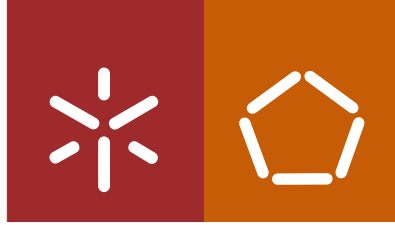




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ernesto Filipe Teixeira Fernandes da Silva

**Sistema de Informação para gestão
da produção e manutenção de ferramentas**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ernesto Filipe Teixeira Fernandes da Silva

**Sistema de Informação para gestão
da produção e manutenção de ferramentas**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob orientação do
Professor Doutor José António Vasconcelos Oliveira

DECLARAÇÃO

Nome: Ernesto Filipe Teixeira Fernandes da Silva

Endereço eletrónico: ernestojr@sapo.pt Telefone:915842936

Cartão do Cidadão: 13640671

Título da dissertação: Sistema de Informação para gestão da produção e manutenção de ferramentas

Orientador:

Professor Doutor José António Vasconcelos Oliveira

Ano de conclusão: 2015

Mestrado em Engenharia de Sistemas

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar ao Professor José António Oliveira pela orientação e conhecimentos que me transmitiu ao longo deste projeto.

À Professora Isabel Lopes, à Cláudia Pires e à Anabela Silva pelo apoio e ajuda valiosa na realização deste projeto.

A todos os elementos da empresa onde o projeto foi realizado pela disponibilidade constante para clarificar qualquer dúvida.

Aos meus pais e à minha irmã que sempre me apoiaram em todos os aspetos da minha vida.

Ao Google pela ajuda indispensável nas minhas pesquisas e à comunidade Stack Overflow por todos os *bugs* que me ajudou a corrigir.

Muito obrigado.

RESUMO

Esta dissertação foi realizada numa empresa metalomecânica na qual o setor da Serralharia é responsável pela manutenção e criação das ferramentas usadas pelo setor produtivo da Estampagem. A Serralharia funciona num paradigma de manutenção corretiva que não é o mais indicado para atingir os objetivos de produção da empresa, tornando assim apelativa a mudança para um paradigma de manutenção preventiva. De modo a implementar a manutenção preventiva na Serralharia da empresa é necessário criar um Sistema de Informação que registe todos os dados necessários para realizar a mudança de manutenção corretiva para manutenção preventiva, sendo este o objetivo desta dissertação.

A primeira fase do projeto passou por uma análise detalhada do problema junto dos trabalhadores e chefias da empresa para assim conseguir definir os objetivos que o Sistema de Informação teria de cumprir.

De seguida foi feita uma análise de requisitos para perceber quais os dados que o Sistema de Informação teria de registar e qual a sua estruturação para tornar possível responder às necessidades da empresa.

Numa terceira fase o Sistema de Informação foi desenvolvido e posteriormente testado e melhorado de acordo com as primeiras impressões que foi possível obter junto dos trabalhadores da empresa.

Por último passou-se à implementação da versão final do Sistema de Informação e à sua utilização para o registo de todas as operações de manutenção efetuadas na Serralharia da empresa.

As principais ferramentas utilizadas foram o Netbeans e o MySQL Server.

O primeiro teste de utilização efetuado obteve uma reação positiva dos operadores envolvidos sendo um bom indicador para o futuro do Sistema de Informação na empresa.

Palavras-Chave: manutenção preventiva, sistema de informação

ABSTRACT

This dissertation was performed in a metalworking company in which the Metalworking sector is responsible for the maintenance and creation of the tools used by the productive Stamping sector. The Metalworking sector works in a corrective maintenance paradigm that is not the most suitable to achieve the company's production goals, making it appealing to do a paradigm shift to preventive maintenance. However before it is possible to implement preventive maintenance at the company's Metalworking sector is necessary to create an information system that records all data necessary to carry out the change of corrective maintenance to preventive maintenance.

The aim of this work is to create an Information System that records all the necessary data relating to the maintenance operations allowing its analysis and calculation of required indicators for the further implementation of preventive maintenance.

The first phase of the project consisted of a detailed analysis of the problem among the company's employees and managers so as to set the goals that the Information System would have to meet.

Then a requirements analysis was made to understand what data the Information System would have to register and how to structure the data to make it possible to meet the company's needs.

In a third phase the Information System was developed and then tested and improved in accordance with the first impressions that it was possible to obtain from the company's employees.

Finally the final version of the Information System was implemented and started being used for the registration of all maintenance operations performed at the company's Metalworking sector.

The main tools used were NetBeans and MySQL Server.

The first usability test obtained a positive reaction from the operators involved thus being a good indicator for the future of the Information System in the company

Keywords: preventive maintenance, information system

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Enquadramento e Objetivo.....	1
1.3 Estrutura da Dissertação.....	2
2. Estado da Arte.....	3
2.1 Importância da Manutenção.....	3
2.2 Importância dos Sistemas de Informação.....	5
3. Descrição do Problema.....	8
4. Sistema de Informação.....	11
4.1 Funcionalidades Necessárias.....	12
4.2 Descrição Detalhada das Funcionalidades.....	12
4.3 Estrutura da aplicação.....	13
4.4 Casos de Uso.....	15
4.5 Tecnologias a Utilizar.....	17
4.5.1 Base de Dados.....	17
4.5.2 Aplicação.....	18
4.5.3 Interface e Relatórios.....	18
4.5.4 Ambiente de Desenvolvimento.....	19
5. Desenvolvimento do Projeto.....	20
5.1 Base de Dados.....	20
5.1.1 Modelo Conceptual.....	20

5.1.2	Modelo Lógico.....	22
5.1.3	Modelo Físico.....	26
5.2	Postos de Registo	26
5.2.1	Apresentação.....	27
5.2.2	Negócio	29
5.2.3	Dados.....	29
5.3	Posto de Consulta.....	30
6.	Conclusões e Trabalho Futuro	34
	Bibliografia	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dimensões do Sucesso de um Sistema Computorizado de Gestão de Manutenção	6
Figura 2 - Algumas Peças Produzidas no Setor da Estampagem	8
Figura 3 - Arquitetura de 3 Camadas.....	14
Figura 4 - Casos de Uso do Posto de Registo da Estampagem	15
Figura 5 - Casos de Uso do Posto de Registo da Serralharia	16
Figura 6 - Caso de Uso do Posto de Consulta	17
Figura 7 - Modelo Conceptual Inicial da Base de Dados	20
Figura 8 - Modelo Conceptual Final da Base de Dados.....	21
Figura 9 - Modelo Lógico Inicial da Base de Dados	23
Figura 10 - Modelo Lógico Final da Base de Dados.....	25
Figura 11 - Interface do Posto da Estampagem	28
Figura 12 - Interface do Posto da Serralharia.....	28
Figura 13 - Interface do Posto de Consulta	31
Figura 14 - Relatório com os Registos Existentes	32
Figura 15 - Relatório de Indicadores	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

PMEs - Pequenas e Médias Empresas

CMMSs - Computerised Maintenance Management Systems

MTTR - Mean Time To Repair

MTBF - Mean Time Between Failure

UML - Unified Modeling Language

SGBD - Sistema de Gestão de Base de Dados

SQL - Structured Query Language

GPL - Gnu General Public License

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Devido à crescente competitividade entre as empresas e à maior automação dos seus sistemas de produção a importância da manutenção e o seu peso no orçamento tem crescido consideravelmente.

Apesar disto o planeamento da manutenção continua a ser feito independentemente do planeamento da produção na maioria das empresas. A manutenção e a produção devem ser analisadas e planeadas em conjunto pois, devido ao impacto que têm uma na outra, são interdependentes (Cassady & Kutanoglu, 2003).

Através deste planeamento conjunto da produção e da manutenção é possível passar de um paradigma de manutenção corretiva (após a avaria ocorrer) para um paradigma de manutenção preventiva (antes da avaria ocorrer) o que possibilita uma grande diminuição das paragens não planeadas na produção o que proporciona uma grande vantagem competitiva às empresas que consigam implementar um paradigma de manutenção preventiva de forma eficaz (Dekker, 1996).

O planeamento conjunto da produção e da manutenção é complexo e necessita de alterações constantes para se manter de acordo com a realidade da empresa. A utilização de Sistemas de Informação no planeamento da produção e da manutenção permite evitar erros e efetuar alterações rápidas e precisas, o que torna estes Sistemas de Informação uma ajuda de valor incalculável para a implementação de uma política de manutenção preventiva (Halsall & Price, 1999).

1.2 Enquadramento e Objetivo

Este projeto foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia de Sistemas da Universidade do Minho numa empresa metalomecânica de Braga.

A empresa possui uma secção (Serralharia) encarregue das operações de manutenção das ferramentas utilizadas na produção. Na Serralharia verifica-se falta de planeamento das suas atividades o que causa muitas paragens longas e não-planeadas na produção.

O objetivo deste projeto é a criação de um Sistema de Informação para a secção da Serralharia da empresa que permita o registo e consulta dos dados relativos às operações de

manutenção efetuadas, e também calcular de forma automática algumas métricas relativas à eficiência e duração das operações de manutenção. Além disto o Sistema de Informação criado servirá de base à implementação de uma política de manutenção preventiva com o objetivo de diminuir as paragens não-planeadas na produção.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos: Introdução, Estado da Arte, Descrição do Problema, Análise de Requisitos, Desenvolvimento do Projeto, Conclusões.

O capítulo inicial tem como objetivo apresentar o trabalho desenvolvido nesta dissertação e este documento produzido no seguimento da mesma. No segundo capítulo, é efetuada uma revisão do estado da arte centrada nos conceitos de manutenção e sistemas de informação. O terceiro capítulo descreve o problema real sobre o qual a dissertação incide e apresenta os objetivos do Sistema de Informação a desenvolver. No quarto capítulo são analisados os requisitos necessários que o Sistema de Informação desenvolvido deve possuir para cumprir os objetivos propostos. O quinto capítulo descreve o processo de desenvolvimento do Sistema de Informação. Por último, o sexto capítulo apresenta as conclusões do trabalho desenvolvido.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 Importância da Manutenção

Qualquer equipamento sofre deterioração, sendo esta mais acelerada se o equipamento se encontrar em atividade. Para que seja possível manter o nível de produtividade de uma empresa o mais elevado possível é necessário que todos os equipamentos se encontrem em bom estado de funcionamento. O conjunto de todas as ações que visam manter os equipamentos nas melhores condições de funcionamento tem o nome de manutenção (Brito, 2003).

A manutenção pode ser focada em quatro áreas principais: qualidade, custo, disponibilidade de serviço e segurança. É necessário manter os equipamentos nas melhores condições possíveis de operabilidade para que seja possível obter um bom nível de qualidade da sua produção tentando ao mesmo tempo minimizar os custos. Também importante é a minimização das falhas e paragens do equipamento para assim obter uma disponibilidade de serviço contínua. Por último, é crucial assegurar o funcionamento do equipamento em segurança para o próprio equipamento e os seus operadores (Brito, 2003).

O conceito de manutenção surge a seguir à Primeira Guerra Mundial. Neste tempo a indústria não era muito mecanizada e por isso o tempo de paragem por falha dos equipamentos não tinha um grande impacto na produção das empresas. Além disto a maioria dos equipamentos usados era simples tornando-os muito fiáveis e fáceis de reparar, não sendo necessária muita manutenção. Esta primeira geração de manutenção durou até à Segunda Guerra Mundial. Durante a Segunda Guerra Mundial a procura dos mais variados produtos aumentou drasticamente e a mão-de-obra disponível diminuiu consideravelmente. Isto provocou um grande aumento na mecanização da indústria que ficou dependente do bom funcionamento dos equipamentos. A indústria começou assim a desviar o seu foco da reparação das falhas e a concentrar-se em evitar as falhas antes de estas acontecerem. Foi nesta segunda geração de manutenção que apareceu o conceito de manutenção preventiva. A partir da década de setenta a evolução da indústria tornou-se ainda mais rápida e provocou o aparecimento de outras preocupações como a segurança, a qualidade e os danos ambientais. A evolução da indústria para uma filosofia *just-in-time* provocou um maior impacto dos tempos de paragem e uma maior preocupação para os evitar. Nesta terceira geração

da manutenção que se prolonga até à atualidade os gastos com a manutenção tornaram-se um dos maiores focos de controlo de gastos nas empresas (Moubray, 1997).

A manutenção é tradicionalmente considerada uma tarefa secundária e dispendiosa, sendo por isso alvo de grandes reduções em tempos de crise ou economicamente difíceis (Brito, 2003). No entanto, ao longo dos anos, a importância da manutenção tem crescido. Devido à crescente automatização da produção o número de pessoas envolvidas na área de manutenção das empresas tem crescido, assim como o peso da manutenção nos custos operacionais das empresas (Dekker, 1996).

Com a crescente necessidade de produtividade, qualidade e disponibilidade, o desenvolvimento e implementação de um plano de manutenção tornou-se num processo complexo e problemático que sofre muitas vezes da falta de uma metodologia consistente e sistemática (Labib, 1998).

Devido à globalização dos mercados as empresas têm a necessidade de entregar o produto ao cliente o mais rápido possível e com a sua qualidade assegurada para garantir a sobrevivência da própria empresa. Devido a esta necessidade crescente de assegurar rapidez e qualidade na produção a manutenção passou a ser considerada um fator determinante nas empresas, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade (Madu, 2000).

De uma maneira geral a manutenção pode ser dividida em manutenção corretiva e manutenção preventiva. A manutenção corretiva é realizada após a falha do equipamento para o devolver às condições corretas de funcionamento. As manutenções corretivas podem ser classificadas como intrínsecas ou extrínsecas consoante a origem da falha é o próprio equipamento ou um fator externo.

A manutenção preventiva é realizada antes da falha com vista a evitar as falhas e prolongar o tempo de vida do equipamento. As manutenções preventivas podem ser realizadas de forma periódica, sendo classificadas como manutenções preventivas sistemáticas, ou consoante a condição do equipamento e dos seus componentes, sendo classificadas como manutenções preventivas condicionadas (Brito, 2003).

A utilização de um paradigma de manutenção preventiva permite reduzir as paragens não planeadas na produção e assim aumentar o tempo produtivo dos aparelhos. No entanto a implementação deste paradigma de manutenção preventiva tem de ser realizada com cuidado pois uma única decisão errada pode eliminar todas as vantagens esperadas e até diminuir a produtividade (Carnero, 2005). Para que o planeamento das intervenções de manutenção

preventiva seja feito da melhor maneira possível é necessário analisar o planeamento das intervenções de manutenção em conjunto com o planeamento da produção. Visto que a manutenção determina o tempo produtivo disponível e, ao mesmo tempo, o tempo de produção já decorrido afeta as intervenções de manutenção necessárias o planeamento da manutenção e o planeamento da produção são interdependentes e devem ser analisados em conjunto (Cassady & Kutanoglu, 2003).

Devido às vantagens que a manutenção preventiva apresenta, as empresas cada vez mais optam por implementar este paradigma no planeamento das suas manutenções mas, na maior parte dos casos, a falta de um sistema de suporte que minimize os erros provoca ineficiências (Carnero, 2005).

2.2 Importância dos Sistemas de Informação

O tecido empresarial português é constituído maioritariamente por pequenas e médias empresas (PMEs). Em 2013 99,9% das empresas não financeiras em Portugal eram PMEs, sendo estas responsáveis por 80,5% dos postos de trabalho totais do setor não financeiro (INE, 2015). As PMEs, devido à sua posição no fim da cadeia de abastecimento, operam muitas vezes em condições voláteis. Este tipo de empresas é muitas vezes obrigada a alterar o seu plano de produção tornando difícil o cumprimento de prazos de entrega. Os Sistemas de Informação permitem efetuar alterações de última hora ao planeamento quer da manutenção quer da produção evitando um aumento dos custos e atrasos nas entregas sendo assim uma ajuda de valor incalculável para as pequenas e médias empresas (Halsall & Price, 1999).

É vantajoso para uma empresa o uso de um Sistema de Informação que recolha dados em tempo real sobre a frequência e duração das operações de manutenção (Labib, 1998).

Obter informação é essencial para definir e cumprir os objetivos de gestão de uma empresa. Esta informação ajuda a aumentar o conhecimento sobre o real funcionamento da empresa e a medir a sua performance. No entanto para obter informação correta é necessário mais do que apenas recolher dados, é preciso estruturar e tratar os dados obtidos para assim fornecer a informação necessária de forma rápida e correta à gestão das empresas. Devido a esta necessidade crescente de informação em vez de dados em bruto, o papel dos Sistemas de Informação nas empresas passou a incluir o tratamento e a análise dos dados além da sua recolha (Fernandez et al., 2003).

Os Sistemas Computorizados de Gestão de Manutenção (CMMSs – Computerised maintenance management systems) são Sistemas de Informação utilizados para a recolha e análise de dados relativos às atividades de produção(Labib, 1998).

Existem dois elementos distintos de um CMMS, o mecanismo de recolha de dados e o mecanismo de análise dos dados recolhidos. Estes dois elementos são cruciais para a implementação com sucesso de um CMMS (Fernandez et al., 2003). A criação ou compra de um CMMS deve ter em conta os objetivos do departamento de manutenção e permitir adicionar posteriormente outros módulos para cumprir necessidades que aparecem após a implementação inicial (Fernandez et al., 2003).

A implementação do Sistema Computorizado de Gestão de Manutenção mais recente e evoluído não irá proporcionar nenhuma vantagem a uma empresa em que os objetivos não encaixem no sistema implementado. Além de ser necessário que o CMMS escolhido esteja de acordo com os objetivos da empresa é necessário que as pessoas saibam, ou aprendam, a tirar partido do sistema para que este proporcione uma verdadeira melhoria (Kans, 2008).

O sucesso de um Sistema Computorizado de Gestão de Manutenção pode ser definido segundo as seis dimensões do modelo proposto por (DeLone & McLean, 1992). As dimensões propostas são: qualidade do sistema, qualidade da informação, utilização do sistema, satisfação do utilizador, impacto individual e impacto na empresa.

A relação entre as várias dimensões pode ser visualizada na Figura 1, traduzida do original em (DeLone & McLean, 1992).

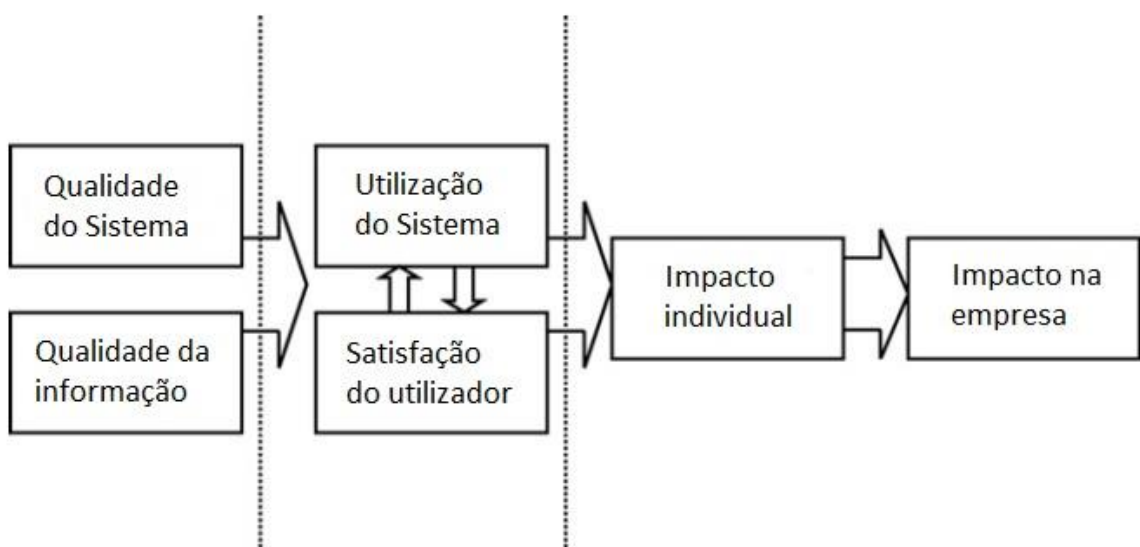


Figura 1 - Dimensões do Sucesso de um Sistema Computorizado de Gestão de Manutenção

A qualidade do sistema e da informação por ele fornecida afetam a utilização do sistema pelo utilizador e a satisfação do mesmo. A utilização do sistema irá afetar de maneira positiva e/ou negativa a satisfação do utilizador e vice-versa. Estas duas dimensões (utilização do sistema e satisfação do utilizador) por sua vez afetam o impacto que o sistema tem na performance individual dos utilizadores, que por sua vez irá afetar a performance da empresa. Ao determinar os requisitos do CMMS deve-se partir do impacto desejado a nível da empresa e caminhar na direção oposta à da Figura 1, separando o impacto a nível da empresa no impacto individual que o sistema deverá ter (DeLone & McLean, 1992).

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Este projeto de investigação centra-se na área da Serralharia da empresa. A Serralharia é responsável por efetuar a manutenção das ferramentas utilizadas pelo setor produtivo da Estampagem, sendo este o setor do qual depende uma grande parte das encomendas e consequentemente o lucro da empresa. Além das operações de manutenção, a Serralharia está também encarregue da criação e teste de protótipos de novas ferramentas para serem posteriormente utilizadas no setor da Estampagem na produção de novos produtos. Os produtos produzidos no setor da Estampagem são peças pequenas com um controlo de qualidade muito apertado. A Figura 2 ilustra o tipo de peças produzidas na empresa.

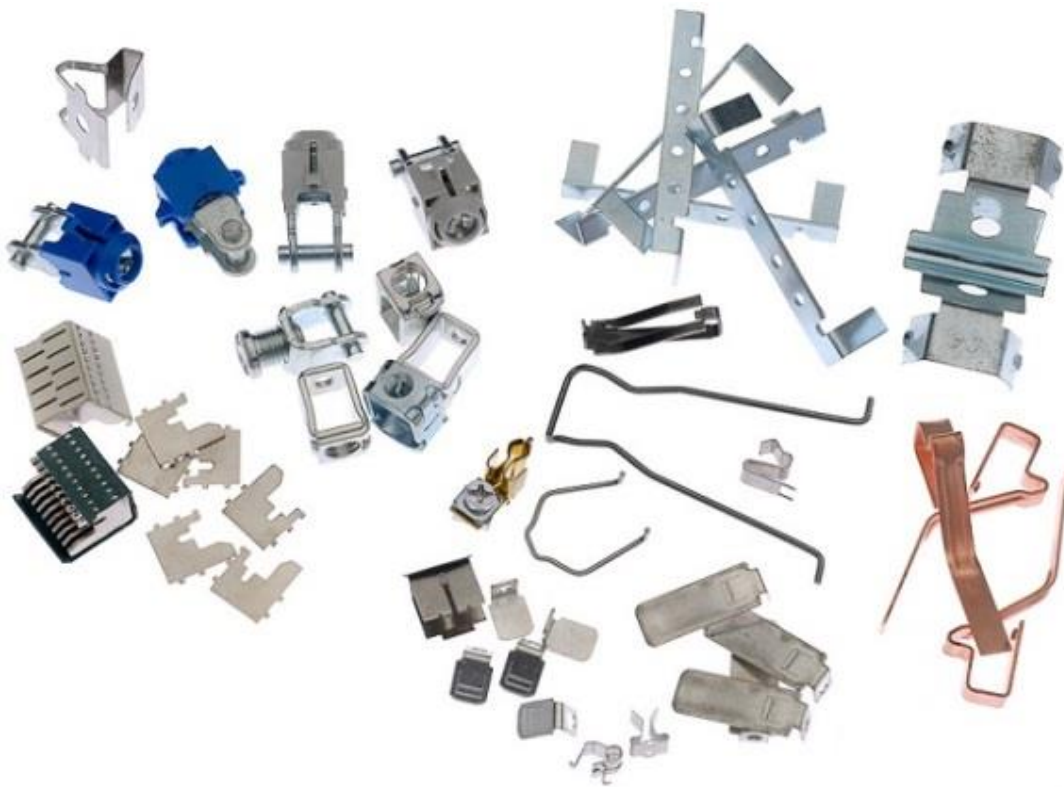


Figura 2 - Algumas Peças Produzidas no Setor da Estampagem

As ordens de fabrico de produtos do setor da Estampagem atingem as centenas de milhares de peças, o que obriga um processo produtivo contínuo (24 horas de produção). Devido a este processo produtivo contínuo a disponibilidade dos equipamentos necessários para a produção é importante.

Cada ferramenta (colocada numa máquina tipo prensa) produz um produto específico, na maioria dos casos para um cliente específico. Torna-se necessária a troca de ferramenta (na máquina) sempre que é preciso mudar o produto em produção nessa máquina. As ferramentas necessitam de estar colocadas dentro de uma das prensas existentes no setor da Estampagem para poderem produzir as peças encomendadas pelo cliente da empresa.

Realizar qualquer operação de manutenção da ferramenta implica retirar a ferramenta da prensa onde se encontra a produzir, enviar a ferramenta para o setor da Serralharia, efetuar a sua reparação, enviar a ferramenta de volta para o setor da Estampagem e colocar a ferramenta de novo na prensa, tornando assim esta operação de manutenção muito custosa em termos de tempo de produção. Normalmente com a retirada da ferramenta da prensa, não é colocada outra ferramenta para a produção do mesmo produto ou de outros produtos. Em princípio não há réplicas de ferramentas para produzir o mesmo produto, porque se tratam de equipamentos muito caros, não se justificando o investimento em ferramenta suplente. A colocação de outra ferramenta para produção de outro produto normalmente não acontece devido a ser demorado o tempo de preparação, e por a empresa trabalhar essencialmente por encomenda.

Uma ferramenta é constituída por diversos componentes que se deterioram a velocidades diferentes sendo assim necessário proceder à sua substituição em momentos temporais distintos. Na análise à situação atual da empresa, levada a cabo no início deste projeto, foram identificados vários problemas relacionados com as operações de manutenção das ferramentas. O problema mais óbvio é a utilização de suporte em papel (cadastro) para o registo das operações de manutenção efetuadas às ferramentas. A utilização do cadastro em papel dificulta muito a análise dos dados das operações de manutenção o que faz com que estes dados nunca sejam analisados convenientemente. Esta limitação na análise dos dados conduz ao problema de apenas ser possível realizar uma manutenção corretiva pois não é possível efetuar as previsões necessárias para a implementação de uma metodologia de manutenção preventiva. A manutenção corretiva tem como consequência paragens não-planeadas que levam a uma diminuição do tempo produtivo e a um atraso na produção, porque normalmente as operações de manutenção são mais demoradas e com maior custo de recuperação.

A falta de agendamento de operações de manutenção preventiva torna impossível o planeamento do trabalho da Serralharia pois a qualquer momento pode existir a necessidade de reparar uma ferramenta o mais rápido possível para que a produção possa continuar deixando o resto as atividades para segundo plano. Visto que a Serralharia é responsável por criar uma grande

parte dos componentes utilizados nas operações de manutenção das ferramentas, a falta de planeamento das atividades da Serralharia leva à existência constante de ruturas no *stock* de componentes, as quais atrasam as operações de manutenção e nalguns casos provocam a paragem da produção da Serralharia para suprir estas necessidades de componentes.

Todos os problemas descritos acima contribuem para que a Serralharia esteja num constante estado de atraso e sofra alterações constantes nas suas atividades provocando assim um aumento dos custos de manutenção.

Este projeto visa resolver os problemas da Serralharia começando pela sua causa base, a utilização de um registo em papel.

4. SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Para que seja possível efetuar um planeamento das atividades da Serralharia é necessário um Sistema de Informação que permita uma fácil análise dos dados relativos às operações de manutenção para assim possibilitar a utilização de manutenções preventivas e planeadas.

O Sistema de Informação criado irá possibilitar o registo eletrónico de todos os dados associados às operações de manutenção das ferramentas. Os dados registados serão guardados numa base de dados estruturada de modo a possibilitar uma análise mais refinada dos mesmos.

Além de possibilitar este registo eletrónico dos dados o Sistema Informático criado irá também permitir um melhor controlo do *stock* de componentes e efetuar alertas automáticos quando o *stock* de algum componente estiver perto de rutura. Pretende-se com isto diminuir ou até eliminar por completo os atrasos por rutura de *stock* de componentes.

Para facilitar a análise dos dados e servir de base à implementação de manutenção preventiva o Sistema irá também permitir o cálculo automático de alguns indicadores relacionados com as operações de manutenção das ferramentas. Numa primeira fase foram escolhidos três indicadores para serem incluídos no Sistema Informático criado. Os indicadores escolhidos foram o Tempo Médio de Reparação (MTTR – Mean Time To Repair), o Tempo Médio de Funcionamento entre Avarias (MTBF – Mean Time Between Failures) e a Fiabilidade.

O MTTR representa o tempo médio necessário para repor o sistema de volta ao seu normal funcionamento após uma avaria e permite avaliar a eficiência do processo de reparação.

O MTBF corresponde ao tempo médio de funcionamento até à próxima avaria. O MTBF permite determinar as ferramentas mais críticas e possibilita um melhor planeamento das operações de manutenção.

A Fiabilidade consiste numa proporção entre o número de avarias e o número de unidades produzidas para uma determinada ordem de produção.

Com este Sistema Informático pretende-se criar uma base para que no futuro seja possível um planeamento preciso das atividades da Serralharia em conjunto com a atividade produtiva da Estampagem. Este planeamento irá permitir diminuir os atrasos das atividades de manutenção, as paragens não-planeadas e a sua duração, diminuindo assim os custos de manutenção. Além deste principal objetivo irá ser possível também facilitar o registo pelos operadores e serralheiros e evitar as perdas de dados que podem acontecer com o suporte em papel. Por último este Sistema de Informação irá servir de base a uma futura implementação de manutenção preventiva das

ferramentas. Antes de iniciar o desenvolvimento de qualquer projeto é necessário proceder a uma análise dos seus requisitos para garantir que o mesmo cumpre todos os objetivos. Neste capítulo irá ser descrita a análise de requisitos efetuada.

4.1 Funcionalidades Necessárias

De modo a encontrar uma base de requisitos sobre a qual trabalhar foi efetuado um levantamento das principais funcionalidades que teriam de existir para que o sistema cumprisse os seus objetivos.

Depois de reunir com todas as partes envolvidas no projeto foi construída a seguinte lista de funcionalidades.

- Registrar todas as alterações ao *stock* de componentes.
- Registrar todas as operações de montagem e desmontagem das ferramentas na produção.
- Registrar todas as operações de manutenção efetuadas.
- Alertar quando o *stock* de algum componente descer abaixo do mínimo que irá ser definido.
- Permitir a consulta do histórico de todas as operações de manutenção efetuadas.
- Permitir a consulta de todas as alterações ao *stock* de componentes.
- Permitir a consulta do histórico de peças produzidas de cada componente e ferramenta.

Apesar de esta lista ainda poder ser sujeita a alterações já permite uma análise de requisitos e um planeamento mais fundamentado do sistema.

4.2 Descrição Detalhada das Funcionalidades

Em seguida descreve-se detalhadamente as funcionalidades da lista apresentada na secção anterior.

- Registrar todas as alterações ao *stock* de componente – Para um dado componente cujo *stock* foi alterado, o sistema deve registar: o operador que efetuou a alteração, a data e hora da alteração e a quantidade que foi retirada ou reposta. O sistema deve também atualizar a informação do *stock* do componente.

- Registrar todas as operações de montagem e desmontagem das ferramentas na produção – O sistema deve registrar qual a ferramenta que foi montada ou desmontada, o operador que realizou a operação, a data e hora da operação, o número de peças produzidas até então e o motivo para a operação.
- Registrar todas as operações de manutenção efetuadas – O sistema deve registrar a ferramenta na qual foi efetuada a operação de manutenção, o operador que a realizou, os componentes substituídos e reparados na operação, a descrição da operação, a data e hora do início e do fim da operação, a ordem de produção ativa no momento da operação e as operações de montagem e desmontagem correspondentes.
- Alertar quando o *stock* de algum componente descer abaixo do mínimo definido – Sempre que, devido a uma alteração no *stock* de um componente, o *stock* atual desça abaixo do *stock* mínimo o sistema deve automaticamente enviar um alerta para a serralharia contendo o componente em questão, o *stock* atual e o *stock* mínimo definido.
- Permitir a consulta do histórico de todas as operações de manutenção efetuadas – O sistema deve permitir consultar todas as operações de manutenção registradas e filtrar as mesmas por operador, ferramenta, data e componente.
- Permitir a consulta de todas as alterações ao *stock* de componentes - O sistema deve permitir consultar todas as alterações ao *stock* de componentes registradas e filtrar as mesmas por operador, componente e data.

Permitir a consulta do histórico de peças produzidas de cada componente e ferramenta - O sistema deve permitir consultar o histórico de peças produzidas de cada componente e ferramenta e possibilitar visualizar algumas métricas sobre eles (médias, máximos, mínimos).

4.3 Estrutura da aplicação

Estando as funcionalidades definidas é necessário estruturar o sistema e dividi-lo em módulos para facilitar o seu desenvolvimento. Devido às diferentes necessidades dos vários utilizadores o sistema foi dividido em três partes distintas:

- Posto de Registo da Estampagem: Neste posto serão efetuados todos os registos das operações de montagem e desmontagem efetuadas pelos operadores.

- Posto de Registo da Serralharia: Neste posto serão efetuados todos os registos das alterações ao *stock* dos componentes e também das operações de manutenção efetuadas pelos serralheiros.
- Posto de Consulta: Este posto irá possibilitar ao chefe da serralharia efetuar todas as operações de consulta.

Além desta divisão baseada nas necessidades dos utilizadores também irá existir uma divisão em três camadas (Apresentação, Negócio e Dados) de modo a facilitar o desenvolvimento e atualização independente de cada uma delas. A arquitetura em três camadas foi escolhida pois permite desenvolver os vários módulos em separado e a sua posterior reutilização tornando assim o processo de desenvolvimento mais eficiente. Esta arquitetura está exemplificada na Figura 3.

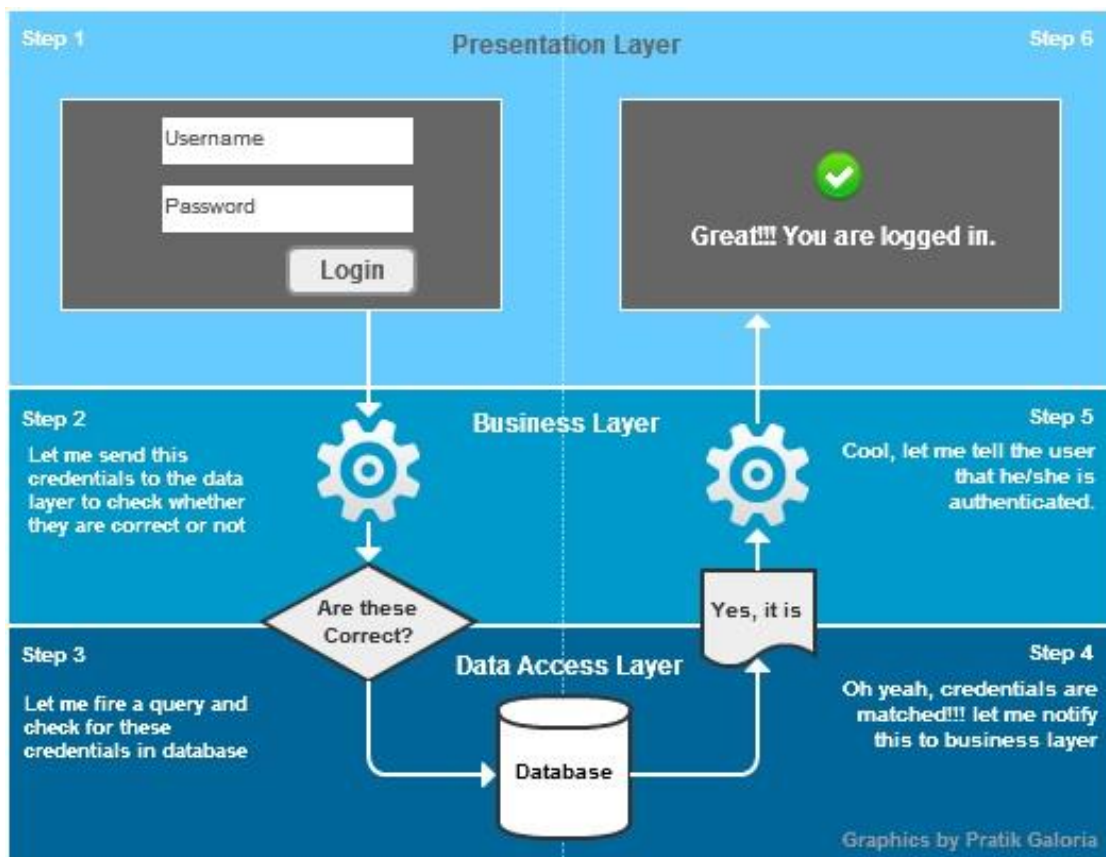


Figura 3 - Arquitetura de 3 Camadas¹

A camada de Apresentação é constituída pela interface com o utilizador sendo a única a que o utilizador tem acesso direto.

¹ Figura adaptada de <http://www.codeproject.com/Articles/667431/Tier-Architecture-in-Csharp-Web-Application>

Na camada de Negócio são efetuadas todas as operações necessárias com base no *input* recebido da camada de Apresentação e nos dados recebidos da camada de Dados.

A camada de Dados é responsável pelo armazenamento de todos os dados e por os transmitir à camada de Negócio quando necessário.

Cada posto irá possuir os seus módulos próprios de cada uma das camadas sendo que a única parte comum será a Base de Dados onde todas informações serão armazenadas.

4.4 Casos de Uso

Os diagramas de Caso de Uso são uma forma gráfica de representar as interações entre o sistema e o utilizador permitindo uma visão estruturada e de alto nível dessas interações. Os diagramas de Caso de uso fazem parte da Unified Modeling Language ou UML (Correia, 2006).

Os diagramas foram divididos em três pacotes correspondentes a cada um dos postos que compõem o sistema que serão apresentados em seguida.

A Figura 4 ilustra o diagrama de casos de uso do Posto de Registo da Estampagem.

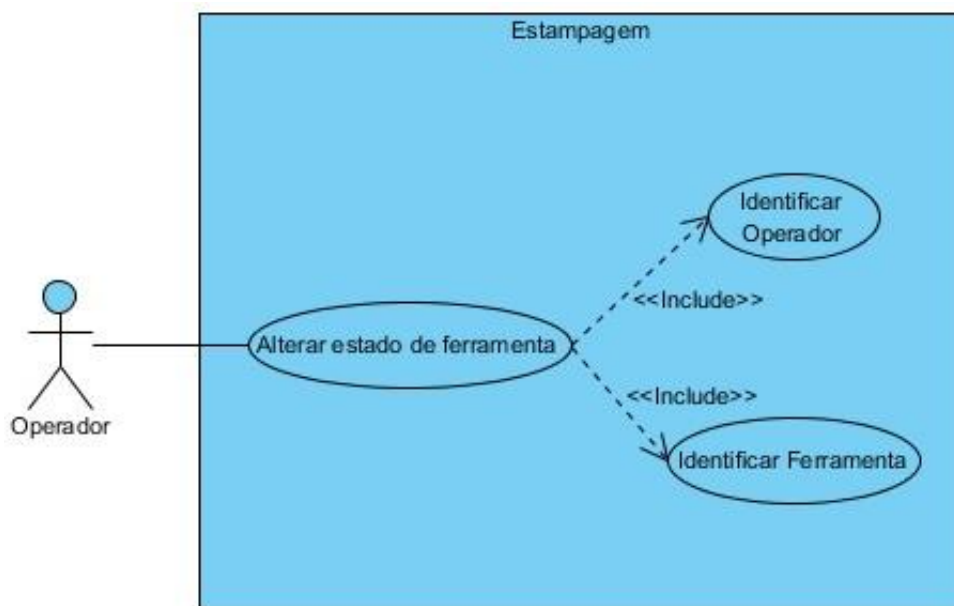


Figura 4 - Casos de Uso do Posto de Registo da Estampagem

No Posto de Registo da Estampagem o operador apenas pode proceder a operações de montagem ou desmontagem, representadas pelo caso de uso "Alterar estado de ferramenta". A identificação do operador e da ferramenta é representada respetivamente pelos casos de uso

“Identificar Operador” e “Identificar Ferramenta” os quais fazem parte do funcionamento normal do caso de uso “Alterar estado de ferramenta”.

A Figura 5 demonstra o diagrama de casos de uso do Posto de Registo da Serralharia.

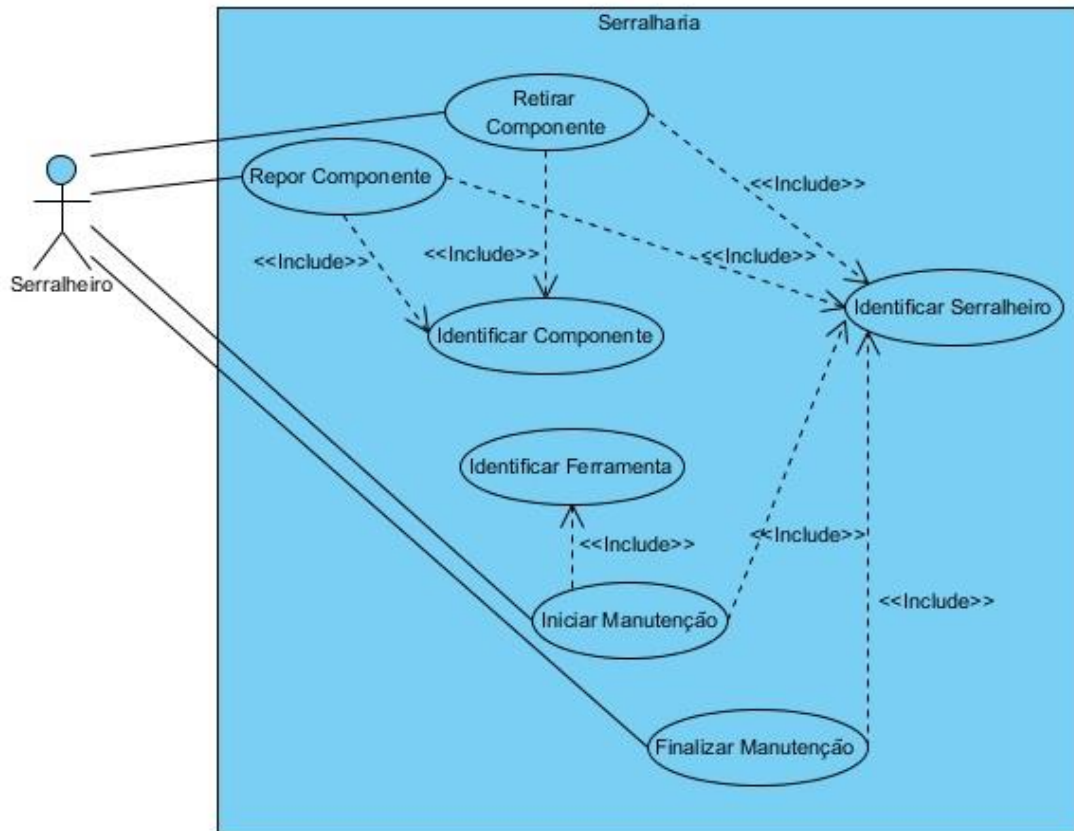


Figura 5 - Casos de Uso do Posto de Registo da Serralharia

Este diagrama já possui uma maior complexidade fruto das várias funcionalidades existentes neste posto. Os casos de uso “Repor Componente” e “Retirar Componente” representam as duas vertentes da alteração do *stock* de componentes enquanto os casos de uso “Iniciar Manutenção” e “Finalizar Manutenção” em conjunto caracterizam o registo das operações de manutenção. O caso “Identificar Serralheiro” faz parte do funcionamento dos casos de uso “Repor Componente”, “Retirar Componente”, “Iniciar Manutenção” e “Finalizar Manutenção”. O caso de uso “Identificar Componente” apenas faz parte do funcionamento dos casos de uso “Repor Componente” e “Retirar Componente”, enquanto o caso de uso “Identificar Ferramenta” apenas faz parte do funcionamento do caso de uso “Iniciar Manutenção”.

A Figura 6 apresenta o diagrama de casos de uso do Posto de Consulta.

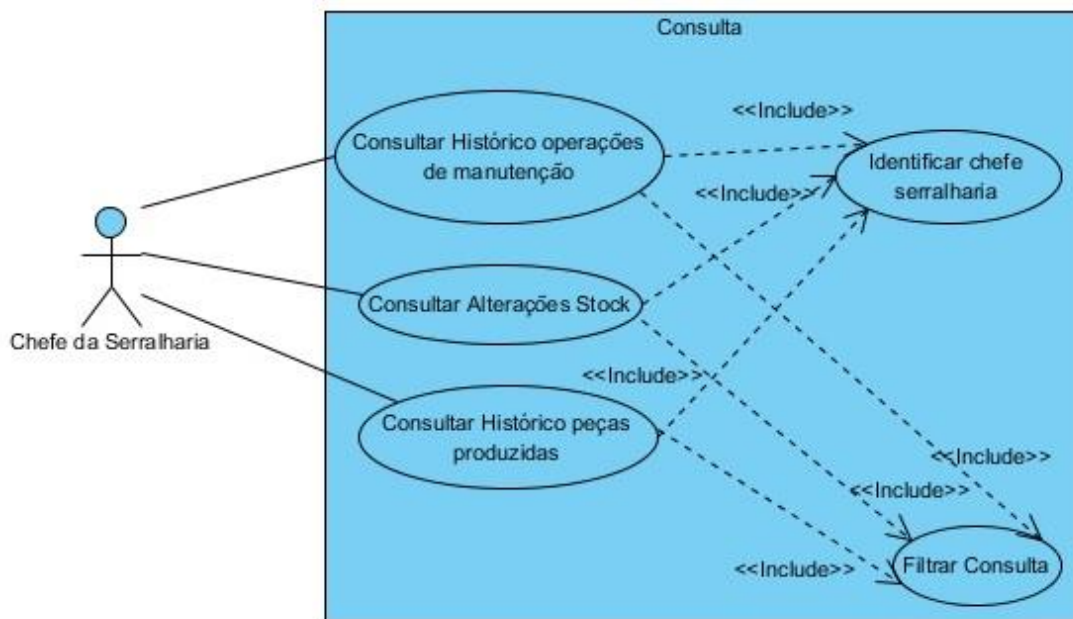


Figura 6 - Caso de Uso do Posto de Consulta

Neste diagrama é possível encontrar os casos de uso “Consultar Histórico operações de manutenção”, “Consultar Alterações *Stock*” e “Consultar Histórico peças produzidas” que englobam todas as funcionalidades deste posto. Além destes existem dois casos de uso (“Identificar chefe serralharia” e “Filtrar Consulta”) que fazem parte do normal funcionamento dos três mencionados anteriormente.

4.5 Tecnologias a Utilizar

Neste projeto serão utilizadas várias tecnologias para desenvolver cada uma das camadas mencionadas anteriormente na Arquitetura da Aplicação. As tecnologias utilizadas, as suas características e as vantagens da sua utilização irão ser descritas neste ponto.

4.5.1 Base de Dados

O sistema de gestão de base de dados escolhido (SGBD) foi o MySQL. O MySQL é um SGBD que utiliza a linguagem SQL (Structured Query Language) para comunicar com a base de dados. É um dos SGBD mais populares a nível mundial sendo usado por organizações como Facebook, Google e Adobe.

As principais características do MySQL que levaram à sua escolha para este projeto foram:

- Compatibilidade com praticamente todos os sistemas operativos atuais e com uma grande parte das linguagens de programação mais utilizadas.
- Bom desempenho e estabilidade mesmo em hardware um pouco antiquado.
- É um software livre tendo por base a licença GPL.
- Suporta a utilização de stored procedures e de functions.
- Possui uma interface gráfica de fácil utilização, a MySQL Workbench.

Com base nas características enumeradas acima e na experiência anterior na utilização do MySQL este demonstrou ser a melhor escolha como SGBD para este projeto.

4.5.2 Aplicação

A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento da aplicação foi o JAVA. O JAVA é uma linguagem de programação orientada a objetos criada pela empresa Sun Microsystems, a qual foi adquirida pela Oracle em 2009.

O JAVA é a linguagem de programação mais utilizada a nível mundial sendo usada em quase todas as plataformas informáticas existentes.

As suas principais características são:

- É executada numa máquina virtual sendo assim totalmente independente de plataforma.
- É compatível com quase todos os SGBD existentes.
- Possui uma grande variedade de bibliotecas para os mais variados fins.
- É simples e intuitiva tornando o desenvolvimento de aplicações mais eficiente.

Tendo em conta as suas características e a experiência já possuída no seu uso a linguagem JAVA mostrou-se a melhor opção para o desenvolvimento da aplicação.

4.5.3 Interface e Relatórios

Para a criação do interface dos vários Postos foi escolhido o Swing. O Swing é um *toolkit* para o JAVA especializado em interfaces gráficos. O Swing é totalmente implementado em JAVA sendo por isso independente de plataforma e compatível com a aplicação. Além disto, o Swing possui uma

grande variedade de componentes que permitem a criação de um interface simples e intuitivo, sendo este o principal requisito do interface da aplicação.

O JasperReports é uma ferramenta de criação de relatórios para JAVA que permite a criação de uma grande variedade de relatórios personalizados. A escolha do JasperReports para a criação de relatórios deve-se a ter um grande leque de possibilidades que permite gerar relatórios muito personalizados e também à facilidade da sua utilização.

4.5.4 Ambiente de Desenvolvimento

O Ambiente de Desenvolvimento escolhido foi o NetBeans pois além de ser gratuito permite também a utilização de interfaces gráficos na criação de relatórios com o JasperReports e na criação de interfaces com o Swing, o que o torna o Ambiente de Desenvolvimento perfeito para este projeto.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo será analisado o desenvolvimento de cada uma das partes deste projeto justificando as decisões tomadas ao longo deste processo.

5.1 Base de Dados

O desenvolvimento da base de dados iniciou-se pela construção de um modelo conceptual no qual são definidas as entidades necessárias e os seus relacionamentos. Após este modelo ser revisto e corrigido é necessário derivar através dele o modelo lógico da base de dados. Este segundo modelo é uma representação mais próxima de como os dados estarão organizados no sistema de gestão de base de dados escolhido. Estando este modelo revisto e corrigido o próximo passo é criar o modelo físico correspondente no sistema de gestão de base de dados. Nesta fase a base de dados em si já se encontra em grande parte criada faltando apenas a criação das funções e transações necessárias ao seu funcionamento ficando posteriormente pronta a utilizar.

5.1.1 Modelo Conceptual

O objetivo do modelo conceptual é representar graficamente as entidades necessárias ao funcionamento da base de dados bem como os seus relacionamentos permitindo assim definir à partida uma das partes mais importantes da base de dados. De seguida é apresentada a primeira versão deste modelo. A Figura 7 apresenta o modelo conceptual da base de dados.

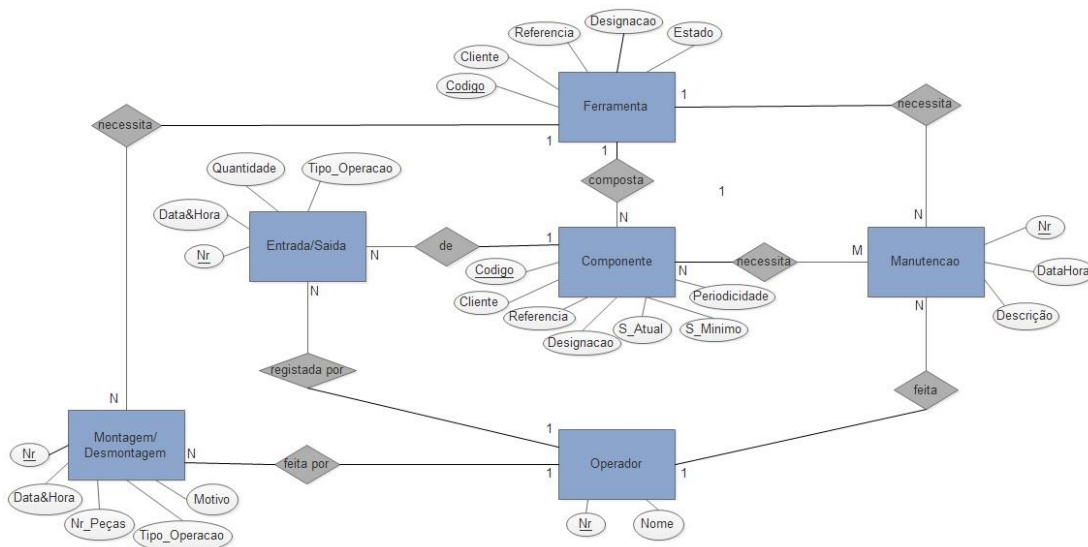


Figura 7 - Modelo Conceptual Inicial da Base de Dados

Seguidamente são explicadas as entidades e tecem-se considerações sobre o grau da sua importância.

- Ferramenta – Esta entidade representa todas as informações das várias ferramentas existentes sendo por isso uma das principais entidades do modelo.
- Componentes – Nesta entidade estão guardadas todas as informações sobre os vários componentes que constituem as ferramentas. Visto que um dos requisitos do projeto é o controlo do *stock* dos vários componentes esta entidade é absolutamente fulcral para o seu funcionamento.
- Manutenção – Esta entidade aloja todas as informações registadas sobre cada operação de manutenção efetuada, as quais serão necessárias para analisar e posteriormente melhorar a eficiência das operações de manutenção.
- EntradaSaida – Esta entidade guarda um histórico das alterações de *stock* dos vários componentes permitindo posteriormente a análise dos gastos de *stock*.
- MontagemDesmontagem – Nesta entidade encontram-se as várias informações relativas às montagens e desmontagens das ferramentas.
- Operador – Esta entidade possibilita associar a cada atividade (montagem ou desmontagem, manutenção, alteração do *stock*) uma pessoa.

Após algumas revisões do modelo foram efetuadas várias alterações até que por fim ficou definido o modelo final apresentado na Figura 8, que ilustra o modelo conceptual final da base de dados.

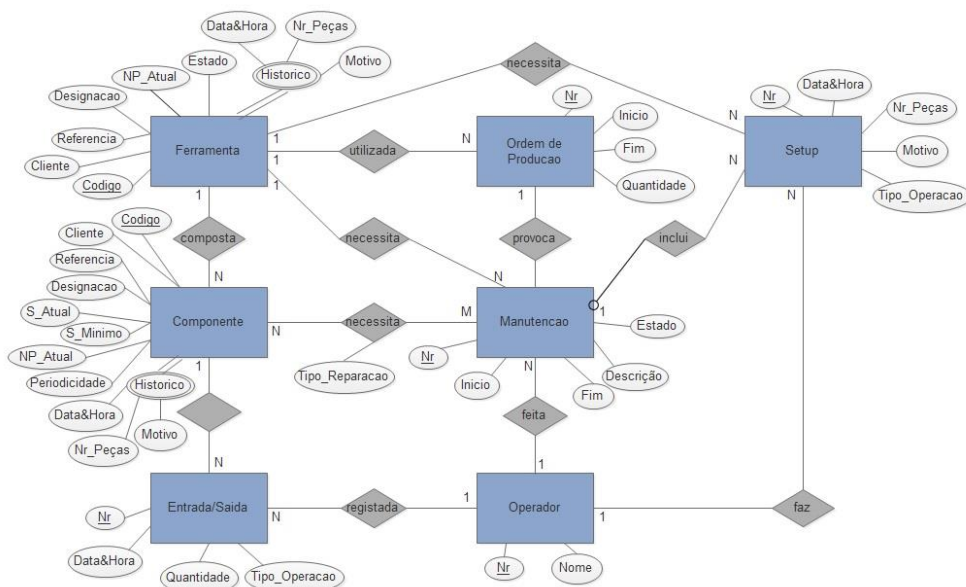


Figura 8 - Modelo Conceptual Final da Base de Dados

As principais alterações neste modelo em relação ao modelo inicial são:

- Criação de uma nova entidade denominada “Ordem de Produção” na qual serão reunidas as informações das várias ordens de produção realizadas pelas ferramentas. Além de possuir um relacionamento com a entidade “Ferramenta” também foi incluído no modelo um relacionamento com a entidade “Manutenção”.
- Alteração do nome da entidade “MontagemDesmontagem” para “Setup” com o objetivo de clarificar e evitar interpretações erradas.
- Novo relacionamento entre as entidades “Setup” e “Manutenção” permitindo assim saber quais os setups correspondentes a cada atividade de manutenção.
- Troca do atributo “DataHora” da entidade “Manutenção” por dois atributos (“Inicio” e “Fim”) permitindo assim saber qual a duração de cada atividade de manutenção.
- Acréscimo de um atributo “estado” na entidade “Manutenção” para assim tornar possível gerir pausas nas atividades de manutenção.
- Adição de um atributo multivalor (um atributo multivalor é, por definição, um atributo que contém mais do que um valor para cada registo) “Histórico” às entidades “Componente” e “Ferramenta” que permite guardar o registo do número de peças produzidas entre cada substituição.

Junção de um atributo “TipoReparação” ao relacionamento entre as entidades “Componente” e “Manutenção” que permite distinguir entre os componentes reparados e os substituídos.

5.1.2 Modelo Lógico

Estando o modelo conceptual finalizado o próximo passo é a sua derivação para um modelo lógico que já contém toda a informação necessária sobre entidades, relacionamentos e atributos da base de dados a ser criada.

Seguindo as regras descritas extensivamente por Thomas Connolly e Carolyn Begg no seu livro (Connolly & Begg, 2004) o modelo conceptual foi derivado originando o seguinte modelo lógico, que é apresentado na Figura 9.

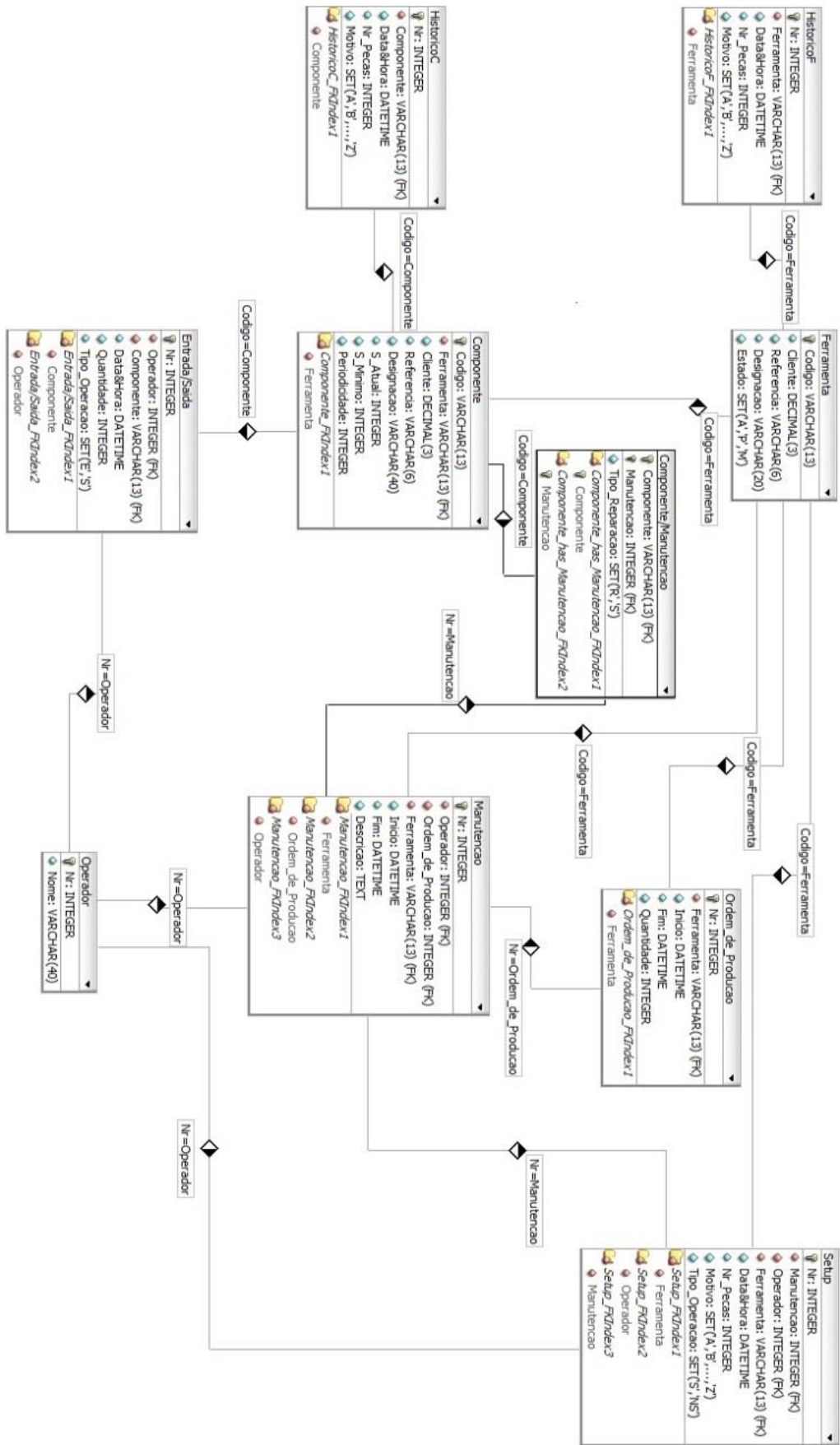


Figura 9 - Modelo Lógico Inicial da Base de Dados

Seguiu-se a revisão e verificação do modelo lógico ao qual foi acrescentado um atributo denominado “NPAtual” às relações “Componente” e “Ferramenta” para guardar o número de peças fabricadas desde a última substituição, facilitando a atualização do histórico quando ocorre uma substituição. Foi também decidido acrescentar uma relação “HistoricoEstado” e um relacionamento entre esta e a relação “Ferramenta” para registrar as várias mudanças de estado das ferramentas e a duração de cada estado facilitando o cálculo de tempos por estado. Na Figura 10 ilustra-se a versão final do esquema lógico da base de dados.

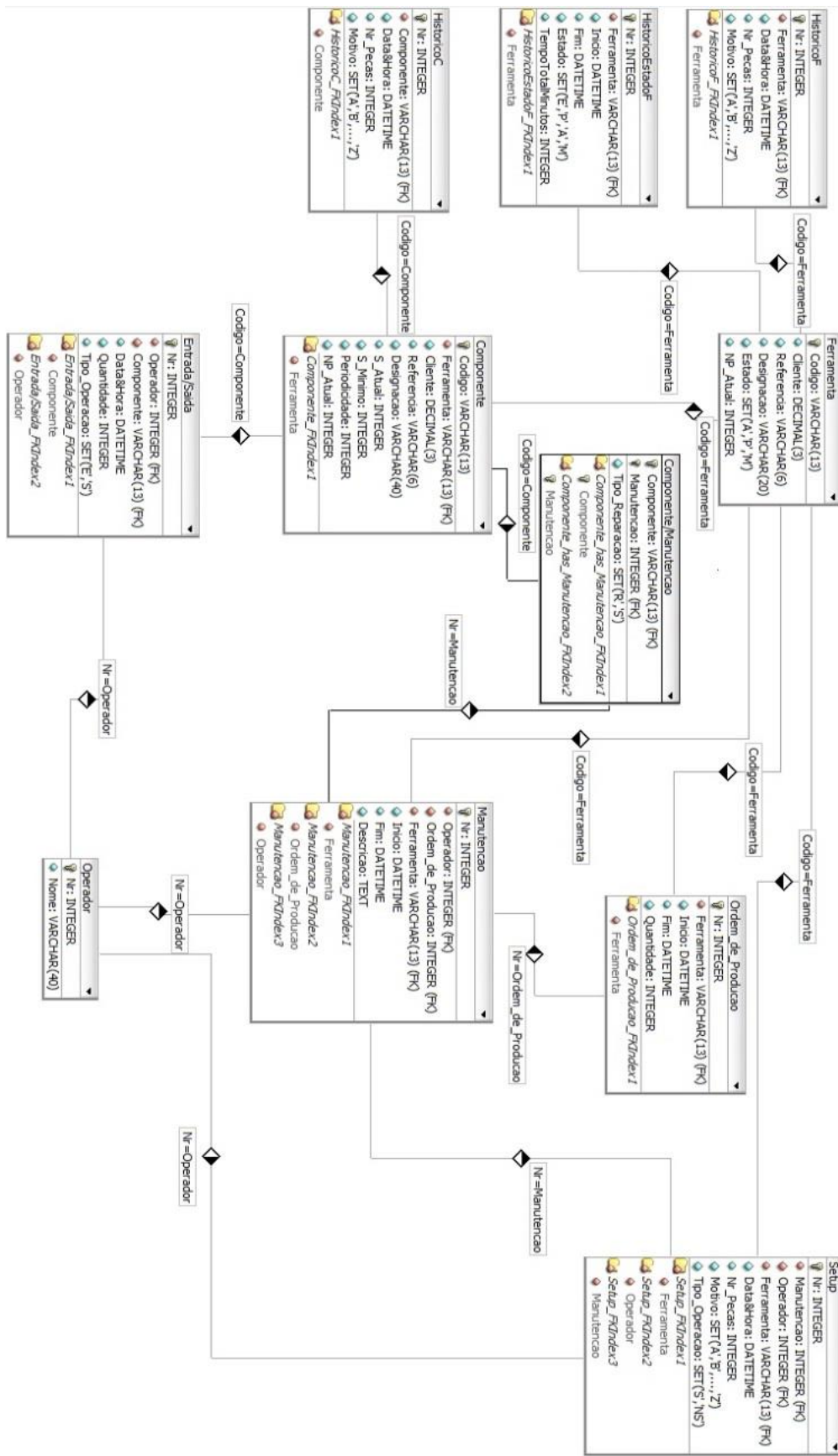


Figura 10 - Modelo Lógico Final da Base de Dados

5.1.3 Modelo Físico

Estando o modelo lógico revisto e finalizado falta apenas a sua transformação no modelo físico já no sistema de gestão de base de dados escolhido. O MySQL Workbench oferece a possibilidade de transformar qualquer modelo lógico previamente criado no modelo físico correspondente de forma automática. Esta opção é denominada como Forward Engineering.

Nesta fase o modelo lógico final está já criado e completo com todas as entidades, atributos e restrições necessárias, sendo por isso apenas necessário utilizar a opção de Forward Engineering existente no MySQL Workbench para obter o modelo físico correspondente e pronto a funcionar.

Depois deste passo foi necessário criar as transações necessárias para a interação da base de dados com o resto do programa.

Transações:

- RegistrarEntrada: regista a entrada de uma determinada quantidade de um componente e atualiza o *stock* do mesmo.
- RegistrarSaida: regista a saída de uma determinada quantidade de um componente e atualiza o *stock* do mesmo.
- RegistrarSetup: regista a montagem ou desmontagem de uma ferramenta, atualiza o estado da mesma e atualiza também o “NPAtual” da ferramenta e dos componentes que dela fazem parte.
- ResetNPC: retorna a zero o “NPAtual” de um componente e regista o valor anterior no histórico do mesmo.
- ResetNPF: retorna a zero o “NPAtual” de uma ferramenta e regista o valor anterior no histórico da mesma.

Fica assim deste modo a base de dados da aplicação pronta a ser utilizada.

5.2 Postos de Registo

A base de dados descrita acima irá ser povoada (inserção de registos) através de dois postos de registo, um na Estampagem e outro na Serralharia. No posto da Estampagem apenas serão registados os setups das ferramentas efetuadas pelos operadores. No posto da Serralharia serão registadas as atividades de manutenção e as alterações do *stock* dos componentes. Apesar de

terem propósitos diferentes a sua estrutura e o seu desenvolvimento são muito semelhantes pelo que podem ser explicados em conjunto.

Foi usada uma estrutura modular pois esta estrutura permite uma melhor organização do código e também permite que sejam feitas alterações em determinados módulos sem necessitar para isso de se alterar todo o código.

Os módulos foram agrupados em 3 camadas - Apresentação, Negócio e Dados – que serão de seguida explicadas. É possível visualizar esta arquitetura de 3 camadas na Figura 3 localizada no ponto Arquitetura da Aplicação.

5.2.1 Apresentação

Na camada Apresentação estão incluídos todos os módulos responsáveis pela interação com o utilizador. Estes módulos apenas apresentam e gerem o interface das aplicações e tratam o *input* do utilizador, passando-o depois para os módulos de Negócio. Deste modo qualquer alteração à interface apenas necessita de intervenção no módulo respetivo ficando o resto do programa igual. Segue-se uma lista dos módulos desta camada divididos por Posto.

1. Posto Estampagem:
 - a. PrincipalUI
2. Posto Serralharia:
 - a. PrincipalUI
 - b. IniciarManutencaoUI
 - c. FinalizarManutencaoUI
 - d. ReporComponenteUI
 - e. RetirarComponenteUI

A interface criada para ambas as aplicações necessitava de ser muito simples para evitar problemas de adaptação das pessoas da empresa à nova ferramenta informática. A Figura 11 ilustra a interface da aplicação usada no posto de Estampagem.

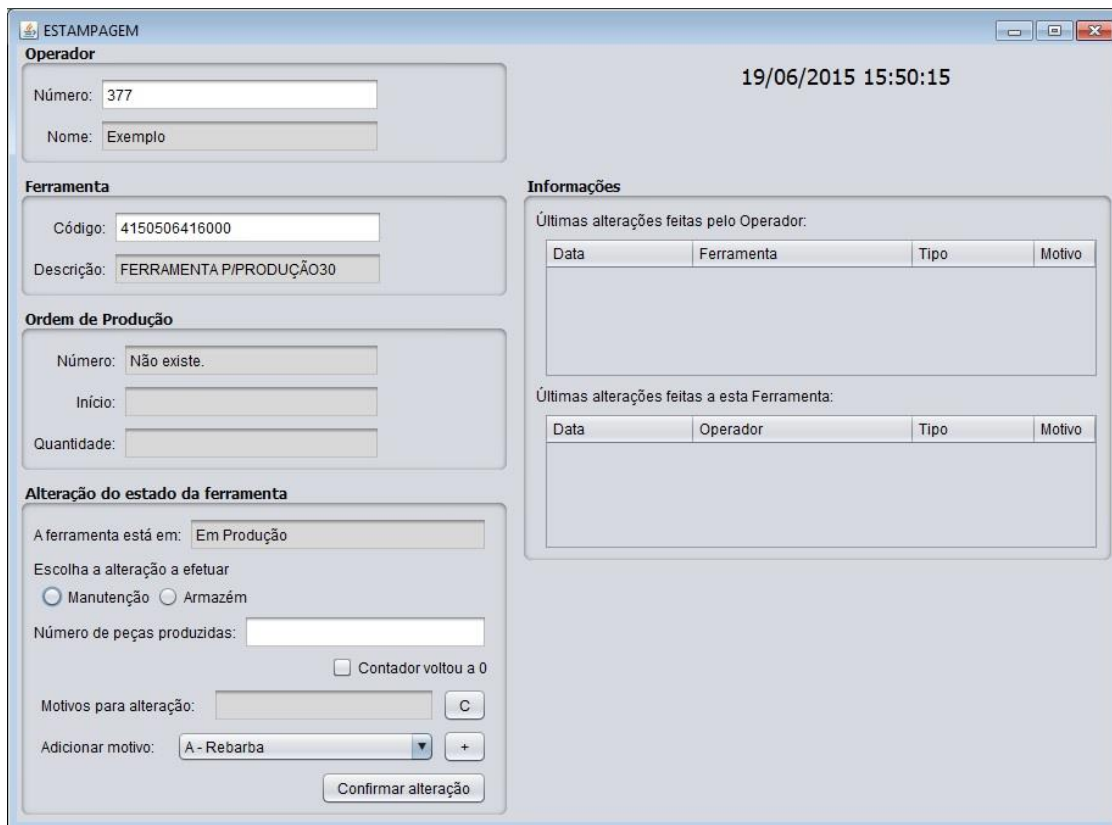


Figura 11 - Interface do Posto da Estampagem

Esta é a interface da aplicação usada para o Posto da Estampagem. Dado que neste posto apenas é possível registar as montagens e desmontagens das ferramentas esta é a única interface necessária. Na Figura 12 ilustra-se a interface da aplicação no Posto Serralharia.

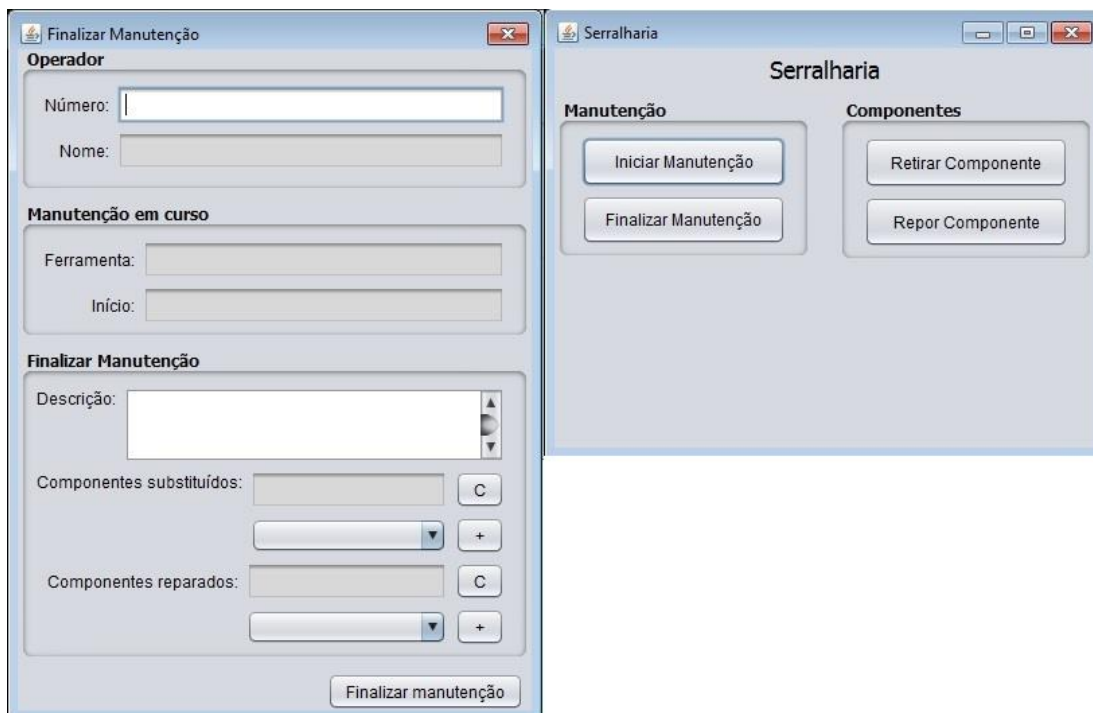


Figura 12 - Interface do Posto da Serralharia

No Posto Serralharia já é possível realizar várias operações sendo por isso necessário uma primeira janela para permitir a escolha da operação a realizar e depois uma janela para cada uma das diferentes operações.

5.2.2 Negócio

A camada de Negócio recebe o *input* já tratado a partir dos módulos da camada de Apresentação e realiza todas as operações necessárias, após as quais envia o *output* a ser apresentado de volta para os módulos de Apresentação.

Apesar de estes serem os módulos responsáveis por realizar as operações necessárias ao funcionamento do sistema eles não comunicam diretamente com a base de dados, necessitando para isso de pedir informações aos módulos de Dados. Os módulos desta camada são assim a parte central do sistema nos seus vários Postos. Segue-se uma lista dos módulos desta camada divididos por Posto.

1. Posto Estampagem:
 - a. ControladorEstampagem
2. Posto Serralharia:
 - a. ControladorManutencao
 - b. ControladorStock

5.2.3 Dados

A camada de Dados inclui os módulos que comunicam diretamente com a base de dados conforme os pedidos dos módulos de Negócio. Todas as operações de consulta e atualização da base de dados são efetuadas aqui.

Foi decidido criar um módulo para cada tabela existente na base de dados. Deste modo qualquer alteração feita a uma tabela da base de dados apenas obriga a alterar o módulo correspondente evitando alterações demoradas ao código. Segue-se uma lista dos módulos desta camada divididos por aplicação.

1. Posto Estampagem:
 - a. OperadorDAO
 - b. OrdemProducaoDAO

- c. SetupDAO
 - d. FerramentaDAO
2. Posto Serralharia:
- a. OperadorDAO
 - b. OrdemProducaoDAO
 - c. SetupDAO
 - d. FerramentaDAO
 - e. ManutencaoDAO
 - f. ComponenteDAO

5.3 Posto de Consulta

O Posto de Consulta irá permitir a visualização dos dados registados nos Postos de Registo e a impressão de relatórios com indicadores importantes para a avaliação do funcionamento da Serralharia da empresa.

Os indicadores escolhidos para serem incluídos nos relatórios numa primeira fase foram o Tempo Médio de Reparação (MTTR), o Tempo Médio de Funcionamento entre Avarias (MTBF) e a Fiabilidade.

O MTTR representa o tempo médio necessário para repor o sistema de volta ao seu normal funcionamento após uma avaria e permite avaliar a eficiência do processo de reparação.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo total das reparações}}{\text{Número total de avarias}}$$

O MTBF corresponde ao tempo médio de funcionamento até à próxima avaria. O MTBF permite determinar as ferramentas mais críticas e possibilita um melhor planeamento das operações de manutenção.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Número total de avarias}}$$

A Fiabilidade consiste numa proporção entre o número de avarias e o número de unidades produzidas para uma determinada ordem de produção.

$$\text{Fiabilidade} = \frac{\text{Número de avarias}}{\text{Número de unidades produzidas}}$$

O Posto de Consulta foi estruturado usando a mesma arquitetura de 3 camadas que foi utilizada nos Postos de Registo e que é possível visualizar na Figura 3.

A sua interface foi criada tentando mante-la o mais simples e intuitiva possível e pode ser visualizada na Figura 13.



The image shows a software window titled "Relatórios". It features a search interface with the following elements:

- Ferramenta:** A dropdown menu with the value "4150506416000" and a "Procurar" button.
- Descrição:** A text input field containing "Abraçadeira".
- Data inicial:** A date input field containing "14/10/2014".
- Data final:** A date input field containing "29/10/2015".
- Radio buttons:** Two options, "Cadastro" (which is selected) and "Indicadores".
- Button:** A "Criar Relatório" button.

Figura 13 - Interface do Posto de Consulta

O Posto de Consulta irá permitir ao seu utilizador procurar uma determinada ferramenta, visualizar os registos existentes e o valor atual dos indicadores para essa ferramenta e também efetuar a impressão dos registos e dos indicadores em dois relatórios distintos exemplificados na Figura 14 e Figura 15 respetivamente.

Cadastro de Ferramenta
4150506416000 - Abraçadeira

Estampagem				Serralharia					
Operador	Data&Hora Desmontagem	Motivo	Nº peças produzidas	Data&Hora Montagem	Operador	Data&Hora Inicio	Descrição	Data&Hora Fim	Componentes substituidos
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M
V/for Costa	14-10-2015 15:55	A,B	150.000	14-10-2015 16:45	José Vilaça	14-10-2015 16:05	Afiamento Geral punções	14-10-2015 16:35	4A, 20M

De 14/10/2015 até 29/10/2015

Criado a 30/10/2015

Página 1/1

Figura 14 - Relatório com os Registos Existentes

Relatório de Indicadores

4150506416000

Abraçadeira

De 14/10/2014 até 29/10/2015

Indicador	Valor
MTRR (Mean Time To Repair)	65 minutos
MTBF (Mean Time Between Failures)	5 dias, 3 horas e 15 minutos
Fiabilidade	0,00003

Criado a 30/10/2015

Figura 15 - Relatório de Indicadores

6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Estando o projeto concluído pretende-se neste último capítulo avaliar se os objetivos propostos foram cumpridos.

No início do projeto existia a ideia de que a Serralharia da empresa necessitava de passar o registo das operações de manutenção do suporte em papel para um Sistema de Informação. Ao longo do projeto esta ideia ganhou força e tornou-se cada vez mais pertinente ao ver e compreender a situação real na Serralharia da empresa.

Partindo dos objetivos definidos no início do projeto foi realizada uma análise de requisitos que se revelou importante para o posterior desenvolvimento do Sistema de Informação.

Muito cedo no desenvolvimento tomou-se a decisão de utilizar uma arquitetura de três camadas (Figura 3) em conjunto com uma estrutura modular para cada um dos três Postos que constituíam o Sistema de Informação. A arquitetura de três camadas escolhida facilitou muito algumas mudanças que foram feitas à base de dados pois, devido à separação por camadas, apenas foi necessário efetuar alterações na camada de dados.

O primeiro teste de utilização do Sistema desenvolvido foi feito no dia-a-dia da empresa por dois trabalhadores, um da Serralharia e um da Estampagem, com o objetivo de corrigir possíveis *bugs* e aferir se a interface era de fácil utilização e do agrado dos trabalhadores. Os resultados deste primeiro teste foram positivos. A interface revelou-se de fácil aprendizagem para os trabalhadores e estes mostraram interesse no Sistema de Informação desenvolvido e nas suas possibilidades futuras.

Na correção dos *bugs* encontrados no primeiro teste de utilização a estrutura modular escolhida revelou-se acertada pois permitir localizar e corrigir muito mais eficientemente os *bugs* existentes.

Após a correção dos *bugs* encontrados no teste de utilização chegou-se à versão atual do Sistema de Informação. Na versão atual, o Sistema de Informação permite o registo e a consulta dos dados relativos às operações de manutenção efetuadas pelos trabalhadores da Serralharia de empresa. Possibilita também o controlo de *stock* dos componentes utilizados na manutenção das ferramentas, criando alertas automaticamente quando o *stock* de um componente fica abaixo do seu valor mínimo. O Sistema de Informação desenvolvido efetua o cálculo automático dos três indicadores escolhidos (MTTR, MTBF e Fiabilidade) podendo no futuro ser atualizado com mais indicadores que se considere pertinentes. Além das funcionalidades descritas acima que faziam

parte dos objetivos iniciais foi também incluída no programa a possibilidade de gerar relatórios automaticamente mas, devido ao pouco tempo disponível para o aprofundar desta funcionalidade, só existem ainda dois tipos de relatórios possíveis e estes ainda se encontram muito simplificados.

Em relação à diminuição dos custos de manutenção, ao melhor planeamento conjunto da manutenção e da produção, e ao aumento do tempo produtivo das ferramentas não é possível efetuar (no momento da escrita desta dissertação) uma análise a longo prazo devido ao Sistema criado estar ainda no início da sua utilização. No entanto, com base nos dados recolhidos e nas opiniões dos trabalhadores da empresa recebidas até este momento acredita-se que os objetivos de diminuição dos custos de manutenção, melhor planeamento conjunto da manutenção e produção e aumento do tempo produtivo das ferramentas são alcançáveis no futuro.

Considera-se que o Sistema de Informação desenvolvido poderá ser uma base importante para a implementação de uma metodologia de manutenção preventiva na empresa, ficando assim o último objetivo cumprido.

Uma parte ainda pouco desenvolvida do Sistema de Informação é a criação automática de relatórios que pode ser expandida adicionando opções para novos tipos de relatórios e melhorando a apresentação e estruturação dos dois tipos já existentes.

Devido à estrutura modular adotada no desenvolvimento do Sistema de Informação e dos três Postos que o constituem é possível adaptar e adicionar facilmente módulos com novas funcionalidades.

Uma possibilidade interessante a explorar seria o planeamento automático das atividades da Serralharia tendo por base as ordens de produção existentes na Estampagem. Esta via de desenvolvimento futuro está dependente da implementação com sucesso de uma metodologia de manutenção preventiva na Serralharia da empresa, para assim o Sistema de Informação poder calcular automaticamente as necessidades de manutenção das várias ferramentas com base nas suas ordens de produção e nos dados registados anteriormente.

BIBLIOGRAFIA

- Brito, M. (2003). Manual Pedagógico PRONACI Manutenção.
- Carnero, M. C. (2005). Selection of diagnostic techniques and instrumentation in a predictive maintenance program. A case study. *Decision Support Systems*, 38, 539–555. <http://doi.org/10.1016/j.dss.2003.09.003>
- Cassady, C. R., & Kutanoglu, E. (2003). Minimizing Job Tardiness Using Integrated Preventive Maintenance Planning and Production Scheduling. *IIE Transactions*, 35(January), 503–513. <http://doi.org/10.1080/074081703004416>
- Connolly, T., & Begg, C. (2004). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation and Management* (4 Edition). Addison Wesley.
- Correia, J. (2006). *Diagramas de Casos de Uso*. Retrieved from <http://www.dsc.ufcg.edu.br/~sampaio/cursos/2007.1/Graduacao/SI-II/Uml/diagramas/usecases/usecases.htm>
- Dekker, R. (1996). Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 51, 229–240. [http://doi.org/10.1016/0951-8320\(95\)00076-3](http://doi.org/10.1016/0951-8320(95)00076-3)
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable Author. *Information Systems Research*, 3(1), 60–95.
- Fernandez, O., Labib, A. W., Walmsley, R., & Petty, D. J. (2003). A decision support maintenance management system. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(8), 965–979. <http://doi.org/10.1108/02656710310493652>
- Halsall, D. N., & Price, D. H. R. (1999). A DSS approach to developing systems to support production planning and control in smaller companies. *International Journal of Production Research*, 37(January), 1645–1660. <http://doi.org/10.1080/002075499191175>
- INE, I. N. de E. (2015). *Empresas em Portugal 2013*.
- Kans, M. (2008). An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems. *Computers in Industry*, 59(1), 32–40. <http://doi.org/10.1016/j.compind.2007.06.003>
- Labib, A. W. (1998). World-class maintenance using a computerised maintenance management system. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(1), 66–75.
- Madu, C. N. (2000). Competing through maintenance strategies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17(9), 937–949. <http://doi.org/10.1108/02656710010378752>
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance* (Second Edi). New York: Industrial Press Inc.