



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Francisco Costa Ribeiro

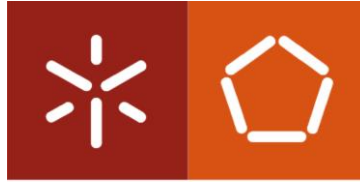
Manufacturing Resource Planning

Manufacturing Resource Planning

Francisco Costa Ribeiro

UMinho

dezembro de 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Francisco Costa Ribeiro

Manufacturing Resource Planning

Dissertação de Mestrado
Mestrado integrado em Engenharia e Gestão de
Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Jorge Oliveira e Sá

dezembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente, aos meus pais gostaria de agradecer por tornaram não só possível, mas também mais fácil toda esta minha jornada na Universidade do Minho.

À empresa MGC - Acabamentos Têxteis, S.A., especialmente, ao Eng. Manuel Almeida, gostaria de agradecer pela possibilidade de realizar a minha dissertação em meio empresarial, que apesar das circunstâncias (pandemia COVID-19), me permitiu conhecer um pouco mais sobre esta indústria e o funcionamento do mercado de trabalho.

A todos os professores que fizeram parte desta minha jornada na Universidade do Minho, um agradecimento por todo o conhecimento transmitido.

Ao meu orientador, professor Jorge Oliveira e Sá, um agradecimento por toda a ajuda e paciência ao longo da conceção desta dissertação.

Por fim, a todos os grandes amigos que fiz, obrigado por tornarem esta jornada muito melhor.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio, nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Manufacturing Resource Planning

No mundo atual, a agilidade de processos empresariais tem um papel fundamental na rentabilidade de uma empresa. Para procurar esta rentabilidade, após os anos 60, as empresas começaram a investir no desenvolvimento dos sistemas de informação das mesmas. Com o passar dos anos, estas tecnologias tornaram-se indispensáveis para o sucesso de qualquer empresa. Por consequência, mais e mais empresas se dedicaram ao desenvolvimento destes sistemas e o preço de obtenção dos mesmos atingiu valores bastante altos.

Um dos sistemas que as empresas optam por adquirir são os MRP. Estes sistemas são dependentes de alguns outros, como sistema de controlo de stocks e planeamento de produção. Aquando da decisão de inserir um MRP nos sistemas existentes na empresa, surgem certos problemas para a gestão de uma fábrica. Entre estes, o custo do mesmo, a compatibilidade com outros sistemas existentes e o seu tempo de implementação. A partir deste momento, é necessário decidir o que será melhor: adquirir um MRP ou desenvolver um adequado à empresa.

Esta dissertação focar-se-á em comparar estas duas opções, tendo em conta alguns dos pontos críticos do processo de aquisição/desenvolvimento e implementação de um MRP. Como a MGC optou por desenvolver o seu MRP, será também apresentado o trabalho feito no processo de desenvolvimento do mesmo.

O desenvolvimento do MRP foi planeado para as funcionalidades mais críticas na visão da gestão da MGC. Assim, o MRP é capaz de utilizar os dados do planeamento de produção, stocks existentes e encomendas de compra para fazer uma previsão de quando existirão faltas de stock para garantir a produção planeada.

Relativamente à comparação entre comprar e desenvolver um MRP, a escolha final irá depender do estado atual da empresa em questão, em termos de desenvolvimento dos sistemas de informação, e dos objetivos da mesma.

Palavras-chave: Agilidade de processos, controlo de stocks, Manufacturing resource planning, planeamento de produção, sistemas de informação.

ABSTRACT

Manufacturing Resource Planning

Nowadays, business process agility plays a key role in a company's profitability. To seek this profitability, after the 60s, companies began to invest in the development of their information systems. Over the years, these technologies have become indispensable for the success of any company. As a result, more and more companies have dedicated themselves to the development of these systems and the price to obtain them reached very high values.

One of the systems that companies choose to purchase is MRP. These systems are dependent on some others, such as inventory control and production planning. When deciding to insert an MRP into the company's existing systems, certain problems arise for the company management. Among these, the cost of it, the compatibility with other existing systems and its implementation time. From this moment on, it is necessary to decide which will be better: acquire an MRP or develop one that suits the company.

This dissertation will focus on comparing these two options, considering some of the critical points in the acquisition/development and implementation process of an MRP. As MGC chose to develop its MRP, the work done in its development process will also be presented.

The development of the MRP was planned for the most critical functionalities according to the MGC management. Thus, MRP can use data from production planning, existing stocks and purchase orders to forecast when there will be stockouts to ensure planned production.

Regarding the comparison between buying and developing an MRP, the final choice will depend on the status of the company in question, in terms of information systems development, and its objectives.

Keywords: information systems, inventory control, Manufacturing Resource Planning, Process agility, production planning.

ÍNDICE

1	Introdução.....	1
1.1	Problema.....	1
1.2	Situação atual da empresa.....	2
1.3	Objetivos e resultados esperados.....	3
1.4	Empresa.....	4
1.4.1	Preparação.....	5
1.4.2	Tinturaria.....	6
1.4.3	Acabamento.....	6
1.5	Metodologia de trabalho.....	7
1.6	Estrutura.....	7
2	Estado da arte.....	9
2.1	ERP.....	9
2.1.1	Definição.....	9
2.1.2	História.....	9
2.1.3	Arquitetura.....	10
2.1.4	Vantagens/Desvantagens.....	11
2.2	MRP.....	13
2.2.1	Definição.....	13
2.2.2	Funcionamento.....	14
2.2.3	Benefícios.....	15
3	Comprar vs Desenvolver.....	16
3.1	Vantagens e Desvantagens.....	17

3.1.1	Tempo	17
3.1.2	Custos.....	18
3.1.3	Suporte.....	20
3.1.4	Longevidade do produto.....	22
3.1.5	Riscos.....	23
3.1.6	Personalização/Integração	24
4	Projeto MRP-MGC.....	25
4.1	Levantamento de requisitos	25
4.2	Design.....	28
4.3	Implementação	29
4.3.1	Interface	29
4.3.2	Backend.....	32
4.4	Impacto na organização	37
5	Conclusões, Limitações e trabalhos futuros	39
	Bibliografia	41
	Apêndice I – Especificação de Requisitos de Software	42
	Apêndice II – Especificação de Design de Software	55

LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

CRM	Customer Relationship Management
DBMS	Data Base Management System
ERP	Enterprise Resource Planning
MES	Manufacturing Execution System
MPS	Master Production Schedule
MRP	Material Requirements Planning
MRPII	Manufacturing Resource Planning
ROP	Reorder point System
SCM	Supply Chain Management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos sistemas de controlo de produção.....	10
Figura 2 - Esquema convencional de planeamento	14
Figura 3 - Funcionalidades do Sistema	27
Figura 4 - Interface MRP com necessidades	29
Figura 5 - Interface MRP com compras.....	30
Figura 6 - Interface de pesquisa de artigo.....	31
Figura 7 - Interface de alertas	31
Figura 8 - Interface de artigo com alerta	32
Figura 9 - Tabela de stocks	32
Figura 10 - Tabela de encomendas a fornecedores	33
Figura 11 - Tabela de necessidades.....	34
Figura 12 - Tabela de planeamento	35
Figura 13 - Procedimento de cálculo de saldo por dia.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Operações do processo de preparação.....	5
Tabela 2 - Vantagens ERP	11
Tabela 3 - Desvantagens ERP	13
Tabela 4 - Vantagens e Desvantagens relativamente ao Tempo.....	18
Tabela 5 - Vantagens e Desvantagens relativamente a Custos	20
Tabela 6 - Vantagens e Desvantagens relativamente a Suporte	21

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema

O principal objetivo de uma indústria é produzir o máximo possível com o menor número de falhas. Assim, uma das áreas a que devem estar atentas é o seu processo produtivo, com o desenvolvimento da tecnologia tornou-se imperativo que este seja ágil e isso pode ser conseguido através da informatização da produção. Esta informatização possibilita a adaptação a mudanças rápidas no planeamento de produção, reduzindo ou até eliminando desperdícios e paragens na linha de produção, atrasos nas entregas das encomendas, falta de matérias-primas necessárias à produção, defeitos nos produtos, alterações nas encomendas, etc.

A agilidade é necessária porque uma pequena falha numa etapa de fabrico pode afetar tanto a unidade em causa como todas as outras em produção numa fábrica, gerar uma necessidade de reorganização, gerar novas necessidades e aumentar o tempo de fabrico. Facilmente se percebe que quanto mais rápido a empresa conseguir reagir a este percalço, menor será a probabilidade de falhar o prazo de entrega. Assim, começou a evolução dos sistemas informáticos de controlo de produção.

Tendo em conta que a capacidade de processamento dos dados produzidos pelas máquinas de uma linha de produção tem aumentado, o investimento em tecnologia torna-se algo inevitável. Levando a que quem investe, não só mais, mas principalmente melhor, tenha mais probabilidades de bater a concorrência. O estado-da-arte da tecnologia permite que uma empresa possa ter um sistema de controlo de produção capaz de replanear toda a produção em questão de minutos, mas com sistemas mais datados, pode demorar horas a fazer o mesmo trabalho.

Espera-se que um sistema de controlo de produção, permita planear e replanear a produção, e ainda verifique e controle os stocks das matérias-primas e materiais necessários para garantir a produção. Percebe-se que a necessidade de verificar e controlar stocks é muito importante para garantir a rentabilidade do processo produtivo. Muitas das vezes esse controlo é feito pela experiência de alguns funcionários que tentam garantir que nenhuma

matéria-prima e material se esgote em armazém, e estes não têm a capacidade de prever que uma matéria-prima ou material que não exista em armazém será realmente necessária no futuro, acabando por realizar a encomenda ao fornecedor mesmo que, posteriormente se verifique que não é necessária.

Quando uma empresa se depara com a necessidade de ter um sistema de controlo de produção moderno, os decisores internos terão de decidir comprar uma solução que exista no mercado e, de certeza terão o trabalho de a adaptar e integrar com os sistemas existentes, ou poderão desenvolver uma solução adaptada à necessidade da empresa.

Este projeto de dissertação segue a segunda opção. O trabalho ocorreu em contexto organizacional, estando a empresa a conceber um sistema de controlo de produção, optando ainda por adicionar a elaboração de um módulo de controlo de stocks. Assim, a conceção e desenvolvimento de um novo software tende a ser uma tarefa demorada dependendo da complexidade e dimensão do processo a informatizar. Neste caso, a implementação de uma nova solução já existente no mercado tinha uma previsão temporal de duração de dois anos. Duração esta considerada demasiada para a necessidade da empresa.

1.2 Situação atual da empresa

Para facilitar a compreensão do trabalho desenvolvido e a decisão tomada pela empresa, convém ter em conta o ponto de situação da empresa em termos tecnológicos. Será, também, conveniente indicar que a empresa usualmente desenvolve *in house*, módulos ou *features* para o controlo de produção existente.

No momento da iniciação deste projeto, encontrava-se também já em desenvolvimento um sistema de controlo de produção. Apesar de parecer algo estranho, o objetivo deste projeto não será ficar em funcionamento por um longo período de tempo, mas sim para servir como transição.

A empresa considerou que o seu sistema de controlo de produção já se encontrava obsoleto. Esta ideia será facilmente compreendida tendo em conta que o servidor onde este sistema estava alojado teve o seu lançamento em 1988. Assim sendo, as tecnologias em que o sistema foi desenvolvido já se encontram ultrapassadas fazendo com que os tempos de processamento sejam bastante lentos comparativamente aos de tecnologias mais atuais.

Acrescentando a isto, ainda existia o facto de os operários de máquina serem obrigados a introduzir dados, isto mostra o quão datado era o sistema com uma *user experience* que não era a melhor.

Apercebendo-se da necessidade de mudança, a direção da empresa decide então reformular o seu arsenal tecnológico. O objetivo que acabam por definir é adquirir um software de controlo de produção, mas deparam-se com o longo período de implementação que será necessário. A necessidade de atualização é tão grande que precisaram de encontrar a solução. É neste momento que aparece a ideia de começarem um desenvolvimento faseado, começando pelas partes mais críticas.

A partir daqui, começa o planeamento e desenvolvimento do sistema de controlo de produção. Ao qual, mais tarde seria adicionado o sistema de controlo de stocks, que daria origem ao projeto adjacente a esta dissertação.

Geralmente, as empresas que desenvolvem os sistemas de controlo de produção também desenvolvem sistemas de controlo de stocks associados. O projeto que esta dissertação retrata poderá vir a ser substituído pelo sistema de controlo de stocks associado ao sistema de controlo de produção adquirido pela empresa. Tudo dependerá do sucesso do mesmo.

1.3 Objetivos e resultados esperados

Esta dissertação tem como objetivo principal descrever todas as etapas percorridas para a conceção de um módulo de controlo de stocks para a MGC.

O produto final foi desenvolvido segundo as necessidades desta empresa têxtil e, assim sendo, algo desenvolvido numa empresa de um setor diferente ou com outra metodologia de trabalho poderá conter etapas distintas. Mesmo assim, o trabalho descrito deverá indicar alguns pontos importantes a considerar durante o desenvolvimento de uma aplicação similar. Serão também comparados os pontos mais importantes na tomada de decisão entre desenvolver ou adquirir um MRP. Isto com o intuito de, no fim, criticar a opção tomada pela MGC.

1.4 Empresa

A Indústria Têxtil e Vestuário (ITV) é um dos setores mais importantes para a economia nacional tendo, em 2018, gerado um volume de negócios de 7,6 mil milhões de euros, dos quais 5,3 mil milhões advieram de exportações. É assim o setor responsável por cerca de 10% das exportações nacionais, sendo também um dos poucos setores de atividade com saldo positivo na balança comercial. A ITV divide-se em dois setores: setor têxtil e o setor de vestuário, sendo cada um direcionado para uma produção diferente. O setor têxtil é responsável pela obtenção de fibras, fios e tecidos e, posteriormente, pelos respetivos tratamentos a nível de tinturaria e acabamentos. O setor de vestuário trata da transformação dos materiais em vestuário, passando por atividades como o corte, confeção e acabamentos. A MGC - Acabamentos Têxteis é uma unidade industrial que remata o processo de produção de tecidos e malhas, a nível de tinturaria e acabamentos, estando em constante processo evolutivo, incorporando novas tecnologias nos processos. A fábrica divide-se em dois setores: tecidos e malhas, que diferem no tipo de processo utilizado, uma vez que no setor dos tecidos predominam os processos em contínuo e nas malhas os processos por esgotamento.

A presente dissertação foi realizada na empresa MGC – Acabamentos Têxteis, S.A, parte integrante do grupo TMG (Têxteis Manuel Gonçalves) localizada em Ronfe, Guimarães.

A TMG foi fundada em 1937, inicialmente sob o nome Fábrica de Fiação e Tecidos de Manuel Gonçalves, em São Cosme do Vale, Vila Nova de Famalicão, focando-se na indústria têxtil. Posteriormente, expandiu os seus negócios para áreas como o setor automóvel, energético entre outros. Assim, em 1960, nasce a TMG - Acabamentos Têxteis com o intuito de atuar na parte do tingimento de tecidos e malhas. Em 2017, surgiu uma parceria com a Carrington (antiga Pincroft), empresa inglesa sediada em Lancashire, especializada na produção de fatos de trabalho, e a TMG, dando origem à MGC – AT. A meta de produção da MGC-AT é de 18 milhões de metros de tecido por ano. A MGC-AT foca-se na área de tinturaria, englobando o branqueamento e o tingimento de produtos têxteis, e na área de acabamentos têxteis. A área de trabalho divide-se na área das malhas e na dos tecidos, tendo sido este trabalho realizado na área de acabamento de tecidos. Desde a parceria com a Carrington a produção da empresa destina-se principalmente a *workwear* (fardas hospitalares, batas, entre outros) e cerca de 70% desta produção requer do uso de branqueadores óticos.

O conhecimento dos fatores químicos e dos fenômenos físicos associados aos processos têxteis é essencial para entender o procedimento complexo que dá origem ao produto final. O processo têxtil começa pela transformação das fibras têxteis em fios (fiação) sendo seguida da transformação dos fios em tecido (tecelagem). Por fim, antes de seguir para o processo de confecção, o tecido passa pela fase de ultimação. Esta fase compreende a preparação, tingimento e acabamento do tecido.

A preparação do tecido consiste na remoção de impurezas, na melhoria da estrutura do tecido ou na realização de outras operações, tais como o enrolamento, secagem ou branqueamento. Em segundo lugar, o tecido passa para a fase de tingimento, onde é tingido tendo em conta a tonalidade desejada e, por fim, segue para a fase de acabamento, onde o tecido adquire as propriedades pretendidas pelo cliente.

1.4.1 Preparação

Nesta fase, o artigo em cru segue um circuito de preparação, que irá depender do tipo de artigo e da sua constituição. Para que o processo de tingimento apresente bons resultados é necessário remover do interior das fibras as impurezas existentes, melhorar a estrutura para aumentar a resistência e até remover a cor natural do material (branqueamento).

O processo de preparação começa com o enrolamento, que consiste na transferência do tecido para o cavalete, facilitando o manuseamento do tecido ao longo do processo.

As restantes operações pelas quais o tecido poderá passar, dependendo do seu circuito, estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 - Operações do processo de preparação

Operação	Descrição
Gasagem	O tecido é passado rapidamente por uma chama que elimina fibras soltas, permitindo diminuir a formação de borboto.
Desencolagem	Elimina-se a goma introduzida nos fios que conferiu resistência ao fio durante o processo de tecelagem. Este processo confere ao artigo um toque mais suave.
Mercerização	Otimização das características da fibra de algodão, nomeadamente, o brilho, afinidade aos corantes e a resistência, através da passagem do tecido sob tensão num banho de soda cáustica.

Caustificação	Tratamento de artigos de algodão com uma solução alcalina de soda cáustica, a uma concentração inferior à usada na mercerização e superior à usada na fervura alcalina, a temperatura elevada melhorando a absorção de corantes.
Termofixação	Processo essencial para artigos com fibras termoplásticas, como o poliéster, elastano e poliamidas, onde ocorre a relaxação das tensões previamente introduzidas no processo de fabrico dando estabilidade dimensional aos tecidos.
Branqueamento	Neste processo dá-se a remoção da cor natural da fibra que por apresentar na sua constituição celulose exibe uma coloração amarelada, como se verifica no caso do algodão.
Secagem	Após o branqueamento e entre processos de tingimento de tecidos é necessário secar o material, pois quando saem das máquinas estão molhados.

1.4.2 Tinturaria

A secção da tinturaria está separada em processos contínuos e em processos por esgotamento. O processo começa com a imersão do tecido no banho de tingimento no qual o material absorve alguns comprimentos de onda e reflete outros. Após a imersão, o tecido passa por uma fase de montagem em que as partículas de corante da fase líquida se movem até ao material e se ligam à superfície da fibra. De seguida, ocorre a difusão/migração, onde se dá a penetração do corante até ao interior da fibra. Por fim, o corante liga-se à fibra (fixação). O tipo de corante usado no processo de tinturaria depende da composição do tecido, uma vez que diferem no modo de fixação à fibra.

1.4.3 Acabamento

Os acabamentos de um tecido podem ser efetuados por processos químicos e/ou mecânicos. Quando se aplica um produto químico sobre o tecido por impregnação, isto é, o banho é forçado a penetrar no interior de tecidos a partir de cilindro, trata-se de um processo químico pois modifica o tecido física e/ou quimicamente. No caso de um processo mecânico, este modifica o aspeto/toque do tecido, ou seja, modifica as suas características físicas.

1.5 Metodologia de trabalho

Para o desenvolvimento da solução, optou-se pela metodologia em cascata (Waterfall). Esta decisão baseou-se no facto da equipa de trabalho ser constituída apenas pelo aluno, tendo por vezes algum apoio de outros membros do departamento de sistemas de informação da empresa. Também foi tido em conta que todos os requisitos e pressupostos estavam bem definidos no início do projeto, não existindo em vista grandes alterações aos mesmos.

Assim, optou-se por esta metodologia mais rígida ao invés de uma metodologia ágil, a qual não traria grande vantagem.

Por falta de tempo para a conclusão de todas as etapas da metodologia, neste documento só irão ser abordadas as primeiras três etapas: levantamento de requisitos, design e implementação. As restantes etapas serão concluídas posteriormente por outro membro do departamento que estiver a acompanhar o projeto.

1.6 Estrutura

Ao longo deste documento, serão abordados vários temas para contextualizar o leitor. Inicialmente, vai ser apresentado o problema existente na empresa e as motivações para o desenvolvimento do projeto.

De seguida, será descrito o extenso processo de fabrico habitual associado a uma empresa de acabamentos. Esta descrição servirá mais tarde para apoiar a ideia de que desenvolver software a medida pode ser vantajoso em certos casos.

Posteriormente, irá ser feita uma introdução sobre as áreas relevantes para o trabalho, tais como, o conceito de Enterprise Resource Planning (ERP) e Material Requirement Planning (MRP). Vão ser apresentadas as características destes softwares, também será abordada a história dos mesmos, como evoluíram e o impacto que tiveram nas empresas. De maneira a tornar possível a compreensão do trabalho desenvolvido na empresa, também será descrito o funcionamento de um MRP.

Para criticar a decisão tomada pela empresa, irá ser feita uma comparação entre as vantagens e desvantagens de comprar um produto existente no mercado com as mesmas de um produto desenvolvido à medida. Serão comparados pontos como tempo de desenvolvimento e implementação, duração do software, suporte, custos e riscos.

Por fim, será apresentado todo o trabalho desenvolvido ao longo do projeto. Primeiramente, toda a documentação acerca do mesmo e, de seguida, uma demonstração do resultado final.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 ERP

2.1.1 Definição

Enterprise Resource Planning (ERP) ou Enterprise Systems (ES) são softwares para gestão de negócio, que abrangem módulos de suporte a várias áreas, tais como, planejamento, produção, vendas, marketing, distribuição, contabilidade, finanças, gestão de recursos humanos, gestão de projetos, gestão de inventário, serviços, manutenção e transportes(Rashid et al., 2002).

2.1.2 História

Os sistemas ERP seguiram de perto o espetacular desenvolvimento nas áreas de hardware e software dos sistemas de computadores. Por volta dos anos 60, aparecem os Reorder Point Systems (ROP) que usam o histórico de necessidades para prever o futuro das mesmas (Rondeau & Litteral, 2001). Estes sistemas foram desenvolvidos em linguagens como COBOL, ALGOL e FORTRAN. Os sistemas Material Requirements Planning (MRP) seguiram-se, nos anos 70, e tinham como objetivo principal o planejamento das partes ou produtos necessários de acordo com o plano geral de produção (Master Production Schedule (MPS)). Nos anos 80 foram introduzidos os sistemas Manufacturing Resource Planning (MRP II) com a ênfase de otimizar os processos de manufatura sincronizando a chegada dos materiais com os requisitos da produção. Os sistemas MRP II incluíam áreas como o chão de fábrica e gestão de distribuição, gestão de projetos, finanças, recursos humanos e engenharia. Os sistemas ERP apareceram no final dos anos 80 do século passado, com o poder de coordenação e integração inter-funcional por toda a empresa. Baseado nos pilares dos sistemas MRP e MRP II, os sistemas ERP integram processos de negócio como manufatura, distribuição, contabilidade, finanças, gestão de recursos humanos, gestão de projetos, gestão de inventário, serviços e manutenção, e transportes, oferecendo acessibilidade, visibilidade e consistência por toda a empresa(Rashid et al., 2002). Quando analisadas em detalhe, cada uma das etapas da

evolução destes sistemas representa o próximo passo lógico na inovação tecnológica no controlo de produção (Rondeau & Litteral, 2001).

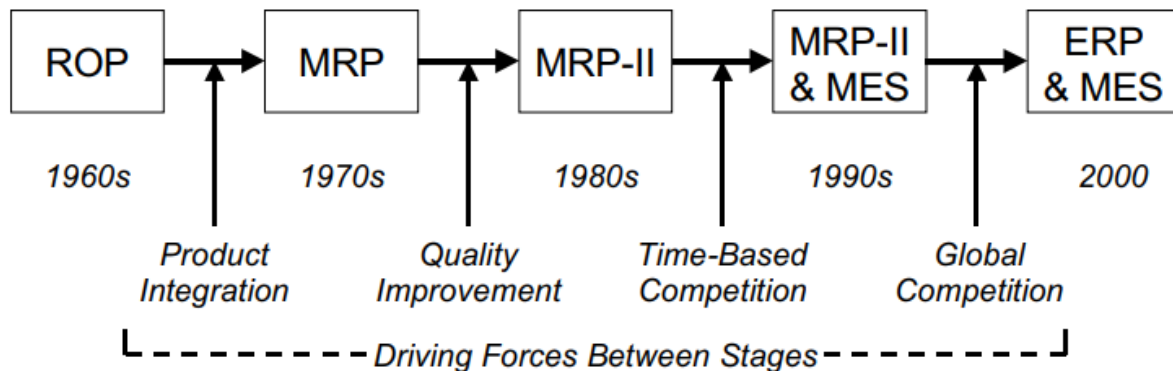


Figura 1 - Evolução dos sistemas de controlo de produção

2.1.3 Arquitetura

Os vendedores de sistemas ERP, baseados na experiência dos sistemas MRP e outros softwares ligados a finanças, começaram a reparar nas limitações dos sistemas de informação usados nas grandes empresas nos anos 70 e 80. Alguns destes sistemas eram desenvolvidos dentro da própria empresa enquanto outros eram desenvolvidos por diferentes vendedores que usavam sistemas de gestão de base de dados, linguagens e pacotes diferentes, criando soluções incompatíveis que partilha de dados entre si impossíveis. Começou a tornar-se difícil o incremento da capacidade desses sistemas ou o seu upgrade consoante as alterações nas estratégias de negócio das empresas e objetivos das mesmas (Rashid et al., 2002).

Atualmente, um sistema ERP apresenta as características:

- Ter um design modular suportando múltiplos módulos de negócio (produção, distribuição, contabilidade, finanças, etc.);
- Usar um sistema de gestão de base de dados centralizado (DBMS);
- Os módulos são integrados e fornecem dados comuns a todos os módulos, aumentando a transparência;
- Geralmente, são sistemas complexos e envolvem um custo elevado;
- São flexíveis e oferecem as melhores práticas de negócio;

- Requerem um desenho e configuração demorados para integrar com as funções de negócio da empresa;
- Os módulos trabalham em tempo real, tanto *online* como em *batch*.

2.1.4 Vantagens/Desvantagens

Estas características na arquitetura de um ERP contribuem para a flexibilidade, rapidez e confiança nos processos de uma empresa.

A existência de um DBMS centralizado, onde estão armazenados todos os dados da empresa, evita a redundância de dados e operações. Isto irá reduzir o tempo com operações sobre os dados e também irá criar confiança nos mesmos.

Com este controlo melhorado sobre os processos empresariais, poderão ser reduzidos os tempos de entrega e custos. Um dos pontos que poderá contribuir para isto será, por exemplo, uma análise mais fácil das zonas vulneráveis numa linha de produção.

A modularidade destes sistemas irá contribuir para a escalabilidade e adaptabilidade. Um comprador poderá optar por adquirir apenas um módulo que considere necessário e, no futuro, adicionar outros módulos consoante as suas necessidades.

Grande parte dos vendedores de sistemas ERP oferecem também a possibilidade de um contrato de manutenção. Este contrato será vantajoso para garantir o bom funcionamento e atualização do software.

Tabela 2 - Vantagens ERP

Vantagem	Como
Acesso a informação de confiança	DBMS comum a toda a empresa, dados consistentes, <i>reports</i> melhorados
Evita redundância de dados e operações	Módulos acedem aos mesmos dados da base de dados central, evita vários inputs de dados e operações de alteração (<i>update</i>)
Redução do tempo de entrega	Minimiza as devoluções
Redução de custos	Poupança de tempo, controlo melhorado das decisões de análise organizacional por toda a empresa
Fácil adaptabilidade	Processos de negócio são fáceis de adaptar e reestruturar
Escalabilidade melhorada	Design modular com <i>add-ons</i>
Manutenção melhorada	Contrato alongado com o vendedor do sistema
Extensão global	Módulos estendidos como CRM e SCM

Apesar de todas as vantagens existentes na utilização de um ERP, existem também certas desvantagens associadas. A maior parte destas estão interligadas com a sua implementação e manutenção.

O primeiro problema encontrado com a implementação de um ERP será o seu custo. A aquisição destes sistemas pode chegar aos milhões de euros dependendo da sua complexidade. Considerando que dificilmente os processos de negócio existentes na empresa estarão em perfeita sintonia com o funcionamento do novo sistema, a reengenharia destes processos pode também ter um custo bastante elevado.

Seguindo a ideia de, geralmente, existir uma necessidade de alteração de processos, haverá também um elevado consumo de tempo para concluir este trabalho.

A existência de um grande número de *features* e módulos num sistema ERP, pode também tirar o foco do objetivo principal desta implementação.

A implementação de módulos adquiridos a empresas diferentes, pode criar um problema de conformidade entre os mesmos. Sendo desenvolvidos com arquiteturas, sistemas de gestão de base de dados e processos diferentes, poderá ser difícil integrá-los corretamente e aproveitando todas as suas capacidades.

Assim sendo, para minimizar estes problemas referidos, os responsáveis por este trabalho devem focar-se apenas nos módulos necessários e simplificar os processos, problemas sensíveis e políticas internas.

A aquisição de sistemas a vendedores com falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento poderá também comprometer a escalabilidade e extensão de um ERP. Este problema acontecerá mais frequentemente com vendedores de menor dimensão, mas será sempre um ponto a ter em conta na tomada de decisão.

Tabela 3 - Desvantagens ERP

Desvantagem	Como
Consumo de tempo	Minimizar os problemas sensíveis, políticas internas e criar consenso.
Dispendioso	Adquirir apenas o necessário e simplificar os processos.
Conformidade dos módulos	A arquitetura e os componentes do sistema devem estar em conformidade com o processo de negócio, cultura e os objetivos estratégicos da organização
<i>Features</i>	Um sistema ERP pode ter muitas <i>features</i> e módulos, o utilizador tem de considerar cuidadosamente e implementar o que é mais necessário
Escalabilidade e extensão global	Procurar vendedores com investimento em pesquisa e desenvolvimento, comprometidos com o produto e os serviços

2.2 MRP

2.2.1 Definição

O dicionário APICS, que contém mais de 4.800 termos e definições relevantes para os profissionais de gestão de cadeia de abastecimento (SCM), define MRP como:

Um conjunto de técnicas que usa os dados da estrutura dos produtos, os dados dos inventários, e o planeamento geral de produção (MPS) para calcular as necessidades de materiais. Faz recomendações para criar pedidos de materiais. Mais, como é baseado no tempo, faz recomendações para reagendar pedidos abertos quando as datas de vencimento do pedido e as datas de chegada das necessidades estão desfasadas. O MRP começa com os itens listados no planeamento geral de produção e determina a quantidade de componentes e materiais necessários para fabricar esses itens e a data em que esses componentes e materiais são precisos. O MRP está finalizado quando lança a lista de materiais necessários, ajustando consoante as quantidades em inventário e em pedidos pendentes, compensando os requisitos líquidos pelos prazos adequados.

2.2.2 Funcionamento

O objetivo principal de um MRP é gerar informações precisas sobre inventário a fim de determinar as quantidades certas de encomenda na hora certa (Benton & Shin, 1998). Com isto, será possível reduzir os custos de manter inventário (Towers et al., 2005).

Assim sendo, é essencialmente uma ferramenta de cálculo. O planeamento geral de produção insere sinais de necessidades para o MRP, que por sua vez cria uma lista de encomendas sincronizada baseada no inventário (inventário existente juntamente com as encomendas por entregar) e na estrutura dos produtos. Estas encomendas têm data e quantidade, estes elementos são os requisitos necessários para a sincronização. Estes requisitos são inseridos num sistema de execução de manufatura. E, posteriormente, são transformados em ordens de transferência para os centros de distribuição, em ordens de fabrico a serem agendadas nas áreas de produção, e em ordens de compra a serem transmitidas aos fornecedores (Ptak & Smith, 2016).

A Figura 2 mostra este planeamento convencional:

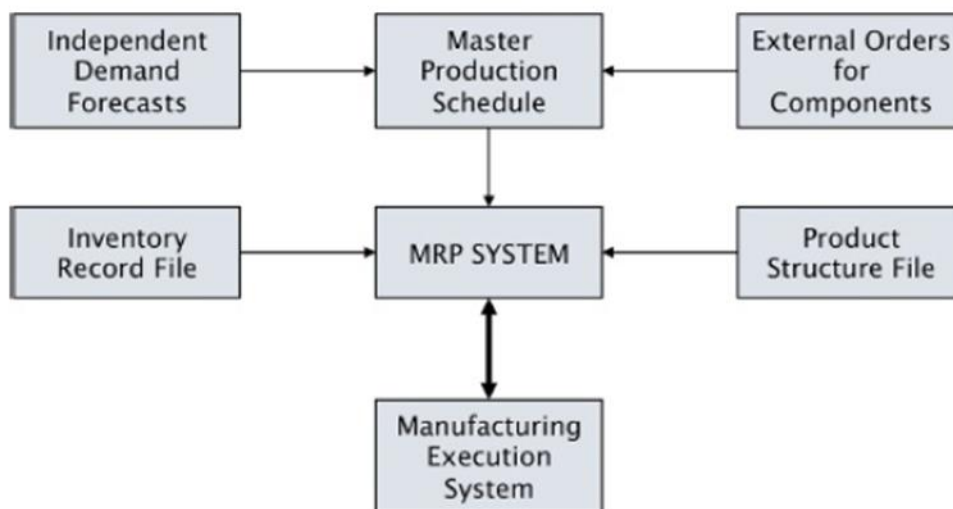


Figura 2 - Esquema convencional de planeamento

Os requisitos para iniciar o MRP são simples:

- O planeamento geral de produção está especificado em termos de estrutura dos produtos;
- Cada item possui um número único (*index*);
- A estrutura dos produtos existe no momento do planeamento (*product structure file*);

- Existem dados sobre todos os materiais em inventário (*inventory record file*).

Quando todos estes requisitos estão reunidos no sistema do computador, o programa *batch* do MRP pode iniciar. Para se esperar algum resultado aceitável, o seguinte é assumido:

- Os dados nos ficheiros estão 100% corretos e completos;
- Os tempos de espera são fixos e conhecidos;
- Todo o inventário entra e sai de stock;
- Nenhuma ordem começa sem ter todos os componentes disponíveis;
- Todos os componentes podem ser medidos e contados;
- Cada ordem pode começar e acabar por si mesma.

2.2.3 Benefícios

Towers et al. (2005) consideram que os benefícios de uma implementação de sucesso de um MRP podem ser encontrados no planeamento e controlo da produção, na performance da produção e nos resultados financeiros/empresariais:

1. Planeamento e controlo da produção:
 - a. Melhor agendamento da produção;
 - b. Melhor controlo de inventário;
 - c. Redução de escassez de componentes;
2. Performance da produção:
 - a. Redução dos tempos de entrega;
 - b. Cumprimento de datas de entrega;
 - c. Redução dos custos de produção;
3. Resultados financeiros/empresariais
 - a. Melhores estimativas de custos;
 - b. Maior satisfação dos clientes;
 - c. Melhor serviço ao cliente.

3 COMPRAR VS DESENVOLVER

Considerando a existência de vários sistemas ERP e MRP no mercado, é necessário compreender as motivações que levaram a empresa a desenvolver a sua própria solução. Esta necessidade é ainda mais acentuada quando a MGC já possui alguns módulos SAP em funcionamento.

Desde o momento em que a empresa sentiu a falta de apoio informatizado no planeamento de stocks, o objetivo foi definido como implementar um sistema de controlo de produção juntamente com um sistema de previsão e otimização de stocks.

Depois de ter definido o plano de adquirir estes sistemas, a empresa procurou as melhores soluções existentes no mercado. Ficaram então duas empresas definidas como principais candidatas: SAP, empresa esta que forneceu os módulos de gestão em uso, e a DATATEX, que no passado já forneceu softwares de controlo de produção para a MGC.

Sabendo que esta implementação não é um trabalho fácil (Ang et al., 2001; Towers et al., 2005) e que casos de sucesso da mesma não são comuns (Sum et al., 1999), surge o grande problema: o tempo até à sua finalização é demasiado elevado. Pelas previsões feitas na empresa de acabamentos têxteis, com uma implementação sem grandes percalços e considerando todas as burocracias associadas, tudo isto só estaria em completo funcionamento dentro de dois anos. Este elevado tempo de implementação deve-se a vários fatores: a complexidade dos sistemas a adquirir, a dependência de outros módulos e o elaborado processo de fabrico.

Mas nos dias que correm as necessidades de uma empresa têm de ser supridas o mais rapidamente possível. Assim sendo, a empresa teve de procurar alternativas de curto prazo que fossem capazes de atender as suas necessidades. Existindo na empresa uma equipa de informática com conhecimento do processo de funcionamento da fábrica, foi a esta que a empresa recorreu. Claro que existiria um tempo de desenvolvimento, que no caso da compra não existiria, e apenas depois a implementação. Assim sendo, as características do software teriam de ser bastante diferentes e reduzidas para tornar esta opção mais favorável. Foi então definida uma lista de funcionalidades chave a desenvolver.

Aquando deste pedido ao departamento de desenvolvimento da empresa, foi marcado que esta seria também uma boa altura para procurar e introduzir novas pessoas no departamento. Neste momento, surge o convite à Universidade do Minho para a realização do estágio em empresa com o objetivo de desenvolver um MRP.

3.1 Vantagens e Desvantagens

3.1.1 Tempo

Aquando da decisão de adquirir um software para uma empresa, um dos pontos mais críticos será sempre o tempo necessário para que a solução esteja em completo funcionamento. Este tempo é dividido em duas fases: desenvolvimento e implementação. Poderíamos também considerar o tempo com burocracias para iniciar os projetos, mas como pode ser tão subjetivo não irá ser abordado. Segundo Li et al. (2001), a implementação de um MRP pode demorar de 5.8 a 17 anos.

Na opção de criar a sua própria solução dentro da empresa, existiria um tempo de desenvolvimento. Este será dependente das funcionalidades necessárias, quanto mais se restringir estas funcionalidades mais rapidamente estará acabado. Como em qualquer projeto de desenvolvimento informático, a experiência e capacidade da equipa de trabalho será fator determinante não só na qualidade do produto final como na rapidez de entrega deste. Por fim, as equipas informáticas de uma empresa que não esteja ligada diretamente ao setor informático, tal como a MGC, dificilmente terão apenas o seu foco num projeto o que poderá influenciar bastante o tempo de desenvolvimento.

O tempo de desenvolvimento não existe na opção de adquirir um software a uma empresa como a SAP ou DATATEX pois as suas soluções já estão acabadas. Aliás, poderia ser adquirido um software desenvolvido à medida a uma destas empresas de desenvolvimento, mas os custos seriam tão elevados com aprendizagem do processo de fabrico, alojamento da equipa contratada, tempo de desenvolvimento, que essa hipótese nem foi considerada. Ainda mais, a MGC teria de aceitar todas as condições adjacentes ao serviço contratado.

É claro que o tempo de desenvolvimento ao comprar uma solução é inexistente e o tempo de desenvolvimento para criar uma é dependente das características pedidas, da capacidade da equipa de desenvolvimento e do foco que esta equipa terá no projeto.

Relativamente ao tempo de implementação, o tempo necessário para adquirir e implementar uma aplicação já existente é elevado, isto deve-se ao facto de as aplicações existentes no mercado serem genéricas, de forma a conseguirem abranger o maior número de possíveis necessidades, e, muitas vezes, dependem de outros módulos que terão de ser adquiridos. As empresas, geralmente, optam por implementar o módulo financeiro, de seguida, o módulo de contabilidade e, só depois, o módulo de produção, necessário ao MRP (Li et al., 2001), ver tabela 4.

Para uma solução desenvolvida à medida, a implementação costuma ser bastante rápida, pois o processo de desenvolvimento é realizado tendo em atenção as condições existentes na própria empresa.

Em conclusão, após comparar estes dois pontos críticos, é possível compreender que adquirindo uma solução o tempo necessário até que esta esteja em funcionamento poderá ser mais elevado.

Tabela 4 - Vantagens e Desvantagens relativamente ao Tempo

Pontos	Adquirir	Desenvolver
Tempo de desenvolvimento	Não é considerado pela empresa que pretende adquirir.	Dependente das características necessárias/definidas.
Tempo de implementação	Geralmente, bastante elevado. Dependente do software adquirido e das suas correlações com outros módulos.	Bastante reduzido.

3.1.2 Custos

Após comparar o fator tempo, os custos associados são um fator relevante na decisão de adquirir ou desenvolver um produto.

A aquisição de um MRP é sempre dispendiosa (Ang et al., 1995, 2001), podendo chegar às centenas de milhares de euros. Por outro lado, se optar por desenvolver uma solução à medida, terá de se considerar quatro pontos fundamentais: equipa de desenvolvimento/implementação, software para o desenvolvimento e para executar o MRP

(licenças de bases de dados, ...), hardware para o desenvolvimento e para colocar o MRP em produção e cobrir todo o processo de manutenção e evolução do MRP.

Tendo em conta estes quatro pontos, o desenvolvimento na empresa é menos custoso que adquirir um sistema por umas centenas de milhares de euros.

Considerando que os custos da equipa de desenvolvimento já estão inseridos nos custos do próprio departamento, não existe um custo adicional comparando com um período em que não existe o desenvolvimento deste tipo de aplicações.

Considerando o custo do software, verifica-se que não existe um custo adicional, pois o software necessário para o desenvolvimento já existe, bem como o software para colocar o produto em produção. Por outro lado, empresas grandes como a SAP cobram valores elevados pelas suas soluções, na ordem das centenas de milhares de euros. Estes valores são justificados pela qualidade da solução e das provas de retorno em muitas outras empresas.

Para alojar qualquer aplicação ou software, será necessária uma máquina/servidor que seja capaz de estar funcional o máximo de tempo durante um ano, de preferência durante todo ele. Atualmente, existe um processo de migração das aplicações alojadas em servidores dos clientes para soluções em *cloud*. Esta migração traz vantagens para o vendedor, não só uma maior margem de lucro, mas também um maior controlo e facilidade de manutenção dos próprios serviços. De qualquer das maneiras existe sempre um custo associado a alojamento das soluções: ou o vendedor propõe solução em *cloud* que acarreta um custo do servidor onde esta estará alojada, ou a empresa compradora é obrigada a adquirir um servidor, ou no melhor dos casos a empresa compradora já possui um servidor no qual pode alojar a solução juntamente com outras que já possua.

Após todo o processo de desenvolvimento (se existir) e de implementação, convém as empresas garantirem que, no caso de alguma falha, exista uma equipa disponível para a resolver. Assim sendo, adquirindo a aplicação a uma empresa externa, geralmente, é celebrado um contrato de manutenção. Tendo a solução sido desenvolvida na própria empresa, mais uma vez, o departamento de informática será encarregue desta tarefa.

Para finalizar, é possível perceber que os custos são dependentes de muitos fatores e que estes são bastante elevados. No caso da MGC o orçamento ronda os oitocentos mil euros para a aquisição de um software de controlo de produção e stocks. Comparando isto com o salário

de três/quatro empregados durante um ano, dá para concluir qual a opção mais vantajosa em termos monetários para uma empresa.

Tabela 5 - Vantagens e Desvantagens relativamente a Custos

Pontos	Adquirir	Desenvolver
Custo da equipa de desenvolvimento e/ou Implementação	Bastante elevado.	Geralmente, mais reduzido. Já considerado nos custos do departamento.
Custo do software	Bastante elevado.	Considerado nos custos do departamento.
Custo de servidores	Pode ou não existir (soluções <i>cloud</i>). Quando existe, tende a ser elevado.	Dependente da existência e partilha com outros serviços/aplicações existentes.
Custo da manutenção	Dependente do contrato.	Já considerado nos custos do departamento.

3.1.3 Suporte

Um dos fatores críticos de sucesso considerados por Ang et al. (1995) para o sucesso da implementação de um MRP é o suporte oferecido pelo vendedor. A partir do momento em que uma solução se encontra em funcionamento numa empresa acontecem problemas/falhas. Para minimizar o impacto destas mesmas falhas, convém garantir que existe uma equipa de suporte disponível para atuar o mais rapidamente possível.

Associado à aquisição de um produto costuma vir também um contrato de suporte/manutenção. Este contrato deve garantir que uma equipa especializada na solução está disponível sempre que for necessária. Quando a solução for desenvolvida pelo departamento informático da empresa, este mesmo irá ficar encarregado do suporte. Inicialmente, isto até poderá ser vantajoso porque o departamento tem todo o conhecimento e pode atuar rapidamente. Mas com o passar do tempo as equipas sofrem alterações com contratações e despedimentos o que pode levar a uma perda de conhecimento sobre a solução.

O contrato celebrado com o vendedor engloba também a manutenção dos servidores necessários, enquanto na empresa o departamento de informática irá necessitar de pessoal

com conhecimento desta área. Geralmente, as empresas já possuem este pessoal especializado, mas irá ser sempre mais um recurso ocupado.

Relativamente à disponibilidade do suporte, a empresa contratada para fornecer o suporte a uma solução em *cloud*, normalmente, irá ser bastante rápida a atuar pela sua obrigação de disponibilidade de uma equipa para esse efeito e pelo facto de não precisar de se deslocar ao local. Caso tenha de se deslocar ao local, este apoio irá atrasar-se. No caso de o suporte estar entregue ao departamento informático da própria empresa, este não terá atrasos de deslocação, mas poderá ter problemas de alocação de recursos. O departamento pode estar focado noutros projetos e ter de dividir atenções.

Comparando a duração do suporte nestas duas condições, algo fornecido por uma empresa especializada irá ser sempre mais duradouro. Existindo um contrato, a empresa tem de garantir uma equipa capaz de realizar o trabalho. Sendo o departamento informático encarregue deste trabalho, existirá sempre a necessidade de passagem de conhecimento quando as pessoas abandonam os projetos.

Em conclusão, qualquer das opções de suporte terá as suas vantagens e desvantagens, mas uma equipa contratada para este efeito deverá ser a melhor escolha, tanto pela disponibilidade como pela especialização do serviço.

Tabela 6 - Vantagens e Desvantagens relativamente a Suporte

Pontos	Adquirir	Desenvolver
Suporte especializado	Equipa de suporte é sempre especializada na solução.	Equipa pode alterar e deixar de ter conhecimento aprofundado sobre a solução.
Suporte sobre servidores/Aplicação	Suporte é responsável por servidores e aplicação. Contrato engloba as duas partes.	Suporte sobre os servidores requer conhecimentos que as equipas de desenvolvimento podem não possuir.
Suporte sempre disponível	Existindo um contrato, o suporte tem de estar sempre disponível. Em <i>cloud</i> , o suporte deverá ser bastante rápido, mas na empresa este poderá demorar.	Departamento informático pode estar ocupado com outros projetos e dificultar o suporte, ou deixar os outros projetos de lado.
Suporte duradouro	Geralmente, as empresas disponibilizam suporte durante bastante tempo.	Irá sempre depender da continuidade da equipa que desenvolveu o projeto ou da passagem de conhecimento.

3.1.4 Longevidade do produto

Outro ponto bastante importante na tomada de decisão de comprar ou desenvolver um MRP é a longevidade esperada desse produto. Quanto mais tempo este durar, mais rentabilidade terá o investimento feito.

Esta janela temporal em que o MRP será útil é sempre difícil de calcular pois depende de muitos fatores. Uma das principais razões que aumenta a longevidade da solução será a existência de um contínuo desenvolvimento sobre a mesma ou, se pelo contrário, aquando da entrega da mesma o projeto irá ser finalizado.

Numa aplicação desenvolvida dentro de portas, a decisão de continuar o desenvolvimento após o lançamento ficará entregue aos responsáveis pelo projeto.

Quando se adquire uma solução, espera-se sempre que esta garanta a atualização constante do produto através de *updates* regulares. Uma empresa que não garanta que os seus produtos se adequam às alterações das legislações ou das necessidades dos seus clientes, irá cada vez menos atrair novos clientes e acabará também por perder os que já tem. Assim sendo, a maioria das empresas garante a evolução contínua nos seus produtos.

O conhecimento da equipa de desenvolvimento sobre MRPs será também algo fulcral no sucesso do produto (Ang et al., 1995). Aqui poderemos considerar que a equipa de desenvolvimento de uma empresa especializada em softwares de gestão, terá bastante mais conhecimento da área que uma equipa de desenvolvimento de uma empresa especializada noutra área.

Tendo em conta estes pontos, podemos concluir que, à partida, adquirir um produto será melhor em termos de longevidade do mesmo. Para colocar a opção de desenvolver no mesmo patamar, seria necessário que os responsáveis garantissem atualizações constantes, o que nem sempre acaba por acontecer, levando a que os projetos ficam obsoletos, e que a equipa de desenvolvimento da empresa tivesse disponibilidade para estudar e especializar-se no desenvolvimento de MRPs, o que dificilmente acontecerá.

3.1.5 Riscos

Como em qualquer outro projeto existem riscos que são importantes ter em atenção. No desenvolvimento de um MRP, os riscos que se podem encontrar estão maioritariamente ligados com o tempo de conclusão do projeto e a qualidade da solução.

Existe um risco comum a desenvolver e comprar uma solução, nomeadamente, o atraso nas entregas ou falha no cumprimento dos prazos (Ang et al., 2001), na realidade, este é um risco comum a quase todos os projetos e são mais os projetos que falham os prazos estabelecidos do que os que acabam cumprindo. Para mitigar este risco, é preciso gerir o projeto profissionalmente, e, mesmo assim, existe uma lista infinita de fatores que podem invalidar todos os planeamentos feitos.

Ao contrário da aquisição de um software em que a qualidade deve ser parcialmente, ou até totalmente, conhecida, quando se opta por desenvolver, esta qualidade só poderá ser confirmada no fim do projeto. Isto pode ser considerado um risco. As soluções existentes no mercado, na maioria dos casos, estão a ser trabalhadas há vários anos e já foram testados em vários sectores de atividade, caso tenham reconhecimento dos seus utilizadores, pode ser considerado que têm qualidade. O que acabar sendo desenvolvido dentro de uma empresa, não dependerá apenas da capacidade da equipa de informática, mas também do foco que conseguirão ter no projeto e na gestão que o mesmo tiver.

Apesar de existir a possibilidade de aquisição de produtos no mercado para o apoio de certas áreas de negócio, tal como um MRP, dificilmente será algo *plug and play* (Ang et al., 2001). Na generalidade, será necessária uma equipa para introduzir o produto na empresa e fazer as necessárias adaptações para garantir 100% de usabilidade. O incumprimento destes objetivos, por parte da equipa contratada para o efeito, poderá ser o maior risco na decisão de adotar algo já existente.

Assim sendo, podemos verificar que ambas as hipóteses terão riscos para a empresa e, em grande parte, estes estarão relacionados com a entrega atempada do que estiver planeado.

3.1.6 Personalização/Integração

Por último, podemos considerar um dos pontos mais importantes para a tomada de decisão de uma empresa. White et al. (1982) consideram que um dos grandes problemas com a implementação de um MRP o quão adequado é o sistema para a realidade da empresa. Tendo em conta que, na generalidade, as empresas possuem necessidades diferentes e também, dependendo da magnitude da empresa, já estão mais ou menos informatizadas, a personalização e a possibilidade/facilidade de integração com outras soluções será, provavelmente, o ponto mais crítico e que criará maior debate.

Como deverá ser do conhecimento geral, existem empresas que desenvolvem soluções de gestão integradas que cobrem todas as áreas de negócio. Como seria de esperar, estas grandes empresas não têm como principal foco a personalização nem a criação de ferramentas para facilitar a integração com outras soluções. Na realidade, estes sistemas abrangentes têm tendência a ter um grau de dificuldade elevado no que toca a personalização e a integrações com os mesmos. Esta dificuldade acaba por reduzir a possibilidade de escolha no futuro. Uma empresa que opte por um software de uma empresa A e mais tarde tenha a vontade de adicionar um módulo de gestão produzido por uma empresa B, poderá ter que deixar essa ideia de lado pela dificuldade de integrar as soluções das duas empresas, por muito que o software da empresa B fizesse mais sentido atendendo às necessidades.

Por vezes, acaba-se por ir desenvolvendo módulos mais pequenos dentro da própria empresa. Estes, claramente, serão bastante personalizados. Ainda mais, caso a empresa invista no trabalho constante em novos módulos, a integração entre estes será bastante mais simples. Tudo isto, tendo em conta que o trabalho é feito de forma organizada.

Com isto, podemos chegar à conclusão que adquirir algo poderá ser um entrave no futuro relativamente a integrações e personalização. Apesar do desenvolvimento *in house* conseguir resolver estes problemas, a empresa em questão terá sempre de ter em atenção ao modo como aborda estes projetos. Projetos mal-organizados poderão levar a processos ineficientes e a posteriores desperdícios de tempo.

4 PROJETO MRP-MGC

O projeto de desenvolvimento do MRP foi estruturado seguindo a metodologia em cascata (Waterfall). Esta metodologia baseia-se em 5 etapas:

1. Levantamento de requisitos;
2. Design;
3. Implementação;
4. Verificação;
5. Manutenção.

Como o nome indica, cada uma das etapas será iniciada após o fim da etapa anterior. Ao contrário das metodologias ágeis, bastante usadas hoje em dia, é necessário um planeamento e definição de requisitos mais rígidos pois não existe grande liberdade para alterações após o início da implementação.

Os dois fatores que contribuíram para a adoção desta metodologia foram: o facto de todo o trabalho ser feito pelo aluno; e, os requisitos da aplicação já estarem bem definidos antes do arranque do desenvolvimento, não havendo planos para alterações.

Devido a falta de tempo para completar todo o processo, as etapas de verificação e manutenção não foram iniciadas.

De seguida, serão explicadas as etapas concluídas juntamente com a documentação criada para cada uma.

4.1 Levantamento de requisitos

Para esta fase do projeto, foi criado um documento com o intuito de facilitar a compreensão dos interessados no processo de desenvolvimento da solução. Este documento pode ser consultado no Apêndice I.

Para poupar o leitor da leitura na íntegra do documento, irão, de seguida, ser abordados e resumidos os tópicos mais importantes encontrados no mesmo.

Numa primeira parte, é feita uma introdução ao projeto. Aqui é explicado o propósito do documento: descrever os requisitos do software que posteriormente será desenvolvido. São

definidos como público-alvo os *developers* do projeto e a direção da empresa. Por fim, o âmbito do produto é apresentado como a necessidade de uma previsão de stocks para evitar problemas na produção da fábrica.

De seguida, encontra-se uma descrição geral do projeto. Aqui podemos encontrar as principais funções que se pretendem desenvolver. Neste caso, considerou-se a consulta do detalhe da previsão e a funcionalidade de correr a previsão como as funções com maior impacto na aplicação. Com o detalhe da previsão, pretende-se que o utilizador consiga entender quando e porque existirão falhas de stock na empresa. Para isto, a aplicação deverá ser capaz de mostrar os dados de stock inicial, as necessidades por artigo e por dia, e as encomendas de compra também por artigo e dia. A funcionalidade de correr a previsão estará programada para correr duas vezes por dia, sem ser necessária intervenção de um utilizador. Mas, pretende-se também que o utilizador consiga despoletar uma nova previsão sem precisar de esperar pela próxima previsão programada.

Neste mesmo capítulo, é explicado que não haverá distinção entre utilizadores. Pelo facto de grande parte das funcionalidades serem de consulta de dados, a empresa considerou não haver necessidade de restringir certos utilizadores de algumas funcionalidades.

Para concluir esta secção, são enumerados os pressupostos e dependências para o bom funcionamento da aplicação final. Neste caso, o funcionamento do MRP estará dependente de dois módulos: um de planeamento de produção, que irá alimentar as necessidades da previsão do MRP; outro de gestão de stocks em armazém e de encomendas de compra planeadas, para alimentar os stocks iniciais considerados e os aumentos dos mesmos no futuro.

Posteriormente, são descritas todas a funcionalidades do sistema. Estas estão resumidas no seguinte diagrama de casos de uso.

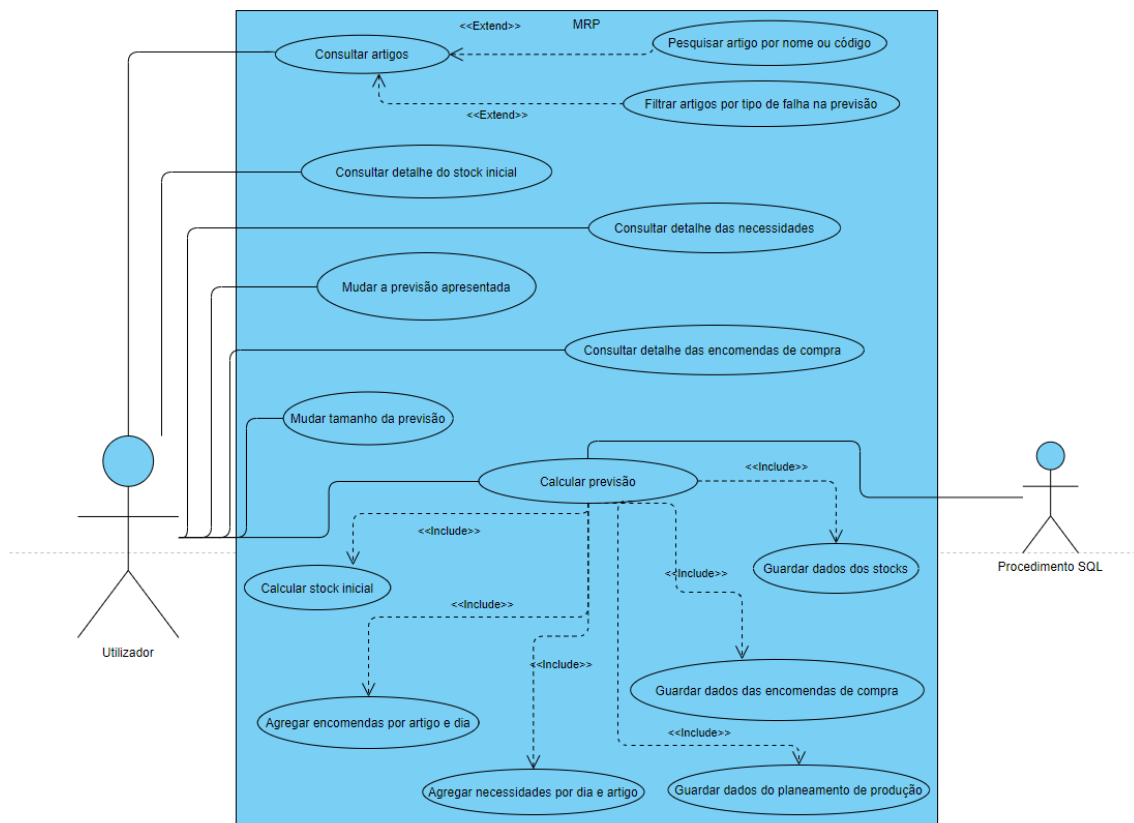


Figura 3 - Funcionalidades do Sistema

Para cada uma das funcionalidades, foi feita uma descrição, indicada a prioridade da mesma, explicado o estímulo necessário e a sua resposta e, por fim, enumerados os requisitos funcionais necessários. Podemos usar o caso de uso “Correr a previsão” como exemplo:

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga despoletar o procedimento de cálculo da previsão para os próximos 30 dias. O procedimento deverá estar também programado para correr duas vezes por dia, de manhã e de tarde. Esta funcionalidade será mais útil no caso de haver bastantes alterações em encomendas. Nesse caso, seria necessária uma maneira de atualizar a previsão sem esperar pela próxima iteração do procedimento.

Visto que esta funcionalidade envolve toda a base do MRP, terá uma prioridade alta.

Estímulo/Resposta

Como não é necessário nenhum input para ser possível concluir a previsão, apenas será necessário um botão no cabeçalho da página. Caso o utilizador pressione este botão e confirme a sua vontade de correr a previsão, o procedimento irá começar em background.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados sobre as encomendas de compras e a previsão de entrega das mesmas;
- Dados do planeamento de produção;
- Dados dos stocks existentes no momento.

Este documento acaba com a descrição de outros requisitos não funcionais, mas estes não foram muito desenvolvidos nem abordados pela empresa.

4.2 Design

Na segunda fase do projeto, foi criado um documento de especificação de design do software. Como apresentado na introdução do mesmo, este tem o objetivo de expor os pontos tidos em conta durante a preparação do design da aplicação e também explicar todas as partes que irão ser desenvolvidas e a sua importância.

Após a introdução, é feita uma visão geral do sistema. Aqui é explicada que existe uma necessidade de previsão de stocks na empresa e que o MRP utilizará os dados produzidos pelos sistemas existentes na empresa para fazer esta previsão.

De seguida, encontramos as considerações feitas neste design. Apesar da inexistência de Pontos de Encomenda e Stock Mínimo dos artigos, foi considerado que mais tarde iria ser feito o levantamento dos mesmos. Para suprir este input necessário ao MRP, foram criadas tabelas com valores fictícios que mais tarde serão atualizadas. O MRP estará também dependente dos módulos de: planeamento de produção, stocks existentes e encomendas de compra. Neste ponto, é também explicado que o desenvolvimento estará focado na rapidez de utilização em consequência da utilização de memória. Para isto, todos os dados associados com uma previsão serão armazenados para posterior consulta.

Nas estratégias de arquitetura, foi definido que se pretende reutilizar os processos existentes na empresa que são necessários para este projeto. Um exemplo destes processos é o acesso aos stocks existentes no módulo de controlo de stocks da empresa (SAP). O desenvolvimento deverá também ser focado na modularidade e configurabilidade.

Os últimos dois pontos do documento focam-se na arquitetura do sistema. Esta é dividida em duas grandes partes, *frontend* e *backend*. O *frontend* da aplicação será a parte com a qual o

utilizador terá contacto e onde este poderá consultar os dados das previsões. Esta parte será desenvolvida em ASP.NET. O *backend* será a parte responsável por fazer os cálculos e retornar os dados para a interface de utilizador. Esta segunda parte poderá ser ainda dividida em várias, tais como: encomendas, necessidades, stocks, planeamento e API. As subpartes encomendas, necessidades e stocks serão responsáveis por agrupar e armazenar os dados que servirão de input para a subparte de planeamento que será responsável por transformar estes inputs numa previsão. A subparte da API será responsável por retornar os dados armazenados para popular a interface.

4.3 Implementação

4.3.1 Interface

Manufacturing Resource Planning													20211101210112					
X5300002I	Descrição: ACIDO ACETICO GLACIAL											Stock Mínimo: .00	P. Encomenda: .00	Unl. Medida: KG				
Semanas	44-2021	45-2021	46-2021	47-2021	48-2021	49-2021	50-2021	51-2021	52-2021	03-2022	02-2022	03-2022	04-2022	05-2022	06-2022			
Stock Inicial	70.28																	
Encomendas	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00			
Necessidades	35.67	2.29	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00			
Saldo Final	34.61	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32	32.32			

MRP - Necessidades para a semana 45-2021													Detalhe Stock				
Unid.Prod	Seqe	Codigo Artigo	Cor	Qt.LProd	UM	Maquina	Receita	Lit.s/Res	Qt.Produto	UM	Prazo	Enc.Linha	NomeCliente	Arma	Lote	Quantidade	UnM
469633(*)	01	P 33111 00 HC76 AP822		440.0	MT	472F2	AZP-0822	146.3	2,290.6	GR	2021-11-19	ATB01254 0010	Carrington Textiles Eu	9B	X003940006	.50	KG
														9B	X004217001	.50	KG
														9B	X004556011	.50	KG
														9B	X004556012	2.40	KG
														9B	X005142001	2.00	KG
														9C	X000421006	64.38	KG
														2M	X005142002	15.19	KG
														2M	X005142003	65.00	KG
														2M	X005142004	65.00	KG
														07	X000143006	65.00	KG

Figura 4 - Interface MRP com necessidades

Manufacturing Resource Planning											20211101210112				
X51300045	Descrição: AZUL BEZATHREN RS EPS					Stock Mínimo: .00	P. Encomenda: .00	Unid. Medida: KG							
Semanas	44-2021	45-2021	46-2021	47-2021	48-2021	49-2021	50-2021	51-2021	52-2021	01-2022	02-2022	03-2022	04-2022	05-2022	06-2022
Stock Inicial	208.76														
Encomendas	55.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Necessidades	20.74	.00	.00	.00	.00	2.98	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Saldo Final	243.02	243.02	243.02	243.02	243.02	240.04	240.04	240.04	240.04	240.04	240.04	240.04	240.04	240.04	240.04

MRP - Compras para a semana 44-2021									Detalhe Stock			
NumEnc	Item	DataEncom	Nome Fornecedor	UnidMed	Quant.Pedida	Qt.Rececionada	Qt.Pendente	Data Entrega	Arma	Lote	Quantidade	UnM
25022257	10	2021-10-12	Nome Fornecedor	HG	1,250.00	1,200.00	50.00	2021-10-15	92	X005464006	20.00	KG
25022388	10	2021-10-28	Nome Fornecedor	HG	500.00	.00	500.00	2021-11-02	92	X005464007	20.00	KG
									92	X005464008	20.00	KG
									92	X00546001	20.00	KG
									92	X00546002	20.00	KG
									92	X00546003	20.00	KG
									92	X00546004	20.00	KG
									92	X00546005	20.00	KG
									92	X00546006	20.00	KG
									98	X005464004	8.76	KG

Figura 5 - Interface MRP com compras

As figuras 4 e 5 resultaram da implementação dos passos anteriormente planeados. Aqui é possível encontrar grande parte da informação necessária para analisar a projeção dos stocks existentes para um artigo da fábrica. Na parte superior, podemos encontrar o código do artigo, a descrição do mesmo, os pontos de encomenda e stock mínimo (ainda sem dados), a unidade de medida aplicada aos dados apresentados e um painel com ações (exportar, pesquisar, etc.).

Na tabela que se encontra abaixo, temos uma divisão feita por unidades de tempo (neste caso, estão a ser usadas semanas), e os valores de stock inicial, de encomendas que ficarão disponíveis, as necessidades para o planeamento de produção e o cálculo do saldo final.

Selecionando um valor de encomendas ou necessidades para uma unidade de tempo, a tabela que se encontra no canto inferior esquerdo irá atualizar com o detalhe desse mesmo valor. O detalhe do stock inicial que se encontra no canto inferior direito encontra-se sempre visível.

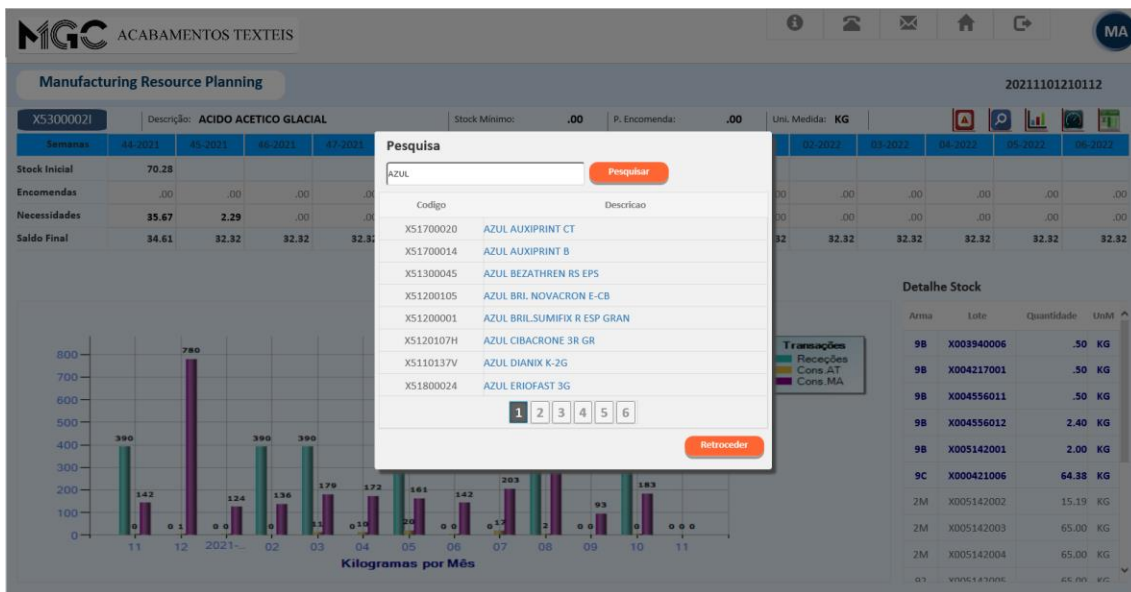


Figura 6 - Interface de pesquisa de artigo

Selecionando o botão de pesquisa (azul), irá abrir uma janela onde irá ser possível pesquisar um artigo por nome ou código. Após a pesquisa, é possível selecionar um artigo para consultar a previsão do mesmo.

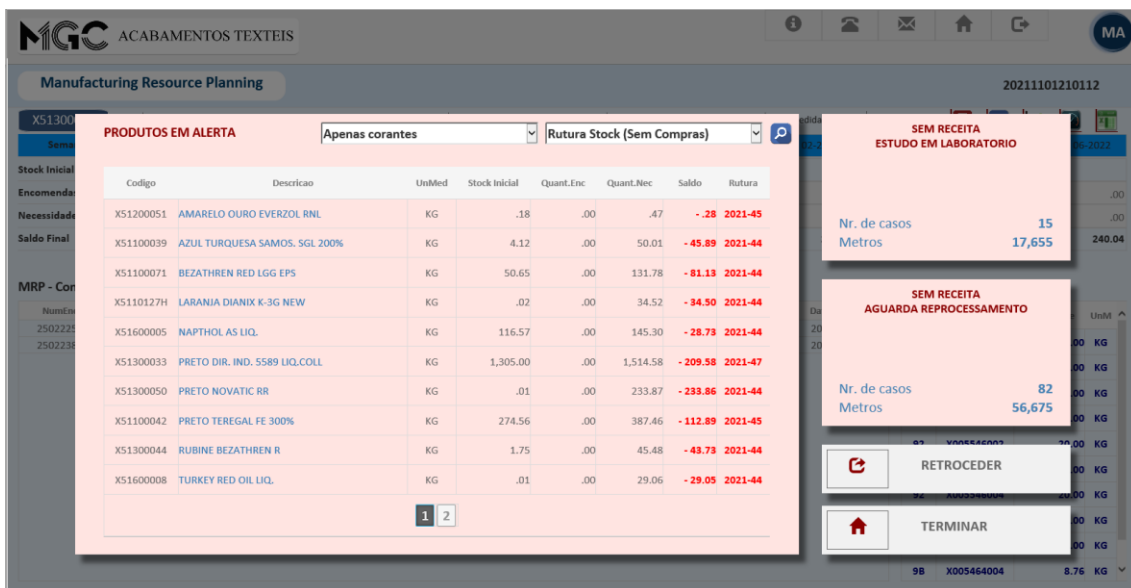


Figura 7 - Interface de alertas

Selecionando o botão com o símbolo de alerta (vermelho), é possível consultar a lista de artigos com alertas de falhas na previsão. Estes alertas poderão ser falta de stock para garantir a produção, o ponto de encomenda ou o stock mínimo. Nesta mesma página é possível aplicar filtros, tanto pelo tipo de artigo como pelo tipo de falha. Tal como na página de pesquisa de artigos, é possível selecionar um dos mesmo desta lista para consultar a sua previsão.



Figura 8 - Interface de artigo com alerta

4.3.2 Backend

Os dados que alimentam esta interface, são provenientes das seguintes tabelas que foram criadas:

Tabela de Stocks

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	IdExec	varchar(14)	<input type="checkbox"/>
🔑	CodDivisao	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	CodArtigo	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	CodArmazem	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	Lote	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Quant	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UniMed	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Validade	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	Estado	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	BoletimControl	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	SituBolCont	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataBolCont	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	CodEstado	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UtilizadorInseriu	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataInseriu	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UtilizadorAlterou	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataAlterou	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	ID	bigint	<input type="checkbox"/>

Figura 9 - Tabela de stocks

Nesta tabela é possível encontrar os dados dos stocks que foram considerados para uma previsão. O campo "IdExec" identifica a execução da previsão à qual estão associados estes

dados. O campo “CodDivisão” identifica a divisão da empresa onde se encontra o artigo. O campo “CodArtigo” identifica o artigo em stock. O campo “CodArmazem” identifica o armazém onde se encontra este artigo. Para finalizar a chave primária, o campo “Lote” identifica o lote desde artigo.

O resto dos campos desta tabela identificam a quantidade, unidade de medida, validade e estado do artigo em stock.

Os campos “UtilizadorInseriu”, “DataInseriu”, UtilizadorAlterou” e “DataAlterou” serão comuns a todas as tabelas criadas e servirão para identificar os utilizadores que criaram/alteraram o registo e as respetivas datas. O campo “CodEstado” também estará presente em todas as tabelas e identificará o estado do registo (Apagado, Normal, etc).

Tabela de Encomendas a fornecedores

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	CodDivisao	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	NumEnc	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	Item	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	IdExec	varchar(14)	<input type="checkbox"/>
	CodArtigo	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CodFornecedor	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	NomeFornec	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Quant	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UniMed	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataEncom	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataNegociada	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataDisp	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	CodEstado	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UtilizadorInseriu	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataInseriu	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UtilizadorAlterou	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataAlterou	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	ID	bigint	<input type="checkbox"/>

Figura 10 - Tabela de encomendas a fornecedores

Nesta tabela, serão armazenados os dados das encomendas a fornecedores associados com uma previsão. Tal como na tabela anterior, encontramos os campos “IdExec” e “CodDivisão”. Para completar a chave primária, serão necessários o número da encomenda e o item nessa mesma encomenda que estarão associados com um artigo. Esses dados serão inseridos nos campos “NumEnc” e “Item”, respetivamente.

Os restantes campos identificarão o artigo, o fornecedor, a quantidade de artigo encomendada e a unidade de medida utilizada.

Esta tabela irá conter também três datas bastante importantes para a previsão que estarão nos campos “DataEncom”, “DataNegociada” e “DataDisp”. A primeira identificará a data em que a encomenda foi feita ao fornecedor. A segunda irá indicar a data em que o fornecedor se comprometeu a entregar a encomenda. E a última irá indicar a data em que o artigo estará disponível para ser utilizado pela produção da empresa e será a utilizada pelo procedimento de cálculo da previsão para inserir o aumento de stock. As duas anteriores poderão servir para análise de tempos de entrega/atrasos de entrega dos fornecedores.

Tabela de Necessidades

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	IdExec	varchar(14)	<input type="checkbox"/>
🔑	CodDivisao	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	UnidProd	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
🔑	Sequencia	int	<input type="checkbox"/>
🔑	SubSequencia	int	<input type="checkbox"/>
🔑	Step	int	<input type="checkbox"/>
	CodMaquina	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataNecessidade	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
🔑	CodReceita	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
	QuantRecLitros	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
🔑	CodArtigoReceita	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
	QuantArtigoReceita	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UniMedArtigoReceita	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	OrdFab	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CodArtigoEnc	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	QuantArtigoEnc	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UniMedArtEnc	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	NumEnc	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	LinhaEnc	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	PrazoEnt	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	CodCliente	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	NomeCliente	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	CodEstado	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
	UtilizadorInseriu	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataInseriu	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	UtilizadorAlterou	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
	DataAlterou	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	ID	bigint	<input type="checkbox"/>

Figura 11 - Tabela de necessidades

Nesta tabela serão armazenados os dados das necessidades associadas com uma previsão. Estes dados serão provenientes do módulo de controlo de produção.

A chave primária desta tabela identificará a necessidade (conjunto de artigos necessários para o funcionamento correto de uma máquina na linha de produção), com os campos “CodReceita” e “CodArtigoReceita”, e o momento na linha de produção em que esta é necessária, com os campos “UnidProd”, “Sequencia”, “SubSequencia” e “Step”.

Os restantes campos identificarão o cliente, a encomenda (e o prazo de entrega), o produto final da encomenda, a quantidade da necessidade, a máquina onde será utilizada esta necessidade, etc.

Para utilizar este input no procedimento de cálculo da previsão, o campo “DataNecessidade” irá identificar a data em que esta necessidade irá ocorrer.

Tabela de Planeamento

Column Name	Data Type	Allow Nulls
IdExec	varchar(14)	<input type="checkbox"/>
CodDivisao	nvarchar(10)	<input type="checkbox"/>
CodArtigo	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
Data	datetime	<input type="checkbox"/>
UniMedida	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
StockMin	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
PontoEnc	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
Stock	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
EncCompra	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
Necessidade	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
Saldo	decimal(14, 4)	<input checked="" type="checkbox"/>
FlagStock	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
CodEstado	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
UtilizadorInseriu	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
DataInseriu	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
UtilizadorAlterou	nvarchar(20)	<input checked="" type="checkbox"/>
DataAlterou	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
ID	bigint	<input type="checkbox"/>

Figura 12 - Tabela de planeamento

Nesta tabela será armazenado o *output* do procedimento de cálculo da previsão.

A chave primária será composta pelo artigo, campo “CodArtigo”, e a data na previsão, campo “Data”.

Os restantes campos identificarão a unidade de medida utilizada, o valor de Stock Mínimo e Ponto de Encomenda considerados, o stock inicial nessa data, o valor das encomendas de

compra que ficarão disponíveis nessa data, o valor da necessidade nessa data, o saldo (valor do stock) final nessa data e, por fim, a *flag* que identificará se ocorrerá uma falha nessa data. As falhas numa data poderão ser: falha de ponto de encomenda, quando o stock final numa data se encontrará abaixo do ponto de encomenda, indicando que deve ser feita uma encomenda; falha de stock mínimo, quando o stock final se encontra abaixo do valor de stock mínimo; e, por fim e mais grave, a falha de stock existente para suprir as necessidades.

Cálculo do saldo final por dia

```

declare @code varchar(50)
select @code='123'
declare @SeqId int
declare @CodArtigo varchar(50)
declare @Stock decimal(14,4)
declare @Dia datetime
declare @Encomenda decimal(14,4)
declare @Necessidade decimal(14,4)
declare @Saldo decimal(14,4)
declare @SaldoAnterior decimal(14,4)

DECLARE Cur1 CURSOR FAST_FORWARD FOR
SELECT pl.SeqID, pl.CodArtigo, pl.Dia, pl.Stock, pl.Encomenda, pl.Necessidade, pl.Saldo FROM #tmpPlanPCalc pl order by pl.SeqID
OPEN Cur1
FETCH NEXT FROM Cur1 INTO @SeqId, @CodArtigo, @Dia, @Stock, @Encomenda, @Necessidade, @Saldo
WHILE @@FETCH_STATUS=0
BEGIN
    -----
    If @code <> @CodArtigo
        begin
            select @code = @CodArtigo
            set @Saldo = @Stock - @Necessidade + @Encomenda
            set @SaldoAnterior = @Saldo
        end
    else
        begin
            set @Stock = @SaldoAnterior
            set @Saldo = @Stock - @Necessidade + @Encomenda
            set @SaldoAnterior = @Saldo
        end
    -----
    update #tmpPlanPCalc set Saldo = @Saldo, Stock = @Stock
    where SeqID = @SeqId

    FETCH NEXT FROM Cur1 INTO @SeqId, @CodArtigo, @Dia, @Stock, @Encomenda, @Necessidade, @Saldo
END
CLOSE Cur1
DEALLOCATE Cur1

```

Figura 13 - Procedimento de cálculo de saldo por dia

O procedimento presente na figura 13, mostra o cálculo do saldo previsto por dia.

Para iniciar este procedimento devem ser agrupados os inputs das tabelas de stock inicial, encomendas a fornecedores e necessidades. Assim, ficaremos com uma tabela que indicará qual o stock inicial, a necessidade por dia e as encomendas que ficarão disponíveis por dia, relativamente a um artigo.

De seguida, é necessário ordenar a tabela por código de artigo e dia. A partir deste momento, o procedimento pode percorrer a tabela atualizando os valores da mesma.

Será selecionado o primeiro registo da tabela, é possível calcular o saldo final do dia para esse artigo fazendo a subtração das necessidades ao valor do stock inicial e, depois, adicionando o valor das encomendas que ficarão disponíveis. Se o próximo registo na tabela for relativo ao artigo anterior, o stock inicial nesse registo deve ser igual ao saldo final do dia anterior.

Este processo deve ser repetido por todos os registos da tabela para criar a previsão do MRP.

4.4 Impacto na organização

A implementação do MRP na empresa resultou em melhorias no funcionamento da mesma e as vantagens da sua utilização ficaram bem evidentes rapidamente.

As principais vantagens de um MRP são a prevenção de falta de stocks necessários à produção e a redução de stocks inutilizados em armazém. Este projeto facilita a gestão de encomendas por parte do operário de armazém que de uma forma simples pode consultar as necessidades de artigos para a produção e os stocks previstos. Assim, torna-se mais fácil ajustar as datas de entrega das encomendas a fornecedores para que os artigos encomendados estejam disponíveis aquando das necessidades de produção e com o menor tempo em stock. Esta redução do tempo em stock reduz os stocks fora de validade e também o espaço ocupado pelos mesmos.

Outro ponto resultante da introdução do MRP na empresa, foi a redução da carga de trabalho dos operários de armazém, que passaram a receber uma quantidade de informação, quase instantaneamente, e que sem o MRP, demoraria bastante tempo a obter. Esta redução de trabalho liberta os operários para outras tarefas, tal como a gestão e verificação do estado dos artigos (prazos de validade/boletins de controlo).

O último ponto em que se notaram melhorias associadas com a boa utilização do MRP foi a redução nas falhas nos prazos de entregas das encomendas. O melhor controlo dos stocks necessários à produção levou a que existissem menos falhas de stock para garantir a mesma que, conseqüentemente, resultou numa redução nas paragens na produção. Com esta redução, os prazos de entrega das encomendas dos clientes começaram a ser cumpridos.

Finalmente, pode-se afirmar que a implementação do MRP resultou num incremento das margens de lucro na empresa. A automatização de processos libertou os operários para outras tarefas, reduzindo o pessoal necessário para as fazer, os stocks mais sincronizados reduziram

os custos com stocks fora de validade e espaço para os armazenar e o maior cumprimento dos prazos de entrega reduziu os custos com produção de encomendas rejeitadas por entrega fora de prazo.

5 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

O objetivo principal desta dissertação consistiu em descrever as etapas percorridas para a conceção de um módulo de controlo de stocks para a MGC, este objetivo foi totalmente cumprido, pois para além da descrição das etapas de conceção incluídas nas secções 4.1 e 4.2, todo o processo de desenvolvimento está descrito na secção 4.3 do capítulo 4. O artefacto resultante foi desenvolvido segundo as necessidades da empresa e realça-se que se o artefacto fosse desenvolvido para uma outra empresa, de um setor diferente, ou com outra metodologia de trabalho, poderia conter etapas distintas. Importa referir que o trabalho descrito apresenta etapas importantes a considerar durante o desenvolvimento de uma aplicação similar.

Conclui-se que a implementação da mesma foi um sucesso, estando atualmente em uso pelos responsáveis pela gestão de stocks na empresa. Todas as funcionalidades inicialmente planeadas e desejadas pelos gestores acabaram por ser desenvolvidas e estão em pleno funcionamento. Adicionando a isto, o departamento de informática começou a fazer planos para adicionar algumas funcionalidades pedidas após o lançamento do MRP na empresa.

Após um ano de utilização, os decisores da MGC, consideram que desenvolver dentro de casa o MRP continua a ser uma decisão acertada. O ponto principal para esta consideração foi o tempo de desenvolvimento e implementação. Como referido anteriormente, a implementação de um MRP existente no mercado pode demorar vários anos até ser completa. O desenvolvimento desta aplicação à medida das necessidades da empresa demorou 8 meses. Ainda mais, em conversa com os utilizadores diários da aplicação, esta é considerada um grande apoio nas suas tarefas. Embora não seja possível medir os resultados da implementação do MRP, acrescentam que sentem um alívio na sua carga de trabalho.

Apesar da implementação com sucesso do MRP, este tem limitações que foram previstas.

O MRP está a considerar valores de stock mínimo e ponto de encomenda fictícios, que foram criados apenas para mais tarde serem substituídos pelos valores reais. Para a gestão destes valores, a equipa de desenvolvimento poderá optar por criar uma interface onde os responsáveis por levantar estes valores possam inserir ou alterar os mesmos. Esta interface poderá ser algo simples onde o utilizador pesquisará o artigo por nome ou código de artigo e depois poderá ser feita a gestão dos valores para esse artigo.

Certos artigos na empresa possuem prazos de validade curtos e outros necessitam de uma verificação regular do seu estado, para conferir que podem ser utilizados na produção. Tendo apenas os alertas de falta de stock para garantir a produção em completo funcionamento, o trabalho feito teve em mente os alertas de artigo fora de validade ou boletim de controlo com problemas. No futuro, a equipa de desenvolvimento terá de, da mesma maneira que será feita para a gestão dos valores de stock mínimo e ponto de encomenda, desenvolver uma forma de gerir a validade dos artigos e os boletins de controlo. Após este trabalho, o MRP deverá ser atualizado para utilizar esses valores. Caso um artigo tenha necessidade, mas a validade do mesmo acabe antes, o responsável deverá ser alertado. Este caso de uso poderá tornar-se algo complexo quando existem vários lotes do mesmo artigo com datas de validade diferentes e necessidades dispersas no futuro. Neste caso, o responsável deveria ser alertado de que o lote X deverá ser consumido primeiro para evitar desperdícios.

Como foi planeado, o MRP foi desenvolvido para albergar outras secções da empresa. No futuro será necessário decidir a melhor maneira de aplicar este trabalho, ou utilizando a mesma infraestrutura separando os registos na base de dados pelo código da secção (esta forma já foi preparada) ou duplicando a infraestrutura noutra secção.

Para facilitar o trabalho do operário responsável pelas encomendas, poderá ser adicionada uma forma de introduzir encomendas fictícias na previsão para apresentar o seu impacto na mesma. Por exemplo, o utilizador da aplicação poderá inserir uma encomenda fictícia de X kg de um artigo para o dia Y e a previsão apresentada será instantaneamente atualizada, sendo apenas preciso atualizar a previsão de um artigo, este processo é bastante rápido. Este caso de uso, pode ser considerado muito útil, pois, por vezes, encontramos várias necessidades do mesmo artigo na previsão. Por exemplo, 100kg no mês atual e 200kg no próximo mês. Desta forma, o utilizador pode entrar em contacto com o fornecedor, negociar as datas de entrega e inserir os valores das quantidades a entregar na previsão. Com esta informação atualizada, a negociação das datas de entrega e respetiva quantidade com os fornecedores será facilitada. Na fase de planeamento do projeto foram abordadas alternativas diferentes para prever as necessidades. No caso do MRP desenvolvido, que utiliza o planeamento de produção para calcular a previsão, existem alternativas baseadas no histórico (anos anteriores) das necessidades e no histórico das compras. Esta forma de prever as necessidades pode também ser adicionada ao MRP desenvolvido, caso a MGC a considere necessária.

BIBLIOGRAFIA

- Ang, J. S. K., Sum, C.-C., & Chung, W.-F. (1995). Critical success factors in implementing MRP and government assistance: A Singapore context ". In *Information & Management* (Vol. 29).
- Ang, J. S. K., Sum, C.-C., & Yeo, L.-N. (2001). *A multiple-case design methodology for studying MRP success and CSFs*.
- Benton, W. C., & Shin, H. (1998). EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH
Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 110).
- Li, L. X., Sohail, ;, Chaudhry, S., Peggy, ;, Chaudhry, E., & Wang, Y. (2001). Evaluation of a acquiring and implementing a manufacturing resource planning. In *Production and Inventory Management Journal; Third Quarter* (Vol. 42).
- Ptak, C., & Smith, C. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning*. Industrial Press, Inc.
- Rashid, M., Hossain, L., & Patrick, J. (2002). *The evolution of ERP Systems: A historical perspective*.
- Rondeau, P. J., & Litteral, L. A. (2001). *Evolution of manufacturing planning and control systems: From reorder point to enterprise resource planning*.
- Sum, C.-C., Quek, S.-A., & Lim, H.-E. (1999). Analysing interaction effects on MRP implementation using ACE. In *Int. J. Production Economics* (Vol. 58).
- Towers, N., Knibbs, A., & Panagiotopoulos, N. (2005). Implementing manufacturing resource planning in a Greek aerospace company - A case study. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(3), 277–289.
<https://doi.org/10.1108/01443570510581871>
- White, E. M., Anderson, J. C., Schroeder, R. G., & Tupy, S. E. (1982). A Study of the MRP Implementation Process. In *JOURNAL OF OPERATIONS MANAGEMENT* (Vol. 2, Issue 3).

APÊNDICE I – ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE SOFTWARE

INTRODUÇÃO

Propósito

Este documento descreve os requisitos de software associados com o MRP que será desenvolvido para a MGC. A partir da leitura do mesmo, deverá ser possível entender quais serão as funcionalidades a que o utilizador terá acesso, como estas irão ser executadas e os requisitos para seja possível desenvolvê-las.

Convenções

Não existem convenções para este documento.

Público-Alvo e Sugestões de Leitura

Este documento tem como público-alvo os seguintes cargos: developers associados com o projeto, gestor do projeto e a direção da empresa. A direção da empresa deverá focar-se mais no capítulo 4 onde são descritas as funcionalidades da aplicação.

Âmbito do Produto

O produto será desenvolvido para colmatar a necessidade de uma previsão dos stocks existentes em armazém. Evitando assim encomendas desmedidas, produtos fora de validade e falhas de stock necessário à produção.

DESCRIÇÃO GERAL

Perspetiva do produto

Este produto faz parte de um plano de renovação tecnológica na empresa. Simultaneamente com o seu desenvolvimento, serão desenvolvidos outros módulos, tais como, um de planeamento de produção. Ainda mais, o MRP estará dependente desse módulo visto que o planeamento de produção é um dos inputs necessários para o funcionamento de um MRP.

Funções do Produto

As principais funções do produto serão:

- Correr a previsão. Esta funcionalidade estará programada para correr duas vezes por dia. Mas, pretende-se também que o utilizador consiga despoletar o procedimento de cálculo para receber uma nova previsão. Esta funcionalidade será importante quando o utilizador seja informado de alterações num grande número de encomendas ou na produção. Com estas alterações, a previsão poderá já não ser válida.
- Consultar o detalhe da previsão feita. Com isto, pretende-se que o utilizador consiga entender quando e porque existirão falhas de stock na empresa. Com esta informação, o utilizador deverá informar os responsáveis pelos vários departamentos que, de certa forma, afetam a previsão para tentarem encontrar uma solução. Esta solução poderá passar por uma alteração numa encomenda de compra já existente, ser criada uma encomenda de compra nova ou então ser feita uma alteração no planeamento de produção. Neste último, a alteração poderá passar por dar prioridade a uma encomenda de venda com maior urgência;

Características e Classes dos Utilizadores

Neste projeto, não irá haver diferenciação de utilizadores. O projeto é direcionado para apoiar o operário de armazém e também dar aos gestores uma visão do futuro da produção, em termos de stocks em armazém. Assim sendo, estes dois cargos serão os principais utilizadores, mas não haverá distinção entre os mesmos.

Ambiente de Operação

Esta aplicação será desenvolvida em ASP.NET e SQL. A parte de interface feita em ASP.NET será alojada num servidor apenas acessível dentro da empresa. Os procedimentos SQL estarão alojados no servidor SQL da empresa.

Documentação para o Utilizador

Após a finalização do desenvolvimento da aplicação, deverá ser entregue um documento com indicações para a utilização da aplicação.

Pressupostos e Dependências

Para o desenvolvimento desta aplicação, a equipa tem como pressuposto a existência de um módulo de planeamento de produção capaz de prever as necessidades para um futuro de, no mínimo, 30 dias. Também, são necessários dados sobre os stocks atuais em armazém e das encomendas de compra que estarão planeadas, assim sendo, o sistema está dependente de um módulo que faça esse controlo e seja capaz de exportar os dados necessários.

REQUISITOS DE INTERFACE

Interfaces de utilizador

O objetivo da aplicação é desenvolver uma interface como uma SPA (single page application). Com isto, pretende-se que o utilizador não saia da mesma página, mas que esta se vá adaptando aos inputs. Por exemplo, os dados do detalhe das encomendas de compra e das necessidades devem aparecer na mesma parte da interface, mas em diferentes alturas de utilização.

Interfaces de hardware

Este tópico não foi abordado, não se prevê nenhuma incompatibilidade com o hardware existente nos terminais da empresa.

Interfaces de software

Para utilizar esta aplicação, apenas será necessário um browser. Não se prevê nenhuma incompatibilidade com qualquer dos browsers mais usados disponíveis para sistemas operativos Windows (sistema operativo dos terminais da empresa), tais como, Chrome, Edge, Firefox e Internet Explorer.

Relativamente ao backend da aplicação, este será totalmente desenvolvido no SQL Server existente na empresa.

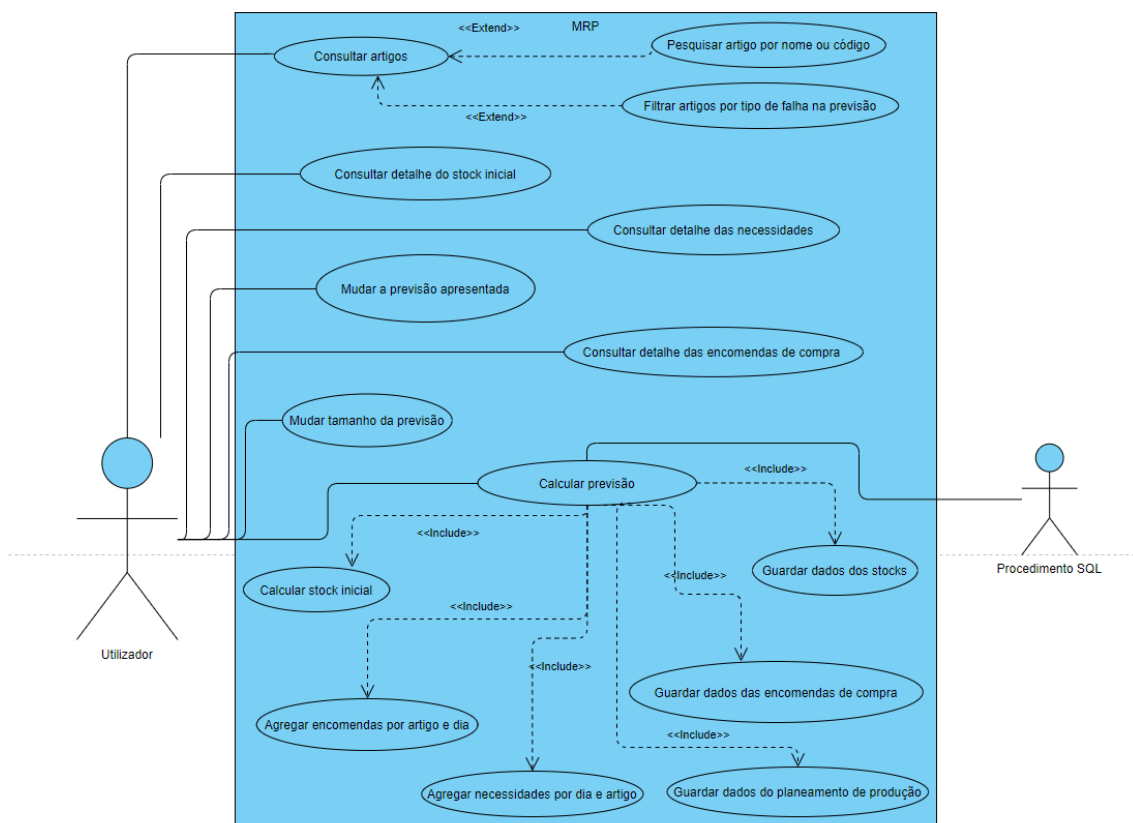
Interfaces de Comunicação

Neste projeto, a interface deverá comunicar com o backend através de pedidos HTTP. Não foram definidos requisitos de segurança para esta comunicação, tratando-se de comunicação interna à empresa.

FUNÇÕES DO SISTEMA

Neste capítulo serão descritas todas as funções do sistema. Para cada função será apresentada uma explicação do que se pretende e a sua prioridade, como o utilizador poderá despoletar a funcionalidade e a sua resposta e, por fim, quais os requisitos para concretizar o seu desenvolvimento.

A imagem seguinte (diagrama de casos de uso) resume as funções que irão ser explicadas de seguida.



Correr a previsão

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga despoletar o procedimento de cálculo da previsão para os próximos 30 dias. O procedimento deverá estar também programado para correr duas vezes por dia, de manhã e de tarde. Esta funcionalidade será mais útil no

caso de haver bastantes alterações em encomendas. Nesse caso, seria necessária uma maneira de atualizar a previsão sem esperar pela próxima iteração do procedimento. Visto que esta funcionalidade envolve toda a base do MRP, terá uma prioridade alta.

Estímulo/Resposta

Como não é necessário nenhum input para ser possível concluir a previsão, apenas será necessário um botão no cabeçalho da página. Caso o utilizador pressione este botão e confirme a sua vontade de correr a previsão, o procedimento irá começar em background.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados sobre as encomendas de compras e a previsão de entrega das mesmas;
- Dados do planeamento de produção;
- Dados dos stocks existentes no momento;

Consultar lista de artigos

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga aceder à lista de todos os artigos existentes na previsão e selecione um artigo para consultar a sua previsão. Para complementar esta lista, pretende-se que esta seja pesquisável por nome ou código de artigo e que seja filtrável pelo tipo de erro encontrado na previsão (falta de stock para a produção, falha de stock mínimo, falha de ponto de encomenda).

Visto que será esta lista que permitirá alterar o artigo a ser consultado, a funcionalidade terá uma prioridade alta.

Estímulo/Resposta

Para aceder a esta lista, será necessário selecionar uma opção no cabeçalho da aplicação que, se seguida, abrirá um popup com os dados. Neste popup, deverá existir um input de texto para inserir a pesquisa do artigo. Para filtrar a lista por tipo de falha, deverá existir uma dropdownlist com os três tipos.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados na previsão que indiquem o tipo de falha existente;
- API capaz de retornar os dados da lista e fazer as respetivas pesquisas/filtragens;

Consultar detalhe do stock inicial de um artigo

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga ver o detalhe do stock inicial do artigo que estiver a consultar. Este detalhe deverá incluir informação como a quantidade existente, a unidade de medida aplicada e em que armazém se encontra.

Como esta funcionalidade já pode ser encontrada noutras aplicações implementadas na empresa, apenas terá uma prioridade média.

Estímulo/Resposta

Para consultar a informação sobre o stock inicial, será necessário selecionar a caixa onde se encontra o valor de stock disponível para o primeiro dia da previsão. De seguida, deverá aparecer, por baixo da previsão, a lista com as várias entradas de stock associadas com esse artigo.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados sobre os stocks associados a uma previsão;

Consultar detalhe das encomendas de compra de um artigo

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga ver o detalhe das encomendas de compra, por dia, do artigo que estiver a consultar. Este detalhe deverá incluir informação como o número da encomenda, a quantidade, a unidade de medida aplicada, a data em que a encomenda foi feita, a data em que o fornecedor prevê entregar e a data em que o artigo estará disponível para uso.

Apesar destas informações já poderem ser acedidas noutras aplicações da empresa, esta funcionalidade poderá facilitar o trabalho dos operários de armazém certos casos. Assim sendo, esta terá uma prioridade média/alta.

Estímulo/Resposta

Para consultar a informação sobre as encomendas de compra para um certo dia da previsão, apenas será necessário seleccionar a caixa onde se encontra o valor das encomendas para o dia que se deseja.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados sobre as encomendas de compra associadas a uma previsão;

Consultar detalhe das necessidades de um artigo

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga ver o detalhe das necessidades, por dia, do artigo que estiver a consultar. Este detalhe deverá incluir informação como a encomenda associada a cada necessidade, a ordem de fabrico, a quantidade, a unidade de produção e a máquina em que será necessário.

Estas informações poderiam ser acedidas noutras aplicações da empresa, mas o operário teria bastante trabalho para as encontrar, assim sendo, esta funcionalidade terá uma prioridade alta.

Estímulo/Resposta

Para consultar a informação sobre necessidades para um certo dia da previsão, apenas será necessário selecionar a caixa onde se encontra o valor das necessidades para o dia que se deseja.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados sobre o planeamento de produção associado a uma previsão;

Alterar tamanho da previsão apresentada

Descrição e prioridade

Com esta função, pretende-se que o utilizador consiga alterar o tamanho da previsão apresentada. Por defeito, a interface apresentará 20 dias. Como, aquando do cálculo dos valores previstos de stock, serão planeados 30 dias, existirá a possibilidade de alterar o tamanho da previsão até esse limite. As possibilidades deverão ser 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias.

Esta funcionalidade deverá impactar pouco a utilização da aplicação, assim sendo, terá uma prioridade baixa.

Estímulo/Resposta

Para alterar esta definição na interface, apenas será necessário selecionar a opção de definições no cabeçalho da página e, de seguida, alterar o valor na dropdownlist para o tamanho desejado. Após isto, a previsão deverá atualizar para o tamanho anteriormente selecionado.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- API capaz de receber o tamanho da previsão a retornar.

Alterar tamanho da previsão apresentada

Descrição e prioridade

A aplicação deverá guardar os dados relativos às previsões feitas nos últimos 15 dias. Isto servirá para que, no caso de algum problema acontecer, seja possível consultar as previsões que foram sendo feitas nos últimos dias e se possa ter uma visão do que falhou na empresa e que deu origem a uma falha de stock. Limpar as previsões criadas há mais de 15 dias também servirá para limpar a base de dados dos dados que não terão qualquer utilidade. Assim sendo, com esta função, pretende-se que o utilizador consiga alterar a previsão à qual os dados que serão consultados pertencem.

Como foi explicado, esta funcionalidade poderá ter bastante utilidade no caso de haver uma falha de stock na empresa. Com isto, esta funcionalidade terá uma prioridade alta.

Estímulo/Resposta

Para alterar esta definição na interface, apenas será necessário selecionar a opção de definições no cabeçalho da página e, de seguida, alterar o valor na dropdownlist para o id da previsão que se pretende. Após isto, a previsão deverá atualizar para os dados associados com o id selecionado.

Requisitos funcionais

Para tornar esta funcionalidade possível de implementar serão necessários os seguintes requisitos:

- Dados das últimas 15 previsões.

OUTROS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Requisitos de performance

Como em qualquer outra aplicação, pretende-se que esta seja rápida e fluída. Para isto, optou-se por correr a previsão em background. Devido à quantidade de artigos existentes na empresa, seria impossível de recalculá-la a previsão, em tempo útil, sempre que houvesse uma alteração em qualquer um dos inputs. Assim, foi definido que a previsão seria feita duas vezes ao dia, automaticamente.

Requisitos de proteção

Visto que a aplicação não irá alterar dados noutras tabelas/bases de dados da empresa e apenas os copiará, não foram definidos requisitos para fazer essa proteção.

Requisitos de segurança

Como esta aplicação será de uso interno à empresa, não foram definidos requisitos de segurança.

OUTROS REQUISITOS

Como a aplicação tem o objetivo de ser trabalhada no futuro, já deverá considerar outros pontos que facilitem no futuro: datas de validade, estados dos stocks, etc

APÊNDICE II – ESPECIFICAÇÃO DE DESIGN DE SOFTWARE

INTRODUÇÃO

Este documento tem como finalidade expor os pontos tidos em conta aquando da criação do design do MRP e apresentar todos os componentes necessários para o funcionamento da aplicação, tanto os que irão ser desenvolvidos como os já existentes mas dos quais o MRP irá estar dependente.

Este documento tem como público-alvo, os developers que estarão ligados ao projeto e, também, os gestores dos processos que serão informatizados pelo MRP. Estes segundos terão a tarefa de confirmar que os processos criados informaticamente correspondem ao que é esperado.

Todo o trabalho aqui apresentado foi desenvolvido tendo em conta o levantamento de requisitos que pode ser consultado no documento feito durante a fase de levantamento dos mesmos.

Visão geral do sistema

O sistema a desenvolver tem como objetivo suprir a necessidade de uma previsão de stocks na empresa. Assim optou-se por desenvolver um MRP. Esta aplicação irá utilizar os dados existentes do planeamento de produção, dos stocks existentes e das encomendas de compra da empresa para calcular os stocks existentes por dia.

Além da consulta da previsão por artigo, será possível consultar também o detalhe dos dados presentes na previsão. Assim, o utilizador poderá consultar todas as informações do stock inicial, as encomendas de venda associadas à necessidade de um artigo num certo dia.

Estes dados servirão de apoio para os empregados responsáveis pelos armazéns, alertando-os para faltas de stock numa data futura a tempo de fazerem uma encomenda para suprir a necessidade. Caso não seja possível fazer esta encomenda, os gestores da empresa poderão também utilizar os dados presentes numa previsão para reorganizarem a produção. Neste caso, podem, por exemplo, dar prioridade a encomendas de venda mais urgentes.

CONSIDERAÇÕES DE DESIGN

Para o MRP poder ser considerado completo, seria necessário definir valores de Ponto de Encomenda e Stock Mínimo para todos os artigos existentes na fábrica. Como este processo pode ser demorado e não impede a continuação do desenvolvimento da solução, irão ser considerados valores fixos para todos os artigos que virão a ser alterados após o processo de levantamento dos mesmos.

Vai ser considerado também que os inputs provenientes do modulo de planeamento de produção, das informações de stocks existentes e das encomendas de compras estão corretos. Sendo o MRP completamente dependente destes dados, caso os inputs estejam errados, o output será errado também.

Pressupostos e dependências

Tal como foi dito no ponto anterior, este software tem como dependência um módulo de planeamento de produção, os dados sobre os stocks existentes e sobre as encomendas de compra.

Restrições gerais

Atendendo ao facto da aplicação final ser apenas utilizada dentro da empresa, não foram definidas restrições para o desenvolvimento relativamente a hardware/software, comunicações, performance ou segurança.

Objetivos e diretrizes

O projeto tem como objetivo a rapidez de utilização em consequência da utilização de memória. Assim sendo, o planeamento será guardado em bases de dados para que não seja preciso recalcular o planeamento de stocks sempre que este seja necessário para o utilizador. Este planeamento pode ser bastante demorado, fazendo com que a utilização do software pudesse ficar bastante lenta.

Espera-se também que o produto final seja baseado nas aplicações já existentes na empresa que também foram desenvolvidas pela mesma. Para isto, serão reaproveitadas paletes de cores, cabeçalhos das páginas, menus de navegação, etc.

ESTRATÉGIAS DE ARQUITETURA

Uma das estratégias que serão adoptadas será a reutilização de software/código/processos já existentes na empresa que sejam necessários para este projeto. Por exemplo, serão necessárias informações sobre os stocks em armazém e, para obter estas informações, já existem processos criados para aceder a estes dados que estão armazenados no módulo de controlo de stocks que existe na empresa (SAP). Não faria sentido refazer este processo, apenas será necessário guardar o output do mesmo para uma consulta mais tarde.

Haverá também um foco em tornar a aplicação o mais modular, extensível e configurável possível. Para isto, deverá ser possível, por exemplo, configurar o tempo de planeamento e a agregação dos dados por diferentes unidades de tempo (dias/semanas/meses). Deverá ser possível também aplicar este projeto a mais secções do processo produtivo do grupo em que se insere a empresa.

Relativamente a tecnologias para o desenvolvimento da aplicação, irão ser utilizadas as que a empresa já adotou para os seus projetos anteriores: ASP.NET e SQL Server.

ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do sistema será dividida em duas partes:

- Frontend: desenvolvido em ASP.NET. Apesar desta tecnologia não permitir criar aplicações SPA, pretende-se que o produto final se pareça o mais possível com uma. Esta parte do sistema será responsável por fazer a ponte entre os inputs do utilizador e os dados/ações existentes no servidor. Aqui será possível consultar os dados gerados pela previsão.
- Backend: desenvolvido em SQL Server. Esta parte do sistema será responsável por gerar as previsões dos dados e também fornecer os dados das mesmas para a interface do Frontend. Podemos ainda dividir o Backend em subpartes apresentadas no próximo ponto.

Arquitetura do backend

O backend da aplicação irá ser dividido nas seguintes partes:

- Encomendas: Aqui o backend irá guardar os dados das encomendas aquando da iniciação de uma previsão para posterior consulta. Os dados das mesmas serão também agrupados por unidade de tempo e artigo, este output irá ser utilizado para calcular a previsão.
- Necessidades: Tal como nas encomendas, os dados do planeamento de produção será guardado para posterior consulta. Estes mesmos dados serão agrupados por unidade de tempo e artigo, criando as necessidades usadas na previsão.
- Stocks: O último input necessário para o MRP serão os stocks. Estes, tal como as necessidades e as encomendas, serão guardados para uma possível consulta.
- Planeamento: Após os dados necessários para calcular uma previsão estarem guardados e agrupados por unidade de tempo e previsão, o procedimento de cálculo pode iniciar. Após isto, os dados gerados serão guardados para consulta.
- API para frontend: Neste componente do backend, serão disponibilizados métodos para consultar os dados guardados pelas partes apresentadas acima.

Estes pontos serão ainda aprofundados no próximo ponto.

DESIGN DO SISTEMA DETALHADO - BACKEND

Encomendas

Definição e responsabilidades

Este componente do sistema é responsável por guardar os dados das encomendas de compra aquando o inicio de uma previsão, estes dados poderão ser mais tarde consultados para complementar os dados apresentados numa previsão. Assim será possível não só ver que a previsão considerou que existiam Xgr de um determinado artigo mas que esta quantidade estava dividida pelos lotes X, Y e Z que estavam nos armazéns 1,2 e 3.

Este componente agrupará também os valores por artigo e unidade de tempo para a previsão receber como input.

Restrições/Dependências

Este componente está dependente do módulo de gestão de encomendas da empresa. Sem o input das encomendas feitas pela empresa vindas deste módulo, este componente não irá funcionar como esperado.

Uso/Interações

Este componente apenas será dispoletado pelo procedimento de planeamento.

Recursos

Este componente vai precisar de uma tabela na base de dados onde serão inseridos os dados necessários extraídos do input vindo do módulo de gestão de encomendas. Será também necessária uma tabela temporária onde os valores serão agrupados para o componente de planeamento usar ao calcular a previsão.

Processamento

Este componente iniciará fazendo uma requisição ao módulo de gestão de encomendas. De seguida, irá guardar em base de dados apenas os dados relevantes para o MRP. Por fim, os dados serão agrupados por artigo e unidade de tempo.

Necessidades

Definição e responsabilidades

Este componente do sistema é responsável por guardar os dados associados com as necessidades aquando o início de uma previsão, estes dados poderão ser mais tarde consultados para complementar os dados apresentados numa previsão. Assim será possível não só ver que a previsão considerou que era necessário Xgr de um determinado artigo na data Y mas que esta quantidade estava associada às encomendas 1,2 e 3.

Este componente agrupará também os valores por artigo e unidade de tempo para a previsão receber como input.

Restrições/Dependências

Este componente está dependente do módulo de gestão de encomendas de venda da empresa. Sem o input das encomendas recebidas pela empresa vindas deste módulo, este componente não irá funcionar como esperado.

Uso/Interações

Este componente apenas será dispoletado pelo procedimento de planeamento.

Recursos

Este componente vai precisar de uma tabela na base de dados onde serão inseridos os dados necessários extraídos do input vindo do módulo de gestão de encomendas. Será também necessária uma tabela temporária onde os valores serão agrupados para o componente de planeamento usar ao calcular a previsão.

Processamento

Este componente iniciará fazendo uma requisição ao módulo de gestão de encomendas. De seguida, irá guardar em base de dados apenas os dados relevantes para o MRP. Por fim, os dados serão agrupados por artigo e unidade de tempo.

Stocks

Definição e responsabilidades

Este componente do sistema é responsável por guardar os dados dos stocks aquando o inicio de uma previsão, estes dados poderão ser mais tarde consultados para complementar os dados apresentados numa previsão. Assim será possível não só ver que a previsão considerou que existiam Xgr de um determinado artigo mas que esta quantidade estava dividida pelos lotes X, Y e Z que estavam nos armazéns 1,2 e 3.

Este componente agrupará também os valores por artigo para a previsão receber como input o valor do stock inicial de cada artigo.

Restrições/Dependências

Este componente está dependente do módulo de gestão de encomendas de stocks da empresa. Sem o input dos stocks existentes vindos deste módulo, este componente não irá funcionar como esperado.

Uso/Interações

Este componente apenas será dispoletado pelo procedimento de planeamento.

Recursos

Este componente vai precisar de uma tabela na base de dados onde serão inseridos os dados necessários extraídos do input vindo do módulo de gestão de stocks. Será também necessária uma tabela temporária onde os valores serão agrupados para o componente de planeamento usar ao calcular a previsão.

Processamento

Este componente iniciará fazendo uma requisição ao módulo de gestão de stocks. De seguida, irá guardar em base de dados apenas os dados relevantes para o MRP. Por fim, os dados serão agrupados por artigo e unidade de tempo.

Planeamento

Definição e responsabilidades

Este componente é responsável por utilizar as tabelas temporárias criadas pelos componentes anteriores (stocks, encomendas de compra e encomendas de venda) e calcular a previsão. Após este processo, a previsão será guardada para futura consulta.

Este componente também terá a responsabilidade de apagar as previsões mais antigas e os dados associados a estas. Assim, espera-se que exista um valor máximo de previsões existentes na base de dados.

Restrições/Dependências

Este componente está dependente dos componentes responsáveis pelos stocks, encomendas de compra e encomendas de venda. Sem estes inputs, não será possível fazer um planeamento útil para a empresa.

Uso/Interações

Este componente será dispoletado por um cronjob do SQL Server e deverá correr duas vezes ao dia. Poderá ser também dispoletado por um input do utilizador na interface, caso seja necessário.

Recursos

Este componente vai precisar de uma tabela na base de dados onde serão inseridos os dados calculados para a previsão.

Processamento

Este componente inicializará agrupando os dados das tabelas temporárias criadas pelos 3 componentes anteriores por artigo e unidade de tempo. O stock inicial será agrupado na unidade de tempo atual. De seguida, a tabela será ordenada por artigo e unidade de tempo. Por fim, será feito um loop pelas linhas da tabela calculando o stock final de uma unidade de tempo para um artigo. Este stock final será o stock inicial da unidade de tempo seguinte.

API

Definição e responsabilidades

Este componente é responsável por fornecer os dados necessários para preencher a interface da aplicação e despoletar as ações pedidas pelo utilizador.

Restrições/Dependências

Este componente está dependente do bom funcionamento de todos os componentes anteriores. Sem estes, não existirão dados para apresentar nem ações para despoletar.

Uso/Interações

Este componente terá várias interações possíveis vindas da interface:

- Requisição de previsão por artigo
- Requisição de stock inicial de um artigo
- Requisição de encomendas de venda por artigo e unidade de tempo
- Requisição de encomendas de compra por artigo e unidade de tempo
- Pesquisa de artigo por nome ou código
- Requisição de lista de artigos com códigos de erro (baseados na falta de stock)

Recursos

Este componente apenas irá aceder aos dados armazenados na base de dados pelos componentes anteriores ou despoletar o componente de planeamento.

Processamento

Este componente irá receber requisições da interface e, dependendo do conteúdo da requisição, retornará as informações necessárias numa tabela.