

# **Plataforma Robusta para Controlo de Produção para uma Empresa de Relojoaria e Polimento**

**Versão final após defesa**

**Alfredo Manuel Esteves Garcia Fernandes**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Informática**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Paula Prata

**dezembro de 2021**

Dissertação elaborada no Instituto de Telecomunicações - Delegação da Covilhã e no Departamento de Informática da Universidade da Beira Interior (UBI) por Alfredo Manuel Esteves Garcia Fernandes, Licenciado em Engenharia Informática pela Universidade da Beira Interior, sob orientação da Doutora Maria Paula Prata de Sousa, Investigadora do Instituto de Telecomunicações e Professora Auxiliar do Departamento de Informática da UBI, e submetida à UBI para discussão em provas públicas.

Trabalho integrado em projeto parcialmente financiado por:

- FCT/MCTES através de fundos nacionais e quando aplicável co-financiado por fundos comunitários no âmbito do projeto UIDB/EEA/50008/2020.

# **Dedicatória**

Aos meus pais.

**Folha em branco**

# **Agradecimentos**

Agradeço à Professora Paula Prata pela dedicação, apoio e disponibilidade, a todos os professores que me influenciaram ao longo da minha vida acadêmica e aos responsáveis das empresas envolvidas nesta dissertação.

Agradeço também à minha família e em particular à minha companheira pela paciência, tolerância e apoio constante.

**Folha em branco**

## **Resumo**

Apesar de existirem no mercado diversas soluções de software para planeamento e controlo de produção, pretende-se entender se as empresas do cluster de indústria metalomecânica no Fundão as usam e se têm características de replicação de dados quer localmente quer em nuvem assim como se existe replicação de processos de forma local ou em nuvem. O trabalho principal foi o desenvolvimento de uma aplicação para controlo de produção “à medida” para uma empresa de relojoaria. Para garantir a elevada disponibilidade da aplicação foi desenvolvido um protótipo com replicação de dados e de processos.

## **Palavras-chave**

Controlo de produção; Ordem de produção; Indústria de relojoaria; Replicação de dados; Replicação de processos;

**Folha em branco**

# **Abstract**

Although there are several software solutions on the market for production planning and control, it is intended to understand if the companies in the metalworking industry cluster in Fundão use them and if they have data replication characteristics either locally or in the cloud, as well as if there is replication of processes locally or in the cloud. The main work was the development of an application to control production “made to measure” for a watchmaking company. To ensure the application's high availability, a prototype was developed with data and process replication.

# **Keywords**

Production control; Production order; Watch industry; Data replication; Process replication.

**Folha em branco**

# Índice

1.	Introdução .....	1
1.1	Motivação e objetivos .....	1
1.2	Contribuições .....	1
1.3	Estrutura da dissertação .....	1
2.	Sistemas de Planeamento e Controlo de Produção .....	3
2.1	Gestão de operações .....	3
2.2	A Importância da tecnologia .....	4
2.3	O Sistema de produção .....	5
2.4	O planeamento e controlo da produção .....	6
2.4.1	O planeamento .....	7
2.4.2	O controlo .....	8
2.5	Modelos de classificação .....	11
2.6	Aplicações para gestão de produção existentes no mercado .....	13
3.	O Controlo de Produção Numa Empresa de Relojoaria .....	14
3.1	Caracterização das empresas alvo .....	14
3.2	Apresentação da empresa - história .....	19
3.3	Sistema para controlo de produção da empresa CIMD .....	23
3.3.1	A receção de encomendas .....	23
3.3.2	O processamento no chão de fábrica .....	24
3.3.3	Indicadores da produção .....	26
3.3.4	Entrega do produto acabado ao cliente .....	26
4.	Desenho da Aplicação CPV10 .....	28
4.1	Ambiente de desenvolvimento e ferramentas .....	28
4.2	Requisitos funcionais e caso de uso principal .....	28
4.3	Modelação da estrutura .....	30
4.4	O desenho da base de dados da aplicação CPV10 .....	35
5.	A Aplicação CPV10 .....	37
5.1	O acesso à aplicação .....	37
5.2	A página inicial .....	37
5.3	O registo de ordens de produção (OP) .....	40
5.4	A consulta e criação de um tipo de ordem de produção .....	41
5.5	O quadro de movimentação de ordens de produção .....	42
5.5.1	A movimentação de uma OP no quadro de produção .....	44
5.5.2	Filtrar ordens de produção por número de OP .....	45
5.5.3	Filtrar ordens de produção por cliente .....	46
5.5.4	Outras funcionalidades .....	47
5.5.5	A conclusão de uma OP .....	49
6.	Alta disponibilidade .....	51
6.1	Caso de estudo 1 .....	52
6.1.1	Replicação de Bases de Dados .....	52
6.1.2	Replicação da Aplicação .....	54
6.1.3	Resultados .....	55
6.2	Caso de estudo 2 .....	56
6.2.1	Resultados .....	57
7.	Considerações finais .....	59
7.1	Conclusões .....	59
7.2	Trabalho futuro .....	59
	Bibliografia .....	60
	Anexo.1 Questionário às empresas do Cluster .....	63
	Anexo.2 Quadro de movimentação de ordens de produção. ....	65
	Anexo.3 Configuração do servidor de aplicações Payara 5. ....	66

**Folha em branco**

# Lista de Figuras

Figura 2.1 - Sistema de produção [2].	5
Figura 2.2 - Modelo em Y para o planeamento e controlo de produção de Scheer [19].	7
Figura 2.3 - Modelo de carga finita.	9
Figura 2.4 - Modelo de carga infinita.	10
Figura 2.5 - Relação entre complexidade e tempo de produção [20].	11
Figura 2.6 - Exemplo de diagrama de PERT.	12
Figura 3.1 - Classificação do sistema de CP.	15
Figura 3.2 - Planeamento da carga da cadeia de produção.	15
Figura 3.3 - Número de seções da cadeia de produção.	16
Figura 3.4 - Controlo de peças na cadeia de produção.	16
Figura 3.5 - Uso de indicadores de produção.	17
Figura 3.6 - Uso de programas informáticos de gestão de produção.	17
Figura 3.7 - Dados em servidores locais ou na Nuvem ( <i>Cloud</i> ).	18
Figura 3.8 - Replicação de bases de dados.	18
Figura 3.9 - Mudança para uma solução com replicação.	19
Figura 3.10 - Quadro de Fichas T.	20
Figura 3.11 - Quadro de registo de séries (OP).	21
Figura 3.12 - Quadro de produção.	21
Figura 3.13 - Quadro de produção com código QR.	22
Figura 3.14 - Aplicação Android.	22
Figura 3.15 - Atual modelo de CP.	23
Figura 3.16 - Quadro atual de registo de uma OP.	24
Figura 3.17 - Exemplo de caminhos de produção.	24
Figura 3.18 - Exemplo de registo de quantidade num PT.	25
Figura 3.19 - Modelo do processamento no chão de fábrica.	26
Figura 4.1 - Estrutura da aplicação no IDE.	28
Figura 4.2 - Diagrama de casos de uso.	30
Figura 4.3 - Notação usada em PlantUML.	30
Figura 4.4 - Diagrama de Classes da package model.	31
Figura 4.5 - Classe LinhaECSservice.	32
Figura 4.6 - Classe CalibreService.	32
Figura 4.7 - Classe CaminhoService.	32
Figura 4.8 - Classe ClienteService.	32
Figura 4.9 - Classe MovsService.	33
Figura 4.10 - Classe OPService.	33
Figura 4.11 - Classe SeccaoService.	33
Figura 4.12 - Classe TipoOPService.	33
Figura 4.13 - Classe IndexBean e dependências.	34
Figura 4.14 - Classe OPBean e dependências.	34
Figura 4.15 - Classe QuadroBean e dependências.	34
Figura 4.16 - Representação da base de dados CPV10.	35
Figura 4.17 - Visão parcial de uma linha da tabela linhaec.	35
Figura 4.18 - Representação da movimentação da OP58.	36
Figura 4.19 - Exemplo de dois caminhos.	36
Figura 5.1 - Página de acesso à aplicação CPV10.	37
Figura 5.2 - Aviso de erro de credenciais.	37
Figura 5.3 - Menu da aplicação.	37
Figura 5.4 - Menu definições.	38
Figura 5.5 - Menu produção.	38
Figura 5.6 - Painel de acesso rápido às opções da aplicação.	38
Figura 5.7 - Gráfico de quantidade por posto de trabalho.	38
Figura 5.8 - Peças no PT1.	39
Figura 5.9 - Painel com as três últimas ordens de produção registadas.	39
Figura 5.10 - Painel com indicador de perdas por posto de trabalho (PT).	39
Figura 5.11 - Exemplo de perdas em PT.	39
Figura 5.12 - Painel de registo de uma ordem de produção (OP).	40

Figura 5.13 - Lista de clientes.....	40
Figura 5.14 – Calendário.....	40
Figura 5.15 - Aviso OP inserida.....	40
Figura 5.16 - Tabela de ordens de produção.....	41
Figura 5.17 - Mudança de estado da OP67.....	41
Figura 5.18 - OP67 adicionada ao quadro de movimentação de OP.....	41
Figura 5.19 - Quadro de Tipos e Caminhos.....	42
Figura 5.20 - Representação parcial do quadro resumo.....	42
Figura 5.21 - Quadro de movimentação de ordens de produção (parte1).....	43
Figura 5.22 - Quadro de movimentação de ordens de produção (parte2).....	43
Figura 5.23 - Botões de filtrar e recarregar.....	43
Figura 5.24 - Informação parcial da OP67.....	44
Figura 5.25 - Aviso de erro no PT4.....	44
Figura 5.26 – Quadro de caminho com base no Tipo.....	44
Figura 5.27 - Evolução da OP67 na produção.....	45
Figura 5.28 - Componente de seleção múltipla.....	45
Figura 5.29 - Resultado da aplicação de filtro múltiplo.....	46
Figura 5.30 - Lista de clientes.....	46
Figura 5.31 - Obtenção das ordens de produção do Cliente6 (parte1).....	46
Figura 5.32 - Obtenção das ordens de produção do Cliente6 (parte2).....	47
Figura 5.33 - Ordem OP66 no quadro de produção.....	47
Figura 5.34 - Janela com a evolução da OP66.....	48
Figura 5.35 - Filtrar por PT8.....	48
Figura 5.36 - Filtrar por PT2.....	48
Figura 5.37 - Atraso ou em dia de uma OP representados na coluna DIF.....	49
Figura 5.38 - Inserção da quantidade para a ordem OP72 na coluna final.....	49
Figura 5.39 - OP72 no estado em curso.....	50
Figura 5.40 - OP72 no estado saldada.....	50
Figura 6.1 - Regra dos 9.....	51
Figura 6.2 – Diagrama de instalação.....	52
Figura 6.3 - Replicação master/master no SGBD MySQL.....	54
Figura 6.4 – Modelo de Cluster com GlassFish.....	55
Figura 6.5 - Diagrama de instalação.....	56

**Folha em branco**

# Lista de Tabelas

Tabela 3.1 - Tabela de indicadores. ....	26
Tabela 6.1 - Características do sistema de teste para o caso de estudo 1. ....	54
Tabela 6.2 – Tempos de execução e <i>overheads</i> obtidos no caso de estudo 1. ....	56
Tabela 6.3 - Especificações do sistema de teste – caso de estudo 2.....	57
Tabela 6.4 – Resultados obtidos no caso de estudo 2.....	58

**Folha em branco**

# Lista de Acrónimos

API	Application Programming Interface
CAM	Computer Aided Manufacturing
CNC	Controlo Numérico Computadorizado
CP	Controlo da Produção
CPM/PERT	Critical Path Method / Program Evaluation and Review Technique
DPE	Data Prevista de Entrega
GRP	Gabinete de Relações Públicas
HA	High Availability
IP	Internet Protocol
JDBC	Java Database Connectivity
JIT	Just In Time
MRP	Material Resource Planning
MRP-II	Manufacturing Resource Planning
NC	Numeric Control
OP	Ordem de Produção
PAC	Production Activity Control
PCP	Planeamento e Controlo da Produção
POO	Programação Orientada a Objetos
PT	Posto de Trabalho
SGBD	Sistema de Gestão de Bases de Dados
TCP	Transmission Control Protocol
UBI	Universidade da Beira Interior
VPS	Virtual Private Server

**Folha em branco**



# Capítulo 1

## 1. Introdução

Esta dissertação apresenta o desenvolvimento de uma plataforma para apoio à produção industrial com tolerância a falhas de dados e tolerância a falhas de processos. A plataforma foi desenvolvida para uma empresa de média dimensão que optou por uma solução à medida das suas necessidades e especificidades com o propósito de melhorar o processo de fabrico.

### 1.1 Motivação e objetivos

O objetivo principal foi construir uma aplicação para uso privado de uma empresa, mas com alta disponibilidade, isto é, disponível 24 horas por dia e sete dias por semana. Para se conhecer a realidade de empresas de áreas similares (indústria metalomecânica) existentes na mesma área geográfica realizou-se um pequeno inquérito sobre o tipo de aplicações de apoio à produção usadas. Os resultados mostraram que a maioria das empresas não usa qualquer programa de apoio à produção e as que usam limitam-se a fazer backups locais de segurança.

Propõe-se uma arquitetura em que à aplicação de apoio à produção se adicionaram dois módulos: um módulo de replicação de base de dados e um módulo de replicação de processos.

### 1.2 Contribuições

O trabalho desenvolvido para esta dissertação resultou nas seguintes contribuições:

- Estado da arte sobre o uso de sistemas de controlo de produção no cluster dos polimentos no parque industrial do Fundão.

- Proposta de uma arquitetura para um sistema de controlo de produção robusto para a indústria.

- Uma publicação apresentada no ciclo de conferencias ICEUBI[1] no ano de 2015: Alfredo Fernandes e Paula Prata, Plataforma Robusta para Apoio à Produção – 2,3 e 4 dezembro de 2015.

### 1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação tem a seguinte estrutura: o capítulo 2 apresenta os conceitos de planeamento e controlo de produção com o objetivo de contextualizar as áreas consideradas na aplicação implementada; o capítulo 3 descreve o sistema de controlo de produção existente na empresa

alvo; o capítulo 4 apresenta o desenho da aplicação passando pelo requisitos funcionais, diagramas de classes e desenho da base de dados; o capítulo 5 descreve a aplicação desenvolvida e denominada CPV10, apresentando as suas principais funcionalidades; o capítulo 6 apresenta os módulos que tornam robusta a aplicação – replicação de dados e replicação de processos; finalmente no capítulo 7 apresentam-se as conclusões.

# Capítulo 2

## 2. Sistemas de Planejamento e Controle de Produção

Neste capítulo apresentamos os conceitos do planejamento e controle de produção (PCP), a sua evolução histórica e algumas aplicações de controle de produção existentes no mercado atual.

### 2.1 Gestão de operações.

Para Stevenson [2], numa empresa existem três áreas funcionais: a área financeira, a área de marketing e a área de operações. A gestão de operações corresponde aos conceitos e técnicas aplicadas na tomada de decisão para a função de produção ou operações. Estes conceitos e técnicas dizem respeito às atividades da organização, isto é, ao planejamento, organização, direção e controle das atividades de produção de um bem físico ou de prestação de um serviço.

A gestão da produção ganhou importância nos anos trinta do século XX através do contributo de autores como Frederik Winslow Taylor [3]. Taylor aplicou o conceito de economia de produção de Adam Smith e desenvolveu uma abordagem de gestão científica com ênfase na eficiência e eficácia operacional da administração industrial (Taylorismo). Outros pioneiros como Henry Ford [4] que introduziu a noção de linha de montagem, Elton Mayo [5] com o conceito de motivação dos colaboradores, Frank Gilbreth [6] com o seu estudo dos tempos e movimentos, Henry Gantt [7] (começou como assistente de Taylor) com o seu sistema de programação de projetos, tiveram um papel de relevo no domínio de gestão da produção. Nos anos sessenta do século XX, surge o modelo Toyota que apresenta os conceitos de just-in-time, fabrico assistido por computador, flexibilidade de fabricação e *benchmarking*.

Com a evolução do conceito de gestão de produção, esta foi adaptada às condições de mercado destacando-se três fases: “**produzir para vender**”, “**produzir o que pode ser vendido**” e “**produzir o que já está vendido**” [8].

A primeira fase refere-se a um período com elevado crescimento onde a procura de bens era superior à oferta, a produção em série era comum e os prazos de entrega eram fixados pelo ciclo de produção. Nesta fase, os fabricantes tinham maior poder sobre as tendências dos produtos colocados no mercado, sendo o processo revertido pela crise económica mundial dos anos setenta do século XX [9].

Na segunda fase, com a recessão e a crise do petróleo, as capacidades de produção instaladas são superiores à procura pelos consumidores o que influencia a lógica do mercado passando este a

definir as suas exigências. Como resposta, tem lugar uma alteração dos sistemas produtivos com um aumento do planeamento produtivo obrigando as empresas a apresentar respostas rápidas à concorrência do mercado.

Na última fase, “produzir o que já está vendido”, a oferta excede a procura, causando uma concorrência cada vez maior onde os clientes são cada vez mais exigentes. Nesta fase, o marketing assume o papel de identificar as necessidades dos clientes e de segmentar os mercados com maior precisão. Assim, a satisfação do cliente torna-se num dos objetivos fundamentais no sucesso da organização. Devido ao ambiente competitivo e de maior exigência, as organizações adotam uma postura reativa e/ou pró-ativa, tornando-se competitivas através da sua constante inovação e perspetiva de melhoria contínua. No novo contexto da gestão da produção, salienta-se a importância de reduzir os custos, estabelecer padrões de qualidade, prazos de entrega curtos e respeitados, produção de pequenas séries customizadas e introdução de novos produtos e novos processos de fabrico.

## **2.2 A Importância da tecnologia**

Atualmente a tecnologia representa um papel predominante nas organizações e em particular nas empresas. Fusco e Sacomano [10] afirmam que o desafio tecnológico é importante podendo determinar o sucesso ou o insucesso de uma empresa.

J. M. Rosário [11] sugere que a globalização foi a grande responsável pelo aumento de competitividade nas indústrias levando a grandes transformações. Visando a produtividade dos seus produtos a indústria faz um esforço no sentido de ter sistemas otimizados através da capacidade de produzir bens a menor custo, em menor tempo e com maior qualidade. Este esforço resulta no aparecimento de sistemas automatizados. As primeiras formas de automação ocorreram nas indústrias através do desenvolvimento de equipamentos de controlo, de medição elétrica e com a pneumática. É na década de 1950 que a automação ganha um forte impulso com o aparecimento da máquina de controlo numérico (NC). Esta máquina realizava operações com intervenção reduzida do operador o que causou mudanças significativas na produção industrial.

Já Marcovitch [12] indica que a evolução tecnológica de matérias e componentes, levou ao aparecimento dos sistemas de controlo numérico computadorizado (CNC) em detrimento das máquinas de NC. Através de uma linguagem própria a máquina-ferramenta recebe informações (um programa) sobre o processo de produção de um produto tais como medidas da peça, número de eixos a utilizar, ângulos de corte, tipo de ferramenta de corte e velocidade da ferramenta. O uso de máquinas de CNC tem como resultado um produto final com mais precisão e maior repetibilidade ou seja a capacidade de produzir produtos iguais já que as ferramentas da máquina CNC são controladas por computador. Um exemplo de um software de CAM aplicado a CNC é o GibbsCAM [13]. Este programa permite desenhar uma peça, ou importar um desenho de outro software, fazer uma simulação em 3D do processo de fabrico (na

forma de um vídeo) a ser efetuado na máquina CNC, em função da máquina-ferramenta pretendida, e se não forem necessárias alterações, enviar o programa para a máquina-ferramenta. Pode existir a necessidade de requerer ao fabricante da máquina-ferramenta um módulo de software (pré-processador) de modo a ser possível a comunicação entre o programa desenvolvido em GibbsCAM e a máquina-ferramenta.

Um dos entraves à adoção de processos de automatização é o facto de a nível financeiro requererem investimentos elevados [14] e por isso apenas deve ser implementada quando os processos de produção estão estáveis. Adicionalmente, é aconselhada a automatização nos casos onde existem problemas de qualidade provocados pelo uso de tarefas manuais e/ou quando as tarefas são repetitivas e monótonas para o operador [12].

### 2.3 O Sistema de produção

Em termos gerais um sistema representa a forma abstrata de uma situação complexa [9]. Um sistema de produção tem como objetivo transformar *inputs* (entradas do sistema) em *outputs* (saídas do sistema). Para Stevenson [2] as entradas do sistema são transformadas recorrendo a sequências de operações resultando em saídas do sistema. As entradas do sistema são elementos indispensáveis para atingir os objetivos propostos podendo ser materiais, pessoas, maquinaria diversa, energia, capital e informações. Já as saídas representam os produtos ou bens. A fim de garantir os resultados esperados, a organização deve monitorizar o sistema em vários pontos do processo, fazendo a comparação entre o desejado e o obtido e sendo necessário aplicar ações corretivas – controlo. Na Figura 2.1 podemos ver uma representação do sistema de produção (Stevenson).

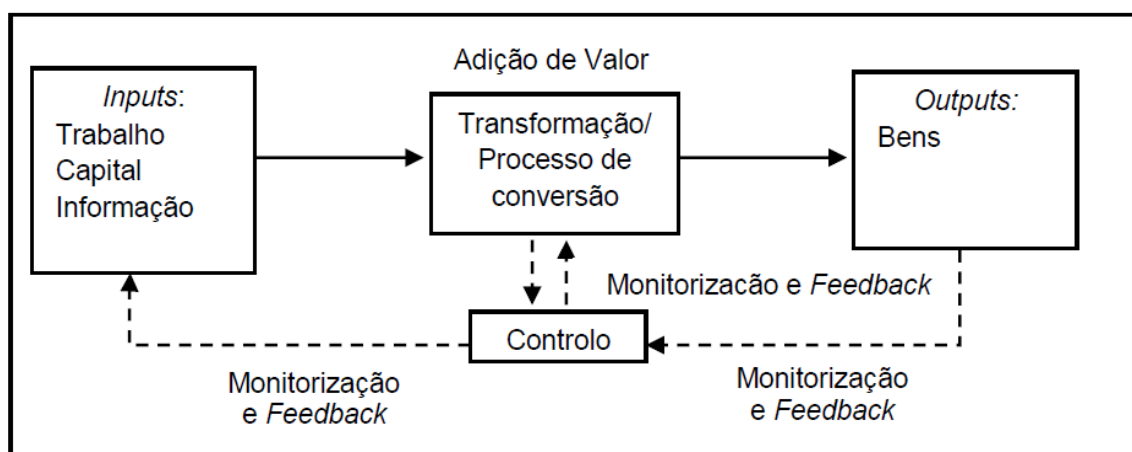


Figura 2.1 - Sistema de produção [2].

O sistema de produção corresponde à parte ativa da organização sendo responsável pela competitividade através da venda de bens para o mercado consumidor [10]. A adição de valor é

obtida pelo cálculo da diferença entre o valor das saídas (output) e o valor das entradas (input) [14].

Os sistemas de produção têm evoluído no sentido crescente da tecnologia pese embora o facto de o fator humano ser o mais crítico para o sucesso da organização. As organizações procuram a excelência industrial que só se consegue através da participação ativa dos colaboradores dos diversos sectores da organização [15].

Qualquer sistema de produção precisa de indicadores de desempenho que permitam aferir o seu rendimento global. Os indicadores têm o objetivo de avaliar as ações estratégicas com base na planificação organizacional bem definida [14].

## **2.4 O planeamento e controlo da produção**

Muitos autores referem que o PCP possui um papel estratégico de elevada importância nas organizações e tem a função de gerir todos os aspetos relacionados com a produção. Russomano citado por Nascimento [16] afirma que o papel do PCP é apoiar e coordenar as diversas atividades de acordo com os planos de produção de modo a garantir que o que foi programado inicialmente seja obtido de forma eficiente.

Para Vollman [17] num artigo publicado no *European Journal of Operational Research* refere que o PCP tem como função gerir o fluxo de materiais, a utilização de pessoas, equipamentos e responder às necessidades dos clientes. Estes aspetos podem variar ao longo do tempo sendo o PCP um processo dinâmico e contínuo que tem em conta o presente, uma visão do futuro e os objetivos a atingir. É o PCP que deve fornecer as informações a partir das quais a gestão toma as decisões necessárias.

Das tarefas típicas de um sistema de controlo de produção [18] destacam-se as seguintes:

- Gestão de stocks - gerir a matéria-prima e todos os recursos por forma a assegurar a sua disponibilidade.
- Emissão de ordens de produção – criação de um plano de produção para que não falte matéria-prima para o que foi definido no plano.
- Planeamento das ordens de produção – determinar quando deverão ser executadas as tarefas e as operações de produção.
- Acompanhamento da produção – efetuar a comparação entre o que foi planeado e o que foi produzido. Caso ocorram desfasamentos tomar medidas corretivas.

Um sistema de planeamento e controlo de produção a que doravante chamaremos controlo de produção (**CP**) fornece informação de forma a gerir eficientemente os fluxos de materiais, a utilizar de modo eficiente pessoas e equipamentos, coordenar as atividades internas com os fornecedores e comunicar com os clientes sobre as necessidades do mercado.

Na Figura 2.2 que representa o modelo em Y de planeamento e controlo de produção de Scheer [19] este modelo tem como referência processos que envolvem CIM (Computer Integrated Manufacturing), estão sublinhadas a azul as áreas onde a aplicação desenvolvida se enquadra: controlo de produção, controlo de quantidades e controlo de inventários.

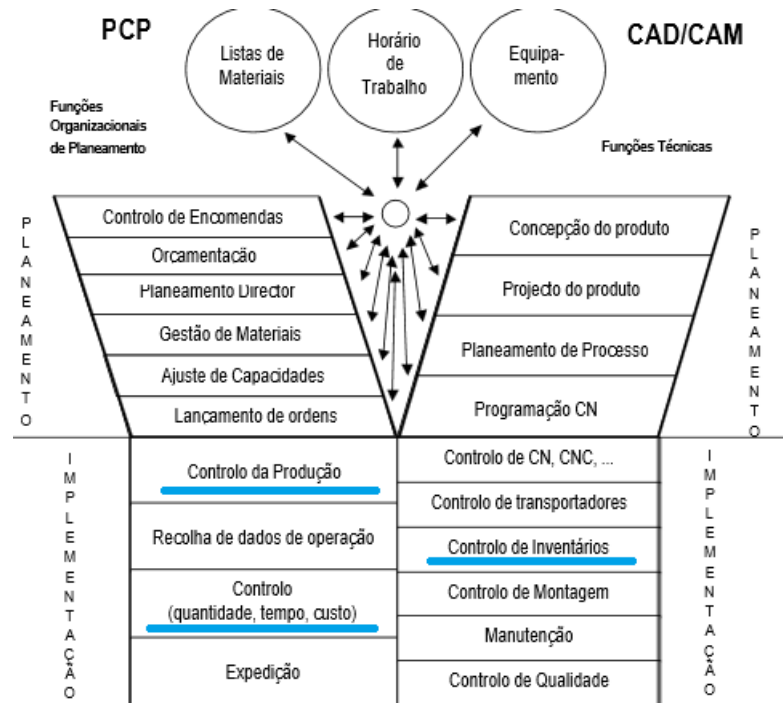


Figura 2.2 - Modelo em Y para o planeamento e controlo de produção de Scheer [19].

As empresas levam a cabo atividades de controlo de produção em diversas formas e com vários níveis de detalhe. Um sistema de CP tem que ir ao encontro das necessidades da empresa sendo que algumas empresas poderão dar mais ênfase a um determinado aspeto - por exemplo recolha de dados de operação - e outras empresas poderão estar mais centradas no controlo de custos [20].

### 2.4.1 O planeamento

O planeamento consiste na preparação sistemática de atividades futuras tendo como referência projeções e expectativas sobre como um bem vai ser planeado e como será o seu ambiente de desenvolvimento futuro [21]. De acordo com Filho [22] no seu livro *Estratégias sequenciais subótimas para o planeamento agregado da produção sob incertezas* - o planeamento pode ter três níveis hierárquicos:

- Estratégico – tem como objetivo o plano de negócios, um horizonte de longo prazo (dois a cinco anos) e um grau de incerteza muito alto.
- Tático – aplica-se aos planos de produção, numa expectativa de médio prazo (um mês a 2 anos) e tem um grau de incerteza médio a alto.
- Operacional – aplica-se à programação da produção e ao seu seguimento num horizonte de curto prazo com um grau de incerteza muito baixo.

Outro autor Robert N. Anthony [23] apresenta os três níveis de planeamento na seguinte forma:

- Planeamento estratégico: definição de linhas orientadoras para a organização num período de um a cinco anos. O planeamento estratégico prende-se com decisões relacionadas com as metas da organização, como por exemplo: definir a capacidade, a localização e a tecnologia.
- Planeamento tático: tem um período de seis a dezoito meses. Neste nível executam-se planos de vendas, operações e stocks de médio-prazo, para assegurar a utilização eficiente dos recursos disponíveis na organização. Os planos focam-se em volumes de produtos e famílias de produtos.
- Planeamento operacional: foca-se num período de um dia a seis meses e está diretamente ligado às operações. Tem como objetivo assegurar que as atividades da produção sejam executadas de forma eficaz e eficiente.

## **2.4.2 O controlo**

O Controlo de Produção ou PAC (Production Activity Control) [7] como o próprio nome indica, está relacionado com o controlo das atividades de produção de um bem ou de um serviço. O controlo de produção tem como entradas a fonte de ordens que precisam de ser processadas e a informação de como controlar e processar essas mesmas ordens o que inclui as ordens de produção recentemente produzidas, o estado das ordens existentes, informação sobre o caminho das ordens de produção ou seja a sequência de passos até o processo estar concluído, quantidade de recursos disponíveis, problemas de equipamentos e manutenções programadas.

Outros recursos também importantes são as pessoas no sentido de se saber quantas pessoas qualificadas estão disponíveis e quanto tempo têm numa base diária, quaisquer acessórios ou equipamentos usados na configuração ou preparação de máquinas do processo produtivo, a capacidade das máquinas e o seu tempo de paragem e outro tipo de componentes necessários para completar a ordem de produção.

Um sistema de controlo produz informação útil em termos de gestão tal como:

- Estado e localização das ordens de produção.
- Estados dos recursos mais críticos.
- Rendimento comparativo com valores standard em termos de tempos e custos.
- Notificação de problemas na cadeia produtiva nomeadamente avaria de um equipamento.
- Informação sobre desperdícios e perdas.

Por vezes é necessário definir-se o que tem mais prioridade numa linha de produção. Para tal podem ser usadas algumas regras:

- Prazo de entrega - ao aplicar-se esta regra, escolhe-se o processo com menor prazo de entrega. É muito comum em operações que usam MRP (Material Resource Planning) para planificação – o conceito de MRP será apresentado na próxima seção.
- Menor tempo de processamento - Os processos são priorizados de acordo com o tempo estimado para concluir a operação. Tem a tendência de empurrar as tarefas de tempo de processamento mais longo para o fim.
- Primeiro a chegar primeiro a fazer - Esta regra implica uma percepção comum de justiça já que um processo que entra primeiro tem prioridade.

Um dos parâmetros usados no controlo da produção é a carga de trabalho. Esta é medida em unidades de tempo tais como horas de trabalho ou semanas. Esta pode ser finita ou infinita. Na finita, à partida a capacidade de produção é mensurável e como tal conhecida. Neste modelo são carregadas ordens enquanto for possível para um determinado período de tempo sendo o restante transferido para o próximo período de tempo (Figura 2.3).

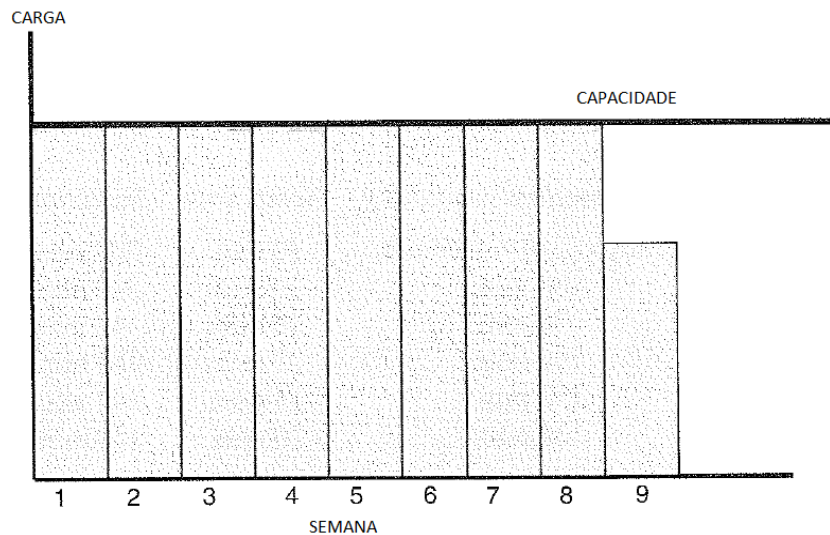


Figura 2.3 - Modelo de carga finita.

No modelo de carga infinita, as ordens são carregadas na produção em função das necessidades do cliente sem levar em consideração a relação entre a tarefa a produzir e a capacidade de produção (Figura 2.4).

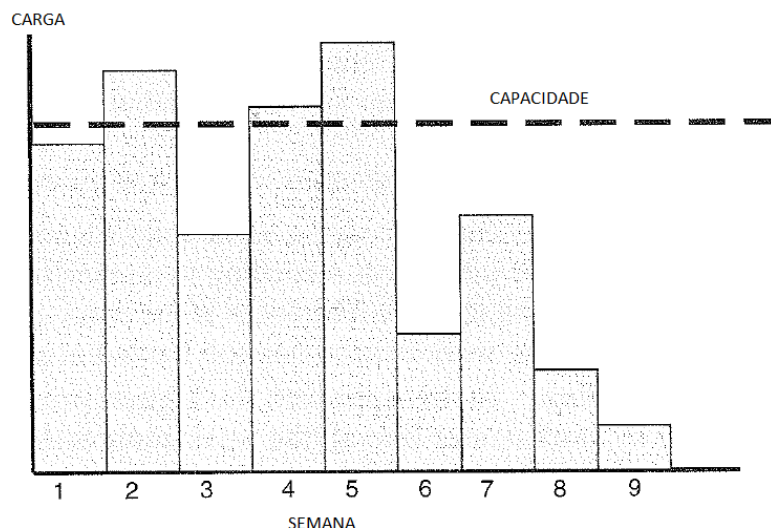


Figura 2.4 - Modelo de carga infinita.

O maior problema do modelo de carga infinita é como gerir a carga da produção. Pode ser necessário aumentar a capacidade produtiva o que provoca um aumento dos custos associados ou procurar alternativas externas o que também acarreta custos extra.

No controlo da produção também é necessário aplicar ações corretivas já que existem sempre diferenças entre os valores previstos e os valores reais obtidos no processo produtivo. De seguida são apresentadas algumas dessas medidas:

**Subcontratação ou compra de componentes** - Inclui a aquisição de componentes ao invés de os fabricar ou contratar uma entidade externa para fabricar as peças em vez de as fabricar internamente.

**Divisão de lotes** - Consiste em produzir uma quantidade mínima de peças e forçando o seu acabamento. Esta ação permite entregar uma quantidade mínima de peças ao cliente deixando parte da encomenda para ser concluída mais tarde.

**Sobreposição de operações** - Implica transferir parte da produção para a operação seguinte antes de uma operação estar concluída. Este método permite concluir a ordem de produção mais rapidamente.

**Divisão de operações** - Esta operação consiste em atribuir mais recursos (pessoas e equipamentos) à ordem de produção de modo ao processamento ocorrer em paralelo fazendo com que a ordem seja concluída mais depressa.

**Percurso alternativo** - Implica mover a ordem para operações que não seriam usadas normalmente e é usada quando os recursos principais não estão disponíveis ou já estão atribuídos.

**Cancelamento da ordem** - Esta medida é tomada como último recurso, mas pode ser usada quando o custo de conclusão da ordem possa exceder o lucro esperado. Ao aplicar-se esta medida deverão ser levados em linha de conta a boa vontade do cliente e o impacto na reputação da organização.

## 2.5 Modelos de classificação

Os sistemas de CP podem ser classificados em função da complexidade dos produtos produzidos expressos no número de componentes e na natureza repetitiva da produção em termos de tempo entre unidades sucessivas do produto a produzir [3].

A Figura 2.5 mostra a relação e o enquadramento dos modelos a seguir descritos.

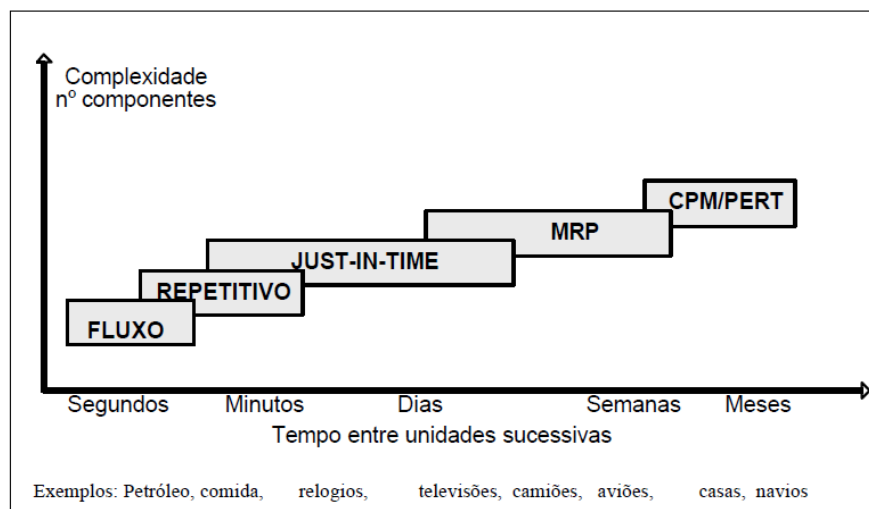


Figura 2.5 - Relação entre complexidade e tempo de produção [20].

**Fluxo** – Neste modelo os produtos são produzidos continuamente não ocorrendo nenhum lapso de tempo entre unidades sucessivas. Os sistemas de controlo da produção preocupam-se com as taxas de fluxo que por sua vez se tornam no plano diretor de produção. Uma das características do modelo de fluxo é a de os produtos serem constituídos por um número muito reduzido de componentes. Nas empresas onde está instituído o modelo de fluxo o maior custo é o das matérias-primas embora o custo de transporte possa ser significativo [20]. Exemplo: indústria química e petroquímica.

**Repetitivo** – Este modelo está associado tipicamente a empresas que montam produtos semelhantes, como automóveis, computadores, eletrodomésticos entre outros. É necessária uma eficiente gestão de componentes ocorrendo coordenação entre as taxas de produção e montagem do produto final.

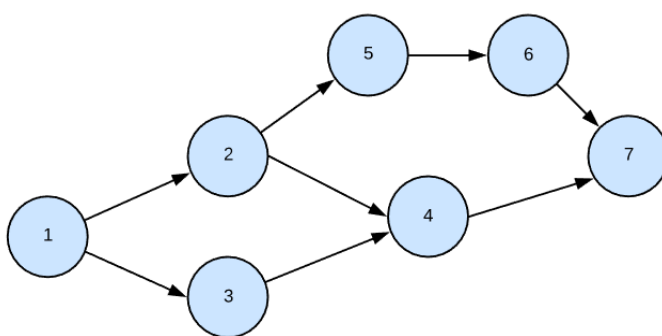
**Just-in-time (JIT)** – Modelo onde se faz com que os processos produtivos sejam mais repetitivos, com baixos prazos de entrega e baixo nível de existências. Este modelo tenta criar

um fluxo de produção que tenha em linha de conta a quantidade de encomendas sem que faltem ou sobrem matéria-prima ou produto acabado.

**MRP** – *Material Resource Planning* é uma abordagem lógica e de fácil compreensão ao quantificar o número de partes, componentes e materiais de modo a obter o produto acabado. Para além disso também permite calendarizar quais e quando devem ser adquiridos e quando devem ser produzidos . O MRP inicialmente era usado apenas para a gestão de materiais, mas com o aumento do poder computacional e das aplicações informáticas passou a considerar também os recursos necessários à produção, surgindo então o MRP-II, passando a ser designado por *Manufacturing Resource Planning*. Um Sistema com base em MRP pode incluir módulos de entrada de encomendas, controlo de inventário, controlo de finanças, controlo contabilístico e gestão de pagamentos e recebimentos [24].

**CPM/PERT** – Critical Path Method / Program Evaluation and Review Technique -

Surge em 1958 sobre impulso da marinha norte-americana que criou uma força de ataque nuclear com um programa de mísseis de longo alcance e que envolvia um número elevado de fornecedores e de subcontratados para um período de realização de sete anos. A utilização deste método permitiu reduzir o prazo do projeto dos originais sete anos para quatro anos. Mais tarde foi alargado à indústria americana e posteriormente à europeia. É um método que procura destacar as ligações existentes entre as várias tarefas de um projeto e assim definir um caminho a que se chama “crítico” constituído por todas as operações em que qualquer atraso tem como resultado a alteração do período de execução do projeto. Requer que se defina o projeto a realizar, as diferentes operações e os seus responsáveis, as respetivas durações e as ligações entre as diferentes operações. Tem uma simbologia associada, etapas são representadas por círculos e as operações são representadas por setas [8] (Figura 2.6) .



Atividade	Duração (semanas)	Atividade Anterior
1	2.5	-
2	3	1
3	1	1
4	2	2, 3
5	.5	2
6	1.5	5
7	4	4, 6

Figura 2.6 - Exemplo de diagrama de PERT.

## 2.6 Aplicações para gestão de produção existentes no mercado

Atualmente existem no mercado nacional muitas aplicações desenvolvidas nativamente para a gestão de produção como é o caso do Prodsmart [25] que se enquadra na perspectiva Indústria 4.0. [26]. Esta aplicação na versão Controlo Total disponibiliza uma API para integração com outras aplicações. Das suas funcionalidades destacam-se:

- Gestão de ordens de produção;
- Gestão de ordens de venda;
- Gestão de ordens de compra;
- Gestão de inventário;
- Disponibiliza uma API para ligação com Software de outros fabricantes.
- Recolha de dados em tempo real.

A lista completa das funcionalidades pode ser consultada no *site* da aplicação. [27]

Num segundo grupo temos as aplicações que foram desenvolvidas como complemento a soluções de gestão existentes. A aplicação da CentralGest [28] tem como principais características planeamento das disponibilidades de recursos, emissão de ordens de fabrico, cálculo e controlo de custos de fabrico e gestão de tempos de execução. A aplicação da ArtSoft [29] tal como os anteriormente referidos efetua gestão de ordens de produção, inventário, fichas técnicas entre outras funcionalidades. Tem versões para pequenas empresas e para grandes indústrias.

A VisionSoft [30] e da Pontual Software [31] permitem integração com a plataforma de Software Sage 100C [32].

## Capítulo 3

### 3. O Controlo de Produção Numa Empresa de Relojoaria

De seguida, faz-se uma caracterização do conjunto de empresas em que se integra a empresa alvo deste trabalho, apresenta-se essa empresa, descreve-se o seu modelo de organização do trabalho e o sistema de controlo de produção monoposto existente na empresa aquando no início deste trabalho. Este sistema foi a base para o trabalho desenvolvido nesta dissertação.

#### 3.1 Caracterização das empresas alvo

Na cidade do Fundão e na sua zona industrial, existe um grupo de empresas cuja atividade se enquadra no grupo de empresas de metalurgia e de precisão. Este grupo teve início há cerca de trinta anos e na sua génese estiveram empresários que tinham experiência acumulada em empresas do mesmo tipo em França e na Suíça, mas que em determinada altura decidiram voltar para Portugal e mais concretamente para o Fundão.

Este grupo começou com um número reduzido de empresas de pequena dimensão para fabrico de pulseiras para relógios tendo o seu número aumentado até aos dias de hoje, algumas delas com aumento de dimensão e no tipo de produtos processados, passando a incluir polimentos de marroquinaria, bijuteria, fabrico e transformação de micropeças de precisão. Em termos de personalidade jurídica, muitas delas fazem parte de grupos franceses e/ou suíços. Muito do trabalho realizado localmente é realizado para empresas detentoras de marcas de artigos de luxo. A aposta destas empresas em Portugal, deve-se à especialização da mão de obra local e ao valor dos salários auferidos pelos trabalhadores (são mais baixos) em comparação com os existentes em França e na Suíça. Neste conjunto destacam-se a J3LP com mais de 250 trabalhadores, a CIMD com cerca de 100 trabalhadores e a Cubimatéria com mais de 120 trabalhadores.

De modo a conhecer melhor o modelo de CP das empresas deste **cluster** foi efetuado um questionário (ver anexo 1) com dez perguntas tendo participado cinco empresas e cujos resultados são apresentados em seguida. Este questionário foi realizado em 2021 e os resultados são equivalentes aos resultados obtidos em 2015 o que mostra que não houve evolução significativa nos últimos cinco anos.

Para cada uma das questões,  $Q_i$  (com  $i$  de 1 a 10) apresenta-se um gráfico que ilustra o número de respostas obtido para as várias opções apresentadas aos inquiridos.

### Q1 - Classificação do sistema de controlo de produção.

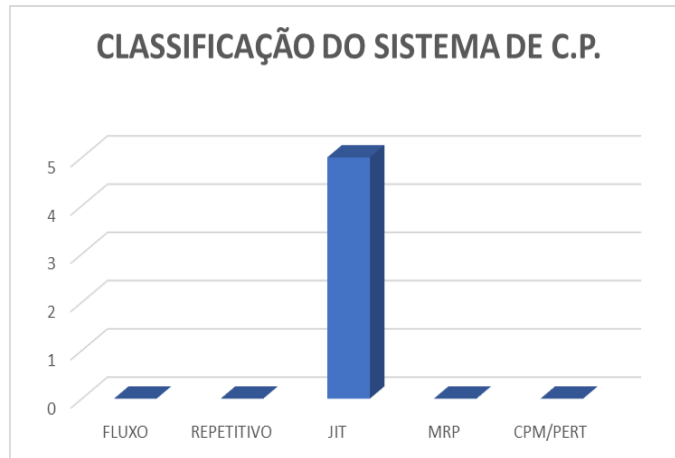


Figura 3.1 - Classificação do sistema de CP.

Pelo gráfico da Figura 3.1, que representa as respostas à questão Q1, podemos observar que o controlo de produção é preferencialmente feito usando o método JIT, reagindo as empresas em função de novas encomendas.

### Q2 – Planeamento da carga da cadeia de produção.

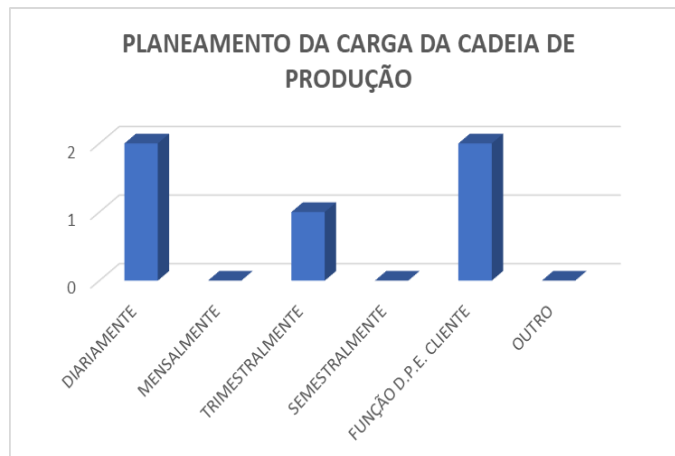


Figura 3.2 - Planeamento da carga da cadeia de produção.

Vemos pela Figura 3.2 que o planeamento da carga da cadeia de produção que as empresas preferem são o planeamento diário e em função da data prevista de entrega ao cliente, não sendo feitos planos a mais de três meses, o que vai de encontro ao modelo JIT.

### Q3- Número de secções na cadeia e produção.

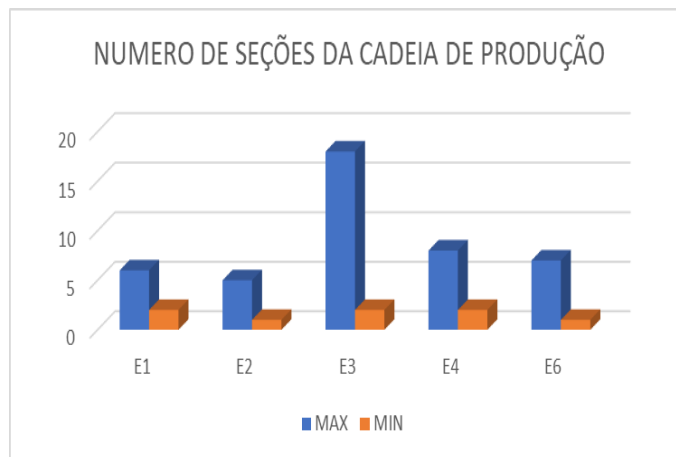


Figura 3.3 - Número de secções da cadeia de produção.

O número máximo de secções na cadeia de produção é de dezoito e o número mínimo duas (ver gráfico da Figura 3.3). O valor médio do número de secções é de 8,8. Estes valores refletem o tipo de peças produzidas o que influencia o número de operações que uma peça pode sofrer na cadeia de produção.

### Q4- Controlo de peças na cadeia de produção

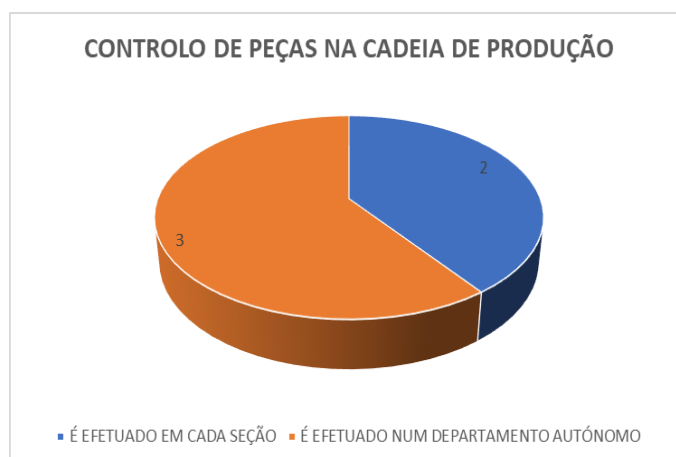


Figura 3.4 - Controlo de peças na cadeia de produção.

O controlo efetuado sobre as peças em produção é maioritariamente feito num departamento autónomo (Figura 3.4) e tal como na questão Q3 tem a ver com o tipo de peças a processar e o nível de exigência do controlo de qualidade. É mais exigente o controlo de qualidade para as

dimensões do furo de um rubi para um relógio que o nível de cor do banho metálico que se aplica a um fecho de uma carteira.

#### Q5- Uso de indicadores de produção

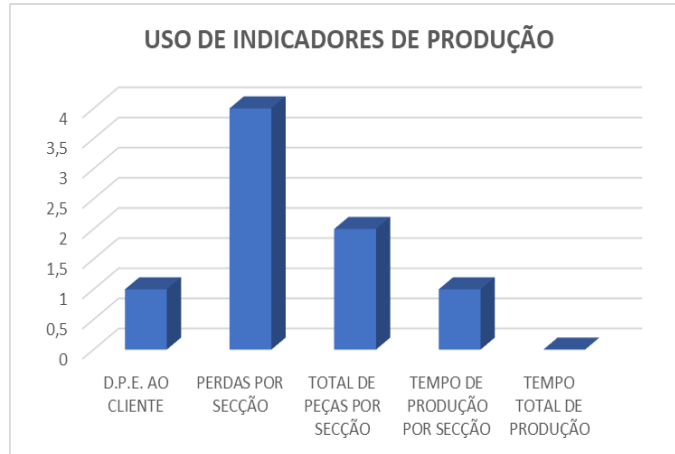


Figura 3.5 - Uso de indicadores de produção.

Os indicadores de produção mais utilizados (Figura 3.5) para aferir o processamento da produção são a quantidade de peças perdidas e a quantidade total de peças por secção. De realçar que o tempo total de produção de uma peça não é significativo já que esses valores são conhecidos à partida e não sofrem grandes alterações.

#### Q6- Uso de programas informáticos para o controlo de produção.

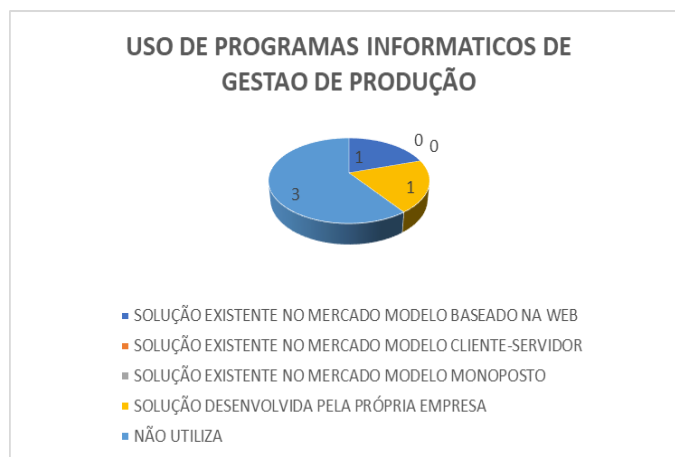


Figura 3.6 - Uso de programas informáticos de gestão de produção.

Em relação ao uso de programas informáticos para controlo de produção foi com alguma surpresa que três das cinco empresas inquiridas não utilizam programas informáticos (específicos) para o controlo de produção, mas usam outras aplicações nomeadamente EXCEL

(Figura 3.6). Duas das três empresas inquiridas afirmaram que não usam, mas que presentemente está em desenvolvimento na casa Mãe em França.

### Q7 – O programa tem os dados em servidores locais ou na nuvem (Cloud)

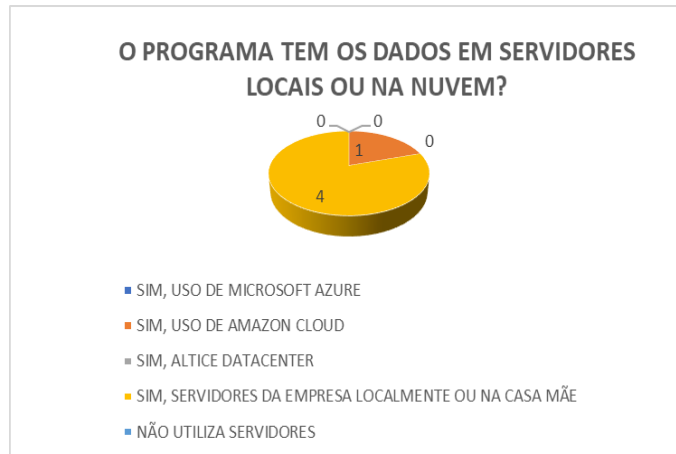


Figura 3.7 - Dados em servidores locais ou na Nuvem (Cloud).

Em termos de armazenamento de dados, as repostas foram dadas mesmo no caso de quem não usa software de produção, no sentido de a empresa efetuar cópias de segurança. Como resultado quatro em cinco escolheram a opção de servidores da empresa localmente ou na casa mãe (Figura 3.7). Uma das empresas referiu a *cloud* da Amazon.

### Q8 – A solução de produção faz replicação de bases de dados para o caso de um dos servidores da solução falhar?



Figura 3.8 - Replicação de bases de dados.

O maior número de respostas é não, porque se não têm aplicação de controlo de produção também não fazem replicação de bases de dados (Figura 3.8). Uma das empresas faz cópias de segurança regulares.

**Q9 – A solução de produção faz replicação da aplicação de modo a garantir que se um nó falhar a empresa continua a laborar?**

A esta questão, todas as empresas responderam não.

**Q10 – Ponderaria mudar para uma solução que desse garantia de replicação de programas e de bases de dados?**



Figura 3.9 - Mudança para uma solução com replicação.

A questão final, indica que quatro das empresas ponderariam mudar e dois dos quatro ponderaria integrar estas características no desenvolvimento em curso na casa mãe (Figura 3.9). O resultado **não**, deve-se ao facto de o entrevistado não saber se a solução existente inclui essa característica.

Com base neste inquérito, embora o universo da amostra seja reduzido, justifica-se a criação de plataformas que permitam replicação de bases de dados e aplicações. Um dos entraves à replicação de bases de dados é o custo associado se não forem usadas versões de SGBD de código aberto, como por exemplo MYSQL. Nesta dissertação é usado apenas software de código aberto.

### **3.2 Apresentação da empresa - história**

A empresa em estudo insere-se no ramo da relojoaria e das micropeças de precisão e teve a sua génese no ano de 1990. Foi fundada por um colaborador proveniente da casa mãe e inicialmente tinha seis funcionários e apenas uma secção (PT – Posto de Trabalho).

No início da atividade produtiva a empresa não possuía meios digitais de suporte à produção sendo esta controlada com registos em papel. Com o natural crescimento da empresa quer em número de funcionários quer em secções surgiu a necessidade de se fazer um controlo mais preciso da produção. Recorreu-se então a um quadro de fichas T (Figura 3.10), onde cada ficha representava uma série (OP – Ordem de Produção) com a quantidade e o tipo. Neste quadro T cada coluna representa um PT. A ficha T de uma OP movimenta-se no quadro em função da sua posição na linha de produção (este quadro ainda hoje é usado como ferramenta auxiliar).



Figura 3.10 - Quadro de Fichas T.

No período entre os anos 2000 e 2005 foi adquirido um computador para o serviço administrativo onde um funcionário com mais gosto pela tecnologia propõe ao responsável a criação de uma base de dados para acompanhamento da produção. A ideia foi aceite e posta em prática sendo desenvolvida a primeira versão de controlo de produção com recurso ao Microsoft Access. Esta versão era muito básica tendo apenas uma tabela onde eram registadas as séries e permitia algumas consultas através de formulários simples.

Numa tentativa de adicionar funcionalidades foi experimentado o relacionamento entre o registo de séries, as secções e os tipos de série, mas por motivo de falta de capacidade técnica em termos de desenho de bases de dados o processo foi abandonado tendo o funcionário saído da empresa alguns meses mais tarde.

Mais tarde é efetuada uma substituição na cadeia de chefia da empresa, o que provocou um aumento da produção e um crescimento em dimensão da empresa, aparecendo então um quadro de registo e acompanhamento das séries na cadeia produtiva. Este quadro foi desenvolvido por um funcionário da casa mãe em França com recurso ao Microsoft Excel (versão 2003) fazendo uso das funções do Excel, foi sendo atualizado até chegar à versão final

que usava macros e alguns elementos de Visual Basic até ao ano de 2010, ano em que o funcionário se jubilou. Este quadro já dava indicadores de apoio ao planeamento, nomeadamente a quantidade de perdas num PT e a quantidade total de peças num PT.

No ano de 2012 é feita a primeira tentativa para se criar uma aplicação informática que substitui-se o quadro em Excel. Nesse sentido foi contratado a tempo parcial um técnico exterior à empresa (o autor desta dissertação) tendo sido feito o levantamento dos requisitos, efetuadas reuniões com a direção da empresa e com o responsável do planeamento.

Como resultado surge no ano de 2013 a primeira versão do programa a que se deu o nome de CimdPGP, para um utilizador de cada vez (monoposto) e que ia de acordo aos requisitos da empresa. Na Figura 3.11 está representada a atividade de registo de séries.

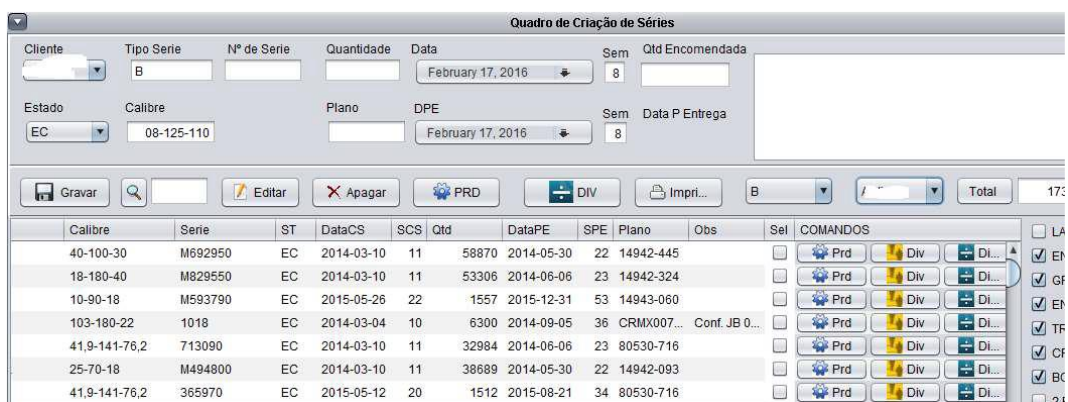


Figura 3.11 - Quadro de registo de séries (OP).

Na Figura 3.12 está a representação do quadro de produção onde se podem ver o menu principal da aplicação, com particular interesse o menu Tabelas onde são definidos os pré-requisitos necessários aos quadros de registo de OP e o uso de cores para diferenciar os postos de trabalho do caminho da ordem de produção/série marcando o posto corrente de introdução em amarelo.

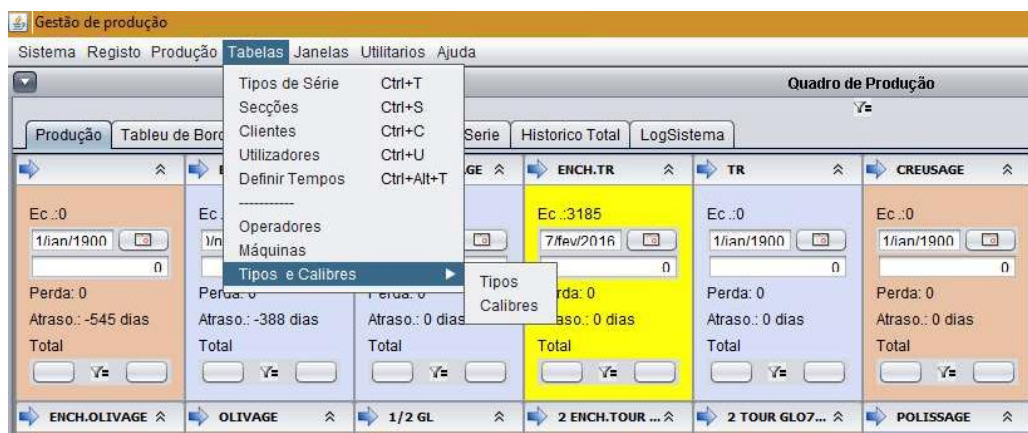


Figura 3.12 - Quadro de produção.

Entre o ano de 2014 e 2015 começa a ser desenvolvida uma outra versão de nome PAP 2015, que permite ser usada por vários utilizadores, possui suporte para sistemas de identificação, replicação de bases de dados, replicação de processos e suporte para sistemas de identificação a duas dimensões QRCode (Figura 3.13).



The image shows a screenshot of a web application interface. At the top, there is a navigation menu with items: 'Registo', 'Produção', 'Definições', 'Ajuda', and 'Sair'. Below the menu is a table with three columns: 'Número de Série', 'Cliente', and 'Tipo Serie'. The table contains several rows of data. A small window titled 'QrCode da Serie' is overlaid on the table, displaying a QR code. The table data is as follows:

Número de Série	Cliente	Tipo Serie
NS_9_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM
NS_99_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM
NS_98_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM
NS_97_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM
NS_96_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM
NS_95_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM
NS_94_ABC	CLIENTE_UM	TIPO_UM

Figura 3.13 - Quadro de produção com código QR.

Uma das características inovadoras desta versão é ter uma aplicação desenvolvida para Smartphone com Sistema Operativo Android e com câmara (Figura 3.14) que permite aceder aos dados de cada série através do código QR que lhe estava associado.

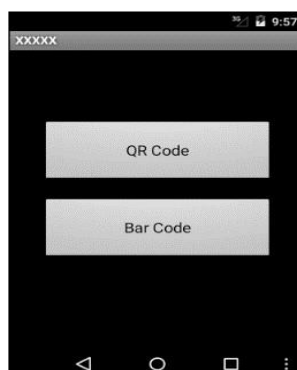


Figura 3.14 - Aplicação Android.

Como resultado do desenvolvimento é apresentado um artigo numa conferência em 2015 (ICEUBI 2015) [1].

Em Setembro de 2016 devido a problemas da conjuntura económica internacional no ramo da relojoaria, a empresa recorre ao despedimento coletivo prescindindo de aproximadamente 40 trabalhadores onde se incluía o responsável pelo desenvolvimento do projeto de software de

produção tendo como consequência a paragem completa do projeto. O trabalho foi retomado no corrente ano com o objetivo de concluir os trabalhos de mestrado.

### 3.3 Sistema para controlo de produção da empresa CIMD

Na empresa em estudo, CIMD, a produção caracteriza-se por um lado pela transformação de matéria-prima fornecida pelo cliente em produto acabado e por outro pela compra de matéria-prima e transformação da mesma em produto acabado concluindo com a entrega do produto acabado ao cliente. Em termos de linha de produção ou chão de fábrica a diferença principal é a passagem pelo primeiro posto de trabalho da linha de produção no caso de a matéria-prima não ser fornecida pelo cliente.

O modelo de trabalho está dividido em três fases (Figura 3.15). A primeira é a receção de encomendas por parte dos clientes a segunda fase é o processamento das encomendas na linha de produção e a terceira fase é a entrega do produto acabado ao cliente.

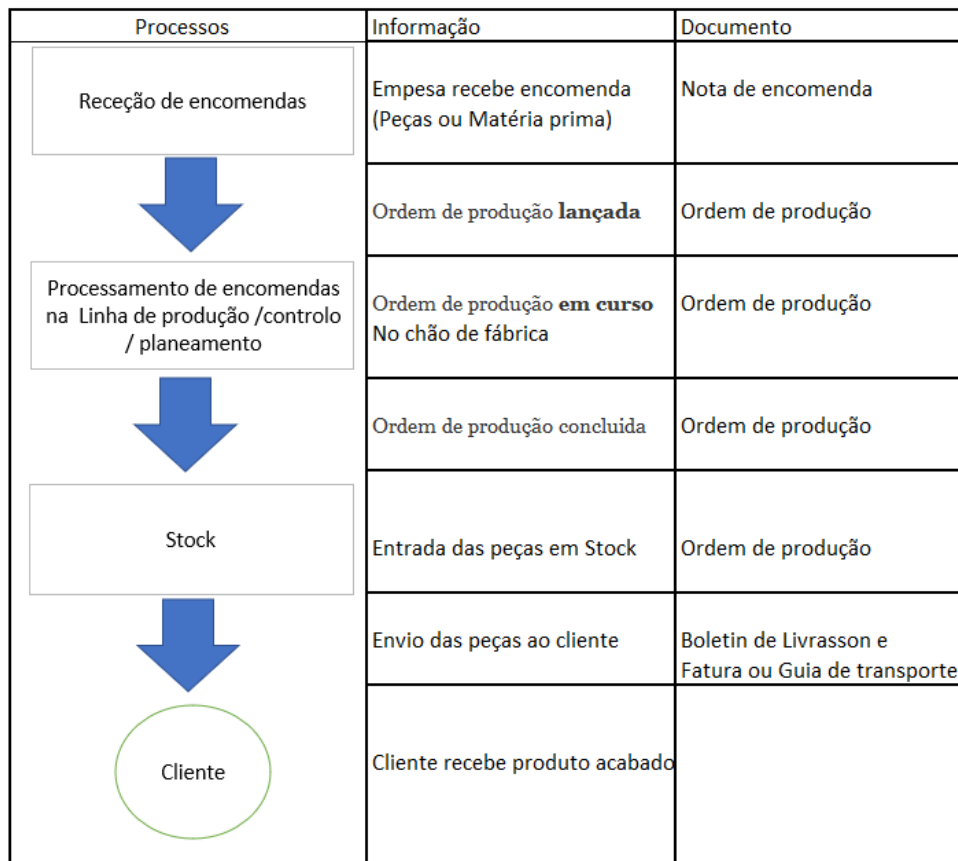


Figura 3.15 - Atual modelo de CP.

#### 3.3.1 A receção de encomendas

Quando é recebida uma encomenda de peças de determinado cliente, o pedido é passado ao planeamento que com base na quantidade de peças encomendadas divide a encomenda num ou mais lotes de peças – série ou séries.



No fim de cada manipulação em qualquer posto de trabalho, as peças são enviadas ao departamento de controlo para validação das dimensões e aferição de outros parâmetros tais como fendas e/ou outros defeitos resultantes das operações efetuadas. Após este controlo as peças são enviadas para o planeamento com os resultados das medições: quantidade de peças boas e quantidade de peças defeituosas. O planeamento regista no posto de trabalho seguinte a quantidade de peças em conformidade, sendo a diferença (perdas) calculada em relação à quantidade de peças no posto de trabalho anterior.

Como explicação da evolução do processo produtivo, com base na Figura 3.18, consideremos que no posto de trabalho três (PT3), no momento temporal  $t$  estavam em produção 25000 peças. Após término das operações nesta seção as peças são enviadas para o departamento de controlo. Neste departamento, após análise das peças que vieram do posto de trabalho 3, as peças em conformidade são enviadas para o departamento de planeamento com a informação da quantidade original de peças (25000) e com a quantidade de peças com defeito (5000).

No departamento de planeamento, no momento  $t+1$ , é registada no posto de trabalho quatro (PT4) a quantidade de peças em conformidade – 20000. No momento  $t+2$  no posto de trabalho três (PT3) são calculadas e registadas de modo automático as peças em não conformidade.

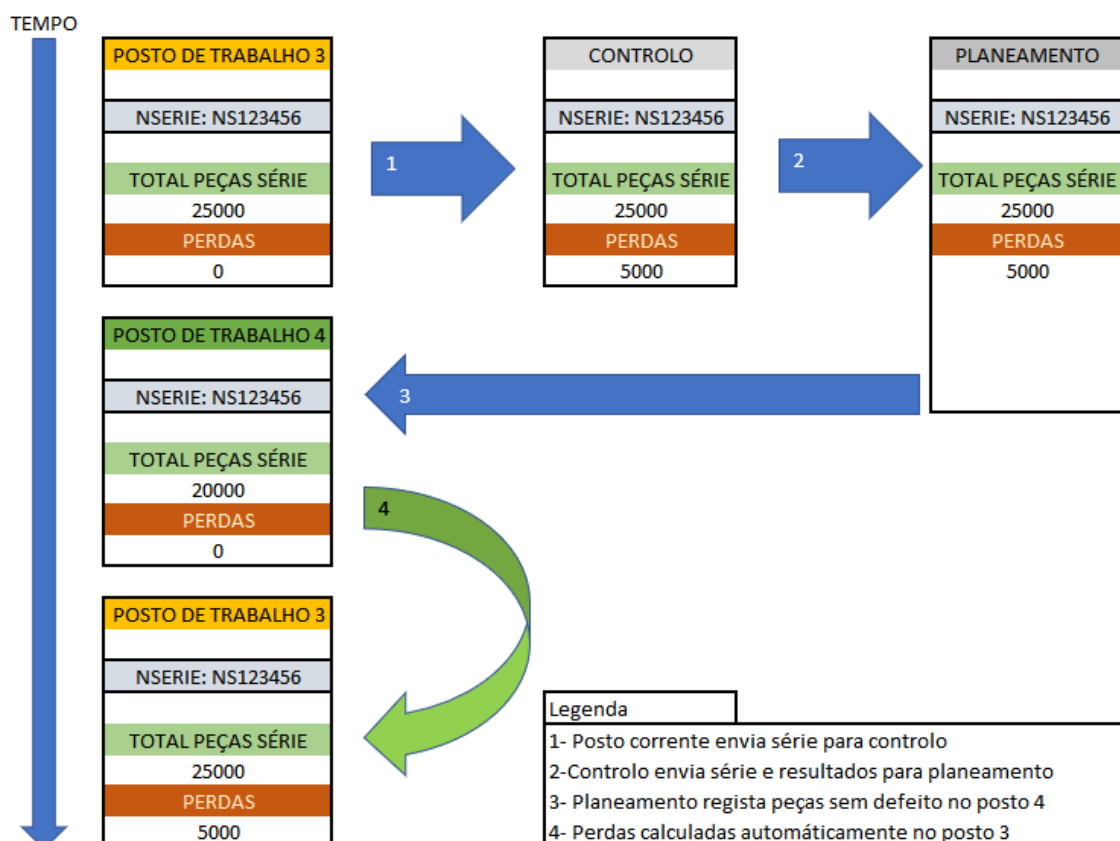


Figura 3.18 - Exemplo de registo de quantidade num PT.

Como referência geral do processamento de séries no chão de fábrica usa-se o modelo atual da empresa em estudo com dez secções ou postos de trabalho. Todas as peças ou séries que entram na produção, antes de passarem à seção seguinte, passam pelo departamento de controle que as envia ao planeamento que as regista e envia para a seção seguinte. (Figura 3.19).

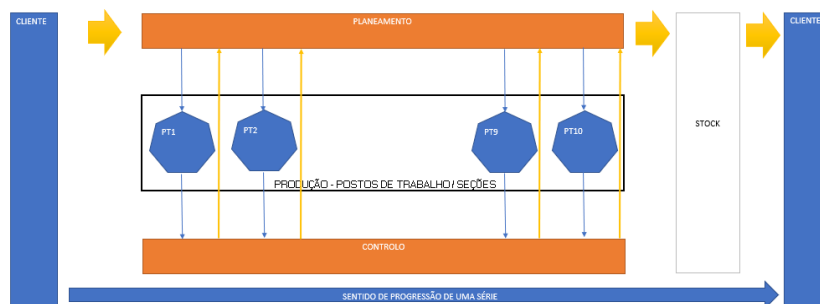


Figura 3.19 - Modelo do processamento no chão de fábrica.

### 3.3.3 Indicadores da produção

Durante o processo produtivo é necessário saber o estado de alguns parâmetros da produção em qualquer momento. Para tal são usados os indicadores listados na

Tabela 3.1.

Indicador	Descrição
Total de peças num posto de trabalho.	Determina a quantidade total de peças existentes em determinado posto de trabalho.
Peças de uma série num posto de trabalho.	Representa o número de peças que estão em processamento numa seção ou PT.
Perdas por série num posto de trabalho.	Representa a quantidade de peças que foram rejeitadas por não estarem em conformidade.
Atraso de uma série em produção.	Representa o atraso em dias de uma série em relação à data prevista de entrega ao cliente.
Total de peças de um cliente por seção	Representa o total de peças de um cliente que estão em produção numa seção.
Total de peças em produção por cliente	Representa a soma de todas as peças em produção para determinado cliente.

Tabela 3.1 - Tabela de indicadores.

### 3.3.4 Entrega do produto acabado ao cliente

Após a passagem das séries pelo posto de trabalho final, estas são introduzidas em stock ficando à espera de emissão de um documento de saída de stock, correntemente chamado BL que provém do termo de língua francesa Bulletin de Livraison [33].

A entrega das peças ao cliente pode ser feita de dois modos: o primeiro, quando o cliente faz o pedido de peças antes da data prevista de entrega (dependente da conclusão da série na produção) o segundo, no cumprimento da data prevista de entrega sendo enviadas ao cliente e retiradas do STOCK.

No envio das peças ao cliente, o documento BL é acompanhado de documento fiscal em vigor, obedecendo às regras normais dos serviços fiscais dos países envolvidos na transação.

# Capítulo 4

## 4. Desenho da Aplicação CPV10

Neste capítulo é apresentado o ambiente de desenvolvimento da aplicação CPV10, as ferramentas e bibliotecas utilizadas e são apresentados os requisitos funcionais, diagramas de classes e modelo de dados da aplicação. O desenvolvimento desta surge como sucessora das versões anteriores já referidas no capítulo 3, CimdPGP e PAP2015.

### 4.1 Ambiente de desenvolvimento e ferramentas

A aplicação CPV10 foi desenvolvida em linguagem JAVA do lado do servidor (*backend*) e JSF 2.3 [34] para a interface (*frontend*). O IDE utilizado foi o Netbeans [35]. No desenho da interface com o utilizador (*View*) foi usada a biblioteca de componentes Primefaces [36]. Na modelação UML foi usado PlantUML [37]. A aplicação tem uma área onde estão os elementos das páginas web (ficheiros css e imagens) tem quatro packages, *bean* onde estão as classes que fazem a ligação com as páginas web da interface, a package *model* onde estão as classes que definem as entidades da aplicação, a package *service* que contém as classes de ligação entre as classes *bean* e a base de dados e por último a package *util* onde estão as classes de ligação à base de dados e de filtro de sessão (Figura 4.1).

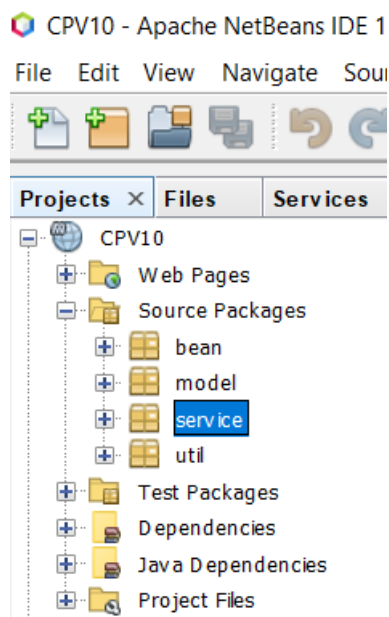


Figura 4.1 - Estrutura da aplicação no IDE

### 4.2 Requisitos funcionais e caso de uso principal

O passo inicial foram os contactos e reuniões com os utilizadores cujo resultado foi a criação de um documento com a análise de requisitos. No passo seguinte são gerados os casos de uso que modelam o modo como os utilizadores se relacionam com o sistema proposto. Após este passo

são criadas as entidades a que corresponderão as tabelas da base de dados onde serão registados, consultados e alterados os dados correspondentes.

Os requisitos funcionais descrevem as ações que um sistema deve disponibilizar [38]. São os obtidos inicialmente e abrangem as entradas e saídas, que provêm da interação entre um sistema e os utilizadores ou com outros sistemas assim como uma descrição do seu processamento.

Desta análise foram obtidos os seguintes requisitos funcionais:

- permitir o registo de um utilizador na aplicação;
- permitir o acesso por parte de um utilizador desde que esteja registado;
- permitir registar uma secção ou PT;
- permitir registar um cliente;
- permitir registar um tipo de serie;
- permitir registar um caminho;
- permitir registar um calibre;
- permitir registar um plano;
- permitir registar uma OP;
- permitir movimentar uma série ou OP pelas secções ou PT em função do seu tipo;
- permitir calcular perdas;
- permitir obter a quantidade de peças por cada um dos postos de trabalho;
- permitir obter uma representação:
  - da quantidade de peças por cliente em cada PT;
  - da quantidade de peças por uma ou mais OP nos PT;
  - da quantidade de peças por calibre em cada PT;
  - da quantidade de peças por tipo em cada PT;
  - da quantidade de peças por plano em cada PT;
- permitir obter uma representação da evolução de uma OP na linha de produção;
- permitir exportar a representação da evolução de um OP para EXCEL;
- permitir exportar a representação da evolução de uma OP para PDF;

Os casos de uso descrevem o comportamento do sistema na perspetiva do utilizador sendo uma representação de requisitos[38]. Para o desenho desta aplicação foram identificados dois atores:

1. O ator *Administrador*, administrador do sistema, que tem como principais funções gerir os utilizadores que vão usar a plataforma além de ter acesso a todas as opções do sistema.
2. O ator *Planeamento* que é o responsável pelo planeamento e controlo da produção. É este utilizador que decide qual ou quais as séries que devem ser colocadas em produção.

A Figura 4.2 apresenta o caso de uso principal da aplicação, que foi designada por CPV10.

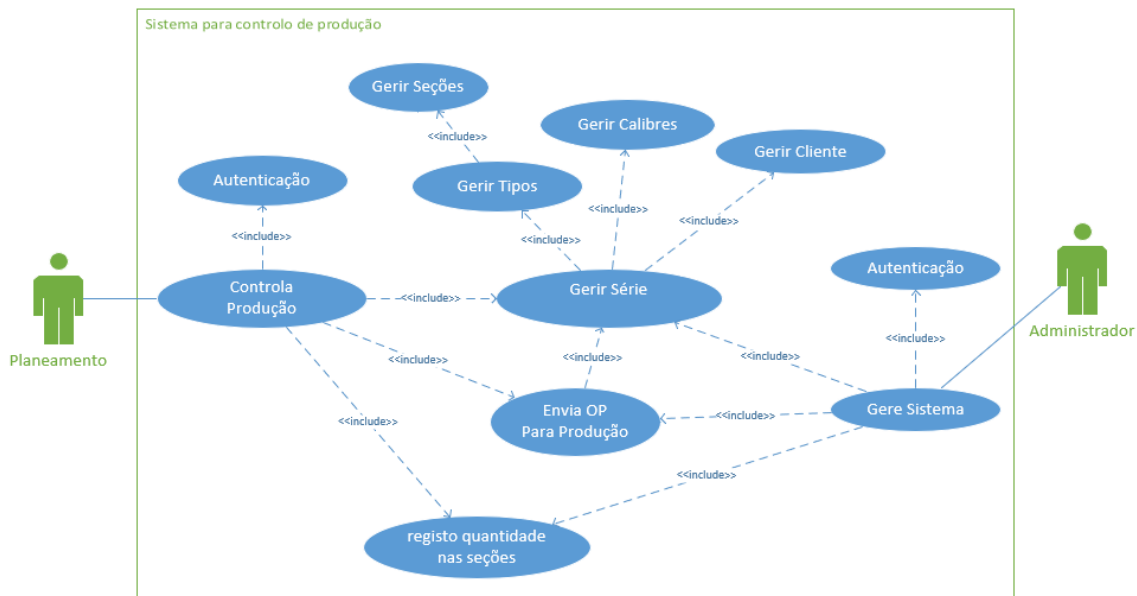


Figura 4.2 - Diagrama de casos de uso.

### 4.3 Modelação da estrutura

De seguida apresentam-se os diagramas de classes que são uma representação da estrutura de objetos num sistema. Uma classe tem um nome, tem atributos ou propriedades, operações e restrições [39]. Na Figura 4.3 apresenta-se a simbologia usada da definição das classes em UML (PlantUML).

Icon for field	Icon for method	Visibility
□	■	private
◇	◆	protected
△	▲	package private
○	●	public

Figura 4.3 - Notação usada em PlantUML.

No diagrama de classes da Figura 4.4 são apresentadas as classes do modelo, isto é as classes que correspondem a tabelas da bases de dados. Essas classes/tabelas representam as entidades Cliente, Secção, Ordem de Produção (OP) ou série e respetivos Tipo, Plano e Calibre, o percurso que uma OP segue (classe Caminho), a existência de cada OP e cada posto de trabalho (PT) (classe LinhaEC), as eventuais perdas em cada posto de trabalho numa determinada data (classe Movs).

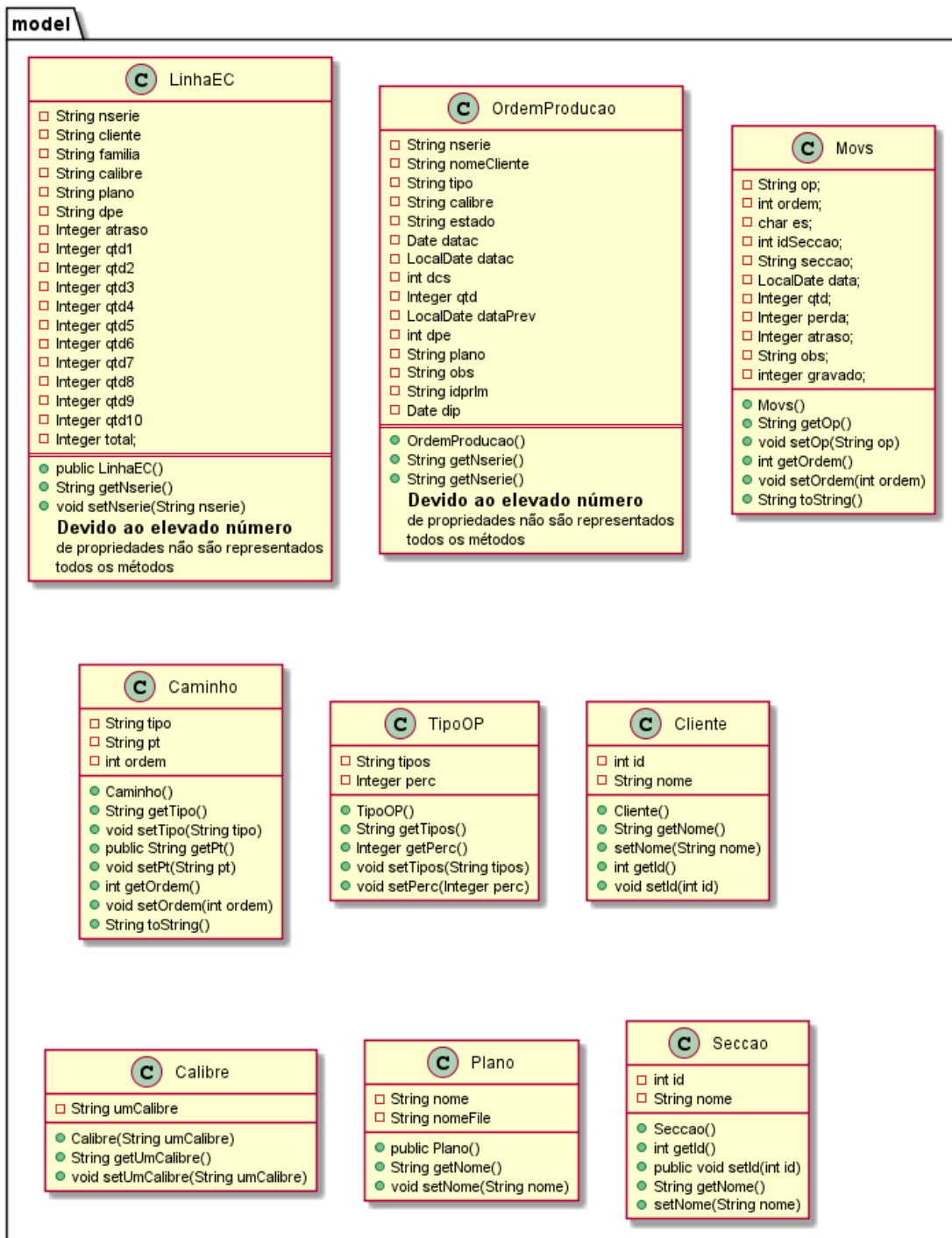


Figura 4.4 - Diagrama de Classes da package model.

As classes que disponibilizam serviços (package servisse) e fazem a ligação a base de dados da aplicação CPV10, são representadas nas Figura 4.5 à Figura 4.12.

A classe LinhaECService da package *service* disponibiliza os serviços de leitura, escrita e atualização de objetos da classe LinhaEC e precisa da classe DBConnection para os realizar. Do mesmo modo a classe CalibreService disponibiliza os serviços que permitem leitura, escrita de objetos da classe Calibre.

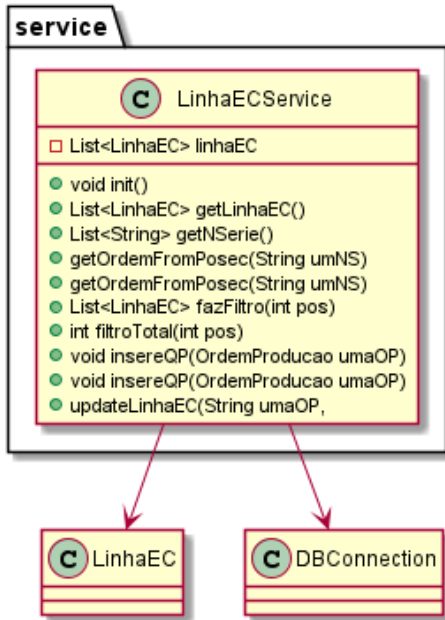


Figura 4.5 - Classe LinhaECService.

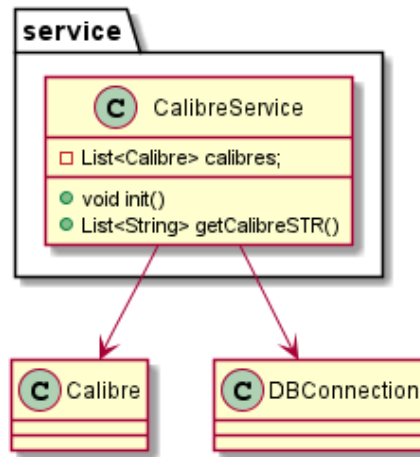


Figura 4.6 - Classe CalibreService.

A classe CaminhoService (Figura 4.7) e a classe ClienteService (Figura 4.8) disponibilizam os serviços de leitura, escrita e atualização de objetos da classe Caminho e Cliente respectivamente e precisam da classe DBConnection para os realizar.

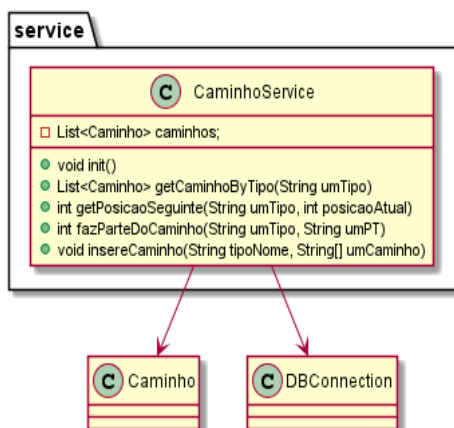


Figura 4.7 - Classe CaminhoService.

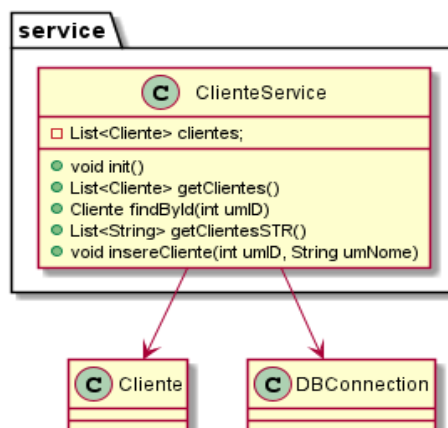


Figura 4.8 - Classe ClienteService.

A classe MovsService (Figura 4.9) e a classe OPService (Figura 4.10) disponibilizam os serviços de leitura, escrita e atualização de objetos da classe Movs e OrdemProducao respectivamente e precisam da classe DBConnection para os realizar.

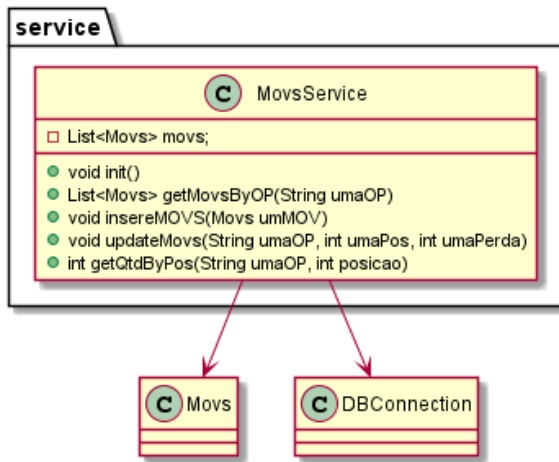


Figura 4.9 - Classe MovsService.

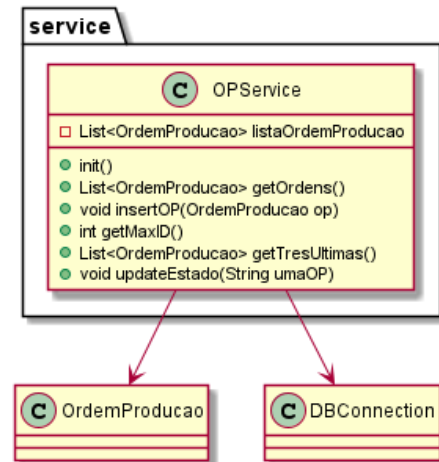


Figura 4.10 - Classe OPService.

A classe SeccaoService (Figura 4.11) e a classe TipoOPService (Figura 4.12) disponibilizam os serviços de leitura, escrita e atualização de objetos da classe Seccao e TipoOP respectivamente e precisam da classe DBConnection para os realizar.

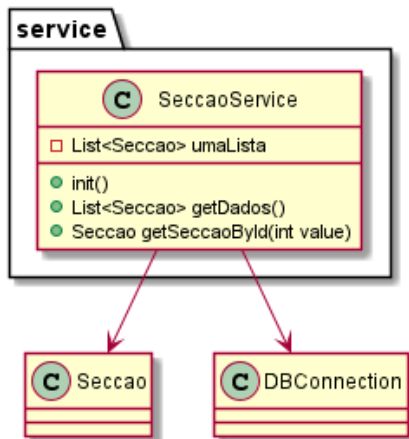


Figura 4.11 - Classe SeccaoService.

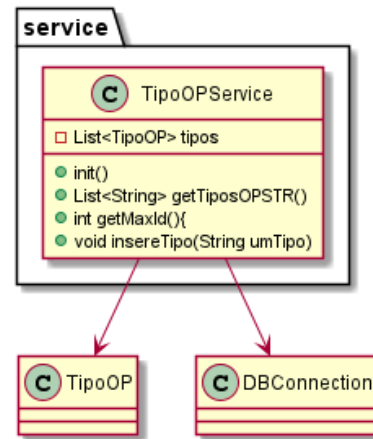


Figura 4.12 - Classe TipoOPService.

A classe IndexBean do package *bean* é responsável pela ligação entre a *view* - *index.xhtml* - e as classes do package *model* através das classes da package *service* (Figura 4.13).

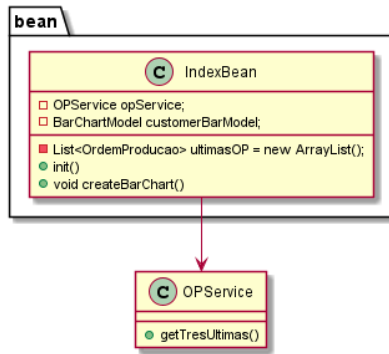


Figura 4.13 - Classe IndexBean e dependências.

A classe OPBean do package *bean* é responsável pela ligação entre a *view* - *op.xhtml* - e as classes do package *model* através das classes da package *service* (ver fig 4.14).

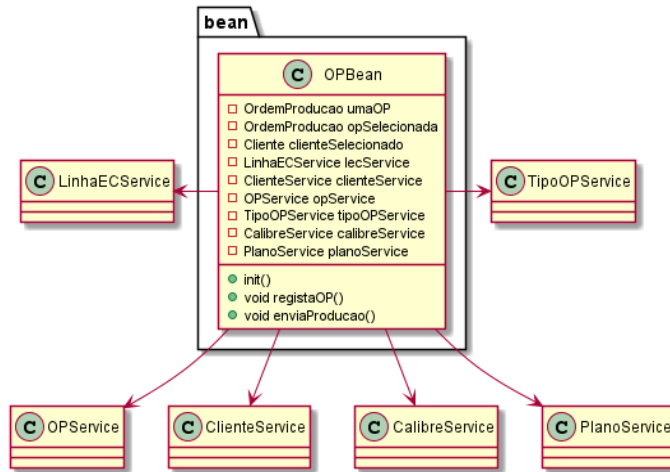


Figura 4.14 - Classe OPBean e dependências.

A classe QuadroBean (Figura 4.15) do package *bean* é responsável pela ligação entre a *view* - *qp.xhtml* - e as classes do package *model* através das classes da package *service*.

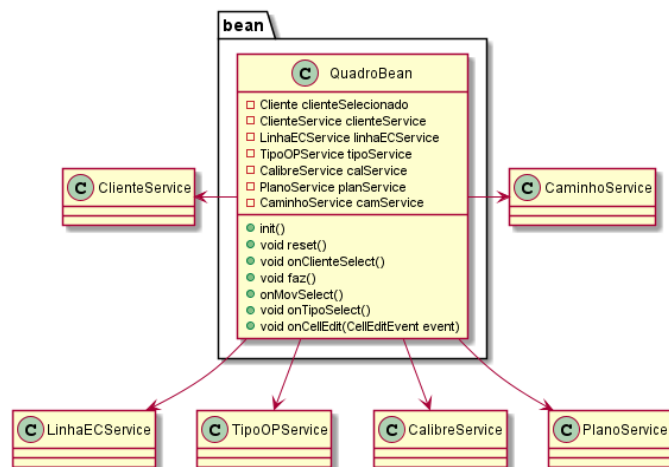


Figura 4.15 - Classe QuadroBean e dependências.

## 4.4 O desenho da base de dados da aplicação CPV10

De acordo com o obtido nas seções anteriores procedeu-se à criação da Base de Dados CPV10 e respetivas tabelas. A Figura 4.16 mostra o esquema relacional da base de dados.

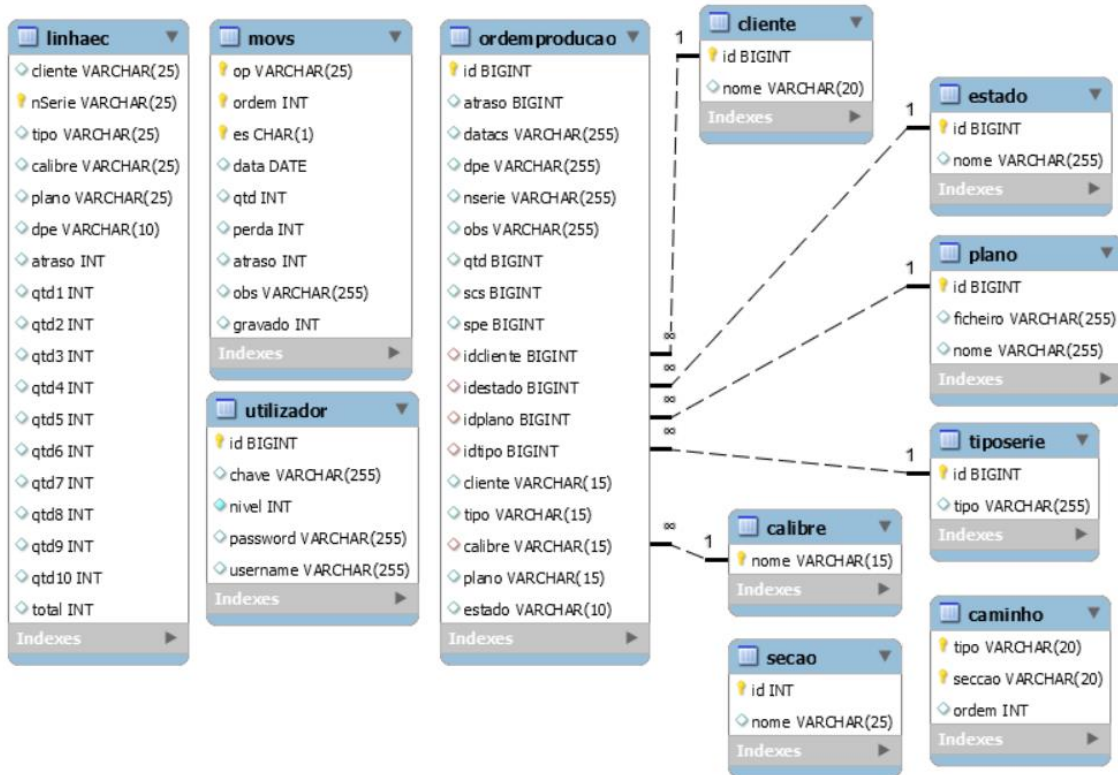


Figura 4.16 - Representação da base de dados CPV10.

É na entidade *ordemproducao* que ocorre o registo de uma série ou OP. Uma ocorrência da entidade OP representa, que cliente está associado a essa ordem, o plano de produção (representação técnica de como a peça será produzida), o tipo de série e estado da série e em que data foi criada.

A entidade *linhaec* tem como objetivo acompanhar o percurso de uma OP desde que é enviada para produção até à passagem pelo ultimo posto – PT10. Tem o nome da OP, o cliente a quem pertence, o tipo de OP, o calibre, o plano de produção e a data prevista de entrega ao cliente. Serve de apoio ao quadro de produção da aplicação. Exemplo para a série OP58 na Figura 4.17.

cliente	nSerie	tipo	calibre	plano	dpe	atraso	qtd1	qtd2
Cliente 6	OP58	Tipo 1	10-25-45	Plano 1	2022-09-08	0	25000	20000

Figura 4.17 - Visão parcial de uma linha da tabela linhaec.

A entidade *movs* representa a evolução da série ao longo do percurso de produção guardando as quantidades, perdas em cada seção assim como a data em que ocorre a movimentação e o atraso em dias calculado em relação à data prevista de entrega (Figura 4.18).

op	ordem	es	data	qtd	perda	atraso	obs	gravado
OP58	1	E	2021-09-08	25000	5000	0	null	NULL
OP58	2	E	2021-09-08	20000	8000	0	null	NULL
OP58	7	E	2021-09-11	12000	0	0	null	NULL

Figura 4.18 - Representação da movimentação da OP58.

Na base de dados CPV10 existem várias entidades cujo papel é representar os pré requisitos necessários para a produção. A entidade *secao* (PT) representa as seções ou postos de trabalho existentes na linha de produção, a entidade *tiposerie* representa os tipos de série, a entidade *caminho* representa o percurso que uma série/OP deverá percorrer ao longo da produção, onde estão representados o *tipo* de OP a *secao* e a respetiva *ordem* na linha de produção. Um exemplo de dois caminhos está representado na Figura 4.19 onde se vê que uma OP do Tipo1 passa no posto de trabalho T01, T02, T07 e T10. Para uma OP do Tipo2, passa nos postos de trabalho T01, T05, T10 .

tipo	secao	ordem
Tipo1	T01	1
Tipo1	T02	2
Tipo1	T07	7
Tipo1	T10	10
Tipo2	T01	1
Tipo2	T05	5
Tipo2	T10	10

Figura 4.19 - Exemplo de dois caminhos.

A entidade *calibre* guarda a dimensão individual de uma peça e é identificada por um conjunto de caracteres. Exemplo: 10-100-200. Um cliente é identificado por um conjunto de caracteres. Exemplo: Cliente1. Neste trabalho não existe necessidade de usar mais atributos na entidade cliente.

De modo a permitir vários utilizadores de vários tipos, existe a entidade *utilizador* onde cada utilizador tem um atributo *username* que identifica o utilizador, o atributo *password* que será a senha de acesso à plataforma e um atributo *nivel* que define o tipo de funções que o utilizador desempenha na plataforma.

# Capítulo 5

## 5. A Aplicação CPV10

Neste capítulo descrevem-se as funcionalidades da aplicação CPV10, ilustrando-as através das várias páginas da interface da aplicação. Descreve-se a página inicial que contém uma imagem do estado corrente da produção, incluindo entre outros os indicadores de quantidade e de perdas por posto de trabalho e as últimas três ordens registadas. Descreve-se a página para registo de novas ordens de produção, a página para consulta e criação e novos tipos de OP e finalmente descreve-se o quadro para movimentação das OPs.

### 5.1 O acesso à aplicação

O acesso à aplicação CPV10 faz-se através de qualquer navegador (Browser) digitando o endereço da aplicação <http://141.95.0.233:8080/CPV10/faces/login.xhtml><sup>1</sup> na sua linha de endereços. Deverá ser efetuado o login pela introdução de credenciais – utilizador e palavra passe - na página inicial da aplicação: login.xhtml (Figura 5.1) pressionando o Botão Aceder. Caso sejam introduzidos valores errados, será devolvida uma mensagem informativa que o utilizador introduziu credenciais de acesso incorreta (Figura 5.2).

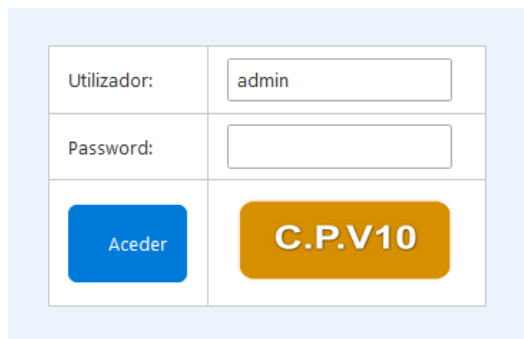


Figura 5.1 - Página de acesso à aplicação CPV10

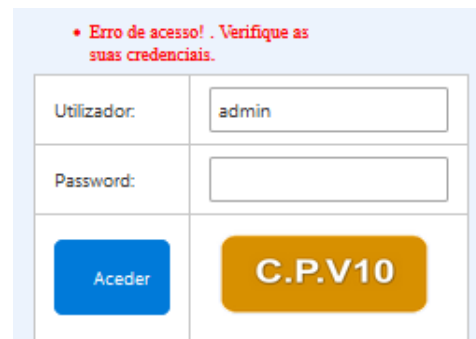


Figura 5.2 - Aviso de erro de credenciais.

### 5.2 A página inicial

Após estar garantido o acesso, é carregada a página inicial (index.xhtml) que tem na parte superior uma barra de menu (Figura 5.3) com várias opções.

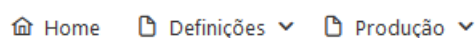


Figura 5.3 - Menu da aplicação.

<sup>1</sup> Endereço da versão de teste. Usado apenas para mostrar como aceder à aplicação CPV10.

Ao escolher-se a opção **Home** da barra de menus, que está sempre disponível em todas as páginas da aplicação, faz com que se volte ao início da aplicação. A segunda opção da barra de menu – **Definições** (Figura 5.4) – abre um menu com um item que dá acesso à área de criação de planos, calibres e clientes e outro item – Tipo - que permite criar tipos de ordens de produção. A terceira opção é a opção **Produção** (Figura 5.5) que dá acesso ao Quadro de Registo de Ordens de Produção e ao Quadro de Movimentação de Ordens de Produção.

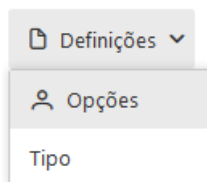


Figura 5.4 – Menu definições.

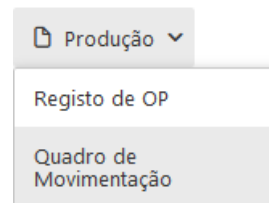


Figura 5.5 - Menu produção.

Na zona central da página inicial está disponível um painel de acesso rápido (Figura 5.6) que tem um botão **Definições** que abre a página de definições, um botão para acesso à página **Tipos e Caminhos**, tem um botão **Ordens Produção** que abre a página de Ordens de Produção e finalmente tem um botão **Quadro de Produção** que abre a página do Quadro de produção.

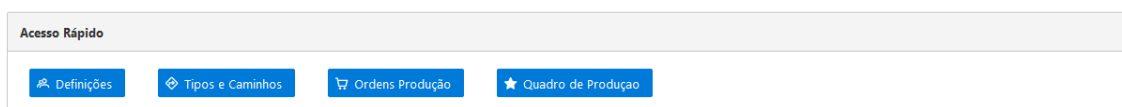


Figura 5.6 - Painel de acesso rápido às opções da aplicação.

Está também disponível um painel com um gráfico Figura 5.7 que mostra a quantidade de peças em cada posto de trabalho (PT).



Figura 5.7 - Gráfico de quantidade por posto de trabalho .

Na Figura 5.8 mostra-se um recorte do gráfico da Figura 5.7, no posto de trabalho PT1 onde se vê um par (1, 9003975) com a indicação do posto de trabalho (1) e a quantidade de peças nesse posto de trabalho (9003975). A cor de cada PT varia quando se coloca o rato em cima da área correspondente.

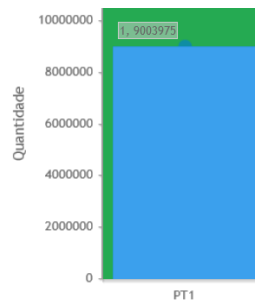


Figura 5.8 - Peças no PT1.

Outro elemento representado na página inicial é um painel com indicação das três últimas ordens de produção registadas, onde consta o número da OP, o cliente, o tipo de ordem, o calibre das peças, o plano da peça, a data prevista de entrega ao cliente (DPE), a data de criação e a quantidade de peças da ordem de produção (OP) (Figura 5.9).

Últimas Ordens de Produção Registadas							
N OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	D.C.S.	D.P.E.	QTD
OP67	Cliente 5	Tipo9	100-25-15	Plano 5	2021-09-20	2022-04-15	25000
OP66	Cliente 20	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-09-21	2022-09-21	30000
OP65	Cliente 20	Tipo9	10-25-45	Plano 1	2021-09-20	2022-02-24	30000

Figura 5.9 - Painel com as três últimas ordens de produção registadas.

Finalmente, na parte inferior da página está disponível um painel com informação sobre a percentagem de perdas em cada posto de trabalho (PT) (Figura 5.10).

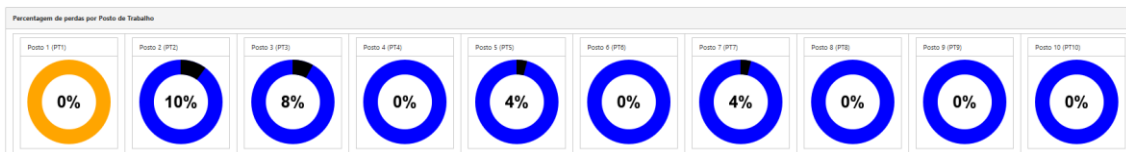


Figura 5.10 - Painel com indicador de perdas por posto de trabalho (PT).

Particularizando, na Figura 5.11 o posto inicial PT1 está representado com a cor laranja porque é o primeiro posto de trabalho da linha de produção com indicação do valor das perdas no PT1 (0%). Os restantes postos de trabalho são representados em anéis azuis com uma fatia a preto que representa a percentagem de peças perdidas nos respetivos postos de trabalho. No posto 2 (PT2) existem 10% de perdas e a fatia preta é maior que a correspondente do Posto 3.

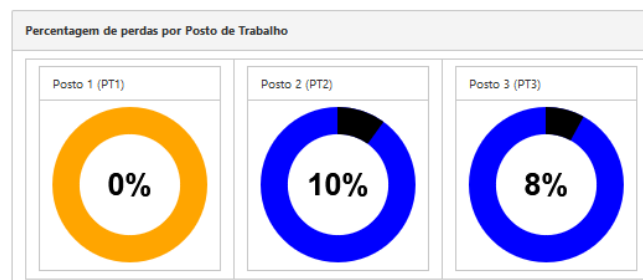


Figura 5.11 – Exemplo de perdas em PT.

### 5.3 O registo de ordens de produção (OP)

A página *op.xhtml* é o local onde se registam novas ordens de produção na plataforma e onde se envia uma OP para produção. Tem dois blocos, o painel de registo de ordens de produção e uma tabela onde estão as ordens de produção registadas.

A inserção de uma OP no sistema faz-se no painel Registo de ordem de Produção (Figura 5.12), selecionado o cliente, o tipo, o calibre o plano a data prevista de entrega (DPE) e a quantidade. Após a seleção dos valores, pressionando o botão com o sinal + a OP será inserida.

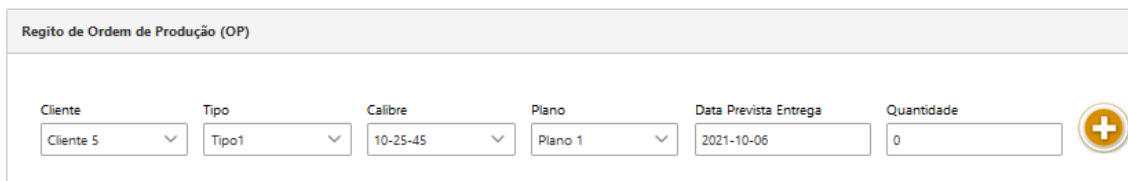


Figura 5.12 - Painel de registo de uma ordem de produção (OP).

Existe neste painel o cuidado de usar elementos que reduzam os erros de inserção por parte do utilizador, usando listas de valores (Figura 5.13) para o cliente, o tipo, o calibre, e o plano combinados com o uso de um calendário para evitar erros de datas (Figura 5.14). Também só são permitidos valores maiores que zero no campo quantidade. Outra medida de prevenção de erros de inserção, prende-se com a geração automática da numeração de uma ordem de produção que pode ser observada na coluna N.OP da tabela de ordens de produção (Figura 5.16).

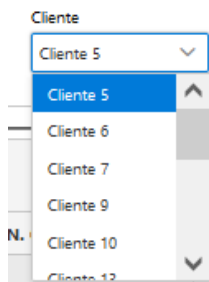


Figura 5.13 - Lista de clientes.

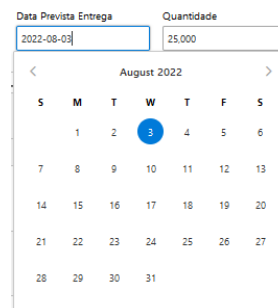


Figura 5.14 – Calendário.

Após o registo da ordem de produção esta fica visível na última posição da tabela de ordens de produção sendo gerado um aviso de ordem inserida (Figura 5.15).



Figura 5.15 - Aviso OP inserida.

Tendo em atenção a última linha da tabela de ordens de produção (Figura 5.16) vê-se que a OP67 está no estado de lançada.

N. OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DCS	DPE	QTD	Estado	Ação
OP63	Cliente 9	Tipo8	10-25-45	Plano 3	2021-09-20	2021-09-20	25000	EMCURSO	
OP64	Cliente 5	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-09-20	2021-09-20	25000	EMCURSO	
OP65	Cliente 20	Tipo9	10-25-45	Plano 1	2021-09-20	2022-02-24	30000	EMCURSO	
OP66	Cliente 20	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-09-21	2022-09-21	30000	EMCURSO	
OP67	Cliente 5	Tipo9	100-25-15	Plano 5	2021-09-30	2022-04-15	25000	LANCADA	

Figura 5.16 - Tabela de ordens de produção.

Para se enviar uma OP para a linha de produção deve seleccionar-se a linha da ordem a enviar para produção, neste caso a OP67, e pressionando o botão produzir. O seu estado na tabela de ordens de produção evolui para o estado EMCURSO (Figura 5.17).

OP67	Cliente 5	Tipo9	100-25-15	Plano 5	2021-09-30	2022-04-15	25000	EMCURSO	
------	-----------	-------	-----------	---------	------------	------------	-------	---------	--

Figura 5.17 - Mudança de estado da OP67.

Simultaneamente a ordem de produção OP67 é adicionada ao quadro de movimentação de ordens de produção (Figura 5.18).

QUADRO RESUMO							
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	PT1
No records found.							
QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO							
					DataPE	Dif	
OP	Cliente 5	Tipo	Calibre	Plano			
OP67	Cliente 5	Tipo9	100-25-15		2022-04-15		25000

Figura 5.18 - OP67 adicionada ao quadro de movimentação de OP.

## 5.4 A consulta e criação de um tipo de ordem de produção

Na página de consulta e criação de tipos e de caminhos, onde se encontra o quadro de tipos e caminhos (Figura 5.19), são mostrados na coluna 1 os postos de trabalho da linha de produção e

na coluna dois são mostrados os Tipos de OP existentes. Ao ser selecionado um Tipo de OP na coluna 2 e de seguida se pressionar a imagem da coluna 3, é mostrado na coluna 4 dentro da tabela Resultado o caminho da OP. Na coluna cinco, é permitido criar um novo Tipo de OP, inserindo um nome ao Tipo e depois selecionar os postos de trabalho onde a OP passará.



Figura 5.19 - Quadro de Tipos e Caminhos.

## 5.5 O quadro de movimentação de ordens de produção

Na página *qp.xhtml* são efetuados os movimentos de qualquer ordem de produção pelos diferentes postos de trabalho e aplicados filtros para se obter o estado de uma ou várias ordens de produção. Na parte superior da página existe um painel com o nome de Quadro Resumo, onde são mostradas as informações (quantidades desde o PT1 até ao PT10) resultantes das operações de filtragem por ordens de produção, por cliente, por tipo por calibre e por plano (Figura 5.20).

**QUADRO DE ORDENS DE PRODUÇÃO**

QUADRO RESUMO										
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	PT1	PT2	PT3	PT4
No records found.										

Figura 5.20 - Representação parcial do quadro resumo.

Na zona central da página existe o quadro de movimentação de ordens de produção onde estão todas as ordens que se encontram em produção (Figura 5.21 e Figura 5.22).









QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO									
<< < 1 2 3 > >>									
 OP	 Cliente 6	 Tipo	 Calibre	 Plano	DataPE	Dif			
OP67	Cliente 5	Tipo9	100-25-15	Plano 5	2022-04-15		25000	0	0
<< < 1 2 3 > >>									

Figura 5.21 - Quadro de movimentação de ordens de produção (parte1).

No quadro de movimentação (representando a parte1 na Figura 5.21 e a parte2 na Figura 5.22) existe uma coluna para o nome da ordem de produção (por exemplo OP67), uma coluna para o cliente, uma coluna para o tipo, uma coluna para o calibre, uma coluna para o plano, uma coluna para a DPE, uma coluna Dif para o atraso da OP e dez colunas para os postos de trabalho de PT1 até PT10. O ecrã completo do quadro de movimentação pode ser visualizado no anexo 2.








QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO									
<< < 1 2 3 > >>									
							Total		
0	0	0	0	0	0	0			

Figura 5.22 - Quadro de movimentação de ordens de produção (parte2).

Neste quadro, existem dois tipos de botões, um cuja ação é filtrar pelo tipo de informação da coluna onde está inserido e outro que limpa e preenche de novo o quadro de movimentação (Figura 5.23).



Figura 5.23 - Botões de filtrar e recarregar.

Na zona inferior da página tal como na página inicial está disponível um painel com informação sobre a percentagem de perdas em cada posto de trabalho (PT) (Figura 5.10).

## 5.5.1 A movimentação de uma OP no quadro de produção

A movimentação de uma OP é feita editando a coluna correspondente do posto de trabalho pretendido PT1 até PT10 (Figura 5.24).

**QUADRO DE ORDENS DE PRODUÇÃO**

















QUADRO RESUMO									
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	PT1	PT2	PT3
No records found.									
QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO									
							« < 1 2 3 > »		
 	 	 	 	 	DataPE	Dif	 	 	 
OP67	Cliente 5	Tipo9	100-25-15	Plano 5	2022-04-15		25000	0	0
							« < 1 2 3 > »		

Figura 5.24 - Informação parcial da OP67.

A movimentação da OP deverá ter sempre em atenção o caminho definido pelo tipo de OP. Ao ser introduzido um valor num posto de trabalho que não faça parte do caminho, o utilizador receberá um aviso de erro (Figura 5.25). No caso da OP67 do Tipo9 ao tentar registar-se um valor na coluna do posto de trabalho 4 (PT9) é emitido um aviso de erro com a indicação que a OP67 não passa no posto PT4 (Figura 5.24).

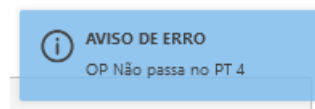
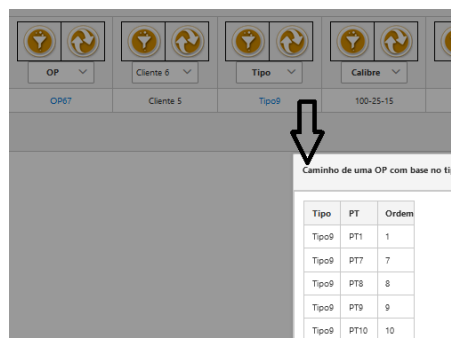


Figura 5.25 - Aviso de erro no PT4.

No entanto, existe a possibilidade de se consultar o caminho da OP pressionando o valor na coluna **Tipo**, que pela Figura 5.26, é do Tipo9. A OP67 realmente não passa no posto de trabalho PT4.



Caminho de uma OP com base no tipo

Tipo	PT	Ordem
Tipo9	PT1	1
Tipo9	PT7	7
Tipo9	PT8	8
Tipo9	PT9	9
Tipo9	PT10	10

Figura 5.26 – Quadro de caminho com base no Tipo.

O utilizador dispõe ainda da possibilidade de consultar a evolução de uma OP na produção bastando para tal pressionar no nome da ordem de produção pretendida. A Figura 5.27 ilustra-a para o caso da OP67.

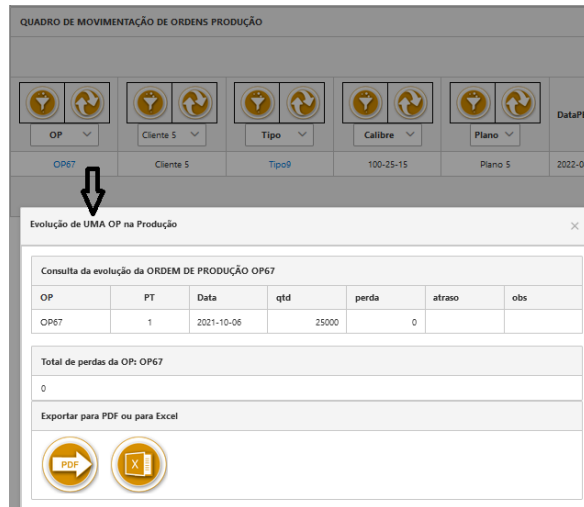


Figura 5.27 - Evolução da OP67 na produção.

### 5.5.2 Filtrar ordens de produção por número de OP

Em produção, pode ser necessário obter informação sobre uma ou mais ordens de produção, para se obter a sua evolução na linha de produção. No quadro de produção, existe um componente que possibilita a seleção de mais do que uma OP (Figura 5.28), bastando selecionar as ordens de produções pretendidas e pressionar o botão filtrar o que provoca a atualização do quadro resumo e a atualização do quadro de movimentação.

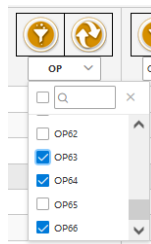


Figura 5.28 - Componente de seleção múltipla.

O resultado da seleção das ordens OP63, OP64 e OP66 está visível na Figura 5.29, mostrando no quadro resumo a quantidade de peças no posto PT1 (25000) que é o posto corrente da OP63 e a quantidade de peças no posto PT7 (40000) que são a soma da quantidade de peças das ordens OP64 e OP66 cujo posto corrente é o posto PT7.

QUADRO RESUMO													
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7
							25000	0	0	0	0	0	40000

QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO													
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif							
OP63	Cliente 9	Tipo8	10-25-45		2021-09-20		25000	0	0	0	0	0	0
OP64	Cliente 5	Tipo1	10-25-45		2021-09-20		25000	20000	0	0	0	0	15000
	Cliente 20		10-25-45		2022-09-21		30000	26000	0	0	0	0	25000

Figura 5.29 - Resultado da aplicação de filtro múltiplo.

### 5.5.3 Filtrar ordens de produção por cliente

Para se obter o estado das ordens de produção de determinado cliente, escolhe-se o cliente na lista de clientes (Figura 5.30) e pressiona-se o botão de filtrar.

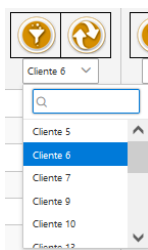


Figura 5.30 - Lista de clientes.

No exemplo apresentado em Figura 5.31 e Figura 5.32, foi aplicado um filtro por cliente para se obter informação sobre as ordens de produção do Cliente6 o que provoca a atualização do quadro de movimentação apenas com as ordens de produção do Cliente6 (Figura 5.31).

QUADRO RESUMO					
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE

QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO					
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE
OP32	Cliente 6	Tipo1	10-25-45		2021-12-31
OP45	Cliente 6	Tipo2	10-25-45		2021-12-31
OP58	Cliente 6	Tipo1	10-25-45		2022-09-08
OP62	Cliente 6	Tipo1	10-25-45		2021-09-11

Figura 5.31 - Obtenção das ordens de produção do Cliente6 (parte1).

A aplicação do filtro por cliente atualiza também o quadro resumo com as quantidades existentes no posto PT1, indica que a OP32 está no posto PT1 com 9000 peças da OP32 (os

valores das colunas seguintes estão a zero), indica que no posto PT2 está a OP62 com 32500 peças e que no posto PT7 estão em produção 12000 peças da OP58 (Figura 5.32 que é a continuação à direita da figura anterior). A OP58 passou pelos postos PT1 e PT2 e está no posto PT7.

PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7
9000	32500	0	0	0	0	12000
9000	0	0	0	0	0	0
77777	0	0	0	0	0	0
25000	20000	0	0	0	0	12000
33000	32500	0	0	0	0	0

Figura 5.32 - Obtenção das ordens de produção do Cliente6 (parte2).

## 5.5.4 Outras funcionalidades

Para além das funcionalidades já referidas, filtragem por ordem de produção e por cliente, ainda existe a possibilidade de filtrar por tipo, por calibre e por plano que têm o mesmo tipo de funcionalidade e comportamento.

Está também disponível a possibilidade de chamar a partir de qualquer OP do quadro de produção o quadro de evolução da ordem de produção seleccionada e tomando como exemplo a OP66 (Figura 5.33).

OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif
OP66	Cliente 20	Tipo1	10-25-45		2022-09-21	30000 26000

Figura 5.33 - Ordem OP66 no quadro de produção.

Ao pressionar o nome da ordem de produção OP66 (a azul) na Figura 5.33, é mostrada uma janela com a informação da evolução da OP66, na linha de produção (Figura 5.34).

Evolução de UMA OP na Produção						
Consulta da evolução da ORDEM DE PRODUÇÃO OP66						
OP	PT	Data	qtd	perda	atraso	obs
OP66	1	2021-09-21	30000	4000		
OP66	2	2021-09-21	26000	1000		
OP66	7	2021-10-01	25000	0		

Total de perdas da OP: OP66	
5000	

Exportar para PDF ou para Excel	

Figura 5.34 - Janela com a evolução da OP66.

Da informação disponível no quadro de evolução de uma OP na produção para a OP66, podemos ver que se registaram 30000 peças no PT1 no dia 2021-09-21 (movimento feito de modo automático quando se mudou o estado da ordem OP66 de LANÇADA para EMCURSO no quadro de registo de OP), que se lançaram 26000 peças no mesmo dia no PT2 o que significa que se perderam 4000 unidades no PT1 e no dia 2021-10-01 no PT7 foram lançadas 25000 peças com perdas de 1000 peças no PT2. A informação das perdas totais da OP66 está visível no painel Total de perdas da OP. Os dados que constam da evolução da OP66 podem ser exportados para um ficheiro do Microsoft Excel ou para um ficheiro do formato Adobe PDF.

Existe ainda uma funcionalidade que permite mostrar em qualquer altura as ordens de produção em qualquer posto de trabalho (PT). Essa funcionalidade é mostrada na Figura 5.35 onde aparece o resultado depois de se pressionar o botão de filtrar na coluna do posto PT8, com apenas uma OP no posto PT8 e com 28000 peças. O preenchimento do quadro de movimentação das ordens de produção, varia em função do posto de trabalho pressionado. Na Figura 5.36 a filtragem é aplicada ao posto PT2, mostrando todas as ordens de produção e a quantidade de peças (352500) que estão no posto PT2.

PT5	PT6	PT7	PT8	PT9
			28000	

Filtros				
0	0	29000	28000	0

Figura 5.35 - Filtrar por PT8.

PT1	PT2	PT3	PT4
	352500		

Filtros			
325000	300000	0	0
23000	20000	0	0
33000	32500	0	0

Figura 5.36 - Filtrar por PT2.

Para além das opções acima referidas, o quadro de movimentação de ordens de produção, também dá indicação em dias, na coluna DIF, da existência ou não de atraso na produção para uma determinada OP. Se o valor exibido for menor do que zero, significa que a OP está com uma data de entrega dentro do prazo. Se o número for maior que zero, então a OP está atrasada sendo o seu atraso representado de forma positiva (número de dias após data prevista de entrega – DPE). Na Figura 5.37 é visível a representação do anteriormente referido na coluna AVISO em função do valor da coluna Dif.

QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO							
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	AVISO
OP68	Cliente 5	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-10-15	10	ATRASSO
OP71	Cliente 5	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-10-20	5	ATRASSO
OP72	Cliente 5	Tipo3	10-25-45	Plano 4	2022-05-12	-199	EM DIA

Figura 5.37 - Atraso ou em dia de uma OP representados na coluna DIF.

### 5.5.5 A conclusão de uma OP

A conclusão da movimentação de uma OP, tomando como exemplo a OP72, é feita quando se insere um valor na coluna final do quadro de movimentação de OPs (Figura 5.38). Após ser efetuada a validação da posição (posição em curso de uma OP tem que ser 10) e o valor da quantidade a inserir seja maior que zero, é atualizado o quadro de movimentação de OPs com a quantidade registada.

QUADRO RESUMO									
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	AVISO	PT1	Final
Nenhum registro encontrado.									
QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DE ORDENS PRODUÇÃO									
OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DataPE	Dif	AVISO	PT1	Final
OP72	Cliente 5	Tipo3	10-25-45	Plano 4	2022-05-12	-196	EM DIA	50000	35000

Figura 5.38 - Inserção da quantidade para a ordem OP72 na coluna final.

Ao mesmo tempo é processada a mudança de estado da OP72 passando do estado EMCURSO (Figura 5.39) para o estado SALDADA.

N. OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DCS	DPE	OTD	Estado
OP69	Cliente 5	Tipo3	10-25-45	Plano 1	2021-10-16	2021-10-22	60000	LANÇADA
OP70	Cliente 18	Tipo4	10-25-50	Plano 3	2021-10-20	2021-10-20	25000	SALDADA
OP71	Cliente 5	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-10-20	2021-10-20	50000	SALDADA
OP72	Cliente 5	Tipo3	10-25-45	Plano 4	2021-10-22	2022-05-12	50000	EM CURSO

Figura 5.39 - OP72 no estado em curso.

A transição do estado EM CURSO para o estado SALDADA vai ser refletida no quadro de registo de OPs (Figura 5.40).

N. OP	Cliente	Tipo	Calibre	Plano	DCS	DPE	QTD	Estado
OP69	Cliente 5	Tipo3	10-25-45	Plano 1	2021-10-16	2021-10-22	60000	LANÇADA
OP70	Cliente 18	Tipo4	10-25-50	Plano 3	2021-10-20	2021-10-20	25000	SALDADA
OP71	Cliente 5	Tipo1	10-25-45	Plano 1	2021-10-20	2021-10-20	50000	SALDADA
OP72	Cliente 5	Tipo3	10-25-45	Plano 4	2021-10-22	2022-05-12	50000	SALDADA

Figura 5.40 - OP72 no estado saldada.

# Capítulo 6

## 6. Alta disponibilidade

Pretender garantir o contínuo funcionamento dos sistemas é um dos objetivos das empresas modernas. A ocorrência de tempos de paragem (*downtime*) pode causar um impacto financeiro significativo e em alguns casos perda de dados de forma irrecuperável. Como cada minuto conta, é importante garantir que os servidores e os computadores das empresas estejam sempre operacionais.

Desenvolver uma arquitetura de alta disponibilidade (High Availability - HA) implica que existam múltiplos elementos que trabalhem em conjunto durante um período de tempo. Os sistemas de HA incluem a capacidade de recuperar de eventos inesperados no menor tempo possível. Ao colocar processos em elementos redundantes (*backup*) é possível recuperar e reduzir significativamente o tempo de paragem (*downtime*) ou até mesmo eliminá-lo. Para que tal seja possível são necessários manutenção, monitorização e realização de testes para detetar e eliminar pontos fracos. A aplicação de uma arquitetura de HA é crucial para organizações de muito grande dimensão onde uma falha de alguns minutos pode levar a perda de reputação, de clientes e de proveitos financeiros. A HA de um sistema pode ser aferida usando a regra dos nove [40] (ver Figura 6.1).

Para se ter uma infraestrutura de HA são necessários os seguintes itens:

- Eliminação dos pontos individuais de falha implementando redundância de hardware;
- Ter uma política de cópias de segurança de dados e recuperação de dados incluindo um plano de recuperação de acidentes;
- Recuperação automática após falha com sistemas de monitorização e deteção de falhas.
- Balanceamento de carga – *Load Balancer* – cujo objetivo é distribuir aplicações ou tráfego de rede pelos diversos servidores e outros equipamentos de modo a aumentar o rendimento e fiabilidade.

Número de nove	Nível de disponibilidade	Máximo de Paragem por ano	Paragem por dia
1	90%	36.5 dias	2.4 horas
2	99%	3.65 dias	14 minutos
3	99.9%	8.76 horas	86 segundos
4	99.99%	52.6 minutos	8.6 segundos
5	99.999%	5.25 minutos	0.86 segundos
6	99.9999%	31.5 segundos	8.6 milissegundos

Figura 6.1 - Regra dos 9.

Quanto maior for o valor do nível de disponibilidade maiores são os custos. Estes são calculados com base na medição do tempo de paragem de qualquer um dos componentes que pode afetar o normal funcionamento de todo sistema. De notar que as paragens programadas também devem contar para a determinação do nível de disponibilidade do sistema.

Neste capítulo vamos descrever dois casos de replicação de processos e de dados aplicados às duas versões implementadas, PAP2015 e CPV10.

## 6.1 Caso de estudo 1

Para a aplicação PAP2015 foram utilizados dois computadores, o primeiro (Nó 1) com Processador Intel I5, 8 GB de memória RAM, disco rígido de 250GB, sistema operativo Linux CentOS na versão 7. Um segundo computador (Nó 2), com Processador Intel I5, 4 GB de memória RAM, disco de 320GB e sistema operativo Linux CentOS [41] na versão 7.

A Figura 6.2 ilustra o diagrama de instalação utilizado para replicar dados e processos. Em cada um dos nós servidor existe uma instância do servidor de base de dados e uma instância do servidor de aplicações. Foi usada uma terceira máquina (o cliente) que acede ao sistema através de *browser*.

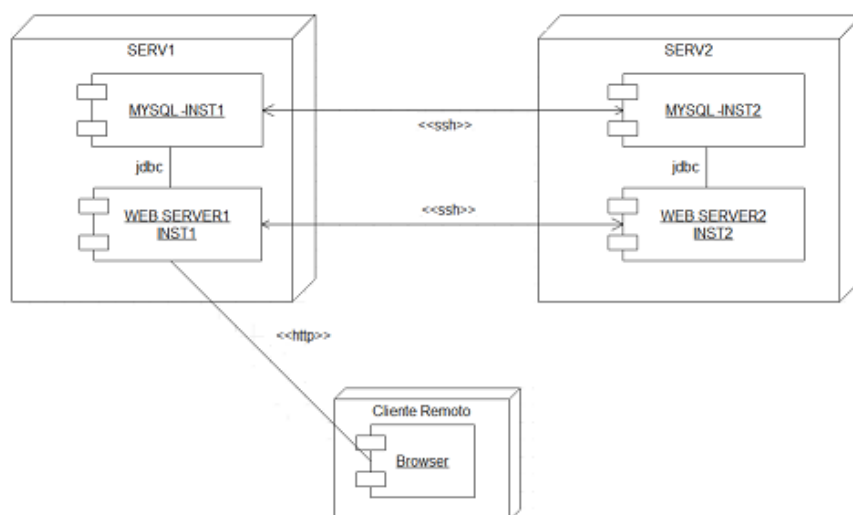


Figura 6.2 – Diagrama de instalação.

### 6.1.1 Replicação de Bases de Dados

A replicação de dados permite lidar com falhas que ocorram ao nível dos nós e que impeçam o acesso aos dados neles armazenados. Neste estudo foi usado o Sistema de gestão de bases de

dados MySQL [42] que disponibiliza mecanismos de escalabilidade. A replicação em MySQL<sup>2</sup> permite que dados de um servidor de bases de dados MySQL (origem) seja copiado para um ou mais servidores de bases de dados MySQL (réplicas). Este processo é feito de modo assíncrono por definição. As réplicas não têm necessariamente de estar ligadas permanentemente para receberem atualizações de uma origem. Dependendo da configuração, a replicação pode fazer-se de todas as bases de dados que existem num servidor, apenas de uma base de dados ou ainda algumas tabelas de uma base de dados.

Vantagens da replicação em MySQL:

- A possibilidade de SCALE-OUT: consiste em distribuir a carga por uma ou mais réplicas tendo como efeito um aumento da performance.
- Separação das operações de escrita e leitura - as atualizações são efetuadas no servidor origem enquanto as operações de leitura serão feitas nos servidores réplica. Aumentar o desempenho de escrita e aumentar significativamente a velocidade das operações de leitura. Isto pode ser conseguido pelo aumento do número de servidores réplica.
- Segurança de dados – como o servidor réplica pode colocar em pausa o processo de replicação é possível efetuar serviços de cópia de segurança sem corromper os dados no servidor origem.
- Análise de dados – os dados podem ser criados no servidor origem enquanto a análise da informação pode ser efetuada no servidor replica sem afetar a desempenho do servidor origem.
- Possibilidade de criar uma cópia local de dados para uso de um acesso remoto sem acesso permanente ao servidor origem.

O MySQL<sup>3</sup> suporta dois modos de replicação. O modelo tradicional baseado na replicação de eventos a partir de um log binário do servidor origem necessita que os ficheiros de log e posição sejam sincronizados entre a origem e a réplica. O novo modelo baseado em Global Transaction Identifiers (GTID) é transacional e como tal não precisa de usar os ficheiros de log e posição o que facilita muitas das tarefas de replicação. A replicação por GTID garante a consistência entre a origem e a réplica desde que todas as transações registadas (*committed*) na origem tenham sido aplicadas na réplica.

O MySQL suporta diversos tipos de sincronização sendo o tipo original replicação assíncrona no qual um nó tem o papel de servidor e outros nós assumem o papel de réplicas. No modelo síncrono a replicação é uma característica do MySQL NDB Cluster. Também disponibiliza replicação semi síncrona onde uma operação de COMMIT é realizada nos blocos fonte antes do retorno à sessão que realizou a transação até que uma replica reconheça que recebeu e registou os eventos da transação. O MySQL também suporta replicação com atraso em que uma das réplicas se atrasa em relação à origem com um determinado período de tempo.

---

<sup>2</sup> <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/replication.html>

<sup>3</sup> Na versão 8.0

Durante o processo de replicação com base em MySQL Replication for Scale-Out os eventos são escritos num ficheiro (log binário) pelo NÓ mestre (*Master*) sendo lidos e processados pelo NÓ escravo (*Slave*). Este modelo, cujo esquema está na Figura 6.3, é implementado na plataforma CPV10 e na plataforma PAP 2015.

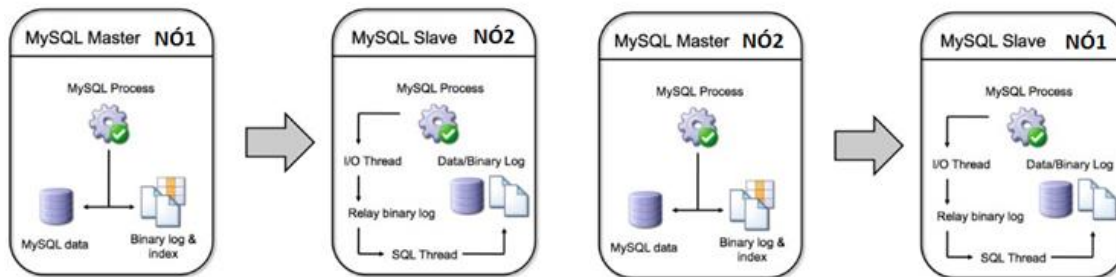


Figura 6.3 - Replicação master/master no SGBD MySQL.

Em termos de aplicação prática para o caso de estudo 1, foi feita uma configuração onde o nó Master 1 tem como escravo o nó Master 2 e o nó Master 2 tem como escravo o nó master 1 (ver Tabela 6.1). Assim obtemos uma configuração Master/Master. Nesta configuração a linha da propriedade Master-host, para o nó 1 tem o endereço do nó 2 e para o nó 2 tem o endereço do nó 1. A propriedade *auto\_increment\_offset* tem valor 1 para o nó 1 e valor 2 para o nó 2, de modo a evitar que os contadores de registos sejam iguais o que provocaria erros de dados.

Propriedades	Nó 1 - Master 1	Nó 2 - Master 2
Endereço de IP	192.168.1.40	192.168.1.50
SGBD	MySQL Versão 5	MySQL Versão 5
server id	1	2
<b>Master-host</b>	<b>192.168.1.50</b>	<b>192.168.1.40</b>
Master-user	Root	Root
auto_increment_increment	1	1
auto_increment_offset	1	2
Servidor de Aplicações	Oracle Glassfish versão 4	Oracle Glassfish versão 4

Tabela 6.1 - Características do sistema de teste para o caso de estudo 1.

### 6.1.2 Replicação da Aplicação

Para garantir a elevada disponibilidade da aplicação recorreu-se à replicação dos processos por um ou mais servidores redundantes. Assim, se o primeiro falhar um dos servidores paralelos assume o controlo e disponibiliza os processos garantindo a satisfação dos pedidos por parte dos clientes, mesmo que eventualmente um dos pedidos se tenha perdido no momento da falha.

De modo a implementar a replicação de processos no caso de estudo 1, o servidor de aplicações escolhido foi o GlassFish 4, que tem como terminologia:

**Instância:** Um processo em execução no servidor, que aloja aplicações;

**Nó:** Uma máquina física que aloja o Glassfish que executa instâncias;

**Cluster:** Um componente lógico que contém todas as instâncias e todos os nós que constituem um Cluster.

O Glassfish é baseado numa estrutura Domain Administration Architecture (DAA). Esta arquitetura permite gerir todo o Cluster como uma única instância. A instalação e configuração do Cluster e de todas as instâncias contidas nos nós é feita num servidor que terá o papel de Domain Administration Server (DAS). Num Cluster, a elevada disponibilidade é realizada através de replicação de sessões.

Neste estudo, para a replicação de processos, foi definido um modelo com dois nós, duas instâncias e um Cluster, sendo que o NÓ 1 é o Domain Administration Server (DAS) e o NÓ 2 serve de suporte à segunda instância do Glassfish (Figura 6.4).

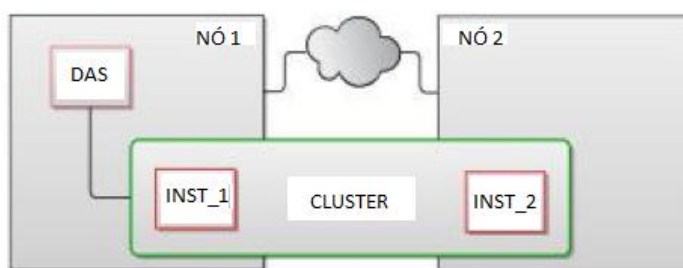


Figura 6.4 – Modelo de Cluster com GlassFish.

A sequência de passos para a configuração de replicação de processos envolvendo os dois nós é a seguinte:

NÓ 1: i) iniciar o domínio; ii) permitir administração remota; iii) criar o cluster de nome CLUSTER; iv) criar instância de nome INST\_1 no CLUSTER; v) iniciar o cluster CLUSTER.

NÓ 2: i) criar instancia INST\_2 no cluster CLUSTER; ii) activar o serviço de SSH na instância INST\_2; iii) iniciar INST\_2.

Após a configuração do Cluster, a aplicação PAP 2015 foi carregada para o repositório das aplicações, na estrutura de ficheiros do domínio do NÓ 1. As aplicações ficam acessíveis ao utilizador assim que o GlassFish esteja no estado de disponível (on-line).

### 6.1.3 Resultados

A tabela 6.2 mostra os valores dos tempos de execução obtidos para as seguintes configurações: plataforma sem qualquer mecanismo de replicação; plataforma com replicação de processos; plataforma com replicação de base de dados; plataforma com replicação de processos e replicação de base de dados. Apresentam-se os valores médios do tempo de execução em segundos, para uma operação de inserção de uma série, obtidos após a inserção de 500 séries. Para cada caso de replicação calcula-se o tempo adicional de execução (*overhead* = (tempo com

replicação – tempo sem replicação) \* 100 / tempo sem replicação). Dos valores obtidos podemos concluir que o custo da replicação simultânea de dados e processos é de 12% para a operação mais complexa da plataforma, a inserção de séries de produtos.

	Tempo sem replicação (segundo)	Tempo com replicação de processos (segundo)	Overhead	Tempo com replicação de base de dados (segundo)	Overhead	Tempo com replicação de processos e base de dados (segundo)	Overhead
Inserção de uma Série	0,0050	0,0054	8%	0,0054 (8%)	8%	0,0056	12%

Tabela 6.2 – Tempos de execução e *overheads* obtidos no caso de estudo 1.

## 6.2 Caso de estudo 2

Para a versão mais recente da aplicação, a CPV10, procedeu-se à preparação de um computador com processador i7 com 32 GB de memória ram, um disco SSD M.2 de um Terabyte (TB) com sistema operativo Windows 10. Neste computador foram criadas duas instâncias do servidor de aplicações PAYARA[43] na versão 5 (a configuração do servidor é descrita no anexo 3). Com a plataforma de virtualização VMWare Workstation na versão 16, procedeu-se à criação de duas máquinas virtuais com o sistema operativo CentOS Versão 8 (Linux). Em cada uma destas máquinas virtuais designadas por SERV1 e SERV2 foi instalada uma instância do MySQL segundo a estrutura da Figura 6.5. Na Tabela 6.3 estão especificadas as características técnicas destas máquinas virtuais. Também se configuraram os serviços de SSH (Secure Shell) e abertura da porta 22 em cada máquina virtual.

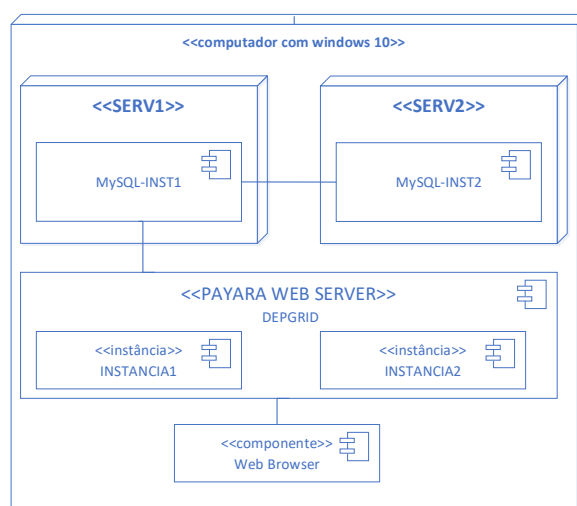


Figura 6.5 - Diagrama de instalação.

Para que a replicação seja possível tal como no caso de estudo 1, é necessário configurar cada instância do MySQL de modo a atribuir números de identificação a cada um dos servidores,

assim como definir o log binário e o auto-incremento do log (**auto\_increment\_increment**) para cada um dos nós e como são usados dois nós, uma das instâncias do MySQL tem a propriedade **auto\_increment\_offset** com o valor 1 e a outra instância do MySQL tem a mesma propriedade com o valor 2 de modo a que os contadores de registo sejam diferentes para evitar perda de dados.

MÁQUINA VIRTUAL	SERV1	SERV2
Sistema Operativo	CentOS V8	CentOS V8
Processadores	1	1
Memória (GB)	4	4
Disco (GB)	20	20
Endereço de IP	192.168.100.20	192.168.100.21
Servidor de aplicações	Payara 5	Payara 5
SGDB	MySQL Versão 8	MySQL Versão 8
server id	1	2
Master-user	Root	Root
auto_increment_increment	1	1
auto_increment_offset	1	2

Tabela 6.3 - Especificações do sistema de teste – caso de estudo 2.

## 6.2.1 Resultados

O método utilizado para se obterem os tempos de execução foi recorrendo à opção de *profiling* disponível no SGBD MySQL. Para tal foi criado um método em linguagem java com o seguinte pseudocódigo:

- 1- Obter Ligação à base de dados CPV10;
- 2- Ativar o serviço de *profiling* com a instrução: **SET PROFILING = 1;**
- 3- Executar a instrução SQL de consulta à tabela planos da base de dados CPV10;
- 4- Executar a instrução do MySQL: **SHOW PROFILES** (gera uma tabela de dados com o tempo em milissegundos e a instrução SQL executada no ponto 3 );
- 5- Obter os tempos de execução da tabela anterior;

Foram medidos os tempos de execução para as seguintes configurações:

- 1- Sem qualquer tipo de replicação;
- 2- Apenas com replicação do servidor web;
- 3- Apenas com replicação de base de dados;
- 4- Com replicação de bases de dados e replicação de processos.

Dos testes efetuados foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 6.4 para um lote de 10 consultas à tabela planos da base de dados CPV10.

	Tempo sem replicação (segundo)	Tempo com replicação de processo (segundo)	Overhead	Tempo com replicação de base de dados (segundo)	Overhead	Tempo com replicação de processos e base de dados (segundo)	Overhead
Inserção de OP	0,003906	0,003916	2,56%	0,00407	4,19%	0,004751	21,63%

Tabela 6.4 – Resultados obtidos no caso de estudo 2.

Da análise dos resultados obtidos constata-se que o *overhead* da replicação só de dados ou só de processo é mais baixo do que no caso de estudo 1, o que seria de esperar pois os processos estão todos na mesma máquina. Quanto ao *overhead* de replicação de dados e processos é necessário um estudo mais aprofundado para explicar ou corrigir os valores obtidos.

# Capítulo 7

## 7. Considerações finais

### 7.1 Conclusões

Nesta dissertação foram abordados os temas do controlo de produção, a replicação de bases de dados e a replicação de processos no contexto de um grupo de empresas sediadas na zona industrial do Fundão. Desta abordagem pode-se concluir que existe espaço para a criação de aplicações de controlo de produção não dependentes das grandes empresas de software, que é possível aplicar modelos de replicação de bases de dados e aplicar modelos de replicação de processos. A aplicação desenvolvida neste processo pode servir de base para qualquer uma das empresas que fizeram parte do estudo no âmbito desta dissertação. Foi demonstrado nos testes efetuados que a replicação com o MySQL é possível, mesmo tendo em conta o custo (em tempo) da replicação - *overhead*.

Neste modelo de replicação de aplicações utilizando o Payara Server verificou-se que a replicação foi conseguida num modelo em que as instâncias estão todas na mesma máquina. Num modelo para várias máquinas físicas, teriam que ser adicionados nós com os endereços de cada nó. Foram feitas algumas tentativas para criar um *cluster* com várias máquinas, tendo sido possível fazer comunicação utilizando o protocolo SSH entre os nós com Payara mas não foi conseguida, em tempo útil, a replicação para outros nós físicos. Uma das possíveis causas será o tipo de licença utilizado, já que existem outras versões pagas.

### 7.2 Trabalho futuro

Como trabalho futuro será continuado o desenvolvimento da aplicação mostrada nesta dissertação atendendo a que existe interesse por parte da empresa Cloudsymbiosis [44] em aplicá-la em dois clientes empresariais, fazendo a ligação com o software gestão comercial SAGE em termos de entrada de stock (para a qual já existe uma API desenvolvida no decorrer desta dissertação) estando em desenvolvimento a API que permita gerir a saída de matéria prima do stock.

Outro passo de evolução passa por desenvolver uma solução *cloud* com dois servidores VPS (Virtual Private Server) alojados na ovh.com [45] (ou noutro provedor de VPS). O primeiro desses servidores já está online e a aplicação desenvolvida nesta dissertação pode ser experimentada acedendo à url: <http://141.95.0.233:8080/CPV10/faces/login.xhtml> usando como credenciais: utilizador *plan* e palavra passe *plan*.

# Bibliografia

- [1] “ICEUBI 2015 @ UBI.” <https://www.ubi.pt/Evento/5550> (accessed Jul. 15, 2021).
- [2] W. J. Stevenson, *Operations Management*. 2012.
- [3] “Frederick-W-Taylor.” <https://www.britannica.com/biography/Frederick-W-Taylor> (accessed Jul. 28, 2021).
- [4] “Henry Ford.” <https://www.britannica.com/biography/Henry-Ford> (accessed Jul. 28, 2021).
- [5] E. Mayo, “No Title.” <https://www.britannica.com/biography/Elton-Mayo> (accessed Jul. 28, 2021).
- [6] “Frank Gilbreth.” <https://www.britannica.com/biography/Frank-Bunker-Gilbreth> (accessed Jul. 29, 2021).
- [7] S. N. Chapman, *The Fundamentals of Production Planning and Control*. 2006.
- [8] C. Courtois, A., Pillet, M., MArtin, *Gestão da Produção*, 7th ed. Lidel, 2011.
- [9] I. d. Antunes, J., Alvarez, R., Bortolotto, P., Klipple, M., & Pellegrin, *Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para Projetos e Gestão da Produção Enxuta*. Bookman, 2008.
- [10] J. B. Fusco, J. P. A., & Sacomano, *Operações e Gestão Estratégica da Produção*. Arte & Ciência, 2007.
- [11] J. M. Rosário, *Automação Industrial*. Baraúna SE Ltda., 2009.
- [12] J. Markovitch, “Tecnologia e Competitividade,” *Rev. Adm.*, vol. 26, pp. 12–21, 1991.
- [13] “GIBBSCAM.” <https://www.gibbscam.com/> (accessed Jul. 23, 2021).
- [14] A. P. Marques, *Gestão da Produção - Diagnóstico, Planeamento e Controlo*. Texto Editora, 1998.
- [15] N. Kumar, S. A., & Suresh, *Operations Management*. New Age International (P) Ltd., Publishers, 2009.
- [16] A. d. M. Nascimento, H. F., Olivera, M. M., Silva, A. C., & Villar, “A atuação do PCP em um ambiente de rede de empresas do tipo top-down,” 2012.
- [17] F. R. Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, *Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: Bookman.
- [18] R. Kaihatu, R., & Barbosa, “A utilização adequada do planejamento e controle da produção da produção (PCP), em uma indústria,” *Revista Científica Eletrônica de Administração*.
- [19] A. W. Scheer, *CIM (Computer Integrated Manufacturing)-Towards the Factory of the Future*. 1991.

- [20] J. D. Carvalho, *Textos para gestão industrial – Planeamento e controlo da produção*. 2015.
- [21] H. M. Buzacott, J. A., Corsten, H., Gossinger, R., & Schneider, *Production Planning and Control: Basics and Concepts*. 2012.
- [22] O. S. Filho, *Estratégias sequenciais subótimas para o planeamento agregado da produção sob incertezas*. 2000.
- [23] R. N. Anthony, *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*. Harvard Business School Division of Research. 1965.
- [24] R. B. Chase, N. J. Aquilano, and F. R. Jacobs, “Operations management for competitive advantage,” vol. 9. 2001.
- [25] “Prodsmart.” <https://prodsmart.com/pt-pt> (accessed Jul. 6, 2021).
- [26] J. Sierra, “Indústria 4.0 e transformação – visão geral,” *Inovação e empreendedorismo*, vol. 77, 2016, [Online]. Available: <http://mailings.vidaeconomica.pt/files/newsletters/2016-11/inovacao/IE.pdf> (accessed Jul. 7, 2021).
- [27] “Funcionalidades - Prodsmart.” Accessed: Jul. 12, 2021. [Online]. Available: <https://prodsmart.com/pt-pt/funcionalidades/> (accessed Jul. 7, 2021).
- [28] “Software de Produção | CentralGest.” <https://www.centralgest.com/software/producao> (accessed Jul. 14, 2021).
- [29] “ArtSoft.” <https://www.artsoft.pt/solucao/software-mrp/> (accessed Jul. 14, 2021).
- [30] “VSOFT INDUSTRY Software Controlo Produção | Visionsoft.” <https://www.visionsoft.pt/solucao/vsoft-industry-software-controlo-producao> (accessed Jul. 14, 2021).
- [31] “Pontual Software.” <https://www.pontualsoftware.com/up-industry/> (accessed Jul. 14, 2021).
- [32] “Software & Soluções para todos os negócios | Sage PT.” <https://www.sage.com/pt-pt/> (accessed Jul. 14, 2021).
- [33] “Bulletin de livraison: définition et modèle | bexio.” <https://www.bexio.com/fr-CH/bulletin-de-livraison#was-ist-ein-lieferschein> (accessed Jul. 25, 2021).
- [34] “Introdução ao JavaServer Faces 2.x.” [https://netbeans.apache.org/kb/docs/web/jsf20-intro\\_pt\\_BR.html](https://netbeans.apache.org/kb/docs/web/jsf20-intro_pt_BR.html) (accessed Sep. 29, 2021).
- [35] “Welcome to Apache NetBeans.” <https://netbeans.apache.org/> (accessed Sep. 29, 2021).
- [36] “PrimeFaces Showcase.” <https://www.primefaces.org/showcase/index.xhtml?jfwid=a7695> (accessed Sep. 29, 2021).
- [37] “Open-source tool that uses simple textual descriptions to draw beautiful UML diagrams.” <https://plantuml.com/> (accessed Sep. 29, 2021).

- [38] C. Barrico, “Engenharia de Software” di.ubi.pt/~cbarrico, Covilhã, 2011 (accessed Jul. 03, 2021).
- [39] C. Barrico, “Engenharia de Software - Modelação da estrutura.” di.ubi.pt/~cbarrico, Covilhã, 2011 (accessed Jul. 03, 2021).
- [40] “A era da alta disponibilidade.” <https://www.itchannel.pt/news/a-fundo/especial-forum---a-era-da-alta-disponibilidade> (accessed Nov. 03, 2021).
- [41] “The CentOS Project.” <https://www.centos.org/> (accessed Nov. 03, 2021).
- [42] “MySQL.” <https://www.mysql.com/> (accessed Jul. 12, 2021).
- [43] “Payara Services Ltd – devoted to Open Source, Java, our customers and the community.” <https://www.payara.fish/> (accessed Jul. 12, 2021).
- [44] “Cloudsysbiosis.” <https://www.cloudsysbiosis.pt/> (accessed Oct. 05, 2021).
- [45] “Alojamento Web, Cloud e Servidores dedicados | OVHcloud.” <https://www.ovhcloud.com/pt/> (accessed Oct. 05, 2021).

Anexo.1 Questionário às empresas do Cluster.

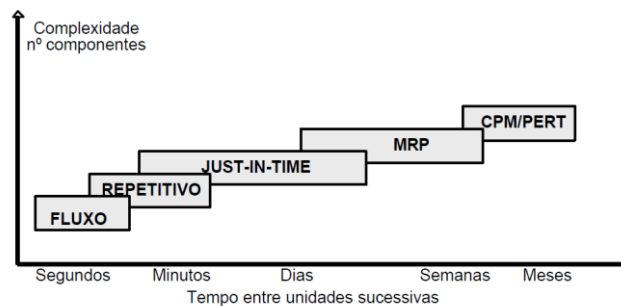
# UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

## PLATAFORMA PARA GESTÃO DE PRODUÇÃO QUESTIONÁRIO

Este questionário é confidencial sendo o seu conteúdo apenas destinado a uso acadêmico.

EMPRESA (opção)

### CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO



Exemplos: Petróleo, comida, relógios, televisões, camiões, aviões, casas, navios

**1-COM BASE NA FIGURA QUE RELACIONA A COMPLEXIDADE E O NÚMERO DE PEÇAS COM O TEMPO DE PROCESSAMENTO ENTRE DUAS UNIDADES SUCESSIVAS, COMO CLASSIFICARIA O SEU SISTEMA DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO? (Escolha a opção que mais de adequa)**

FLUXO  REPETITIVO  JUST-IN-TIME  MRP  CPM/PERT

**2-PLANEAMENTO DA CARGA DA CADEIA DE PRODUÇÃO (Escolha a opção que mais de adequa)**

1-DIARIAMENTE  2-MENSALMENTE  3-TRIMESTRALMENTE  4-SEMESTRALMENTE

5-EM FUNÇÃO DA DATA DE ENTREGA AO CLIENTE  6- OUTRO

**3-NÚMERO DE SEÇÕES NA CADEIA DE PRODUÇÃO**

O NÚMERO MÁXIMO DE SEÇÕES É: \_\_\_

O NÚMERO MÍNIMO DE SEÇÕES É: \_\_\_

**4-CONTROLO DE PEÇAS NA CADEIA DE PRODUÇÃO (Escolha a opção que mais de adequa)**

É EFETUADO EM CADA SEÇÃO

É EFETUADO NUM DEPARTAMENTO AUTÓNOMO

**5-USO DE INDICADORES DE PRODUÇÃO**

**DOS SEGUINTE INDICADORES INDIQUE TODOS OS QUE UTILIZA**

DATA PREVISTA DE ENTREGA AO CLIENTE

QUANTIDADE DE PERDAS POR SEÇÃO

QUANTIDADE TOTAL DE PEÇAS POR SEÇÃO

TEMPO DE PRODUÇÃO POR SEÇÃO

TEMPO TOTAL DE PRODUÇÃO

**6-USO DE PROGRAMAS INFORMATICOS PARA A GESTAO DE PRODUÇÃO (Escolha a opção que mais de adequa)**

SOLUÇÃO EXISTENTE NO MERCADO MODELO BASEADO NA WEB

SOLUÇÃO EXISTENTE NO MERCADO MODELO CLIENTE-SERVIDOR

SOLUÇÃO EXISTENTE NO MERCADO MODELO MONOPOSTO   
SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PELA PRÓPRIA EMPRESA   
NÃO UTILIZA

**7-O PROGRAMA TEM OS DADOS EM SERVIDORES LOCAIS OU NA NUVEM?**

**(Escolha a opção que mais de adequa)**

SIM, USO DE MICROSOFT AZURE   
SIM, USO DE AMAZON CLOUD   
SIM, ALTICE DATACENTER   
SIM, SERVIDORES DA EMPRESA LOCALMENTE OU NA CASA MÃE   
NÃO UTILIZA SERVIDORES

**8-A SOLUÇÃO DE PRODUÇÃO FAZ REPLICAÇÃO DE BASES DE DADOS PARA O CASO DE UM DOS SERVIDORES DA SOLUÇÃO FALHAR?**

SIM   
NÃO

**9-A SOLUÇÃO DE PRODUÇÃO FAZ REPLICAÇÃO DA APLICAÇÃO DE MODO A GARANTIR QUE SE UM NÓ FALHAR A EMPRESA CONTINUA A PODER LABORAR?**

SIM   
NÃO

**10- PONDERARIA MUDAR PARA UMA SOLUÇÃO QUE DESSE GARANTIA DE REPLICAÇÃO DE PROGRAMAS E DE BASES DE DADOS EM CASO DE FALHAS DE UM DOS NÓS DA REDE INFORMÁTICA?**

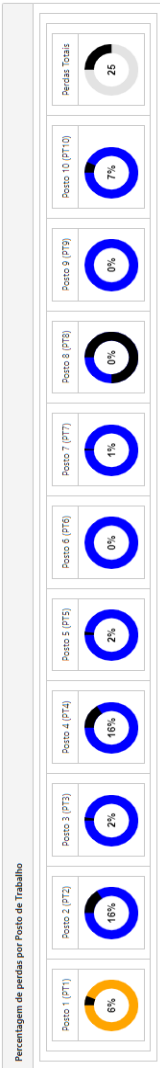
SIM   
NÃO

**GRATO PELA COLABORAÇÃO!  
ALFREDO FERNANDES  
M6383**

# Anexo.2 Quadro de movimentação de ordens de produção.

## QUADRO DE ORDENS DE PRODUÇÃO

OP	Cliente	Calibre	Plano	DataPE	Dif	AVISO	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7	PT8	PT9	PT10	Final	
OP59	Cliente 5	10-25-45	Plano 1	2021-09-09	47	ATRASO	45000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OP60	asasasas	10-25-45	Plano 1	2021-09-09	47	ATRASO	50000	45000	0	0	0	0	40000	0	0	0	35000	30000
OP61	Cliente 5	10-25-45	Plano 1	2021-09-09	47	ATRASO	24000	0	22000	20000	0	0	0	0	0	0	0	0
OP62	Cliente 6	10-25-45	Plano 1	2021-09-11	45	ATRASO	33000	32500	0	0	0	0	30000	0	0	0	30000	28000
OP65	Cliente 5	10-25-45	Plano 1	2022-04-28	-164	EM DIA	50000	47500	0	0	0	0	47500	0	0	0	47500	0
OP66	Cliente 5	10-25-45	Plano 1	2022-04-29	-185	EM DIA	50000	25000	0	0	0	0	20000	0	0	0	20000	15000
OP67	Cliente 5	10-25-45	Plano 1	2021-10-15	11	ATRASO	100000	80000	0	0	0	0	35000	0	0	0	35000	35000
OP68	Cliente 5	10-25-45	Plano 1	2021-10-15	11	ATRASO	60000	55000	0	0	0	0	35000	0	0	0	35000	35000
OP70	Cliente 18	10-25-50	Plano 3	2021-10-20	6	ATRASO	25000	0	0	25000	20000	0	20000	20000	0	25000	15000	



## Anexo.3 Configuração do servidor de aplicações Payara 5.

Para o caso de estudo 2, foi usado como servidor de aplicações PAYARA SERVER na versão comunidade. É derivado do Glassfish<sup>4</sup> Server e foi criado em 2014 pela empresa C2B2 Consulting como resultado da paragem de suporte comercial por parte da Oracle que era a detentora dos direitos do Glassfish. A partir de 2016 passou a ser responsabilidade da Payara Services Ltd que é responsável pela sua evolução disponibilizando atualizações e correções numa base trimestral. Disponibiliza suporta para aplicações que cumpram com os requisitos do modelo Jakarta EE (Java EE) em qualquer ambiente, seja na nuvem (Cloud), num modelo híbrido (local e Cloud) ou num modelo de servidor local. Em termos de funcionalidades é em tudo semelhante ao Glassfish, já que é uma evolução do mesmo mas apresenta o conceito de **DEPLOYMENT GROUP**.

Para se proceder à criação de um **DEPLOYMENT GROUP**, é necessário aceder à opção DEPLOYMENT GROUPS e criar um novo *Deployment Group* atribuindo-lhe um nome. No presente caso foi atribuído o nome DEPGRID –figura A3.1.



FiguraA3.1 - Página de configuração do Payara Server.

No passo seguinte, selecionando DEPGRID, foram associadas duas instâncias - INSTANCIA 1 e INSTANCIA2 – para suportarem a execução da aplicação CPV10 garantido que caso uma não esteja ativa a outra continua a disponibilizar serviços à aplicação CPV10 e finalmente proceder ao arranque do *Deployment Group* DEPGRID. Posteriormente prossegue-se com o carregamento da aplicação (figura A3.2), o ficheiro do tipo *war* da aplicação CPV10 à localização onde se encontra após ter sido criado pelo processo de compilação no NetBeans e selecionando como *target* a opção DEPGRID.

---

<sup>4</sup> <https://blogs.oracle.com/theaquarium/glassfish-412-released>

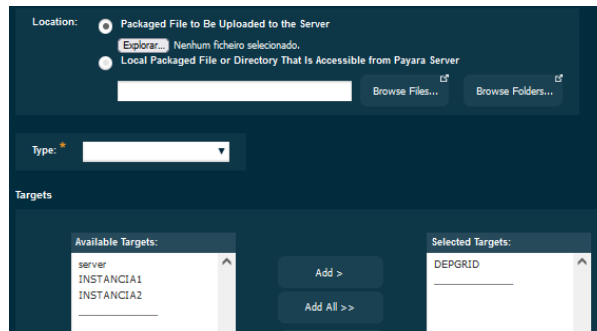


Figura A3.2 - Carregamento do ficheiro da aplicação no DEPGRID.

O passo seguinte é a abrir a referência à aplicação CPV10, que vai dar acesso ao painel onde se pode lançar a aplicação, através da ação *Launch* ( de acordo com a figura A3.3).

Modules and Components (18)				
Module Name	Engines	Component Name	Type	Action
CPV10	[cdi, config, ejb, web]	-----	-----	<a href="#">Launch</a>

Figura A3.3 - Painel de lançamento da aplicação.

Após o lançamento da aplicação, são geradas as ligações que disponibilizam acesso à aplicação. Duas ligações em cada instância, sendo uma com acesso não seguro pelo protocolo **http** e outra com acesso seguro pelo protocolo **https** (Figura A3.4).

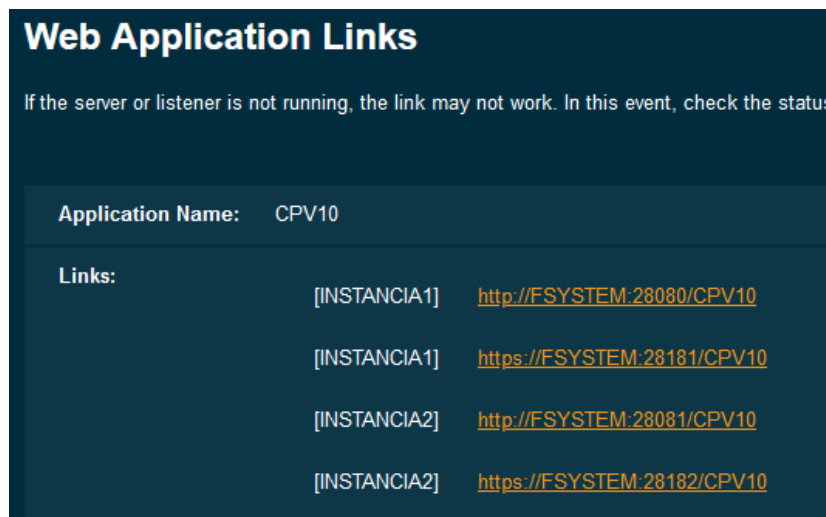


Figura A3.4 - Resultado do lançamento da aplicação.

Ao ser seleccionada uma das quatro ligações disponibilizadas, aparece a página de acesso à aplicação CPV10 (Figura A3.5).

| fsystem:28080/CPV10/faces/login.xhtml

Utilizador:	<input type="text" value="plan"/>
Password:	<input type="password"/>
<input type="button" value="Aceder"/>	<input type="button" value="C.P.V10"/>

Figura A3.5 - Página inicial da aplicação CPV10.