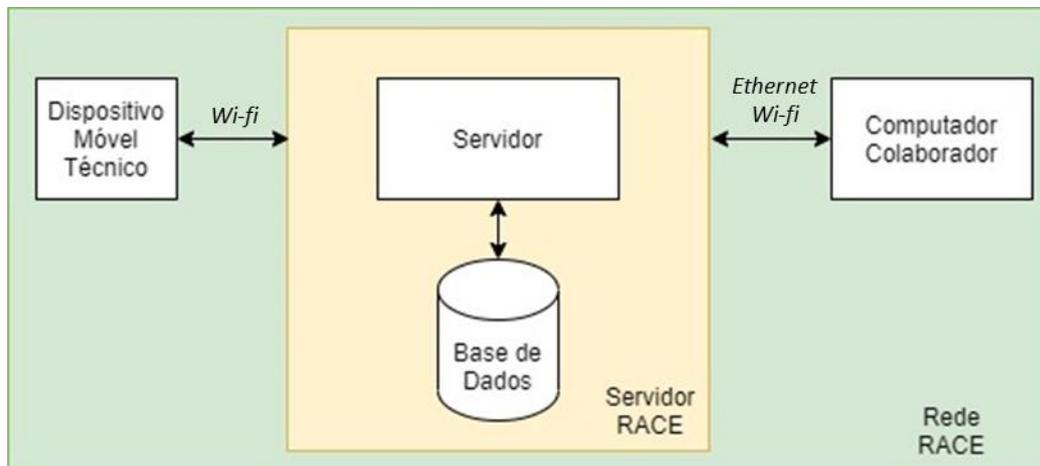


Figura 17 Arquitetura geral do sistema

No que diz respeito ao *software*, será desenvolvida um sistema que estará alojado no servidor RACE e poderá ser acedida através do *browser* de qualquer dispositivo que se encontre ligado à rede. Conforme pode ser verificado na Figura 18, o servidor receberá as ligações e os pedidos dos *browsers* dos dispositivos e atenderá a esses pedidos, acendendo a uma base de dados SQL ou ao armazenamento interno do servidor consoante a informação requisitada.

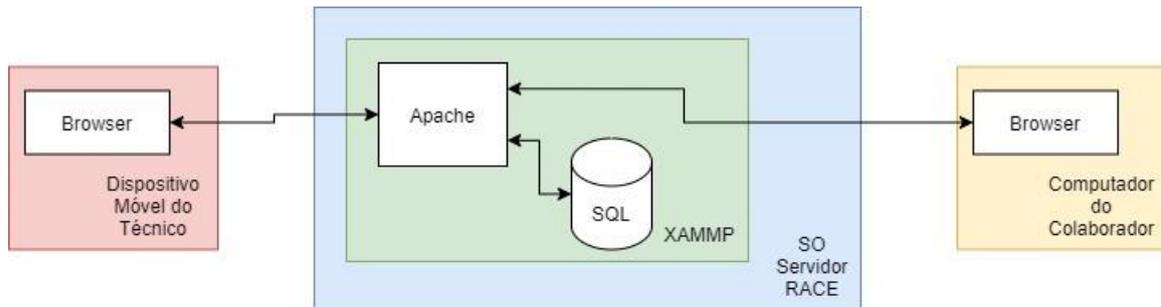


Figura 18 Arquitetura geral de *software*

De seguida, serão descritos alguns dos processos complexos que a solução desenvolvida deveria executar. Serão ainda apresentados vários fluxogramas para auxiliar na compreensão do funcionamento esperado.

3.6.1. CONTROLO DE ACESSO

Visto que o sistema armazenará e disponibilizará informações confidenciais, o primeiro processo a abordar será o de controlo de acesso, cujo fluxograma se encontra representado na Figura 19. Sempre que um utilizador tentar aceder ao sistema sem ter sessão iniciada, este terá que executar as seguintes ações:

- Apresentar um formulário para o utilizador preencher com as suas credenciais de acesso;
- Enviar a *password* inserida pelo utilizador de forma segura para o servidor;
- Aceder à tabela da base de dados com as informações das contas de utilizador e comparar os dados obtidos com as informações inseridas pelo utilizador;
- Caso as credenciais inseridas não sejam válidas (não se encontrem na base de dados), apresentar um alerta visual ao utilizador e pedir que confirme os dados inseridos;
- Se as credenciais inseridas forem válidas, reencaminhar o utilizador para a respetiva página inicial consoante o nível de privilégios da conta ou, caso o utilizador tenha tentado aceder a uma página antes de iniciar sessão, encaminhá-lo para essa página.

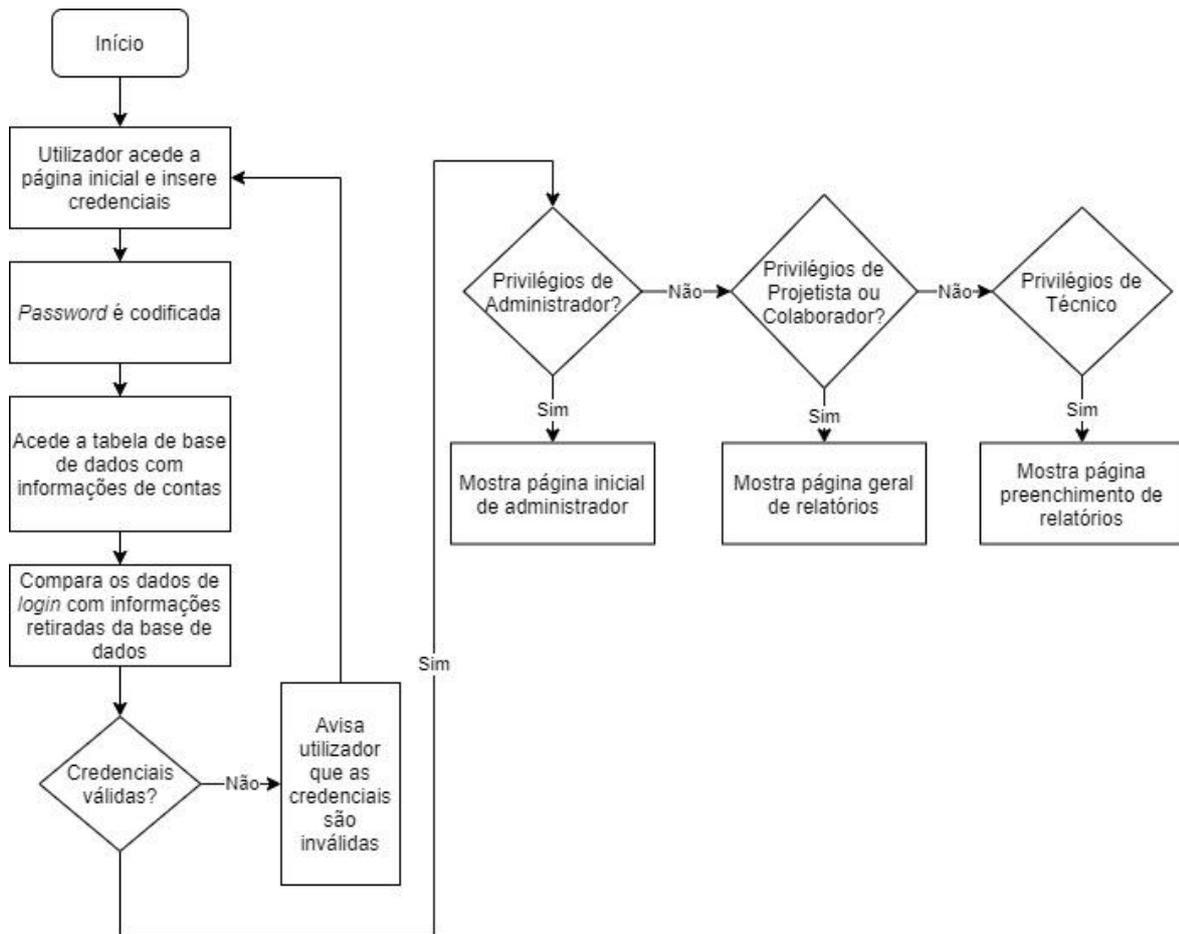


Figura 19 Fluxograma do controlo de acesso efetuado pelo sistema

Apesar do principal objetivo de o controlo de acesso ser verificar se utilizador é válido, também servirá para impedir que um utilizador com um certo nível de privilégios (por exemplo, nível técnico) aceda a informações disponíveis apenas para utilizadores de níveis mais altos (por exemplo, com privilégios de administradores). Sempre que um utilizador o tente fazer, o sistema irá redirecioná-lo para a respetiva página inicial.

3.6.2. PREENCHIMENTO E SUBMISSÃO RELATÓRIO

O processo de preenchimento e submissão de um relatório, que é representado pelo diagrama da Figura 20. Durante o preenchimento e a submissão de processo o sistema terá de realizar as seguintes funções:

- Obter pontos de verificação do relatório através da consulta da base de dados;
- Extrair de um ficheiro, valores preenchidos previamente (caso se trate de uma edição);
- Preencher automaticamente campos definidos por defeito;

- Adquirir informações de sessão (ID, nome e tipo de utilizador)
- Validar as informações inseridas pelos técnicos (no caso de medições);
- Registrar o responsável pela confirmação de cada ponto de verificação individualmente (no caso de se tratar da edição de um relatório, o responsável pela submissão final do ficheiro poderá não ser o responsável pela verificação de todos os pontos);
- Garantir o preenchimento dos campos obrigatórios do relatório (no caso de se tratar de uma submissão de um relatório completo);
- Permitir ao utilizador assinar o relatório e guardar a assinatura;
- Guardar os valores preenchidos num ficheiro novo ou já existente.

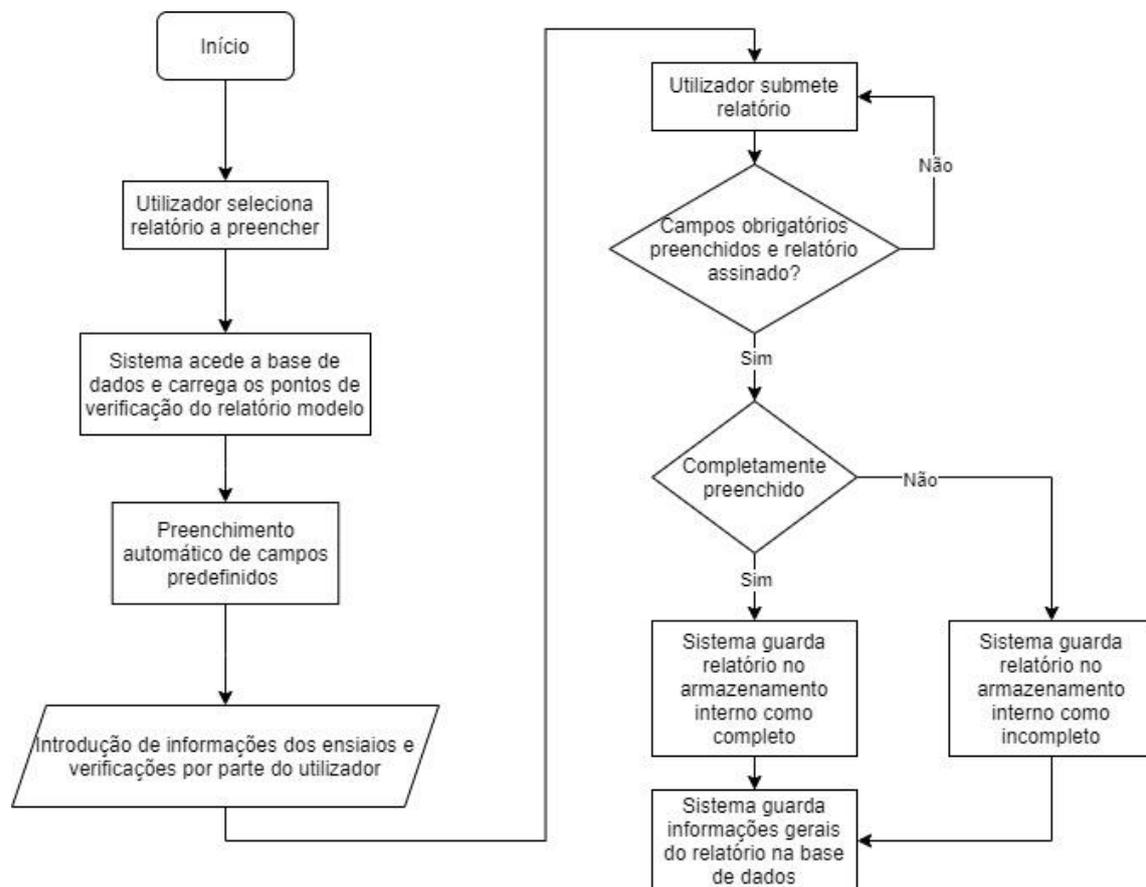


Figura 20 Fluxograma do preenchimento de relatórios

3.6.3. VISUALIZAÇÃO E DESCARREGAMENTO DE UM RELATÓRIO

O diagrama apresentado na Figura 21 representa a sequência de acontecimentos que ocorreriam no sistema quando um utilizador tentasse visualizar e/ou descarregar um relatório. As funções do sistema seriam:

- Verificar credenciais do utilizador que tenta aceder aos dados;
- Aceder à tabela da base de dados que contém as informações gerais do relatório (nome, tipo, localização, etc);
- Verificar se o relatório já se encontra armazenado no formato PDF;
- Caso o ficheiro PDF do relatório não se encontre armazenado no servidor, aceder à tabela da base de dados com o modelo de relatório (retirar pontos de verificação);
- Aceder ao ficheiro editável do relatório e obter informações preenchidas pelo técnico;
- Gerar código QR com os dados obtidos;
- Gerar relatório legível;
- Verificar estado do relatório (completo, incompleto ou por aprovar) e gerar marca de água caso necessário;
- Disponibilizar relatório completo para pré-visualização e permitir descarregamento do mesmo;
- Em caso de descarregamento, converter relatório apresentado ao utilizador num ficheiro PDF e descarregá-lo para o dispositivo.

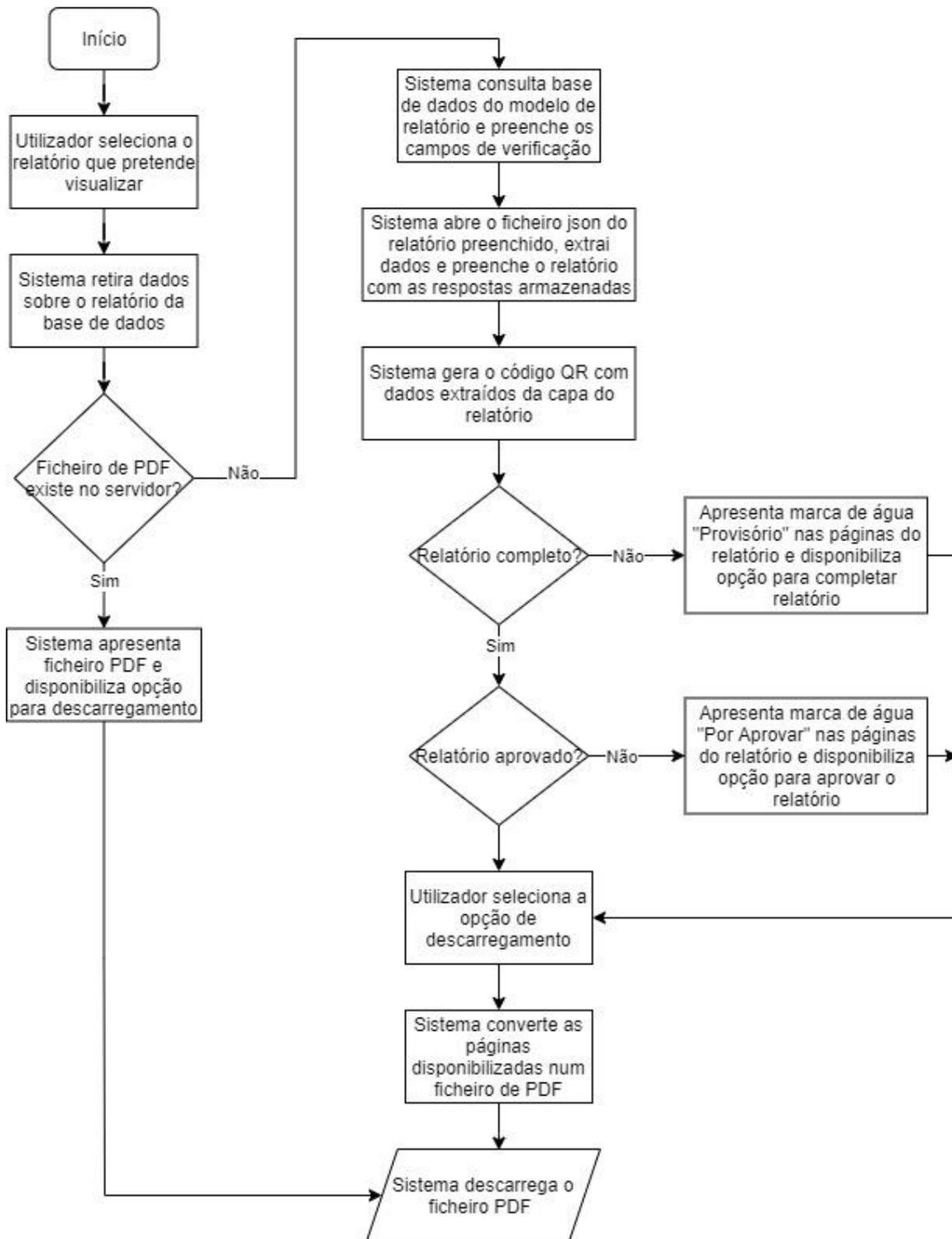


Figura 21 Fluxograma do descarregamento de um relatório preenchido

3.6.4. ALTERAÇÃO DE UM PONTO DE VERIFICAÇÃO

Determinou-se que os modelos de relatório serão armazenados numa tabela da base de dados em SQL para que fosse possível alterá-los mesmo sem conhecimentos avançados de programação. Para tal todos os pontos do relatório teriam um número de identificação

próprio construído com a informação do ponto. Na Figura 22 é apresentado um excerto de um dos relatórios modelo elaborados onde se encontra assinalado o ponto de verificação com o ID geral 010301.




INSPEÇÕES E VERIFICAÇÕES					
Nº	Operação de Controlo	OK	NOK	NA	Observações
1	Conformidade do quadro elétrico testado com o projeto	X			
2	Conformidade da cablagem	X			
3	Conformidade do circuito de potência	X			
a)	Calibre dos equipamentos	X			

Figura 22 Exemplo de um ponto de verificação com ID geral igual a 010301

Foi elaborada também a Tabela 18 para uma melhor compreensão por parte do leitor do significado de cada algarismo para o caso do ponto do relatório com o ID geral igual a 010301.

Tabela 18 ID geral de um ponto de um modelo de relatório

Número do modelo	Secção do Ponto	Número do Ponto	Alínea do Ponto
0	1	03	01
Certificado de Ensaio e Verificação de Quadros Elétricos	Inspeções e Verificações	Conformidade do circuito de potência	a) Calibre dos equipamentos

3.6.5. DESENHO DA BASE DE DADOS

Após o planeamento do funcionamento do *software* ficou evidente que seria necessário utilizar uma base de dados bem organizada para armazenar informações importantes do sistema. Assim, planeou-se a criação das seguintes tabelas de dados:

- Tabela de contas de utilizador;
- Tabela de relatórios preenchidos;
- Tabela de modelos de relatório;

A primeira tabela a ser criada seria a tabela de contas de utilizador uma vez que o primeiro módulo a ser implementado seria o de controlo de acesso. Para tal, a base de dados deveria disponibilizar uma tabela com todas as informações relativas aos utilizadores com autorizações no sistema. Determinou-se que os dados a registar seriam o ID do utilizador (n.º mecanográfico do colaborador na empresa), nome do utilizador, *password* do utilizador (codificada) e o tipo de utilizador, como é possível observar na Tabela 19.

Tabela 19 Estrutura prevista da tabela com informações das contas de utilizador.

Tabela da base de dados com informações das contas de utilizador	
Campo	Descrição
ID do Utilizador	Número de identificação do utilizador
Nome do Utilizador	Nome do utilizador
<i>Password</i>	<i>Password</i> codificada do utilizador
Data de Acesso	Data do último acesso
Tipo de Utilizador	Tipo de utilizador (nível de privilégios)

Planeou-se também a criação da tabela de relatórios preenchidos onde seriam armazenadas todas as informações pertinentes e associadas aos ensaios e verificações, e aos seus respetivos relatórios. Determinou-se que as informações armazenadas seriam as da Tabela 20.

Tabela 20 Estrutura prevista para a tabela com informações dos relatórios.

Tabela da base de dados com informações dos relatórios preenchidos	
Campo	Descrição
Nome Relatório	Nome/n.º de série do relatório
Tipo de Relatório	Tipo de relatório

Localização	Localização do relatório no servidor
ID do Técnico	Número de identificação do técnico responsável pelo preenchimento
Nome do Técnico	Nome do técnico responsável pelo preenchimento
ID do Administrador	Número de identificação do administrador responsável pela aprovação
Nome do Administrador	Nome do administrador responsável pela aprovação
Data de Acesso	Data do último acesso ao relatório
Data Preenchimento	Data do preenchimento do relatório
N.º SAP de Obra	Número identificador da obra gerado por SAP
Local de Ensaios	Local dos ensaios e verificações
Cliente	Nome do cliente
Observações	Observações gerais do relatório
Preenchimento	Estado do relatório (tem valor igual a 1 quando está completo)
Registo Fotográfico	Registo fotográfico existente ou inexistente
Quantidade Fotografias	Número de fotografias guardadas no servidor
Tela Associada	Tela associada ao equipamento ensaiado existente ou inexistente
Tipo de Tela	Tela final ou provisória
Nome da Tela	Nome do ficheiro da tela guardada

Uma vez que um dos requisitos do sistema era a possibilidade de editar modelos de relatório, decidiu-se que seria criada uma terceira tabela, dedicada exclusivamente aos modelos de relatório. Visto que os modelos relatórios já tinham sido desenvolvidos numa primeira fase da presente dissertação, o sistema teria de ser compatível com os mesmos.

Assim, a tabela da base de dados com os modelos de relatório armazenaria todas as informações presentes na Tabela 21.

Tabela 21 Estrutura prevista da tabela com os pontos de verificação dos modelos.

Tabela da base de dados com os pontos de verificação dos modelos de relatório	
Campo	Descrição
Identificação do Ponto	Número de identificação do ponto de verificação
Número da Secção	Número de secção do modelo relatório
Número do Ponto	Número do ponto de verificação
Alínea	Alínea do ponto de verificação
Conteúdo	Verificação a efetuar
Tipo de Ponto	Tipo de ponto no modelo de relatório

3.7. PROGRAMAÇÃO

Conforme ilustrado na Figura 17 (Arquitetura geral do sistema), o *software* teria de ser disponibilizado a diferentes tipos de equipamentos (dispositivos móveis e computadores pessoais) com diferentes tipos de sistema operativo (*Windows, IOS e Android*). Assim, optou-se por desenvolver uma *web app* visto que desta forma bastaria desenvolver uma aplicação compatível com todos os sistemas operativos.

3.7.1. LICENÇAS E DIREITOS DE AUTOR (LEGISLAÇÃO)

A nível de desenvolvimento de *software*, decidiu-se que seria criado à medida, mas evitando recorrer a pacotes de *software* pagos, optando-se por pacotes *open-source*.

3.7.2. FUNCIONAMENTO GERAL DO SOFTWARE

Como já mencionado, seria desenvolvida uma *web app* que seria acedida por vários dispositivos e sistemas operativos diferentes. As páginas da aplicação seriam programadas em *HyperText Markup Language (HTML)*. No entanto, seria necessário

processar e aceder as várias informações. Para tal seriam usadas várias linguagens diferentes. A principal linguagem utilizada para o processamento seria *Hypertext Preprocessor* (PHP). No entanto, para o funcionamento dinâmico da aplicação (preenchimentos automáticos, alertas, e verificações em tempo real, sem que haja a necessidade de atualizar a página ou redirecionar o utilizador) seria utilizado *Javascript* e *Asynchronous Javascript and XML* (AJAX).

3.7.3. BASE DE DADOS

Para o armazenamento de informações foi escolhida a base dados Maria DB (com interface SQL) uma vez que se trata de uma base de dados *open-source* e bastante estável sendo utilizada por sites de renome como a *Wikipedia* e *Google* [44].

3.7.4. ARMAZENAMENTO DE RELATÓRIOS

Uma vez que era pretendido que os relatórios preenchidos pudessem ser editáveis até determinado momento, estes teriam de ser armazenados num formato de ficheiro editável. Assim, ficou definido que se ira guardar as informações dos relatórios no formato de ficheiro *JavaScript Object Notation* (JSON). Este tipo de ficheiros necessita de pouco espaço de armazenamento e permite o acesso (e edição) das informações que contêm. Após submissão definitiva dos relatórios, estes seriam armazenados sob formato de ficheiro PDF, para poderem ser descarregados ou impressos por qualquer colaborador da empresa.

3.7.5. ASPETO GRÁFICO DA APLICAÇÃO

Nesta fase decidiu-se que o desenho gráfico da aplicação seria feito à medida utilizando *Cascading Style Sheets* (CSS). O aspeto da aplicação seria particularmente importante para a criação dos ficheiros PDF dos relatórios preenchidos.

3.7.6. CRIAÇÃO DE *PORTABLE DOCUMENT FORMAT* (PDF)

A criação do relatório para um ficheiro PDF ocorreria através da conversão de certos elementos da página HTML que o utilizador estaria a visualizar para PDF. Para tal, seria utilizado *Javascript* em conjunto com um pacote de *software open-source*. Alguns dos

pacotes disponíveis são *WKHTMLtoPDF*, *spipu/html2pdf*, *eKoopmans/html2pdf* e *html2canvas*.

3.7.7. CRIAÇÃO DE QUICK RESPONSE CODE (QR)

Para a criação do código QR para os diferentes relatórios desenvolvidos, à semelhança da criação do ficheiro PDF, também seria utilizado *Javascript* e um pacote de *software open-source* que pudesse ser armazenado no servidor da empresa. Uma das opções disponíveis para a criação dos códigos QR é *chillerlan\QR code*.

3.8. PROCEDIMENTOS E VETORES DE TESTE

A implementação do projeto começaria com o desenvolvimento da solução de *software* localmente (servidor do computador pessoal), sendo que os pontos seguintes representam a sequência de testes a efetuar durante esta fase:

- Instalação, configuração e verificação do correto funcionamento do XAMPP;
- Verificação do funcionamento correto do servidor *Apache* e da base de dados *MySQL*;
- Verificação da base de dados e da ligação à mesma;
- Verificação do funcionamento do processo de autenticação em todas as páginas;
- Verificação do redireccionamento correto entre as páginas do sistema;
- Verificação das funções de gestão de contas de utilizador (adicionar, editar e remover contas);
- Verificação das funções de gestão de modelos de relatório (adicionar e remover pontos de verificação, ID geral automático correto, etc);
- Verificação das funções relacionadas com os relatórios preenchidos (preencher, completar, editar, aprovar e ver relatório);
- Verificação das funções de gestão de relatórios (remover relatórios, adicionar e remover registo fotográfico e telas, etc);
- Verificações do funcionamento correto das permissões e privilégios de cada tipo de utilizador;
- Verificação da estabilidade do *software* desenvolvido através de tentativas de acesso indevido e de inserção de informações incorretas.

Após o desenvolvimento da solução de *software* proceder-se-ia à implementação do mesmo no servidor local da RACE. Relativamente a esta fase, foram elaboradas as seguintes verificações:

- Instalação, configuração e verificação do correto funcionamento do XAMPP no servidor;
- Verificação do acesso ao *software* através de um dispositivo ligado à rede;
- Verificação do arranque automático do XAMPP após o servidor atualizar ou reiniciar;
- Repetição das verificações de *software* efetuadas na primeira fase de testes no servidor local (computador pessoal);
- Verificação da reação dos colaboradores à utilização da ferramenta;

Neste capítulo foi abordado o planeamento da dissertação e a arquitetura da solução de *software* que seria desenvolvida. No próximo capítulo, será demonstrado como o que foi planeado foi efetivamente desenvolvido e que métodos foram utilizados em concreto

4. IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Após o planeamento da digitalização dos processos associados ao preenchimento e gestão de ensaios e verificações, iniciou-se a implementação da mesma. Como mencionado anteriormente, a digitalização dos processos aconteceria com o desenvolvimento e a implementação de um SI baseado em computador projetado à medida das necessidades da empresa. Uma vez que os relatórios de ensaio e verificação se encontram integrados no *software* desenvolvido, a implementação dos mesmo será abordada em conjunto com a implementação do *software*.

Para auxiliar e agilizar todo o processo de desenvolvimento da solução de *software*, foi necessário configurar um servidor e uma base de dados num computador pessoal. Isto permitiu que fossem efetuados testes aos “módulos” de *software* à medida que eram programados. Após esta fase, procedeu-se à implementação da solução desenvolvida no servidor da RACE.

No total foram desenvolvidos os seguintes módulos de *software*:

- Controlo de acesso
- Gestão de contas de utilizador
- Gestão de relatórios

- Preenchimento de relatórios
- Gestão de modelos de relatórios

Assim, no presente capítulo será abordado como o plano de desenvolvimento explorado no capítulo anterior foi aplicado na prática e como foram atingidos os objetivos definidos para esta fase.

4.1. CONFIGURAÇÃO DO SERVIDOR E DA BASE DE DADOS - XAMPP

O programa XAMPP foi utilizado nas duas fases de implementação (computador pessoal e servidor da RACE), uma vez que permitia configurar e implementar um servidor *Apache* e uma base de dados *MySQL*.

Para colocar o servidor do sistema em funcionamento e a base de dados SQL, foram ativados os módulos *Apache* e *MySQL*, e os respectivos serviços como apresentado na Figura 23. Desta forma, mesmo que o computador ou o servidor fossem reiniciados (devido a uma atualização do sistema operativo por exemplo) os módulos *Apache* e *SQL* iniciar-se-iam automaticamente sem a necessidade de intervenção humana, garantindo o funcionamento estável do sistema.

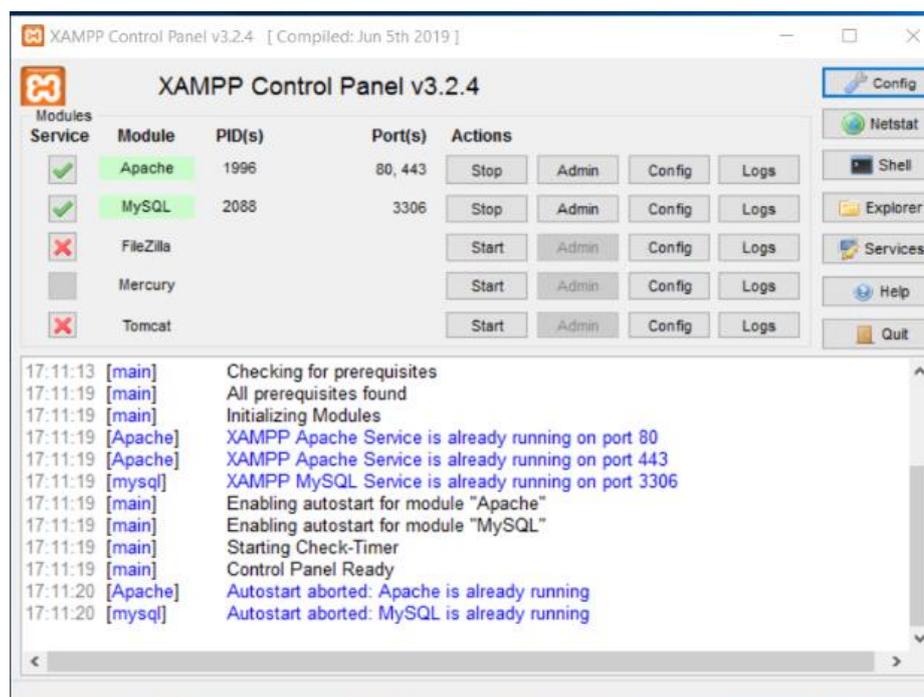


Figura 23 Interface de configuração do XAMPP

4.2. IMPLEMENTAÇÃO DA BASE DADOS

Uma vez que o primeiro módulo de *software* a ser desenvolvido foi o controlo de acesso, antes de iniciar o desenvolvimento do mesmo, foi necessário desenhar e implementar a base de dados, mais concretamente, a tabela com informações relativas às contas de utilizador.

Para tal, recorreu-se à ferramenta *phpMyAdmin* que permitiu agilizar o processo de criação da base de dados. Configuraram-se vários utilizadores para a base de dados e definiram-se as *passwords* dos mesmos para acesso à base de dados. Desta forma, sempre que um utilizador acede a um recurso do sistema que necessita de acesso à base de dados, o sistema faz *login* na mesma com as credenciais definidas.

Aproveitou-se também este momento para criar as restantes tabelas na base dados. Conforme planeado, foram criadas três tabelas cujas estruturas se encontram representadas na Figura 24.

Na fase inicial, para possibilitar a realização de testes ao controlo de acesso, foram criados (diretamente na base de dados) quatro utilizadores (um de cada classe de privilégios).

reports users	reports rep_template	reports rep_info
User_ID : mediumint(9)	id_geral : int(11)	r_name : varchar(100)
User_Name : varchar(100)	grandp_id : tinyint(3)	r_type : varchar(50)
Password : varchar(255)	parent_id : tinyint(3)	loc : varchar(100)
Date : timestamp	id : tinyint(3)	id_tec : int(11)
Type : varchar(1)	text : varchar(300)	tec_name : varchar(50)
	type : varchar(1)	id_aprov : int(11)
		aprov_name : varchar(50)
		lastdate : timestamp
		data : date
		n_obra : varchar(100)
		local : varchar(100)
		cliente : varchar(100)
		obs : text
		completo : tinyint(1)
		foto : tinyint(1)
		foto_qtd : tinyint(4)
		tela : tinyint(1)
		tela_final : int(1)
		tela_name : varchar(50)

Figura 24 Estrutura das tabelas da base de dados

Em todos os casos de acesso à base de dados que envolvessem inserção de informações provenientes do utilizador, foram utilizados *statements* como é possível verificar no excerto de código apresentado abaixo, uma vez que evita a ocorrência de *SQL Injection* (execução de código na base por utilizadores mal-intencionados). O excerto de código disponibilizado de seguida, trata-se de um exemplo do acesso à base de dados por parte do sistema com a utilização de *statements*.

```
//comando SQL
$sql = "SELECT * FROM users WHERE User_ID=?";

//pré executa comando de SQL
$stmt = mysqli_stmt_init($link)
mysqli_stmt_prepare($stmt, $sql);

//envia parâmetro a ser pesquisado
mysqli_stmt_bind_param($stmt, "i", $user);
mysqli_stmt_execute($stmt);

//armazena resultados para consulta
$resultado = mysqli_stmt_get_result($stmt);
$coluna = mysqli_fetch_assoc($resultado);
```

4.3. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO

Na atual secção é descrito o funcionamento interno do sistema consoante as diferentes funções que desempenha.

4.3.1. CONTROLO DE ACESSO E GESTÃO DE CONTAS

Uma vez que o controlo de acesso está diretamente relacionado com as contas de utilizador, estes serão abordados em conjunto.

Após a implementação da base de dados, procedeu-se ao desenvolvimento do controlo de acesso do sistema. Tal como no acesso à base de dados, o controlo de acesso exige que sejam tomadas medidas de segurança adicionais na troca de informações entre o *browser* do utilizador e o servidor da RACE. Tendo isto em mente, as *passwords* são sempre codificadas antes de serem enviadas ou armazenadas no servidor e as informações são trocadas utilizando o método *POST*. Desta forma, apenas o utilizador que insere a *password* tem conhecimento da mesma. Em caso de esquecimento, é necessário

inserir uma nova *password* no sistema não havendo possibilidade de recuperar a que fora esquecida.

Para a inserção de novas *passwords*, bem como para criação de novas contas de utilizador, foi desenvolvido o módulo de gestão de contas de utilizador. As principais funções deste envolvem a criação, edição ou remoção de contas de utilizador.

4.3.2. PREENCHIMENTO OU EDIÇÃO DOS RELATÓRIOS

Para o preenchimento ou a edição dos relatórios, através do uso de PHP, o sistema acede à base dos dados, retira os pontos do relatório, e apresenta formulários para o preenchimento dos mesmos. No caso da edição de um relatório já preenchido, o sistema acede não só à base de dados, mas também ao respetivo ficheiro JSON, lê as informações deste e depois apresenta os formulários já preenchidos. Em ambos casos, o sistema preenche os campos da data de ensaios e do técnico de ensaios sem que haja a possibilidade de edição por parte do utilizador.

Recorrendo a *Javascript*, o sistema regista também quem foi o último utilizador a alterar cada ponto do relatório. Para além disto, também verifica se todos os campos obrigatórios foram preenchidos e, em caso negativo, indica visualmente com os campos ainda faltam preencher.

Para a submissão, é utilizado *AJAX* e o utilizador é informado do sucesso ou insucesso da submissão.

4.3.3. ASSINATURAS

Antes de uma aprovação ou submissão de relatório, o sistema exige que o utilizador assine o mesmo.

Para o campo de assinatura, foi utilizada a biblioteca de *Javascript signature_pad*. Foram realizadas algumas alterações no código fonte e na folha de estilos (CSS) para que o campo de assinatura se enquadrasse nas respetivas páginas da aplicação. Na submissão, a assinatura é convertida para um ficheiro de imagem *Joint Photographic Experts Group*

(JPEG) e de seguida para *Base64*, sendo de seguida armazenada, juntamente com os campos do relatório preenchidos, no ficheiro JSON do relatório em questão.

4.3.4. PRÉ-VISUALIZAÇÃO RELATÓRIO

Para a recriação do relatório elaborado no formato digital, foi desenvolvida uma folha de CSS. Através de PHP e consoante o tipo de relatório, o sistema acede à base de dados e ao ficheiro JSON do respetivo relatório e, utilizando a folha de estilos criada para o efeito, constrói o relatório preenchido. Durante este processo, o sistema também armazena as informações de capa do relatório para a criação do código QR característico.

4.3.5. CONVERSÃO PARA FICHEIRO PDF

Em qualquer das fases ou estados de um relatório, existe a possibilidade de descarregar o mesmo. Para tornar isso possível, após uma extensa pesquisa foi utilizada a biblioteca *Javascript html2pdf*. À semelhança do ocorrido com a biblioteca de assinatura, foi necessário também editar algum código fonte para obter os resultados pretendidos. Quando o utilizador seleciona a opção de descarregamento, o *browser* converte o relatório apresentado na página para PDF e descarrega para o dispositivo do utilizador. No caso de o utilizador pretender guardar o ficheiro PDF no servidor, após a conversão para PDF, o sistema converte o ficheiro para *Binary Large Object (Blob)* e de seguida é enviado, em tempo real, (através da utilização de *Javascript* em conjunto com AJAX) para o servidor.

4.3.6. CRIAÇÃO CÓDIGO QR

Era pretendido que o sistema gerasse um código QR com base no relatório preenchido. Para tal utilizou-se a biblioteca PHP *chillerlan\QR code*. Nesta fase foi necessário editar o ficheiro de configuração do PHP do servidor (*php.ini*) e ativar a extensão *gd extension*. Através de PHP e acedendo às informações guardadas da capa do relatório, o sistema cria o código QR e disponibiliza-o para ser descarregado pelos utilizadores.

4.3.7. EDIÇÃO DE MODELOS DE RELATÓRIO

Relativamente à alteração dos modelos de relatório, o sistema possibilita a criação ou remoção dos pontos de relatório. Durante a criação dos pontos, o sistema verifica se o

ponto inserido já existe na base dados. Para tal, recorreu-se a *Javascript*, *AJAX* e *PHP*. De cada vez que o utilizador altera um dos campos de identificação do ponto a ser criado, o sistema envia a informação preenchida (através *Javascript* e *AJAX*) para o servidor onde, através de *PHP*, é verificada a existência ou inexistência do ponto na base dados. Desta forma o sistema informa o utilizador em tempo real se pode ou não criar determinado ponto de verificação. Para além disto, conforme demonstrado no código abaixo, o sistema também preenche automaticamente o ID Geral do ponto à medida que este é preenchido pelo utilizado.

```
function autoidgeral() {
    var idg = document.getElementById('idg');
    var gpid = document.getElementById('gpid');
    var pid = document.getElementById('pid');
    var id = document.getElementById('id');
    var tipo = document.getElementById('type-
rep');

    if (tipo.innerHTML=="CEV-QE")
        idg.value = (Number(gpid.value)*10000)+(N
umber(pid.value)*100)+Number(id.value);

    else if (tipo.innerHTML=="CEV-Centraais")
        idg.value = 100000 + (Number(gpid.value)
*10000)+(Number(pid.value)*100)+Number(id.val
ue);

    else if (tipo.innerHTML=="RC")
        idg.value = 200000 + (Number(gpid.value
)*10000)+(Number(pid.value)*100)+Number(id.va
lue);
}
```


5. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

No presente capítulo será descrito o aspeto final da aplicação e o funcionamento da mesma na perspetiva do utilizador. Será ainda explanada a implementação do novo sistema na empresa, os testes finais efetuados com os principais utilizadores do sistema e, por último, os resultados obtidos.

5.1. INTERFACE DO SISTEMA

Para aceder ao sistema, o utilizador deverá estar ligado à rede da empresa, fisicamente ou através de uma *Virtual Private Network* (VPN), e aceder (através de um *browser*) ao endereço do servidor onde reside a aplicação, "<http://10.192.100.9>". Após o fazer, será redirecionado para a página inicial da aplicação comum a todos os utilizadores (página de *login*). Nos subtópicos seguintes, serão apresentadas as diferentes páginas/funções do *website* para uma melhor compreensão do funcionamento do sistema e do trabalho desenvolvido.

5.1.1. AUTENTICAÇÃO - LOGIN

A Figura 25 apresenta a página de *login* do sistema após uma tentativa de autenticação com dados incorretos. Para aceder ao sistema, o utilizador deverá utilizar as credenciais facultadas para autenticar-se no mesmo, sendo o “Utilizador” o número mecanográfico do mesmo na empresa (caso se trate de um “Administrador”, “Projetista” ou “Técnico”) ou uma designação dada ao grupo de usuários que não pertencem ao departamento de *Manufacturing*. Relativamente à “Password”, será inicialmente fornecida pelo(s) administrador(es) havendo a possibilidade de ser posteriormente alterada por cada utilizador (exceto no caso de colaboradores de outros departamentos externos ao *Manufacturing*). Como é possível observar na Figura 25, o sistema avisa o utilizador que as informações inválidas inseridas anteriormente não eram válidas.

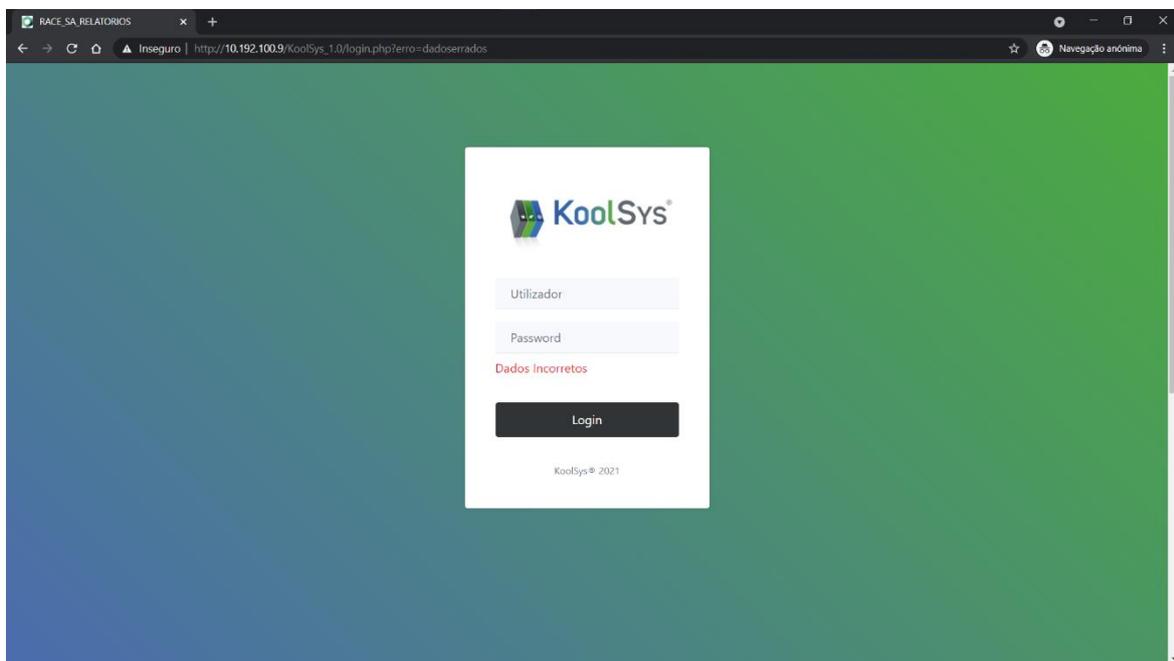


Figura 25 Página de autenticação após inserção de credenciais inválidas

5.1.2. BARRA DE NAVEGAÇÃO

Após a realização do *login* com sucesso no sistema, encontrar-se-á visível, no topo das páginas da aplicação, a barra de navegação apresentada na Figura 26.

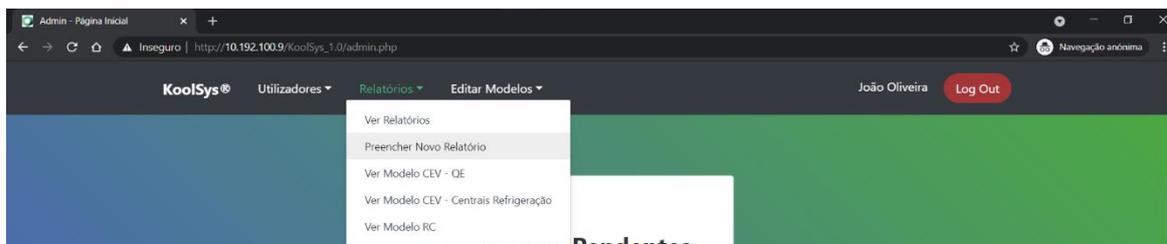


Figura 26 Barra de navegação com separador “Relatórios” aberto

Para uma melhor e mais rápida compreensão, foi elaborada a Tabela 22 onde são apresentados os “botões” presentes na barra de navegação consoante os privilégios do utilizador e as respetivas funções.

Tabela 22 Botões da barra de navegação e respetivas funções

Botão	A	P	T	C	Função (redirecionamento)
KoolSys®	X				Página inicial de administrador
Utilizadores	X				Permite a seleção de páginas relacionadas com a gestão de contas de utilizador
Ver e Editar Contas	X				Página com listagem de utilizadores registados no sistema (permite ainda editar ou remover contas)
Novo Registo	X				Permite registar um novo utilizador no sistema
Relatórios (Figura 26)	X	X	X	X	Permite a seleção de páginas relacionadas com os relatórios
Ver Relatórios	X	X	X	X	Página com listagem de relatórios registados no sistema, bem como as respetivas informações (relatório, registo fotográfico e tela)
Preencher Novo Relatório	X	X	X		Permite selecionar o tipo de relatório a preencher
Ver Modelo	X	X	X	X	Permite ver e descarregar um modelo de relatório
Editar Modelos	X				Permite selecionar qual o modelo de relatório a editar
CEV – Quadros Elétricos	X				Edição do modelo de relatório de CEV – Quadros Elétricos
CEV – Centrais de Refrigeração	X				Edição do modelo de relatório de CEV – Centrais de Refrigeração
RC – Centrais de Refrigeração	X				Edição do modelo de relatório de RC – Centrais de Refrigeração
Nome do utilizador (João Oliveira na Figura 26)	X	X	X		Página para edição de dados da conta (nome de utilizador e <i>password</i>)
Log Out	X	X	X	X	Termina sessão no sistema

5.1.3. PÁGINA INICIAL DO “ADMINISTRADOR”

Após o acesso ao sistema com credenciais de administrador, o utilizador deparar-se-á com a página presente na Figura 27. O objetivo da página inicial de administrador é permitir ao mesmo verificar rapidamente a quantidade de relatórios pendentes (incompletos ou a aguardar aprovação), sem que haja a necessidade de os procurar na página de gestão de relatórios.

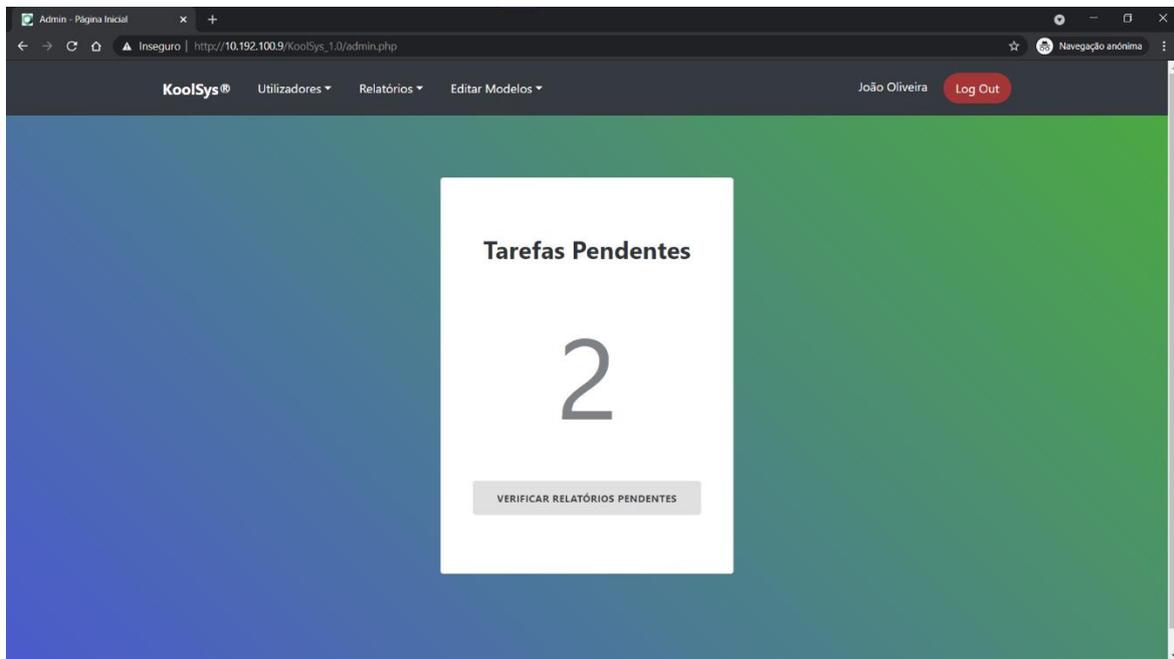


Figura 27 Página inicial do administrador

5.1.4. GESTÃO DE CONTAS DE UTILIZADOR

Para aceder à página de gestão de contas, o utilizador terá que iniciar sessão no sistema com credenciais de administrador e selecionar “Relatórios”, na barra de navegação superior, e de seguida “Ver e Editar Contas”. Como é possível observar na Figura 28, na página de gestão de contas de utilizador é apresentada uma tabela com as informações das contas registadas no sistema. No final de cada linha da tabela são apresentados dois botões, “Editar” e “Apagar”. O primeiro redirecionará o administrador para uma página onde poderá editar as informações da conta e o segundo, após exigir uma confirmação da intenção de apagar a conta por parte do utilizador, irá eliminá-la e atualizar a tabela.

ID Utilizador	Nome	Tipo	Ultimo Acesso	Editar	Apagar
1	João Oliveira	Administrador (a)	2021-04-02 23:14:25	Editar	Apagar
2	Projetista	Projetista (p)	2021-04-13 16:26:31	Editar	Apagar
3	Técnico de Ensaios	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:37:43	Editar	Apagar
4	Colaborador	Colaborador (u)	2021-04-13 16:27:42	Editar	Apagar
601359	Carlos Coelho	Administrador (a)	2021-03-30 11:08:51	Editar	Apagar
601401	Carlos Cunha	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:55:37	Editar	Apagar
601415	Jorge Santos	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:55:41	Editar	Apagar
601438	José Ferreira	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:55:45	Editar	Apagar
603176	Mário Torres	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:55:49	Editar	Apagar
603614	Pedro Moreira	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:55:52	Editar	Apagar
604374	Fábio Rocha	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:55:56	Editar	Apagar
900020	Rafael Castro	Administrador (a)	2021-03-30 11:11:20	Editar	Apagar
900028	Bruno Monteiro	Técnico de Ensaios (t)	2021-04-13 16:56:02	Editar	Apagar

Figura 28 Página de gestão de contas de utilizador

5.1.5. REGISTO DE NOVO UTILIZADOR E EDIÇÃO DE CONTA

Decidiu-se agrupar as páginas de registo de novo utilizador e de edição de conta debaixo da mesma subsecção uma vez que ambas são semelhantes apresentando apenas ligeiras diferenças. Assim como a página mencionada anteriormente, a página de registo de novo utilizador e a de edição de conta já existente, apenas estão disponíveis para os utilizadores com privilégio de administrador. Na Figura 29 é apresentada a página de criação de conta. As principais diferenças em relação à página de edição de conta estão no título do formulário, “Editar Conta” ao invés de “Criar Conta”, e no campo “ID utilizador” que já se encontra preenchido na página de edição de conta e não pode ser alterado.

O administrador poderá selecionar os privilégios da nova conta, o ID e o respetivo nome e a *password*. Caso as *passwords* inseridas não coincidam ou o ID de utilizador já se encontre atribuído a outra conta, o sistema avisa o administrador para alterar os dados inseridos no formulário.

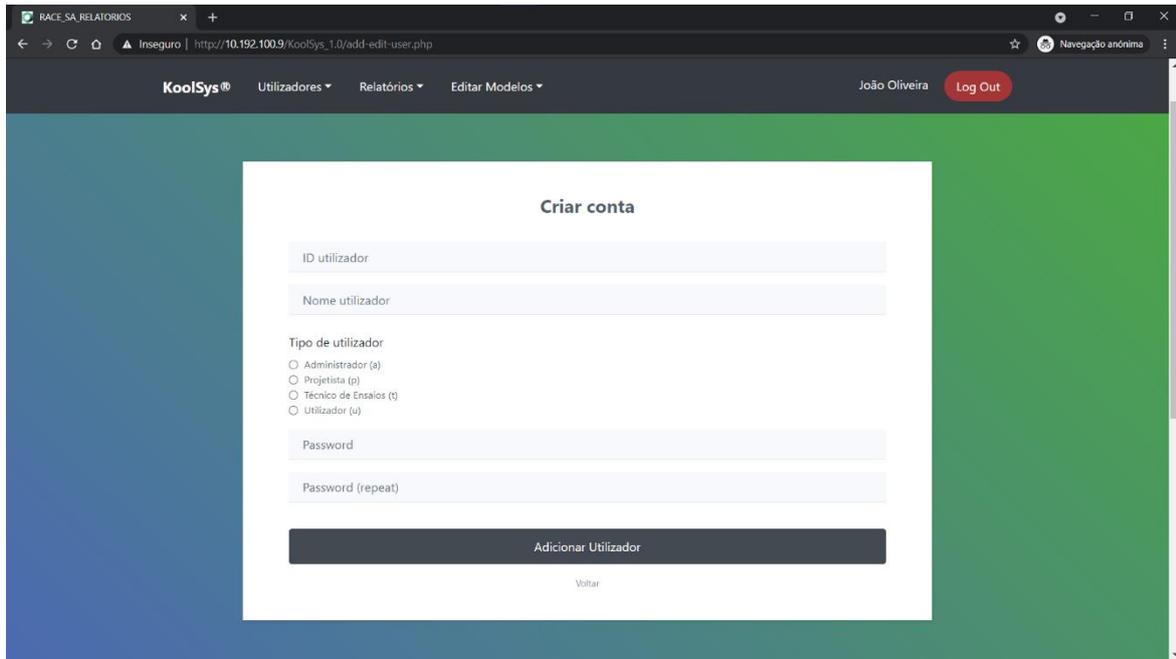


Figura 29 Página para criação de nova conta

Relativamente ao utilizador do tipo “Projetista” e “Técnico”, apenas poderão editar a *password* da sua conta. Para o fazerem, deverão selecionar o seu nome na barra de navegação (“Técnico de Ensaios” no caso da Figura 30) e serão redirecionados para a página apresentada na Figura 30, onde poderão inserir uma nova *password*.

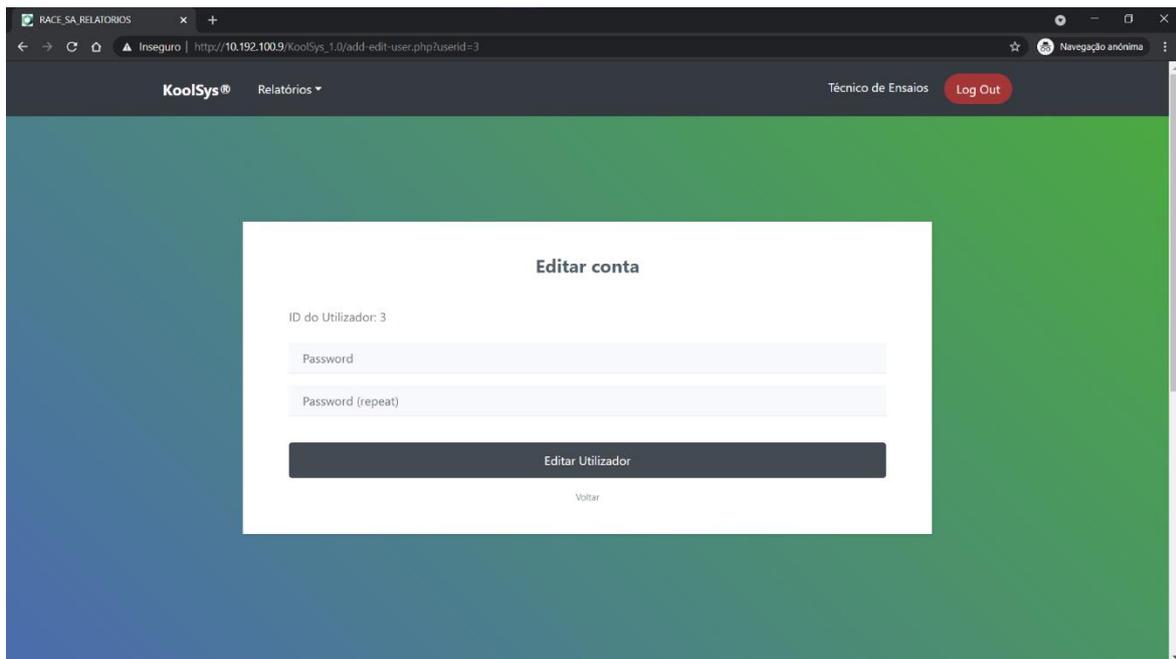
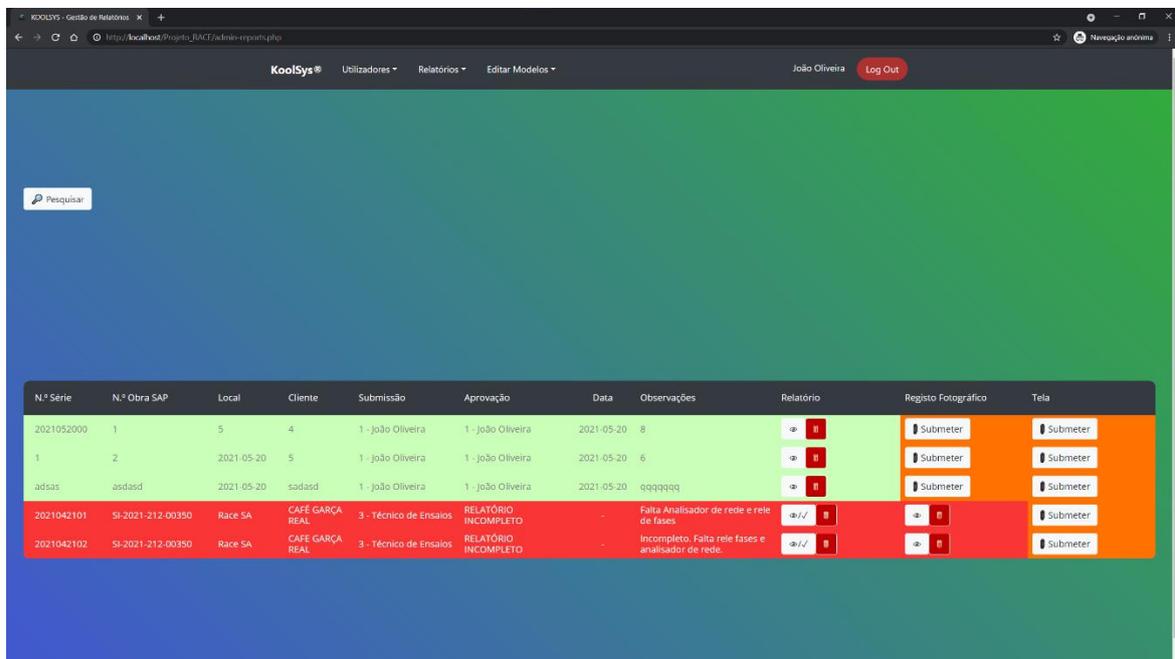


Figura 30 Página de alteração de *password* pelo próprio utilizador

5.1.6. GESTÃO DE RELATÓRIOS

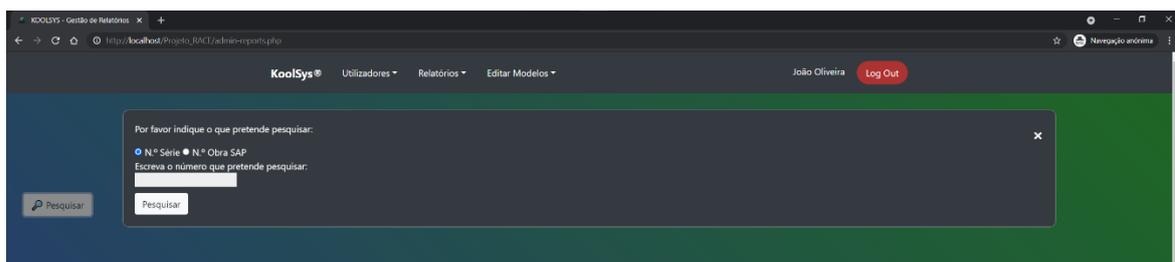
A página de gestão de relatórios, à semelhança da página de gestão de contas, permite gerir todos os relatórios, bem como as respetivas informações (fotografias e telas), inseridos no sistema. Na Figura 31 é possível observar a aparência da página para um utilizador com privilégios de administrador.



N.º Série	N.º Obra SAP	Local	Cliente	Submissão	Aprovação	Data	Observações	Relatório	Registo Fotografico	Tela
2021052000	1	5	4	1 - João Oliveira	1 - João Oliveira	2021-05-20	8		Submeter	Submeter
1	2	2021-05-20	5	1 - João Oliveira	1 - João Oliveira	2021-05-20	6		Submeter	Submeter
adsas	asdasd	2021-05-20	sadasd	1 - João Oliveira	1 - João Oliveira	2021-05-20	qqqqqqq		Submeter	Submeter
2021042101	SI-2021-212-00350	Race SA	CAFÉ GARÇA REAL	3 - Técnico de Ensaios	RELATÓRIO INCOMPLETO	-	Falta Analisador de rede e rede de fases		Submeter	Submeter
2021042102	SI-2021-212-00350	Race SA	CAFÉ GARÇA REAL	3 - Técnico de Ensaios	RELATÓRIO INCOMPLETO	-	Incompleto. Falta rele fases e analisador de rede.		Submeter	Submeter

Figura 31 Página de gestão de relatórios

Caso se trate de outro tipo de utilizador (“Projetista”, “Técnico” e “Colaborador”), os botões de eliminação, submissão e edição não estarão visíveis. A página disponibiliza ainda o botão de pesquisar que, uma vez acionado, permite pesquisar ou filtrar os relatórios existentes com um determinado número de série ou SAP (Figura 32).



Por favor indique o que pretende pesquisar:

N.º Série N.º Obra SAP

Escreva o número que pretende pesquisar:

Pesquisar

Figura 32 Função de pesquisa de relatórios

5.1.7. SELEÇÃO DE RELATÓRIO A PREENCHER

Quando um utilizador faz *login* no sistema com credenciais de “Técnico”, é automaticamente redirecionado para a página de seleção de relatório a preencher, presente na Figura 33, uma vez que esta será a função mais utilizada por este grupo de utilizadores. Caso se trate de outro tipo de utilizador registado no sistema (com a exceção do utilizador do tipo “colaborador” que não terá acesso à presente página), este deverá seleccionar “Relatórios” (na barra de navegação) e depois “Preencher Novo Relatório”. Após seleccionar qual o relatório a preencher, o utilizador será reencaminhado para a respetiva página.

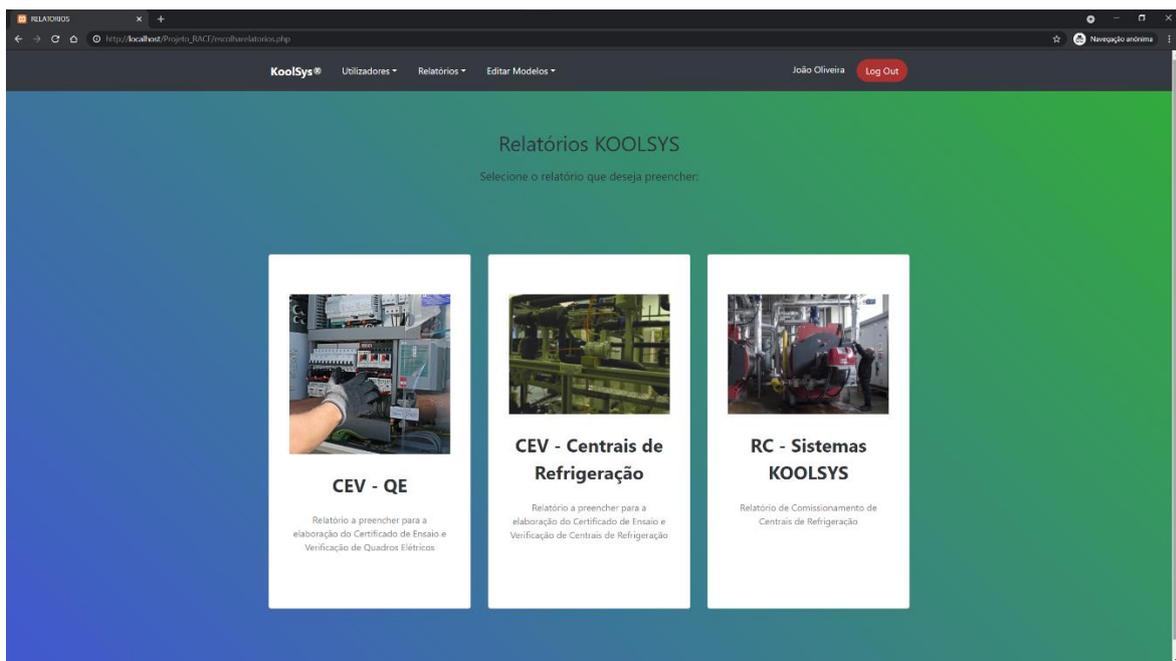


Figura 33 Página para seleção do relatório a preencher

5.1.8. PREENCHIMENTO E SUBMISSÃO DE NOVO RELATÓRIO

A página de preenchimento de novo relatório tem a aparência da Figura 34. Consoante o tipo de relatório a preencher, algumas informações (número de série, data de ensaios e responsável pelos ensaios) serão preenchidas automaticamente pelo sistema, não havendo a possibilidade de alteração dos mesmos por parte do utilizador.

Figura 34 Página de preenchimento de relatório

Para submeter o relatório (completo ou incompleto), o utilizador deverá preencher todos os campos do primeiro grupo, indicar se estará a submeter o relatório completo ou incompleto, assinar (no espaço apresentado na Figura 35) e selecionar “Submeter”.

Figura 35 Campo de assinatura no final do preenchimento do relatório

Caso tenha selecionado a opção de submissão de relatório incompleto, o sistema irá verificar se todos os campos do primeiro grupo foram preenchidos e, caso o utilizador não tenha preenchido algum, irá avisá-lo de quais os campos não foram preenchidos (exemplificado na Figura 36). Na situação da submissão de um relatório completo, o sistema irá verificar todos os campos de preenchimento obrigatório do relatório e caso não estejam preenchidos, também irá alertar o utilizador sobre quais campos a preencher. Após o registo com sucesso de um novo relatório, o sistema também irá avisar

o utilizador do mesmo (Figura 37). Para uma melhor compreensão, a lista de alertas do sistema bem como as ações a tomar no caso de cada um, é apresentada na Tabela 23.

Tabela 23 Alertas do sistema na página de preenchimento de relatório

Aviso	Ação
“Por favor, assine o relatório antes de o submeter!”	Assinar no final da página de preenchimento do relatório.
“Por favor, indique se o relatório foi completamente preenchido!”	Selecionar, na última linha da página, se deseja submeter o relatório completo ou incompleto.
“Por favor, preencha todos os campos de informação do relatório! Não se esqueça de indicar qual o motivo pelo qual o relatório se encontra incompleto.”	Preencher todos os campos do primeiro grupo do relatório, inclusive o campo dos comentários. (Os campos obrigatórios estarão a vermelho até serem preenchidos)
“Por favor, preencha todos os campos obrigatórios ou, caso deseje submeter o relatório incompleto, selecione a opção correspondente.”	Preencher todos os campos obrigatórios do relatório. Nos grupos de seleção, com a exceção do grupo de medições, não é necessário preencher o campo das observações. (Os campos obrigatórios estarão a vermelho até serem preenchidos)

Figura 36 Tentativa de submissão com campos obrigatórios por preencher

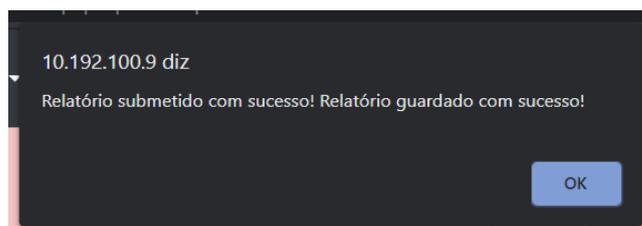


Figura 37 Aviso de sucesso na submissão do relatório

5.1.9. SUBMISSÃO DO REGISTO FOTOGRÁFICO OU DE UMA TELA

Após a submissão de um relatório (incompleto, provisório ou aprovado), as informações gerais do mesmo ficarão disponíveis para consulta na página de gestão de relatórios abordada em 5.1.6. Apenas nesta fase será possível submeter o registo fotográfico e a tela associados ao ensaio efetuado. Para tal, o utilizador deverá selecionar a opção submeter, da linha do respetivo relatório, na tabela apresentada na Figura 31. O sistema disponibilizará um formulário para a submissão dos ficheiros consoante a opção

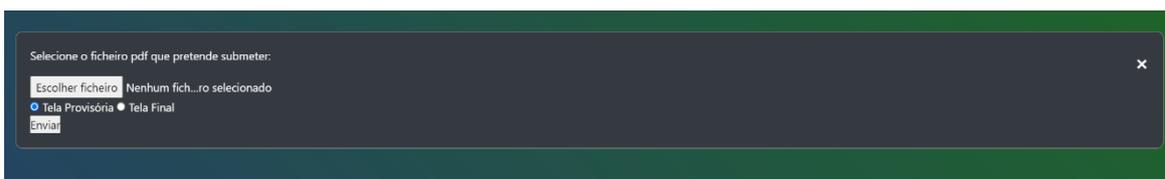
selecionada, sendo no caso do registo fotográfico o formulário apresentado Figura 38.



A dark-themed modal window with a green border. The title bar reads "Selecione as fotografias que pretende submeter:". Below the title, there is a text input field containing "Escolher Ficheiros" and a status indicator "Nenhum fich...ro selecionado". At the bottom left, there is an "Enviar" button. A close button (X) is located at the top right.

Figura 38 Formulário de submissão de registo fotográfico

Quanto à submissão de uma tela, cujo formulário é apresentado na Figura 39, o utilizador deverá indicar se submeterá uma tela provisória ou definitiva (para submeter uma nova tela, o colaborador terá de eliminar a existente e voltar a repetir o processo).

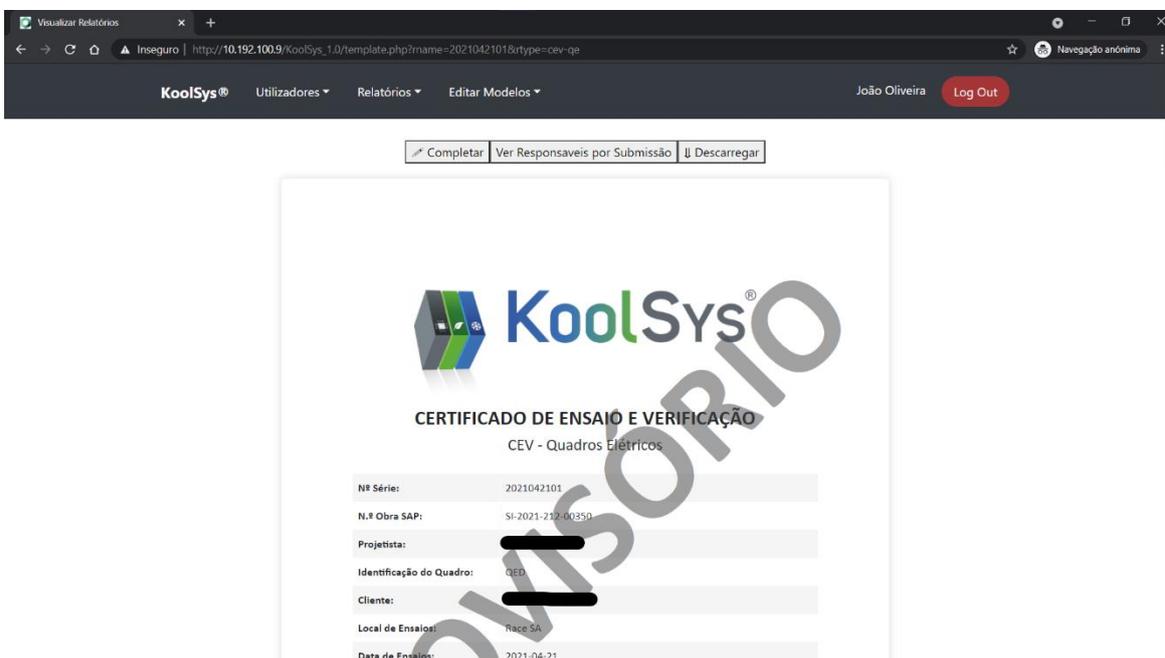


A dark-themed modal window with a green border. The title bar reads "Selecione o ficheiro pdf que pretende submeter:". Below the title, there is a text input field containing "Escolher ficheiro" and a status indicator "Nenhum fich...ro selecionado". Below this, there are two radio button options: "Tela Provisória" (which is selected) and "Tela Final". At the bottom left, there is an "Enviar" button. A close button (X) is located at the top right.

Figura 39 Formulário de submissão de tela final ou provisória

5.1.10. VISUALIZAÇÃO, DESCARREGAMENTO E APROVAÇÃO DE UM RELATÓRIO PREENCHIDO

Para a visualizar um determinado relatório preenchido anteriormente, o utilizador deverá aceder à página de gestão de relatório (abordada em 5.1.6) e seleccionar qual o relatório pretende ver, sendo de seguida redireccionado para a página de visualização de relatório preenchido (apresentada na Figura 40). Na presente página, o utilizador poderá observar e descarregar (seleccionando o botão “descarregar”) a versão PDF do relatório.



A screenshot of a web browser window. The address bar shows "http://10.192.100.9/KoolSys_1.0/template.php?mame=2021042101&rtype=cev-qe". The browser's navigation bar includes "KoolSys®", "Utilizadores", "Relatórios", "Editar Modelos", "João Oliveira", and a "Log Out" button. Below the navigation bar, there are three buttons: "Completar", "Ver Responsáveis por Submissão", and "Descarregar". The main content area displays a report titled "CERTIFICADO DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO" with the subtitle "CEV - Quadros Elétricos". The report includes the KoolSys logo and a table of data:

Nº Série:	2021042101
N.º Obra SAP:	SI-2021-212-00350
Projetista:	[REDACTED]
Identificação do Quadro:	QED
Cliente:	[REDACTED]
Local de Ensaio:	Race SA
Data de Ensaio:	2021-04-21

Figura 40 Página de visualização de um relatório preenchido de forma incompleto

Caso o relatório esteja incompleto e o utilizador tenha iniciado sessão no sistema com uma conta com privilégios acima de “colaborador”, poderá completar o relatório selecionando a opção “completar”. O administrador poderá ainda, através do botão “Ver Responsáveis por Submissão”, verificar qual o utilizador responsável pela verificação de determinado ponto do relatório (no caso de relatório incompletos, poderá haver dois ou mais utilizadores envolvidos no preenchimento do relatório), como é demonstrado na Figura 41.

Nº	Operação de Controlo	OK	NOK	NA	Observações
1	Conformidade do quadro elétrico testado com o projeto	X			-> 3
2	Conformidade da cablagem	X			-> 3

Figura 41 Visualização do responsável pela verificação de cada ponto

Caso se trate de um relatório preenchido de forma completa, mas ainda não esteja aprovado, os botões visíveis na página serão os apresentados na Figura 42.

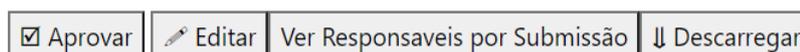


Figura 42 Grupo de botões visíveis num relatório competo por aprovar

Para aprovar o relatório, o administrador deverá selecionar a opção “Aprovar” e assinar no campo que ficará visível para o efeito (conforme mostra a Figura 43). Após o envio da assinatura para o sistema, será apresentada uma mensagem a avisar que a aprovação foi concluída com sucesso. Na situação de um relatório aprovado, os botões disponíveis serão os apresentados na Figura 44. Neste caso, o administrador poderá fazer o *upload* do PDF do relatório final para o sistema, selecionando a opção “Upload”. Após o envio do ficheiro PDF para o sistema, será apresentada uma mensagem a indicar se a ação foi concluída com sucesso ou insucesso.

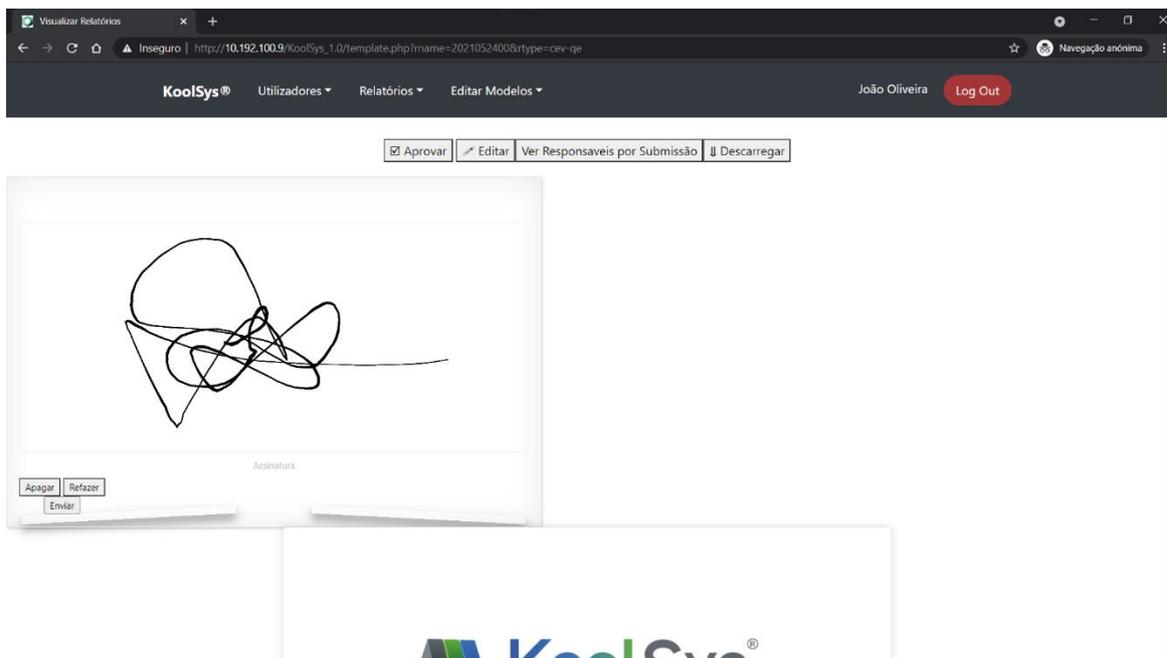


Figura 43 Campo de assinatura para aprovação do relatório



Figura 44 Botões disponíveis para relatório aprovado

No final da página estará disponível ainda um botão para efetuar a *download* do código QR com as informações de capa do respetivo relatório (Figura 45).



Figura 45 Código de QR gerado com informações do relatório no final da página

5.1.11. EDIÇÃO DE UM MODELO DE RELATÓRIO

A página de edição de modelo de relatório, permite ao utilizador com credenciais de administrador remover ou adicionar pontos ao relatório. A Figura 46 apresenta, a título de exemplo, a página de edição do modelo de relatórios do tipo CEV – Quadros Elétricos. Para remover um ponto, o utilizador deverá selecionar o botão “Apagar” do ponto em questão. Caso pretenda acrescentar um novo ponto ao relatório, deverá preencher o formulário no final da página. Caso o ponto já esteja registado na base de dados do

sistema, o mesmo irá avisar o administrador que deverá alterar o ponto. O campo “ID Geral” será preenchido automaticamente pelo sistema e terá de ser obrigatoriamente diferente para todos os pontos.

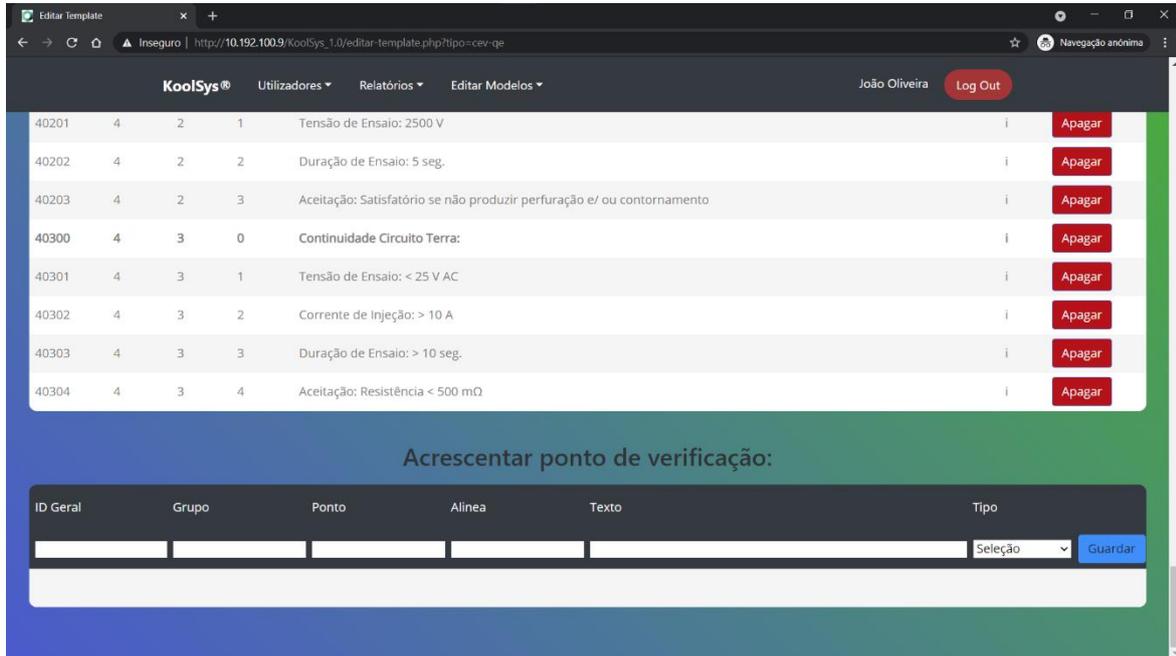


Figura 46 Página para edição de um dos modelos de relatórios

5.1.12. VISUALIZAÇÃO DO REGISTO FOTOGRÁFICO OU DE TELA

O sistema também permite que todos os utilizadores visualizem e descarreguem os registos fotográficos e as telas associadas aos relatórios submetidos. Para tal o utilizador deverá aceder à página de gestão de relatórios onde estarão disponíveis botões para visualizar os ficheiros. A título de exemplo, é apresentada a Figura 47 onde se encontra a página de visualização do registo fotográfico.

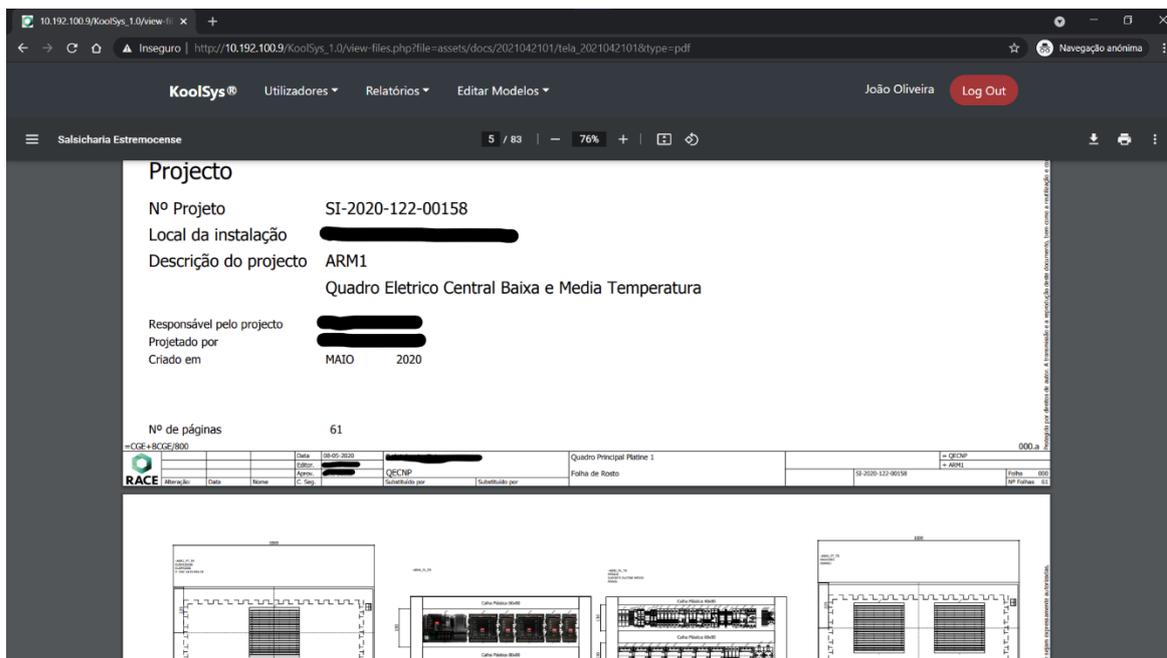


Figura 47 Página de visualização de telas

5.2. TESTE DO SISTEMA NO SERVIDOR E EM FÁBRICA

Após a realização de múltiplos testes do sistema no servidor da RACE, deu-se início à implementação do mesmo nos ensaios e verificações efetuados em fábrica.

Para tal, forneceu-se um dispositivo móvel aos técnicos (apresentado na Figura 48), foram realizados ensaios e verificações a quadros elétricos, com base nos novos relatórios elaborados, e os resultados foram registados no sistema.

Durante a realização dos testes e da implementação em fábrica, os utilizadores do sistema (técnicos quadristas) foram colocados em contacto com a aplicação sem qualquer formação, foi observado o seu comportamento e a forma como interagiram com o sistema, no final foram questionados sobre o mesmo e foram realizadas atualizações com base nas sugestões dadas. Algumas das atualizações realizadas nesta fase foram:

- Alteração da ordem de verificação nos modelos de relatório;
- Acréscimo de informação nos modelos de relatório;
- Permissão de submissão de registo fotográfico por parte dos técnicos;
- Data dinâmica dos relatórios;
- Remoção da obrigação de preenchimento de determinados pontos de verificação no sistema.

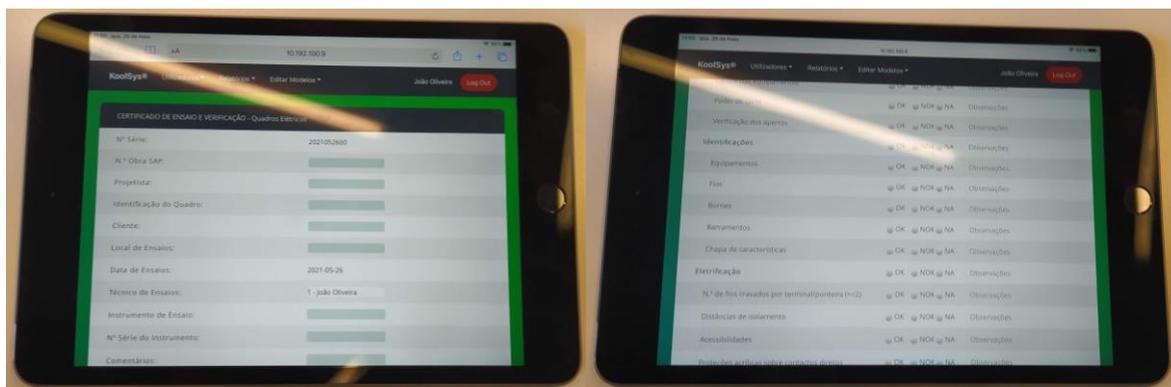


Figura 48 Dispositivo móvel utilizado pelos técnicos

5.3. ANÁLISE CONCLUSIVA

Em suma, durante a implementação, foram atingidos todos os vetores de teste definidos na fase de planeamento, podendo-se afirmar que foram obtidos resultados satisfatórios.

Foram criados com sucesso novos procedimentos de ensaio e verificação e elaborados os respetivos relatórios, os quais foram incluídos no novo sistema de informação desenvolvido. Durante a implementação também foi possível verificar que todos os módulos do sistema de informação funcionaram como pretendido. A base de dados foi capaz de responder a todos os pedidos efetuados pelo *software* com sucesso e manter a integridade dos dados. Verificou-se também que, após o reinício do servidor da empresa, todos módulos do sistema eram ativados automaticamente (módulo servidor *Apache* e módulo servidor da base de dados SQL) não havendo necessidade de intervenção humana. Relativamente à aplicação desenvolvida, verificou-se que funcionava de acordo com o esperado e cumpria todos os requisitos definidos durante o planeamento.

Quando comparado com o método anterior, o novo sistema de informação permite maior flexibilidade na realização dos ensaios e verificações, uma vez que podem ser feitos exclusivamente pelos técnicos, mas também uma maior fiabilidade nas informações registadas devido às verificações implementadas.

Com a implementação conjunta do novo sistema de informação desenvolvido e dos novos relatórios de certificação elaborados, o processo de certificação foi otimizado e garante que os equipamentos se encontram de acordo com as normas atualmente em vigor.

6. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento da dissertação, foram estabelecidos novos procedimentos de ensaio e verificação de quadros elétricos e centrais de refrigeração com o intuito de garantir a segurança e a qualidade de tais equipamentos. De acordo com isto, foram desenvolvidos os respetivos relatórios de certificação. Tendo os relatórios preparados, desenvolveu-se o novo sistema de informação baseado em computador. Este foi testado e implementado com sucesso na empresa.

6.1. ANÁLISE CONCLUSIVA

Todos os objetivos, principais e secundários, bem como os vetores de teste estabelecidos foram atingidos e concretizados, podendo concluir-se assim que a digitalização dos processos, proposta no início da presente dissertação, foi concretizada com sucesso. O novo sistema desenvolvido permitiu otimizar a gestão dos ensaios e verificações, uma vez que:

- os técnicos conseguem preencher e assinar os relatórios digitais, submetê-los e realizar o registo fotográfico autonomamente;
- o encarregado pode visualizar o aspeto final dos equipamentos e aprovar os ensaios sem haver a necessidade de se deslocar à fábrica;

- o projetista pode atualizar as telas no sistema à medida que realiza alterações;
- qualquer colaborador com credenciais e que esteja conectado à rede da empresa pode aceder aos relatórios, telas e registos fotográficos dos equipamentos ensaiados sem a necessidade de contactar alguém do departamento de *Manufacturing*.

Desta forma, conclui-se que o trabalho desenvolvido contribuiu com sucesso para a melhoria de todo o processo associado aos ensaios e verificações de equipamentos *Koolsys*.

Assim, a realização desta tese contribuiu para uma expansão dos conhecimentos relacionados com a refrigeração, comercial e industrial, e a produção de quadros elétricos. Permitiu também aprofundar e aumentar os conhecimentos de programação e sistemas de informação baseados em computador.

6.2. PERSPETIVAS FUTURAS

Tal como mencionado, um SI baseado em computador necessita de manutenção e é espectável que sejam encontradas falhas com o decorrer do tempo. Para além de correções de erros, algumas das possíveis melhorias futuras a implementar seriam:

- notificação, via email, do responsável pela aprovação dos equipamentos após a submissão de um relatório;
- disponibilização de todas as informações do sistema (relatórios, registos fotográficos e telas) numa página de *Sharepoint* da empresa.

Referências Documentais

- [1] RACE, “A RACE.” [Online]. Available: <https://www.race.com.pt/pt/a-race>. [Accessed: 11-Jun-2021].
- [2] G. Raghunath, “IEC 61439-1 and IEC 61439-2 Switchboard Testing Procedure | UL,” 12-Aug-2020. [Online]. Available: <https://www.ul.com/resources/iec-61439-1-and-iec-61439-2-switchboard-testing-procedure>. [Accessed: 28-Oct-2020].
- [3] Schneider Electric, “Distribution switchboards - Electrical Installation Guide.” [Online]. Available: https://www.electrical-installation.org/en/wiki/Distribution_switchboards. [Accessed: 04-Jun-2021].
- [4] ABB, “IEC 61439 The new standard for low-voltage switchgear and controlgear assemblies,” 2010.
- [5] Voltimum, “Quadros Eléctricos – Definições & normas - ABB |.” [Online]. Available: <https://www.voltimum.pt/artigos/artigos-tecnicos/quadros-electricos>. [Accessed: 04-Jun-2021].
- [6] J. S. Marques, “Desenvolvimento de um modelo de dimensionamento de ejetores transcíticos com fluido de trabalho CO₂ para sistemas de refrigeração,” Faculdade de Engenharia do Porto, 2018.
- [7] P. Rafael and F. Saldanha, “Dimensionamento de um circuito frigorífico a CO₂ com evaporadores inundados,” Faculdade de Engenharia do Porto, 2019.
- [8] RACE SA, “Koolsys - Sistemas de Refrigeração.” [Online]. Available: <https://koolsys.com/portfolio/sistema-de-controlo/>. [Accessed: 08-Jun-2021].
- [9] CAREL, “CAREL - Transcritical cycle.” [Online]. Available: <https://www.carel.com/transcritical-cycle>. [Accessed: 11-Jun-2021].
- [10] Target Engenharia e Consultoria, “ABNT NBR IEC 60204-1 NBRIEC60204-1 Segurança de máquinas —.” [Online]. Available: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/12813/abnt-nbriec60204-1-seguranca-de-maquinas-equipamentos-eletricos-de-maquinas-parte-1-requisitos-gerais>. [Accessed: 08-Jun-2021].
- [11] BOSCH, “History – Future of Industry.” [Online]. Available: <https://www.sanayidegelecek.com/en/sanayi-4-0/tarihsel-gelisim/>. [Accessed: 28-Apr-2021].
- [12] E. Howard, “The Evolution of the Industrial Ages: Industry 1.0 to 4.0,” 05-Sep-2018. [Online]. Available: <https://www.simio.com/blog/2018/09/05/evolution-industrial-ages-industry-1-0-4-0/>. [Accessed: 26-Apr-2021].
- [13] Desoutter, “Industrial Revolution - From Industry 1.0 to Industry 4.0 - Desoutter Industrial Tools.” [Online]. Available: <https://www.desouttertools.com/industry-4-0/news/503/industrial-revolution-from-industry-1-0-to-industry-4-0>. [Accessed: 26-Apr-2021].
- [14] SupplyChain, “The Industrial Revolution from Industry 1.0 to 5.0! - Supply Chain

- Game Changer™.” [Online]. Available: <https://supplychaingamechanger.com/the-industrial-revolution-from-industry-1-0-to-industry-5-0/>. [Accessed: 28-Apr-2021].
- [15] E. Francis, *Lancashire Worthies*. Londres, 1874.
- [16] B. Duignan, “Inventors and Inventions of the Industrial Revolution | Britannica.” .
- [17] G. Culot, G. Nassimbeni, G. Orzes, and M. Sartor, “Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 226, no. October 2019, p. 107617, 2020.
- [18] M. Ghobakhloo, “Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability,” *J. Clean. Prod.*, vol. 252, p. 119869, 2020.
- [19] H. Matsukawa, S. Minner, and K. Nakashima, “Editorial: Industry 4.0 and Production Economics,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 226, 2020.
- [20] C. Toscano, “Sistemas Ciber-Físicos (CPS) e Internet das Coisas (IoT) - INESC TEC.” [Online]. Available: <https://www.inesctec.pt/pt/tecnologias/sistemas-ciber-fisicos-cps-e-internet-das-coisas-iot#content>. [Accessed: 28-Apr-2021].
- [21] R. R. de Moraes and R. Monteiro, “A Indústria 4.0 e o Impacto na Área de Operações: Um Ensaio,” pp. 1–11, 2016.
- [22] Team | NewsPatrolling, “Future Opportunities and Challenges with Industry 4.0 | NewsPatrolling.com,” 20-Jun-2018. [Online]. Available: <http://www.newspatrolling.com/future-opportunities-and-challenges-with-industry-4-0/>. [Accessed: 28-Apr-2021].
- [23] C. G. Machado, M. Winroth, D. Carlsson, P. Almström, V. Centerholt, and M. Hallin, “Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: Challenges and enablers towards increased digitalization,” in *Procedia CIRP*, 2019, vol. 81, pp. 1113–1118.
- [24] C. Legner *et al.*, “Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community,” *Bus. Inf. Syst. Eng.*, vol. 59.
- [25] N. Ferreira, “Digitalização de processos: empresas mais rápidas e ágeis,” 22-Jan-2019. [Online]. Available: <https://www.jasminsoftware.pt/blog/digitalizacao-processos/>. [Accessed: 29-Apr-2021].
- [26] K. Dherman, “6 Crucial Steps to Starting your Digitalization Process | Intelligent ERP,” 16-Jan-2020. [Online]. Available: <https://www.syspro.com/blog/digital-business-and-erp/6-crucial-steps-to-starting-your-digitalization-process/>. [Accessed: 10-May-2021].
- [27] D. A. Rezende, *Engenharia de Software e Sistemas de Informação*, 3ª. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2006.
- [28] D. Abrego Almazán, Y. Sánchez Tovar, and J. M. Medina Quintero, “Influencia de los sistemas de información en los resultados organizacionales,” *Contaduría y Adm.*, vol. 62, no. 2, pp. 321–338, 2017.
- [29] E. Turban, L. Volonino, and G. Wood, “Information Technology for Management Advancing Sustainable, Profitable Business Growth, 9th Ed,” pp. 1–476, 2013.
- [30] C. Reis, Cecília; Campos, “Introdução aos Sistemas de Informação.” 2019.

- [31] S. Kukreja, "Six Major Types of Information Systems | Management Study HQ," *ManagementStudyHQ*, 2021. [Online]. Available: <https://www.managementstudyhq.com/six-major-types-of-information-systems.html>. [Accessed: 11-May-2021].
- [32] L. Christiansen, "The 6 Main Types of Information Systems," *Information System Types*, 06-Jan-2021. [Online]. Available: <https://altametrics.com/information-systems/information-system-types.html>. [Accessed: 11-May-2021].
- [33] E. Turban, E. R. McLean, and J. C. Wetherbe, "Information technology for management: transforming business in the digital economy," 2007.
- [34] R. M. Pereira, "Desenvolvimento e Implementação de Sistemas e Tecnologias de Informação O caso da Metalpedro," Universidade de Coimbra, 2010.
- [35] C. Reis and C. Campos, "Capítulo 2-Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação." MODSI, 2018.
- [36] C. Reis and C. Campos, "Capítulo 4-Ferramentas e Técnicas para o Desenvolvimento de Sistemas de Informação," Porto.
- [37] B. Unhelkar, *Software Engineering with UML*. Taylor & Francis Group, LLC, 2018.
- [38] N. Przigoda, R. Wille, J. Przigoda, and R. Drechsler, *Automated validation & verification of UML/OCL models using satisfiability solvers*. 2018.
- [39] M. Silva, "Linguagem C# - Criando Classes e Objetos." [Online]. Available: <http://theclub.com.br/Restrito/Revistas/201208/ling1208.aspx>. [Accessed: 02-Jun-2021].
- [40] OMG, "About the Unified Modeling Language Specification Version 2.5.1." [Online]. Available: <https://www.omg.org/spec/UML/About-UML/>. [Accessed: 19-May-2021].
- [41] Nishadha, "UML Diagram Types." [Online]. Available: <https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>. [Accessed: 31-May-2021].
- [42] J. L. Filho and J. L. Braga, "UML: Unified Modeling Language," *Encycl. GIS*, no. December, pp. 2345–2346, 2017.
- [43] L. B. da Silva, "Digitalização de processos em ambiente empresarial: aplicação 'Balcão da Inovação Tecnológica';," *Diss. Mestr.*, 2017.
- [44] Maria DB, "About MariaDB Server - MariaDB.org." [Online]. Available: <https://mariadb.org/about/>. [Accessed: 28-Jun-2021].

Anexo A. Lista de verificações e ensaios a efetuar

Neste anexo são descritos as verificações e ensaios que devem ser efetuados de acordo com as normas IEC 61439-1&2 e quem tem a responsabilidade de os realizar, como é possível observar na Figura 49 [5].

Nº	Características a verificar	Itens	QS	QDS
1	Limites de aquecimento	8.2.1	Ensaio de tipo: verificação dos limites de aquecimento	Ensaio de tipo: verificação dos limites de aquecimento por ensaio ou por extrapolação
2	Propriedades dieléctricas	8.2.2	Ensaio de tipo: verificação das propriedades dieléctricas	Verificação das propriedades dieléctricas segundo os itens 8.2.2 ou 8.3.2, ou verificação da resistência de isolamento segundo o item 8.3.4 (ver nºs 9 e 11)
3	Resistência aos curto-circuitos	8.2.3	Ensaio de tipo: verificação de resistência aos curto-circuitos	Verificação da resistência aos curto-circuitos ou extrapolação a partir de dispositivos similares que satisfaçam os ensaios de tipo
4	Eficiência eléctrica do circuito de protecção	8.2.4		
	Conexão real entre a massa do CONJUNTO e o circuito de protecção	8.2.4.1	Ensaio de tipo: verificação da conexão real entre a massa do CONJUNTO e do circuito de protecção por exame ou por medição da resistência	Verificação da conexão real entre as partes condutoras do CONJUNTO e o circuito de protecção por exame ou por medição da resistência
	Resistência aos curto-circuitos do circuito de protecção	8.2.4.2	Ensaio de tipo: verificação da resistência aos curto-circuitos nos circuitos de protecção	Verificação da resistência aos curto-circuitos do circuito de protecção por ensaio ou por estudo apropriado do desenho do condutor de protecção (ver item 7.4.3.1.1, último parágrafo)
5	Distâncias de isolamento e linhas de fuga	8.2.5	Ensaio de tipo: verificação das distâncias de isolamento e das linhas de fuga	Verificação das distâncias de isolamento e linhas de fuga
6	Funcionamento mecânico	8.2.6	Ensaio de tipo: verificação do funcionamento mecânico	Verificação do funcionamento mecânico
7	Grau de protecção	8.2.7	Ensaio de tipo: verificação do grau de protecção	Verificação do grau de protecção
8	Cablagem: funcionamento eléctrico	8.3.1	Ensaio individual: inspeção do CONJUNTO incluindo a inspeção dos casos e, em se necessário, ensaio de funcionamento eléctrico	Inspeção do CONJUNTO incluindo a inspeção dos casos e, em se necessário, ensaio de funcionamento eléctrico
9	Isolamento	8.3.2	Ensaio individual: ensaio dieléctrico	Ensaio dieléctrico ou verificação da resistência de isolamento segundo o item 8.3.4 (ver nºs 2 e 11)
10	Medida de protecção	8.3.3	Ensaio individual: verificação das medidas de protecção e de continuidade eléctrica dos circuitos de protecção	Verificação das medidas de protecção
11	Resistência de isolamento	8.3.4		Verificação da resistência de isolamento salvo se o ensaio do item 8.2.2 ou do item 8.3.2 tenha sido efectuado (ver 2 e 9)

Figura 49 Listagem de verificações e ensaios a efetuar sobre os QS e QDS

Anexo B. Relatório de ensaio e verificação de quadros elétricos



CERTIFICADO DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO

CEV - Quadros Elétricos

Nº Série:	2021060400
N.º Obra SAP:	SI-2021-212-00356
Projetista:	Pedro Ferreira
Identificação do Quadro:	QE AVAC1
Cliente:	EPE Évora - Laboratório Biotec
Local de Ensaios:	Race SA Guifões
Data de Ensaios:	2021-06-04
Técnico de Ensaios:	601415 - Jorge Santos <i>Jorge</i>
Data de Aprovação:	2021-06-04
Responsável pela Aprovação:	601359 - Carlos Coelho <i>Coelho</i>
Instrumento de Ensaio:	HT FULLTEST 3
Nº Série do Instrumento:	17031280
Comentários:	Completo

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pipos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 1 | 4

INSPEÇÕES E VERIFICAÇÕES					
Nº	Operação de Controlo	OK	NOK	NA	Observações
1	Conformidade do quadro elétrico testado com o projeto	X			
2	Conformidade da cablagem	X			
3	Conformidade do circuito de potência	X			
a)	Calibre dos equipamentos	X			
b)	Poder de corte	X			
c)	Verificação dos apertos	X			
4	Identificações	X			
a)	Equipamentos	X			
b)	Fios	X			
c)	Bornes	X			
d)	Barramentos	X			
e)	Chapa de características	X			
5	Eletrificação	X			
a)	N.º de fios cravados por terminal/ponteira (≤ 2)	X			
b)	Distâncias de isolamento	X			
c)	Acessibilidades	X			
d)	Proteções acrílicas sobre contactos diretos	X			
6	Conformidade Icc e classe de isolamento do Q.E.	X			
7	Acabamentos	X			
8	Documentação Fornecida	X			
a)	Porta esquemas	X			
b)	Esquema atualizado	X			
c)	Manual técnico do Q.E.			X	
d)	Documentação técnica e manuais dos equipamentos instalados no Q.E.			X	

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pípos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 2 | 4

TESTES E ENSAIOS					
Nº	Operação de Controlo	OK	NOK	NA	Observações
1	Circuito de comando	X			
a)	Funcionamento dos comandos do Q.E.	X			
b)	Automatismos	X			
c)	Encravamentos			X	
d)	Verificação entradas e saídas dos comandos até régua de bornes	X			
e)	Verificação da existência e calibre dos fusíveis integrados no sistema de comando	X			
2	Verificação do funcionamento e parametrização	X			
a)	Analisadores e contadores de energia e restante aparelhagem de medida	X			
b)	Sinalizações	X			
c)	Funcionamento individual dos circuitos	X			
3	Parametrizações	X			
a)	Regulação disjuntores	X			
b)	Proteções diferenciais (RCD)	X			
c)	Sensibilidade de disparo			X	
d)	Tempo de disparo			X	
e)	Parametrização elétrica				
f)	Upload configuração				
4	Controlador	X			
a)	Teste funcionamento I/Os analógicas e digitais			X	
b)	Teste comandos de ação ON/OFF	X			
c)	Teste variações analógicas	X			
d)	Teste rede de comunicação interna Q.E.	X			
5	Circuito de terra	X			
a)	Ensaio continuidade das massas	X			
b)	Existência de terra separada para circuito de comando e controladores			X	
c)	Verificação dos apertos	X			
6	Ensaio resistência de isolamento	X			
7	Ensaio rigidez dielétrica	X			
8	Registo Fotográfico do Quadro Elétrico	X			
9	Outros:				

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pisos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 3 | 4

VALORES DOS ENSAIOS								
Pontos de ensaio	Resistência de Isolamento				Rigidez Dielétrica			
	Valor MΩ	OK	NOK	NA	Valor mA	OK	NOK	NA
Entre a fase R e a massa	>500	X			2	X		
Entre a fase S e a massa	>500	X			2	X		
Entre a fase T e a massa	>500	X			2	X		
Entre o neutro e a massa	>500	X			2	X		

Continuidade Circuito Terra				
Local de teste	Resistência (mΩ)	OK	NOK	NA
Estrutura (Porta, Platine)	12	X		
Instrumentos de Controlo (Autómato)				X
Tomadas de Serviço	29	X		

LEGENDA	
OK	Conforme
NOK	Não Conforme
NA	Não Aplicável

CONDIÇÕES DE ENSAIO (Em conformidade com EN 61439-2)

- Resistência de Isolamento:
- ▶ Tensão de Ensaio: 500 V DC
 - ▶ Duração de Ensaio: 10 seg.
 - ▶ Aceitação: Resistência de Isolamento \geq 10 MΩ
- Rigidez Dielétrica
- ▶ Tensão de Ensaio: 2500 V
 - ▶ Duração de Ensaio: 5 seg.
 - ▶ Aceitação: Satisfatório se não produzir perfuração e/ ou contornamento
- Continuidade Circuito Terra:
- ▶ Tensão de Ensaio: < 25 V AC
 - ▶ Corrente de Injeção: > 10 A
 - ▶ Duração de Ensaio: > 10 seg.
 - ▶ Aceitação: Resistência < 500 mΩ

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pípos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 4 | 4

Anexo C. Relatório de ensaio e verificação de centrais de refrigeração



CERTIFICADO DE ENSAIO E VERIFICAÇÃO

CEV - Centrais de Refrigeração

N.º Série	
N.º Obra SAP:	
Projetista:	
Identificação do Quadro:	
Cliente:	
Local de Ensaio:	
Data de Ensaio:	
Técnico de Ensaio:	
Data de Aprovação:	
Responsável pela Aprovação:	
Instrumento de Ensaio:	
N.º de Série do Instrumento:	
Comentários:	

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pisos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 1 | 3

INSPEÇÕES E VERIFICAÇÕES					
Nº	Operação de Controlo	OK	NOK	NA	Observações
1	Ensaio de Pressão				
a)	Pressão do reservatório				
b)	Pressão de descarga				
c)	Pressão de negativos				
d)	Pressão de positivos				
2	Ensaio de estanquicidade				
a)	Teste c/ líquidos penetrantes				
b)	Teste c/ pressão 20 bar (N5NH5+Sniffer)				
c)	Teste de 24 horas à pressão nominal				
d)	Teste 15 minutos c/ 1,1 pressão c/ inspetor				
3	Controlo				
a)	Verificação alimentação controladores				
b)	Verificação das ligações de entradas e saídas do controlador (digitais e analógicas)				
4	Ensaio elétrico - controlo				
a)	Verificação de conformidade das ligações elétricas em relação ao esquema elétrico				
b)	Atuação das válvulas				
c)	Verificação sondas - Posição				
d)	Verificação sondas - Ligação				
e)	Verificação transdutores				
f)	Verificação indicadores de nível de óleo				
g)	Verificação pressostatos				
5	Ensaio elétrico				
a)	Ensaio continuidade do circuito de proteção (terra)				
b)	Ensaio resistência de isolamento				
c)	Teste de tensão				
d)	Ensaio descarga de tensões residuais				
6	Parametrização de Controlo				
a)	Variadores				
b)	Controlador				
c)	Analizador de energia				
7	Outras verificações				
a)	Colocação das cargas nos filtros e etiquetagem				
b)	Pressurização da central com azoto e marcação/registo das pressões				
c)	Verificação da sinalética (inclusive sentido de circulação do CO2)				
d)	Verificação da documentação da central				

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pisos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 2 | 3

VALORES DOS ENSAIOS								
Pontos de ensaio	Resistência de Isolamento				Teste de Tensão			
	Valor MΩ	OK	NOK	NA	Valor mA	OK	NOK	NA
Entre a alimentação e estrutura								

Continuidade Circuito Terra				
Local de teste	Resistência (mΩ)	OK	NOK	NA
Estrutura				
Instrumentos de controlo				
Compressores				

LEGENDA	
OK	Conforme
NOK	Não Conforme
NA	Não Aplicável

CONDIÇÕES DE ENSAIO (Em conformidade com EN 60204-1)

Resistência de Isolamento:

- ▶ Tensão de Ensaio: 500 V DC
- ▶ Duração de Ensaio: 10 seg.
- ▶ Aceitação: Resistência de Isolamento ≥ 1 MΩ

Teste de Tensão:

- ▶ Tensão de ensaio: 1000 V ou 2x tensão nominal da alimentação do equipamento (usa-se o valor que for mais elevado)
- ▶ Frequência: 50 ou 60 Hz
- ▶ Duração de ensaio: > 1 seg.
- ▶ Aceitação: Satisfatório se não produzir descarga, perfuração e/ ou contornamento.

Continuidade Circuito Terra:

- ▶ Tensão de ensaio: < 24 V AC (ou 24 V DC)
- ▶ Corrente de injeção: 10 A
- ▶ Duração de ensaio: > 10 seg.
- ▶ Critério de aceitação: resistência < 500 mΩ (varia de acordo com comprimento e secção dos cabos)

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pipos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Anexo D. Relatório de comissionamento



RELATÓRIO DE COMISSIONAMENTO

RC - Centrais de Refrigeração

N.º Série Central:	
N.º Série Quadro:	
N.º Obra SAP:	
Cliente:	
Local de Ensaio:	
Data Comissionamento:	
Responsável pelo Comissionamento:	
Data de Aprovação:	
Responsável pela Aprovação:	
Comentários:	

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pipos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 1 | 3

INSPEÇÕES E VERIFICAÇÕES					
Nº	Operação de Controlo	OK	NOK	NA	Observações
1	Inspeção Visual:				
a)	Cablagem				
b)	Ligação à terra				
c)	Aperto das conexões por parafuso e das conexões roscadas - Circuito de Potência				
d)	Aperto das conexões por parafuso e das conexões roscadas - Circuito de Comando				
e)	Estado da pintura				
f)	Verificação do escape das válvulas de segurança (encaminhamento para o exterior)				
g)	Verificação da ausência de líquido na aspiração dos compressores				
h)	Verificação de sinoblocos e nivelamento da central				
2	Ensaio e Verificações Mecânicas:				
a)	Verificação da pressão da central à chegada				
b)	Verificação de cargas dos filtros				
c)	Verificação de válvulas bypass manuais (deverão estar fechadas)				
d)	Prova de estanquicidade de toda a instalação				
e)	Verificação da ausência de vibrações anormais				
f)	Verificação da ausência de ruídos anormais				
g)	Verificação das pressões de funcionamento da central				
3	Verificação Elétrica:				
a)	Tensão de Entrada				
b)	Sequência de Fases				
c)	Regime de Neutro				
d)	Verificação RDCs - Medição Corrente de Fuga				
e)	Verificação RDCs - Medição Tempo de Disparo				
f)	Verificação da ligação de sinais exteriores à central (0-10 V gas-cooler, térmico gas-cooler)				
g)	Verificação da ligação das sondas exteriores à central (temp. exterior, temp. gas-cooler out, AQS-in, AQS-out, depósito AQS)				
4	Ensaio Elétricos e de Controlo:				
a)	Teste inputs e outputs do controlador				
b)	Ligação UPS's e verificação do estado				
c)	Verificação da alimentação socorrida do grupo de emergência				
d)	Regulação dos disparadores e relés térmicos				
e)	Reajuste pressostatos e variadores				
f)	Ensaio funcionamento gas-cooler em vazio				
g)	Reajuste de parâmetros no local				
h)	Regulação do sobreaquecimento				
i)	Verificação ausência de alarmes				

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pípos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 2 | 3

PROCEDIMENTOS DE PRÉ-ARRANQUE				
Nº	Procedimento	Concluído	NA	Observações
1	Verificar selagem dos pressóstatos			
2	Verificar/colocar cargas de filtros			
3	Retirar válvulas de segurança e tamponar para prova de estanquicidade			
4	Prova de estanquicidade (1,1x a pressão de serviço) durante 24 horas. Retirar evidências (log manómetro, fotografia manómetro antes e depois da prova,...)			
5	Dois ciclos de vácuo (24 horas cada)			
6	Efetuar quebras de vácuo com azoto			
7	Carregar óleo na central			
8	Ligar resistências de cárter			
9	Abrir todas as válvulas			
10	Efetuar ciclo de vácuo (24 horas)			
11	Quebrar vácuo com CO2 gasoso			
12	Pressurização do CO2 gasoso em todas as linhas (min. 10 bar) e deixar estabilizar durante 30 minutos			
13	Desligar/fechar todos os equipamentos de refrigeração (válvulas de expansão deverão estar fechadas)			
14	Carregar CO2 líquido diretamente no depósito até desligar o aviso de nível baixo de CO2 ou a pressão do depósito exceder 40 bar. (Caso se verifique a chegada de líquido às aspirações dos compressores, parar a carga e verificar e verificar as válvulas expansores dos equipamentos de refrigeração)			
15	Passar a central para ON e verificar alarmes (neste ponto não deverá existir nenhum)			
16	Ligar inicialmente os equipamentos MT entre a 10% a 20% da carga total			
17	Após 30% de MT em funcionamento e com a central já no set-point, arrancar com os equipamentos de LT entre 10 a 20% da carga total LT			
18	Colocar a restante da carga, com incrementos de 20%, sempre que a central atinja o set-point			
19	Verificar a eventual chegada de líquido aos compressores e regular, caso seja necessário, o sobreaquecimento dos equipamentos de refrigeração			
20	Verificar o correto funcionamento de todos os compressores, inclusive o compressor paralelo			
21	Verificar pressões do depósito			
22	Verificar vibrações e ruídos anormais na central			

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA. A REPRODUÇÃO PARCIAL CARECE DE AUTORIZAÇÃO POR PARTE DA RACE.

Rua Monte dos Pípos, armazém n.º 7 · 4460-059 Guifões Portugal

Página 3 | 3