



Ferramentas de Apoio à Orçamentação, Ensaio e Suporte de Quadros Elétricos

TOMAS DE SOUSA VALENTE

junho de 2025

POLITÉCNICO DO PORTO
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

**Ferramentas de Apoio à
Orçamentação, Ensaio e Suporte de
Quadros Elétricos**

Tomás de Sousa Valente

Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

ISEP INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA
Instituto Superior de Engenharia do Porto

Junho, 2025

Esta dissertação satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Unidade Curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial.

Candidato: Tomás de Sousa Valente, N.º 1201251, 1201251@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Veríssimo Manuel Brandão Lima Santos (PhD),
vms@isep.ipp.pt

Empresa: Jayme da Costa

Orientador: Alexandre Santos, aas@jaymedacosta.com

ISEP INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA
Instituto Superior de Engenharia do Porto
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto

Junho, 2025

Quero dedicar este trabalho sobretudo à minha família que desde o primeiro dia me apoiou em tudo e sempre fizeram de tudo para contribuir para o meu sucesso pessoal e profissional. . .

Agradecimentos

Queria agradecer à Jayme da Costa pela oportunidade que me foi dada de pôr em prática as competências adquiridas ao longo do meu percurso académico e de ter a minha primeira experiência profissional. Queria também agradecer ao professor Veríssimo por mais uma vez ter acreditado em mim e ter-se disponibilizado para me ajudar neste trabalho. Por fim queria também agradecer à minha equipa na Jayme da Costa por me ter apoiado e ajudado durante todo o tempo deste estágio.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de três ferramentas distintas — **Ferramenta de Orçamentação**, **Ferramenta de Ensaio** e **Software de Suporte** — criadas no âmbito do estágio na empresa *Jayme da Costa* (JdC). Inicialmente, o foco da dissertação centrava-se somente na Ferramenta de Orçamentação, uma aplicação desenvolvida em Python para otimizar o processo de desenho e orçamentação de quadros elétricos. No entanto, ao longo do estágio, identificaram-se outras necessidades críticas na empresa, o que levou ao desenvolvimento das duas ferramentas adicionais.

A Ferramenta de Orçamentação foi concebida para automatizar o processo de criação de orçamentos e desenhos técnicos, integrando uma base de dados de componentes elétricos e permitindo a importação de ficheiros *Drawing Exchange Format* (DXF) para compatibilidade com outras ferramentas de Computer-aided design (CAD). A aplicação inclui funcionalidades avançadas, como a validação automática de projetos e a geração de orçamentos detalhados, reduzindo significativamente o tempo e os erros associados ao processo manual.

A Ferramenta de Ensaio, desenvolvida em Node-RED, foi criada para automatizar os ensaios de quadros elétricos, desde a recolha de dados até à geração de relatórios de conformidade. Esta ferramenta integra-se com o SharePoint da empresa e suporta protocolos de comunicação industrial, como Modbus e IEC 60870-104, garantindo a precisão e a conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes.

Por fim, o Software de Suporte, também desenvolvido em Python, foi projetado para automatizar a gestão de dados críticos dos relés de proteção, incluindo a recolha e o envio de ficheiros para os servidores da E-Redes e da JdC. A utilização de Docker facilitou a distribuição e a integração com scripts externos, garantindo a portabilidade e a eficiência do software.

Em conclusão, este trabalho não apenas resolveu os problemas específicos identificados na empresa, mas também demonstrou a viabilidade e os benefícios da automação no setor de quadros elétricos. As três ferramentas desenvolvidas contribuíram para a melhoria da eficiência operacional, a redução de erros humanos e a garantia de

conformidade com os requisitos técnicos dos clientes.

Palavras-Chave: Automação, Orçamentação, Ensaaios, Python, Node-RED, Docker, Quadros Elétricos, Jayme da Costa.

Abstract

This work presents the development of three distinct tools — **Budgeting Tool**, **Testing Tool**, and **Support Software** — created during the internship at JdC. Initially, the focus of the dissertation was solely on the Budgeting Tool, a Python-based application designed to optimize the process of designing and budgeting electrical panels. However, throughout the internship, other critical needs within the company were identified, leading to the development of the two additional tools.

The Budgeting Tool was designed to automate the process of creating budgets and technical drawings, integrating a database of electrical components and allowing the import of DXF files for compatibility with other CAD tools. The application includes advanced features, such as automatic project validation and the generation of detailed budgets, significantly reducing the time and errors associated with the manual process.

The Testing Tool, developed in Node-RED, was created to automate the testing of electrical panels, from data collection to the generation of compliance reports. This tool integrates with the company's SharePoint and supports industrial communication protocols, such as Modbus and IEC 60870-104, ensuring accuracy and compliance with the technical requirements of E-Redes.

Finally, the Support Software, also developed in Python, was designed to automate the management of critical data from protection relays, including the collection and sending of files to the servers of E-Redes and JdC. The use of Docker facilitated the distribution and integration with external scripts, ensuring portability and efficiency of the software.

In conclusion, this work not only addressed the specific problems identified within the company but also demonstrated the feasibility and benefits of automation in the electrical panel sector. The three tools developed contributed to improving operational efficiency, reducing human errors, and ensuring compliance with clients' technical requirements.

Keywords: Automation, Budgeting, Testing, Python, Node-RED, Docker, Electrical Panels, Jayme da Costa.

Índice

Lista de Figuras	vii
Listagens	ix
Lista de Acrónimos	xi
1 Introdução	1
1.1 Ferramenta de Ensaio	2
1.2 Software de Suporte	3
1.3 Ferramenta de Orçamentação	4
2 Revisão da Literatura	5
2.1 Python	7
Tkinter	8
Openpyxl	8
Pandas	10
Ezdxfl	11
PyPDF2	12
Pyodbc	13
PyModbusTCP	14
Paramiko	14
Tftpy	15
Office365	16
2.2 Node.js	17
Node-Red	18
Vue.js	19
2.3 Outras tecnologias	20
MySQL	20
Docker	21
Modbus	22
IEC 60870-5-104	23
SFTP	24
SFTP Server	24
SFTP Client	24

Vantagens	24
Relé de Proteção	25
Task Scheduler	26
3 Apresentação do Problema	27
3.1 Ferramenta de Ensaio	27
3.1.1 Exposição do problema	27
3.1.2 Objetivos	28
3.1.3 Plano de trabalho	29
3.2 Software de Suporte	31
3.2.1 Exposição do problema	31
3.2.2 Objetivos	32
3.2.3 Plano de trabalho	33
3.3 Ferramenta de Orçamentação	35
3.3.1 Exposição do problema	35
3.3.2 Objetivos	36
3.3.3 Plano de trabalho	37
4 Apresentação de Resultados	39
4.1 Ferramenta de Ensaio	39
Ensaio de Base de Dados Simulados	43
Ensaio de Base de Dados Reais	45
4.2 Software de Suporte	48
4.3 Ferramenta de Orçamentação	51
4.3.1 Modo Standard	52
Configurações	53
Desenho	54
Orçamento	57
4.3.2 Modo Personalizado	61
4.3.3 Modo Skid	62
5 Conclusões	63
5.1 Trabalho Futuro	64
Referências	65
Anexo A Manual de Instruções da Ferramenta de Orçamentação	71

Lista de Figuras

2.1	Logo Python [4]	7
2.2	Logo Pandas [12]	10
2.3	Logo Ezdxf [15]	11
2.4	Logo PyPDF2 [18]	12
2.5	Logo Node.js [34]	17
2.6	Logo Node-Red [38]	18
2.7	Logo Vue.js [39]	19
2.8	Logo MySQL [43]	20
2.9	Logo Docker [48]	21
2.10	Logo Modbus [52]	22
2.11	Logo IEC 60870-5-104 [56]	23
2.12	Relé F650	25
4.1	Fluxograma da Ferramenta de Ensaio.	40
4.2	Obtenção da informação através do Node-Red.	41
4.3	Página Node-Red.	41
4.4	Opções de teste.	42
4.5	Ensaio Simulado.	43
4.6	Construção Modbus.	44
4.7	Página de Ensaio de Base de Dados Simulado depois da simulação.	44
4.8	Página de Ensaio de Base de Dados Reais.	45
4.9	Blocos que estabelecem a conexão IEC 60870-104.	46
4.10	Primeira Página do Documento gerado.	47
4.11	Segunda Página do Documento gerado.	47
4.12	Fluxograma Software de Suporte.	48
4.13	Estrutura de ficheiro de configuração.	49
4.14	Pasta criada para guardar os ficheiros.	49
4.15	Página de Login.	51
4.16	Erro de Login.	51
4.17	Página de seleção de modo de funcionamento.	52
4.18	Página de Configurações.	53
4.19	Página de Desenho do Modo Standard.	54
4.20	Página de Desenho do Modo Standard com valores atualizados.	55

4.21	Erro ao tentar colocar disjuntores.	55
4.22	Erro ao tentar colocar disjuntores.	56
4.23	Erro ao tentar adicionar armários enquanto existem armários vazios.	56
4.24	Erro ao tentar adicionar barramento não correspondente.	56
4.25	Erro ao tentar colocar armários quando o limite já foi atingido.	57
4.26	Página de Orçamentação dos valores.	57
4.27	Exemplo de um desenho guardado em pdf.	58
4.28	Exemplo de orçamento gerado pelo programa.	60
4.29	Página de Desenho do Modo Personalizado.	61

Listagens

4.1	Setup do uso do servidor para enviar o email	50
-----	--	----

Lista de Acrónimos

CAD	Computer-aided design
DXF	<i>Drawing Exchange Format</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GUI	<i>Graphic User Interface</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JdC	<i>Jayme da Costa</i>
MEEC-SPI	<i>Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Sistemas e Planeamento Industrial</i>
ODBC	<i>Open Database Connectivity</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controllers</i>
SFTP	<i>SSH File Transfer Protocol</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SSH	<i>Secure Shell</i>
TEDI	<i>Tese/Dissertação</i>
TFTP	<i>Trivial File Transfer Protocol</i>

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação reflete o trabalho desenvolvido no decorrer da atividade profissional e da investigação realizado no âmbito da unidade curricular *Tese/Dissertação* (TEDI), do 2.º ano do *Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Sistemas e Planeamento Industrial* (MEEC-SPI) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Este trabalho incide sobre três projetos distintos desenvolvidos durante o percurso na *Jayme da Costa* (JdC), cada um abordando temáticas específicas e contribuindo de forma única para o cumprimento dos objetivos gerais da dissertação. Neste primeiro capítulo, será feita uma breve contextualização do estágio e dos projetos, seguida da exposição dos objetivos gerais e específicos desta dissertação. Adicionalmente, será apresentada a estrutura do documento, que está organizada em três secções principais, cada uma dedicada a um dos projetos. Em cada secção, será dada uma breve contextualização de cada ferramenta para introduzir o tema para uma posterior análise dos objetivos a serem atingidos, bem como a exposição do problema que levou a que estes fossem desenvolvidos e uma descrição do plano de trabalho com objetivo de descrever qual o processo de pensamento adotado para a resolução destes problemas.

1.1 Ferramenta de Ensaio

No contexto industrial atual, a garantia de qualidade e a verificação do correto funcionamento dos quadros elétricos são etapas críticas no processo de produção. Estas etapas são essenciais para assegurar que os equipamentos cumprem os padrões técnicos e de segurança exigidos pelos clientes, em particular pela E-Redes, que estabelece requisitos rigorosos para a validação de quadros elétricos.

Tradicionalmente, estes ensaios eram realizados de forma manual, o que, além de ser propenso a erros humanos, consumia um tempo considerável e limitava a capacidade de resposta da empresa perante a crescente demanda. A intervenção manual também implicava um maior risco de inconsistências nos resultados, o que poderia comprometer a confiança dos clientes e a reputação da empresa. A automação deste processo tornou-se, portanto, uma prioridade estratégica para a JdC, visando não apenas a otimização dos recursos, mas também a melhoria contínua da qualidade dos produtos entregues aos clientes.

A automação permite uma maior precisão na execução dos ensaios, reduzindo significativamente a probabilidade de erros e garantindo que os resultados sejam consistentes e fiáveis. Além disso, a automação liberta os técnicos de qualidade de tarefas repetitivas, permitindo que se concentrem em atividades de maior valor acrescentado, como a análise de dados e a melhoria de processos.

A ferramenta foi desenvolvida utilizando a plataforma Node-Red, escolhida pela sua flexibilidade e capacidade de integração com as tecnologias já existentes na empresa, como o SharePoint e os protocolos de comunicação industrial Modbus e IEC 60870-104. A integração com o SharePoint permite o acesso automático aos dados dos produtos já produzidos, como manuais de instruções, esquemas elétricos e versões de software, facilitando a organização e a consulta de informações durante os ensaios. Por outro lado, os protocolos de comunicação garantem a interação com os equipamentos, permitindo a execução de ensaios de forma remota e automatizada. Esta ferramenta tem como objetivo principal automatizar o processo de ensaios de quadros elétricos, desde a recolha de dados até à geração de relatórios de conformidade, reduzindo a intervenção manual e garantindo a conformidade com os requisitos técnicos exigidos. Além disso, a ferramenta permite a execução de ensaios com base em dados simulados e reais, proporcionando uma abordagem abrangente para a validação dos equipamentos.

A automação dos ensaios representa um avanço significativo na forma como a empresa aborda a garantia de qualidade, permitindo uma resposta mais rápida e eficiente às exigências dos clientes.

1.2 Software de Suporte

No contexto da engenharia eletrotécnica, os relés de proteção desempenham um papel crucial na detecção e isolamento de falhas nas redes elétricas. A informação gerada por estes dispositivos, como as oscilografias, é vital para a análise de eventos e para a melhoria contínua dos sistemas de proteção. No entanto, a gestão manual destes dados, que inclui a recolha, armazenamento e envio para os servidores da E-Redes, era um processo moroso e propenso a erros, limitando a eficiência operacional da empresa.

O software foi desenvolvido em Python, esta foi a escolhida, pois permitiu a integração com protocolos de comunicação industrial, como o Modbus, e com sistemas de transferência de ficheiros, como o *SSH File Transfer Protocol* (SFTP), garantindo a automatização do processo de recolha e envio de dados. Além disso, o software foi configurado para funcionar de forma autónoma, utilizando o Task Scheduler do Windows para executar tarefas periódicas a cada meia hora.

A principal funcionalidade do software consiste na recolha automática de ficheiros gerados pelos relés de proteção (como ficheiros .DAT, .HDR e .CFG), no seu armazenamento local, e no envio para os servidores SFTP da JdC e da E-Redes. Em caso de falha no processo, o software envia automaticamente um e-mail de notificação para o departamento de tecnologia da empresa, permitindo uma intervenção rápida e eficaz.

A implementação deste software trouxe benefícios significativos para a JdC, nomeadamente a redução do tempo despendido na gestão manual de dados, a minimização de erros humanos, e a garantia de conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes. Além disso, a automatização deste processo permitiu uma maior eficiência operacional, libertando recursos humanos para outras tarefas de maior valor acrescentado.

1.3 Ferramenta de Orçamentação

A crescente complexidade e especificidade dos projetos de engenharia relacionados com o ramo da eletricidade requer o desenvolvimento de ferramentas cada vez mais sofisticadas e eficientes para a concepção e orçamentação de quadros elétricos. Este trabalho de mestrado apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de Desenho e Orçamentação de Quadros Elétricos, inteiramente projetada e implementada pelo autor. Esta aplicação, desenvolvida em Python, incorpora diversas bibliotecas da linguagem para otimizar processos críticos, como o acesso a bases de dados e a importação de ficheiros *Drawing Exchange Format* (DXF) para a criação dos desenhos técnicos.

O principal objetivo desta ferramenta é proporcionar um ambiente integrado que permita aos engenheiros e projetistas gerir de forma eficaz tanto o ‘design’ quanto os custos associados aos quadros elétricos. A implementação em Python foi escolhida devido à sua versatilidade e à vasta gama de bibliotecas disponíveis, que facilitam a manipulação de dados, a criação de ‘interfaces’ gráficas e a integração com outros sistemas.

A ferramenta desenvolvida aborda várias etapas do processo de projeto de quadros elétricos. Primeiramente, ela permite a importação de arquivos DXF, um formato amplamente utilizado para desenhos técnicos, garantindo assim a compatibilidade com outras ferramentas de CAD. Em seguida, a aplicação oferece funcionalidades para o ‘design’ detalhado dos quadros elétricos, incluindo a disposição dos componentes. Além disso, a ferramenta incorpora uma base de dados que armazena informações sobre os componentes elétricos, permitindo a geração automática de orçamentos precisos e detalhados.

Ao longo desta tese, serão discutidos os principais desafios enfrentados durante o desenvolvimento da aplicação, bem como as soluções implementadas para superá-los. Serão apresentados os fundamentos teóricos que fundamentam o projeto, as escolhas tecnológicas e arquitetónicas realizadas, e uma análise detalhada das funcionalidades da ferramenta. Ademais, serão exploradas as possibilidades de expansão e melhoria futura da aplicação, visando atender às crescentes demandas e da JdC.

Dessa forma, este projeto não apenas contribui para o avanço das ferramentas de apoio ao projeto de quadros elétricos, mas também serve como um estudo de caso sobre a aplicação prática das capacidades de Python no desenvolvimento de soluções complexas e integradas para a engenharia.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

O desenvolvimento de ferramentas para orçamentação, ensaio e suporte de quadros elétricos requer uma abordagem multidisciplinar, combinando diversas tecnologias para automação, comunicação industrial e gestão de dados. Neste capítulo, são explorados os principais conceitos e tecnologias que compõem o estado da arte, destacando sua relevância e aplicação no contexto deste trabalho.

A nível de desenvolvimento de software, destaca-se a utilização da linguagem Python, amplamente adotada em aplicações industriais devido à sua versatilidade e vasta gama de bibliotecas. Além disso, o Node-Red surge como uma solução eficiente para a criação de fluxos de automação, facilitando a integração entre sistemas distintos. Para a organização e execução de aplicações de forma portátil e escalável, é analisado o papel do Docker.

Na comunicação com equipamentos industriais, são abordados os protocolos Modbus e IEC 60870-5-104, fundamentais para a troca de dados entre dispositivos e sistemas de supervisão. No que se refere ao armazenamento e transferência de dados, são discutidas as vantagens do MySQL como base de dados relacional, bem como a utilização de servidores SFTP e SMTP para transferência segura de arquivos e envio de notificações automáticas, respetivamente.

Para a integração com os sistemas corporativos da empresa, é explorado o uso do SharePoint Online, ferramenta essencial para a organização e partilha de documentos. Já a automação de tarefas periódicas é garantida pelo Task Scheduler, um mecanismo nativo do Windows que permite a execução programada de processos críticos.

Por fim, são analisados os relés de proteção, dispositivos essenciais para a segurança e monitorização de sistemas elétricos, cuja correta configuração e análise de dados são fundamentais para garantir a fiabilidade e conformidade dos quadros elétricos.

A revisão da literatura permitirá contextualizar as escolhas tecnológicas adotadas neste trabalho e destacar as inovações propostas face às soluções existentes bem como comparar com algumas alternativas existentes.

2.1 Python

O Python é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada e de propósito geral, amplamente reconhecida pela sua simplicidade, legibilidade e versatilidade. Criada por Guido van Rossum e lançada pela primeira vez em 1991, o Python tornou-se uma das linguagens mais populares no mundo da programação, sendo utilizada em áreas tão diversas como desenvolvimento web, análise de dados, inteligência artificial, automação e engenharia de software [1].

Uma das principais vantagens do Python é a sua vasta biblioteca padrão e o ecossistema de bibliotecas de terceiros, que facilitam a implementação de funcionalidades complexas com poucas linhas de código. Bibliotecas como Tkinter e CustomTkinter foram essenciais no desenvolvimento da interface gráfica da Ferramenta de Orçamentação, enquanto bibliotecas como a pymodbusTCP permitiram a integração com protocolos de comunicação industrial e a gestão de bases de dados [2].

Além disso, o Python é uma linguagem multiplataforma, o que significa que o código desenvolvido pode ser executado em diferentes sistemas operativos sem necessidade de alterações significativas. Esta característica foi particularmente útil no desenvolvimento do Software de Suporte, que precisava de ser compatível com os sistemas operativos utilizados na empresa.

A sintaxe clara e intuitiva do Python também contribuiu para a produtividade durante o desenvolvimento das ferramentas, permitindo uma rápida prototipagem e iteração. A linguagem é frequentemente recomendada para projetos que exigem uma curva de aprendizagem rápida e uma implementação eficiente, características que foram fundamentais para o sucesso deste trabalho [3].

Em resumo, a escolha do Python como linguagem de programação para o desenvolvimento das ferramentas foi motivada pela sua simplicidade, versatilidade e vasto ecossistema de bibliotecas, que permitiram a criação de soluções robustas e eficientes para os problemas identificados na empresa.



Figura 2.1: Logo Python [4]

Tkinter

A Tkinter é a biblioteca padrão do Python para a criação de *Graphic User Interface* (GUI). Baseada na biblioteca Tk, originalmente desenvolvida para a linguagem Tcl, a Tkinter é amplamente utilizada devido à sua simplicidade e à sua integração nativa com o Python. Esta biblioteca permite a criação de janelas, botões, caixas de texto e outros componentes gráficos de forma rápida e eficiente, sendo uma escolha popular para aplicações de desktop que necessitam de uma interface amigável [5]. Uma das principais vantagens da Tkinter é a sua facilidade de uso, que permite até mesmo a programadores iniciantes criar interfaces gráficas funcionais com poucas linhas de código. No entanto, a aparência visual básica dos componentes da Tkinter pode ser considerada desatualizada quando comparada com interfaces modernas. Para superar esta limitação, foi utilizada a biblioteca CustomTkinter, uma extensão da Tkinter que oferece componentes gráficos modernos e altamente personalizáveis [6].

A CustomTkinter mantém a simplicidade e a compatibilidade da Tkinter, mas adiciona estilos visuais modernos, como temas escuros e claros, e componentes gráficos mais atraentes, como botões com ícones e caixas de diálogo estilizadas. Esta biblioteca foi essencial no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, permitindo a criação de uma interface gráfica intuitiva e visualmente mais apelativa, que melhorou a experiência do utilizador e facilitou a interação com a aplicação [7].

Além disso, a CustomTkinter é altamente personalizável, permitindo a adaptação da interface às necessidades específicas do projeto. Por exemplo, foi possível criar layouts dinâmicos que se ajustam ao conteúdo e implementar validações em tempo real para garantir a correta inserção de dados pelo utilizador. Esta flexibilidade foi fundamental para garantir que a ferramenta atendesse aos requisitos da empresa e dos seus clientes.

Em jeito de conclusão, a combinação da Tkinter com a CustomTkinter permitiu o desenvolvimento de uma interface gráfica moderna e funcional para a Ferramenta de Orçamentação, demonstrando a viabilidade destas bibliotecas para projetos que exigem uma GUI robusta e de fácil utilização.

Openpyxl

A openpyxl é uma biblioteca Python amplamente utilizada para a manipulação de ficheiros Excel no formato .xlsx. Diferentemente de outras bibliotecas, como a xlrd ou a xlwt, que são limitadas a versões mais antigas do Excel, a openpyxl suporta ficheiros Excel modernos, permitindo a leitura, escrita e modificação de folhas de cálculo de forma eficiente e intuitiva [8].

Uma das principais vantagens da openpyxl é a sua capacidade de lidar com grandes volumes de dados, mantendo um desempenho estável mesmo em ficheiros com

milhares de linhas e colunas. Esta característica foi essencial no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, onde era necessário gerar orçamentos detalhados e exportá-los para ficheiros Excel, que posteriormente seriam partilhados com os clientes [9].

A biblioteca oferece uma API simples e bem documentada, que permite a criação de folhas de cálculo a partir do zero, a modificação de ficheiros existentes e a aplicação de formatações complexas, como estilos de células, cores, bordas e fórmulas. Por exemplo, na Ferramenta de Orçamentação, a `openpyxl` foi utilizada para gerar orçamentos com formatação profissional, incluindo cabeçalhos destacados, fórmulas de cálculo automático e estilos de células personalizados [10].

Além disso, a `openpyxl` suporta a leitura e escrita de gráficos, imagens e comentários em ficheiros Excel, o que a torna uma escolha versátil para projetos que exigem a manipulação avançada de folhas de cálculo. No contexto da Ferramenta de Orçamentação, esta funcionalidade permite num futuro a inclusão de gráficos explicativos e notas adicionais nos orçamentos gerados, melhorando a clareza e a utilidade dos documentos entregues aos clientes .

Outro aspeto relevante da `openpyxl` é a sua compatibilidade com outras bibliotecas Python, como a `pandas`, que facilita a manipulação de dados em formato tabular. Esta integração foi particularmente útil na Ferramenta de Orçamentação, onde os dados dos componentes elétricos eram armazenados em bases de dados SQL e posteriormente exportados para Excel utilizando a `openpyxl`.

Resumindo, a `openpyxl` foi uma escolha fundamental no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, permitindo a geração automática de orçamentos detalhados e profissionalmente formatados. A sua facilidade de uso, desempenho e versatilidade demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.

Pandas

A pandas é uma das bibliotecas Python mais populares para a manipulação e análise de dados. Desenvolvida por Wes McKinney, a pandas é amplamente utilizada em projetos que envolvem a limpeza, transformação e análise de dados estruturados, como tabelas e séries temporais. A sua principal estrutura de dados, o DataFrame, permite o armazenamento e a manipulação de dados tabulares de forma eficiente e intuitiva, tornando-a uma ferramenta essencial para cientistas de dados, engenheiros e analistas.[11]

Uma das principais vantagens da pandas é a sua capacidade de lidar com grandes volumes de dados, oferecendo funcionalidades avançadas para a filtragem, agregação e transformação de dados. No contexto da Ferramenta de Orçamentação, a pandas foi utilizada para processar a base de dados de componentes elétricos, permitindo a seleção rápida e eficiente dos componentes necessários para cada projeto. Além disso, a integração da pandas com outras bibliotecas, como a openpyxl, facilitou a exportação dos dados para ficheiros Excel, garantindo a geração de orçamentos detalhados e formatados.[12]

Outro aspeto relevante da pandas é a sua compatibilidade com outras bibliotecas Python, como a NumPy e a Matplotlib, que permitem a realização de cálculos numéricos avançados e a visualização de dados. No contexto da Ferramenta de Ensaio, esta integração permitiu a análise dos resultados dos ensaios e permite uma futura implementação de geração de gráficos explicativos, que podem ser incluídos nos relatórios de conformidade entregues aos clientes.[13]

A facilidade de uso da pandas, combinada com a sua eficiência e versatilidade, tornou-a uma escolha fundamental no desenvolvimento das ferramentas da dissertação. A sua capacidade de processar grandes volumes de dados de forma rápida e precisa foi essencial para garantir a eficiência operacional e a conformidade com os requisitos técnicos dos clientes.



Figura 2.2: Logo Pandas [12]

Ezdx

A ezdx é uma biblioteca Python especializada na manipulação de ficheiros DXF, um formato amplamente utilizado em aplicações de Computer-aided design (CAD). Desenvolvida para ser leve e eficiente, a ezdx permite a leitura, escrita e modificação de ficheiros DXF de forma simples, sendo uma ferramenta essencial para projetos que envolvem a criação ou manipulação de desenhos técnicos [14].

Uma das principais vantagens da ezdx é a sua capacidade de lidar com ficheiros DXF de diferentes versões, incluindo os formatos mais recentes. Esta compatibilidade foi fundamental no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, onde era necessário importar ficheiros DXF gerados por outras ferramentas de CAD e utilizá-los como base para a criação de desenhos técnicos dos quadros elétricos.

A biblioteca oferece uma API intuitiva e bem documentada, que permite a criação de entidades gráficas, como linhas, círculos, textos e blocos, bem como a manipulação de camadas e estilos. Por exemplo, na Ferramenta de Orçamentação, a ezdx foi utilizada para gerar desenhos técnicos dos quadros elétricos, incluindo a disposição dos componentes. Esta funcionalidade permitiu a criação de desenhos precisos e detalhados, que foram posteriormente exportados para ficheiros PDF e partilhados com os clientes .

Outro aspeto relevante da ezdx é a sua integração com outras bibliotecas Python, como a PyPDF2, que permitem a visualização e a exportação de desenhos técnicos para o formato de *Portable Document Format* (PDF). Esta integração foi particularmente útil na Ferramenta de Orçamentação, onde os desenhos gerados eram visualizados em tempo real e exportados para ficheiros PDF.

Em suma, a ezdx foi uma escolha fundamental no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, permitindo a manipulação eficiente de ficheiros DXF e a geração de desenhos técnicos precisos e detalhados. A sua facilidade de uso, compatibilidade e versatilidade demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.

The logo for ezdx features the letters 'ez' in a black, lowercase, sans-serif font, followed by 'dx' in a blue, lowercase, sans-serif font. The letters are bold and modern in style.

Figura 2.3: Logo Ezdx [15]

PyPDF2

A PyPDF2 é uma biblioteca Python amplamente utilizada para a manipulação de ficheiros PDF. Desenvolvida para ser leve e eficiente, a PyPDF2 permite a leitura, escrita, edição e combinação de ficheiros PDF, sendo uma ferramenta essencial para projetos que envolvem a criação ou manipulação de documentos PDF.

Uma das principais vantagens da PyPDF2 é a sua capacidade de lidar com ficheiros PDF de diferentes versões, incluindo os formatos mais recentes. Esta compatibilidade foi essencial no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, onde era necessário gerar relatórios e desenhos técnicos em formato PDF para partilhar com os clientes. A biblioteca permitiu a criação de ficheiros PDF a partir de dados dinâmicos, garantindo que os documentos gerados fossem precisos e profissionalmente formatados.[16]

A PyPDF2 oferece uma boa documentação facilitando a recolha de informação relativa à mesma, que permite a realização de operações complexas, como a extração de texto, a adição de páginas, a combinação de múltiplos ficheiros PDF e a aplicação de encriptação. No caso da Ferramenta de Orçamentação esta foi fundamental para a combinação de diversos ficheiros pdf de forma a gerar uma versão PDF dos desenhos projetados. Esta funcionalidade permitiu a criação de documentos PDF que atendiam às necessidades dos clientes e aos requisitos técnicos da empresa [17]. Além disso, a PyPDF2 suporta a manipulação de metadados, como títulos, autores e palavras-chave, o que a torna uma escolha versátil para projetos que exigem a personalização de documentos PDF. No contexto da Ferramenta de Orçamentação, esta funcionalidade pode fazer sentido no futuro a inclusão de informações adicionais nos relatórios, como códigos de projeto e notas de revisão, melhorando a clareza e a utilidade dos documentos entregues aos clientes.

Outro aspeto relevante da PyPDF2 é a sua integração com outras bibliotecas Python, como a ezdxf, que permite a transição da combinação destes ficheiros para um formato PDF.

Concluindo, a PyPDF2 foi uma escolha fundamental no desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação, permitindo a manipulação eficiente de ficheiros PDF e a geração de relatórios detalhados e profissionalmente formatados. A sua facilidade de uso, compatibilidade e versatilidade demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.



Figura 2.4: Logo PyPDF2 [18]

Pyodbc

A pyodbc é uma biblioteca Python que permite a conexão a bases de dados *Structured Query Language* (SQL) através da interface *Open Database Connectivity* (ODBC). Esta biblioteca é amplamente utilizada em projetos que exigem a interação com bases de dados relacionais, como Microsoft SQL Server, MySQL, PostgreSQL e SQLite, entre outras. A pyodbc destaca-se pela sua eficiência e facilidade de uso, sendo uma escolha popular para aplicações que necessitam de aceder e manipular dados armazenados em bases de dados [19].

Uma das principais vantagens da pyodbc é a sua capacidade de funcionar como uma camada de abstração entre o Python e diferentes sistemas de gestão de bases de dados (SGBD). Isto permite que os programadores escrevam código Python que pode ser utilizado com múltiplos SGBDs sem necessidade de alterações significativas. No contexto da Ferramenta de Orçamentação, a pyodbc foi utilizada para aceder a uma base de dados MySQL que armazenava informações sobre componentes elétricos, permitindo a seleção rápida e eficiente dos componentes necessários para cada projeto [20].

Esta biblioteca permite a execução de consultas SQL, a manipulação de resultados e a gestão de transações. Por exemplo, na Ferramenta de Orçamentação, a pyodbc foi utilizada para realizar consultas complexas à base de dados, como a seleção de componentes com base em critérios específicos (ex: tensão, corrente, tipo de componente) e a atualização de preços e disponibilidades em tempo real. Esta funcionalidade foi essencial para garantir a precisão dos orçamentos gerados [21].

Outro aspeto relevante da pyodbc é a sua integração com outras bibliotecas Python, como a pandas, que facilita a manipulação de dados em formato tabular. Esta integração foi particularmente útil na Ferramenta de Orçamentação, onde os dados dos componentes eram carregados da base de dados para DataFrames da pandas, permitindo a realização de operações avançadas de filtragem e transformação antes da geração dos orçamentos [22].

Em resumo, a pyodbc foi uma escolha fundamental no desenvolvimento das ferramentas da dissertação, permitindo a conexão eficiente a bases de dados SQL e a manipulação de dados de forma segura e precisa. A sua facilidade de uso, compatibilidade e integração com outras bibliotecas demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.

PyModbusTCP

A pyModbusTCP é uma biblioteca Python que implementa o protocolo Modbus TCP, um dos protocolos de comunicação mais utilizados em automação industrial para a troca de dados entre dispositivos, como *Programmable Logic Controllers* (PLC), relés de proteção e sensores. A biblioteca permite a criação de clientes e servidores Modbus TCP, facilitando a integração de sistemas Python com dispositivos industriais que suportam este protocolo [23].

Uma das principais vantagens da pyModbusTCP é a sua simplicidade e eficiência, que permitem a implementação rápida de soluções de comunicação industrial. No contexto do software de suporte, a pyModbusTCP foi utilizada para estabelecer a comunicação com os relés de proteção, permitindo a recolha de dados em tempo real e a execução de ensaios automatizados. Esta funcionalidade foi essencial para garantir a comunicação e o acesso às oscilografias requisitadas pela E-Redes [24].

Além disso, a pyModbusTCP é altamente configurável, permitindo a adaptação a diferentes cenários de comunicação, como a definição de *timeouts*, a gestão de conexões múltiplas e a implementação de mecanismos de reconexão automática. No contexto do Software de Suporte, esta flexibilidade foi fundamental para garantir a robustez da comunicação com os relés de proteção, especialmente em ambientes industriais onde a estabilidade da rede pode variar.

Em resumo, a pyModbusTCP foi uma escolha fundamental no desenvolvimento das ferramentas da dissertação, permitindo a comunicação eficiente com os relés de proteção através do protocolo Modbus TCP.

Paramiko

A Paramiko é uma biblioteca Python que implementa o protocolo *Secure Shell* (SSH), permitindo a criação de conexões seguras entre sistemas para a execução remota de comandos, a transferência de ficheiros e a automação de tarefas de administração de sistemas. A biblioteca é amplamente utilizada em projetos que exigem comunicação segura e encriptada, como a transferência de ficheiros através de SFTP ou a execução remota de scripts [25].

Uma das principais vantagens da Paramiko é a sua capacidade de fornecer uma interface simples e eficiente para a criação de conexões SSH, suportando autenticação por chave pública e por palavra-passe. No contexto do Software de Suporte, a Paramiko foi utilizada para estabelecer conexões seguras com os servidores SFTP da E-Redes e da JdC, permitindo a transferência automática de ficheiros gerados pelos relés de proteção. Esta funcionalidade foi essencial para garantir a integridade e a segurança dos dados transferidos [26].

A biblioteca oferece suporte para operações avançadas, como a gestão de chaves SSH, a execução remota de comandos e a transferência de ficheiros em modo síncrono ou

assíncrono. Por exemplo, no Software de Suporte, a Paramiko foi utilizada para enviar ficheiros de oscilografia para os servidores SFTP, garantindo que os dados fossem transferidos de forma segura e eficiente[27].

Além disso, a Paramiko é altamente configurável, permitindo a personalização de parâmetros de conexão, como timeouts, políticas de reconexão e métodos de autenticação. No contexto do Software de Suporte, esta flexibilidade foi fundamental para garantir a compatibilidade com os servidores SFTP da E-Redes, que exigiam configurações específicas de segurança e autenticação [28].

Em suma, a Paramiko foi uma escolha fundamental no desenvolvimento do Software de Suporte, permitindo a transferência segura e eficiente de ficheiros através de SFTP. A sua simplicidade, flexibilidade e capacidade de integração com outras bibliotecas demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.

Tftpy

A tftpy é uma biblioteca Python que implementa o protocolo *Trivial File Transfer Protocol* (TFTP), um protocolo simples e leve utilizado para a transferência de ficheiros em redes locais. Diferentemente de protocolos mais complexos, como o *File Transfer Protocol* (FTP) ou o SFTP, o TFTP é ideal para cenários onde a simplicidade e a rapidez são prioritárias, como na configuração de dispositivos de rede ou na transferência de ficheiros de firmware para equipamentos industriais.

Uma das principais vantagens da tftpy é a sua simplicidade e facilidade de uso, que permitem a implementação rápida de clientes e servidores TFTP. No contexto de projetos de automação industrial, a tftpy foi utilizada para transferir ficheiros de configuração e firmware para dispositivos como PLC e relés de proteção, onde a complexidade de outros protocolos não é necessária. Esta funcionalidade foi essencial para garantir que as oscilografias ficavam guardados nos pc's industriais, para que em caso de algum problema na comunicação para fora fosse garantida uma cópia em cada um destes.

Além disso, a tftpy é altamente portátil e pode ser facilmente integrada em sistemas Python, tornando-a uma escolha popular para projetos que exigem a transferência de ficheiros em ambientes restritos ou com recursos limitados. No contexto de dispositivos industriais, esta portabilidade foi fundamental para garantir a compatibilidade com sistemas embarcados e equipamentos que não suportam protocolos mais complexos.[29]

Em resumo, a tftpy é uma biblioteca essencial para projetos que exigem a transferência de ficheiros de forma simples e eficiente, especialmente em ambientes industriais e de rede. A sua simplicidade, portabilidade e flexibilidade demonstraram ser fundamentais para atender à necessidade do projeto.

Office365

A Office365-REST-Python-Client é uma biblioteca Python que facilita a interação com os serviços da Microsoft 365, com um foco especial no SharePoint. Esta biblioteca permite aceder e manipular listas, bibliotecas de documentos e outros recursos do SharePoint através da API REST fornecida pela Microsoft. A sua capacidade de simplificar operações complexas, como o upload e download de ficheiros, a gestão de permissões e a consulta de dados, torna-a uma ferramenta essencial para projetos que exigem integração com o SharePoint.

No contexto do software de suporte, a Office365-REST-Python-Client foi utilizada para aceder ao SharePoint da empresa, permitindo fazer o envio das oscilografias para o SharePoint da empresa bem como a criação de pastas para que seja mantida a organização do repositório. Esta funcionalidade foi crucial para garantir que a documentação em mais de um ponto das oscilografias enviadas e numa fase inicial como solução principal para a documentação das mesmas dentro da JdC.

Outro aspeto relevante da Office365-REST-Python-Client é a sua capacidade de suportar autenticação segura através de OAuth 2.0 e tokens de acesso, garantindo que as operações realizadas no SharePoint sejam seguras e conformes com as políticas de segurança da empresa. No contexto da Ferramenta de Ensaio, esta funcionalidade foi fundamental para proteger os dados sensíveis e garantir que apenas utilizadores autorizados tivessem acesso aos documentos . [30]

Resumindo, a Office365-REST-Python-Client foi uma escolha fundamental no desenvolvimento da Ferramenta de Ensaio, permitindo a integração eficiente com o SharePoint e a automatização de tarefas relacionadas com a gestão de documentos. A sua simplicidade, segurança e capacidade de integração com outras bibliotecas demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.

2.2 Node.js

O Node.js é uma plataforma de desenvolvimento baseada em JavaScript que permite a execução de código do lado do servidor, sendo amplamente utilizada para construir aplicações escaláveis e de alta performance. A sua arquitetura assíncrona e orientada a eventos torna-o ideal para aplicações que exigem operações de I/O não bloqueantes, como servidores web, APIs e ferramentas de automação. No contexto deste projeto, o Node.js foi utilizado principalmente em conjunto com o Node-Red, uma ferramenta de programação visual baseada em fluxos que simplifica a integração de dispositivos, APIs e serviços. A combinação destas tecnologias permitiu a criação de fluxos de trabalho automatizados e a integração de sistemas heterogêneos de forma eficiente. [31]

O Node-Red, construído sobre o Node.js, foi escolhido pela sua facilidade de uso e flexibilidade, permitindo a rápida prototipagem e implementação de soluções de automação. A sua interface gráfica intuitiva e a vasta biblioteca de nós disponíveis facilitaram a criação de fluxos de trabalho complexos, como a integração de dispositivos IoT, a manipulação de dados em tempo real e a comunicação com APIs externas. No entanto, o texto completo sobre a utilização do Node.js e do Node-Red no contexto deste projeto será desenvolvido numa secção posterior desta dissertação. [32]

A escolha do Node.js e do Node-Red foi motivada pela sua capacidade de suportar operações assíncronas e pela vasta comunidade de desenvolvimento, que oferece suporte e uma ampla gama de módulos e bibliotecas. Estas características foram essenciais para garantir a escalabilidade e a manutenibilidade do sistema desenvolvido, bem como a sua integração com outras tecnologias utilizadas no projeto [33].



Figura 2.5: Logo Node.js [34]

Node-Red

O Node-Red é uma ferramenta de programação visual baseada em fluxos (*flow-based programming*) que permite a integração de dispositivos, APIs e serviços de forma rápida e eficiente. Desenvolvido sobre a plataforma Node.js, o Node-Red é amplamente utilizado em projetos de automação, *Internet of Things* (IoT) e integração de sistemas heterogêneos. A sua interface gráfica intuitiva e a vasta biblioteca de nós (*nodes*) disponíveis facilitam a criação de fluxos de trabalho complexos, como a manipulação de dados em tempo real, a comunicação com dispositivos IoT e a interação com APIs externas. [32]

Uma das principais vantagens do Node-Red é a sua capacidade de simplificar a prototipagem e a implementação de soluções de automação, reduzindo significativamente o tempo de desenvolvimento. A ferramenta permite a criação de fluxos de trabalho através da conexão de nós pré-configurados, que representam operações como entrada de dados, processamento, armazenamento e saída. Esta abordagem visual torna o Node-Red acessível tanto para programadores experientes quanto para utilizadores com menos experiência em programação. [35]

No contexto deste projeto, o Node-Red foi utilizado para criar fluxos de trabalho automatizados que integram diferentes sistemas, garantindo a comunicação eficiente entre eles. A sua flexibilidade e extensibilidade, através da adição de nós personalizados ou da utilização de bibliotecas de terceiros, foram fundamentais para atender às necessidades específicas do projeto. [36]

Além disso, o Node-Red suporta a execução em diferentes ambientes, desde dispositivos embarcados até servidores em nuvem, o que o torna uma escolha versátil para projetos que exigem escalabilidade e portabilidade. A sua integração nativa com o Node.js e a vasta comunidade de desenvolvimento garantem suporte contínuo e a disponibilidade de recursos adicionais, como plugins e bibliotecas especializadas. [37]

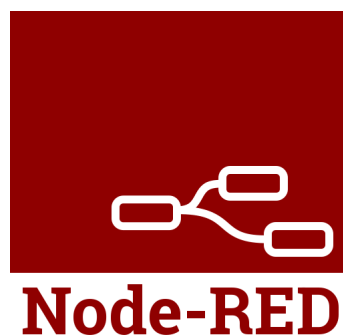


Figura 2.6: Logo Node-Red [38]

Vue.js

O Vue.js é um framework JavaScript amplamente utilizado para o desenvolvimento de interfaces de utilizador (UI) interativas e dinâmicas. Desenvolvido para ser progressivo e eficiente, o Vue.js permite a criação de aplicações web modernas, sendo uma ferramenta essencial para projetos que exigem uma experiência de utilizador fluida e reativa.

O Vue.js oferece uma documentação clara e acessível, facilitando a aprendizagem e a implementação de diversas funcionalidades. No caso da Ferramenta de ensaio, estas funcionalidades foram fundamentais para criar uma navegação fluida entre diferentes secções da aplicação e para gerir o estado global dos dados de forma eficiente. Esta abordagem permitiu desenvolver uma aplicação que atendia às necessidades dos utilizadores e aos requisitos técnicos da empresa.

Outro aspeto relevante do Vue.js foi a sua fácil integração no Node-Red, esta característica da tecnologia tornou esta escolha uma escolha óbvia para o projeto devido à sua facilidade de integração e também à sua vasta documentação encontrada online.

Concluindo, o Vue.js foi uma escolha fundamental no desenvolvimento da Ferramenta de Ensaio, permitindo a criação de uma interface dinâmica, modular e de alto desempenho. A sua facilidade de adoção, flexibilidade e escalabilidade demonstraram ser essenciais para atender às necessidades da empresa e dos seus clientes.



Figura 2.7: Logo Vue.js [39]

2.3 Outras tecnologias

MySQL

O MySQL é um sistema de gestão de bases de dados relacionais de código aberto, amplamente utilizado em aplicações web e empresariais. Desenvolvido pela Oracle Corporation, o MySQL é conhecido pela sua confiabilidade, desempenho e facilidade de uso, sendo uma das bases de dados mais populares do mundo. A sua capacidade de lidar com grandes volumes de dados e suportar operações complexas de consulta e manipulação de dados torna-o ideal para projetos que exigem armazenamento e recuperação eficiente de informações. [40]

Uma das principais vantagens do MySQL é a sua compatibilidade com diversas linguagens de programação, incluindo Python, PHP, Java e JavaScript, o que facilita a integração com diferentes tipos de aplicações. No contexto deste projeto, o MySQL foi utilizado para armazenar e gerir dados relacionados aos componentes elétricos, permitindo a realização de consultas rápidas e eficientes para a geração de orçamentos e relatórios. [41]

Outro aspeto relevante do MySQL é a sua escalabilidade, que permite a adaptação a diferentes necessidades, desde pequenas aplicações até sistemas de grande escala. A sua arquitetura cliente-servidor e o suporte a replicação garantem alta disponibilidade e desempenho, mesmo em ambientes com elevada carga de trabalho. No contexto da Ferramenta de Orçamentação, a escalabilidade do MySQL foi fundamental para garantir que a base de dados pudesse crescer conforme o aumento do volume de dados e da complexidade dos projetos.

Além disso, o MySQL oferece uma ampla gama de ferramentas de gestão e monitorização, como o MySQL Workbench, que simplificam a administração da base de dados e a otimização de consultas. Estas ferramentas foram essenciais para garantir a manutenção e o desempenho da base de dados ao longo do desenvolvimento do projeto. [42]



Figura 2.8: Logo MySQL [43]

Docker

O Docker é uma plataforma de código aberto que permite a criação, implantação e execução de aplicações em ambientes isolados chamados contentores (*containers*). Estes contentores encapsulam todo o ambiente necessário para a execução de uma aplicação, incluindo código, bibliotecas, dependências e configurações, garantindo que a aplicação funcione de forma consistente em diferentes ambientes, desde desenvolvimento até produção. [44]

Uma das principais vantagens do Docker é a sua capacidade de simplificar o processo de desenvolvimento e implantação de aplicações, eliminando problemas comuns relacionados a diferenças entre ambientes. Ao utilizar contentores, os programadores podem garantir que uma aplicação funcione da mesma forma em qualquer sistema que suporte Docker, seja ele local, em nuvem ou em servidores remotos. No contexto deste projeto, o Docker foi utilizado para criar um ambiente isolado que permita que a ferramenta de ensaio funcione em qualquer sistema. [45]

Outro aspeto relevante do Docker é a sua integração com ferramentas de orquestração de contentores, como o Kubernetes e o Docker Swarm, que permitem a gestão de múltiplos contentores em ambientes distribuídos. Estas ferramentas são essenciais para garantir a escalabilidade, a alta disponibilidade e a resiliência de aplicações complexas. [46]

Além disso, o Docker suporta uma vasta gama de imagens pré-configuradas disponíveis no Docker Hub, um repositório público de imagens de contentores. Estas imagens permitem a rápida configuração de serviços como bases de dados, servidores web e ferramentas de análise, reduzindo o tempo necessário para configurar ambientes de desenvolvimento e produção. No contexto deste projeto, o Docker Hub foi utilizado para obter a imagem do Node-Red, acelerando o processo de desenvolvimento e garantindo a compatibilidade entre diferentes componentes do sistema [47].



Figura 2.9: Logo Docker [48]

Modbus

O Modbus é um protocolo de comunicação em série amplamente utilizado em automação industrial para a troca de dados entre dispositivos, como PLC's, sensores, relés de proteção e sistemas de supervisão. Desenvolvido em 1979 pela Modicon (atualmente Schneider Electric), o Modbus é um protocolo aberto e simples, que se tornou um padrão de facto na indústria devido à sua robustez, facilidade de implementação e compatibilidade com uma vasta gama de dispositivos. [49]

O Modbus opera em dois modos principais: Modbus RTU (Remote Terminal Unit), que utiliza comunicação em série (RS-232/RS-485), e Modbus TCP/IP, que utiliza redes Ethernet para a transmissão de dados. O Modbus TCP/IP é particularmente relevante em ambientes industriais modernos, onde a integração de dispositivos em redes locais (LANs) é essencial para a criação de sistemas de automação distribuídos. No contexto deste projeto, o Modbus TCP foi utilizado para estabelecer a comunicação entre o software de suporte e os relés de proteção, permitindo a recolha de dados em tempo real. [50]

Uma das principais vantagens do Modbus é a sua simplicidade e eficiência. O protocolo utiliza um modelo mestre-escravo, onde o dispositivo mestre envia comandos para os dispositivos escravos (por exemplo, PLCs ou relés), que respondem com os dados solicitados. Esta abordagem permite a integração de múltiplos dispositivos em uma única rede, facilitando a monitorização e o controlo de processos industriais. No contexto da Ferramenta de Ensaio, o Modbus foi essencial para garantir a comunicação eficiente com os relés de proteção e a recolha de dados precisos para análise.

Além disso, o Modbus é altamente configurável, permitindo a adaptação a diferentes cenários de comunicação, como a definição de endereços de dispositivos, a gestão de timeouts e a implementação de mecanismos de deteção de erros. Esta flexibilidade foi fundamental para garantir a robustez da comunicação em ambientes industriais, onde a estabilidade da rede pode variar e a integridade dos dados é crítica. [51]



Figura 2.10: Logo Modbus [52]

IEC 60870-5-104

O IEC 60870-5-104 é um protocolo de comunicação amplamente utilizado em sistemas de supervisão e aquisição de dados (SCADA) para a monitorização e controlo de redes elétricas e sistemas de automação industrial. Desenvolvido como uma extensão do padrão IEC 60870-5, o IEC 60870-5-104 permite a transmissão de dados sobre redes TCP/IP, tornando-o adequado para aplicações modernas que exigem comunicação em tempo real e integração com sistemas de gestão de energia. [53]

Uma das principais vantagens do IEC 60870-5-104 é a sua capacidade de suportar a transmissão de grandes volumes de dados, incluindo medições, estados de equipamentos, comandos de controlo e eventos de alarme. O protocolo utiliza um modelo mestre-escravo, onde o sistema mestre (por exemplo, um centro de controlo) solicita dados aos dispositivos escravos (por exemplo, relés de proteção ou unidades terminais remotas - RTUs). Esta abordagem permite a monitorização em tempo real de redes elétricas complexas, facilitando a deteção de falhas e a otimização de operações.

No contexto deste projeto, o IEC 60870-5-104 foi utilizado para estabelecer a comunicação entre o software de suporte e os relés de proteção, permitindo a recolha de dados em tempo real e a execução de ensaios automatizados. A sua compatibilidade com redes TCP/IP e a capacidade de suportar múltiplos tipos de dados tornaram-no uma escolha ideal para garantir a integração eficiente com os sistemas existentes na empresa. [54]

Outro aspeto relevante do IEC 60870-5-104 é a sua robustez e segurança. O protocolo inclui mecanismos de deteção de erros, confirmação de receção e retransmissão de pacotes, garantindo a integridade dos dados mesmo em ambientes com interferências ou instabilidade na rede. Além disso, o IEC 60870-5-104 pode ser combinado com técnicas de encriptação e autenticação para aumentar a segurança da comunicação, protegendo os sistemas contra acessos não autorizados e ciberataques [55].



Figura 2.11: Logo IEC 60870-5-104 [56]

SFTP

O SFTP é um protocolo de transferência de ficheiros que utiliza o SSH para fornecer uma ligação segura e encriptada entre um cliente e um servidor. Diferente do FTP tradicional, que transmite dados em texto claro, o SFTP garante a confidencialidade e a integridade dos dados durante a transferência, tornando-o ideal para cenários onde a segurança é crítica, como a partilha de documentos sensíveis ou a transferência de dados entre sistemas remotos [57].

SFTP Server

O SFTP Server é o componente que armazena e gere os ficheiros a serem transferidos. Ele aceita ligações de clientes SFTP, autentica-os através de chaves públicas ou palavras-passe, e permite operações como upload, download, criação de diretórios e gestão de permissões. Servidores SFTP são amplamente utilizados em ambientes empresariais para armazenar e partilhar ficheiros de forma segura, como relatórios, backups e dados sensíveis. No contexto deste projeto, o SFTP Server foi utilizado para receber ficheiros de oscilografia gerados pelos relés de proteção, garantindo que os dados fossem armazenados de forma segura e organizada [58].

SFTP Client

O SFTP Client é a ferramenta que se conecta ao SFTP Server para realizar operações de transferência de ficheiros. Clientes SFTP podem ser interfaces gráficas (como o WinSCP) ou ferramentas de linha de comandos (como o SFTP no Linux). Eles permitem que os utilizadores naveguem pelos diretórios remotos, transfiram ficheiros e executem outras operações de gestão de ficheiros. No contexto do Software de Suporte, o SFTP Client foi utilizado para enviar ficheiros de oscilografia para os servidores da E-Redes e da JdC, garantindo que os dados fossem transferidos de forma segura e eficiente [59].

Vantagens

Uma das principais vantagens do SFTP é a sua segurança. Ao utilizar o SSH, o SFTP encripta todos os dados transmitidos, incluindo credenciais de autenticação e conteúdo dos ficheiros, protegendo-os contra interceptação e ataques de man-in-the-middle [60].

Outro aspeto relevante é a sua flexibilidade e integração com ferramentas de automação. Bibliotecas como a Paramiko em Python permitem a criação de scripts para automatizar transferências de ficheiros, reduzindo a necessidade de intervenção manual e minimizando o risco de erros humanos [61].

Relé de Proteção

Os Relés de Proteção são dispositivos essenciais em sistemas de energia elétrica, responsáveis por monitorizar, proteger e controlar equipamentos como linhas de transmissão, transformadores, geradores e motores. Eles detetam condições anormais, como sobrecargas, curtos-circuitos e falhas de isolamento, e atuam rapidamente para isolar a secção afetada da rede, minimizando danos e garantindo a continuidade do fornecimento de energia [62].

O F650 é um relé de proteção digital avançado, amplamente utilizado em subestações e redes de distribuição de energia. Desenvolvido pela General Electric, o F650 combina funcionalidades de proteção, controlo, monitorização e comunicação, tornando-o uma solução versátil e robusta para aplicações complexas. No contexto da JdC, o F650 é utilizado para proteger equipamentos críticos e garantir a estabilidade da rede elétrica, sendo configurado para detetar e responder a uma variedade de condições de falha.

A principal vantagem do F650 é a sua capacidade de suportar múltiplas funções de proteção, como proteção diferencial, sobrecorrente, sobretensão e subtensão, além de funções de controlo e automação. O relé também inclui funcionalidades avançadas de monitorização, como a gravação de oscilografias (registos de eventos elétricos), que são essenciais para a análise pós-falha e a identificação de causas raiz. No contexto do Software de Suporte, o F650 foi utilizado para recolher dados em tempo real e gerar oscilografias, que foram posteriormente transferidas para servidores SFTP para análise e armazenamento [63].

Além disso, o F650 suporta protocolos de comunicação modernos, como o IEC 60870-5-104 e o Modbus TCP/IP, que permitem a integração com sistemas de supervisão e controlo (SCADA) e ferramentas de automação. Esta capacidade de comunicação foi fundamental para garantir a interoperabilidade do relé com o Software de Suporte, permitindo a recolha automatizada de dados e a execução de ensaios remotos.



Figura 2.12: Relé F650

Task Scheduler

O Task Scheduler é uma ferramenta presente em sistemas operativos Windows que permite a automatização de tarefas através da execução programada de scripts, programas ou comandos. Esta ferramenta é amplamente utilizada para automatizar processos repetitivos, como backups, atualizações de software, execução de scripts e monitorização de sistemas, reduzindo a necessidade de intervenção manual e aumentando a eficiência operacional [64].

Uma das principais vantagens do Task Scheduler é a sua flexibilidade na configuração de tarefas. Os utilizadores podem definir horários específicos para a execução de tarefas (por exemplo, diariamente, semanalmente ou em eventos específicos, como o arranque do sistema), bem como condições adicionais, como a execução apenas se o computador estiver ocioso ou se houver conectividade de rede. No contexto deste projeto, o Task Scheduler foi utilizado para automatizar a execução do software de suporte para que este possa ser executado a cada meia hora. [65]

Outro aspeto relevante do Task Scheduler é a sua integração com outras ferramentas e linguagens de programação. Por exemplo, scripts escritos em Python, PowerShell ou Batch podem ser facilmente agendados para execução, permitindo a automação de fluxos de trabalho complexos, característica esta que fez desta ferramenta uma escolha fácil para este projeto.

Capítulo 3

Apresentação do Problema

3.1 Ferramenta de Ensaio

3.1.1 Exposição do problema

O desenvolvimento da Ferramenta de Ensaio foi motivado por uma série de desafios e limitações identificados no processo de garantia de qualidade dos quadros elétricos produzidos pela JdC. Tradicionalmente, os ensaios de validação dos quadros elétricos eram realizados de forma manual, um processo que, além de ser extremamente demorado, era propenso a erros humanos e inconsistências nos resultados. Esta abordagem manual não só limitava a eficiência operacional da empresa, mas também comprometia a capacidade de resposta perante a crescente demanda dos clientes, em particular da E-Redes, que exige padrões rigorosos de qualidade e conformidade.

Um dos principais problemas identificados era a dependência excessiva da intervenção manual em todas as etapas do processo de ensaio. Desde a recolha de dados dos produtos já produzidos até à execução dos ensaios e à geração de relatórios de conformidade, cada etapa exigia a intervenção direta dos técnicos de qualidade. Este processo manual não só consumia um tempo considerável, mas também aumentava o risco de erros, como a recolha incorreta de dados, a interpretação equivocada de resultados ou a omissão de etapas críticas nos ensaios.

Outro problema significativo era a falta de integração entre os sistemas existentes. A informação necessária para a realização dos ensaios, como manuais de instruções,

esquemas elétricos e versões de software, estava dispersa em diferentes plataformas, como o SharePoint da empresa. Esta falta de integração obrigava os técnicos a consultar múltiplas fontes de informação manualmente, o que aumentava a complexidade do processo e o tempo necessário para a sua conclusão.

Além disso, a complexidade dos protocolos de comunicação industrial, como o Modbus e o IEC 60870-104, exigia um conhecimento técnico avançado para a configuração e execução dos ensaios. A falta de automação neste processo resultava em ensaios menos eficientes e em resultados que nem sempre refletiam o desempenho real dos equipamentos em condições operacionais.

Por fim, a geração manual de relatórios de conformidade era um processo moroso e sujeito a erros. Os relatórios eram essenciais para a comunicação com os clientes, em particular a E-Redes, mas a sua elaboração manual aumentava o risco de inconsistências e atrasos na entrega, o que poderia comprometer a reputação da empresa e a satisfação dos clientes.

Face a estes desafios, tornou-se evidente a necessidade de desenvolver uma solução que automatizasse o processo de ensaios, desde a recolha de dados até à geração de relatórios, garantindo a precisão, a eficiência e a conformidade com os requisitos técnicos exigidos. A Ferramenta de Ensaio foi, portanto, concebida para colmatar estas lacunas, proporcionando uma abordagem integrada e automatizada que não só melhora a eficiência operacional, mas também reforça a qualidade e a fiabilidade dos resultados dos ensaios.

3.1.2 Objetivos

A Ferramenta de Ensaio foi desenvolvida com o objetivo principal de automatizar o processo de ensaios de quadros elétricos, desde a recolha de dados até à geração de relatórios de conformidade, garantindo a conformidade com os requisitos técnicos exigidos pelos clientes, em particular pela E-Redes. Esta ferramenta visa substituir os métodos manuais tradicionalmente utilizados, que eram propensos a erros humanos e consumiam um tempo considerável, limitando a eficiência operacional da empresa.

Um dos principais objetivos da ferramenta é garantir a precisão e a consistência dos ensaios, reduzindo significativamente a probabilidade de erros e assegurando que os resultados sejam fiáveis e replicáveis. Para tal, a ferramenta foi projetada para executar ensaios com base em dados simulados e reais, proporcionando uma abordagem abrangente para a validação dos equipamentos. Os ensaios simulados permitem testar o comportamento dos quadros elétricos em cenários controlados, enquanto os ensaios com dados reais validam o desempenho em condições operacionais reais.

Outro objetivo fundamental é facilitar o trabalho dos técnicos de qualidade, eliminando tarefas repetitivas e manuais, como a recolha de dados e a geração de relatórios. A ferramenta permite que os técnicos se concentrem em atividades de

maior valor acrescentado, como a análise de resultados e a melhoria de processos. Além disso, a integração com o SharePoint da empresa permite o acesso automático a informações essenciais, como manuais de instruções, esquemas elétricos e versões de software, simplificando a organização e a consulta de dados durante os ensaios. A ferramenta também foi desenvolvida para operar de forma eficiente e não intrusiva, garantindo que não interfere com outras operações industriais em curso. A sua integração com protocolos de comunicação industrial, como o Modbus e o IEC 60870-104, permite a interação remota e automatizada com os equipamentos, reduzindo a necessidade de intervenção manual e aumentando a eficiência do processo de ensaio.

Por fim, a ferramenta tem como objetivo gerar relatórios de conformidade de forma automática e precisa, facilitando a comunicação com os clientes e garantindo a transparência nos resultados dos ensaios. Esta funcionalidade não só melhora a eficiência operacional, mas também reforça a confiança dos clientes nas soluções oferecidas pela empresa.

3.1.3 Plano de trabalho

O desenvolvimento desta ferramenta seguiu uma abordagem estruturada e faseada, com o objetivo de garantir que a solução final atendesse às necessidades específicas da JdC e resolvesse os problemas identificados no processo de garantia de qualidade dos quadros elétricos. O plano de trabalho pode ser dividido nas seguintes etapas:

1. Análise das Necessidades e Definição de Requisitos:

- A primeira etapa consistiu na identificação dos problemas existentes no processo de ensaios, como a dependência excessiva da intervenção manual, a falta de automação na recolha de dados e a geração manual de relatórios de conformidade.
- Com base nesta análise, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais da ferramenta, incluindo a necessidade de automatizar a recolha de dados, garantir a precisão dos ensaios e gerar relatórios de conformidade de forma automática.

2. Pesquisa de Tecnologias Existentes:

- Numa segunda fase, foi realizada uma pesquisa de tecnologias existentes que pudessem ser adaptadas às necessidades da empresa. A plataforma Node-Red foi selecionada devido à sua flexibilidade, capacidade de integração com sistemas existentes (como o SharePoint) e suporte para protocolos de comunicação industrial, como o Modbus e o IEC 60870-104. A escolha do Node-Red foi também influenciada por um pequeno projeto

previamente iniciado, mas abandonado pelo departamento de tecnologia da JdC devido à falta de recursos dedicados ao seu desenvolvimento.

- Também foram exploradas soluções para a integração com o SharePoint, permitindo o acesso automático a informações essenciais, como manuais de instruções e esquemas elétricos.
- Para facilitar a distribuição e a integração com *scripts* externos, foi também considerada a utilização do Docker. Esta tecnologia permite a criação de ambientes isolados e portáteis, simplificando a implementação da ferramenta em diferentes sistemas e garantindo a compatibilidade com *scripts* que permitem a criação do relatório de conformidade bem como o *upload* dos mesmos para o SharePoint.

3. Desenvolvimento do Protótipo:

- Com base nas tecnologias selecionadas, foi desenvolvido um protótipo inicial da ferramenta, focado na automatização da recolha de dados e na execução de ensaios com base em dados simulados.
- Este protótipo foi testado em ambiente controlado, permitindo a identificação e correção de eventuais falhas antes da implementação final.

4. Integração com Sistemas Existentes:

- A etapa seguinte consistiu na integração da ferramenta com os sistemas já existentes na empresa, como o SharePoint e os equipamentos industriais que utilizam os protocolos Modbus e IEC 60870-104.
- Esta integração permitiu o acesso automático a informações essenciais e a execução de ensaios de forma remota e automatizada, garantindo a conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes.

5. Testes e Validação:

- A ferramenta foi submetida a uma série de testes rigorosos para garantir o seu correto funcionamento em diferentes cenários, incluindo ensaios com dados simulados e reais.
- Estes testes permitiram validar a eficácia da ferramenta e garantir que esta operava de forma precisa e consistente, sem interferir com outras operações industriais.

6. Implementação e Monitorização:

- Após a validação, a ferramenta foi implementada no ambiente de produção, sendo utilizada pelos técnicos de qualidade para a execução de ensaios e a geração de relatórios de conformidade.

- Foi estabelecido um processo de monitorização contínua para garantir o correto funcionamento da ferramenta e a rápida resolução de eventuais problemas.

7. Documentação e Formação:

- Por fim, foi elaborada uma documentação detalhada da ferramenta, incluindo instruções de utilização, configuração e resolução de problemas.
- Foi também realizada uma sessão de formação para os técnicos de qualidade, garantindo que estes estavam familiarizados com as funcionalidades da ferramenta e com os procedimentos de execução de ensaios.

Este plano de trabalho permitiu o desenvolvimento de uma solução robusta e eficiente, que não só resolveu os problemas identificados, mas também melhorou a eficiência operacional da empresa e garantiu a conformidade com os requisitos técnicos da **E-Redes**.

3.2 Software de Suporte

3.2.1 Exposição do problema

O desenvolvimento do Software de Suporte foi motivado por uma série de desafios e limitações identificados no processo de gestão e armazenamento de dados críticos relacionados com os relés de proteção utilizados nos quadros elétricos produzidos pela JdC. Estes dados, que incluem oscilografias e configurações dos relés, são essenciais para a análise pós-evento e para o cumprimento dos requisitos técnicos exigidos pelos clientes, em particular pela E-Redes. No entanto, a gestão manual destes dados era um processo moroso, propenso a erros e pouco eficiente, o que limitava a capacidade da empresa em garantir a integridade e a disponibilidade das informações.

Um dos principais problemas identificados era a dependência excessiva da intervenção manual na recolha, armazenamento e envio dos ficheiros gerados pelos relés de proteção. Tradicionalmente, os técnicos tinham de aceder manualmente aos relés, recolher os ficheiros (como .DAT, .HDR e .CFG), armazená-los localmente e, posteriormente, enviá-los para os servidores da E-Redes e da JdC. Este processo não só consumia um tempo considerável, mas também aumentava o risco de erros humanos, como a perda de ficheiros, o envio incorreto de dados ou a omissão de etapas críticas. Outro problema significativo era a falta de automação na verificação de novas oscilografias. Sem um sistema automatizado, os técnicos tinham de verificar manualmente a existência de novos ficheiros nos relés de proteção, o que resultava em atrasos na recolha e no envio dos dados. Este atraso poderia comprometer a análise pós-evento e a conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes, que exige que os dados sejam enviados de forma rápida e precisa.

Além disso, a gestão manual dos ficheiros aumentava o risco de inconsistências e perda de dados. Os ficheiros eram armazenados localmente no PC industrial, sem um sistema centralizado que garantisse a sua integridade e disponibilidade. Em caso de falha no PC industrial, os dados poderiam ser perdidos, o que teria um impacto significativo na capacidade da empresa em responder a eventos críticos e em cumprir com as obrigações contratuais.

Por fim, a falta de notificações automáticas em caso de erro no processo de envio de ficheiros era outro problema crítico. Sem um sistema de alerta, os técnicos só tomavam conhecimento de falhas quando estas já tinham impactado o processo, o que resultava em atrasos na correção de problemas e na entrega dos dados aos clientes. Face a estes desafios, tornou-se evidente a necessidade de desenvolver uma solução que automatizasse todo o processo de gestão de dados, desde a recolha de ficheiros até ao seu armazenamento e envio para os servidores da E-Redes e da JdC. O Software de Suporte foi, portanto, concebido para colmatar estas lacunas, proporcionando uma abordagem integrada e automatizada que não só melhora a eficiência operacional, mas também garante a integridade, a disponibilidade e a conformidade dos dados.

3.2.2 Objetivos

O Software de Suporte foi desenvolvido com o objetivo principal de otimizar a gestão e o armazenamento de dados críticos relacionados com os relés de proteção utilizados nos quadros elétricos produzidos pela empresa. Este software visa garantir a integridade, a disponibilidade e a conformidade destes dados, que são essenciais para a análise pós-evento e para o cumprimento dos requisitos técnicos exigidos pelos clientes, em particular pela E-Redes.

Um dos principais objetivos do software é a sua execução de forma não intrusiva, ou seja, sem interferir no funcionamento normal do PC industrial. Este equipamento é utilizado remotamente por diversos utilizadores, e é crucial que o software opere em segundo plano, permitindo que as operações industriais continuem sem interrupções. Para tal, o software foi projetado para ser leve e eficiente, garantindo que não sobrecarrega o sistema ou afeta o desempenho das outras aplicações em execução.

Outro objetivo fundamental é a resolução do problema anteriormente identificado, relacionado com a gestão manual de dados, que era propensa a erros humanos e consumia um tempo considerável. O software automatiza todo o processo de recolha, armazenamento e envio de dados, eliminando a necessidade de intervenção manual e, conseqüentemente, minimizando o risco de erros. Esta automação não só aumenta a eficiência operacional, mas também garante a consistência e a fiabilidade dos dados gerados.

Além disso, o software foi concebido para operar de forma autónoma, utilizando o Task Scheduler do Windows para executar tarefas periódicas a cada meia hora.

Esta funcionalidade permite que o processo de gestão de dados seja contínuo e sem necessidade de supervisão constante, libertando os recursos humanos para outras tarefas de maior valor acrescentado.

3.2.3 Plano de trabalho

O desenvolvimento do Software de Suporte seguiu uma abordagem estruturada e faseada, com o objetivo de garantir que a solução final atendesse às necessidades específicas da JdC e resolvesse os problemas identificados no processo de gestão de dados dos relés de proteção. O plano de trabalho pode ser dividido nas seguintes etapas:

1. Análise das Necessidades e Definição de Requisitos:

- A primeira etapa consistiu na identificação dos problemas existentes no processo de gestão de dados, como a dependência excessiva da intervenção manual, a falta de automação na verificação de novas oscilografias e a ausência de notificações automáticas em caso de erro.
- Com base nesta análise, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais do software, incluindo a necessidade de operar de forma não intrusiva, garantir a integridade e a disponibilidade dos dados, e enviar notificações automáticas em caso de falha.

2. Pesquisa de Tecnologias Existentes:

- Numa segunda fase, foi realizada uma pesquisa de tecnologias existentes que pudessem ser adaptadas às necessidades da empresa. Foram avaliadas várias linguagens de programação e bibliotecas, com destaque para o Python, devido à sua versatilidade, à vasta gama de bibliotecas disponíveis e à facilidade de integração com protocolos de comunicação industrial, como o Modbus.
- Também foram exploradas soluções para a transferência segura de ficheiros, tendo sido selecionado o SFTP pela sua robustez e compatibilidade com os sistemas existentes na empresa.

3. Desenvolvimento do Protótipo:

- Com base nas tecnologias selecionadas, foi desenvolvido um protótipo inicial do software, focado na automatização da recolha de ficheiros dos relés de proteção e no seu envio para os servidores da E-Redes e da JdC.
- Este protótipo foi testado em ambiente controlado, permitindo a identificação e correção de eventuais falhas antes da implementação final.

4. Integração com Sistemas Existentes:

- A etapa seguinte consistiu na integração do software com os sistemas já existentes na empresa, como o SharePoint e os servidores SFTP. Esta integração permitiu o acesso automático a informações essenciais e a transferência segura de ficheiros, garantindo a conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes.
- Foi também implementado um sistema de notificações automáticas por e-mail, utilizando o servidor SMTP do Outlook, para alertar o departamento de tecnologia em caso de falha no processo de envio de ficheiros.

5. Testes e Validação:

- O software foi submetido a uma série de testes rigorosos para garantir o seu correto funcionamento em diferentes cenários, incluindo a recolha de ficheiros, o envio para os servidores e a geração de notificações em caso de erro.
- Estes testes permitiram validar a eficácia do software e garantir que este operava de forma não intrusiva, sem afetar o funcionamento normal do PC industrial.

6. Implementação e Monitorização:

- Após a validação, o software foi implementado no ambiente de produção, sendo configurado para executar tarefas periódicas a cada meia hora através do Task Scheduler do Windows.
- Foi estabelecido um processo de monitorização contínua para garantir o correto funcionamento do software e a rápida resolução de eventuais problemas.

7. Documentação e Formação:

- Por fim, foi elaborada uma documentação detalhada do software, incluindo instruções de instalação, configuração e utilização.
- Foi também realizada uma sessão de formação para os técnicos responsáveis pela manutenção do software, garantindo que estes estavam familiarizados com as suas funcionalidades e com os procedimentos de resolução de problemas.

Este plano de trabalho permitiu o desenvolvimento de uma solução robusta e eficiente, que não só resolveu os problemas identificados, mas também melhorou a eficiência operacional da empresa e garantiu a conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes.

3.3 Ferramenta de Orçamentação

3.3.1 Exposição do problema

O desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação foi motivado por uma série de desafios e limitações identificados no processo de desenho e orçamentação de quadros elétricos na JdC. Tradicionalmente, este processo era realizado de forma manual, o que, além de ser extremamente demorado, era propenso a erros humanos e inconsistências nos resultados. A crescente complexidade e especificidade dos projetos de engenharia elétrica exigiam uma abordagem mais eficiente e precisa, que garantisse a conformidade com os requisitos técnicos e a satisfação dos clientes.

Um dos principais problemas identificados era a dependência excessiva da intervenção manual em todas as etapas do processo de orçamentação. Desde a seleção dos componentes até ao cálculo dos custos e à geração de orçamentos, cada etapa exigia a intervenção direta dos projetistas e engenheiros. Este processo manual não só consumia um tempo considerável, mas também aumentava o risco de erros, como a seleção incorreta de componentes, o cálculo impreciso de custos ou a omissão de etapas críticas no desenho técnico.

Outro problema significativo era a falta de integração entre as diferentes etapas do processo. A informação necessária para a orçamentação, como os preços dos componentes e as especificações técnicas, estava dispersa em diferentes fontes, como catálogos de fornecedores e bases de dados internas. Esta falta de integração obrigava os projetistas a consultar múltiplas fontes de informação manualmente, o que aumentava a complexidade do processo e o tempo necessário para a sua conclusão. Além disso, a complexidade dos projetos de quadros elétricos exigia um conhecimento técnico avançado para a configuração e disposição dos componentes. A falta de uma ferramenta que automatizasse este processo resultava em desenhos técnicos menos eficientes e em orçamentos que nem sempre refletiam os custos reais dos projetos. Esta situação não só comprometia a eficiência operacional, mas também aumentava o risco de sobrecustos e de insatisfação dos clientes.

Por fim, a geração manual de orçamentos e desenhos técnicos era um processo moroso e sujeito a erros. Os orçamentos eram essenciais para a comunicação com os clientes, mas a sua elaboração manual aumentava o risco de inconsistências e atrasos na entrega, o que poderia comprometer a reputação da empresa e a satisfação dos clientes.

Face a estes desafios, tornou-se evidente a necessidade de desenvolver uma solução que automatizasse o processo de desenho e orçamentação, desde a seleção dos componentes até à geração de orçamentos e desenhos técnicos. A Ferramenta de Orçamentação foi, portanto, concebida para colmatar estas lacunas, proporcionando uma abordagem integrada e automatizada que não só melhora a eficiência operacional, mas também garante a precisão, a conformidade e a satisfação dos clientes.

3.3.2 Objetivos

A Ferramenta de Orçamentação foi desenvolvida com o objetivo principal de otimizar o processo de desenho e orçamentação de quadros elétricos, proporcionando uma solução integrada que permite aos engenheiros e projetistas gerir de forma eficiente tanto o design quanto os custos associados aos projetos. Esta ferramenta visa substituir os métodos manuais tradicionalmente utilizados, que eram propensos a erros humanos, demorados e pouco eficientes, especialmente face à crescente complexidade e especificidade dos projetos de engenharia elétrica.

Um dos principais objetivos da ferramenta é automatizar o processo de orçamentação, reduzindo significativamente o tempo necessário para a elaboração de orçamentos e minimizando os erros inerentes a este processo. A ferramenta integra uma base de dados com informações detalhadas sobre os componentes elétricos, permitindo a geração automática de orçamentos precisos e detalhados. Além disso, a ferramenta permite a importação de ficheiros DXF, garantindo a compatibilidade com outras ferramentas de CAD amplamente utilizadas no mercado.

Outro objetivo fundamental é facilitar o trabalho dos projetistas e engenheiros, fornecendo uma interface gráfica intuitiva e funcionalidades que simplificam o desenho técnico dos quadros elétricos. A ferramenta permite a disposição dos componentes de forma automática, com base nas configurações definidas pelo utilizador, e inclui mecanismos de validação que previnem erros comuns, como a sobrecarga de disjuntores ou a incompatibilidade entre componentes. Esta funcionalidade não só aumenta a eficiência do processo de design, mas também garante que os quadros elétricos cumprem os requisitos técnicos e de segurança.

A ferramenta também foi desenvolvida para operar de forma modular, oferecendo diferentes modos de funcionamento, como o Modo Standard, o Modo Personalizado e o Modo Skid. Esta flexibilidade permite que a ferramenta seja adaptada a diferentes tipos de projetos, desde os mais comuns até aos mais complexos e específicos. O Modo Standard utiliza a base de dados de desenhos da empresa, enquanto o Modo Personalizado permite a inclusão de componentes personalizados, oferecendo maior versatilidade para projetos não convencionais. O Modo Skid, ainda em desenvolvimento, visa atender a necessidades específicas relacionadas com equipamentos montados em skids, proporcionando uma abordagem mais customizada e eficiente. Por fim, a ferramenta tem como objetivo gerar relatórios e documentação de forma automática, incluindo desenhos técnicos em formato PDF e orçamentos detalhados em formato Excel. Esta funcionalidade não só melhora a eficiência operacional, mas também facilita a comunicação com os clientes, garantindo a transparência e a precisão nas informações fornecidas.

3.3.3 Plano de trabalho

O desenvolvimento da Ferramenta de Orçamentação seguiu uma abordagem estruturada e faseada, com o objetivo de garantir que a solução final atendesse às necessidades específicas da JdC e resolvesse os problemas identificados no processo de desenho e orçamentação de quadros elétricos. O plano de trabalho pode ser dividido nas seguintes etapas:

1. Análise das Necessidades e Definição de Requisitos:

- A primeira etapa consistiu na identificação dos problemas existentes no processo de orçamentação, como a dependência excessiva da intervenção manual, a falta de integração entre as diferentes etapas do processo e a geração manual de orçamentos e desenhos técnicos.
- Com base nesta análise, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais da ferramenta, incluindo a necessidade de automatizar o processo de orçamentação, garantir a precisão dos cálculos e facilitar o trabalho dos projetistas e engenheiros.

2. Pesquisa de Tecnologias Existentes:

- Numa segunda fase, foi realizada uma pesquisa de tecnologias existentes que pudessem ser adaptadas às necessidades da empresa. A linguagem de programação Python foi selecionada devido à sua versatilidade, à vasta gama de bibliotecas disponíveis e à facilidade de criação de interfaces gráficas.
- Também foram exploradas soluções para a integração com ficheiros DXF, permitindo a compatibilidade com outras ferramentas de CAD.

3. Desenvolvimento do Protótipo:

- Com base nas tecnologias selecionadas, foi desenvolvido um protótipo inicial da ferramenta, focado na automatização do processo de orçamentação e na geração de desenhos técnicos.
- Este protótipo foi testado em ambiente controlado, permitindo a identificação e correção de eventuais falhas antes da implementação final.

4. Integração com Sistemas Existentes:

- A etapa seguinte consistiu na integração da ferramenta com os sistemas já existentes na empresa, como a base de dados de componentes elétricos e os ficheiros DXF utilizados para desenhos técnicos.

- Esta integração permitiu o acesso automático a informações essenciais, como preços e especificações técnicas dos componentes, garantindo a precisão e a conformidade dos orçamentos gerados.

5. Testes e Validação:

- A ferramenta foi submetida a uma série de testes rigorosos para garantir o seu correto funcionamento em diferentes cenários, incluindo a seleção de componentes, o cálculo de custos e a geração de orçamentos e desenhos técnicos.
- Estes testes permitiram validar a eficácia da ferramenta e garantir que esta operava de forma precisa e consistente, sem interferir com outras operações industriais.

6. Implementação e Monitorização:

- Após a validação, a ferramenta foi implementada no ambiente de produção, sendo utilizada pelos projetistas e engenheiros para a elaboração de orçamentos e desenhos técnicos.
- Foi estabelecido um processo de monitorização contínua para garantir o correto funcionamento da ferramenta e a rápida resolução de eventuais problemas.

7. Documentação e Formação:

- Por fim, foi elaborada uma documentação detalhada da ferramenta, incluindo instruções de utilização, configuração e resolução de problemas.
- Foi também realizada uma sessão de formação para os projetistas e engenheiros, garantindo que estes estavam familiarizados com as funcionalidades da ferramenta e com os procedimentos de elaboração de orçamentos e desenhos técnicos.

Este plano de trabalho permitiu o desenvolvimento de uma solução robusta e eficiente, que não só resolveu os problemas identificados, mas também melhorou a eficiência operacional da empresa e garantiu a conformidade com os requisitos técnicos e de segurança dos quadros elétricos.

Capítulo 4

Apresentação de Resultados

4.1 Ferramenta de Ensaio

Para que este objetivo seja alcançado a aplicação foi desenvolvida em Node-Red pela facilidade de integração com as tecnologias previamente existentes na empresa.

Para garantir um funcionamento claro e objetivo, o desenvolvimento iniciou-se com a criação de um fluxograma, como podemos ver na fig. 4.1. Esta representação visual não apenas delineou a lógica operacional do sistema, mas também facilitou todo o processo de desenvolvimento, tornando-o mais intuitivo e eficiente.

A aplicação acede ao SharePoint da empresa onde vai adquirir os dados dos produtos já produzidos usando as funcionalidades de conexão do Node-Red com o SharePoint como podemos ver na imagem 4.2.

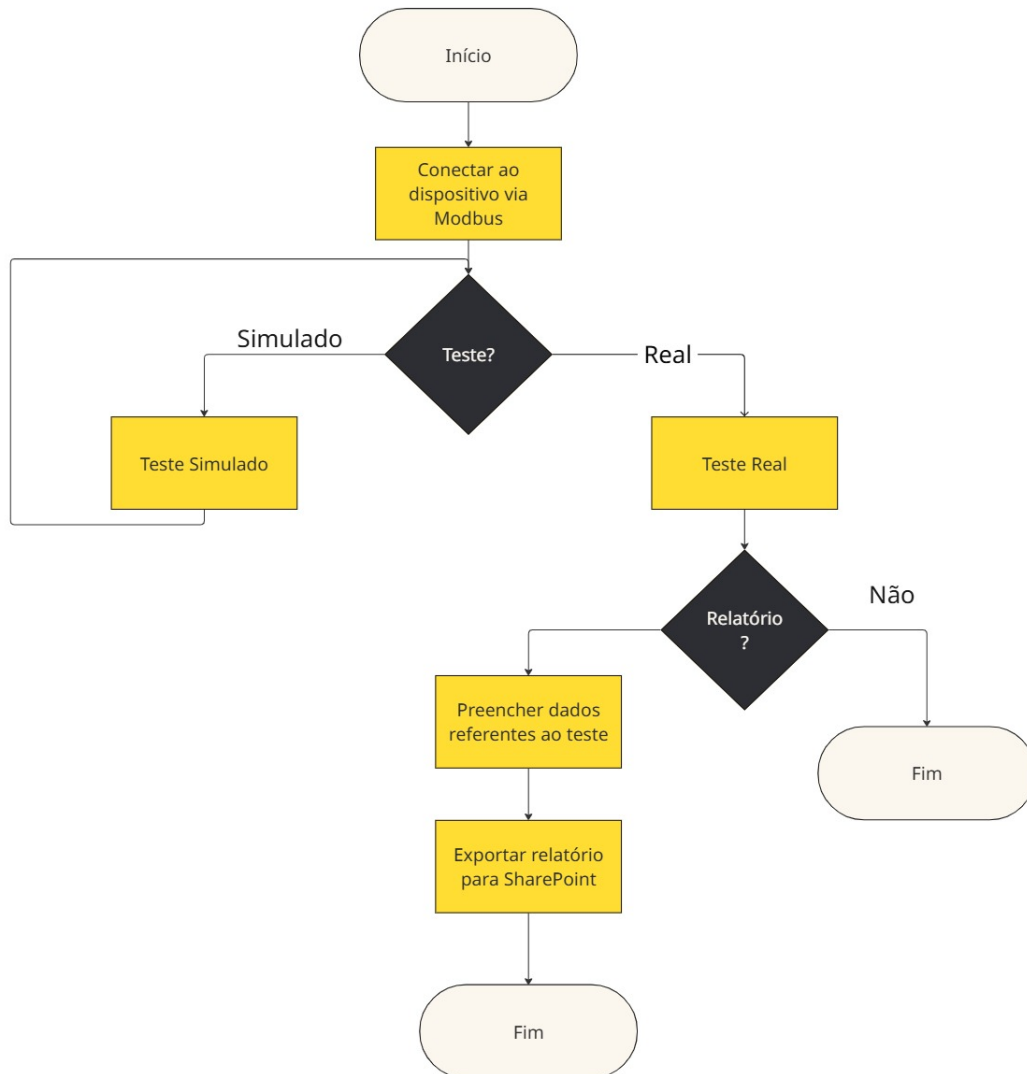


Figura 4.1: Fluxograma da Ferramenta de Ensaio.

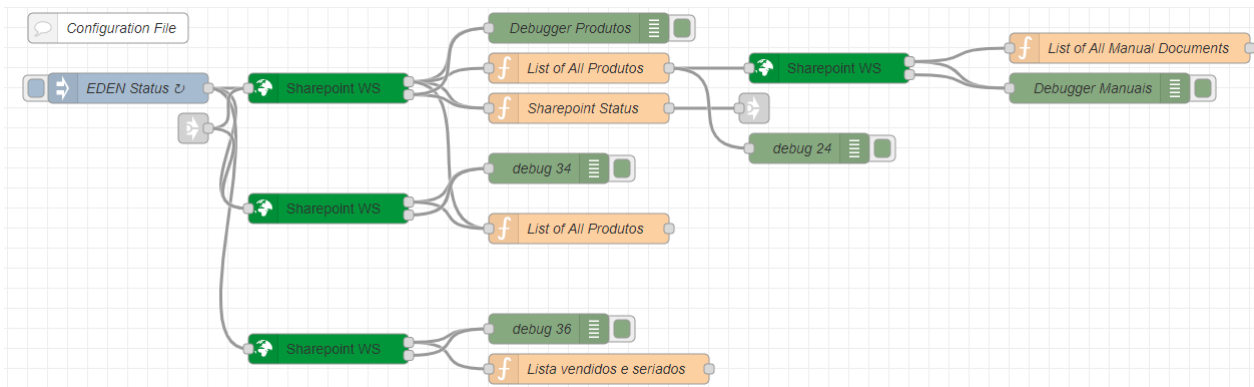


Figura 4.2: Obtenção da informação através do Node-Red.

Com essa informação é criada uma página para a organização da informação de uma forma mais intuitiva ao utilizador para facilitar o trabalho do técnico de qualidade que irá executar os ensaios. Para que tal fosse possível foi escrito um código em Vue.js para tornar a página apelativa e intuitiva ao utilizador. Essa organização é ilustrada na imagem 4.3.

☰ Pagina de Características

Características

🔍 Search

NumSerie	CodigoJdC ↑	ID	Modelo	Cliente	Manual	Esquema	Software	IP	Porta
0025/24-004	A362300006A00	9	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA					
0025/24-002	A362300006A00	17	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA	📄 Manuais			10.71.50.12	502
0027/24-003	A362300006A00	20	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA	📄 Manuais	📄 Esquemas	📄 Software	192.168.1.22	502
0053/24-004	A362300001A00	23	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - CMEC 1000kVA	CMEC South Europe Development Unupessoal, Lda.	📄 Manuais	📄 Esquemas	📄 Software	192.168.1.22	502
0025/24-001	A362300006A00	24	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA	📄 Manuais	📄 Esquemas	📄 Software	192.168.1.22	502

Items per page: 5 1-5 of 5 < > >>

Figura 4.3: Página Node-Red.

Nesta página podemos encontrar informação relativa ao Número de Série do produto, Código interno, Modelo, Cliente, o Manual de instruções, o seu esquema elétrico, a versão do software instalado no mesmo bem como o seu IP e a Porta. Para o acesso ao Manual, esquema e versão do software os botões que vemos na figura 4.3 usam o código interno para construir a hiperligação que leva para a página do SharePoint que contém o respetivo documento.

Fazendo "scroll" horizontal na página podemos encontrar mais duas opções que nos levam para páginas diferentes que nos permite executar os ensaios de base de dados simulados e os ensaios de base de dados reais como podemos ver na imagem 4.4.

The screenshot shows a web application interface with a dark green header containing a hamburger menu icon and the text 'Pagina de Características'. Below the header is a section titled 'Características' with a search bar. The main content is a table with columns: ID, Modelo, Cliente, Manual, Esquema, Software, IP, Porta, Simulado, and Real. The table contains five rows of data. The 'Manual' column has red buttons labeled 'Manuais'. The 'Esquema' column has green buttons labeled 'Esquemas'. The 'Software' column has green buttons labeled 'Software'. The 'Simulado' and 'Real' columns have yellow buttons labeled 'Teste'. At the bottom of the table, there is a pagination control showing 'Items per page: 5' and '1-5 of 5'.

ID	Modelo	Cliente	Manual	Esquema	Software	IP	Porta	Simulado	Real
9	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA							
17	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA	Manuais			10.71.50.12	502	Teste	Teste
20	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA	Manuais	Esquemas	Software	192.168.1.22	502	Teste	Teste
23	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - CMEC 1000kVA	CMEC South Europe Development Unupessoal, Lda.	Manuais	Esquemas	Software	192.168.1.22	502	Teste	Teste
24	SKID UPP 4m HÍBRIDO 30kV - Eurowind 1000kVA	EUROWIND ENERGY LDA	Manuais	Esquemas	Software	192.168.1.22	502	Teste	Teste

Figura 4.4: Opções de teste.

Ensaio de Base de Dados Simulados

Ao entrar na página dos ensaios simulados, a página usa o IP e a Porta da linha do botão selecionado para conectar com o aparelho em questão e podemos encontrar a página representada na figura 4.5. Como podemos ver na figura 4.5 encontramos 3

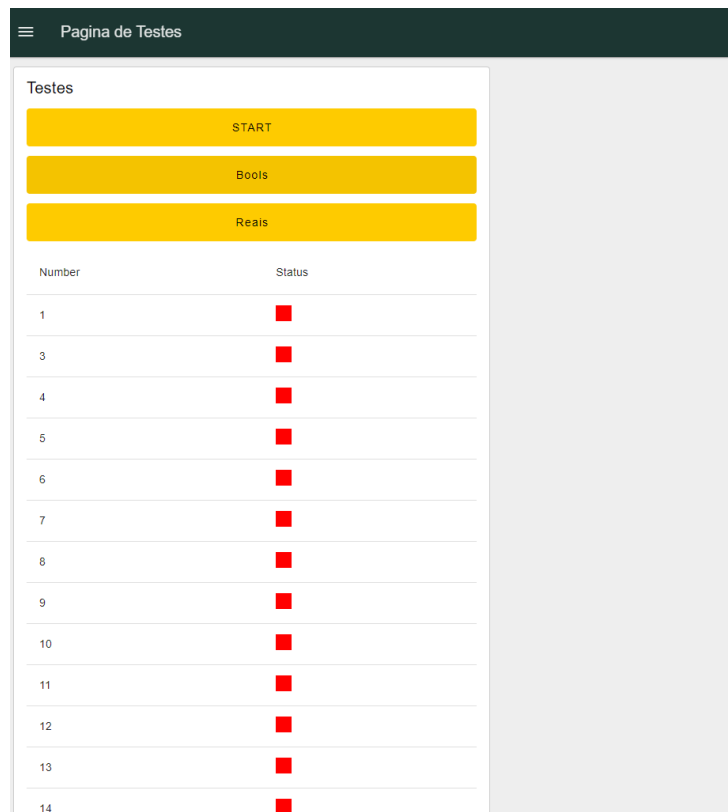


Figura 4.5: Ensaio Simulado.

botões, o primeiro botão envia um sinal para iniciar a comunicação com o protocolo IEC 60870-104 e começa a receber a informação que será enviada através do mesmo protocolo. Neste ensaio são enviados valores através do protocolo Modbus para o PLC e o mesmo retorna uma mensagem através do protocolo IEC 60870-104, para enviar essa informação com o Modbus. Esta informação dependendo do endereço que se quer atingir tem de ser enviada informação diferente, para alguns endereços são enviados valores booleanos, para outros são enviados valores reais. Para tal foram desenvolvidos os blocos para enviar essa informação para o PLC como podemos ver na figura 4.6.

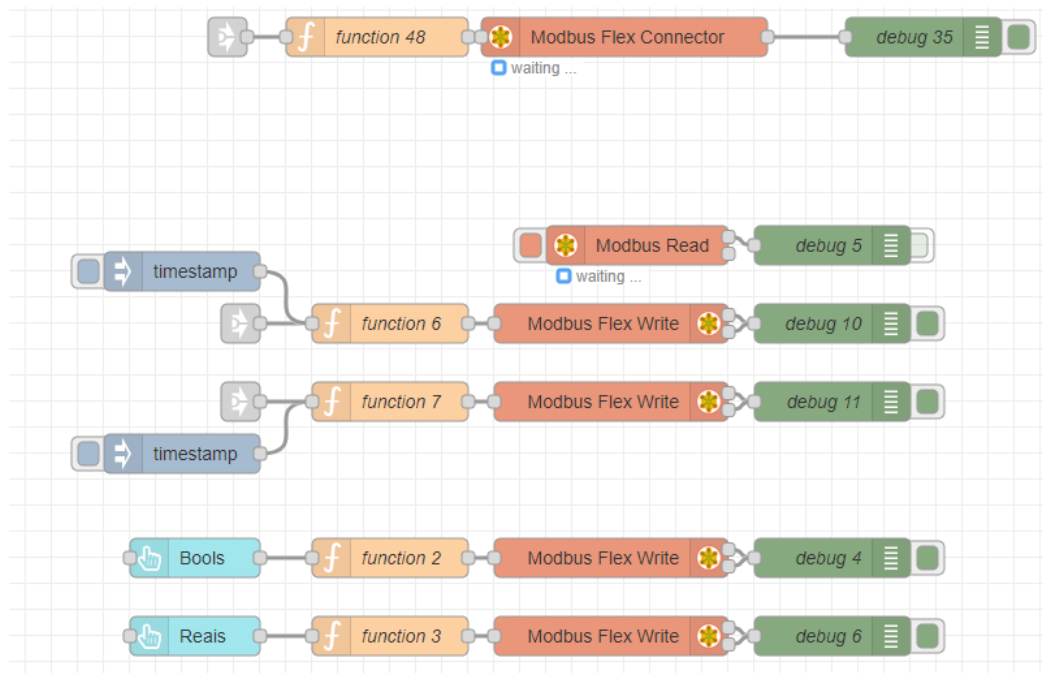


Figura 4.6: Construção Modbus.

Ao enviar a mensagem de Modbus este recebe a mensagem de IEC 60870-104, este descodifica a trama recebida e consoante a mensagem recebida este confirma alterando os quadrados vermelhos que podemos ver na figura 4.5 para quadrado verdes como podemos ver na figura 4.7.

Página de Testes

Testes

START

Bools

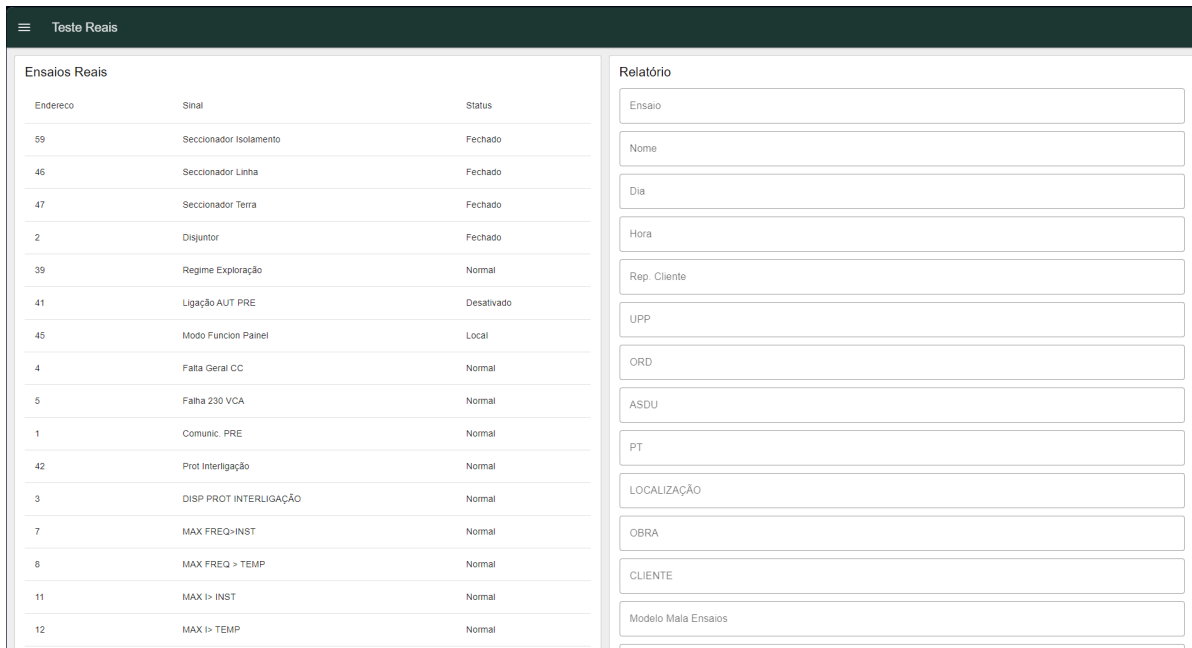
Reais

Number	Status
1	■
3	■
4	■
5	■
6	■
7	■
8	■
9	■
10	■
11	■
12	■
13	■

Figura 4.7: Página de Ensaio de Base de Dados Simulados depois da simulação.

Ensaio de Base de Dados Reais

À semelhança dos ensaios de base de dados simulados mal se entra carrega no botão somos redirecionados para uma página diferente, desta vez encontramos a página que podemos ver na figura 4.8.



The screenshot shows a web interface titled 'Teste Reais'. It is divided into two main sections: 'Ensaios Reais' on the left and 'Relatório' on the right.

Ensaios Reais Table:

Endereco	Sinal	Status
59	Seccionador Isolamento	Fechado
46	Seccionador Linha	Fechado
47	Seccionador Terra	Fechado
2	Disjuntor	Fechado
39	Regime Exploração	Normal
41	Ligação AUT PRE	Desativado
45	Modo Função Painel	Local
4	Falha Geral CC	Normal
5	Falha 230 VCA	Normal
1	Comunic. PRE	Normal
42	Prot Interligação	Normal
3	DISP PROT INTERLIGAÇÃO	Normal
7	MAX FREQ>INST	Normal
8	MAX FREQ > TEMP	Normal
11	MAX I> INST	Normal
12	MAX I> TEMP	Normal

Relatório Form:

The 'Relatório' section contains several input fields for data entry:

- Ensaio
- Nome
- Dia
- Hora
- Rep. Cliente
- UPP
- ORD
- ASDU
- PT
- LOCALIZAÇÃO
- OBRA
- CLIENTE
- Modelo Mala Ensaios

Figura 4.8: Página de Ensaios de Base de Dados Reais.

Do lado esquerdo podemos ver algumas das configurações que a E-redes exige que sejam verificadas.

Nesta secção da tela serão exibidas as alterações que o técnico de qualidade fizer, à semelhança dos ensaios de base de dados simulados esta página faz a conexão ao aparelho através do IP e da Porta da linha do botão carregado. Com essa conexão quando o técnico de qualidade fizer alterações o programa recebe parte informação por Modbus e altera a informação mostrada na tabela em questão consoante a mensagem recebida, a outra parte é recebida através do protocolo IEC 60870-104 e da mesma forma executa as alterações.

Para a leitura do IEC 60870-104 foi desenvolvido um conjunto de bloco em ordem a estabelecer a conexão adequada e a efetuar o envio e a leitura adequada da respetiva informação como podemos observar na figura 4.9

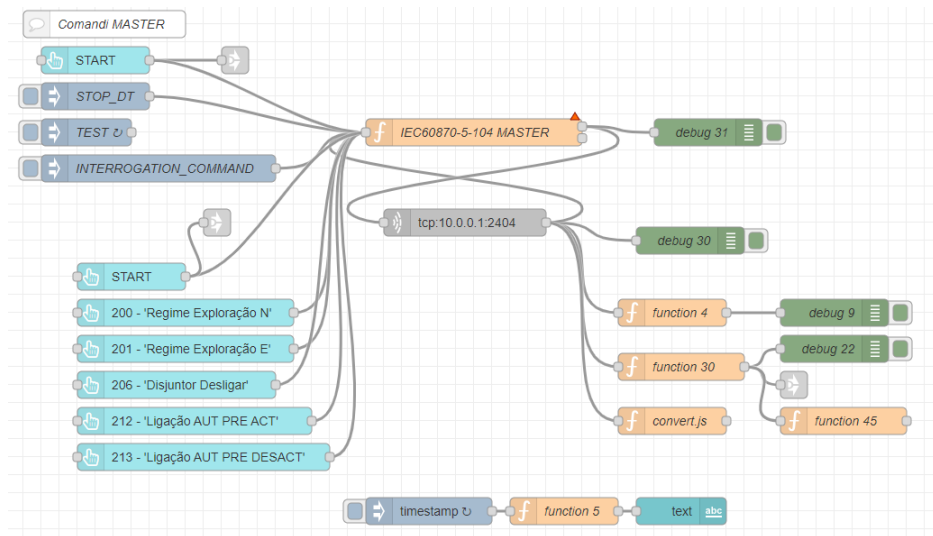


Figura 4.9: Blocos que estabelecem a conexão IEC 60870-104.

Do lado direito da tela permite preencher e gerar o ficheiro de conformidade exigido pela E-redes. O técnico de qualidade quando acabar de ensaiar o equipamento preenche o com os dados do próprio e do equipamento que ensaiou e no fim o programa gera o documento como podemos ver na figura 4.10 e 4.11.

Tendo este documento gerado o software faz "upload" do ficheiro para uma página do SharePoint da empresa onde fica a aguardar que um supervisor vá aprovar o documento para que este possa ser enviado para a E-redes.

Para garantir um ambiente mais eficiente e de fácil distribuição, o sistema foi integrado em Docker, permitindo a criação de um container portátil e autossuficiente. Esta abordagem eliminou a necessidade de instalações manuais de dependências ou configurações complexas em cada dispositivo, uma vez que todas as bibliotecas ficam encapsuladas dentro da imagem Docker. Além disso, o uso de volumes para o ficheiro de configuração permite ajustes rápidos sem a necessidade de reconstruir a imagem, assegurando flexibilidade em diferentes ambientes de implantação. A containerização também facilitou a distribuição uniforme do software em múltiplos dispositivos, bastando apenas executar o container com um simples comando docker run.

Data		3/10
Hora		11
Participantes JdC		Tomás Valente
Rep. Cliente		x

Nº UPP		1
ORD		123
ASDU		147
Nº PT Local		1
Localização		Grijó
Obra		AMARELEJA 1
Cliente		CMEC

Equipamento	Modelo	Número de Serie
Mala de Ensaíos	123	1233

Figura 4.10: Primeira Página do Documento gerado.

IOA		Descrição	Resultados			
			Estado 0	Estado 1	Estado 2	Estado 3
59		SECCIONADOR ISOLAMENTO	OK	OK	OK	OK
46		SECCIONADOR LINHA	OK	OK	OK	OK
47		SECCIONADOR TERRA	OK	OK	OK	OK
2		DISJUNTOR	OK	OK	OK	OK
39		REGIME EXPLORACAO	OK	OK		
41		LIGACAO AUT PRE	OK	OK		
45		MODO FUNCION PAINEL	OK	OK		
4		FALTA GERAL CC	OK	OK		
5		FALHA 230VCA	OK	OK		
1		COMUNIC PRE	OK	OK		
42		PROTECAO DE INTERLIGACAO	OK	OK		
3		DISP PROT INTERLIGACAO	OK	OK		
7		MAX FREQ+ INST	OK	OK		
8		MAX FREQ+ TEMP	OK	OK		
11		MAX I+ INST	OK	OK		
12		MAX I+ TEMP	OK	OK		
13		MAX I+> INST	OK	OK		
14		MAX I+> TEMP	OK	OK		
19		MAX U+ INST	OK	OK		
20		MAX U+ TEMP	OK	OK		
21		MAX U+> TEMP	OK	OK		
22		MAX U+> INST	OK	OK		
29		MIN FREQ- INST	OK	OK		
30		MIN FREQ- TEMP	OK	OK		
33		MIN U- INST	OK	OK		
34		MIN U- TEMP	OK	OK		
43		MAX POTENCIA	OK	OK		
44		MAX POTENCIA	OK	OK		

Nota: OK: Ensaio realizado com sucesso / NA- Não Aplicável: IOA não ensaiado

Figura 4.11: Segunda Página do Documento gerado.

4.2 Software de Suporte

Foi desenvolvido um software em Python onde este retira 3 ficheiros (.DAT, .HDR e .CFG) do relé de proteção do produto por Modbus e os mesmos são enviados para o servidor SFTP da empresa para que estes possam guardar uma cópia de segurança e também é enviado para o servidor de SFTP da E-redes.

Para garantir um funcionamento claro e objetivo, o desenvolvimento iniciou-se com a criação de um fluxograma, como podemos ver na fig. 4.12. Esta representação visual não apenas delineou a lógica operacional do sistema, mas também facilitou todo o processo de desenvolvimento, tornando-o mais intuitivo e eficiente.

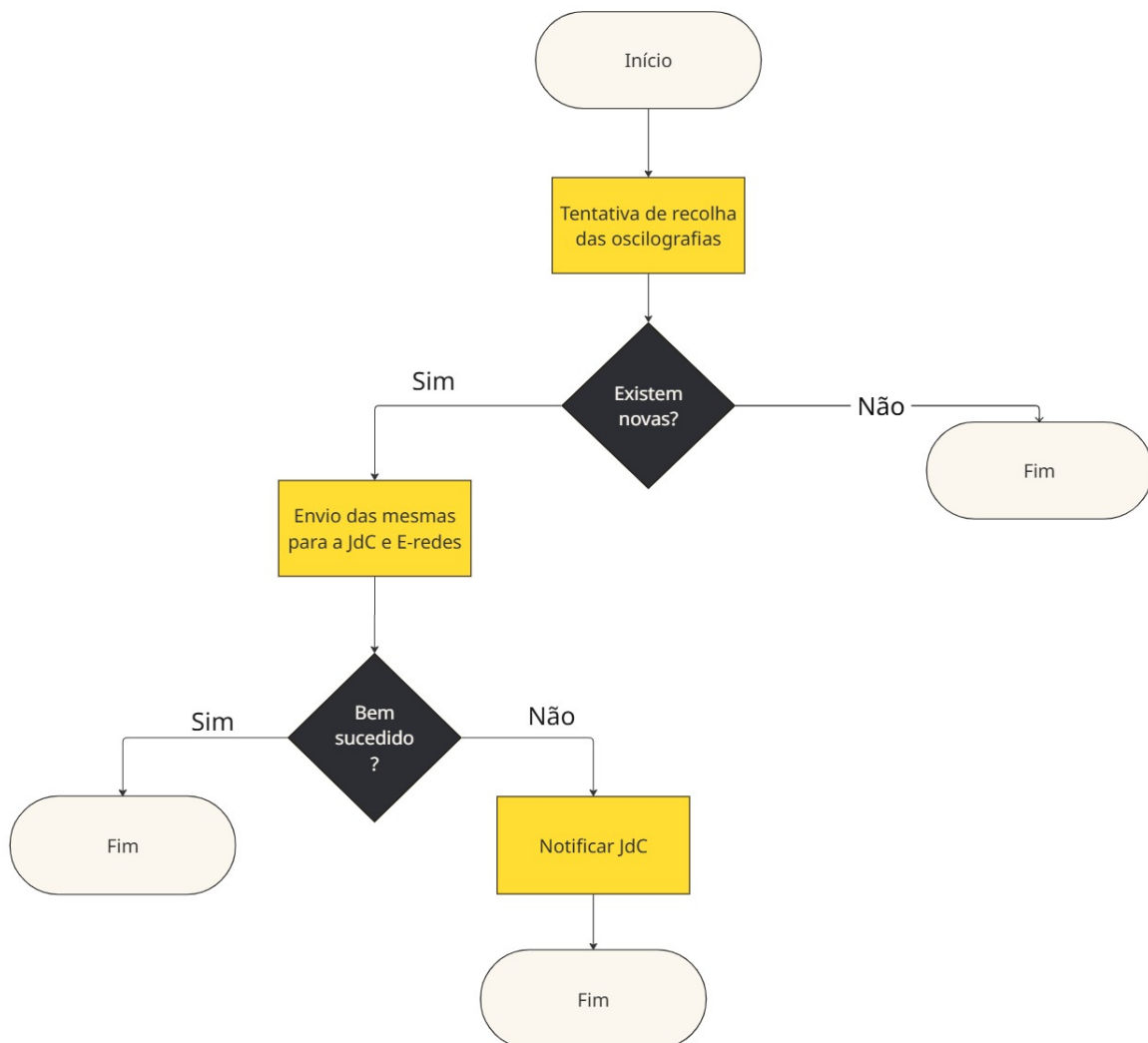


Figura 4.12: Fluxograma Software de Suporte.

Este software funciona sem o utilizador perceber e usa do Task scheduler do Windows para que este software seja executado a cada meia hora.

A cada meia hora o programa é executado e este vai à pasta onde os ficheiros estão

armazenado e verifica os dígitos dos ficheiros existentes e retira o valor mais alto para ir comparar com os existentes no relé de proteção e caso exista um com um número maior este faz o download para o PC industrial do produto e posteriormente envia para o servidor SFTP da E-redes bem como o da JdC e faz também upload para o SharePoint da Empresa.

Em caso de erro ao enviar os ficheiros para alguma das localizações acima descritas o programa envia um email automaticamente para o departamento de tecnologia da JdC para que estes sejam notificados de que alguma coisa falhou e possam corrigir o erro o mais rapidamente possível.

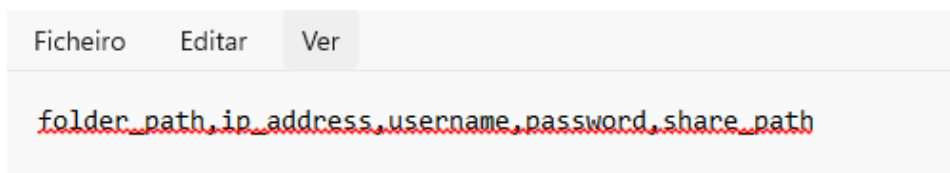


Figura 4.13: Estrutura de ficheiro de configuração.

Na fig 4.13 podemos verificar a estrutura como o ficheiro deve ser configurado. A primeira parte deve ser preenchida com o caminho onde os ficheiros que são retirados do relé de proteção devem ser armazenados, no caso deve ser colocado algo do género de "C:\Tomás\Desktop\PT1". Se esta pasta não existir o programa trata de criar a pasta para que seja possível armazenar os ficheiros como é possível ver na fig. 4.14

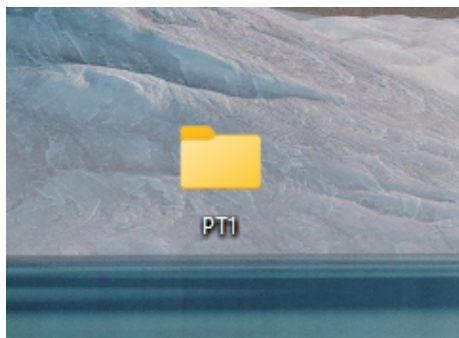


Figura 4.14: Pasta criada para guardar os ficheiros.

Existindo uma pasta onde seja possível guardar estes ficheiros é preciso fornecer um endereço IP para que seja possível aceder ao relé de proteção. Tendo esse endereço definido no ficheiro de configuração, o código pega nesse endereço e vai aceder ao relé através do protocolo de Modbus e vai aceder à pasta "Comtrade" para retirar os 3 ficheiros relativos à última oscilografia gerada pelo Relé.

Ao verificar a existência de uma oscilografia este vai comparar com os ficheiros existentes na pasta para verificar se esta já foi armazenada, em caso de ser esse o caso o código não faz mais nada, caso esta ainda não tenha sido armazenada esta armazena no próprio PC industrial e usa as próximas duas informações no ficheiro de

configuração, este usa o *username* e a *password* para enviar esta informação para o respetivo servidor SFTP da E-redes.

Estes ficheiros são também enviados via SFTP para o servidor SFTP da JdC para que seja guardada uma cópia dentro da empresa. Por fim é usada a última informação no ficheiro de configuração para que esta informação possa também ser enviada para o SharePoint da empresa para que seja armazenado na pasta correta dentro do mesmo.

Em caso de algum destes processos falhar foi definido um método que consiste no código enviar um email para o departamento de tecnologia da JdC para que isso seja possível foi utilizado o servidor smtp-mail do Outlook para que mesmo seja possível o envio do email sem ser necessário qualquer configuração adicional no PC industrial.

```
1 HOST = 'smtp-mail.Outlook.com'
2 PORT = 587
3 FROM = 'Nav_NAS@jaymedacosta.pt'
4 TO = 'DepTecnologia@jaymedacosta.pt'
5 PASSWORD = 'XXXXXX'
```

Listagem 4.1: Setup do uso do servidor para enviar o email

Através desta simples configuração é possível que o código utilize o servidor smtp-mail do Outlook para em caso de erro este utiliza o email "Nav_NAS@jaymedacosta.pt" para enviar um email para o departamento de tecnologia com uma descrição do problema para que este departamento esteja notificado que existiu um erro e para que um membro do departamento possa intervir se necessário e corrigir o problema.

Posto tudo isto resta apenas executar a configuração do Task Scheduler para que este possa ser executado uma vez a cada meia hora, para que assim o programa possa verificar se existem novas oscilografias para serem guardadas e executar todo o processo anteriormente descrito.

4.3 Ferramenta de Orçamentação

Esta aplicação foi inteiramente desenvolvida em Python, tendo o objetivo bem definido começou-se a desenhar uma GUI. Para a criação foram usadas duas bibliotecas do Python o Tkinter e o CustomTkinter. Com estas bibliotecas foi desenvolvida uma primeira página de login para que o utilizador possa autenticar-se como é possível ver na fig 4.15

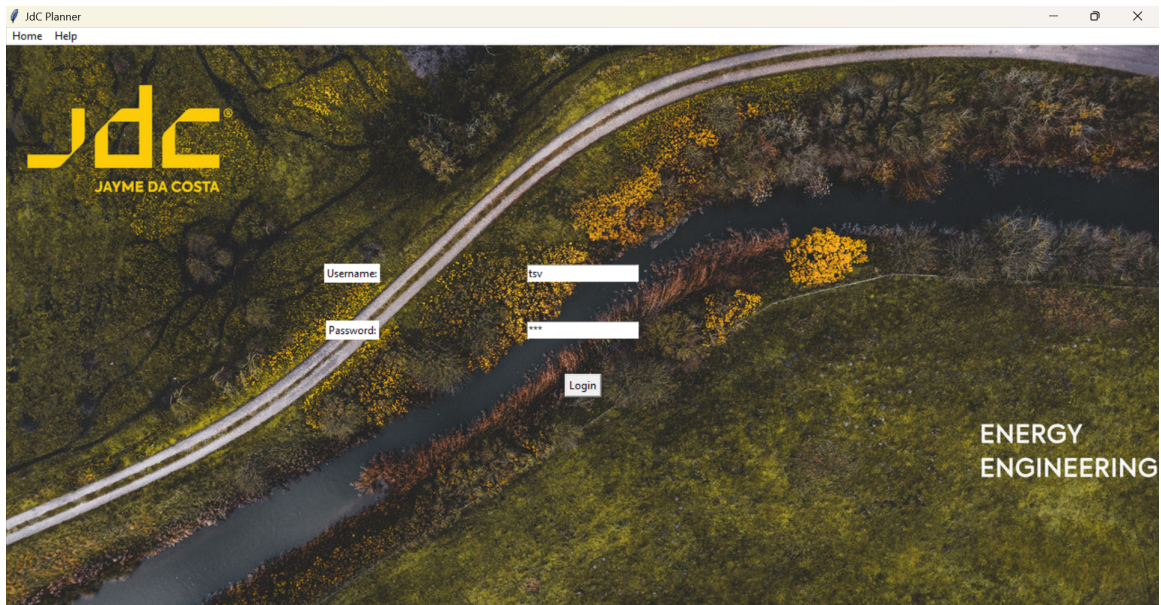


Figura 4.15: Página de Login.

Ao tentar autenticar-se o programa faz uma busca na base de dados para verificar se o utilizador realmente pode aceder à aplicação, com o uso da biblioteca CustomTkinter em caso de erro o utilizador recebe um alerta visual que o informa que alguma informação foi incorretamente inserida como pode ser visto na fig. 4.16.

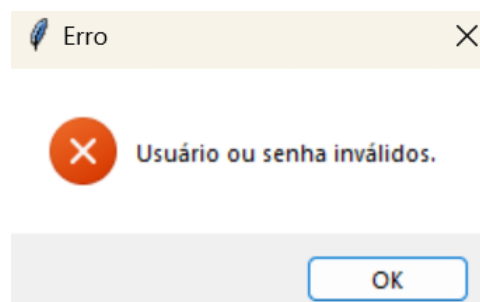


Figura 4.16: Erro de Login.

Com uma autenticação bem-sucedida a aplicação guarda o código do funcionário para uso futuro, em simultâneo a aplicação redireciona o utilizador para uma tela onde este pode seleccionar um dos três seguintes modos,fig 4.17, sendo estes:

- Modo Standard
- Modo Personalizado
- Modo SKid

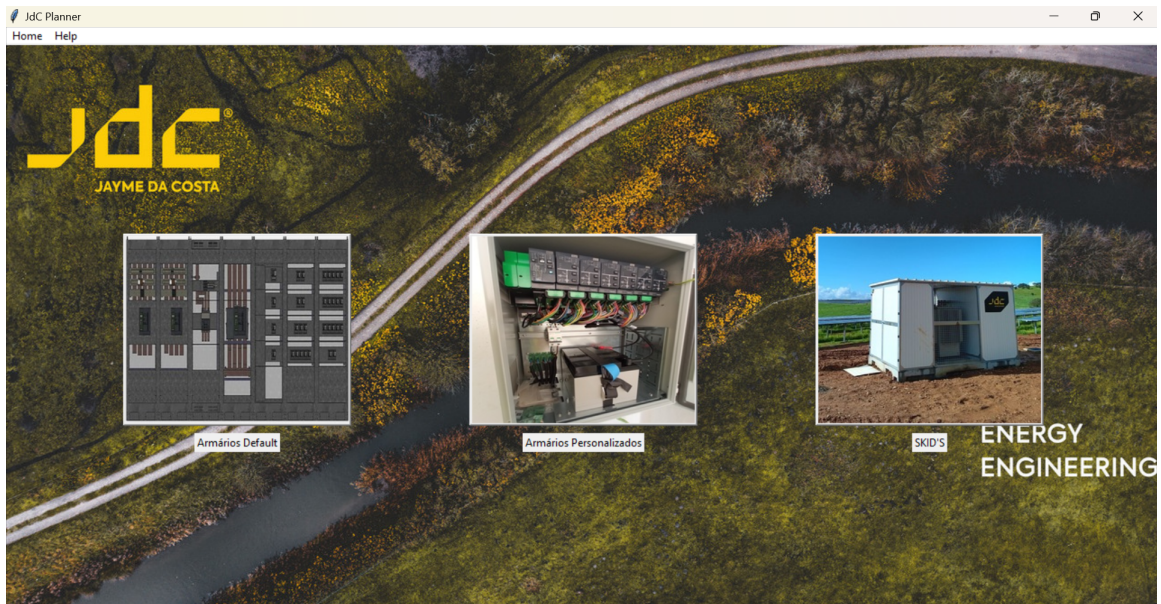


Figura 4.17: Página de seleção de modo de funcionamento.

4.3.1 Modo Standard

Neste modo podemos utilizar a base de dados de desenhos da JdC para o desenho e o orçamento que será descrito mais à frente. Antes do desenho e do orçamento é ainda necessário preencher uma série de configurações que irão influenciar no processo de desenho.

Configurações

Ao carregar no primeiro botão visível na fig 4.17, este redireciona o utilizador para a tela de configurações do modo standard que pode ser visto na fig 4.18.

The screenshot shows the 'JdC Planner' application window. The interface is split into three columns. The left column, titled 'Campos Obrigatórios', contains several dropdown menus and text input fields for mandatory configuration parameters. The middle column, titled 'Campos Opcionais', contains radio buttons and dropdown menus for optional parameters. The bottom section, titled 'Clientes', contains two text input fields for client information. In the bottom right corner, there are two buttons labeled 'Anterior' and 'Próximo', and the JdC logo with the name 'JAYME DA COSTA' below it.

Figura 4.18: Página de Configurações.

Esta tela está dividida em 3 partes:

- Campos Obrigatórios
- Campos Opcionais
- Clientes

Os campos obrigatórios são constituídos pelo Setor do Produto, Tensão, Corrente Nominal, Corrente de Curto-Circuito, barramento, tipo de barramento, número de barramentos e pela simultaneidade. Estes campos enumerados ou têm um carácter obrigatório por serem um requisito interno para poder classificar o projeto como é o caso do setor do produto ou por terem uma influência direta nas opções que irão surgir na tela de desenho como é o caso do Barramento e das Correntes.

Os Campos Opcionais contrariamente aos obrigatórios não são essenciais para a continuação do projeto, mas sim configurações que o cliente pode querer e caso assim seja tem de estar discriminadas, para tal, é possível discriminar a classe de isolamento, grau de proteção ip, grau de proteção ik, a possibilidade de ter rodapé, bem como porta exterior e de pintura.

A secção do cliente, tal como os campos opcionais, não é essencial mas tem a sua

própria divisão por não se tratar de uma configuração do produto mas sim uma informação relativa ao cliente em questão. Nesta secção é preenchido o nome e o email do cliente.

Com esta informação é possível prosseguir, a aplicação utiliza os campos obrigatórios e vai ser feito um filtro em relação aos componentes que ficarão disponíveis na tela de desenho e guarda as configurações todas para que estas possam ser listadas no orçamento final.

Desenho

Depois do filtro dos componentes e da informação armazenada podemos ver a tela de desenho representada na fig 4.19.

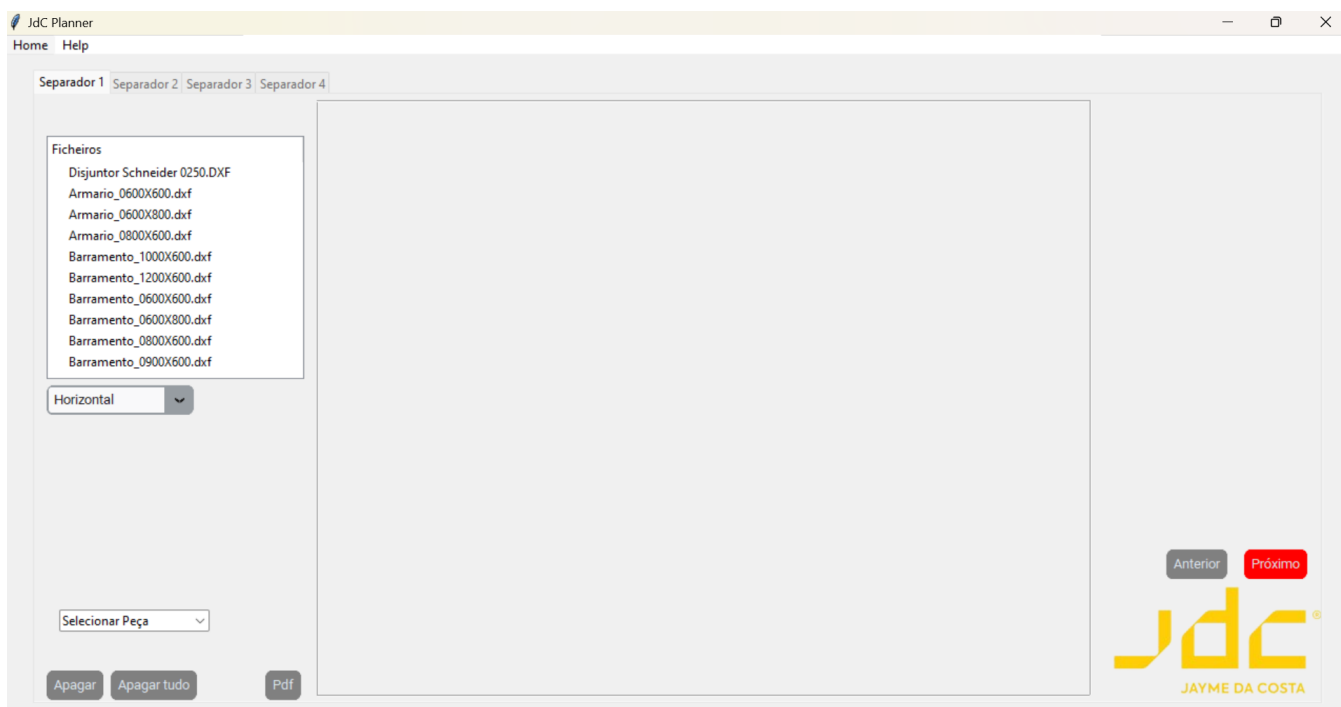


Figura 4.19: Página de Desenho do Modo Standard.

O que pode ser visto na fig 4.19 tem como base as configurações com os menores valores existentes, se forem aumentados os valores na página de configurações aparecerão mais opções conforme representado na fig 4.20.

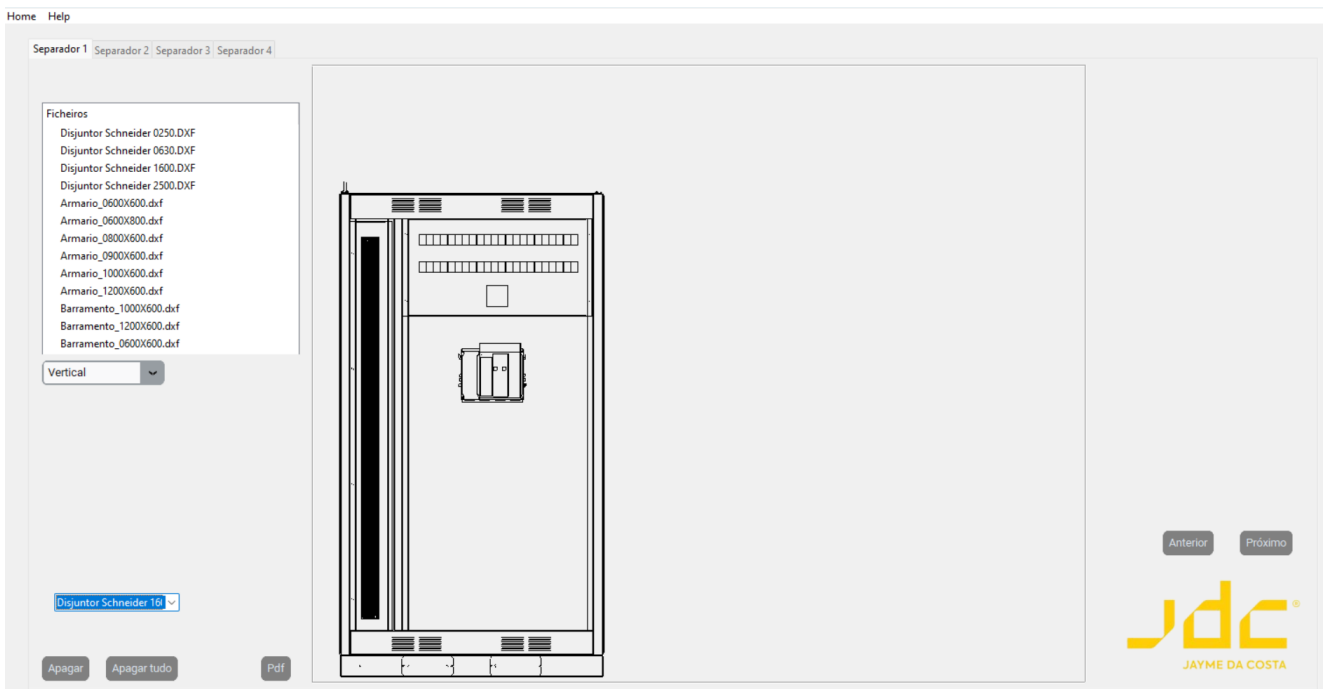


Figura 4.20: Página de Desenho do Modo Standard com valores atualizados.

A diferença entre a fig 4.19 e a fig 4.20 reside na quantidade de componentes que a aplicação permite que sejam colocados e também contem uma breve demonstração de uma armário com componentes já alocados. Apesar destes componentes estarem disponíveis não significa que estes possam ser alocados sem critério.

Se o utilizador tentar colocar um disjuntor sem ter um armário previamente colocado recebe um aviso que o impede de colocar como o que pode ser visto na fig 4.21.

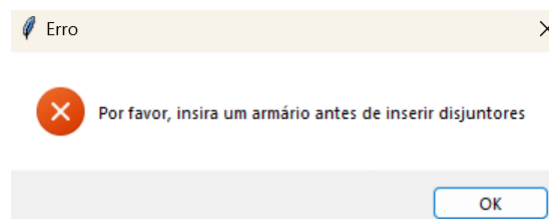


Figura 4.21: Erro ao tentar colocar disjuntores.

Para além do erro da fig 4.21 pode também aparecer o erro de se tentar colocar mais disjuntores do que o permitido pelas configurações feitas pelo utilizador, avisando-o deste facto e também a corrente que tem disponível como pode ser visto na fig 4.22.

Existe ainda um alerta para o caso de o utilizador tentar adicionar um armário quando existem armários vazios como é possível ver na fig 4.23, também aparece um erro ao tentar adicionar um barramento que não é compatível com os armários dispostos como está na presente na fig 4.24.

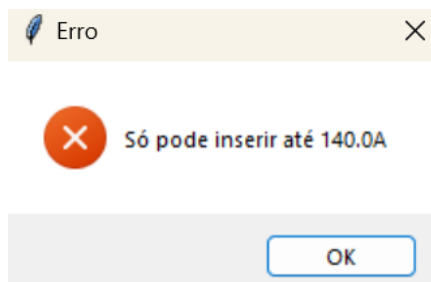


Figura 4.22: Erro ao tentar colocar disjuntores.

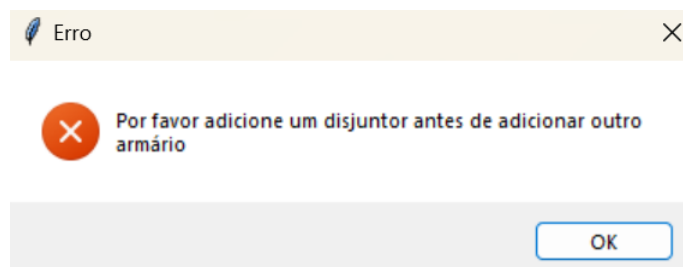


Figura 4.23: Erro ao tentar adicionar armários enquanto existem armários vazios.

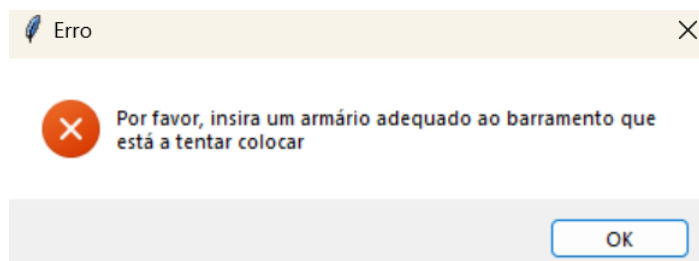


Figura 4.24: Erro ao tentar adicionar barramento não correspondente.

Por motivos óbvios existe uma limitação no espaço em que os componentes podem ser adicionados, então foram feitos vários separadores que só ficam disponíveis depois de 3 armários estarem adicionados, posto isto foi criado também um erro caso o utilizador tente colocar armários quando o limite já tiver sido atingido, erro este que pode ser visto na fig 4.25.

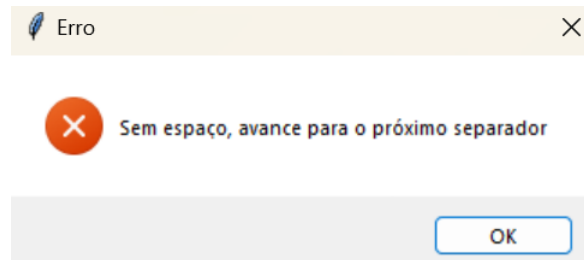


Figura 4.25: Erro ao tentar colocar armários quando o limite já foi atingido.

Quando o utilizador terminar de desenhar todas as páginas e todas as restrições estiverem a ser cumpridas, o cumprimento destas restrições pode ser visto pelo botão que na fig 4.20 está a vermelho torna-se cinzento igual aos outros quando estas restrições estão a ser cumpridas.

Carregando neste botão somos redirecionados para a página onde é feito o orçamento.

Orçamento

Entrando no processo de orçamentação podemos encontrar a tela que se vê na fig 4.26

Código	Quantidade	Descrição
0010100000		ASSISTÊNCIA TÉCNICA-REPARAÇÃO - 241.02
0112001600		ACTUAD.ROT.SKF CRAB11 256030/9 - 698.32
0115027900		CONDENSADOR BATERIA 10KVAR - 47.24
0115028900		CONDENSADOR BATERIA 13KVAR - 59.82
0115029900		CONDENSADOR BATERIA 15KVAR - 62.49
0115030900		CONDENSADOR BATERIA 20KVAR - 66.96
0115031900		CONDENSADOR BATERIA 25KVAR - 84.48
0115032900		CONDENSADOR BATERIA 30KVAR - 93.15
0115033900		CONDENSADOR BATERIA 40KVAR - 111.09
0115034900		CONDENSADOR BATERIA 50KVAR - 135.53

Figura 4.26: Página de Orçamentação dos valores.

Nesta página, do lado esquerdo é possível ver uma lista do material que o utilizador adicionou na tela anterior e uma opção para guardar externamente esta lista caso seja do interesse do utilizador.

Na parte central da página, onde o utilizador pode procurar pelos componentes que quer adicionar ao orçamento, este pode procurar pelo código interno do produto ou pelo seu nome.

Abaixo tem um campo para inserir a quantidade de cada componente que quer adicionar ou retirar, tem também o botão para adicionar ou para remover o componente do orçamento.

Abaixo destas encontram-se dois campos, um onde podemos estabelecer a percentagem de margem de lucro que o utilizador quer aplicar.

Depois de todos estes passos é possível ainda guardar em pdf os desenhos executados na página anterior, fig 4.27, e ainda gerar o excel com o orçamento executado ao longo deste processo como demonstra a fig 4.28.

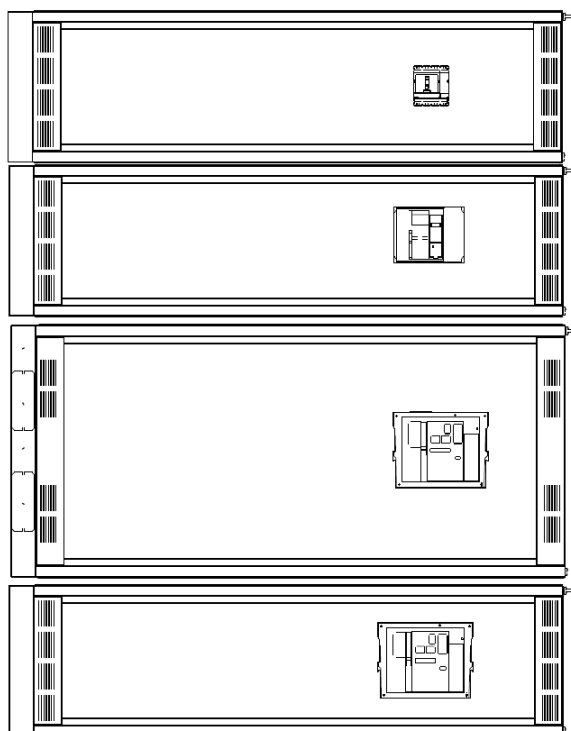


Figura 4.27: Exemplo de um desenho guardado em pdf.

Na fig 4.28 encontra-se exemplo de um orçamento gerado pela aplicação, ao gerar o orçamento o programa insere o código do utilizador no orçamento identificando quem o realizou bem como as respetivas configurações utilizadas.

O programa analisa também o que foi orçamentado e calcula um valor para a mão de obra e para o ensaios e acrescenta esse valor ao valor do material orçamentado para fornecer um valor final correto ao cliente.

4.3.2 Modo Personalizado

O modo personalizado nasce da necessidade de um modo onde se pudesse orçamentar modelos diferentes do standard produzido pela empresa. Este modo tal como o modo *skid* são dois modos que foram idealizados, mas cujas funcionalidades ainda não foram desenvolvidas, isto é, o modo está operacional, mas seria ainda necessário alguma atenção e pensamento crítico para que se torne uma opção viável, útil mas acima de tudo inovadora.

Ao dia de hoje a aplicação remete para uma tela idêntica à que está presente na fig 4.18 para que, tal como no modo standard o utilizador possa definir as configurações do produto que quer orçamentar.

Terminando as configurações o programa remete para uma página de desenho um pouco diferente da que se encontra no modo standard como se vê na fig 4.29.

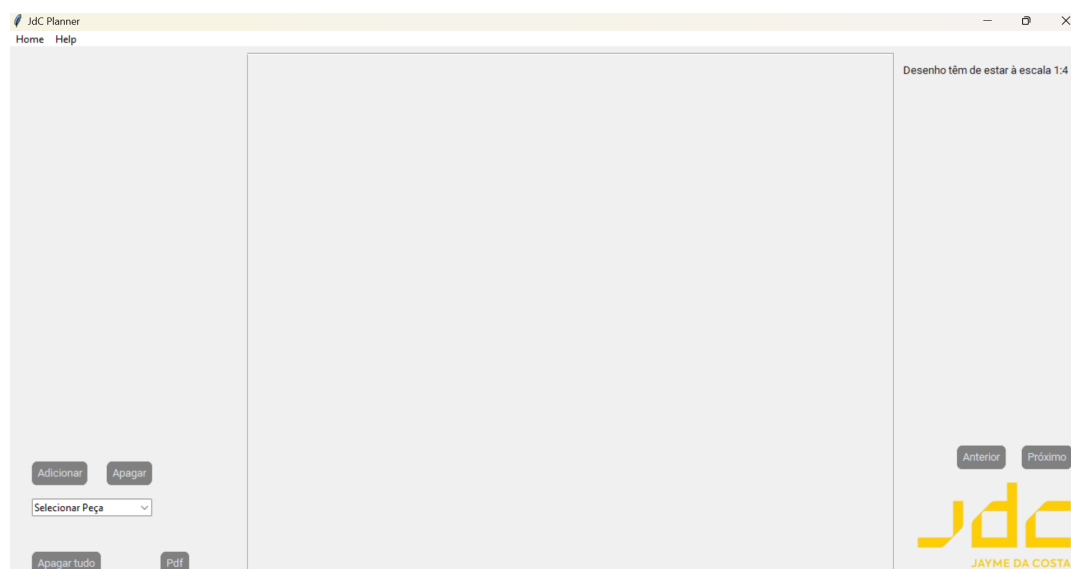


Figura 4.29: Página de Desenho do Modo Personalizado.

A principal diferença entre a fig 4.29 e a fig 4.20 reside na forma de acrescentar componentes à área de desenho, na 4.20 era possível adicionar componentes através da área disponível à esquerda da tela onde tinha os componentes disponíveis, já na fig 4.29 tem a opção de acrescentar um componente que não está na base de dados de desenhos standard abrindo assim o explorador de ficheiros onde o utilizador pode escolher o ficheiro do componente que quer acrescentar.

4.3.3 Modo Skid

O modo Skid encontra-se atualmente em fase de desenvolvimento, representando um avanço estratégico para atender a necessidades específicas relacionadas ao design e orçamentação de equipamentos montados em skids. Este modo visa oferecer uma abordagem mais customizada e eficiente para situações em que a mobilidade e a integração modular dos equipamentos são essenciais.

Embora ainda em estágio inicial, o modo Skid apresenta um grande potencial para expandir as capacidades da ferramenta desenvolvida, permitindo uma maior flexibilidade no design e na adaptação às exigências de projetos mais complexos. No entanto, devido à sua natureza inovadora, ainda são necessários estudos adicionais para avaliar plenamente a sua viabilidade técnica e os impactos económicos associados à sua implementação.

Dessa forma, o modo Skid será objeto de análise em projetos futuros, com o objetivo de explorar as suas funcionalidades e determinar como ele poderá ser integrado de forma eficiente ao fluxo de trabalho existente. Este será também um tema a ser debatido internamente, para alinhar as intenções e estratégias da empresa em relação à evolução da ferramenta e às demandas do mercado

Capítulo 5

Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de três ferramentas — **Ferramenta de Orçamentação**, **Ferramenta de Ensaio** e **Software de Suporte** — no âmbito do estágio realizado na empresa JdC. Estas ferramentas foram concebidas para resolver problemas específicos identificados na empresa, contribuindo para a melhoria da eficiência operacional, a redução de erros humanos e a garantia de conformidade com os requisitos técnicos dos clientes.

A **Ferramenta de Orçamentação**, desenvolvida em Python, demonstrou ser uma solução eficaz para a automatização do processo de desenho e orçamentação de quadros elétricos. A sua capacidade de integrar uma base de dados de componentes, validar projetos automaticamente e gerar orçamentos detalhados permitiu reduzir significativamente o tempo e os erros associados ao processo manual. Além disso, a compatibilidade com ficheiros DXF facilitou a integração com outras ferramentas de CAD, aumentando a sua versatilidade. Teve também o ponto negativo da falta de tempo para o desenvolvimento do projeto na sua totalidade pelo que obrigou a que o modo personalizado e o modo de Skid a ficarem como uma ideia que infelizmente não pode sair do papel.

A **Ferramenta de Ensaio**, baseada em Node-Red, trouxe uma abordagem inovadora para a automatização dos ensaios de quadros elétricos. A sua integração com o SharePoint da empresa e o suporte para protocolos de comunicação industrial, como Modbus e IEC 60870-104, permitiram a execução de ensaios precisos e a geração automática de relatórios de conformidade. Esta ferramenta não só melhorou a eficiência do processo de garantia de qualidade, mas também reforçou a

conformidade com os requisitos técnicos da E-Redes.

O **Software de Suporte**, também desenvolvido em Python, destacou-se pela sua capacidade de automatizar a gestão de dados críticos dos relés de proteção. A utilização de Docker facilitou a distribuição e a integração com *scripts* externos, garantindo a portabilidade e a eficiência do software. A automatização da recolha e envio de ficheiros para os servidores da E-Redes e da JdC permitiu reduzir a intervenção manual e garantir a integridade e a disponibilidade dos dados.

Em suma, este trabalho demonstrou a viabilidade e os benefícios da automação no setor de quadros elétricos, contribuindo para a modernização dos processos da JdC e para a satisfação dos seus clientes. As três ferramentas desenvolvidas representam um avanço significativo na forma como a empresa aborda a orçamentação, os ensaios e a gestão de dados, consolidando a sua posição como uma empresa inovadora e orientada para a qualidade.

5.1 Trabalho Futuro

Embora as ferramentas desenvolvidas tenham alcançado os objetivos propostos, existem várias oportunidades para futuros desenvolvimentos. Para a **Ferramenta de Orçamentação**, seria interessante explorar a integração com sistemas de gestão de ‘stocks’ em tempo real, permitindo uma atualização automática dos preços e da disponibilidade dos componentes. Além disso, a inclusão de funcionalidades de inteligência artificial para a otimização automática de projetos poderia trazer benefícios significativos.

No caso da **Ferramenta de Ensaio**, a expansão para suportar mais protocolos de comunicação industrial e a integração com sistemas de monitorização em tempo real poderiam aumentar a sua aplicabilidade e utilidade. A criação de um módulo de análise de dados para identificar padrões e tendências nos resultados dos ensaios também seria uma adição valiosa.

Por fim, o **Software de Suporte** poderia ser melhorado com a implementação de um sistema de alertas mais avançado, incluindo notificações em tempo real através de mensagens instantâneas ou aplicações móveis. A integração com sistemas de gestão de ativos também poderia proporcionar uma visão mais abrangente do estado dos relés de proteção e dos equipamentos associados.

Em conclusão, este trabalho não apenas resolveu os problemas específicos identificados na empresa, mas também abriu caminho para futuras investigações e desenvolvimentos, consolidando a importância da automação e da inovação no setor de quadros elétricos.

Referências

- [1] P. S. Foundation, “History of python.” Acedido em: 2025-02-10. [Citado na página 7]
- [2] F. Lundh, *Python Standard Library*. O’Reilly Media, 2001. [Citado na página 7]
- [3] G. van Rossum, “The zen of python,” 2004. Acedido em: 2025-02-10. [Citado na página 7]
- [4] Logos-World, “Python logo,” 2023. Acedido em: 2025-02-10. [Citado nas páginas vii e 7]
- [5] P. S. Foundation, “Tkinter documentation.” Acedido em: 2025-02-10. [Citado na página 8]
- [6] T. Schimansky, “Customtkinter github repository.” Acedido em: 2025-02-10. [Citado na página 8]
- [7] T. Schimansky, “Customtkinter documentation.” Acedido em: 2025-02-11. [Citado na página 8]
- [8] E. Gazoni and C. Clark, “openpyxl documentation.” Acedido em: 2025-02-11. [Citado na página 8]
- [9] R. Python, “Handling large excel files with openpyxl,” Acedido em: 2025-02-11. [Citado na página 9]
- [10] E. Gazoni and C. Clark, “Formatting excel files with openpyxl.” Acedido em: 2025-02-11. [Citado na página 9]
- [11] W. McKinney, *Python for Data Analysis*. O’Reilly Media, 2017. [Citado na página 10]
- [12] T. pandas Development Team, “pandas: Citing.” Acedido em: 2025-02-12. [Citado nas páginas vii e 10]
- [13] R. Python, “Data visualization with pandas and matplotlib,” Acedido em: 2025-02-12. [Citado na página 10]
- [14] M. Moitzi, “ezdxf documentation.” Acedido em: 2025-02-12. [Citado na página 11]

-
- [15] H. Hashemi, “acronymmaker: A python tool for generating acronyms.” Acedido em: 2025-02-12. [Citado nas páginas vii e 11]
- [16] P. Developers, “Pypdf2: A python library to read and manipulate pdf files.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 12]
- [17] P. Developers, “Pypdf2 documentation.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 12]
- [18] P. D. Team, “Pypdf2 documentation,” 2024. Acedido em: 2025-02-15. [Citado nas páginas vii e 12]
- [19] M. Kleehammer, “pyodbc: Python odbc database access.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 13]
- [20] M. Kleehammer, “pyodbc: Supported databases.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 13]
- [21] M. Kleehammer, “pyodbc documentation.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 13]
- [22] T. pandas Development Team, “pandas: Working with databases.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 13]
- [23] L. Lefèvre, “pymodbustcp: A python implementation of the modbus tcp protocol.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 14]
- [24] L. Lefèvre, “pymodbustcp: Documentation and examples.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 14]
- [25] J. Forcier, “Paramiko: Python implementation of the sshv2 protocol.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 14]
- [26] J. Forcier, “Paramiko sftp: Secure file transfer protocol.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 14]
- [27] J. Forcier, “Paramiko advanced usage.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 15]
- [28] J. Forcier, “Paramiko configuration and customization.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 15]
- [29] R. Sanchez, “tftpy: A python tftp library.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 15]
- [30] V. Gremyachev, “Office365-rest-python-client: Advanced usage and features.” Acedido em: 2025-02-15. [Citado na página 16]

-
- [31] N. Foundation, “Node.js official documentation.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 17]
- [32] N.-R. Contributors, “Node-red: Low-code programming for event-driven applications.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado nas páginas 17 e 18]
- [33] N. Foundation, “Node.js community and ecosystem.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 17]
- [34] Pixabay, “Node.js logo vector image.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado nas páginas vii e 17]
- [35] N.-R. Contributors, “Why node-red?.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 18]
- [36] N.-R. Contributors, “Node-red: Integration with external systems.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 18]
- [37] N.-R. Contributors, “Node-red community and ecosystem.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 18]
- [38] N.-R. Contributors, “Node-red: Resources and documentation.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado nas páginas vii e 18]
- [39] seeklogo, “Vue.js logo png vector.” Acedido em: 2025-06-14. [Citado nas páginas vii e 19]
- [40] O. Corporation, “Mysql: The world’s most popular open source database.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 20]
- [41] O. Corporation, “Mysql features.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 20]
- [42] O. Corporation, “Mysql tools and utilities.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado na página 20]
- [43] OVHcloud, “What is mysql?.” Acedido em: 2025-02-16. [Citado nas páginas vii e 20]
- [44] I. Docker, “Docker: Empowering app development for developers.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 21]
- [45] I. Docker, “Why docker?.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 21]
- [46] I. Docker, “Docker orchestration.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 21]
- [47] I. Docker, “Docker hub: The world’s largest library of container images.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 21]

-
- [48] . Logos, “Docker logo and symbol, meaning, history, png.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado nas páginas vii e 21]
- [49] M. Organization, “Modbus protocol overview.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 22]
- [50] M. Organization, “Modbus tcp/ip specification.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 22]
- [51] M. Organization, “Modbus configuration and troubleshooting.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado na página 22]
- [52] G. Technologies, “Grekkom technologies video analytics solutions integrate modbus.” Acedido em: 2025-02-21. [Citado nas páginas vii e 22]
- [53] I. E. C. (IEC), “Iec 60870-5-104: Telecontrol equipment and systems - part 5-104: Transmission protocols - network access for iec 60870-5-101 using standard transport profiles.” Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 23]
- [54] Siemens, “Iec 60870-5-104 integration in scada systems.” Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 23]
- [55] ABB, “Security features in iec 60870-5-104.” Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 23]
- [56] F. SCADA, “Iec 60870-5-104 protocol overview.” Acedido em: 2025-02-22. [Citado nas páginas vii e 23]
- [57] OpenSSH, “Sftp: Secure file transfer protocol,” 2024. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 24]
- [58] ProFTPD, “Sftp server setup and configuration,” 2019. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 24]
- [59] WinSCP, “Sftp client features,” 2020. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 24]
- [60] S. C. Security, “Why sftp is more secure than ftp,” 2024. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 24]
- [61] Paramiko, “Automating sftp transfers with python,” 2025. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 24]
- [62] G. G. Solutions, “Introduction to protective relays.” Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 25]
- [63] G. G. Solutions, “F650 features and applications.” Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 25]

- [64] Microsoft, “Task scheduler overview,” 2023. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 26]
- [65] Microsoft, “How to create and configure scheduled tasks,” 2023. Acedido em: 2025-02-22. [Citado na página 26]

Anexo A

Manual de Instruções da Ferramenta de Orçamentação

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

DOC NUMBER: DAE2300007001

MAIO 2024

JDC PLANNER

Jdc[®]

JAYME DA COSTA



Índice

Objetivos.....	3
Funcionamento.....	3
Login.....	3
Configurações.....	5
Desenho Default.....	7
Desenho Personalizado.....	8
Orçamento.....	9
Caso Prático.....	10
➤ Login.....	10
➤ Configurações.....	11
➤ Desenho.....	11
➤ Orçamento.....	12

OBJETIVOS

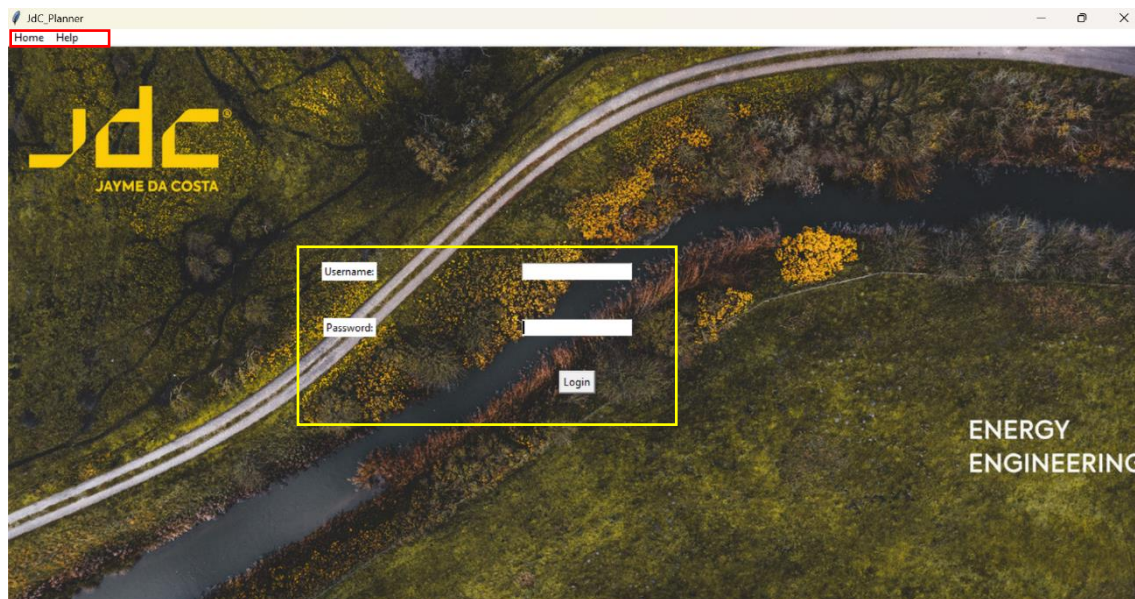
Este documento aplica-se à ferramenta JDC PLANNER, ferramenta de orçamentação de produtos comercializados pela Jayme da Costa.

O documento descreve os procedimentos que o utilizador deve seguir para assegurar o correto funcionamento da ferramenta JDC PLANNER, cujo principal objetivo é facilitar e automatizar o processo de orçamentação de armários de baixa e média tensão

FUNCIONAMENTO

LOGIN

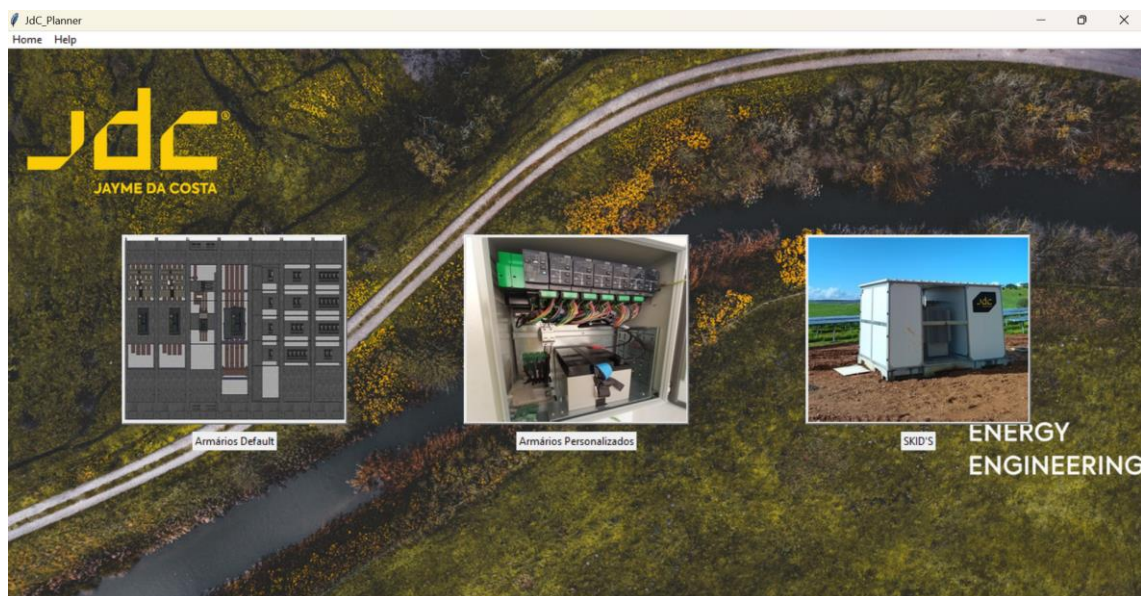
Ao iniciar a aplicação o utilizador deve deparar-se com a seguinte tela:



Na primeira tela, podemos observar duas componentes importantes no canto superior direito (identificado com um retângulo vermelho). Podemos encontrar uma barra com duas opções:

- ❖ "Home", onde podemos encontrar duas novas opções:
 - "Novo" para recomençar o processo de orçamentação, apagando todos os dados inseridos anteriormente e levando o utilizador de volta a esta tela de login caso seja necessário trocar de utilizador
 - "Início", que funciona como um pequeno atalho para a tela principal caso o mesmo utilizador queira iniciar outra orçamentação ou simplesmente voltar à tela inicial sem ter que passar por todas as telas novamente. A opção "Início" aparece inicialmente bloqueada até que o utilizador se autentique realizando o login nos campos respetivos (identificados com o retângulo amarelo).
- ❖ "Ajuda", encontra-se uma opção para abrir o manual de instruções, que visa ajudar o utilizador a operar corretamente a ferramenta e responder a qualquer dúvida em relação ao seu bom funcionamento.

Após o utilizador realizar o login a aplicação deverá redirecionar o mesmo para a seguinte tela:



Esta tela é a tela principal de toda a ferramenta, nesta tela é onde se escolhe o tipo de orçamento que se pretende realizar, o tipo de orçamento muda consoante o tipo de produto que se deseja orçar. Existem três tipos de opções para escolher:

- Armários Default
- Armários Personalizados
- SKID's

CONFIGURAÇÕES

Ao seleccionar esta opção entramos no processo para orçamentar armários BT standardizados que a Jayme da Costa produz e somos redireccionados para a tela seguinte:

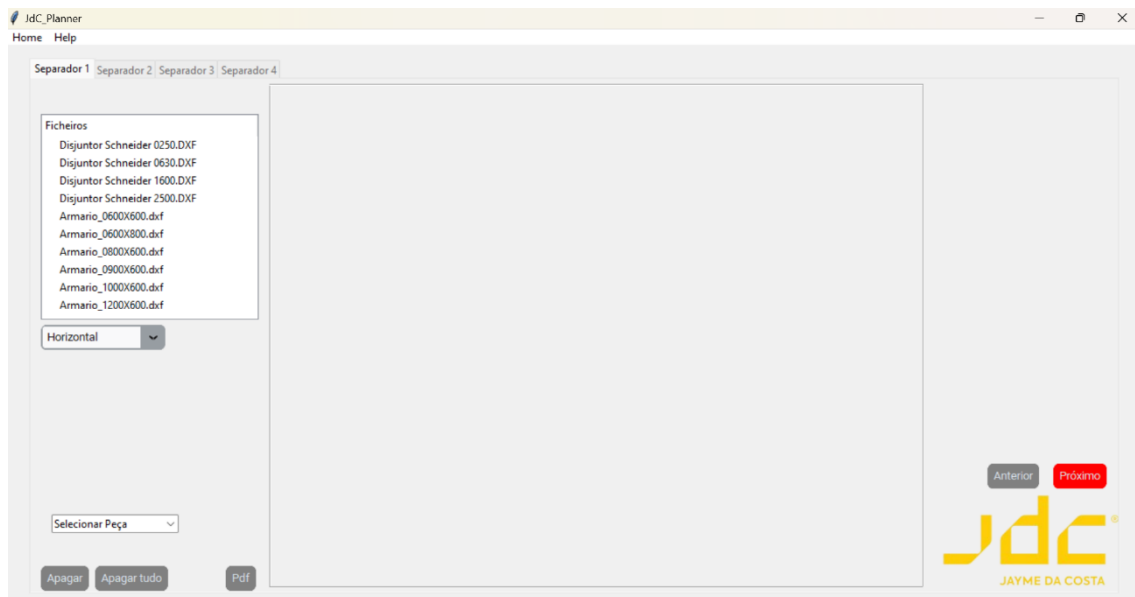
The screenshot displays the 'Jdc_Planner' application window. It is divided into three main sections: 'Campos Obrigatórios' (Mandatory Fields), 'Campos Opcionais' (Optional Fields), and 'Clientes' (Clients). The 'Campos Obrigatórios' section includes dropdown menus for 'Setor do Produto' (Aparelhagem), 'Tensão (V)' (230), 'Corrente Nominal (A)' (160), 'Corrente Curto Circuito' (3.5), 'Barramento' (Sim), 'Tipo' (12x2), 'Número de Barramentos' (1), and 'Simultaneidade' (0.6). The 'Campos Opcionais' section features radio buttons for 'Classe Isolamento' (1 and 2), a dropdown for 'Grau Proteção IP' (44), radio buttons for 'Grau Proteção IK' (8 and 10), and dropdown menus for 'Rodapé' (Não), 'Porta Exterior' (Não), and 'Pintura' (Não). The 'Clientes' section has input fields for 'Nome Cliente' and 'Email Cliente'. Navigation buttons 'Anterior' and 'Próximo' are located at the bottom right, along with the JDC logo and 'JAYME DA COSTA' text.

Nesta tela, encontram-se as configurações essenciais para o devido dimensionamento dos quadros elétricos que vão ser desenhados posteriormente.

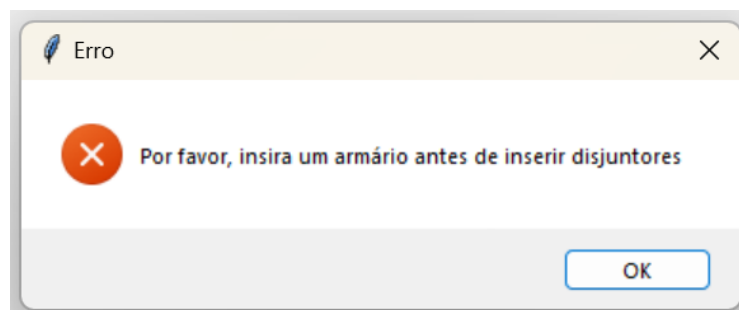
Nos campos obrigatórios é importante preencher sempre a corrente nominal e o barramento porque, através desses dois parâmetros, será feito um filtro do material que vai ser apresentado como disponível para o desenho dos quadros. Caso o valor que pretenda inserir em algum dos campos não conste nas opções sugeridas pela ferramenta, é sempre possível seleccionar o campo e inserir manualmente o valor pretendido.

Ao carregar no botão “Próximo”, a ferramenta utiliza a informação inserida para filtrar os componentes disponíveis e, quando terminar esse filtro, redireciona o utilizador para a tela seguinte:

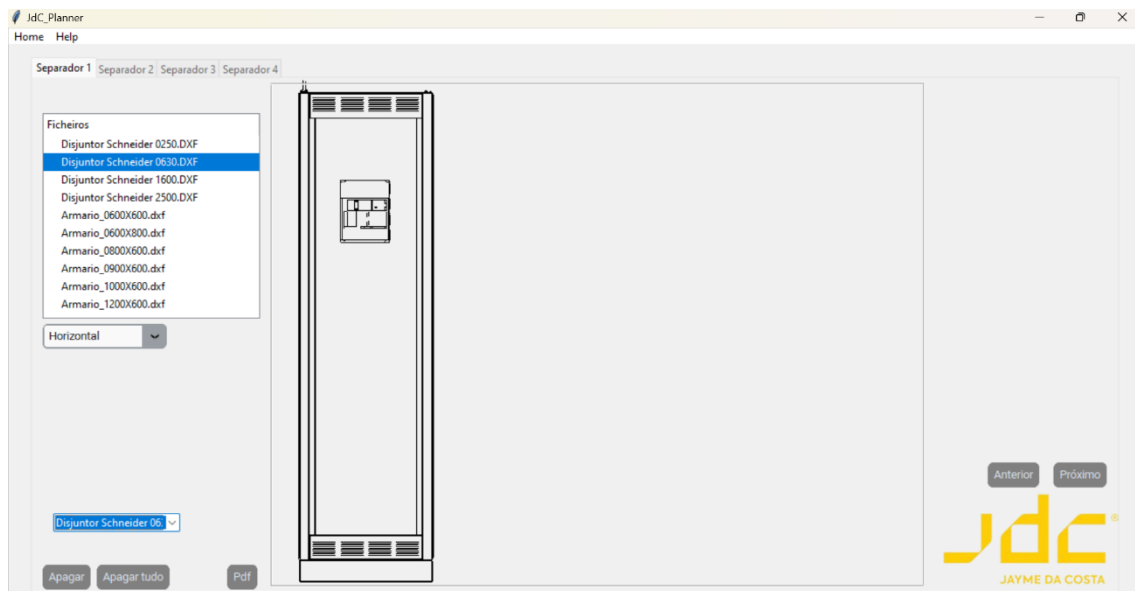
DESENHO DEFAULT



Nesta tela é possível desenhar para fazer uma projeção do material que será utilizado, em quatro separador, todos iguais, que vão sendo disponibilizado consoante a quantidade de material introduzida. Para adicionar material basta procurar a peça que pretende adicionar na lista na parte esquerda da tela e selecionar a mesma, no caso de tentar adicionar um disjuntor é possível também selecionar a orientação que pretendemos no campo imediatamente abaixo da lista. Para adicionar componentes existem regras que devem ser cumpridas. Por exemplo, se tentarmos adicionar um disjuntor sem termos um armário na tela aparecerá o seguinte aviso:

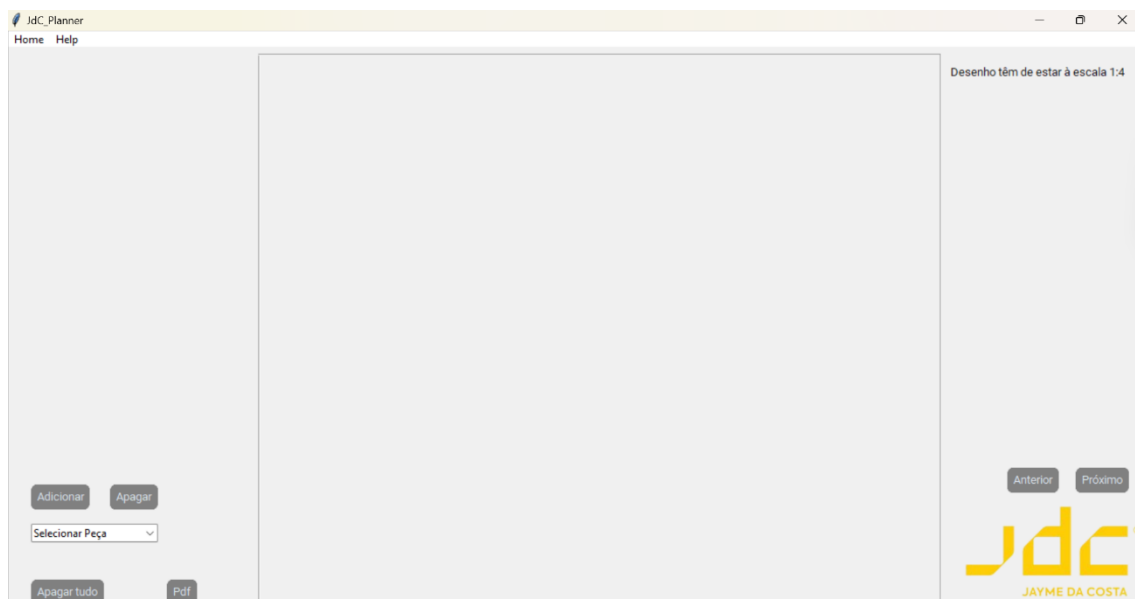


Ao adicionar o material este irá ser adicionado na tela, sendo possível e necessário ao utilizador para mover a peça para o local pretendido, para isso, o utilizador deve seleccionar a peça em questão no campo no canto inferior



DESENHO PERSONALIZADO

Ao escolher a opção de Armários Personalizados deixamos de ter opção para fazer as configurações iniciais que na opção dos "Armários Default".



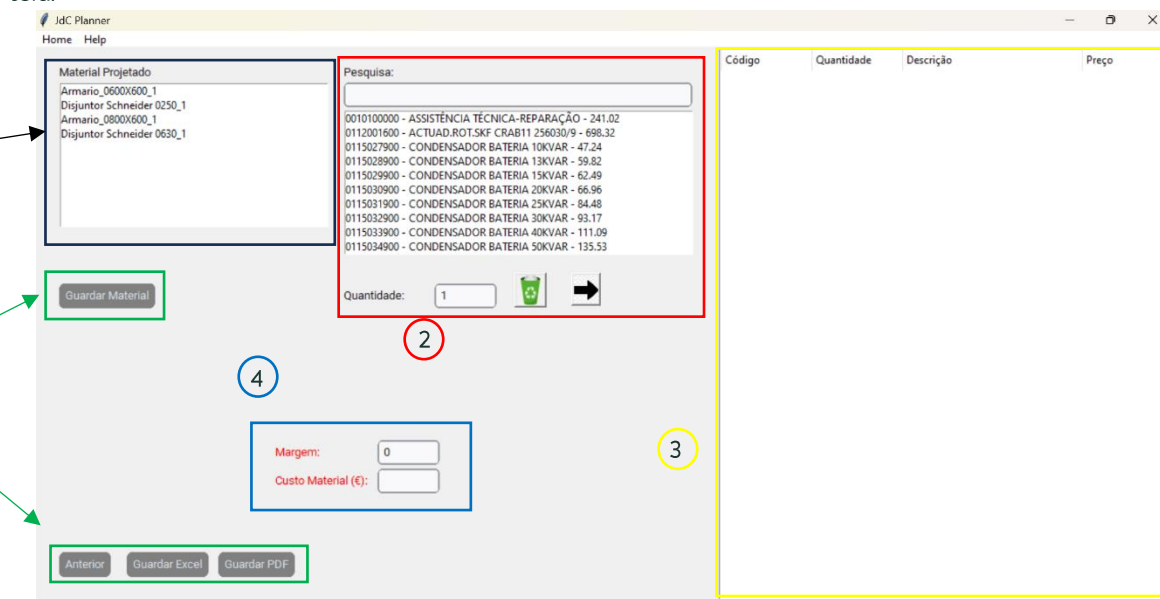
Esta opção leva o utilizador diretamente para a tela de desenho apesar de um pouco diferente da anterior tela de desenho. Estas diferenças são facilmente identificáveis:

- Não existe lista de material para adicionar.
- Para adicionar uma peça basta carregar no botão adicionar, que abrirá o explorador de ficheiros onde é possível seleccionar o ficheiro que queremos adicionar. (É necessário que os desejos estejam à escala de 1:4).
- Não existe qualquer regra predefinida que impeça a ferramenta de adicionar qualquer desejo pelo que fica ao critério do utilizador.

Os restantes botões e campos têm as mesmas funções do que a opção para os “Armários Default”. Tal como na opção anterior quando a projeção tiver terminada devemos carregar no botão próximo para se passar ao processo de orçamentação.

ORÇAMENTO

O orçamento é a etapa final na utilização da ferramenta. Após a projeção dos armários com os seus componentes correspondentes, procede-se à orçamentação dos mesmos. Ao concluir a projeção, deve-se encontrar a seguinte tela:



Esta tela está dividida em 5 partes importantes sendo elas:

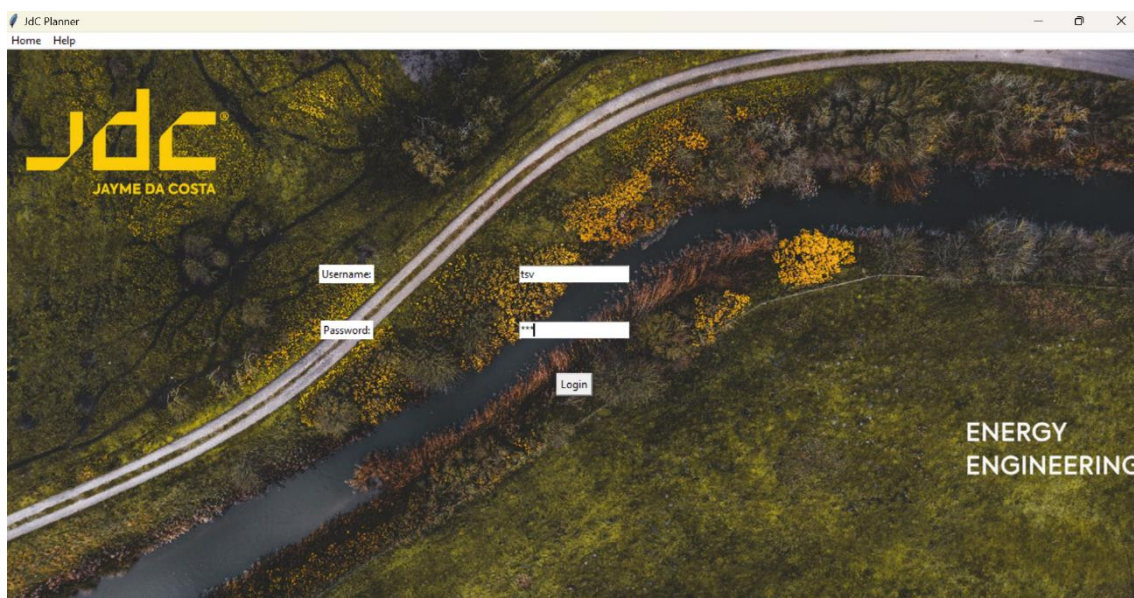
1. Lista com o material projetado nas telas anteriores para facilitar o processo de orçamentação;
2. Lista de material disponível no NAV bem com campo de pesquisa para que seja possível adicionar peças ao orçamento. É necessário seleccionar o componente na lista e carregar no botão da seta para adicionar. É também possível seleccionar a quantidade que se pretende adicionar bem como remover alguma peça.
3. Lista com as peças já adicionadas ao orçamento, é possível remover material da mesma seleccionando o item a remover e carregar no botão com o caixote do lixo.

4. Consoante vão sendo adicionadas peças o custo vai sendo adicionado ao campo com o custo do material. No outro campo é possível adicionar a margem de lucro, em percentagem, pretendida.
5. Botões que permitem guardar a lista de material em excel para uma mais fácil visualização, bem como o orçamento final permitindo ao utilizador guardar onde e com o nome que o mesmo quiser. No outro botão é possível guardar o pdf como todos os desenhos feitos ao longo de todo o processo.

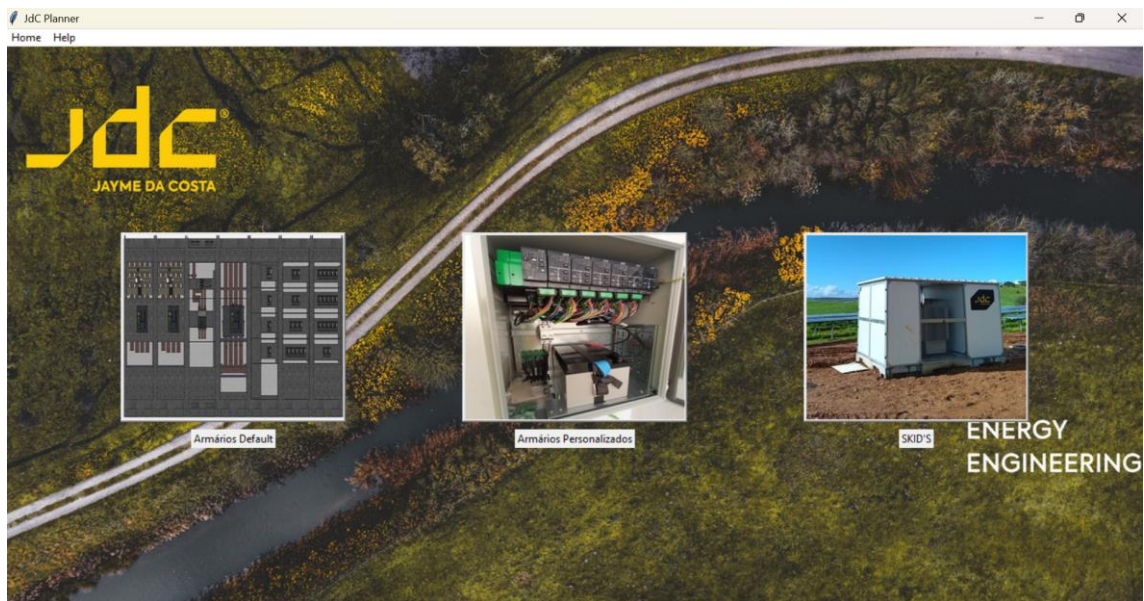
CASO PRÁTICO

➤ LOGIN

- De forma a facilitar a explicação vamos descrever todo o processo de projeção e orçamentação de um QPI (Quadro de Proteção de Inversores).
- O primeiro passo é o utilizador fazer login com as suas credenciais.

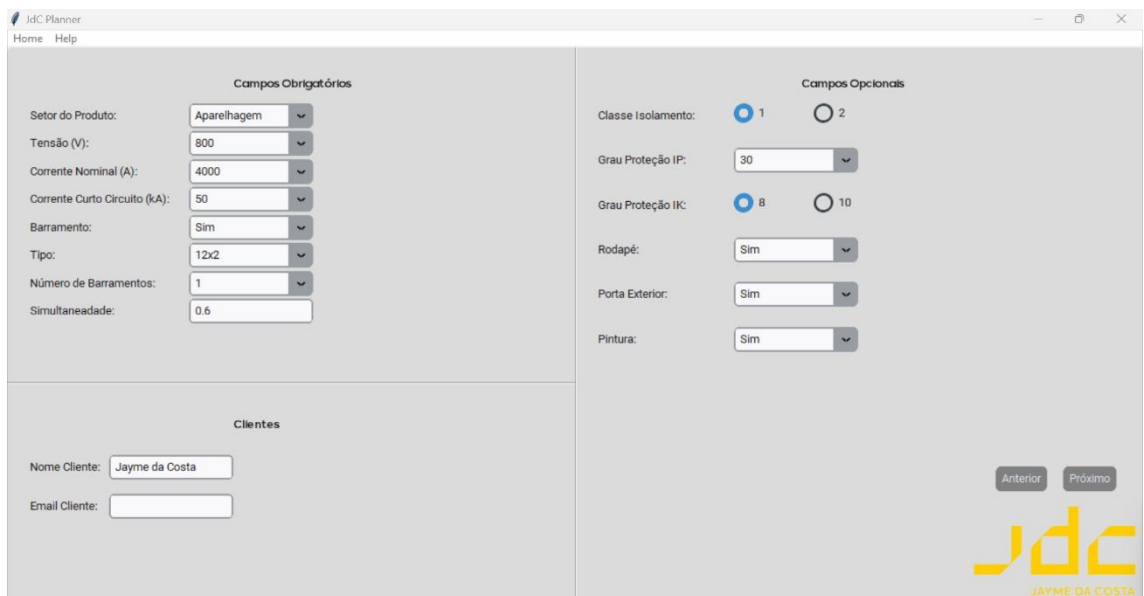


- Após autenticado devemos selecionar a opção Armários Default.



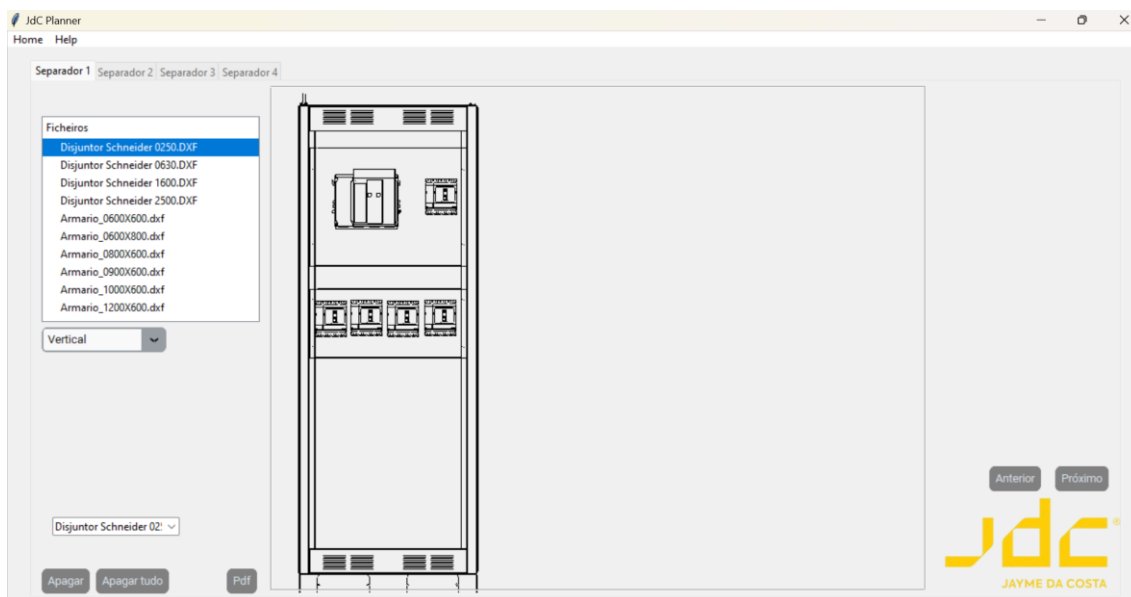
➤ CONFIGURAÇÕES

- Devemos então preencher as configurações para que a ferramenta possa fazer um filtro adequado ao armário que vamos orçar. Na figura seguinte podemos ver uma configuração modelo para a orçamentação destes armários.



➤ DESENHO

- Agora na tela de desenho é necessário analisar o esquema e adicionar todos os componentes elétricos necessários ao bom funcionamento do QPI. Devemos obter um resultado semelhante ao seguinte:



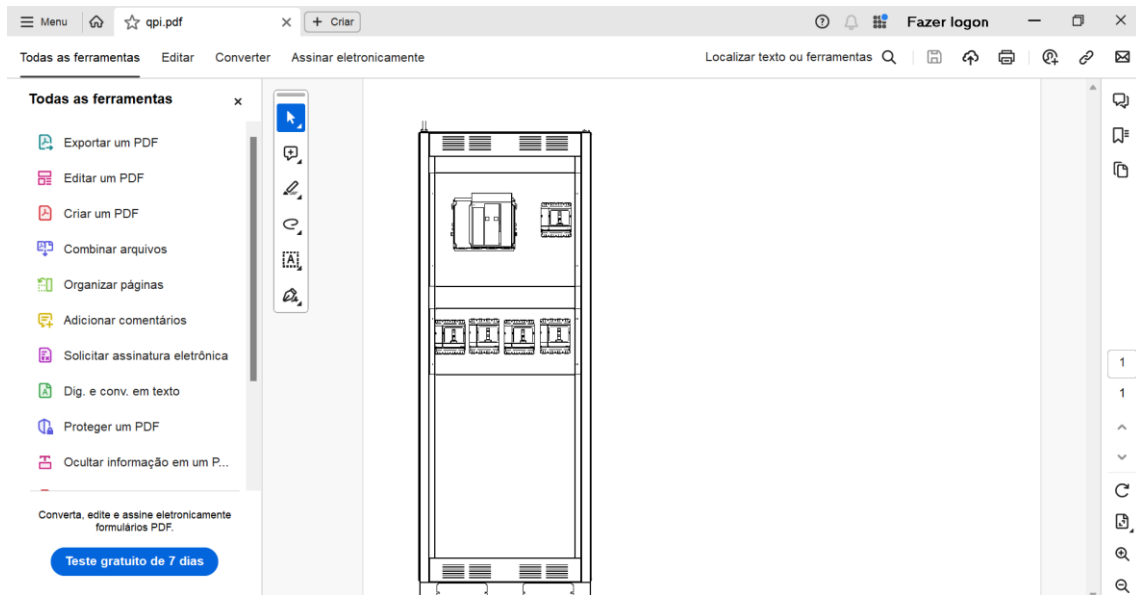
- Tendo o desenho efetuado é necessário comparar a lista de material projetado com a lista de material do NAV para que se possa adicionar material ao orçamento.

➤ ORÇAMENTO

- Devemos obter algo semelhante a:

Código	Quantidade	Descrição	Preço
A522100034A00	1	KIT TERMINAIS FRONTAISs p/ DISJ. M	91.76
A522100031A00	1	DISJ. MCCB 250 3P 3D 125A 800VAC	136.56
A522100031A02	4	DISJ. MCCB 250 3P 3D 250A 800VAC	766.36
A522100032A01	1	DISJ. MCCB 1600 3P 3D 1250A 800VAI	773.56
A542100012A00	1	DST. T1+2 3P 880VAC 50 kA, AC Syste	187.73
2174011301	1	RESIST.AQUEC.110/220V 50W RC50	42.7
2174039305	1	TERMOST.AMB.RESIST. (NC HEAT)	19.45
A162200036A00	1	Barramento Superior 80x10 L1 QPI	14.79
A162200037A00	1	Barramento Superior 80x10 L2 QPI	23.05
A162200038A00	1	Barramento Superior 80x10 L3 QPI	14.79
A2B220006A01	1	Coluna Modular 800x2100x600 QPI	199.79

- Com a lista de material projetada é importante fazer uma correta comparação com o NAV e devemos obter uma lista semelhante ao que se pode ver no lado direito da tela.
- Tendo o material todo orçamentado resta apenas guardar o pdf e o orçamento em excel.
- O pdf deve gerar uma representação da projeção efetuada obtendo algo semelhante com o seguinte ficheiro:



- E o orçamento deverá gerar um ficheiro semelhante com o seguinte resultado:

Funcionário	Cliente	Contacto Cliente	Sector do Produto	Tensão(V)	Corrente Nominal (A)	Corrente CC	Barramento	Tipo Barramento	Características
tsv	Jayme da Costa		Aparelhagem	800	4000	50	Sim	L2x2	

Código	Quantidade	Descrição	Preço	Preço Unid	Descrição	Custo	Porcentagem
A522100034A00	1	KIT TERMINAIS FRONTAIS	91,76	91,76	Custo MO	113,53 €	4,37%
A522100031A00	1	IP 3D 125A 800VAC 30kA TM	136,56	136,56	Equipamentos	2 270,54 €	87,43%
A522100031A02	4	IP 3D 250A 800VAC 30kA TM	766,36	191,59	Ensaaios	212,80 €	8,19%
A522100032A01	1	D 1250A 800VAC 30kA ETB c	773,56	773,56	Total	2 596,87 €	100,00%
A542100012A00	1	9 kA, AC System IT, IEC/EN 6	187,73	187,73			
2174011301	1	IST.AQUEC. 110/220V 50W R	42,7	42,7			
2174039305	1	IMOST.AMB.RESIST. (NC HE	19,45	19,45			
A162200036A00	1	ramento Superior 80x10 L1	14,79	14,79			
A162200037A00	1	ramento Superior 80x10 L2	23,05	23,05			
A162200038A00	1	ramento Superior 80x10 L3	14,79	14,79			
A282200006A01	1	Modular 800x2100x600 GPI	199,79	199,79			

Comparando o resultado orçamentado na figura com o valor no NAV de 2498.18€ podemos ter uma vaga noção que o valor orçamentado pela ferramenta é um valor que está de acordo com o valor tabelado anteriormente pelo NAV.

Representa uma diferença de 3.8%, diferença esta que para ser diminuída seria necessário pôr mais componentes no orçamento, fio, parafusos, etc...

Powered by *know-how.*

jaymedacosta.pt