



Estágio Curricular na Empresa Industrial de Borracha: Atualização e Modernização do Sistema iProd



Mestrado em Engenharia Informática

Pedro Alexandre Quintal Durães

Leiria, julho de 2026



Estágio Curricular na Empresa Industrial de Borracha: Atualização e Modernização do Sistema iProd



Mestrado em Engenharia Informática

Pedro Alexandre Quintal Durães

Estágio realizado sob a orientação do Professor Doutor João Pedro Ferreira Ramos e sob supervisão do Mestre Sérgio Lopes Lavos.

Leiria, julho de 2026

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de estágio é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel, no ano letivo 2025/2026 da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Dedicatória

Quero dedicar este trabalho à minha família e a todas as pessoas que me apoiaram nesta aventura.

Agradecimentos

Quero agradecer à Empresa Industrial de Borracha por me ter aceite como estagiário e do espaço de trabalho fornecido. Quero agradecer também ao meu supervisor de estágio, Sérgio Lavos, e ao meu orientador, João Ramos, por me terem guiado e ajudado durante este estágio de 9 meses.

Resumo

O presente relatório de estágio de Mestrado em Engenharia Informática - Computação no Instituto Politécnico de Leiria descreve os trabalhos desenvolvidos em contexto de estágio curricular na Empresa Industrial de Borracha, com duração de nove meses. O principal objetivo deste estágio foi modernizar o sistema responsável pela monitorização, gestão e controlo da produção da empresa, chamado iProd.

O iProd representa uma ferramenta crucial na empresa trazendo uma visão abrangente e detalhada de toda a produção da empresa. Contudo, trata-se de um sistema desenvolvido há vários anos, com bastantes lacunas no que toca às versões das tecnologias utilizadas. Isto origina diversas limitações a nível da segurança, manutenção, desempenho e compatibilidade com novas tecnologias e funcionalidades.

Neste contexto, o trabalho desenvolvido incidiu na análise da arquitetura existente, identificação dos vários problemas e implementação das soluções. Com estas soluções, podemos garantir não só uma maior robustez e segurança do sistema, mas também uma melhor integração com outros sistemas e novas funcionalidades.

Os resultados do estágio traduziram-se na modernização da arquitetura do iProd, na atualização das tecnologias utilizadas e na implementação de soluções. Estas melhorias ajudaram não só no do desempenho, segurança, mas também na produção e monitorização dos processos de trabalho da empresa.

Palavras-chave: *legacy*, MES, modernização, PHP.

Abstract

This master's thesis in Computer Engineering at the Polytechnic Institute of Leiria is based on a nine-month internship carried out at Empresa Industrial de Borracha (EIB). The main objective of the internship was to modernize iProd, the system responsible for monitoring, managing, and controlling the company's production processes.

iProd plays a crucial role within the organization by providing a comprehensive and detailed overview of production activities. However, it is a system that was developed several years ago and presents several shortcomings regarding the versions of the technologies used. This results in various limitations in terms of security, maintenance, performance, and compatibility with new technologies and functionalities.

In this context, the work carried out focused on analyzing the existing architecture, identifying the various issues, and implementing the corresponding solutions. Through these solutions, it is possible to ensure not only greater system robustness and security but also better integration with other systems and new functionalities, making the platform ready to address new use cases.

The internship resulted in the modernization of the iProd architecture, the upgrade of the underlying technologies, and the implementation of new solutions. These improvements enhanced the system's performance, security, and maintainability, while also increasing the efficiency of the company's production management and process monitoring.

Keywords: *legacy, MES, modernization, PHP.*

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Dedicatória.....	v
Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	ix
Abstract.....	xi
Lista de Figuras.....	xvii
Lista de Siglas e Acrónimos	xix
1. Introdução	1
1.1. Contextualização Acerca da Empresa EIB.....	1
1.1.1. Produção da Borracha.....	1
1.1.2. Hardware e Software na Empresa	4
1.1.3. iProd	4
1.1.4. Prensas	5
1.2. Objetivo do Estágio	5
1.3. Fases do Estágio.....	5
1.4. Estrutura do Documento	6
2. Estado da Arte	7
2.1. Trabalhos Relacionados.....	7
2.2. Frameworks e Bibliotecas Frontend	8
2.3. Sistemas MES (Manufacturing Execution Systems)	9
2.4. Sistema MES - iProd	11
2.4.1. Tecnologias Utilizadas	12
2.4.2. Análise da Implementação.....	13

2.4.3.	Componentes da Página <i>web</i> iProd	14
2.4.4.	Máquina Terminal iProd	23
2.4.5.	Controlador C#	24
2.5.	Prensas.....	25
2.5.1.	Lado A e Lado B	25
2.5.2.	Trocar Identificação do Terminal.....	25
2.5.3.	Planeamento e Ordens de Fabrico	26
2.5.4.	Produção.....	26
2.5.5.	Controlo Dimensional	27
2.6.	Síntese.....	27
3.	Identificação de Problemas	29
3.1.	Página Web iProd.....	29
3.2.	Terminal iProd	30
3.3.	Outros Problemas.....	30
3.3.1.	Método de Pesagens	30
3.3.2.	<i>Frameworks</i> Desatualizadas e Obsoletas	31
3.3.3.	Comunicação	32
3.3.4.	Informação	32
3.3.5.	Alta Disponibilidade	32
3.4.	Síntese.....	33
4.	Proposta de Soluções.....	35
4.1.	Pontos Críticos.....	35
4.2.	Novo Sistema iProd	36
4.3.	Código de Servidor Web do iProd	38
4.4.	Terminal iProd	38
4.4.1.	Substituir Disco Rígido por SSD	38
4.4.2.	Sistema Operativo	39

4.4.3.	Criação de <i>Snapshot</i> para Replicação.....	39
4.4.4.	Criação de um <i>Script</i> de Configuração.....	39
4.4.5.	Controlador Python	40
4.4.6.	Pesagem de Balanças.....	40
4.4.7.	Impressão de Etiquetas (CUPS)	41
4.4.8.	Outras Configurações	41
4.5.	Controlo de Versões Git.....	41
4.6.	Arquitetura Alta Disponibilidade	42
4.6.1.	Redundância nos Repositórios de Código Fonte.....	43
4.6.2.	Servidores	44
4.7.	Soluções para Objetivos Decorridos	44
4.7.1.	Folhas de Produção.....	44
4.7.2.	Integração de MQTT na Interface do iProd.....	45
4.7.3.	Acesso a Documentação	46
4.7.4.	Notas do Turno	48
4.7.5.	Atualização do Teclado de Ecrã	48
4.7.6.	Toasts.....	48
4.7.7.	Central de Mensagens (Slack)	48
4.8.	Síntese	49
5.	Implementação das Soluções	51
5.1.	Ferramentas Utilizadas	51
5.2.	Implementação da Nova Solução iProd.....	51
5.2.1.	Atualização do Código PHP	51
5.2.2.	Atualização do Código das Prensas.....	53
5.2.3.	Implementação do Controlo de Versões Git.....	53
5.2.4.	Testes e Instalação do Sistema Operativo no Terminal iProd.....	54
5.2.5.	Configuração do Terminal iProd	55
5.3.	Implementação das Soluções para Objetivos Decorridos	57
5.3.1.	Folhas de Produção.....	58

5.3.2.	Visualizador de PDF	58
5.3.3.	Label Relay BatchOff (Mistura2/3)	59
5.3.4.	Teclado de Ecrã	60
5.3.5.	<i>Toasts</i>	60
5.3.6.	Central de Mensagens (Slack)	61
5.3.7.	Sistema de Documentação	62
5.4.	Implementação da Arquitetura de Alta Disponibilidade	63
5.4.1.	Criação do Sub-Domínio para Desenvolvimento (11/12/2026)	63
5.4.2.	Criação do Sub-Domínio para Produção (13/01/2026)	64
5.5.	Ambiente de Produção	64
5.6.	Outros Desafios e Tarefas	66
5.6.1.	Troca do Disco de Backup no AS400	67
5.6.2.	Preparação de Cabos de Rede	67
5.6.3.	Funcionalidade de Ampliação da Janela no iProd	67
5.6.4.	<i>Helpdesks</i>	68
5.7.	Avaliação da Nova Solução	68
5.8.	Síntese	69
6.	Conclusão	71
6.1.	Dificuldades Encontradas	71
6.2.	Trabalho Futuro	72
	Bibliografia	73

Lista de Figuras

Figura 1: Secções da Empresa Industrial de Borracha.....	2
Figura 2: Cronologia das fases do estágio	6
Figura 3: Três processos de melhoramento de sistemas legacy (manutenção, modernização e substituição)	8
Figura 4: Interface web do iProd inicialmente.....	12
Figura 5: Sistema iProd original	14
Figura 6: iProd - Interface Planeamento	15
Figura 7: iProd - Interface entrada/saída de funcionários	16
Figura 8: iProd - Interface registo de paragens.....	17
Figura 9: iProd - Interface da gestão de grupagens.....	18
Figura 10: Interface Registo Dimensional iProd	19
Figura 11: Interface Alimentador Terminal iProd	19
Figura 12: iProd - Interface Saídas Para Fabrico	20
Figura 13: iProd - Interface Detalhes Lotes/N.Série.....	21
Figura 14: iProd - Interface Troca Identificação.....	22
Figura 15: iProd - Interface Artigos Com Disponibilidade.....	22
Figura 16: iProd - Teclado de ecrã	23
Figura 17: iProd - Teclado de ecrã numérico.....	23
Figura 18: Interface do terminal das prensas	25
Figura 19: Prensas - Interface Planeamento	26
Figura 20: Prensas - Interface Produção	26
Figura 21: Prensas - Registo Dimensional.....	27
Figura 22: Arquitetura da solução do sistema iProd	37
Figura 23: Arquitetura do controlo de versões GIT - iProd.....	42
Figura 24: Arquitetura alta disponibilidade	43
Figura 25: Visor de temperatura e aviso de temperatura máxima excedida	46
Figura 26: Solução Documentação	47
Figura 27: Interface Folhas de Produção	58

Figura 28: Interface visualização de PDF	59
Figura 29: Utilização do teclado de ecrã na central de mensagens	60
Figura 30: Exemplo de notificação com o <i>toast</i>	61
Figura 31: Solução para a central de mensagens	62
Figura 32: Exemplo de solicitação da alteração do peso (Central de mensagens)	62
Figura 33: iProd - Interface Documentação	63

Lista de Siglas e Acrónimos

APT	Advanced Package Tool
CUPS	Common UNIX Printing System (CUPS)
DOM	Document Object Model
EIB	Empresa Industrial de Borracha
ERP	Sistema de Gestão Industrial
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
GRUB	GNU GRand Unified Bootloader
IT	Diretor de Tecnologias de Informação
MES	Manufacturing Execution System
SEO	Search Engine Optimization
SSR	Server-Side Rendering
UEFI	Unified Extensible Firmware Interface
UI	User Interface
UX	User Experience

1. Introdução

O presente estágio baseou-se na realização de um estágio curricular na Empresa Industrial de Borracha (EIB) com a duração de nove meses. Este estágio curricular teve como principal foco a manutenção e atualização do sistema Manufacturing Execution System (MES) centrado no chão de fábrica com o nome iProd. Este sistema apresenta um bloco importante para a empresa permitindo manter controlo e eficiência na sua produção.

Neste relatório de estágio é documentado todo o conhecimento técnico e profissional adquirido e o fluxo de atividades realizadas como o estudo e pesquisa de sistemas MES e técnicas de atualização de sistemas legacy, estudo do sistema iProd e os seus problemas, soluções propostas e implementação dessas soluções. Toda esta informação irá estar repartida por vários esquemas e imagens que irão ajudar a ilustrar todo o trabalho feito.

1.1.Contextualização Acerca da Empresa EIB

A EIB (Empresa Industrial de Borracha) é uma empresa industrial cuja principal função corresponde à produção de borracha, desde a sua mistura até à criação de tiras de pneus. A empresa emprega mais de 110 trabalhadores e apresenta-se como uma das mais importantes no seu setor a nível nacional.

1.1.1. Produção da Borracha

A Figura 1 ilustra as várias secções da empresa no chão de fábrica. A borracha habitualmente passa por todo o fluxo na seguinte ordem: Mistura; Extrusão, Prensas; Acabamento.

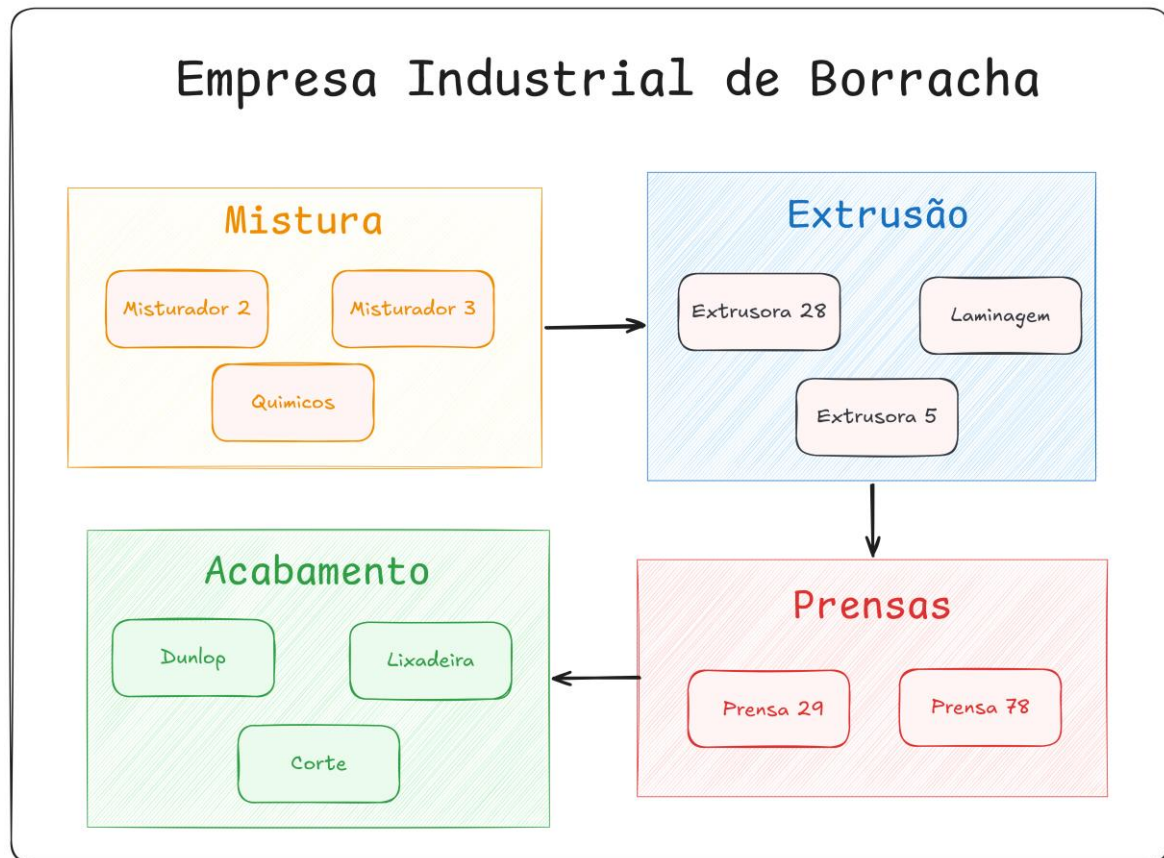


Figura 1: Secções da Empresa Industrial de Borracha

A secção da **Mistura** representa o coração da empresa, onde podemos encontrar duas grandes máquinas com uma altura superior a dez metros. É aqui onde é feita a mistura de toda a matéria-prima, como borracha natural ou borracha sintética, juntamente com alguns químicos. O resultado desta mistura são várias tiras de borracha longas no estado não vulcanizado colocadas em paletes com pesos a rondar os 700Kg, prontas para avançar para a secção seguinte. A zona de químicos é onde são produzidos e preparados os vários químicos, óleos, negros e aceleradores que vão ser usados na mistura.

A próxima secção é a da **Extrusão**, sendo esta alimentada pela borracha no estado não vulcanizado vindo da mistura. Aqui podemos encontrar três tipos de máquinas, a extrusora 5, extrusora 28 e extrusora laminagem. As extrusoras têm como principal função forçar o composto de borracha sobre uma matriz configurada para um formato específico. A extrusora 5, por exemplo, cria pisos de borracha com uma espessura de 80mm, comprimento de 2 metros e largura de 300mm. A extrusora 28 cria tiras mais finas e longas com espessura de 10mm, comprimento de 100 metros e largura de 80mm. Por último, a extrusora laminagem cria pisos bastante finos e largos com uma espessura de 4mm, comprimento de 80 metros e largura de 400mm. É preciso ter em atenção que toda a borracha produzida nesta

secção pode começar a vulcanizar e queimar se estiver exposta a altas temperaturas. Se acontecer, esta borracha não pode ser reciclada e normalmente é enviada para uma empresa de gestão de resíduos.

A secção seguinte é as Prensas que são alimentadas pelos pisos produzidos na Extrusora 5. As tiras produzidas na extrusora 28 maioritariamente são vendidas para o cliente. Existem duas grandes prensas hidráulicas semelhantes, a prensa 29 e a prensa 78. Cada prensa possui dois lados, e cada lado possui cinco pratos, ou seja, uma prensa consegue produzir até dez pisos ao mesmo tempo. Para produzir e criar o rasto de pneu é necessário, em cada prato, colocar um molde e depois o piso. De seguida a prensa fecha e pressiona a borracha sobre o molde em temperaturas de 180°C durante alguns minutos para vulcanizar a borracha. No final o piso é retirado e já apresenta o rasto de pneu definido.

A secção do Acabamento é o último processo pelo qual a borracha passa onde podemos encontrar três terminais: a lixadeira Dunlop, outra lixadeira e o corte. O corte é o único sítio onde a borracha que recebe vem da laminagem, e os pisos são cortados no comprimento e largura. Já a lixadeira Dunlop e a lixadeira recebem os rastos de pneu vindos das prensas. O processo base da lixadeira é lixar os pisos vindos das prensas para corrigir imperfeições e aplicar cola como adesivo e revestimentos protetores. De seguida o piso é embalado para depois ser vendido. Para além destas máquinas existe a prensa de emendados, localizada junto da lixadeira. Esta prensa apresenta um tamanho mais reduzido e tem como principal função emendar pisos vindos das prensas com defeito. O processo envolve cortar a parte danificada do piso deixando o piso mais curto. De seguida é necessário cortar uma parte de outro piso com o comprimento certo para depois ser colado sobre o piso a ser emendado. Assim, o piso fica em bom estado, com as medidas originais, embora com uma emenda. O operador que trabalha no terminal da lixadeira pode trocar a identificação do terminal para prensa de emendados quando está a trabalhar nesta.

Para além disso ainda existe uma prensa industrial e uma lixadeira industrial que servem para pneus de maior porte, embora raramente seja utilizada.

De todas as secções desde a mistura ao acabamento, a borracha pode ser vendida diretamente ao cliente não passando pelos processos seguintes. Neste caso, a empresa que realiza a encomenda decide como fazer a extrusão e o acabamento da sua borracha.

1.1.2. Hardware e Software na Empresa

O hardware e software da empresa é constituído por vários servidores, máquinas virtuais e containers em Docker onde podem ser encontradas bases de dados, aplicações e outros serviços. Todo o sistema encontra-se disponível na rede privada Intranet, sendo o software e hardware interno desde bases de dados, servidores, intranet e aplicações geridos pelo Diretor de Tecnologias de Informação (IT) da empresa, o supervisor deste estágio. Existem também sistemas a nível de recursos humanos, área financeira, gestão de encomendas e produção, recolha e visualização de dados.

1.1.3. iProd

O software pelo qual o estágio tem principal foco é o sistema iProd que funciona como um sistema Manufacturing Execution System (MES). Um sistema MES é um software responsável pela monitorização, gestão e controlo da produção de uma empresa, fornecendo aos diretores de produção uma melhor visibilidade e rastreabilidade da produção. Estes sistemas funcionam como uma camada intermédia entre o sistema de gestão industrial (ERP) e as máquinas industriais.

O iProd fornece uma interface aos funcionários no chão de fábrica onde podem registar os acontecimentos decorrentes durante o seu turno. A interface permite: registar entradas e saídas de funcionário, iniciar/finalizar turno, efetuar paragens (almoço, arranque, limpeza), registar controlos dimensionais, criar grupagens, ver o planeamento e as tarefas a fazer, registar pesagens do produto (associadas ao n.º série) e imprimir as etiquetas dos produtos produzidos. Para além disso a interface também possui ferramentas como calculadora, calculadora de peso, procura de artigos em stock, visualização dos registos de entrada e saída do funcionário, calibração de impressora e impressão da última etiqueta gerada. Em cada máquina ou ponto de produção da empresa podemos encontrar um terminal iProd onde os funcionários podem interagir e registar o respetivo trabalho.

O iProd integra-se com o sistema de gestão industrial da empresa, onde os diretores de cada secção monitorizam o trabalho realizado no chão de fábrica e tomam decisões.

Os diretores de cada secção são responsáveis por monitorizar todo o trabalho feito no chão de fábrica e organizar o planeamento e produções consoante as encomendas.

1.1.4. Prensas

O sistema das prensas representa uma interface dedicada à produção na zona onde se encontram as prensas hidráulicas do chão de fábrica. Esta interface tem um desenho e algumas funcionalidades diferentes em relação ao iProd mas partilha o mesmo *codespace*, ou seja, está no mesmo sistema do iProd. Apesar das prensas pertencerem ao sistema iProd, durante o estágio e o relatório estes sistemas foram tratados como distintos, e assim com diferentes nomes: iProd e Prensas.

1.2. Objetivo do Estágio

O principal objetivo deste estágio de 9 meses consistiu na atualização e modernização do sistema MES iProd, com novas tecnologias e metodologias modernas e mais eficientes. Esta necessidade deveu-se ao facto de o sistema encontrar-se bastante desatualizado e limitado para suportar requisitos modernos em empresas industriais e novas funcionalidades.

Além deste objetivo, o estágio tinha também os seguintes objetivos previstos:

- Atualização das versões de software da solução iProd e de outras aplicações;
- Modificação do código desenvolvido internamente para suportar as novas versões de software instaladas;
- Atualização do hardware e software dos terminais iProd;
- Reestruturar o software iProd com *stacks* e *frameworks* modernas (*frontend*, *backend*, *microserviços*);
- Produzir documentação sobre o trabalho desenvolvido e estudos realizados;
- Criação de novas funcionalidades e componentes no iProd.

1.3. Fases do Estágio

Para cumprir com os objetivos indicados na secção anterior, procedeu-se à criação de um plano, onde constam as diferentes fases evolutivas do projeto apresentadas na Figura 2:

1. Integração na empresa
2. Análise inicial do sistema iProd e estudo das tecnologias existentes;
3. Levantamento dos problemas a resolver;
4. Estudo de soluções com vista à resolução dos problemas identificados;
5. Implementação das soluções definidas;
6. Avaliação do sistema em produção;

Cronologia do trabalho

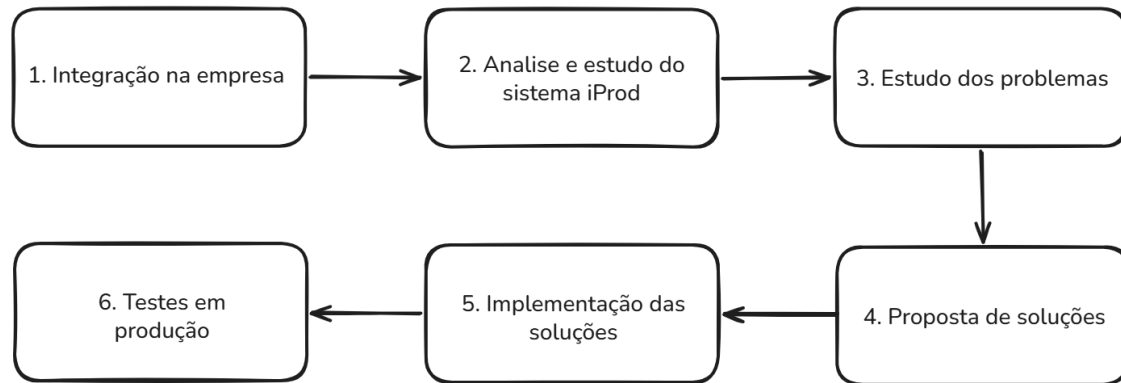


Figura 2: Cronologia das fases do estágio

1.4. Estrutura do Documento

O presente relatório está dividido em sete capítulos, que vão desde a introdução às conclusões e trabalho futuro. No presente capítulo foi efetuada uma introdução referindo a contextualização da empresa e os objetivos do estágio. No segundo capítulo é apresentado o estado da arte onde são mencionados trabalhos relacionados, estudo de tecnologias e metodologias e por último um estudo aprofundado do sistema iProd. No capítulo 3 são mencionados os vários problemas encontrados no sistema. No capítulo 4 são apresentadas as propostas para resolver esses problemas. No capítulo 5 é detalhada a implementação dessas soluções. Por último, no capítulo 6 são discutidas conclusões acerca do trabalho realizado, retrospectiva do estágio e perspectiva de trabalhos futuros.

2. Estado da Arte

Neste capítulo vai ser abordado o estado da arte relativo à modernização de sistemas *legacy* e conceitos tecnológicos do sistema iProd. São analisados os principais desafios que as empresas enfrentam no momento que decidem modernizar o seu sistema e as várias técnicas e abordagens para ajudar a superar esses desafios. Irão ser abordados os sistemas MES, destacando o seu papel principal na gestão e monitorização das produções e a integração com sistemas de gestão empresarial. Por fim, irá ser feita uma análise aprofundada do sistema iProd, onde serão descritas a arquitetura e as funcionalidades.

2.1. Trabalhos Relacionados

Atualmente, muitas empresas, seja a nível do setor público ou privado, possuem sistemas *legacy*, ou seja, sistemas antigos e obsoletos. Alguns destes sistemas ultrapassam os 20 anos de operabilidade sem ser feita qualquer atualização (Santiago Comella-Dorda, 2000). A atualização e modernização de sistemas *legacy* mostra-se como um passo muito importante, que permite a estas empresas suportar requisitos modernos de segurança, operacionalidade, performance, fiabilidade, user interface (UI) e user experience (UX). Apesar das vantagens, muitas das vezes este processo de atualização e migração de sistemas e dados traz custos elevados, consoante a complexidade do sistema, que criam resistência ou mesmo impedem o processo.

Normalmente, para que as empresas continuem a suportar novas práticas de negócio, são adicionadas novas funcionalidades nestes sistemas *legacy*. Muitas das vezes, estes processos são ainda feitos sem o devido planeamento, por questões de necessidade imediata, levando ao aumento da complexidade e desorganização da lógica do sistema, que por sua vez dificulta ainda mais o processo de atualização e reestruturação futuros. Apesar disso, pode também não ser viável investir em atualizações, pois os sistemas *legacy* conseguem ainda suportar requisitos recentes. Um dos pontos fulcrais em atualizações diz respeito à segurança, pois todos os sistemas poderão estar expostos a ciber ataques. Por este motivo, é imprescindível ter sistemas que suportem atualizações de segurança.

Na Figura 3 é ilustrado um gráfico genérico da evolução dos requisitos de negócio ao longo do tempo e os vários processos existentes de evolução do sistema. Como indicado no artigo (Santiago Comella-Dorda, 2000), o processo de manutenção consiste na adição de

funcionalidades novas por cima do sistema para suportar requisitos recentes. O processo de modernização consiste em atualizar as tecnologias e metodologias do sistema sem construir um novo sistema de raiz. O último processo é o de substituição que envolve construir um novo sistema de raiz para substituir o sistema antigo.

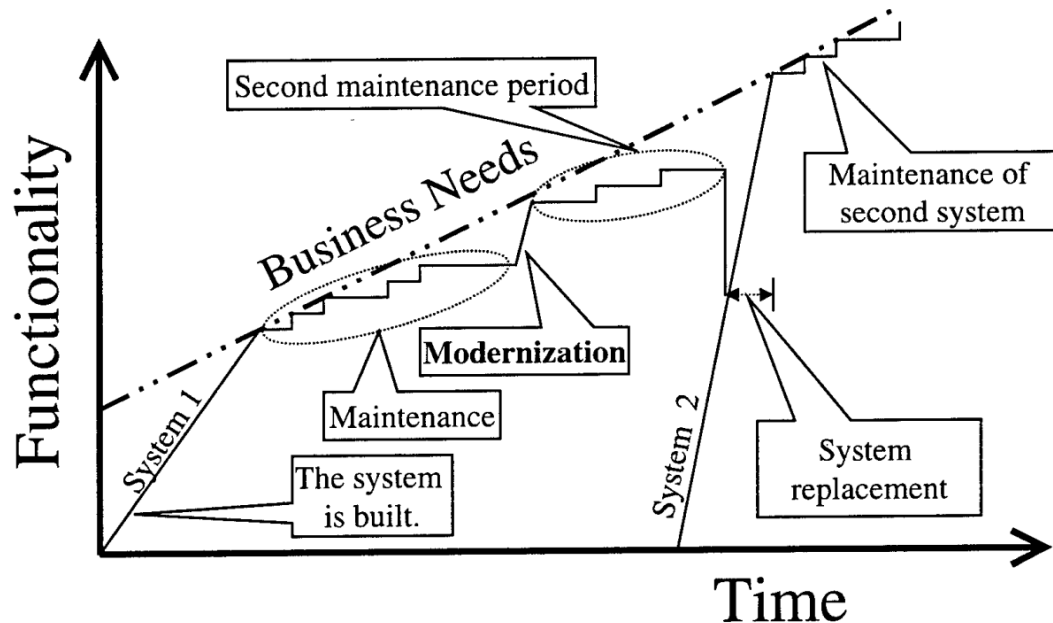


Figura 3: Três processos de melhoramento de sistemas legacy (manutenção, modernização e substituição)

O padrão strangler fig mencionado por Martin Fowler (Fowler, 2024) também oferece uma estratégia interessante na modernização de sistemas legacy. Este padrão utiliza uma abordagem incremental onde o sistema legacy é gradualmente substituído por novas implementações mantendo a coexistência de ambos.

Existem casos onde estes sistemas possuem até software ou aplicações que eram fornecidas por empresas que deixaram de estar disponíveis na atualidade, tornando a atualização do software impossível. Como exemplo, na empresa EIB, existe um software dedicado para conseguir conectar um computador a uma máquina de laboratório. Embora tenham deixado de existir atualizações, este software continua em funcionamento pois sem este software o processo tornar-se-ia impossível.

2.2. Frameworks e Bibliotecas Frontend

O desenvolvimento de interfaces web sofreu uma evolução significativa ao longo das últimas duas décadas, desde páginas web estáticas para páginas dinâmicas e interativas.

Durante esta evolução foram surgindo metodologias e tecnologias (frameworks e bibliotecas frontend) com o intuito de facilitar a implementação destas aplicações web.

Como é referido em (I.H. Madurapperuma¹, 2022), atualmente existem várias opções de frameworks frontend disponíveis (ex.: Angular.JS, React.JS, Vue e Next.JS), sendo estas as mais utilizadas. Cada framework apresenta o mesmo objetivo, que é ajudar na criação de interfaces interativas e dinâmicas, mas também possuem algumas diferenças, conforme será analisado de seguida.

O Angular.JS é uma framework lançada em 2009 que utiliza ligação bidirecional de dados e uma organização baseada em componentes e módulos.

O React.JS é uma biblioteca JavaScript desenvolvida pela Facebook em 2013. A sua arquitetura é baseada em componentes reutilizáveis e uma melhor versatilidade na atualização de elementos na Document Object Model (DOM).

O Vue JS é uma framework lançada em 2014. Tal como no React JS, o Vue JS também apresenta uma arquitetura baseada em componentes reutilizáveis e a atualização automática da DOM sem ser necessário manipular diretamente esta componente. A diferença está no facto de um ser uma biblioteca JavaScript e o outro uma framework completa. Ou seja, numa biblioteca, eu posso utilizar aquelas funcionalidades ou não, enquanto numa framework as funcionalidades são o ecossistema da aplicação.

O Next.JS é uma framework baseada em React que acrescenta várias funcionalidades mais avançadas como o Server-Side Rendering (SSR). O SSR essencialmente permite a renderização da página primeiro no servidor com objetivo de melhorar o desempenho da aplicação web e reduzir o tempo de carregamento da página. Um dos maiores casos de uso do Next.JS é em websites orientados para Search Engine Optimization (SEO), como plataformas de comércio, empresas e sites de conteúdo.

2.3. Sistemas MES (Manufacturing Execution Systems)

Manufacturing Execution System (MES) (Kletti, 2007), em português, Sistema de Execução no Fabrico, é uma solução para sistemas focado na camada operacional numa empresa. Ele conecta os processos decorrentes no chão de fábrica com sistemas de gestão das encomendas e produção. O sistema está encarregue da aquisição de informação em tempo real das produções, máquinas, qualidade, e rastreamento do produto, criando

transparência, análise e otimização dos processos de negócio. Esta solução integra-se bem com sistemas tradicionais como o Enterprise Resource Planning (ERP). Um sistema ERP é mais focado no planeamento de produção, gestão de inventário, finanças e recursos humanos, mas não inclui a vertente de monitorização das atividades de fabrico.

2.4. Sistema MES - iProd

O iProd apresenta-se como um sistema MES e é uma peça bastante importante na gestão e controlo da produção da empresa. Graças a este sistema, os trabalhadores conseguem ter acesso a um terminal de trabalho onde podem ver as tarefas a realizar, e registar o trabalho que está a ser feito. Os responsáveis, através da plataforma Intranet, que não pertence ao iProd, conseguem monitorizar todo o trabalho que está a ser feito no chão de fábrica e tomar decisões para criar ordens de fabrico e tarefas para cada terminal iProd.

O sistema iProd engloba vários componentes de software como bases de dados, servidor web, aplicações cliente e dispositivos de hardware periféricos conectados a cada terminal iProd.

O sistema iProd é apresentado aos trabalhadores sobre a forma de uma página web, como mostra a Figura 4, e apenas é acedível na rede interna da empresa. Todos os terminais do iProd distribuídos pelo chão de fábrica têm rotinas automáticas que preparam e configuram o computador durante o seu arranque. São iniciados serviços e o iProd é automaticamente aberto pelo browser em modo kiosk onde o operador pode iniciar o seu trabalho normalmente sem ter acesso a outras aplicações do terminal.

Cada computador que funciona como terminal apresenta uma identificação de terminal padrão, única, configurada para cada máquina específica. Por exemplo, a extrusora 5 tem o computador configurado para a identificação “Extrusora 5”. No entanto, existem algumas exceções em que máquinas não possuem um terminal físico dedicado. Neste caso, os trabalhadores têm de se deslocar a um terminal físico próximo e disponível e alterar a sua identificação para a desejada, para que fique associado à máquina respetiva.



Figura 4: Interface web do iProd inicialmente

2.4.1. Tecnologias Utilizadas

A análise inicial do sistema iProd compreendeu a identificação e estudo das tecnologias utilizadas. Como tal, foram identificadas as seguintes tecnologias, descritas de seguida:

- Servidor SQL Server: Sistema de bases de dados que guarda toda a informação do iProd. Esta base de dados também é acedida por outros sistemas da EIB como por exemplo o sistema de gestão industrial;
- Open Database Connectivity (ODBC): Interface de programação aplicacional padrão que funciona como ponte entre sistemas de bases de dados e aplicações.
- Internet Information Server (IIS): Servidor web nativo do Windows utilizado para hospedar aplicações web;
- PHP: Linguagem de programação utilizada no servidor web;
- HTML, CSS, JavaScript: Tecnologias utilizadas na criação da página web do servidor;
- Windows XP: Sistema operativo utilizado nos terminais iProd (computadores localizados no chão de fábrica);

C#: Linguagem de programação utilizada numa aplicação a correr nos terminais iProd com o nome de controlador.

2.4.2. Análise da Implementação

O componente central do iProd é a página web hospedada por um servidor PHP com HTML, CSS e JavaScript embutido. Esta página é persistida, ou seja, quando um terminal é iniciado, os dados nele presentes, como o tipo de terminal e a ordem de fabrico, são mantidos. A renderização da página Web é maioritariamente feita do lado do servidor pelo que o cliente apenas recebe as páginas (HTML e CSS) já pré-processados – Server Side Rendering (SSR). Ou seja, a maioria das interações com a interface resultam num pedido ao servidor para que este execute a lógica de negócio e comunicações com as bases de dados e retorne a página Web atualizado. De uma perspetiva de programação da página Web, o browser cliente apenas processa localmente manipulação de botões e animações, delegando o processamento de lógica de negócio para o servidor.

A Figura 5 ilustra todos os componentes que o sistema iProd agrega. Existe 3 componentes principais: servidor base de dados, servidor da aplicação web e o terminal iProd. O servidor base de dados tem como sistema operativo o Windows Server 2022 com o SQL Server versão 2019 e é responsável por guardar e fornecer toda a informação de dados ao iProd e também a outros sistemas da empresa como o ERP. O servidor da aplicação web contém o sistema operativo Windows Server 2003 e corre o PHP 5.2.4 com HTML, CSS e JavaScript. Este servidor utiliza o ODBC como cliente para as conexões com a base de dados e o servidor IIS para hospedar a aplicação web na rede. Por último, o terminal iProd utilizam maioritariamente o sistema operativo Windows XP com algumas exceções para Windows 7. O terminal utiliza o Internet Explorer para aceder à página *web* do iProd e apresenta vários componentes essenciais abordados mais a frente.

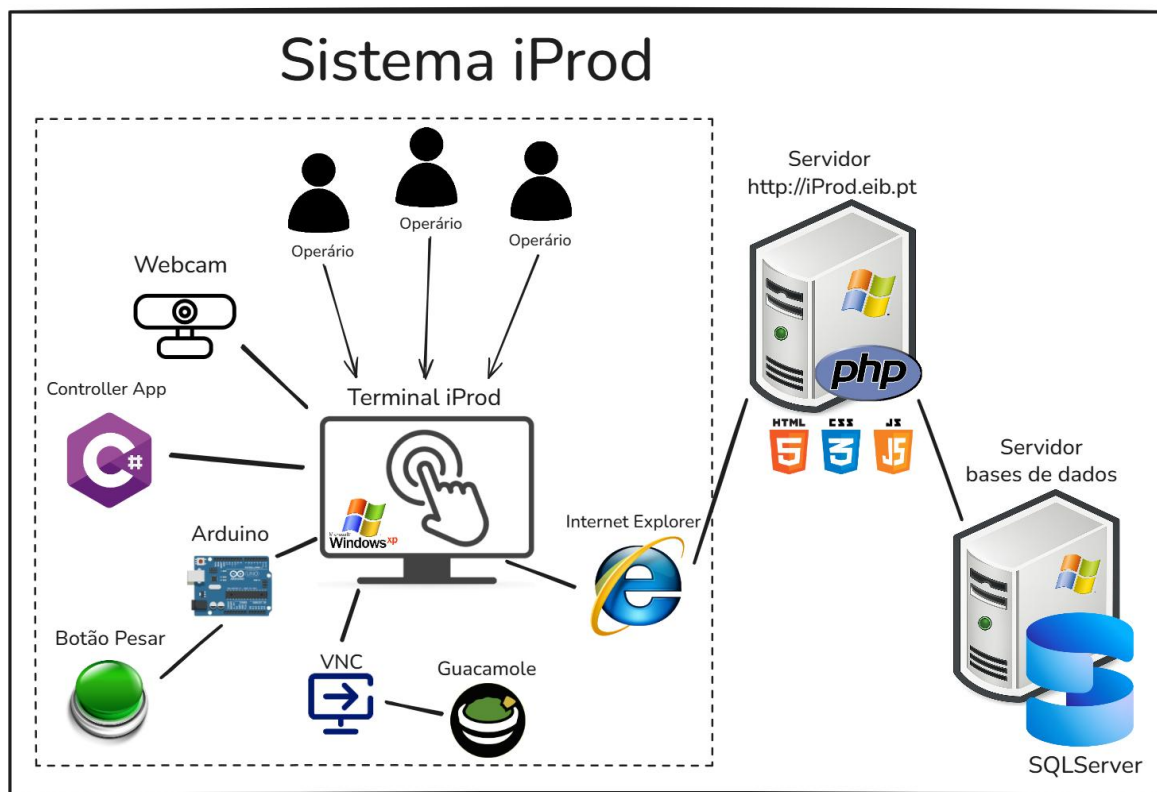


Figura 5: Sistema iProd original

2.4.3. Componentes da Página web iProd

A página web do iProd é composta por diferentes interfaces, que serão descritos de seguida:

Ordem de Fabrico

As ordens de fabrico referem-se à ordem de produção de um produto (n.º série), ou seja, para existir produção, é necessário haver pelo menos uma ordem de fabrico. Cada ordem de fabrico indica o artigo a ser produzido, o seu peso médio, o peso máximo e mínimo, quantidade a ser produzida, artigo a ser usado no alimentador, data de entrega e cliente.

Planeamento/Agenda

O planeamento é onde podemos visualizar a lista de todas as ordens de fabrico relativas àquele terminal em específico. A agenda mostra várias tarefas a realizar em cada dia da semana. Cada tarefa representa uma parte, ou toda a produção de uma ordem de fabrico, ou seja, pode haver várias tarefas com a mesma ordem de fabrico. Sendo assim, os operadores podem visualizar o planeamento, ver as tarefas a fazer e selecionar uma delas para começar a trabalhar. O terminal seleciona aquela tarefa e atualiza a interface com os valores da ordem de fabrico daquela tarefa. É importante salientar que a quantidade a ser produzida pode ser

menor do que da ordem de fabrico pois uma tarefa pode representar apenas a produção de uma parte daquela ordem de fabrico. A Figura 6 mostra a interface do planeamento.

O.FABRICO	ENCOMENDA	DT.ENTREGA	COD.ARTIGO	UN	QT.PLAN	QT.EXEC	OBSERVAÇÕES / CLIENTE
segunda-feira 22 de junho de 2026							
08:00 - 09:10	51809541 20017391	2026-06-09	903295163400 PV903	UN	48,0	16,0	EMULTIT2963.3
09:30 - 10:20	00000000 20017389	2026-06-09	903295163400 PV903	UN	40,0	0,0	EREGL2963.3
10:30 - 11:20	00000000 20017415	2026-06-22	90315516350 PV903	UN	30,0	0,0	EST 165 3.4
11:30 - 12:20	00000000 20017408	2026-06-18	90316516330 PV903	UN	30,0	0,0	EZA1903.2
12:30 - 13:20	00000000 20017381	2026-06-08	90316516350 PV903	UN	40,0	0,0	EST1753.4
13:30 - 15:20	00000000 20017382	2026-06-08	90324020340 PV903	UN	30,0	0,0	E702503.3
15:30 - 16:50	52825286 20017406	2026-06-18	90323521340 PV903	UN	20,0	0,0	EDY32603.3 RECAUCHUTADOS CABEZAS, S.L.
17:00 - 18:10	52825286 20017407	2026-06-18	90323021350 PV903	UN	16,0	0,0	EDY32503.4 RECAUCHUTADOS CABEZAS, S.L.
terça-feira 23 de junho de 2026							
06:30 - 08:00			#OP#ON		0,0	0,0	

Figura 6: iProd - Interface Planeamento

Movimentos da Ordem de Fabrico

Na interface, quando temos uma ordem de fabrico selecionada, podemos visualizar uma tabela com todas as produções realizadas daquela ordem de fabrico. Nesta lista podemos ver dados como: n.º série, peso, hora de registo e terminal. Também podemos selecionar uma produção/n.serie e ver dados mais detalhados.

Movimentos do Turno

Nesta componente podemos ver a lista de artigos que foram produzidos naquele turno e quantidade e peso produzida de cada um.

Iniciar/Terminar Turno (botão)

Neste botão podemos iniciar/terminar o turno daquele terminal. Cada turno normalmente possui um tempo de 8 horas ou menos.

Entrada/Saída de Funcionários

A Figura 7 mostra a componente de entrada/saída de funcionários onde estes podem realizar a sua entrada ou saída naquele terminal em específico indicando o seu número de funcionário.

POS.	DATA/HORA	1	21,30	Dunlop	LX3-395992
1	2026-06-22 11:50:32	1	21,30	Dunlop	LX3-395991
2	2026-06-22 11:48:29	1	21,25	Dunlop	LX3-395990
3	2026-06-22 11:45:26	1	21,25	Dunlop	LX3-395989
4	2026-06-22 11:39:26	1	21,25	Dunlop	LX3-395988
5	2026-06-22 11:33:49	1	21,25	Dunlop	LX3-395987
6	2026-06-22 11:32:04	1	21,25	Dunlop	LX3-395986
7	2026-06-22 11:29:48	1	21,25	Dunlop	LX3-395985
8	2026-06-22 11:22:42	1	21,25	Dunlop	LX3-395984
9	2026-06-22 11:14:20	1	21,25	Dunlop	LX3-395983
10	2026-06-22 11:10:24	1	21,25	Dunlop	LX3-395982

Figura 7: iProd - Interface entrada/saída de funcionários

Registo de Paragens

Na Figura 8 é mostrada a componente onde os operadores podem iniciar uma paragem no terminal indicando que o terminal a partir daquele momento vai se encontrar em pausa e não irá existir qualquer produção. Existem vários tipos de paragens como por exemplo: pausa para refeições, avaria da máquina, falta de pessoal, falta de material e limpeza e arrumações. No final da paragem, o funcionário pode retirar esta paragem e prosseguir com o seu trabalho.



Figura 8: iProd - Interface registo de paragens

Grupagens

A Figura 9 mostra a interface da componente que serve para criar grupagens dos números de série produzidos. Por exemplo, se existir uma paleta com 10 números de série, pode ser criada uma grupagem desses 10 números de série e impressa uma etiqueta que identifica o peso total.

GESTÃO DE GRUPAGENS					
CONTROLO	DESCRIÇÃO / OF'S	ORIGEM	INICIO	ITENS	PESO
	GRP-026168 - GOODYEAR 50024685;		2026-06-22 12:24:51	2,00	24,90
	GRP-026167 - GOODYEAR 50024689;		2026-06-22 10:46:16	16,00	340,30
	GRP-026166 - GOODYEAR 50024686;		2026-06-22 08:42:56	17,00	339,95
	GRP-026164 - GOODYEAR 50024687;		2026-06-22 06:59:04	2,00	38,40
	GRP-026162 - GOODYEAR 50024688;		2026-06-19 19:17:53	19,00	356,50
	GRP-026160 - GOODYEAR 50024690;		2026-06-19 16:23:09	5,00	84,10
	GRP-026072 - SEICA		2026-06-02 07:11:36	24,00	371,70
	GRP-026032 - GODYEAR		2026-05-28 08:38:17	12,00	236,90

Nova Grupagem

Finalizar Seleccionada

Sair

Mostra grupagens finalizadas.

Coloca a grupagem em pausa não acumula pesagens.

Recomeça contagem numa grupagem que esteja em pausa.

Alterar a grupagem.

Vincular ou Desvincular a OF.

Imprime etiqueta.

Eliminar Grupagem.

Figura 9: iProd - Interface da gestão de grupagens

Pesagens

O componente de pesagens encontra-se no canto superior direito onde se lê “PESO ACTUAL” e “PESO” com o botão de pesagem ao lado. Este componente é bastante importante no iProd pois é onde o terminal recebe o peso em tempo real da balança, verifica se o peso está dentro do limite mínimo e máximo e faz a respetiva pesagem do produto (n.º série), solicitada pelo operador da máquina. Caso o peso esteja dentro dos limites máximo e mínimo, a pesagem é realizada, um novo registo é adicionado à ordem de fabrico e uma etiqueta é impressa para depois ser colada no produto produzido.

Controlo Dimensional

Neste componente, como mostra a Figura 10, os funcionários podem registar um ou vários controlos dimensionais dos números de série que estão a ser produzidos. As ordens de fabrico possuem os tamanhos e peso médio do artigo que é preciso produzir. Ou seja, o registo dimensional irá servir para comparar os valores objetivos com os valores dos números de série produzidos e verificar se os valores estão a ser cumpridos. Existem vários parâmetros que podem ser preenchidos no controlo dimensional dependendo do terminal em

questão. Habitualmente, são preenchidos parâmetros como o peso, o comprimento, a largura e a espessura.

DUNLOP

2026/06/22 12:27:44 31

TRF #60503 51.0 %

DETALHES DA ORDEM DE FABRICO

REGISTO DIMENSIONAL

NUMERO ORDEM FA: **500240**

CODIGO ARTIGO: **1703CMSTGW**

DESCRIÇÃO ARTIGO: **GDY C/COLA M**

CLIENTE: **GOODYEAR**

TOT 76 / 1.619,05 MO

POS. DATA/HORA

POS.	DATA/HORA	QTD	PESO	ARTIGO
1	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395988
2	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395987
3	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395986
4	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395985
5	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395984
6	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395983
7	2026-06-22 11:11:11	1	21,25	Dunlop LIX-395982
8	2026-06-22 11:22:42	1	21,25	Dunlop LIX-395981
9	2026-06-22 11:14:20	1	21,25	Dunlop LIX-395980
10	2026-06-22 11:10:24	1	21,25	Dunlop LIX-395979

DIMENSÕES MEDIDAS (MM):

LARGURA: COMPRIMENTO:

OUTROS:

PESO (GR): ☒ **ETIQUETA CONFORME**

NUMERO DE SEGMENTOS:

A B C D E F N K L P 1/2

ADICIONAR

LISTAR REGISTOS

PESO ACTUAL

0.00

21.00 MAX: 21.70

GRUPAGEM

ARTIGO	QTD	PESO
TGW305C	16	340,30

Finalizar Turno

Iniciar Paragem

Anterior Seguinte

Figura 10: Interface Registo Dimensional iProd

Alimentador

A interface do alimentador Figura 11, é onde colocado no Lote/N.Serie do artigo que vai ser alimentado pela máquina durante a produção. No terminal, é possível adicionar um ou vários números de série ao alimentador, dependendo do seu tipo. A esta operação dá-se o nome de saída para fabrico. Ou seja, o produto sai de stock da fábrica e é utilizado para fabrico de um novo produto. Existem dois tipos de alimentador: o alimentador de ORDEM DE FABRICO e o alimentador de terminal. O alimentador de ORDEM DE FABRICO é da tipologia 1:1, ou seja, cada n.º de série no alimentador irá ser usado para produzir um único n.º de série novo. Já no alimentador de terminal, é utilizada a tipologia 1:n, ou seja, cada n.º de série no alimentador irá produzir vários n.os de série. Para além disso, existem terminais que podem ter mais do que um alimentador a funcionar em simultâneo.

ALIMENTADOR TERMINAL

NOVO LOTE/N.SERIE:

Figura 11: Interface Alimentador Terminal iProd

Saídas de Fabrico

Nesta secção, representada na Figura 12, o funcionário pode ver a lista de números de série, o respetivo artigo e as quantidades utilizadas na alimentação da máquina para as produções. O funcionário também pode adicionar um novo registo de saída para fabrico e eliminar registos existentes.

SAIDAS PARA FABRICO

COD.BARRAS: Ext.5 Turno 1
OF=98000004

DATA / HORA	ARTIGO / DESCRIÇÃO	UN.	1ª QUANT.	UN.	2ª QUANT.
2026-06-22 15:02:53 MX2-087019	R1703V7 BOR.FINAL PV DUN R1703 V7	KG	696,00	KG	0,00
2026-06-22 13:49:01 MX2-086952	PV903V8 BOR.FINAL PISO PREVUL PV903 V8	KG	670,00	KG	0,00
2026-06-22 11:47:20 MX2-086953	PV903V8 BOR.FINAL PISO PREVUL PV903 V8	KG	691,00	KG	0,00
2026-06-22 10:41:19 MX2-086954	PV903V8 BOR.FINAL PISO PREVUL PV903 V8	KG	695,00	KG	0,00

TOTAL: 2.752,00 0,00

MOVIM

POS.	DATA/HORA
1	2025-10-27 19:14:
2	2025-10-27 19:12:
3	2025-10-27 19:10:
4	2025-10-27 19:08:
5	2025-10-27 19:05:
6	2025-10-27 19:04:
7	2025-10-27 19:02:
8	2025-10-27 19:01:
9	2025-10-27 19:00:
10	2025-10-27 18:59:42

PESO ACTUAL
0.00
9.60 MAX: 9.95

CIONARIOS REGISTRADOS
** PONTES
** OLIVEIRA
** NORTE

SO:

Anular Ultima Pesagem

Saída Material

Anterior Seguinte

Figura 12: iProd - Interface Saídas Para Fabrico

Informação Sobre o n.série

Para aceder a esta componente é necessário seleccionar um n.série ou pesquisar no menu disponibilidade em *stock*. Nesta interface, como ilustra a Figura 13, o funcionário pode ver dados detalhados sobre aquele n.série, como o seu artigo, a data de criação, a validade, a situação (ativo ou inativo, a ORDEM DE FABRICO, o peso, a origem, a localização, as observações, a alimentação feita para produzir o n.série (LX1-105357, GRP-024928) e outras informações.



Figura 13: iProd - Interface Detalhes Lotes/N.Série

Trocar Identificação do Terminal

Aqui o funcionário pode trocar a identificação do terminal deixando o terminal identificado como temporário. Conforme pode ser visualizado na Figura 14, o título do terminal selecionado apresenta uma cor amarela indicando que o terminal está em modo temporário. Normalmente é utilizada esta funcionalidade caso o tipo de terminal objetivo: não possua um terminal físico dedicado ou o terminal físico esteja desligado ou não funcional.



Figura 14: iProd - Interface Troca Identificação

Disponibilidade em Stock

Neste componente, ilustrado na Figura 15, o funcionário pode procurar a disponibilidade em stock de artigos e n.os de série que estão presentes na fábrica. Selecionando um número de série da lista irá ser apresentada a janela da Figura 13.



Figura 15: iProd - Interface Artigos Com Disponibilidade

Teclado de Ecrã

O teclado de ecrã é um componente no iProd que serve para escrever em alguns campos de texto que podem servir para fazer uma pesquisa ou para adicionar um valor manualmente (peso, ordem de fabrico, pesquisar artigo). Existem dois tipos de teclado de ecrã: o teclado normal (Figura 16) e o teclado numérico (Figura 17).



Figura 16: iProd - Teclado de ecrã



Figura 17: iProd - Teclado de ecrã numérico

2.4.4. Máquina Terminal iProd

O sistema iProd, para além da página web, também apresenta vários computadores distribuídos pela empresa dando o nome de terminal iProd. Estes terminais são o ponto principal de interação entre os funcionários no chão de fábrica e o iProd.

Um terminal iProd é um computador *All-in-one* (na sua maioria da marca Asus, fabricados em 2012) que apresenta um ecrã *touch* para a sua interação. Isto retira a necessidade do uso de qualquer teclado ou rato, que num ambiente como o chão de fábrica, ajuda a manter o local de trabalho mais simples. O sistema operativo utilizado é maioritariamente o Windows XP. Também é utilizado o Windows 7, em apenas dois computadores. É utilizado o *browser* Internet Explorer como o navegador *web* e é utilizada uma aplicação a correr em *background* (segundo plano) na linguagem C#. Esta aplicação C# tem o nome de controlador C# e é responsável por fazer interações entre a camada I/O do terminal e o servidor iProd. Também é utilizado um serviço de acesso remoto ao terminal (VNC), conseguindo ver o ecrã e controlar a máquina pela rede através de outra máquina e um serviço de *webcam*, que é utilizado para a captura de imagens quando existe algum acontecimento que necessite a confirmação de identidade do funcionário como entradas e saídas.

O terminal contém um mecanismo automático onde no arranque, os serviços internos são iniciados e o *browser* é aberto em modo *kiosk* na página *web* objetiva. Assim, para iniciar o terminal iProd, os trabalhadores apenas precisam de clicar no botão de ligar e o terminal inicia automaticamente todo o sistema até à página web.

2.4.5. Controlador C#

O controlador C# é uma aplicação que está a correr em modo serviço num terminal iProd. Isto significa que todos os terminais espalhados pelo chão de fábrica possuem o seu controlador C#. Este controlador tem como principal objetivo fazer a ponte entre os dispositivos I/O conectados ao terminal e o servidor iProd. Este controlador possui 4 componentes:

- **Servidor TCP**, para fazer as comunicações com o servidor iProd. Neste servidor podemos fazer pedidos como: o peso atual da balança, reiniciar o sistema e editar ficheiros de configuração;
- Leitura pela porta *Serial* do peso registado pela balança. O cliente da página *Web* do iProd tem uma rotina que atualiza o peso mostrado na interface. Este peso é obtido através do servidor TCP a correr no controlador;
- Escuta de um botão conectado a um Arduíno, que está conectado via *Serial* ao terminal. Este botão serve para registar uma pesagem, por exemplo, quando o funcionário regista o número de série produzido e pretende registar o seu peso no servidor. Este coloca o produto na balança, o peso é mostrado no terminal e de seguida pressiona o botão para registar a pesagem;
- Webcam XP para a captura de imagens da *webcam*. Cada vez que existe uma ação que necessite da identificação do funcionário, o servidor iProd obtém remotamente o *frame* atual da *Webcam* através da ligação de rede ao terminal e regista a ação;
- Serviço VNC para o acesso remoto ao iProd. Assim, todos os terminais iProd podem ser monitorizados e acedidos remotamente.

2.5.Prensas

O iProd também possui outra página *Web* servida no mesmo servidor, destinada a máquinas do tipo Prensa, conforme apresentado na 1.1.4. Essa página web tem o nome de prensas e é utilizado em dois terminais onde a máquina de trabalho é uma prensa hidráulica. Embora a maioria do código e funções sejam compartilhadas entre si, existem diferenças em relação ao iProd, nomeadamente as grupagens e pesagens que não existem nas prensas. Além destes componentes omissos, existem componentes comuns em ambas as páginas embora com alterações, que serão detalhadas nas seguintes secções. Na Figura 18 é mostrada a interface prensas.

Figura 18: Interface do terminal das prensas

2.5.1. Lado A e Lado B

Como foi referido na secção 1.1.1, cada prensa hidráulica possui dois lados, o lado A e o lado B onde os funcionários podem estar a trabalhar. Como é apenas utilizado um computador por prensa, na interface podemos navegar pelos 2 lados dependendo se está a ser usado apenas um lado ou os dois ao mesmo tempo. Simplificando, o mesmo terminal age como se existissem dois terminais em cada prensa hidráulica.

2.5.2. Trocar Identificação do Terminal

A interface das prensas também possui a possibilidade de trocar a identificação do terminal. Neste caso, apenas é possível trocar entre três diferentes: prensa saspol (29), prensa saspol (78) ou prensa industrial/matrizas. Cada identificação possui o seu terminal iProd

físico exceto a prensa industrial pois esta é utilizada em poucas ocasiões. A troca da identificação do terminal pode servir para quando um terminal iProd físico não funciona ou quando é compartilhado. Para não afetar o trabalho dos funcionários, estes podem utilizar um outro terminal apenas alterando a identificação.

2.5.3. Planeamento e Ordens de Fabrico

Na interface de prensas, apresentada na Figura 19, podemos encontrar a secção do “PLANEAMENTO”, que não existe no iProd. Neste ecrã é possível ver a lista das várias ordens de fabrico ativas. Cada ordem de fabrico pode depois ser associada a um dos pratos da prensa, indicando que aquele artigo vai ser produzido naquele prato.

PLANEAMENTO				LADO A			
Artigo	Borracha	Piso	Medida	Cliente/Observações		Prog.	Prod.
1703PMSD2603.3Y DUR PMSD MSD 260 3.3 P20 QP=70083622	1703	MSD	260 3.3 P20	GOODYEAR		120	102
1703PMSDII260B DUR PMSD MSDII 260 3.3 QP=70083624	1703	MSDII	260 3.3	GOODYEAR		120	79
903PEST1653.4 PRESSA EST 165 3.4 QP=70083626	903	EST	165 3.4	STOCK		30	25
1703PMCA2452.9 DUR PMSD MCA 245 2.9 QP=70083625	1703	MCA	245 2.9	GOODYEAR		390	131
1007PEDE12603.3 PRESSA PEDE EDE 260 3.3 QP=70083575	1007	EDE-1	260 3.3	DURABAND		20	7

Figura 19: Prensas - Interface Planeamento

2.5.4. Produção

Na Figura 20, correspondente à interface de produção das prensas, podemos visualizar uma tabela que mostra a lista dos cinco pratos da prensa, onde a cada prato pode estar associada uma ordem de fabrico na coluna “Em Produção”. Na coluna “Consumo Extrusão” o funcionário pode colocar o número de série (lote) que vai ser usado para alimentar a produção do prato.

PRODUÇÃO				2026/06/23 12:15:			
Pratos	Em Produção			< >	Consumo Extrusão		
1	903PEST1653.4 70083626	PROG. 30 PROD. 25 SALDO 5		H	90315516350 1006143 155-16-350	EX2-362488 9,90 Kg	
2	1703PMSDII260B 70083624 MSDII 260 3.3	PROG. 120 PROD. 79 SALDO 41			1703230023340 1012927 230-23-3400	EX2-362598 20,40 Kg	
3	LIVRE						
4	1703PMCA2452.9 70083625 MCA 245 2.9	PROG. 390 PROD. 131 SALDO 259			1703235016310 1013027 235-16-3100	EX2-362650 13,15 Kg	
5	1703PMSD2603.3Y 70083622 MSD 260 3.3 P20	PROG. 120 PROD. 102 SALDO 18			1703240021340 1011141 240-21-3400	EX2-362713 19,10 Kg	

Figura 20: Prensas - Interface Produção

2.5.5. Controlo Dimensional

No terminal das prensas também é possível registar controlo dimensional sobre os pisos produzidos pela prensa, pois estes podem ter alterações no seu tamanho e características. A interface de registo dimensional representada na Figura 21 é quase idêntica à do iProd, mas com a opção de indicar a identificação do artigo pelo qual o controlo dimensional está a apontar.

PRENSA SASPOL (29)

PLANEAMENTO

Artigo	Borracha	Piso
1703PMSD2603.3Y	1703 MSD	260
1703PMSDII260B	1703 MSDII	260
903PEST1653.4	903 EST	165
1703PMCA2452.9	1703 MCA	245
1007PEDE12603.3	1007 EDE-1	260

PRODUÇÃO

Pratos	Em Produção
1	903PEST1653.4
2	1703PMSDII260B
3	LIVRE
4	1703PMCA2452.9
5	1703PMSD2603.3Y

REGISTO DIMENSIONAL

IDENTIFICAÇÃO DO ARTIGO: 903PEST1753.4

ESTADO DO MOLDE: MOLDE LIMPO

DIMENSÕES MEDIDAS (MM):

LARGURA: COMPRIMENTO:

OUTROS:

PESO (GR):

ETIQUETA CONFORME

NUMERO DE SEGMENTOS:

A B C D E F N K L P 1/2

1703240021340 EX2-362714 19,00 Kg

Prod.

Prog.	Prod
120	101
120	78
30	24
390	130
20	7

Finalizar Carga **Finalizar Turno** **Rejeitar Produção**

Iniciar Paragem **Controlo Dimensional** **Reimprimir Etiquetas**

Instruções Trabalho **Pesquisar Planeamento** **Mais Opções**

Figura 21: Prensas - Registo Dimensional

2.6. Síntese

O presente capítulo, referente ao estado da arte, abordou o estudo de trabalhos relacionados e de ferramentas e tecnologias relacionadas com sistemas MES. Seguiu-se o estudo mais concreto do sistema utilizado pela EIB como MES, denominado iProd. Este estudo permitiu compreender as várias funcionalidades utilizadas e necessárias em contexto de chão de fábrica, e assim dar suporte ao processo de identificação das limitações e dos problemas do iProd, que são identificados e discutidos no capítulo seguinte.

3. Identificação de Problemas

O software iProd foi desenvolvido há pelo menos 20 anos, sofrendo ao longo dos anos pequenas alterações apenas para suportar novos casos de uso e funcionalidades. Não foram efetuadas alterações mais complexas, seja a nível de arquitetura de código e atualização de tecnologias e sistemas operativos, tornando o sistema cada vez mais desatualizado e complexo ao longo do tempo.

3.1. Página Web iProd

A página web é o componente mais importante do sistema iProd onde qualquer terminal cliente consegue aceder através do seu URL. Esta página web é hospedada na rede interna da empresa por um servidor em Windows Server onde todo o código está guardado.

Esta página web apresenta vários problemas e componentes desatualizados que afetam a performance, segurança e adição de novas funcionalidades. Estes problemas precisam de ser resolvidos para garantir um sistema mais fluído e preparado para integrar novas tecnologias, funcionalidades e metodologias modernas.

Após a análise desta página Web e do servidor respetivo, foram identificados um conjunto de problemas, nomeadamente:

1. Servidor antigo Windows Server 2003, Internet Information Server (IIS) e comunicação ODBC com as bases de dados;
2. Single point of failure – Se o servidor desligar por algum motivo, a página web fica indisponível;
3. Versão PHP 5.2.4 obsoleta, lançada em 2007;
4. Ficheiros de código com codificação de caracteres Windows 1252;
5. Não é utilizado um sistema de controlo de versões (ex.: Git);
6. Falta de utilização de tecnologias e frameworks modernas para PHP e JavaScript.

Apesar destas limitações identificadas, é importante salientar que o sistema, apesar de desatualizado, continua a funcionar corretamente nos terminais e a suportar diariamente as produções da fábrica.

3.2. Terminal iProd

Os terminais iProd representam computadores distribuídos por cada máquina industrial dentro do chão de fábrica, oferecendo um ponto de interação entre o iProd e os funcionários.

Estes terminais, tal como a página web iProd, apresentam vários problemas que afetam a experiência de utilizador, segurança e capacidade de integração de novas tecnologias e funcionalidades. A análise dos componentes de hardware e software dos terminais permitiram identificar um conjunto de limitações, de acordo com o seguinte:

7. Sistema operativo antigo e obsoleto - Windows XP;
8. Máquinas ASUS All-In-One de 2011, que representam *hardware* antigo e com muitas vulnerabilidades;
9. Disco rígido HDD, que resulta em lentidão no sistema;
10. Aplicação de controlador desenvolvida em C#, apenas com suporte para ambientes Windows.

Na sua maioria, as máquinas e sistemas operativos são idênticos. Existem quatro exceções, onde duas delas são máquinas construídas em 2012 que correm Windows 7, pertencentes aos terminais (Lixadeira e Misturador 2). Outros dois terminais representam duas máquinas HP, mas sem um ecrã embutido, pelo que estas possuem um ecrã externo. Ainda assim, não deixam de ser sistemas antigos que necessitam de atualização e reestruturação.

3.3. Outros Problemas

Para além dos problemas encontrados em cada componente individual, também foram encontrados outros problemas de fluxo e funcionalidades em falta, discutidos ao longo das próximas secções.

3.3.1. Método de Pesagens

Na interface do iProd pode ser encontrado um componente onde é mostrado o peso da balança em tempo real. Este valor pode ser apresentado para mera informação, sobre o peso de algum produto colocado na balança, embora a função principal seja guardar esse peso numa ordem de pesagem que seja efetuada por ação do utilizador através de um botão dedicado para registar o peso.

O problema neste componente reside na complexidade e ineficiência que existe desde a medição do peso da balança física, até à chegada ao componente que mostra o peso no iProd. O fluxo corresponde aos seguintes passos:

1. O controlador em C# recolhe o peso da balança através de uma porta Serial;
2. A rotina no cliente (*JavaScript*) do iProd, a cada 0.5 segundos, efetua um pedido de pesagem ao servidor iProd;
3. O servidor faz um pedido TCP ao servidor TCP do controlador C# do terminal para recolher o peso atual na balança e devolve ao cliente;
4. O cliente recebe o peso retornado pelo pedido ao servidor e coloca esse peso no componente para mostrar o peso atual.

Este fluxo é complexo e gera lentidão no tempo que demora a mostrar o peso atual na interface. Para além disso é bastante inseguro pois o terminal iProd apresenta uma porta TCP aberta trazendo uma vulnerabilidade para um ciberataque.

Para além da mostragem do peso atual da balança também temos a pesagem do produto que pode ser feito de duas formas, menos complexas do que o processo anterior. Para efetuar uma pesagem, o utilizador pode clicar no botão da interface *web* ou num botão externo conectado a um *Arduíno*. O primeiro método é direto, onde o cliente *JavaScript* realiza um pedido ao servidor com o peso atual para que este registe a pesagem. O segundo método apresenta o seguinte fluxo:

1. O clique no botão é detetado pelo *Arduíno* e este escreve na porta Serial o valor “GETPESO”
2. O controlador C# deteta este valor e de seguida envia um cardinal “#” para o teclado;
3. Como no cliente iProd o cursor está sempre a apontar para uma caixa de texto no local de colocação de peso manual, o “#” é introduzido neste elemento.
4. Um método *JavaScript* é despoletado quando deteta o valor “#” e chama a função de pesagem;
5. Por último, é feito um pedido ao servidor para este registar a pesagem.

3.3.2. Frameworks Desatualizadas e Obsoletas

O projeto iProd apresenta-se muito obsoleto não só no sistema operativo e aplicações que utiliza, mas também na falta de *frameworks* e tecnologias modernas. O servidor PHP tem uma arquitetura de tecnologia simples, sem utilização de ferramentas modernas como

composer, Laravel e ORM, dependendo apenas de funções nativas da versão 5.2.4. Também não são utilizadas *frameworks frontend*, estando todo o código HTML, CSS e JavaScript presente no mesmo *codespace*.

3.3.3. Comunicação

Um dos maiores problemas que a empresa enfrenta é na comunicação. Neste caso em específico, entre os funcionários no chão de fábrica e os diretores da secção. Os funcionários, como já foi explicado anteriormente, veem apresentado no terminal onde estão a laborar o menu do planeamento e agenda onde podem visualizar as várias tarefas e ordens de fabrico disponíveis. Estas tarefas e ordens de fabrico também podem apresentar notas onde pode ser colocada informação extra. Embora este ponto de comunicação permita comunicar com os funcionários, caso seja necessário realizar alterações nas informações da ordem de fabrico (ex.: peso médio, peso mínimo, quantidade), será necessário comunicar presencialmente. Ou seja, o operador da máquina precisaria de se deslocar ao gabinete onde se encontra o diretor de produção para solicitar a respetiva mudança.

Sendo assim, qualquer comunicação que precise de ser feita entre o funcionário e o diretor de produção e vice-versa teria de ser presencialmente, retirando tempo de trabalho efetivo na deslocação entre cada e por sua vez afetar diretamente as produções.

3.3.4. Informação

Outro problema que a empresa enfrenta é na dificuldade de acesso à informação, neste caso, permitir aos funcionários acesso a informação nos terminais. Sendo uma empresa industrial, esta precisa de possuir documentação sobre modos de trabalho, funcionamento de máquinas, regras gerais, informações de cada produto e funcionalidades dos sistemas. Esta informação precisa de estar disponível e acessível aos trabalhadores da empresa de modo a manter a segurança e normal funcionamento da empresa. O terminal iProd não possui um menu dedicado para aceder a estes documentos dificultando aos operadores o acesso a esta documentação.

3.3.5. Alta Disponibilidade

A alta disponibilidade é uma estratégia que tem vindo a ser usada cada vez mais nos sistemas de *software* recentes. Esta abordagem permite a um sistema que se mantenha

disponível mesmo estando com falhas em parte dos seus componentes, nomeadamente através da utilização de redundância entre os componentes.

Sendo assim, este sistema não possui qualquer implementação desta estratégia, ou seja, se o servidor PHP falhar, o sistema iProd deixa de funcionar até que o problema no servidor seja corrigido. Este cenário pode, naturalmente, afetar severamente a empresa, podendo até parar produções.

3.4. Síntese

A análise efetuada ao sistema iProd permitiu identificar um conjunto significativo de limitações como a falta de modernização da arquitetura, das tecnologias utilizadas e da infraestrutura de suporte. Embora o sistema continue a responder às necessidades operacionais da empresa e a suportar diariamente as produções da fábrica, foram identificados problemas ao nível da segurança, desempenho, escalabilidade, manutenção, disponibilidade e experiência de utilização. Adicionalmente, verificaram-se limitações nos processos de comunicação entre os intervenientes e no acesso à informação, comprometendo a eficiência operacional. Estes problemas evidenciam a necessidade de uma reestruturação do sistema, constituindo a base para as propostas de modernização e melhoria apresentadas nos capítulos seguintes.

4. Proposta de Soluções

Sabendo os diversos problemas que o sistema apresenta, podemos analisar as melhores soluções para resolver estes problemas. Estas soluções pretendem maioritariamente atualizar e modernizar o sistema deixando este mais bem preparado para enfrentar novos requisitos e funcionalidades importantes nos dias de hoje.

Existem vários fatores que devemos ter em atenção antes de implementar estas soluções. Devemos ter em conta os pontos mais críticos a corrigir mesmo que possam demorar alguns meses a ser resolvido. Outros pontos menos importantes, mas que não são críticos, devemos fazer uma análise comparativa entre o tempo de resolução e a importância da solução. Os pontos que não são críticos, mas que ofereçam algumas vantagens para o sistema, desde que sejam simples e rápidos de implementar, podem ser feitos.

É importante a produção de documentação de todas as soluções implementadas para que no futuro seja mais fácil compreender aquela solução e realizar alterações ou melhorias caso seja necessário. Para isto propõe-se a criação de um sistema de documentação interno da empresa com o nome de “Projetos EIB”. Neste sistema é possível criar tarefas, colocar uma data-limite, os tempos de duração e também colocar notas e imagens sobre o que aconteceu e como foi feito. No futuro, esta informação sobre as tarefas permitirá ter uma noção abrangente sobre aquilo que foi feito. Por exemplo, suponhamos que foram resolvidos problemas na BIOS de uma máquina. O processo de resolução devidamente documentado, com os passos realizados e imagens dos mesmos, permitiria futura consulta para eventuais correções noutros sistemas com as mesmas falhas.

4.1. Pontos Críticos

A proposta de soluções iniciou-se com o levantamento dos problemas identificados como mais críticos. Como tal, foram definidas seis estratégias iniciais e fundamentais conforme a seguinte lista:

1. Atualizar a versão de PHP 4 para PHP 8, com respetiva reformulação do código para manter o seu bom funcionamento;
2. Atualizar o sistema operativo Windows XP em cada terminal para uma distribuição Linux. Deve ser uma versão minimalista, leve, e que suporte *hardware* antigo., pois os terminais apresentam *hardware* antigo com limitações;

3. Tirar partido do sistema Linux para utilizar um browser moderno com JavaScript moderno como por exemplo o *Chromium* para correr o iProd.
4. Migrar funcionalidades já presentes no sistema antigo para Linux (Servidor VNC a correr, serviço de *streaming* da câmara);
5. Desenvolver um novo controlador em Python substituindo o controlador antigo em C# para ter melhor suporte no sistema Linux sem ser necessário recorrer a conversores Windows-Linux como o Wine. Este controlador irá ser responsável por toda a comunicações de baixo nível com o terminal tais como: portas série, USB, câmara e VNC.
6. Tornar o controlador compatível com diferentes periféricos I/O. No chão de fábrica são encontrados vários terminais e cada um pode possuir dispositivos e funcionalidades únicas. Alguns terminais apresentam balanças de marcas diferentes obrigando à aplicação controlador a estar configurada para conseguir interagir com essa balança pela porta série. Outro tipo de balança é o *batchoff*, localizado no misturador onde o valor do peso é enviado em código *ZPL*. Também possuem impressoras de modelos diferentes, algumas conectadas por USB ao terminal e outra conectadas diretamente à rede através de cabo. Os alimentadores também podem ser diferentes havendo dois tipos: alimentador da Ordem de Fabrico, alimentador de terminal. Neste sentido cada terminal precisa de ser adaptado e testado cada componente específico consoante a finalidade.

4.2. Novo Sistema iProd

A Figura 22 representa a solução final implementada relativo ao iProd. Todos os componentes foram revistos e estudados com objetivo de garantir a robustez do sistema e a sua operacionalidade. Além disso, as tecnologias foram substituídas por tecnologias modernas, incluindo o sistema operativo, a aplicação webcam, o controlador, o código do Arduino, o sistema VNC, o browser utilizado e o servidor PHP. Tudo isto com o objetivo de tornar mais fácil e eficiente a melhoria e a criação de novas funcionalidades, consoante as necessidades da empresa.

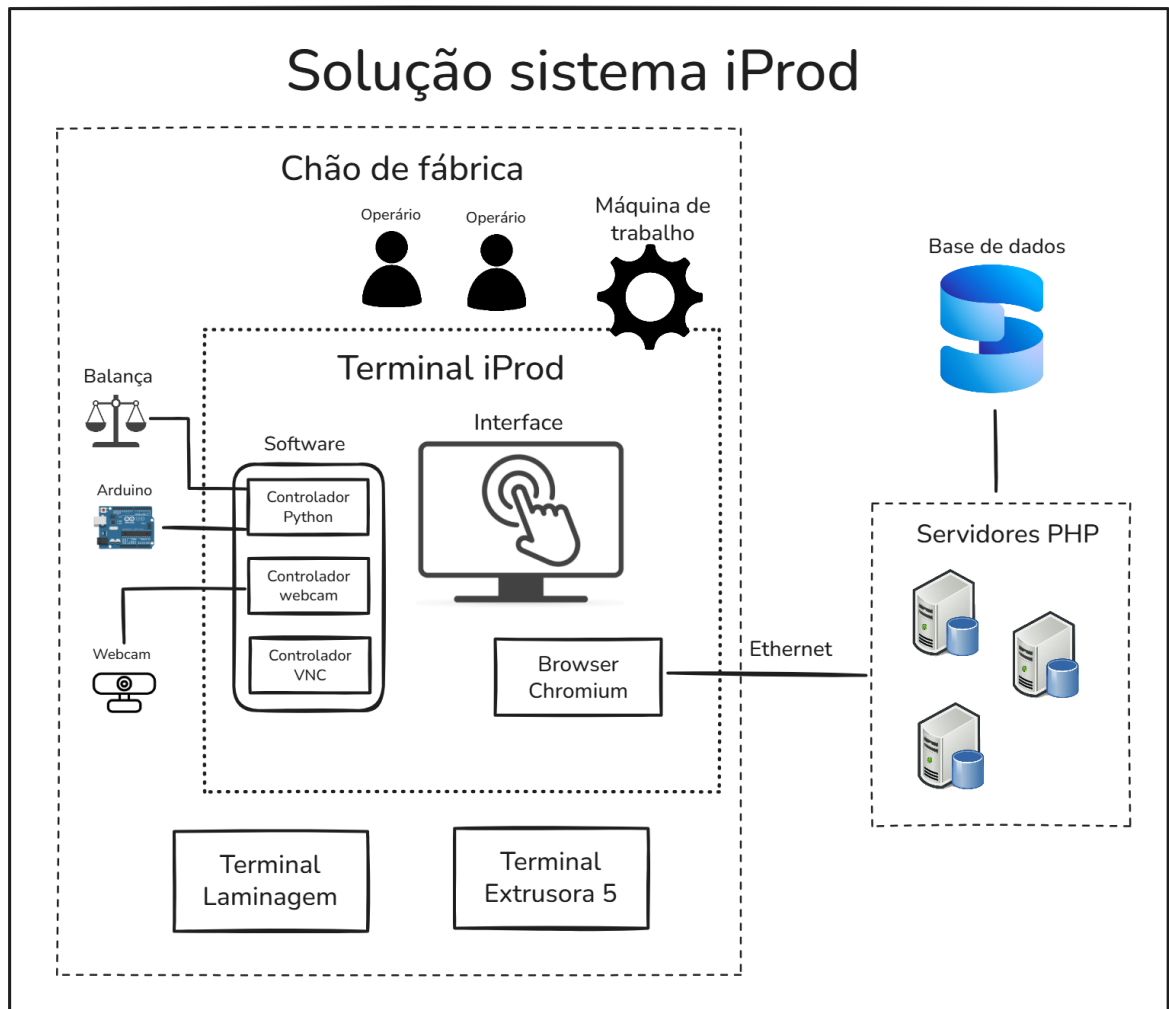


Figura 22: Arquitetura da solução do sistema iProd

O sistema apresentado na Figura 22 é constituído por três grandes componentes principais: **terminal iProd**, **servidores** e **sistema de base de dados**. O componente com maior foco engloba o terminal iProd que pode também ser dividido por vários componentes tais como: a interação com os funcionários; o sistema Webcam para captura de fotos; o controlador em Python para a comunicação com dispositivos físicos (i.e.: balança e impressora); o controlador para o Arduino, que gere o clique no botão físico, o serviço VNC para interação virtual com a máquina por rede, o browser Chromium que irá servir para aceder à página iProd e por fim a própria interface que é apresentada no browser e onde os funcionários podem realizar as suas operações de trabalho. Todos estes componentes em conjunto formam um sistema robusto e de fácil uso que trata de todas as operações relativas a um sistema MES ajudando assim a fábrica a obter dados corretos sobre a produção dos materiais, certificar que todos os trabalhadores estão a cumprir a sua tarefa e também comunicar informações relevantes aos funcionários.

4.3. Código de Servidor Web do iProd

Em relação ao servidor em PHP presente no iProd, existem muitos problemas a corrigir que são críticos e com uma taxa de esforço elevada. O projeto contém milhares de linhas de código e dezenas de ficheiros *PHP* e *JavaScript* com muitas funções intercaladas.

O primeiro passo a realizar passa pela atualização das versões existentes, nomeadamente a linguagem de programação PHP, o servidor SQL Server e a codificação dos ficheiros de código, conforme a lista abaixo:

1. Atualizar versão do código PHP para a versão 8;
2. Atualizar SQL Server para a versão SQL Server 2019;
3. Manter a utilização do ODBC e IIS como já acontecia no sistema antigo;
4. Alterar da codificação dos ficheiros de código de Windows 1252 para UTF-8;
5. Corregir código (*warnings*, *deprecateds*) para suportar as novas versões tecnológicas;
6. Reestruturar o código para otimização de desempenho e diminuição de código repetido;
7. Utilizar a *framework* Bootstrap que fornece estilos e componentes *CSS* para o *design* da interface;
8. Implementar controlo de versões utilizando repositório(s) Git;
9. Utilizar pedidos assíncronos para efetuar chamadas HTTP entre o cliente e o servidor
10. Adicionar a biblioteca JQuery para simplificar a manipulação do DOM e o código *JavaScript*.

4.4. Terminal iProd

O terminal iProd possuía software antigo e várias limitações não suportadas por requisitos modernos, pelo que foi necessário proceder a várias alterações, conforme será explicado nas secções seguintes.

4.4.1. Substituir Disco Rígido por SSD

Alguns terminais iProd ainda possuíam discos rígidos do tipo HDD, que são considerados lentos. Para melhorar o desempenho, foi proposta a substituição destes discos por discos SSD que são significativamente mais rápidos (Tech, 2025).

4.4.2. Sistema Operativo

Como foi referido na secção 2.4.4, o terminal iProd utiliza o sistema operativo Windows XP que já está obsoleto há vários anos. Este sistema contém bastantes limitações de compatibilidade e segurança moderna sendo um grande alvo de ataques cyber informáticos (Andrade, 2026). A opção de atualizar para Windows 10 ou 11 seria uma solução de melhoria, mas o *hardware* em utilização é bastante antigo que não suporta estas versões do Windows.

Sendo assim, a opção viável correspondeu à utilização de uma distribuição Linux compatível com *hardware* antigo e leve. A distribuição escolhida foi o antiX Linux que se destaca pela sua leveza e compatibilidade com *hardware* antigo. É uma distribuição baseada em Debian e possui suporte a aplicações recentes como o Chromium. Como foi abordado anteriormente, o Windows XP não suporta versões recentes de browsers com JavaScript moderno, limitando as funcionalidades que podem ser colocadas no iProd. Já com o antiX Linux, é possível utilizar a versão mais recente do Chromium que consegue correr JavaScript moderno.

4.4.3. Criação de *Snapshot* para Replicação

A utilização da distribuição Linux antiX trouxe outra vantagem que foi a possibilidade de criar um *snapshot* (imagem) do sistema no estado atual. Isto pode trazer vantagens na replicação do sistema operativo atualizado em todos os terminais de forma rápida. Ou seja, todos os terminais irão funcionar de igual forma porque o sistema é exatamente igual. Este processo de criação de um snapshot processo envolve os seguintes passos:

1. Instalar uma imagem limpa da distribuição antiX Linux;
2. Configurar o sistema operativo, serviços e *scripts*;
3. Criar uma imagem do sistema operativo no estado atual;
4. Instalar essa imagem em cada terminal iProd.

4.4.4. Criação de um *Script* de Configuração

Esta solução envolve a utilização de um *script* de configuração que configura automaticamente o terminal iProd. Este *script* irá fornecer outra alternativa para distribuição do novo sistema do terminal iProd pelos terminais localizados no chão de fábrica. As configurações que o *script* irá incluir são:

1. Instalação de pacotes e aplicações (Git, MotionCam, x11VNC, CUPS, Chromium);

2. Configuração do controlador através da instalação pelo repositório GIT e da criação de um serviço que irá ser responsável por iniciar ou parar o controlador;
3. Configuração de um serviço de câmara por IP para a captura de fotos. A aplicação escolhida foi o MotionCam;
4. Configuração de um serviço VNC para o acesso remoto ao computador. Foi utilizada a aplicação x11VNC;
5. Configuração do servidor CUPS para depois configurar uma impressora caso seja necessário;
6. Adicionar início automático em modo Kiosk para a aplicação web iProd através do Chromium.

4.4.5. Controlador Python

A aplicação que servia como controlador utilizado nos terminais iProd utilizava a linguagem C#, sendo apenas compatível com sistemas Windows. A solução proposta pretende substituir a aplicação antiga, por uma aplicação que utiliza a linguagem de programação Python. Esta decisão deve-se ao facto do Python ser uma linguagem moderna, simples e com compatibilidade em Linux.

4.4.6. Pesagem de Balanças

O sistema antigo de pensagens de balança encontrava-se bastante ineficiente e complexo. Para solucionar este problema foram apresentadas duas soluções alternativas:

1. Utilização de um servidor *WebSockets* no controlador do terminal iProd onde o cliente *Web* (interface iProd) irá conectar com esse servidor local. Quando a conexão está estabelecida, o controlador pode enviar o peso de x em x milisegundos ao cliente *Web* e este apenas precisa de atualizar o peso na interface;
2. Utilização de MQTT. Neste caso, o controlador precisaria de conectar-se a um servidor MQTT (*broker*) onde pode publicar o peso atual da balança no tópico do terminal corrente. De seguida o cliente *Web*, para atualizar o peso atual, apenas precisa de enviar um pedido HTTP ao servidor PHP para que este vá buscar o peso atual da balança ao servidor MQTT. De seguida o peso é retornado para o cliente *Web* e o peso atual é atualizado.

4.4.7. Impressão de Etiquetas (CUPS)

Grande parte das impressoras de etiquetas localizadas em cada terminal estão conectadas à rede por *Wi-Fi*, mas existem algumas que estão conectadas ao terminal iProd por USB. Isto implica a necessidade de configurar o Common UNIX Printing System (CUPS) para conseguir conectar com a impressora de etiquetas. Estando a configuração feita, a impressora de etiquetas pode funcionar normalmente.

4.4.8. Outras Configurações

Para além das configurações mencionadas anteriormente também existiram outras melhorias propostas, por forma a tornar o terminal mais completo e intuitivo:

1. Ocultar a barra de tarefas de forma automática;
2. Abrir o browser Chromium no *boot* da máquina;
3. Colocar um atalho para mostrar registos de *logs* do controlador na barra de tarefas;
4. Colocar um atalho no ambiente de trabalho e na barra de tarefas para abrir a aplicação *Web* iProd.

4.5. Controlo de Versões Git

Para melhorar a gestão e atualização do código da aplicação *web* iProd e do código Python, foi integrada a ferramenta Git (Geeksforgeeks, 2024). Esta decisão surgiu da necessidade de manter o histórico de alterações realizadas no código, por forma a permitir corrigir *bugs* que possam surgir, no futuro. As principais ações disponíveis são o *commit* que serve para guardar uma alteração do código e a *branch* que cria um novo ramo de *commits* separado do ramo raiz. Também existe a funcionalidade de criação de *tags*, que funcionam como uma referência para um determinado *commit*. Por outras palavras, a qualquer momento é possível referenciar o código para um *commit* em específico. O Git utiliza uma arquitetura em ramos (*branches*) ou seja, o fluxo do código pode estar espalhado em vários ramos. Isto permite aos programadores desenvolver uma funcionalidade num ramo, e quando a funcionalidade estiver concluída, pode juntar esse ramo com o principal para atualizar o código.

A Figura 23 ilustra a arquitetura proposta para o sistema de controlo de versões. Esta é composta por duas pastas, cada uma dedicada a um *branch*: a diretoria de desenvolvimento (Dev) e a diretoria de produção (Prod). A diretoria Dev irá ser utilizada como o ambiente principal onde o código é desenvolvido e testado, enquanto na diretoria Prod o código só é

modificado quando existir uma nova versão estável. Quando são desenvolvidas funcionalidades ou efetuadas correções de *bugs*, o código da *branch* main teria de ser atualizado e de seguida iria ser criada uma nova *tag* com o nome da nova versão (ex. v3.4.5). Assim, na pasta Prod apenas seria necessário atualizar a versão para a nova.

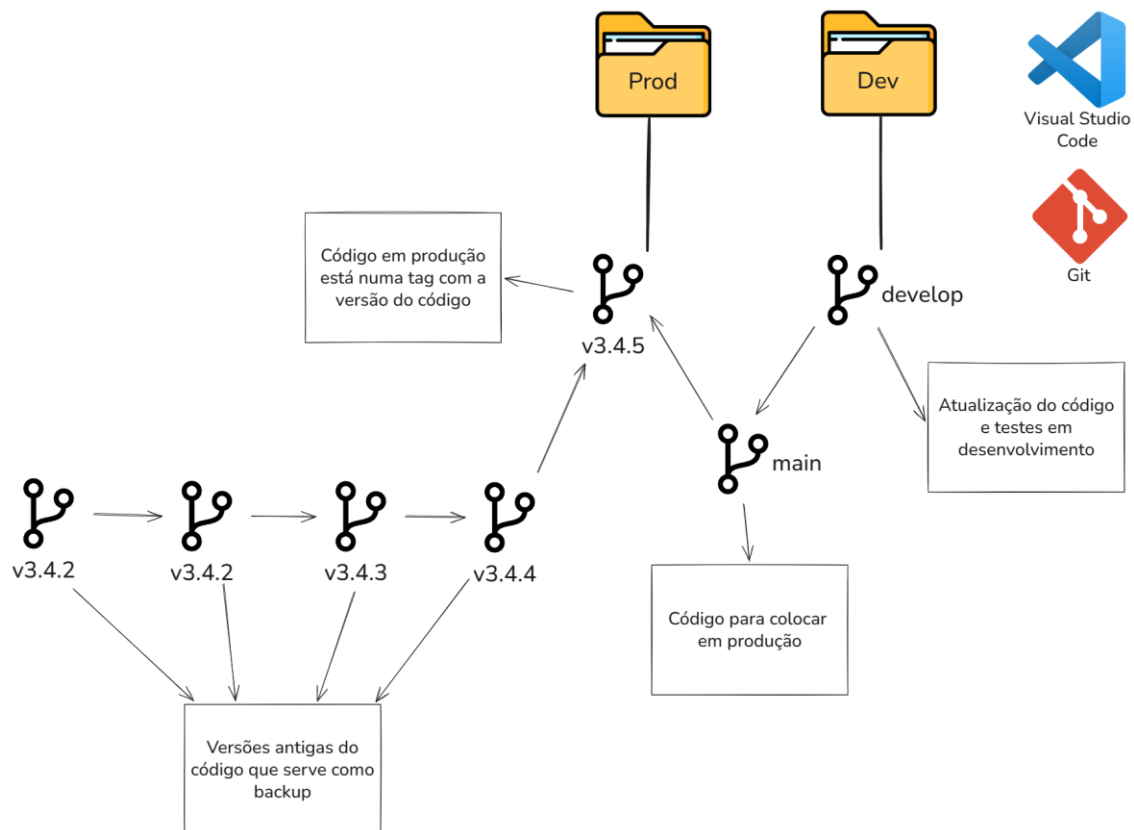


Figura 23: Arquitetura do controle de versões GIT - iProd

A adição de controlo de versões permite ainda, no futuro, a integração de *pipelines* como CI (*Continuous Integration*) e CD (*Continuous Delivery*) que permitem automatizar o processo de atualização, compilação de código e migração de versões de software.

4.6.Arquitetura Alta Disponibilidade

Como o sistema iProd apresentava um problema de ponto único de falha, por possuir apenas um servidor PHP onde o iProd está a correr, foi decidido implementar uma arquitetura com alta disponibilidade. Esta arquitetura tem como principal objetivo utilizar redundância na quantidade de componentes responsáveis por manter a página *Web* iProd disponível. Ao implementar redundância, não existe mais a dependência de um único componente para o funcionamento do sistema. A Figura 24 ilustra a arquitetura de alta disponibilidade proposta para ser implementada. Esta arquitetura é composta por uma *pool*

de três servidores PHP que irão utilizar o código em produção, vão estar conectados à base de dados SQLServer em produção (PROD) e vão estar a trabalhar em conjunto com um *load balancer* configurado no servidor HTTP Nginx. Também irá existir outro servidor PHP para desenvolvimento que irá utilizar o código em desenvolvimento e irá estar conectado a uma base de dados SQLServer distinta, com dados utilizados apenas em desenvolvimento (DEV).

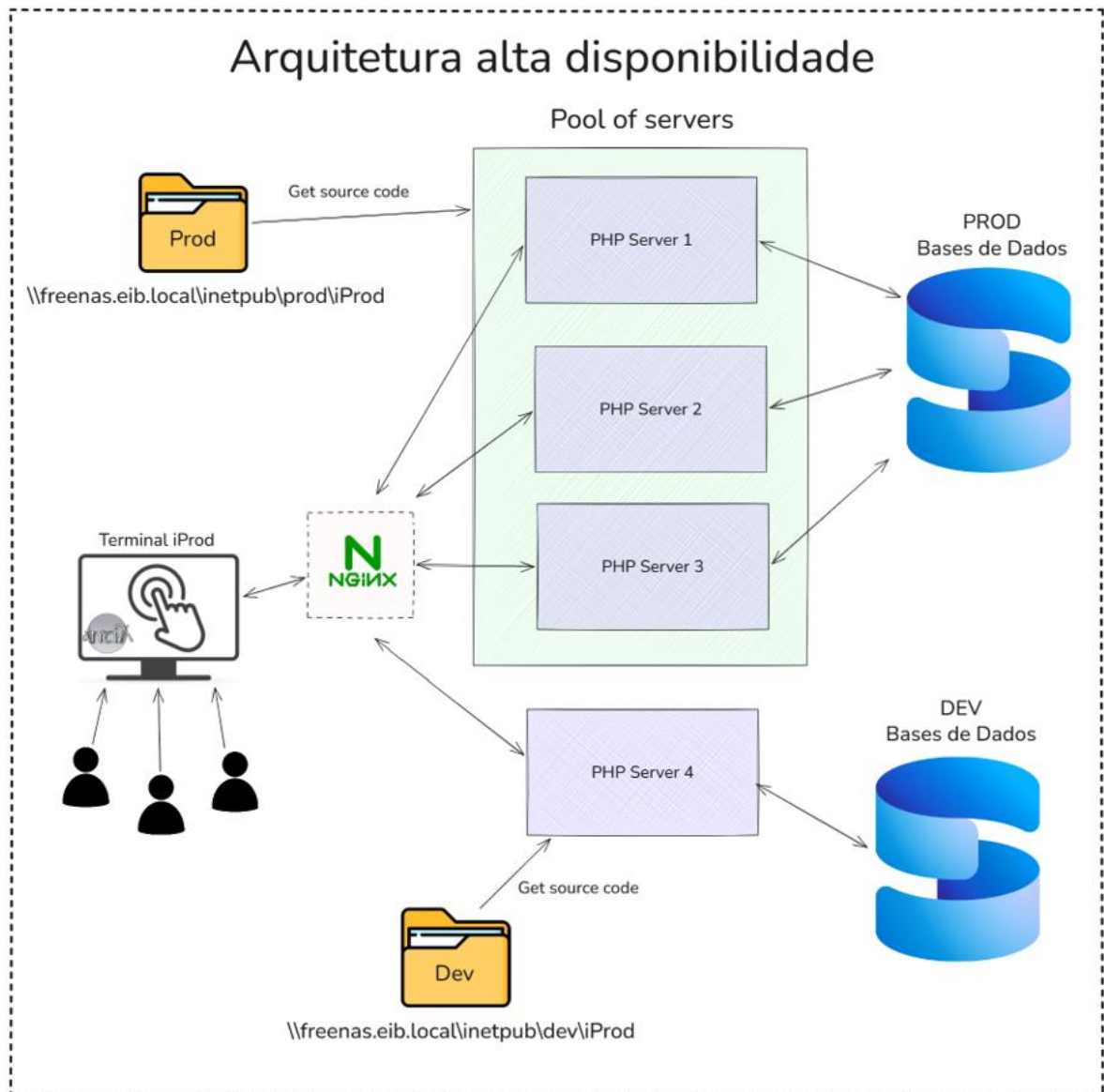


Figura 24: Arquitetura alta disponibilidade

4.6.1. Redundância nos Repositórios de Código Fonte

O código fonte, no sistema antigo, era guardado no servidor PHP onde corria o iProd. Nesta solução todo o código irá ser copiado e colocado em duas pastas (*prod*, *dev*) num outro servidor de sistema de ficheiros com o nome “freenas.eib.local”. A pasta *prod* irá conter o código em produção e a pasta *dev* o código em desenvolvimento. Este método serve para

coexistir um ambiente de testes e desenvolvimento, sem afetar diretamente o servidor em produção como acontecia anteriormente. Quando este código estiver devidamente testado, pode ser migrado para produção utilizando ferramentas como o Git. Os respectivos servidores PHP utilizam o código que lhes é atribuído (servidores em produção usam o código *prod* e o servidor e em desenvolvimento usam o código *dev*).

4.6.2. Servidores

Em ambiente de produção pretende-se criar uma *pool* de servidores PHP que irão estar a tratar dos pedidos vindos do cliente que por sua vez passam pelo servidor *proxy* Nginx. O servidor Nginx, quando recebe um pedido para o servidor em produção (*prod*), decide entre um dos três servidores disponíveis e envia para um aleatoriamente que esteja disponível. Este processo tem o nome de *load balancing* que tem como principal função distribuir os recursos (*CPU*, *RAM*) necessários para processar todos os pedidos vindos do cliente. Em relação ao servidor *dev*, o servidor Nginx, quando recebe o pedido HTTP do cliente, redireciona automaticamente para o servidor *dev*. Os servidores *prod* por sua vez utilizam a sua base de dados *prod* e o servidor *dev* utiliza a base de dados *dev*, mantendo os sistemas e ambientes separados.

4.7. Soluções para Objetivos Decorridos

Ao longo do estágio, para além da implementação das soluções para resolver problemas no sistema, também surgiram outras tarefas de adição de novas funcionalidades ao sistema iProd. Estas soluções promoveram o aumento da robustez e funcionalidades do sistema iProd, permitindo criar um ambiente mais completo para os trabalhadores e por sua vez aumentar a produção e reduzir o erro.

4.7.1. Folhas de Produção

As folhas de produção são documentos que relatam os acontecimentos de cada turno como: a presença dos operadores e o tempo que estiveram a trabalhar; a quantidade e peso dos produtos produzidos; produtos usados no alimentador; paragens realizadas e o seu tempo; tempo efetivo; e tempo total. Todos estes parâmetros servem para monitorizar o fluxo de trabalho da fábrica que auxiliam os diretores na tomada de decisões.

Sendo assim, estas folhas de produção são documentos que são impressos no final de cada turno, e posteriormente assinados manualmente pelo chefe daquele terminal. O

problema em questão é a dificuldade de acesso a estas folhas pois elas são físicas e estão guardadas em documentos. Posto isto, foi sugerido pelo supervisor de estágio a criação de um menu no iProd para visualizar a lista de folhas de produção daquele terminal e também da secção. Para além disso foi solicitada também a possibilidade de abrir essas folhas de produção para os operadores conseguirem os seus dados sem precisar de ver a folha física.

4.7.2. Integração de MQTT na Interface do iProd

O MQTT (geeksforgeeks, 2025) é um protocolo de comunicação leve e baseado na metodologia *publish-subscribe*, onde os dispositivos podem subscrever ou publicar mensagens em tópicos. Quando uma mensagem é publicada num tópico, todos os dispositivos subscritos àquele tópico irão receber essa mensagem. Se essa publicação contiver o parâmetro *retain* (retida), essa mensagem fica guardada no *broker*, ou seja, se um dispositivo subscrever aquele tópico irá receber imediatamente a mensagem retida. Isto pode ser importante para tópicos que indicam o estado ativo ou inativo de um componente ou dispositivo.

A adição do MQTT pretende-se ser feita no lado do *cliente* iProd e terá como finalidade a simplificação e eficiência das comunicações entre dispositivos diferentes como o servidor Web e cliente e o controlador.

Irão existir vários tópicos onde cada terminal irá ter o seu. Por exemplo, a extrusora 5 irá utilizar o tópico “extrusoras/5”, o misturador 2 o tópico “misturadores/Mix2”. Como todos os terminais contêm um controlador a correr, para identificar o controlador foi adicionado mais um tópico (ctrl) dentro do tópico do terminal (ex: extrusoras/5/ctrl). De seguida, para cada componente do controlador foi adicionado outro tópico. A baixo apresenta-se a lista completa de tópicos:

- **Logs:** efetua retenção. Todos os logs criados pela aplicação irão ser também publicados neste tópico;
- **Peso atual:** efetua retenção. Cada vez que o peso é recolhido da balança, este irá ser publicado no tópico;
- **GetPeso:** não efetua retenção. Quando o botão de pesagem é pressionado, se o terminal estiver configurado para enviar peso por MQTT, irá ser publicado GetPeso no tópico. Caso contrário utiliza método antigo de escrever ‘#’ no teclado;

- **State:** efetua retenção e indica se o controlador está ligado ou não; Tem um parâmetro *lastwill*, que serve para fazer uma publicação no tópico quando o cliente desconecta-se abruptamente;
- **State (balança, botão):** efetua retenção. São dois tópicos separados onde os dois indicam se a balança e o botão estão ativos no controlador ou não;

Para além destes tópicos também poderão existir outros para sensores de temperatura que existem nas máquinas industriais relativo a certos terminais. Estes sensores de temperatura já suportavam comunicação através de MQTT, pelo que apenas foi necessário configurá-los para enviarem a informação para o tópico correto dentro do servidor MQTT. Estas temperaturas podem ser mostradas no terminal iProd, para informar os funcionários, e ao mesmo tempo para monitorizar se a temperatura está dentro dos limites seguros e alertar caso não esteja. A Figura 25 ilustra uma temperatura a ultrapassar os limites, em que mostra o visor de temperatura a vermelho e um alerta de temperatura máxima excedida.



Figura 25: Visor de temperatura e aviso de temperatura máxima excedida

4.7.3. Acesso a Documentação

A documentação representa vários tipos de ficheiros que apresentam vários tipos de informações como éticas de trabalho, regras, funcionamento de máquinas e detalhes de artigos e produtos. Esta documentação, como acontece com as folhas de produção, encontra-se maioritariamente guardada em papel, dificultando o seu acesso e organização ao longo dos anos.

A solução proposta para este problema é criar uma interface no iProd onde esta documentação possa ser visualizada. O supervisor de estágio optou por criar uma

organização por diretórios para colocar estes documentos, e consoante essa organização, as aplicações conseguirão entender quais os ficheiros que devem buscar.

A Figura 26 mostra a organização do sistema de documentação. Irão existir vários tipos de ficheiros (Fichas de Produto, Ficha de Segurança, Instruções Técnicas, Regras Gerais), podendo existir mais no futuro. Cada ficheiro irá estar guardado numa destas pastas. Este conjunto de diretórias irá estar presente em cada terminal individual, no diretório geral de cada secção e no diretório geral de todas as secções. O diretório geral irá ser acedido por qualquer terminal e os da secção irão apenas ser acedidos pelos terminais naquela secção. A colocação de ficheiros irá ser feita pelos respetivos diretores de produção, onde estes apenas precisam de colocar os ficheiros em formato PDF nas respetivas diretorias.

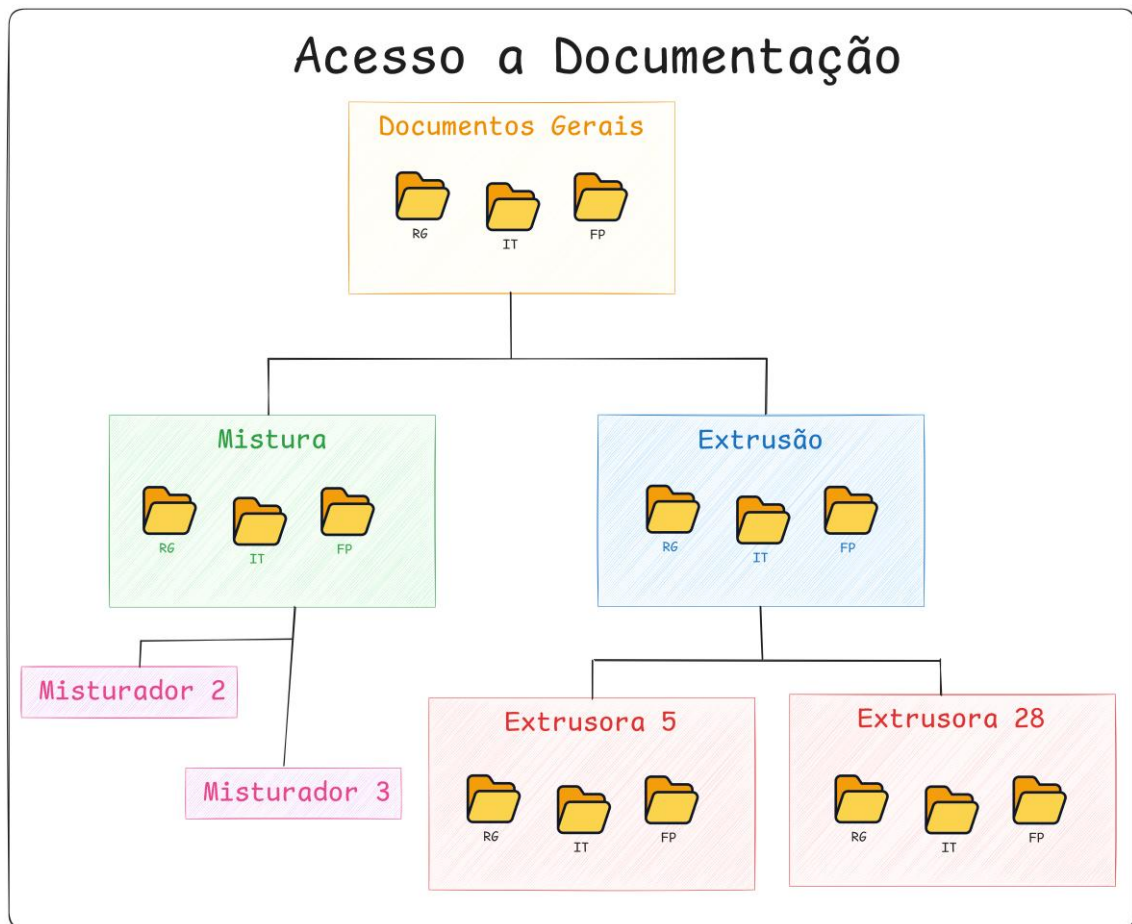


Figura 26: Solução Documentação

O iProd irá ter uma interface onde pode ser visualizada a lista de ficheiros em formato de tabela. Nesta tabela é possível filtrar pelos ficheiros gerais, ficheiros de secção (ex. Mistura) e ficheiros de um terminal específico (ex. Extrusora 5) e pelo tipo de ficheiro como por

exemplo Fichas de Produto. Cada ficheiro pode ser aberto através do mesmo visualizador de PDF utilizado nas Folhas de Produção.

4.7.4. Notas do Turno

Quando um turno é concluído, todas as informações, ordens de fabrico, saídas para fabrico e paragens são colocadas numa folha de produção. Essa folha de produção também apresenta um campo de notas onde podem ser adicionados informação adicional. Esta solução tem como objetivo fornecer aos funcionários a oportunidade de adicionar informações extra sobre acontecimentos durante o turno atual de uma forma rápida e simples. Portanto, apenas será possível adicionar notas no turno corrente e, caso não exista um turno ativo, irá mostrada uma mensagem a indicar que não existe turno.

4.7.5. Atualização do Teclado de Ecrã

A atualização do teclado de ecrã tem como objetivo substituir o antigo teclado utilizado por uma solução mais moderna, flexível e fácil manutenção. Esta nova solução pretende utilizar bibliotecas JavaScript para a implementação do novo teclado virtual, com conjunto com componentes e estilos disponibilizados pelo Bootstrap. Esta abordagem permite simplificar o desenvolvimento, melhorar a aparência e facilitar a manutenção e adição de novas funcionalidades no teclado.

4.7.6. Toasts

Toasts são essencialmente notificações animadas em *popup* simples e nativa do Bootstrap. Esta componente pretende ajudar na transmissão de informação relevante ao funcionário no chão de fábrica como por exemplo, quando erra na introdução de algum valor, quando um registo é criado com sucesso ou quando existem novas mensagens na central de mensagens 4.7.7.

4.7.7. Central de Mensagens (Slack)

Uma das maiores dificuldades que a empresa EIB apresenta é a comunicação. Neste caso específico, a comunicação entre os operadores no chão de fábrica e os respetivos chefes de secção. Se for preciso fornecer alguma informação aos operadores ou vice-versa, será necessária a deslocação da pessoa ao local destino para fornecer a informação e fazer alguma pergunta. Este processo retira tempo aos funcionários da empresa e implica que a pessoa se desloquem do seu posto de trabalho.

A solução para este problema é a criação de uma central de mensagens que irá trazer a possibilidade a cada terminal de enviar e receber mensagens, evitando a deslocação de pessoal. Em cada terminal do chão de fábrica, pretende-se criar um canal de Slack dedicado onde o terminal irá ter acesso automático ao seu canal. A interface deverá mostrar as mensagens atuais daquele canal e fornecer a possibilidade de enviar mensagens utilizando o teclado de ecrã. Para além disto deverão haver botões para a geração de mensagens automáticas como por exemplo (alteração de peso de x para z da ordem de fabrico y , alteração de quantidades, alteração de conjuntos, impressora não está a funcionar).

Para a sincronização das mensagens do canal Slack com as bases de dados, para que possam ser consequentemente integradas no sistema iProd, propõe-se a criação de um *script*, através da ferramenta de automação *n8n*. Propõe-se ainda um sistema de notificações e atualização automática de mensagens, quando enquanto a central de mensagens está aberta, com base no serviço MQTT.

4.8. Síntese

Neste capítulo foram apresentadas soluções para responder aos problemas identificados no sistema iProd, incidindo na modernização da infraestrutura, na atualização das tecnologias utilizadas e na melhoria da arquitetura do sistema. Para além das soluções destinadas à correção das limitações existentes, foram também propostas novas funcionalidades que visam melhorar a eficiência operacional, a comunicação entre os intervenientes e a experiência de utilização do sistema. Estas propostas constituem a base para o processo de implementação desenvolvido durante o estágio sendo apresentadas no capítulo seguinte.

5. Implementação das Soluções

Após a proposta de soluções, foi ser necessária a sua implementação, teste e colocação em produção dentro do contexto da empresa. Como tal, este capítulo descreve os vários passos, detalhadamente, de como as soluções foram implementadas com vista à mitigação das limitações e problemas identificados.

5.1. Ferramentas Utilizadas

Durante a implementação das soluções, foram utilizadas várias ferramentas de apoio como modelos de inteligência artificial e a aplicação VSCode. As ferramentas contribuíram para desenvolvimento do código, pesquisa de documentação e conceitos que contribuíram para acelerar o processo de execução das tarefas. A aplicação VSCode centrou-se como a ferramenta principal no desenvolvimento do iProd onde a integração com o repositório Git facilitou a atualização do código e na leitura do histórico de alterações feitas.

5.2. Implementação da Nova Solução iProd

A implementação da nova solução do sistema iProd envolveu vários passos que foram cruciais para o sucesso. Inicialmente foi necessário passar por uma fase de adaptação e preparação onde o sistema e o fluxo de código foi estudado aprofundadamente. Foi utilizado um terminal iProd, no gabinete de trabalho, para os testes e implementação da nova solução. Nesta secção irá ser detalhado esse processo bem como a a implementação das soluções no sistema iProd.

5.2.1. Atualização do Código PHP

Inicialmente o iProd foi instalado na máquina de trabalho com as bases de dados e o código PHP. Foi necessário configurar o SQL Server 2019 para as bases de dados, o ODBC para a comunicação com as bases de dados, o Internet Information Service (IIS) para o servidor PHP versão 8 e o Git para o sistema de controlo de versões. Com a configuração do *setup* realizada, tornou-se possível aceder ao website do iProd através do URL *localhost* e iniciar o processo de estudo e análise do sistema. Após este estudo seguiu-se o passo de atualizar o código que envolveu corrigir funcionalidades *deprecated* (métodos obsoletos) e *warnings* (avisos de erros que possam acontecer), de análise do sistema e atualização.

Os ficheiros de código do iProd estavam codificados em Windows 1252, pelo que foi necessário converter para UTF-8 através de um *script* desenvolvido em PowerShell. As bases de dados também se encontravam codificadas em Windows 1252. No entanto, tratando-se de informação mais complexa, cuja conversão poderia gerar problemas em todos os sistemas que também utilizam aquela base de dados, optou-se por manter a codificação. Como as bases de dados mantiveram-se em Windows 1252 e o código migrou para UTF-8, foi preciso criar funções para converter a codificação. Ou seja, uma pesquisa na base de dados precisaria de ser codificada em Windows 1252, e o resultado precisaria de ser codificado em UTF-8. Este processo permitiu manter coerência e garantia que os caracteres especiais (á, ç, ...) se mantinham guardados corretamente na base de dados.

De seguida foi também necessário adicionar fontes de texto para alguns tipos de letra que o Linux não apresentava. Visto que o terminal iProd iria ser migrado para Linux, foram adotadas fontes de texto semelhantes às utilizadas anteriormente no Windows, para manter o sistema o mais parecido possível ao antigo. Este requisito foi indicado pelo IT da empresa pois o objetivo seria atualizar as versões e o sistema por detrás sem alterar a interface.

Para além disso, foram também adicionadas as *frameworks* Bootstrap (CSS), JQuery (JavaScript) e Ajax (para realizar pedidos HTTP entre o cliente e o servidor). O Bootstrap trouxe facilidade e simplicidade no desenho e desenvolvimento da interface através de componentes pré-feitos e prontos a ser utilizados. O JQuery ajudou a simplificar o código JavaScript através da chamada de métodos JQuery prontos a utilizar e também na manipulação do DOM. Esta biblioteca integra-se bem com o Ajax simplificando ainda mais os pedidos HTTP ao servidor. Os exemplos apresentados mostram as diferenças entre utilizar JavaScript nativo (Equação 1) e utilizar através de JQuery com Ajax (Equação 2).

Equação 1: Exemplo fetch JavaScript nativo

```
fetch('https://api.example.com/users/1')
  .then(response => response.json())
  .then(data => {
    document.getElementById('result').innerHTML = `
      <p>Name: ${data.name}</p>
      <p>Email: ${data.email}</p>
    `;
  })
  .catch(error => console.log('Error:', error));
```

Equação 2: Exemplo fetch com Ajax e JQuery

```
$.ajax({
  url: 'https://api.example.com/users/1',
  type: 'GET',
  dataType: 'json',
  success: function(data) {
    $('#result').html(`
      <p>Name: ${data.name}</p>
      <p>Email: ${data.email}</p>
    `);
  },
  error: function(error) {
    console.log('Error:', error);
  }
});
```

5.2.2. Atualização do Código das Prensas

A atualização do código das prensas começou por volta do mês de março e envolveu um processo idêntico à atualização do código no iProd. A aplicação *web* das prensas é acedida através do URL “iprod3.eib.pt/prensas.php”, ao contrário do iProd que acede pelo URL “iprod3.eib.pt”, ou seja, o ficheiro base é diferente do ficheiro do iProd. Para além disso existem outros ficheiros, PHP e JavaScript, que são dedicados apenas ao código das prensas. Após a correção dos *warnings*, código *deprecated* e erros no design da interface, foram adicionadas as novas bibliotecas como o Bootstrap, JQuery e Ajax, tal como sucedeu com o iProd.

5.2.3. Implementação do Controlo de Versões Git

A integração desta ferramenta no código iProd foi logo feita no início do estágio onde todas as alterações que foram efetuadas no código foram devidamente guardadas na árvore de *commits* do Git. A adoção desta abordagem envolveu a criação de um repositório na plataforma GitHub onde o código ficou sincronizado. Para além disso, a abordagem com versionamento através do Git também foi utilizada no projeto do controlador Python.

Como foi referido na explicação da solução, foram utilizadas duas *branches* nos repositórios: uma para o código em produção e a outra para o código em desenvolvimento. Durante o desenvolvimento do código, sempre que foi necessário atualizar o código em produção, a *branch main* foi atualizada e foi criada uma *tag* com o nome da nova versão (ex. v3.4.5). De seguida, no servidor com o código em produção bastava alterar a *tag* antiga para a *tag* com a nova versão para aplicar as novas alterações no ambiente em produção.

Existiram exceções onde foi necessário proceder com elevada urgência a correções de código em produção, pelo que a correção desses problemas críticos foi efetuada diretamente

em ambiente em produção. Estas atualizações, excepcionais, foram posteriormente atualizadas em conformidade com o procedimento abordado anteriormente.

5.2.4. Testes e Instalação do Sistema Operativo no Terminal iProd

O terminal representa uma máquina ASUS All-In-One com ecrã tátil. Inicialmente esta máquina apresentava um sistema operativo Windows XP, permitia acesso ao iProd através do browser Internet Explorer e corria o seu controlador na linguagem C#.

A necessidade de atualizar e modernizar o terminal teve como objetivo melhorar: a compatibilidade com sistemas modernos, segurança e otimização. A compatibilidade é necessária pois a aplicação *web* iProd apresentou atualizações significativas nas tecnologias, nomeadamente novas versões de JavaScript (ES6) e HTML 5. Estas novas versões não são suportadas em *browsers* antigos como o Internet Explorer utilizado pelo Windows XP, e como tal tornou-se necessário utilizar um *browser* moderno como o Chromium ou o Firefox. Uma vez que estes *browsers* apenas são suportados em sistemas operativos recentes como o Windows 10 ou 11 e Linux, e como o *hardware* em questão não é compatível com Windows 10 ou 11, a solução recaiu sobre uma distribuição Linux que exigisse poucos recursos computacionais de acordo com os terminais existentes.

Como o *hardware* dos terminais está desatualizado, com uma idade significativa, foi necessário optar por uma versão leve e compatível. De acordo com a fonte (Kiarie, 2026), são listadas várias opções para distribuições Linux focadas em hardware com capacidades reduzidas. Uma vez que existia um terminal disponível no escritório para testes, foram testadas duas distribuições: Puppy Linux e antiX Linux. O método de experimentação e avaliação das duas distribuições envolveu diferentes passos, conforme descrito de seguida.

Primeiramente foi instalada a distribuição Puppy Linux. Foi identificado um problema na simplicidade e limitação para instalação de software e configuração do sistema. Esta distribuição utiliza um gestor de pacotes denominado Puppy Package Manager que limita a quantidade de componentes de instalação no sistema operativo.

A segunda distribuição testada foi o antiX Linux. Esta distribuição mostrou-se mais completa e com um desempenho semelhante ao Puppy Linux, de acordo com a fonte (Kiarie, 2026). Ao contrário do Puppy, que utiliza um sistema de gestão de pacotes minimalista, o antiX utiliza o Advanced Package Tool (APT), utilizado também pelas distribuições Debian e Ubuntu. As vantagens são um maior número de pacotes disponíveis, instalação de

dependências automaticamente e um ecossistema maior. O antiX também apresenta uma funcionalidade de criação de snapshot (replicação) do sistema no estado atual. Isto torna mais fácil e simples a replicação do sistema em ambientes com múltiplos computadores, como é o caso dos terminais iProd, em que apenas é necessário instalar e configurar todo o sistema e software num terminal, criar um snapshot, e replicar entre os vários sistemas através de um pendrive USB .

De acordo com os testes realizados em laboratório, a distribuição antiX Linux revelou-se como a melhor solução para os casos de uso definidos, permitindo compatibilidade com tecnologias modernas no *hardware* antigo sem ser necessário adquirir *hardware* moderno.

A instalação do sistema operativo antiX Linux foi efetuada no disco rígido do computador e o tipo de arranque (*boot*) que foi utilizado foi o *Legacy BIOS*. Este método de arranque permitiu instalar o sistema no *hardware* antigo, ao contrário do que ocorre com *hardware* novo, onde é recomendada a utilização do método mais recente *Unified Extensible Firmware Interface* (UEFI). Os terminais, sendo sistemas antigos, só suportam este tipo de arranque. Para além do Legacy BIOS, foi utilizado o GNU GRand Unified Bootloader (GRUB) que gere o arranque do sistema operativo antiX Linux.

5.2.5. Configuração do Terminal iProd

Após a escolha e instalação do sistema operativo no terminal iProd, foi necessário configurar e preparar o sistema para depois ser distribuído pelos vários terminais espalhados no chão de fábrica.

Criação de um Script para Configuração Automática

Para acelerar o processo de configuração do terminal, foi desenvolvido um *script* em *shell*, que é um ficheiro onde a lista de comandos é colocada e depois a execução desse ficheiro executa todos os comandos do ficheiro por ordem. As configurações que este ficheiro cria estão relatadas em 4.4.4. Este ficheiro serve como alternativa à utilização de *snapshots*, mas apresenta a limitação de necessitar de Internet para conseguir instalar os pacotes. Sendo assim, durante o desenvolvimento este *script* foi utilizado apenas para testes em ambiente de desenvolvimento.

Criação de um Snapshot do Sistema

Após a configuração do sistema operativo antiX Linux, foi possível criar um *snapshot* do sistema no seu estado atual. Isto foi um passo fundamental durante a atualização dos

terminais iProd, onde apenas foi apenas preciso criar uma *penbootable* com o *snapshot* e depois instalar o sistema operativo nos terminais da empresa sem configurações adicionais.

Executar o Controlador C# no Linux

O sistema operativo do terminal foi alterado de Windows XP para Linux, e portanto exigiu que os componentes também fossem migrados, mais concretamente a aplicação controlador do terminal anteriormente desenvolvida na linguagem C#. Esta aplicação encontra-se compilada para Windows pelo que o funcionamento em Linux encontra-se limitado. Sendo assim existiam duas soluções: correr a aplicação através de emulação *Wine*; desenvolver um controlador novo numa linguagem compatível. A execução do processo através da solução *Wine* funcionou, mas ofereceu várias limitações como o não funcionamento dos formulários próprios do *Windows*. Sendo assim esta solução foi rejeitada e optou-se por converter esta aplicação para a linguagem de programação Python.

Programação do Controlador em Python

A aplicação controlador desenvolvida na linguagem Python pretende substituir o controlador antigo desenvolvido na linguagem C#, mantendo o funcionamento idêntico. Para a fase de desenvolvimento e para agilizar a fase de testes, foi utilizada uma máquina virtual antiX Linux. A máquina virtual permitiu criar um ambiente de desenvolvimento e testes em qualquer computador, sem necessidade de reservar um terminal iProd para o efeito, e com maior capacidade de processamento e mais rápido do que um terminal iProd.

Durante o estágio, foram também adicionadas novas funcionalidades ao iProd que não existiam anteriormente. Assim, foi necessário desenvolver também essas novas funcionalidades no controlador Python, conforme descrito de seguida.

1. Cliente MQTT para conectar com o tópico relativo à identificação do terminal (ex. Extrusora 5, Laminagem). Este cliente vai publicar valores de logs, estados de dispositivos, peso atual da balança e o “GetPeso”. Estes tópicos foram abordados detalhadamente no capítulo 4.7.2;
2. Label Relay para o Batchoff no terminal misturador. Este componente irá receber registos da balança do batchoff quando há a produção de uma paleta. Este registo entra pela porta serial do terminal e o controlador agarra neste registo e envia para o servidor PHP por HTTP para que este coloque na base de dados.

Testes com Máquina Virtual Através do VMWare

Para facilitar os processos de testes e configuração da nova solução para o terminal iProd, foi utilizada a aplicação VMWare. Esta aplicação permite correr um sistema operativo (Linux ou Windows) num ambiente virtual e isolado. Esta aplicação foi utilizada maioritariamente para a preparação dos ficheiros ISO e da programação da aplicação controlador Python. Como a máquina virtual está a correr no computador de desenvolvimento, o desempenho é significativamente superior ao do terminal e assim permitiu acelerar o processo de configuração e testes.

LogRotate

O registo de informação log nos discos dos terminais culmina, naturalmente, no preenchimento de todo o espaço disponível. Para permitir a escrita de informação mesmo após deixar de existir espaço livre em disco, foi implementado o mecanismo de *log rotate*. Este mecanismo permite criar rotinas, com um determinado intervalo de tempo (hora, dia, semana) para realizar compressão dos ficheiros de log e, numa fase posterior, também proceder à eliminação dos ficheiros mais antigos. Assim, implementou-se esta estratégia para permitir a escrita contínua de logs sem interrupção, aumentando o tempo de operacionalidade.

NTP

Foi configurado um cliente NTP no terminal iProd, que utiliza o servidor NTP disponível na rede interna da empresa para sincronizar a data e hora do sistema operativo de todos os terminais iProd.

Impressão de Etiquetas (CUPS)

Em alguns terminais foi necessário configurar a impressora de etiquetas, pois esta apresentava-se conectada por USB diretamente ao terminal. Esta configuração pôde ser feita remotamente, pois o servidor CUPS em execução no terminal iProd já tinha sido preparado para configuração remota.

5.3.Implementação das Soluções para Objetivos Decorridos

As várias soluções apresentadas em 4.7 foram devidamente implementadas, como funcionalidades adicionais à solução iProd, conforme se descreve nas secções seguintes.

5.3.1. Folhas de Produção

A implementação desta solução envolveu a criação de uma nova interface onde os funcionários podem visualizar a lista de folhas de produção dos últimos 60 dias e também abrir o PDF dessa mesma folha de produção diretamente no terminal. Na Figura 27 pode-se visualizar a interface final implementada para listar as folhas de produção em formato de tabela. Esta tabela apresenta várias colunas onde cada uma indica valores como a data, turno, tempo efetivo, tempo total, número de funcionários, quantidade produzida em peso e número de produtos produzidos (números de série). A tabela pode ser filtrada pela lista de folhas de produção de toda a secção correspondente ao terminal (extrusão, acabamento, prensas) ou apenas daquele terminal em particular. Existe também um campo de inserção de texto onde é possível filtrar pelo nome do turno.



FOLHAS DE PRODUÇÃO								
SECÇÃO:		Todos		TURNO:				
Início	Turno/Fim	N.F	Tempo	Efetivo	Paragens	Rendimento	Qtd	Peso
2026-06-24 QUA - 05:00:46	DUNLOP T2 Turno não terminado	2	03:59:20	02:30:13	01:29:07	325.1	44	812.7
2026-06-23 TER - 12:58:10	DUNLOP T1 2026-06-23 20:51:38	2	07:53:28	04:22:10	03:31:18	271.4	63	1,185.2
2026-06-23 TER - 04:57:45	DUNLOP T2 2026-06-23 12:53:50	4	07:56:04	03:31:18	04:24:46	352.1	64	1,238.3
2026-06-22 SEG - 13:02:55	DUNLOP T1 2026-06-22 20:50:56	3	07:48:00	06:42:33	01:05:27	125.7	54	842.4
2026-06-22 SEG - 04:59:32	DUNLOP T2 2026-06-22 12:56:41	3	07:57:08	05:46:39	02:10:29	418.0	126	2,410.2
2026-06-19 SEX - 12:56:47	DUNLOP T2 2026-06-19 20:54:13	2	07:57:25	05:44:03	02:13:22	277.1	100	1,589.0
2026-06-19 SEX - 04:52:08	DUNLOP T1 2026-06-19 12:50:03	2	07:57:54	05:54:52	02:03:02	163.9	55	967.3
2026-06-18 QUI - 12:58:14	DUNLOP T2 2026-06-18 20:55:33	3	07:57:18	06:13:47	01:43:31	291.3	108	1,810.8
2026-06-18 QUI - 04:52:36	DUNLOP T1 2026-06-18 12:56:27	2	08:03:51	06:10:30	01:53:21	177.2	61	1,092.4
74 registos nos últimos 60 dias					Total Média	254.9	5,131 74.4	91,346 1,323.8

Figura 27: Interface Folhas de Produção

Para apresentar a folha de produção foi implementada uma interface para visualização de documentos PDF conforme mostra a Figura 28.

5.3.2. Visualizador de PDF

Para fornecer ao iProd a capacidade de abrir um ficheiro PDF numa interface simples e customizada, foi implementado um componente de visualização de ficheiros PDF. A interface para mostrar o documento, em PDF, foi implementada com a biblioteca JavaScript *PDFviewer* onde foi adicionado um *joystick* que permite aproximar e desaproximar, e deslizar na horizontal e vertical. Para além disso foi adicionada uma funcionalidade de

dragscroll onde é possível mover a vista ao arrastar o dedo verticalmente e horizontalmente, conforme sucede nos telemóveis. A Figura 28 mostra um exemplo do visualizador PDF com uma folha de produção aberta.



Figura 28: Interface visualização de PDF

5.3.3. Label Relay BatchOff (Mistura2/3)

A secção da mistura, em vez de produzir artigos individuais, produz uma paleta com toda a borracha produzida. Esta paleta é pesada automaticamente quando chega ao sistema de *batchoff* e de seguida, envia um comando onde está presente o composto, data, n.º da paleta, lote, peso, n.º do *batch* e comentário para a porta *Serial* do terminal iProd. No sistema antigo, o terminal iProd recebia este comando, interpretava os dados da pesagem e depois efetuava uma ligação à base de dados para registo da pesagem. No novo sistema foi também necessário ter em conta esta funcionalidade no controlador Python, para conseguir registar a pesagem neste formato.

O processo envolveu a programação do controlador Python para estar à escuta na porta *Serial* de novos comandos do *batchoff*. Cada vez que o *batchoff* realizava uma pesagem e enviava informação para a porta *Serial*, o controlador Python recebia esta informação da pesagem e podia iniciar o processo de registo daquela pesagem. Neste aspeto, não foi utilizada a implementação antiga de criar o registo diretamente na base de dados pelo controlador, mas sim no servidor iProd. No servidor iProd criou-se uma operação dedicada ao registo de uma pesagem do *batchoff* onde o controlador Python apenas precisa de fazer um pedido HTTP

com os valores da pesagem para um URL específico, e o servidor procede ao registo desse *batchoff* na base de dados.

5.3.4. Teclado de Ecrã

Esta solução foi implementada pelo supervisor de estágio. A implementação apenas envolveu a instalação da biblioteca JavaScript “simple keyboard”. Esta biblioteca permite apresentar o componente *keyboard* (teclado), podendo ser configurada a sua aparência. A Figura 29 mostra a utilização deste teclado na central de mensagens.

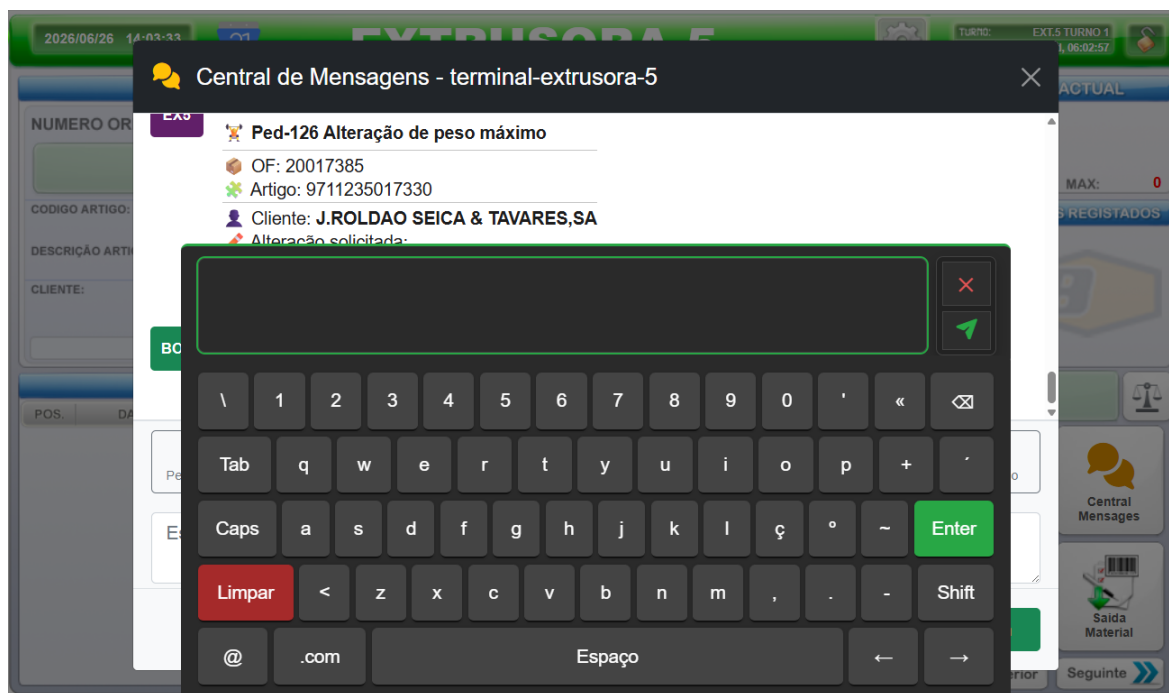


Figura 29: Utilização do teclado de ecrã na central de mensagens

5.3.5. Toasts

Para mostrar notificações relevantes, foi implementado um sistema de notificações através de um componente visual *Toast* que vem incluído no *Bootstrap* que foi instalado. Este componente apresenta diferentes parâmetros que permitem mostrar e configurar o layout da mensagem tal como o tempo que este fica visível ao utilizador. Foram também programadas animações para o surgimento e desaparecimento do componente, bem como customizado o seu aspeto. Esta mensagem assume diferentes cores dependendo da importância da notificação (verde, amarelo ou vermelho). A Figura 30 mostra um exemplo de uma notificação de nota guardada com sucesso.

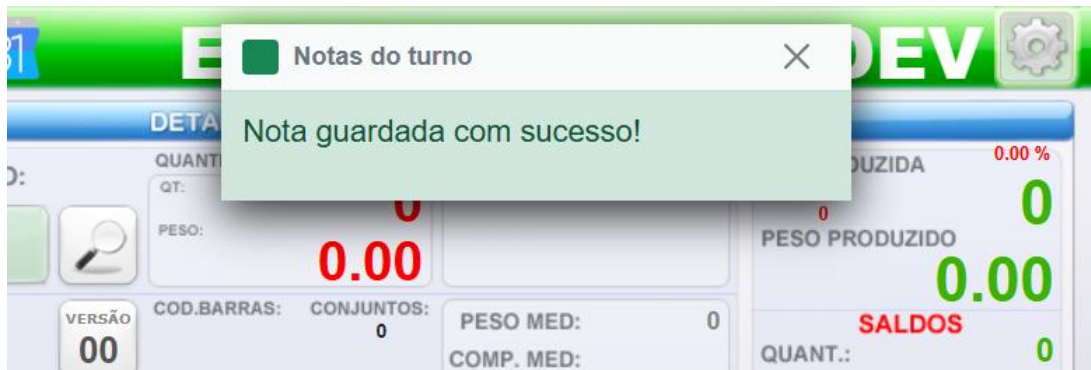


Figura 30: Exemplo de notificação com o *toast*

5.3.6. Central de Mensagens (Slack)

Foi implementado um sistema de mensagens que comunica diretamente com a plataforma Slack. Neste novo sistema, os diretores de produção podem escrever mensagens em cada um dos canais dedicados a cada terminal específico. Estas mensagens podem depois ser visualizadas no respetivo terminal através do menu da central de mensagens. A implementação não só envolveu a programação da interface de visualização, mas também a comunicação com as bases de dados, a plataforma Slack e o sistema de MQTT utilizado para as notificações. Foi também implementado um *script* para sincronizar as mensagens do Slack com as bases de dados através da ferramenta de automação *n8n*. A implementação desta componente foi da responsabilidade do supervisor de estágio, sendo que o papel enquanto estagiário foi de contribuição com opiniões e recomendações para a especificação e implementação. A Figura 31 mostra a interface da central de mensagens onde podem ser visualizadas as últimas mensagens enviadas e pode ser escrita uma nova mensagem.

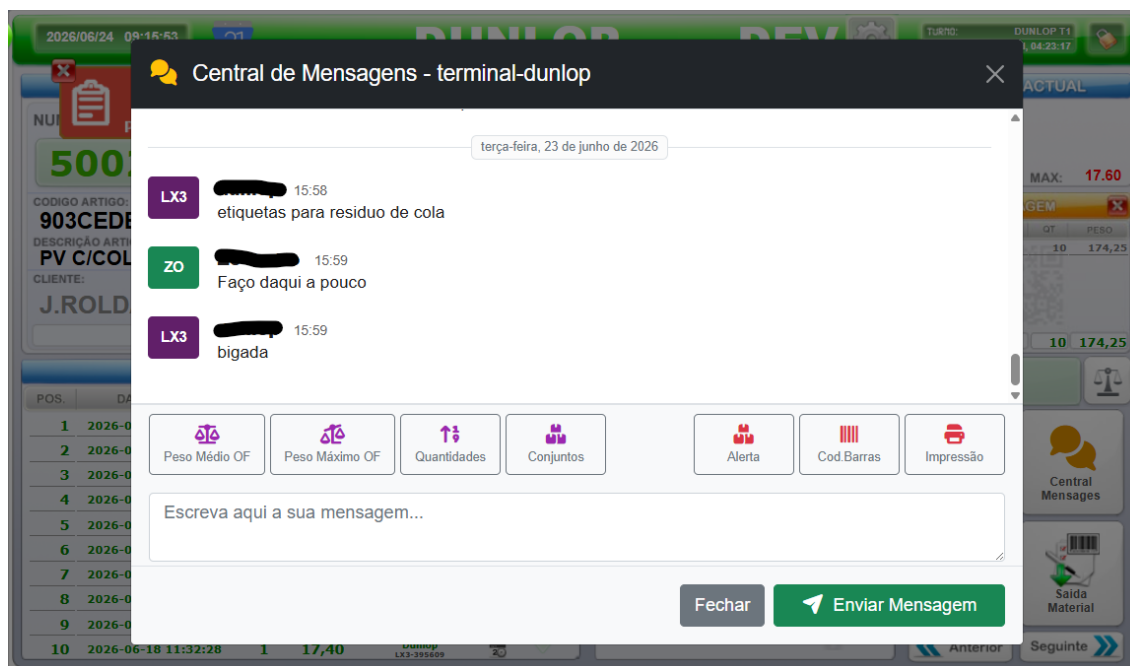


Figura 31: Solução para a central de mensagens

O utilizador, para além de conseguir enviar mensagens utilizando o teclado de ecrã, também pode utilizar os botões pré-configurados com mensagens automáticas. Estas opções incluem: alteração de peso de x para z da ordem de fabrico y ; alteração de quantidades; alteração de conjuntos; impressora não está a funcionar. A Figura 32 mostra a interface de solicitação de alteração do peso médio. O funcionário apenas precisará de indicar o valor alterado e clicar no botão de enviar. Isto irá gerar um pedido de alteração de peso que depois pode ser aprovado ou recusado pelo diretor de produção responsável

Solicitar alteração de peso médio

Alterar peso médio do artigo 1703CMSD2603.3Y OF 50024688 de 18.70 para:

Fechar

Enviar

Figura 32: Exemplo de solicitação da alteração do peso (Central de mensagens)

5.3.7. Sistema de Documentação

Foi implementado um sistema de documentação que pode ser acedido pelos terminais iProd. Este sistema permite fornecer informações importantes e relevantes para os funcionários no chão de fábrica relativos a boas práticas, regras e documentação de utilização da máquina. Estes documentos, em formato PDF, são colocados pelos

responsáveis de cada secção num sistema de pastas organizado e de fácil leitura. Os terminais, através do iProd, conseguem visualizar os ficheiros cujo terminal que está a ser operado tem permissões para aceder. A Figura 33 mostra a interface que foi criada para a solução do sistema de documentação.

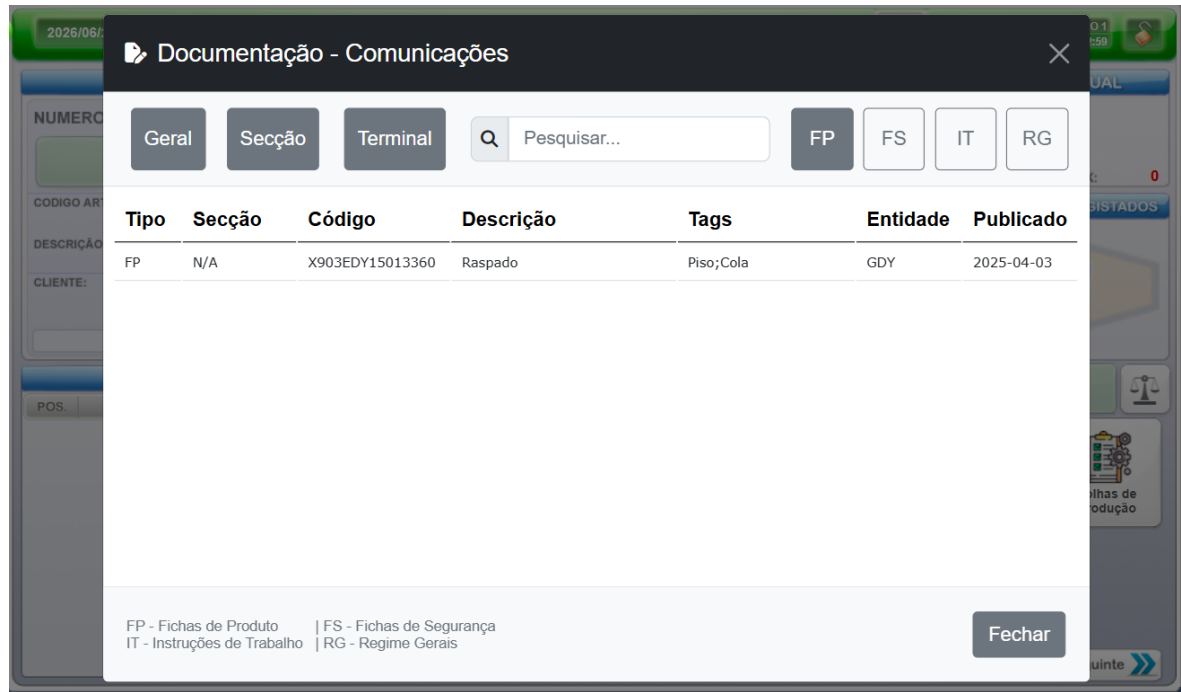


Figura 33: iProd - Interface Documentação

5.4.Implementação da Arquitetura de Alta Disponibilidade

Esta componente foi totalmente feita pelo supervisor de estágio. No entanto, sendo uma vertente importante do ponto de vista arquitetural do iProd, permitiu criar um ambiente de desenvolvimento e testes do iProd. Neste sentido, nas próximas secções será discutida a implementação desta arquitetura de alta disponibilidade.

5.4.1. Criação do Sub-Domínio para Desenvolvimento (11/12/2026)

O endereço *iprod-dev.pt* permite aceder à versão atual do iprod em desenvolvimento. Não foi colocada nenhuma *pool* de servidores para servir este endereço por simplicidade e por não ser estritamente necessário pois o ambiente é desenvolvimento. O sistema operativo do servidor será Linux. É importante lembrar que este servidor não está ligado à base de dados em produção, mas sim a uma replicação dessa. Assim, é possível realizar testes, sem comprometer o sistema em produção.

5.4.2. Criação do Sub-Domínio para Produção (13/01/2026)

O endereço *iprod3.eib.pt* permite aceder à versão atual do iProd, incluindo todas as alterações feitas. A resposta aos pedidos efetuados através deste endereço é originada numa *pool* com 2 servidores para correr o código. Os dois servidores têm como sistema operativo o Linux, embora um esteja virtualizado dentro de um ambiente Hyper-V e o outro num ambiente Linux nativo. Para além disso, este servidor acede à base de dados atualmente em produção.

5.5. Ambiente de Produção

Estando o endereço *iprod3.eib.pt* disponível, foi possível iniciar o processo de atualização dos terminais iProd distribuídos pelo chão de fábrica. Este processo envolveu a instalação do *snapshot* do sistema operativo antiX Linux, já pré-configurado, em cada um dos terminais, um a um, faseado com um intervalo de tempo para a realização de testes. Desta forma, foi possível testar o funcionamento do sistema em produção com impacto controlado nas produções e nos trabalhos na fábrica. Para além da instalação do sistema operativo, tornou-se pertinente atualizar os discos de alguns dos terminais de HDD para SSD por forma a garantir um melhor desempenho. Esta substituição de hardware foi realizada no escritório, acompanhada da instalação do sistema. No caso dos terminais que já possuíam disco SSD, a instalação do sistema operativo foi efetuada diretamente no chão de fábrica.

Este processo decorreu pela seguinte ordem e datas:

(20/01/2026) **Laminagem:** Este terminal precisa de ser levado para dentro do meu gabinete para trocar o disco, pois possui um disco HDD. De seguida foi instalado o novo sistema operativo antiX e depois voltei a colocar o terminal no chão de fábrica. Após isto, 2 componentes não funcionaram bem: impressão de etiquetas e visor do peso da balança pelo que precisei de corrigir.

(26/01/2026) **Extrusora 28:** Este terminal já possui um disco SSD, ou seja, o sistema foi instalado sem retirar a máquina do chão de fábrica. Coloquei a *penbootable* numa porta *usb* e iniciei o sistema pela *pendrive*. Verifiquei o funcionamento de componentes críticas como a impressora e balança e reparei que a leitura do peso da balança não estava funcionar. Sendo assim, voltei a iniciar o terminal no sistema operativo Windows XP para que os funcionários pudessem continuar com o trabalho. Para corrigir o problema apenas conectei a porta serial da balança ao meu computador de trabalho para testar a leitura do peso.

Basicamente, esta balança é uma Ruby, pelo que precisa de receber um comando para depois enviar o peso da balança. Sendo assim, realizei as alterações necessárias ao controlador python para que este consiga enviar o código certo e ler o peso da balança. Por fim, voltei a testar a instalação do antiX com o controlador atualizado e funcionou.

(10/02/2026) **Corte:** Este terminal possui um disco HDD pelo que foi necessário fazer a respetiva troca por um disco SSD. Após a instalação do antiX Linux, o sistema não deu problemas durante o período de testes.

(27/02/2026) **Lixadeira:** Este terminal possui um disco HDD que precisa de ser trocado por um disco. Para além disso, o terminal representa uma versão diferente com mais desempenho do Asus *All-in-one* comparado com os outros terminais. O sistema operativo é Windows 7. Durante a instalação do antiX Linux, surgiu problemas de compatibilidade, nomeadamente no ecrã *touch*. Este problema foi resolvido através da criação de uma configuração para o dispositivo de *touch* para que o Linux consiga interpretar os dados vindos do dispositivo. De resto, o terminal não apresentou mais problemas.

(09/03/2026) **Dunlop:** Neste terminal, o sistema foi instalado dentro do chão de fábrica com a *penbootable* e surgiu um pequeno problema na leitura da balança. O valor que estava a ser mostrado no terminal estava errado. O problema foi que o controlador python, quando estava a fazer a extração do valor dos dados enviados da porta serial, o valor do peso ficava cortado. Neste caso, apenas precisei de alterar o ficheiro de configuração do controlador sem alterar o código.

(23/03/2026) **Extrusora 5:** Este terminal foi substituído pelo terminal da Lixadeira por ordem do meu supervisor. A razão desta decisão deve-se ao facto da extrusora 5 ser um local com mais trabalho constante, comparado com a Lixadeira, pelo que um terminal com maior desempenho oferece vantagens. Como terminal da Lixadeira apresenta um melhor desempenho em relação ao terminal da extrusora 5, foi feita a respetiva troca. Sendo assim, o terminal que estava originalmente na extrusora 5 precisou de ser atualizado com o novo sistema operativo antiX e o disco HDD foi trocado.

(22/04/2026) **Misturador2:** Neste terminal foi preciso trocar o disco HDD e de seguida instalar o antiX Linux. É preciso relembrar que o terminal do misturador precisa de ter compatibilidade com a balança do *batchoff* pelo que o controlador Python já possuía a funcionalidade. A fase de testes não mostrou qualquer problema detetado.

(27/04/2026) **Misturador3:** Devido à depressão kristin, o misturador 3 encontra-se inativo até o telhado ser reparado. Sendo assim o computador encontra-se tapado com plástico para evitar a chuva. O computador foi retirado do local para ser devidamente limpo, foi verificado se funcionava e de seguida instalado o sistema operativo antiX linux com o novo iProd.

(30/04/2026) **Prensa 29:** Neste terminal, a máquina existente é um computador da marca HP com o sistema operativo Windows 7. Este computador não é *All-in-one* como o Asus, pelo que precisa de um ecrã externo e de um rato para o funcionário interagir com o terminal. Esta máquina foi substituída por um mini PC da HP com Windows 11 onde depois instalei o sistema operativo antiX Linux. De seguida, foi realizada a respetiva troca do terminal da prensa 29 pela nova máquina HP. Durante a fase de testes foi detetado um problema onde a impressão de etiquetas não estava a funcionar. O processo para descobrir o problema levou algum tempo significativo pelo que foi necessário a troca pela máquina antiga para garantir que os funcionários conseguissem trabalhar e não houvesse perda de etiquetas. O problema foi depois descoberto onde o código de impressão enviado para a etiqueta não continha o caractere de finalização do pedido ('`\n`'). Isto deixava o *buffer* da impressora cheio sem qualquer indicação de final do pedido. Com o problema corrigido foi preciso depois voltar a substituir o terminal pelo novo.

Prensa 78: O terminal das prensas 78 contém uma máquina como a prensa 29, mas o ecrã utilizado tem suporte de *touch*. Esta máquina encontra-se de momento avariada pelo que precisa de ser substituída. Sendo assim, foi possível utilizar a máquina da HP que estava originalmente na prensa 29 e colocar na prensa 78. Foi preciso substituir o disco HDD antigo por um SSD e depois instalar o sistema operativo antiX Linux. Durante a instalação surgiu problemas de descalibração no ecrã *touch*. Para corrigir este problema foi configurada a matriz de transformação para o dispositivo de *touch* no antiX Linux. "1.11 0 -0.05 0 1.15 -0.075 0 0 1". Não surgiram outros problemas neste terminal.

5.6. Outros Desafios e Tarefas

Ao longo do estágio surgiram alguns desafios fora do âmbito do projeto que contribuíram para a aprendizagem e permitir e compreender os desafios de trabalhar em contexto de uma empresa real. Estes desafios envolveram a prestação de suporte técnico para correção de problemas (*helpdesks*) e tarefas adicionais além da modernização do sistema

iProd, sugeridas pelo supervisor de estágio. Neste sentido, as próximas secções relatam as tarefas mais importantes realizadas em paralelo com a atualização do iProd, ao longo do estágio.

5.6.1. Troca do Disco de Backup no AS400

Durante a realização do estágio, todos os dias, foi necessário realizar a troca do disco de backup da máquina AS400 para o dia da semana presente, pois esta máquina realiza *backups* diários. Existem 6 discos HDD, cada um identificado com o dia da semana de Segunda-Feira a Sexta-Feira onde 2 discos estavam identificados como Sexta-Feira.

5.6.2. Preparação de Cabos de Rede

Um desafio proposto pelo supervisor de estágio consistiu na aprendizagem do processo de cravação de fichas *Ethernet* RJ45. Esta tarefa teve como objetivo desenvolver competências práticas na preparação e montagem de cabos de rede, uma habilidade útil para futuras intervenções em infraestruturas de comunicação.

Durante esta atividade foi necessário compreender a disposição correta dos condutores de acordo com a norma de cablagem utilizada, identificando a sequência das cores dos oito fios presentes no cabo *Ethernet*. Posteriormente, foi realizada a remoção do revestimento exterior do cabo, expondo os condutores internos sem os danificar. De seguida, os fios foram desenrolados, alinhados pela ordem correta e cortados de forma uniforme, garantindo o comprimento adequado para que fossem totalmente inseridos na ficha RJ45.

Após a verificação da correta posição de cada condutor, procedeu-se à cravação da ficha utilizando o alicate próprio para o efeito, assegurando o contacto elétrico entre os condutores e os pinos metálicos da ficha. Esta experiência permitiu adquirir conhecimentos práticos sobre a construção de cabos de rede e compreender a importância de uma correta montagem para garantir a fiabilidade da comunicação e evitar problemas de conectividade.

5.6.3. Funcionalidade de Ampliação da Janela no iProd

A implementação desta funcionalidade surgiu na sequência de um pedido efetuado por um operador, que manifestou dificuldades na visualização de determinadas janelas. Após a sua implementação, passou a ser possível ampliar qualquer janela aberta no iProd, facilitando a leitura da informação apresentada e melhorando a experiência de utilização.

5.6.4. Helpdesks

Ao longo do estágio foram realizados alguns *helpdesks*, onde foi prestado apoio informático a diferentes setores da empresa, incluindo a administração (recursos humanos, comercial, financeiro) e o setor do laboratório. Alguns destes pedidos consistiam na resolução de pequenos problemas no dia a dia, como dificuldades de acesso a aplicações, problemas de impressão e anomalias com *software* interno. Um caso mais problemático, adestacar, foi num computador localizado no setor do laboratório que apresentava instabilidade e problemas, em que o computador se desligava abruptamente. Este problema acontecia constantemente, tendo sido resolvido com a substituição do computador por um mais recente, por parte do supervisor de estágio.

5.7. Avaliação da Nova Solução

Após a implementação do sistema iProd, foi necessário validar o correto funcionamento antes e durante a fase em produção. Como o sistema é utilizado diariamente no processo produtivo da empresa, qualquer falha poderia comprometer o fluxo normal de trabalho pelo que a realização de testes e monitorização contínua foram fundamentais.

Durante o estágio foi disponibilizado um terminal iProd para testes, localizado no gabinete de trabalho, onde foram testadas as correções e as novas funcionalidades antes de serem colocadas em produção. Após a validação inicial, os funcionários no chão de fábrica foram informados sobre as alterações realizadas e alertados sobre possíveis comportamentos inesperados. No acontecimento de algum erro, comportamento incorreto ou mensagem de erro, comunicavam com o responsável da secção de trabalho permitindo a rápida identificação do problema e consequente resolução.

Como complemento a este processo, os terminais foram monitorizados remotamente através do sistema VNC Guacamole, que permite ver o ecrã e controlar a máquina remotamente. Esta ferramenta possibilitou o acompanhamento em tempo real da utilização do sistema e sobretudo o comportamento do controlador Python.

É importante referir que, devido às características do projeto e ao contexto empresarial em que foi desenvolvido, não foram realizados testes unitários nem testes automatizados. A validação do sistema baseou-se essencialmente em testes manuais e na observação do comportamento da aplicação em produção.

De um modo geral, o feedback recebido foi bastante positivo, tendo sido registados vários elogios relativamente às novas funcionalidades introduzidas e às melhorias efetuadas na interface e na utilização do sistema. Estes comentários permitiram concluir que as alterações implementadas contribuíram para tornar o iProd mais prático, intuitivo e adaptado às necessidades dos seus utilizadores.

5.8. Síntese

Neste capítulo foi apresentada a implementação das soluções desenvolvidas durante o estágio, descrevendo as principais alterações efetuadas ao sistema iProd e as decisões técnicas adotadas ao longo do processo. A implementação permitiu modernizar diversos componentes da aplicação, melhorar a arquitetura do sistema e introduzir novas funcionalidades. Foram igualmente descritos o processo de validação da nova solução e os testes realizados em ambiente de produção, evidenciando a importância da monitorização contínua e do acompanhamento dos utilizadores na deteção e correção de eventuais anomalias.

Para além da implementação das soluções propostas, foram igualmente descritas outras tarefas e desafios desenvolvidos em contexto empresarial, que proporcionaram uma melhor compreensão da realidade de desenvolvimento e manutenção de sistemas de informação numa empresa industrial. No capítulo seguinte é apresentada a conclusão da dissertação, onde são analisados os resultados obtidos, as principais contribuições do trabalho desenvolvido e possíveis perspetivas de trabalho futuro.

6. Conclusão

O estágio que realizei na Empresa Industrial de Borracha (EIB) durante estes 9 meses permitiu trazer uma grande mudança não só para a empresa, mas também para mim. Forneceu-me várias bases e conhecimentos importantes que irão ajudar na minha carreira como Engenheiro Informático. Consegui adaptar-me e perceber rapidamente o ambiente de trabalho e o sistema empresarial, permitindo que conseguisse identificar e detetar os seus problemas, propôr soluções, implementar essas soluções e avaliá-las.

Com este estágio, consegui cumprir vários objetivos definidos no início e permiti ao sistema iProd a possibilidade de adição de novas tecnologias e metodologias. A atualização do software foi um dos passos mais importantes para esta capacidade trazida ao sistema. Implementei uma interface para visualização das Folhas de Produção e adicionei ainda diversas funcionalidades em vários componentes consoante casos de uso e opiniões dos trabalhadores.

6.1. Dificuldades Encontradas

Ao longo do estágio, para além de todo o trabalho bem-sucedido que realizei, enfrentei algumas dificuldades. A maior dificuldade que enfrentei, embora não tenha afetado muito o trabalho, foi a grande complexidade de serviços que esta empresa gere sendo grande parte deles geridos internamente. O iProd foi o sistema que precisei de perceber bastante bem para conseguir realizar o meu trabalho, mas é considerado um sistema complexo com muitas componentes e muitas linhas de código. Para além disso, este código foi sofrendo adição de novas funcionalidades com caráter de urgência ao longo do tempo o que dificultou a leitura do fluxo do código. Outra dificuldade que encontrei foi a de desenvolvimento em HTML e CSS, pois não possuía conhecimento avançado nestas linguagens, algo que tive de estudar e desenvolver para melhorar essas habilidades.

Sendo assim, estas dificuldades converteram-se em vantagens pois foram elas que me ajudaram a aprender e evoluir com Engenheiro Informático e agora com conhecimentos alargados além do contexto académico.

6.2.Trabalho Futuro

Todo o trabalho que realizei durante o estágio e melhorias no iProd afetaram o sistema na positiva. Este aspeto deve-se ao facto de o sistema apresentar capacidades novas, melhor otimização e uma maior facilidade de integração com tecnologias modernas. Ainda assim, o facto deste estágio ter atualizado os sistemas, permitiu abrir portas a trabalho futuro, com a possível inclusão de novas tecnologias e abordagens que até então eram impossíveis. Como trabalho futuro, podem agora ser propostos planos de integração de tecnologias como algoritmos e modelos de IA, sistemas de análise de dados como o Metabase e outros casos de uso que venham surgir como necessidade ou complemento às operações da empresa.

Bibliografia

- Fowler, M. (2024). *Strangler Fig - Martin Fowler*. Obtido de <https://martinfowler.com/bliki/StranglerFigApplication.html>
- I.H. Madurapperuma¹, M. S. (2022). *State-of-art frameworks for front-end and back-end web development*. Obtido de <http://ir.lib.seu.ac.lk/handle/123456789/6339>
- SC Rajesh, D. K. (2025). *High Availability Strategies in Distributed Systems: A Practical*.
- Kletti, J. (2007). *Manufacturing Execution Systems*. Obtido de https://doi.org/10.1007/978-3-540-49744-8_1
- Santiago Comella-Dorda, K. W. (abril de 2000). *A Survey of Legacy System Modernization Approaches*. Obtido de [apps.dtic.mil: https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA377453.pdf](https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA377453.pdf)
- Kiarie, J. (2026). *16 Lightweight Linux Distributions for Older Machines in 2026*. Obtido de [tecmint.com: www.tecmint.com/linux-distributions-for-old-computers](http://www.tecmint.com/linux-distributions-for-old-computers)
- Tech, H. (2025). *HDD vs SSD: diferenças e principais componentes*. Obtido de <https://pplware.sapo.pt/high-tech/hdd-vs-ssd-diferencas-e-principais-componentes/>
- Andrade, A. C. (2026). *Windows XP em 2024: Ainda Viável?* Obtido de <https://cibersistemas.pt/tutoriais/windows-xp-em-2024-ainda-viavel-riscos-e-alternativas/>
- geeksforgeeks. (2025). *Introduction of Message Queue Telemetry Transport Protocol (MQTT)*. Obtido de <https://www.geeksforgeeks.org/computer-networks/introduction-of-message-queue-telemetry-transport-protocol-mqtt/>
- Geeksforgeeks. (2024). *The Pros and Cons of Using Git for Your Projects*. Obtido de <https://www.geeksforgeeks.org/git/the-pros-and-cons-of-using-git-for-your-projects/>