



**Miguel Barbosa
Vicente Monteiro
Silva**

**Sistema Avançado de Planeamento Industrial: o
caso de estudo IZARO APS**



**Miguel Barbosa
Vicente Monteiro
Silva**

**Sistema Avançado de Planeamento Industrial: o
caso de estudo Izaro APS**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e do Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Leonor da Conceição Teixeira
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutor Paulo Jorge Figueiredo Martins
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar Convocado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço aos meus familiares, em especial à minha tia que me ajudou durante todo o percurso e também ao meu irmão que sempre me apoiou.

Quero agradecer também aos meus colegas Elton Rodrigues, Eriksson Monteiro e Behnam Bahmakhah que me ajudaram a realizar o estudo de usabilidade.

Quero agradecer à Deisy Rocha pelo apoio e pela amizade demonstrado ao longo de todo este percurso.

E por fim agradeço a todos os meus amigos que me ajudaram, de forma directa ou indirecta, a atingir os meus objectivos.

palavras-chave

ERP, ERP II, MRP, MRP II sistemas APS, XML, Sistemas de Informação, Usabilidade, Heurísticas.

resumo

O presente trabalho tem como objectivo principal apresentar uma análise sobre as funcionalidades existentes nos sistemas avançados de planeamento/calendarização da produção ou APS (*Advanced Planning Systems*). Para o efeito utilizou-se o software IZARO APS desenvolvido pela empresa Softi9, Inovação Informática, Lda., na qual o estágio curricular foi realizado.

Como fundamento para a análise, foi elaborada uma revisão bibliográfica acerca dos sistemas de informação relacionados com a área da produção, onde se abordou os diferentes sistemas que contribuíram para a melhoria do sector, como por exemplo os sistemas MRP e ERP.

Foi também conduzido um estudo, utilizando o software IZARO APS, a nível da usabilidade da sua interface, com o intuito de identificar possíveis pontos de melhoria.

keywords

ERP, ERP II, MRP, MRP II, APS Systems, XML, Information systems, Usability, Heuristics.

abstract

The main objective of the following report is to present an analysis of the functionalities existent in Advanced Planning systems or APS. The software used for this purpose was Izaro APS. This software is developed by the company Softi9, Informatics Innovation, Inc. It was in this company that the internship was carried out.

As a fundament for the analysis, a bibliographic revision was made, regarding the information systems connected to the production field, where was discussed many different systems that contributed to the improvement of the sector, as examples we have MRP and ERP systems.

It was also conducted a study using the software Izaro APS regarding its interface usability, with the objective of identifying the main improvement aspects.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Objectivo	2
1.2. Metodologia	3
1.3. A empresa	3
1.4. Estrutura do trabalho	6
2. Sistemas de informação ligados ao planeamento da produção	7
2.1. Conceito de planeamento da produção	7
2.2. Os sistemas MRP	8
2.3. Os sistemas MRP II	10
2.4. Os sistemas ERP	11
2.5. Os sistemas ERP II	13
2.6. Advanced Planning (and Scheduling) Systems	15
2.6.1. Enquadramento	15
2.6.2. Conceito	16
2.6.3. Características, funcionalidades e capacidades	17
2.6.4. Questões a considerar na implementação de um sistema APS	18
2.6.5. O mercado dos sistemas APS	19
3. Iزارo APS	21
3.1. Contextualização e metodologia	21
3.2. Introdução ao Software	22
3.2.1. Terminologias importantes utilizados no Iزارo APS	23
3.2.2. Estrutura de informação do Iزارo APS	24
3.3. Características e Funcionalidades	27
3.3.1. Horizonte de programação/planificação	28
3.3.2. Critérios de Optimização	28
3.3.3. Gráficos de Gantt	30
3.3.4. Os Recursos	32
3.3.5. O Painel de Controlo	35
3.4. Caso de Estudo	39
3.4.1. Metodologia	39
3.4.2. Avaliação dos requisitos do cliente	40

3.4.3. Restrições ao processo.....	43
3.4.4. Resultados dos testes de implementação	49
4. Estudo de usabilidade do IZARO APS.....	51
4.1. Principais conceitos ligados ao estudo de usabilidade de um sistema.....	51
4.1.1. Interacção Humano-Computador	51
4.1.2. O Conceito de Usabilidade.....	52
4.2. Avaliação heurística do software IZARO APS	58
4.2.1. Pressupostos	58
4.2.2. Apresentação dos resultados	58
4.2.3. Principais conclusões do estudo.....	63
5. Conclusões sobre o trabalho efectuado na empresa.....	65
Conclusões gerais	65
Limitações do trabalho realizado.....	66
Trabalho futuro	66
6. Bibliografia.....	67

Índice de Figuras

Figura 1 – Inputs e Outputs de um sistema MRP.....	9
Figura 2 – Fluxograma de processos de um MRP II.	10
Figura 3 - Estrutura típica de um ERP.	12
Figura 4 - Aspecto geral do IZARO APS.....	24
Figura 5 - Funcionamento resumido do software IZARO APS.....	26
Figura 6 - Procedimento caso existam ordens novas.....	26
Figura 7 - Identificação das diferentes áreas na janela principal do APS.....	27
Figura 8 - Gráfico de Gantt de Recursos.....	30
Figura 9 - Gráfico de Gantt de ordens de fabrico.	31
Figura 10 - Gráfico de carga de recursos.	32
Figura 11 - Tipos de recursos.	33

Figura 12 - Tipos de sub-recursos.	35
Figura 13 - Painel de controlo, indicadores.	36
Figura 14 - Painel de controlo, estatísticas.....	37
Figura 15 - Painel de Controlo, comparação de programações.....	38
Figura 16 - Configuração do Ambiente	40
Figura 17 - Configuração das características.....	41
Figura 18 - Manutenção de Grupos.	42
Figura 19 - Exemplo de um <i>tooltip</i>	43
Figura 20 - Ilustração do sistema com o módulo externo.....	45
Figura 21 - Módulos externos automáticos.....	46
Figura 22 - Exemplo de erro no processamento da informação	48
Figura 23 - Solução para o problema encontrado.	49
Figura 24 – Ilustração do relacionamento entre humano e computador.....	51
Figura 25 - Proporção de problemas de usabilidade em função do número de avaliadores.....	56
Figura 26 – Alterar o nome do Menu "Tabelas"......	59
Figura 27 - Proposta de melhoria para o menu "Simulações".....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Soluções Izaro Net comercializados pela Softi9.	5
Tabela 2 – Comparação ente ERP e ERP II.....	14
Tabela 3 - Alguns conceitos utilizados pelo Izaro APS.	23
Tabela 4 - Critérios de optimização.	29
Tabela 5 - Grupos de características.....	44
Tabela 6 - Heurísticas de usabilidade.....	57
Tabela 7 - Graus de severidade.	58

1. Introdução

Com o actual cenário de crise económico-financeira mundial, as empresas sentem-se cada vez mais pressionadas no sentido de tornar mais eficientes os seus processos, tendo em vista a diminuição dos custos e o aumento da produtividade. A optimização dos processos nas empresas torna mais fácil a eliminação de actividades que não acrescentam valor, permitindo aumentar a eficiência da organização. Nas indústrias de transformação, os custos associados à produção (como é o caso dos custos associados às matérias-primas, energia, mão-de-obra, etc.) podem atingir valores bastante elevados, logo controlar esses custos deve ser encarado como um objectivo prioritário.

Por força do mercado, as empresas, só conseguem competir se forem eficientes. Como diz Anderton (2000), a pressão da concorrência obriga a que as empresas produzam ao custo médio mais baixo, caso contrário as hipóteses de sobrevivência são mínimas. Os clientes, por outro lado, são cada vez mais exigentes: reivindicam menores prazos de entrega; preços mais baixos (aumentando a pressão sobre as já reduzidas margens dos fornecedores); exigem produtos inovadores (fazendo aumentar a exigência em relação à flexibilidade nos processos produtivos); etc.

Cabe então às empresas encontrar formas de ultrapassar esses e outros desafios, sendo que, a adopção de medidas concretas de planeamento e controlo das operações podem ajudar a atingir os objectivos.

O planeamento consiste em estabelecer as metas e fixar os objectivos assim como preparar os planos específicos de acção e os respectivos prazos de cumprimento. Um sistema projectado de acordo com as necessidades da empresa permite obter maiores taxas de utilização dos recursos assim como permite aumentar o valor do produto entregue ao cliente (Stadtler & Kilger, 2008). Um processo produtivo bem planeado pode trazer vantagens competitivas substanciais à empresa no mercado onde se insere, com os avanços tecnológicos a nível dos sistemas de informação. Hoje as empresas têm à sua disposição soluções informáticas que auxiliam no planeamento de todo o processo produtivo.

Os sistemas de informação são cada vez mais utilizados pelas empresas para tentar atingir os objectivos e conquistar novos segmentos de mercado. No entanto existem diferentes sistemas de informação dedicadas a áreas distintas dentro de uma organização.

No presente trabalho, serão abordados de forma geral algumas das ferramentas mais utilizadas pelas empresas ligadas ao sector produtivo, destacando a contribuição de cada uma delas para a melhoria do processo produtivo. No entanto será atribuído maior destaque aos Sistemas Avançados de Planeamento/Calendarização da produção ou simplesmente sistemas APS (*Advanced Planning Systems*).

Os sistemas APS auxiliam no processo de tomada de decisão em situações com elevado nível de complexidade, e em que a obtenção de uma solução acarreta bastante tempo. Por exemplo, na produção de um determinado artigo é necessário levar em conta diversos factores ou restrições que influenciam directamente o tempo

total de produção ou *Lead Time*, tais como os prazos de entrega, a ocupação dos recursos, o calendário e outros. E se levarmos em consideração que muitas empresas lidam com centenas de ordens de fabrico¹, que dão entrada num curto espaço de tempo, a grande questão passa a ser: como proceder à alocação dessas ordens pelos recursos de forma a otimizar os prazos de entrega e a minimizar os desperdícios.

A resposta para esse problema passa pelos sistemas APS, pois permitem a planificação e optimização da produção utilizando algoritmos matemáticos para calcular a sequência das operações tendo por base um ou vários critérios de optimização pré-definidos. Para além disso, permitem a visualização da informação de forma gráfica e intuitiva, reduzem o tempo de planeamento e permitem uma aplicação bastante simples de métodos de optimização (Stadtler & Kilger, 2008).

Estes sistemas integram algoritmos altamente especializados desenvolvidos com o objectivo de resolver o problema de alocação das ordens de fabrico pelos recursos. E para além disso, também permitem a integração com outros sistemas de informação como é o caso dos de Planeamento de Recursos Empresariais ou ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Os sistemas ERP consistem num amplo conjunto de ferramentas empresariais para fazer previsões, planeamento e escalonamento, que ligam clientes e fornecedores a uma completa cadeia de abastecimento. Empregam processos para a tomada de decisão e coordenam vendas, marketing, operações, logística, compras, finanças, desenvolvimento de produtos e recursos humanos (Wallace & Kremzar, 2001).

A integração entre os sistemas APS e ERP², pode oferecer vantagens significativas às organizações, pois permite diminuir consideravelmente os atrasos no cumprimento dos prazos de entrega, o que faz aumentar a satisfação dos clientes e permite também encurtar as margens de erro e eliminar os desperdícios. No entanto convém que a implementação seja bem efectuada.

1.1. Objectivo

O objectivo deste trabalho foi perceber qual é o contributo que os sistemas APS trazem ao panorama industrial actual a nível de criação de valor e de vantagem competitiva. Ao longo do relatório são analisados ao detalhe alguns dos aspectos mais relevantes para a compreensão do sistema, tendo em conta características funcionais e não funcionais, aspectos de usabilidade e de integração com outros sistemas de informação, bem como custos associados.

O estágio foi realizado na empresa Softi9 – Inovação Informática, Lda., onde foi possível utilizar o software Izaro APS desenvolvido pela empresa, ferramenta com o qual foram conduzidos inúmeros testes com o objectivo de conhecer todas as funcionalidades, limitações e potencialidades dos sistemas APS.

¹ Uma ordem de fabrico não é mais do que conjunto de instruções para fabricar uma determinada quantidade de um determinado produto.

² Para efeitos deste trabalho considera-se que o sistema APS não está integrado ao ERP.

Para além da análise feita ao software Izero APS é também descrita ao pormenor todos os passos necessários para a implementação do software numa empresa cliente, destacando os eventuais pontos fortes e fracos dessa implementação. E com base nessa descrição serão apresentados exemplos de alguns dos principais desafios enfrentados bem como possíveis medidas para os solucionar.

É também um objectivo deste relatório dar uma contribuição válida para os interessados em conhecer os sistemas APS em geral e o Izero APS em particular, fornecendo uma análise abrangente, não só sobre os sistemas em si mas também sobre toda a envolvente, a nível de mercado, implementação e integração com outros sistemas.

1.2. Metodologia

A metodologia a ser adoptada consiste numa primeira fase em estudar aprofundadamente o software Izero APS de forma a perceber o seu funcionamento e a sua estrutura de dados.

Posteriormente será feita uma revisão bibliográfica sobre a temática do planeamento da produção, fazendo um enquadramento das diferentes técnicas utilizadas em diferentes períodos de tempo.

Foram elaborados diferentes testes utilizando o software, alguns deles recorrendo mesmo a casos reais com o intuito de se perceber eventuais falhas, limitações e oportunidades de melhoria.

Será também analisado um caso de estudo referente a uma implementação do software numa empresa cliente, e com base nessa análise serão identificados potenciais vantagens e desvantagens da utilização do software comparativamente a outros métodos de planeamento.

A parte final do estágio foi reservada a um estudo referente à usabilidade do software Izero APS envolvendo vários avaliadores e recorrendo às heurísticas de Nielsen.

1.3. A empresa

A empresa Softi9 – Inovação Informática, Lda., localizada na cidade de Aveiro foi fundada em 1997 e hoje para além do escritório em Aveiro conta também com um escritório em Lisboa. A empresa pertence ao grupo i68, que integra um conjunto de empresas com soluções informáticas para a área da gestão.

A Softi9 dedica-se ao desenvolvimento de softwares de gestão orientados para a optimização de processos nas empresas. A empresa tem vindo a concentrar a maior parte dos seus esforços de desenvolvimento à volta do software Izero APS apesar de possuir uma linha global de produtos de gestão. Isto é facilmente explicado por um aumento na procura destes tipos de sistemas por parte dos clientes como explica Jorge Serrano Pinto numa entrevista ao jornal electrónico Semana Informática.

A primeira versão do software Izaro APS da empresa foi desenvolvida em 2004 com o nome de Izaro Grey. Hoje o software já vai na sua 3ª versão sendo que a 4ª já se encontra na fase de testes.

Objectivo

O principal objectivo da empresa é a implementação de soluções integradas de gestão, adaptados ao ambiente e que permitam uma gestão eficiente dos recursos disponíveis. Isto permite a optimização da organização, melhorando a sua capacidade de aumentar os lucros.

Missão

A missão da empresa consiste em desenvolver soluções relativas às Tecnologias de Informação (TI) para ajudar a potencializar a inovação na gestão. Pretende também ser reconhecida como uma referência de mercado no desenvolvimento de sistemas de informação orientados para a gestão empresarial e da produção.

Produtos e Serviços

A Softi9 desenvolve e comercializa sistemas de informação direccionados para a gestão empresarial e da produção. Desta forma, o conjunto de soluções Izaro Net apresenta uma vasta gama de soluções, actuando de forma conjunta. Podendo, no entanto ser comercializadas de forma autónoma, funcionando individualmente como produtos que actuam em áreas e processos empresariais específicos. Podem também ser integrados com outros sistemas de informação existentes no mercado.

A Izaro Net consiste num sistema ERP II que integra vários outros sistemas como o ERP, APS, o MES (*Manufacturing Execution Systems*), o CRM (*Customer Relationship Management*) e os pacotes relacionados com a comunicação via internet tais como o B2B (negócios entre empresas), B2E (negócios entre colaboradores) e B2P (negócios entre fornecedores).

As soluções Izaro (Tabela 1) podem ser aplicadas a diferentes sectores de actividade tais como:

- **Indústria** - incrementar a capacidade produtiva e encurtar os prazos de entrega. O Izaro proporciona o mais completo conjunto de soluções para a indústria repetitiva ou fabricação personalizada:
- **Engenharia e Projectos** - gestão de projectos e optimização dos custos associados. O Izaro proporciona uma ampla oferta de soluções integradas, com grande experiência em engenharia, fabricantes de projectos à medida, assim como empresas de serviços.
- **Distribuição e Logística** - optimização de armazéns, identificação de materiais e gestão da rastreabilidade. O Izaro oferece um conjunto de soluções, altamente especializadas, e que cobre todos os requisitos das empresas de fabricação, distribuição e logística.

Tabela 1 - Soluções Izero Net comercializados pela Softi9.

Solução	Descrição
Izero ERP	Sistema modular que integra a gestão de diferentes áreas da empresa.
Izero APS	Planeamento e optimização da produção.
Izero MES	Solução para controlo e monitorização gráfica da produção, em tempo real.
Izero B2B, B2E e B2P	Comunicação da empresa via internet.
Izero CRM e EIS	Solução orientado para gestão do <i>business intelligence</i> .

A empresa presta também serviços aos seus clientes, nomeadamente a nível de consultoria. As soluções Izero baseiam-se em ferramentas standard que podem ser complementadas com desenvolvimentos específicos.

Clientes e Parceiros

A softi9 possui uma carteira de clientes de algum renome a nível internacional, onde se destacam empresas como:

- TEKA (Electrodomésticos);
- Heliflex (Tubulações);
- Bollinghaus (Siderurgia/ Produtos Laminados);
- TETRA PAK (Embalagens/ Alimentar).

A empresa trabalha também em parceria com algumas instituições como é o caso do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC Porto), que é o responsável pelo desenvolvimento do algoritmo multi-critério utilizado pelo Izero APS na programação da produção.

Mantém também uma parceria com a Universidade de Aveiro possibilitando a troca de experiências entre o meio empresarial e o meio académico, ao permitir que alunos do primeiro e segundo ciclos sejam inseridos no ambiente empresarial da empresa para a realização de estágios curriculares.

Equipa

A equipa de colaboradores da empresa está estruturada em quatro áreas distintas:

- Administração e contabilidade;
- Consultoria e formação (implementação, assessoria, formação);

- Programação e sistemas (análise, desenvolvimento, instalação de software, manutenção);
- Comercial e marketing.

O meu estágio inseriu-se na parte de consultoria e formação e também na parte de programação e sistemas.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos:

- No capítulo 1 será feita uma breve descrição da empresa onde serão apresentados a missão, os objectivos, os produtos comercializados e os serviços prestados bem como um pouco da história da empresa. Será também apresentado a introdução, os objectivos e a estrutura do trabalho.
- No capítulo 2 engloba uma revisão bibliográfica em torno da temática dos sistemas de informação voltados para a indústria. O objectivo é dar a conhecer o propósito do desenvolvimento destes sistemas, a importância que têm adquirido no panorama empresarial e a sua evolução temporal. Neste capítulo dar-se-á maior destaque aos sistemas ERP e APS e à relação entre eles. Será também realizada uma descrição detalhada dos sistemas APS em geral, relativamente aos conceitos, características, aplicação, mercado e outros aspectos relevantes.
- O capítulo 3 será dedicado ao IZARO APS, onde para além da análise às características do software será também analisado um caso de estudo para ajudar a compreender o sistema.
- O capítulo 4 ficou reservado à análise de usabilidade ao software IZARO APS, mais precisamente a uma avaliação heurística onde serão identificados potenciais pontos de melhoria na interface do utilizador.
- No último capítulo surgem as conclusões relativamente aos resultados obtidos nos vários testes efectuados, e um apanhado geral das competências adquiridas durante o estágio curricular.

2. Sistemas de informação ligados ao planeamento da produção

2.1. Conceito de planeamento da produção

Por definição, a produção é a conversão de materiais com baixo valor de mercado em produtos de alto valor de mercado. Orlicky (1994) realça que a essência da produção é o fluxo de materiais proveniente dos fornecedores, e o fluxo de informação cujos destinatários são todos os intervenientes no processo, sobre o que foi planeado, a situação actual e o que deve acontecer no futuro.

No que se refere à produção, qualquer acção deve ser precedida de um planeamento cuidadoso com vista ao alcance dos objectivos estabelecidos. Ao planear, as empresas estão a antecipar problemas e possíveis soluções, como é o caso das necessidades a nível de materiais, recursos humanos e outros recursos considerados importantes.

Como é definido por Stadtler e Kilger (2008), *“O planeamento serve como suporte à tomada de decisão ao identificar alternativas para futuras actividades e ao permitir seleccionar as melhores ou mesmo a melhor alternativa”*. De acordo com o mesmo autor o planeamento pode ser subdividido nas seguintes fases:

- Identificação e análise de um problema de decisão;
- Definição dos objectivos;
- Previsão de futuros acontecimentos;
- Identificação e avaliação de soluções (actividades viáveis);
- Selecção das melhores soluções.

Encontrando-se estruturado em três diferentes níveis hierárquicos, de acordo com o horizonte de planificação (Stadtler & Kilger, 2008):

- **Planeamentos a longo prazo** - são abordadas as decisões estratégicas. Tais decisões produzem um efeito que é apenas notado após vários anos. Exemplos de decisões a longo prazo são: a expansão do negócio ou a decisão de desenvolver novos produtos.

- **Planeamentos a médio prazo** - são tratadas as questões táticas, sendo que o horizonte temporal oscila normalmente entre 6 a 24 meses, comportando decisões a nível do planeamento das vendas, planeamento da produção, análise dos planos de operação, e outros.

- **Planeamento a curto prazo:** são tratadas as questões operacionais, tendo que se especificar todas as actividades em forma de instruções detalhadas, para a execução imediata e controlo. O horizonte de planeamento varia entre alguns dias a aproximadamente 3 meses. É neste nível de planeamento que são realizados as afectações de tarefas, a calendarização da produção, e outras actividades.

O planeamento da produção de curto prazo é responsável pelas decisões que envolvem definição e calendarização das operações de fabrico de determinados produtos de forma a responder às solicitações do mercado. Sendo que tenta responder às questões: o que produzir, quanto produzir e quando produzir.

Foi precisamente para tentar responder a estas e outras questões que foram criados os sistemas de informação designados de Planeamento de Requisitos Materiais ou MRP (*Material Requirement Planning*).

2.2. Os sistemas MRP

No início da década de 60, registou-se um grande avanço tecnológico no que se refere aos computadores, tanto a nível de hardware como também de software. Esses avanços tornaram possível o armazenamento de dados e a utilização de técnicas de planeamento complexos. Este facto removeu os obstáculos ao desenvolvimento de muitas técnicas de planeamento considerados impraticáveis de se aplicar manualmente (Orlicky, 1994).

Os métodos tradicionais de controlo do fluxo de materiais, utilizados antes e durante a década de 60, consistiam basicamente em fazer a reposição dos stocks de matéria-prima e das peças mais usadas, bem como emitir e controlar, junto dos fornecedores, os pedidos de componentes específicos para suprir as necessidades do sector da produção. Os sistemas MRP apareceram nos finais da década de 60 mas ganharam maior proeminência nos anos 70, tendo sido desenvolvidos com o propósito de auxiliar no processo produtivo calculando as necessidades líquidas de matérias-primas com base numa lista de materiais necessários tendo em conta os materiais existentes em stock (Orlicky, 1994).

Estes sistemas geram calendários para as operações de compra de matérias-primas bem como as ordens de trabalho com base nas informações recolhidas de três fontes: o plano mestre de produção ou MPS (*Master Production Schedule*), a árvore do produto ou BOM (*Bill Of Materials*) e o inventário ou *Inventory Master File*.

O **MPS** define de forma precisa a calendarização das quantidades a produzir para cada produto acabado, ou seja, define o que será produzido, quantas unidades e quando é que serão produzidos (Orlicky, 1994).

A **BOM** é uma base de dados que identifica todos os itens ou materiais que fazem parte do produto acabado. Deve identificar a natureza dos materiais (se são comprados ou fabricados), a quantidade e a sua posição na estrutura do produto. A lista está organizada hierarquicamente para que os gestores possam ver facilmente que materiais são precisos para completar cada fase da produção.

O **inventário** fornece informação acerca da quantidade de produtos que se encontram em stock ou que já foram encomendados.

Os sistemas MRP (Fig. 1) consistem num conjunto de dados, técnicas e procedimentos logicamente relacionados e regras de decisão para traduzir um plano mestre de produção em necessidades líquidas faseadas no tempo e ordens para cada componente necessário à implementação do plano (Orlicky, 1994).

Utilizando a informação proveniente do MPS, da BOM e do Inventário, o MRP determina os recursos necessários para a produção de determinados produtos para cada instante no horizonte temporal. Primeiro são recolhidas as necessidades brutas de materiais, de acordo com a informação do MPS. Em seguida e com base na BOM e

na quantidade existente em stock são calculadas as necessidades líquidas de fabrico ou compra para cada componente ou material do produto acabado.

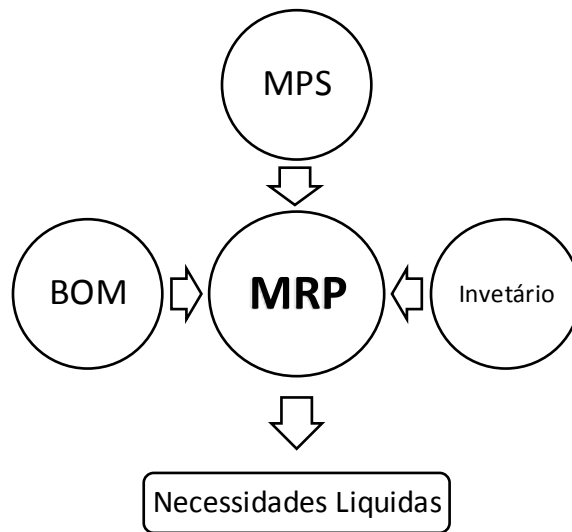


Figura 1 – Inputs e Outputs de um sistema MRP (Orlicky, 1994).

Embora seja um método excelente para situações onde existem processos ou produtos bastante complexos, e também seja um bom método de processamento da BOM, o MRP é muito limitado ao controlo do fluxo de materiais e componentes, apresentando ainda outras limitações relacionadas com os seguintes aspectos:

- Ignora a capacidade dos recursos;
- Assume *lead times* fixos;
- Considera o lote fixo e não tolera a sua divisão ou agregação;
- Necessita de grandes quantidades de informação constantemente actualizadas, ou seja, requer um grande esforço computacional.

Um dos maiores desafios foi resolver o problema da capacidade dos recursos. Para isso foram adicionadas ao planeamento de requisitos materiais algumas técnicas utilizadas para ajudar no planeamento da capacidade: previsões, planeamento de vendas, gestão da procura e análise de recursos. Foram também adicionadas técnicas para ajudar na execução dos planos: técnicas de programação fabril para o interior da organização e gestão de fornecedores para o exterior da organização (Wallace & Kremzar, 2001).

Estes novos desenvolvimentos deram origem ao MRP de Ciclo Fechado ou **Closed-Loop MRP**. Estes sistemas possuem algumas características importantes (Wight, 1995):

- Representam uma serie de funções, não apenas planeamento de requisitos materiais;
- Contêm ferramentas capazes de resolver problemas relacionados quer com a capacidade dos recursos quer com as prioridades, e outras capazes de dar apoio ao planeamento e à execução;
- Os planos podem ser alterados quando necessário, mantendo assim válidas as prioridades mesmo que as condições mudem.

2.3. Os sistemas MRP II

O MRP II (Fig. 2) é uma extensão do *Closed-Loop MRP*, que para além de analisar as questões do tipo “o que, quanto e quando produzir” analisa também a questão “como produzir”. Isto é feito através da integração do cálculo da capacidade dos recursos na realização da programação da produção, permitindo assim um controle e uma coordenação mais completa da produção (Wallace & Kremzar, 2001).

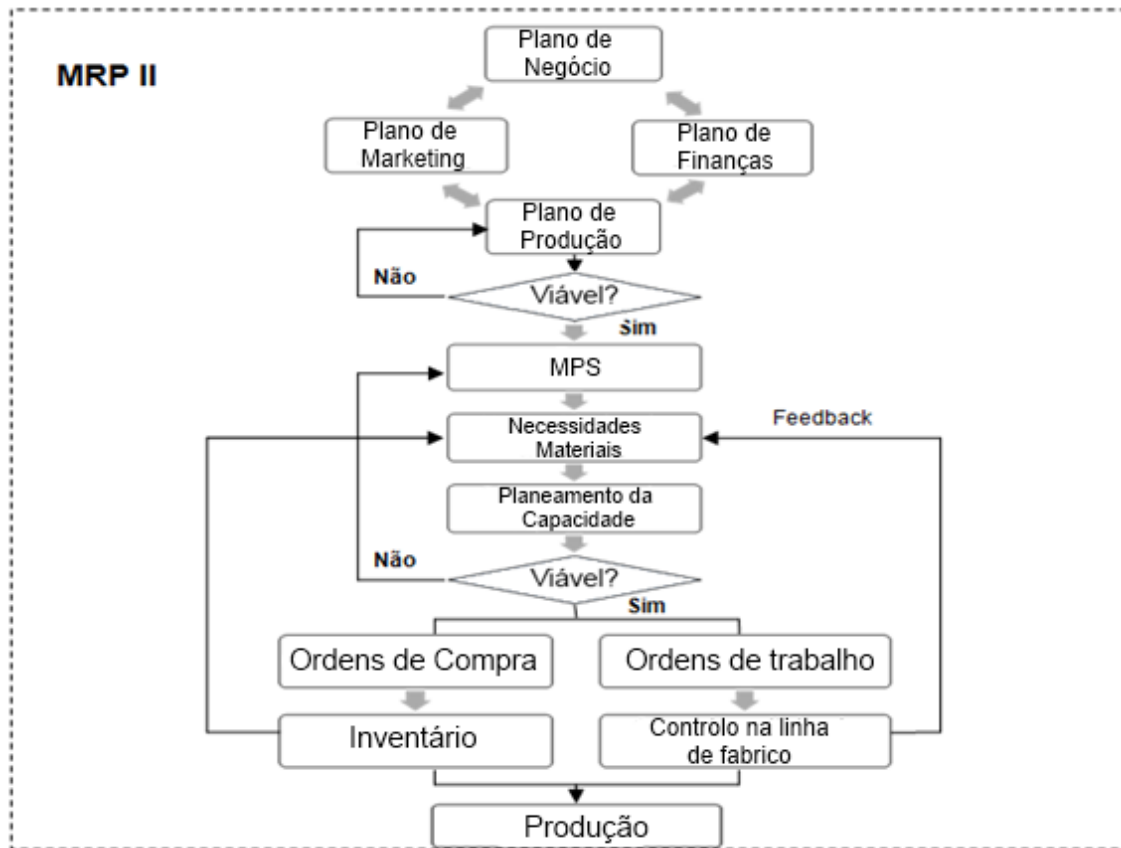


Figura 2 – Fluxograma de processos de um MRP II (Wight, 1995).

O sistema consiste num método de planeamento efectivo de todos os recursos de uma empresa de produção, sendo composta por uma variedade de funções todas ligadas entre si designadamente: planeamento do negócio, da produção, de requisitos materiais, da capacidade, planeamento operacional, venda e sistemas de apoio à execução para a capacidade e materiais. O *output* proveniente destes sistemas são integrados com os dados financeiros tais como o plano de negócio, o relatório de compras e as projecções do inventário para se obter uma visão abrangente da situação corrente da empresa. (Wallace & Kremzar, 2001).

De acordo com Wallace e Kremzar (2001) existem 3 grandes diferenças em relação ao MRP:

- **Planeamento operacional e vendas** - faz o equilíbrio entre a procura e a oferta, providenciando aos gestores de topo maior controle sobre os aspectos operacionais do negócio;
- **Interface financeiro** - habilidade de traduzir o plano operacional (unidades, peças, litros, etc.) em termos financeiros;

- **Simulação** - capacidade de analisar cenários alternativos e testar diferentes opções para cada cenário.

Estes aspectos contribuem para a melhoria do processo produtivo, desde a redução dos materiais em stock, maior consistência nos tempos de entrega ao cliente, redução nos custos de aquisição de materiais, etc. (Toomey, 1996).

O MRP II é orientado por um planeamento hierárquico de decisões e cálculos a fim de alcançar uma programação da produção viável, tanto em relação à disponibilidade de materiais quanto à capacidade necessária (Oliveira & Flexa, 2010).

Apesar dos significativos avanços em relação ao MRP, o MRP II “peca” também por ser uma ferramenta especializada em apoiar as actividades ligadas à produção. A informação encontra-se isolada das outras áreas da empresa tais como: marketing, contabilidade, finanças e recursos humanos. Por isso houve a necessidade da construção de sistemas que pudessem interligar de forma consistente todas essas áreas e facilitar o acesso à informação.

Essa necessidade de integração levou ao desenvolvimento dos sistemas de Planeamento de Recursos Empresariais ou sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*).

2.4. Os sistemas ERP

Os ERP são sistemas informáticos que permitem fazer a interligação, em tempo real, dos vários sectores dentro de uma organização, como é o caso das vendas, operações e dados financeiros (Entrup, 2005). Esta integração veio facilitar a comunicação e a partilha de informação, resultando em ganhos significativos na produtividade, eliminação de informação redundante e racionalização de processos.

A partilha de informação permite aos decisores ter uma visão global da informação que precisam, de uma forma viável, consistente e sem muita perda de tempo. O maior acesso à informação permite ainda a esses decisores ter melhor conhecimento da realidade da empresa possibilitando assim a tomada de decisões mais acertadas (Stadtler & Kilger, 2008).

O sistema ERP (Fig. 3) encontra-se estruturado em módulos que dão suporte às diferentes actividades das empresas e por uma base de dados comum a todos os módulos. A informação proveniente dos diferentes módulos é armazenada na base de dados, ficando assim disponível para ser manipulada por qualquer um dos módulos.

Porém, para que se consiga tirar total proveito das capacidades do sistema, deve existir o apoio da gestão de topo, uma estratégia de negócio apropriada, um plano e uma visão, uma gestão de projecto efectiva e formação dos utilizadores. Sem que todos estes factores estejam reunidos as organizações não conseguem beneficiar de um sistema tão complexo como o ERP (Thomson, 2010).

“Se não formos cuidadosos, o sonho de integração da informação pode se transformar em pesadelo” refere Davenport (1998).

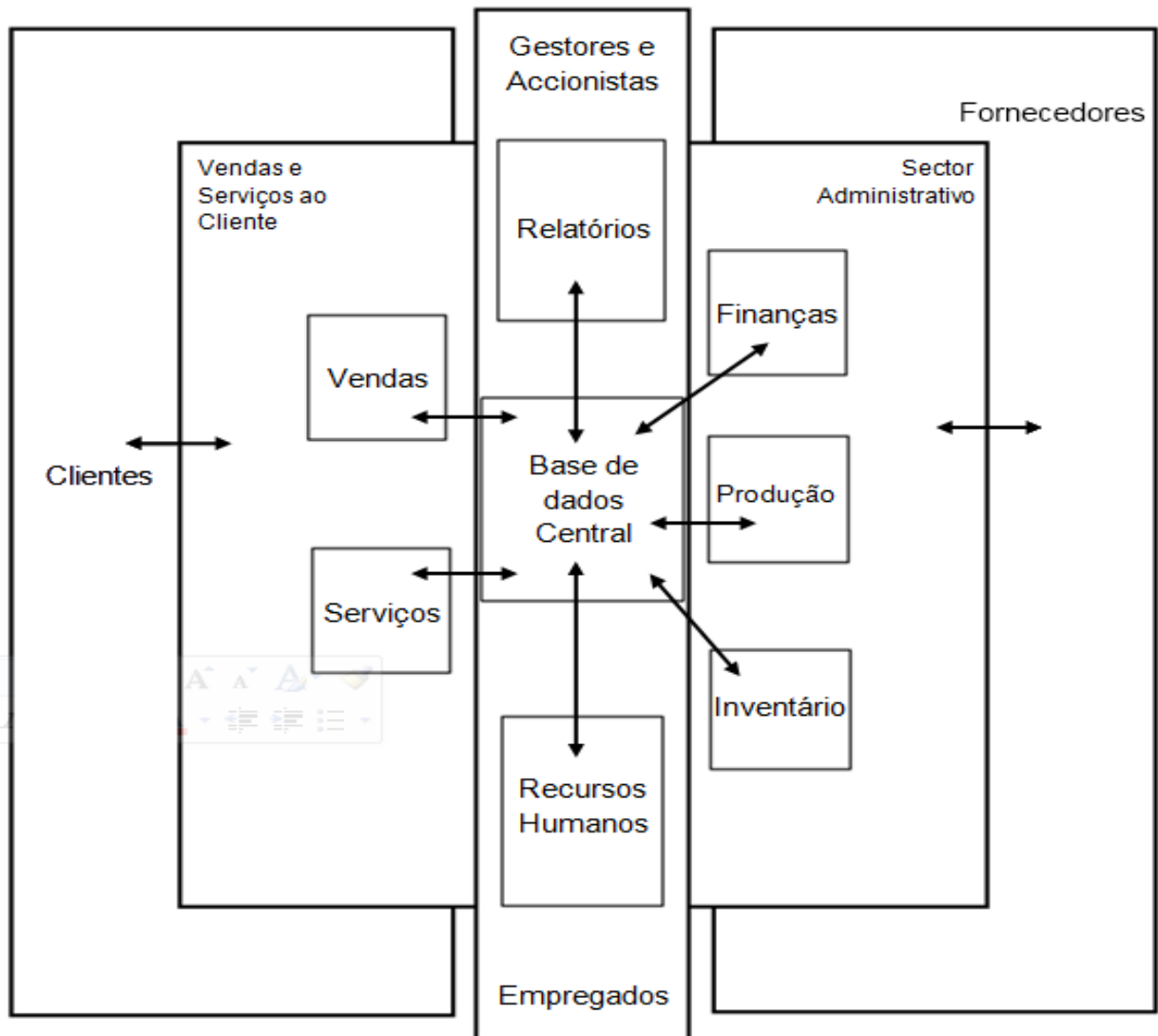


Figura 3 - Estrutura típica de um ERP (Thomson, 2010).

Como é referido por Leon (2008), muitas empresas que implementaram o ERP nas últimas duas décadas tiveram sérios prejuízos devido a problemas na integração do sistema com os objectivos da organização e com os métodos de trabalho existentes. Muitas dessas empresas acabaram mesmo por declarar falência enquanto outras de maior porte conseguiram absorver os prejuízos.

Ainda de acordo com o mesmo autor, chegou-se a um ponto em que os sistemas ERP deixaram de ser capazes de providenciar vantagem competitiva, mesmo entre as empresas que tiveram sucesso na implementação. O autor argumenta que tal situação, deve-se principalmente ao facto de o ERP não ter sido concebido para ter uma visão para além das “quatro paredes” da organização, tendo sido criado numa época em que as empresas operavam de forma independente e com relacionamentos limitados.

Os ERP convencionais ficaram aquém das expectativas em algumas áreas que são críticas para as necessidades de negócio actuais. De acordo com a Exact Software (2005), o alcance do ERP é limitado, sendo que ajudou na automatização de

departamentos individuais mas não conseguiu estender os seus benefícios de função de suporte, para as funções de ajuda na gestão de pessoas, cargas de trabalho e questões da cadeia de abastecimento. O ERP não trouxe um controlo consistente de todos os processos de negócio. A competitividade e a globalização tornaram claro que o mundo de negócios ainda precisa de uma solução empresarial total.

Ainda segundo a Exact Software (2005), os gestores necessitam de informação actualizada e em tempo real para que possam monitorizar activamente a “saúde” da organização. Defendem que apesar de o ERP ter providenciado um bom arranque, o mercado exige mais. Concluem que o ERP tem agora que envolver toda a empresa, providenciando processos mensuráveis e consistentes, bem como

informação actualizada ao segundo para dar suporte à tomada de decisão.

Para competir hoje em dia a um nível funcional, os negócios devem adoptar uma aproximação empresarial abrangente ao ERP que utiliza a internet e faz a ligação a todas as facetas da cadeia de valor (Exact Software, 2005). Essa necessidade levou ao desenvolvimento dos sistemas ERP II.

2.5. Os sistemas ERP II

O ERP II é uma solução que, para além de incluir muitas das funcionalidades presentes no ERP (o planeamento de materiais tradicional, a distribuição e outras), é reforçada por capacidades como a Gestão do Relacionamento com os Clientes ou *Customer Relationship Management* (CRM), Gestão dos Recursos Humanos ou *Human Resource Management* (HRM), a Gestão do Conhecimento ou *Knowledge Management* (KM) e a Gestão do fluxo de trabalho ou *Workflow Management*. Tal sistema consegue operar na totalidade da organização de forma consistente, com precisão e sem desperdício de tempo (Exact Software, 2005).

A questão relativa à existência de múltiplos escritórios/instalações, também é resolvida dado a solução ser baseada na internet, possibilitando assim aos colaboradores ter acesso ao sistema independentemente da sua localização. A internet é cada vez mais utilizada por parte das empresas, pois permite uma livre troca de informação entre os vários colaboradores, fornecedores e clientes.

A inclusão do comércio colaborativo utilizando a internet, é um dos pontos fortes do ERP II, possibilitando que parceiros de negócios de diferentes organizações possam trocar informação entre si. Dá a possibilidade às empresas de desenvolver novos produtos em parceria com os seus fornecedores e também possibilita o encontro de novos parceiros para fornecer novas soluções (Pereira, 2002).

Os autores Simchi-Levi, Kaminsky, e Simchi-Levi (2004) fazem a seguinte comparação entre o ERP e o ERP II (Tabela 2):

Tabela 2 – Comparação ente ERP e ERP II.

	ERP	ERP II
Foco	Optimização empresarial	Comércio colaborativo e a gestão da cadeia de abastecimento.
Domínio	Centrado na produção e distribuição	Inclui também a cadeia de abastecimento, interfaces com os clientes e com os fornecedores.
Processos	Internos e escondidos	Externamente ligados
Arquitectura	Fechado e monolítico	Ambientes abertos, baseados na Internet (<i>Web-based</i>) e baseadas em componentes (<i>component-based</i>)
Dados	Consumidos e gerados internamente	Publicados e subscritos internamente e externamente

Independentemente das transformações que o ERP tenha sofrido, a essência de um software empresarial continua focada em maximizar a eficiência interna e externa e providenciar vantagem competitiva. Isto aplica-se ao MRP, ao ERP e também aos mais recentes sistemas ERP II.

Os softwares empresariais, na linha dos ERP e ERP II, são importantes para as organizações na medida em que proporcionam uma melhoria na forma como as ordens dos clientes são processadas. Apesar de não interagir directamente com os clientes no processo de vendas, o ERP recebe o pedido do cliente e estabelece um “itinerário” através dos módulos necessários até que a ordem seja satisfeita. Quando um departamento termina a execução de uma ordem, ela é automaticamente enviada, via ERP, ao próximo departamento. A informação relativa ao estado das ordens, seja em que instante for, fica disponível para todos os intermediários, bastando para isso fazer o *login* no sistema.

No entanto, existem determinados aspectos numa empresa em que a utilização de um sistema empresarial, como o ERP ou o ERP II, não representa a solução para o problema. Um exemplo, tem a ver com a ausência, nesses sistemas, de um mecanismo que possibilite aos gestores ligados à produção, efectuar de forma otimizada a alocação das ordens de fabrico pelos diferentes recursos. Para ajudar a resolver problemas de cariz mais específicos como estes, optou-se pelo desenvolvimento de módulos que funcionassem como extensões aos softwares empresariais, podendo no entanto ser implementados de forma autónoma.

Existem diferentes módulos que ajudam a complementar os softwares empresariais, entre eles encontramos os sistemas **APS** ou *Advanced Planning Systems*, módulo este responsável por dar suporte à tomada de decisão em questões relacionadas com a programação e calendarização da produção. Estes sistemas ajudam a determinar a sequência de fabrico dos vários pedidos que dão entrada na empresa num determinado instante.

Outro módulo igualmente importante é o **MES** ou *Manufacturing Execution Systems*, cujo objectivo é monitorizar e sincronizar as actividades de produção. Este

sistema torna possível a optimização das actividades de produção que vão desde o lançamento das ordens até aos produtos acabados. Utilizando dados precisos e actualizados, o MES inicia, guia, responde, e reporta sobre as actividades fabris à medida que estes ocorrem. Também pode ser utilizado de forma independente ou integrado com o ERP (Hadjimichael, 2004).

Na próxima secção, iremos analisar pormenorizadamente os sistemas APS, e avaliar em que medida contribuem para a melhoria do planeamento da produção em empresas de produção.

2.6. Advanced Planning (and Scheduling) Systems

2.6.1. Enquadramento

Nunca como agora as empresas tiveram que lidar com uma variedade tão grande de produtos a produzir como fazem hoje. E, se a este factor, adicionarmos o tamanho cada vez mais reduzido dos lotes de fabrico e prazos de entrega mais curtos, começamos a ter a percepção das dificuldades que as empresas encontram, actualmente, em dar resposta às necessidades dos clientes (Junior, 2007). De acordo com Junior (2007), podem ser apontados alguns factores adicionais como causa deste aumento de dificuldade:

- O aumento da quantidade de produtos personalizados e a diminuição na duração do ciclo de vida dos produtos, aumentando a complexidade do processo produtivo e dificultando o planeamento e a calendarização da produção;
- A redução do tamanho dos lotes de produção provoca um impacto significativo nos tempos de *setup* das máquinas (recursos) diminuindo a sua produtividade.

Algumas empresas adoptaram medidas com o intuito de tentar ultrapassar essas dificuldades, como se mostra nos exemplos a seguir (Malheiro, 2006):

- Aumentar o *stock* de produtos acabados, com a intenção de fazer diminuir os tempos de entrega, causando aumentos significativos nos custos de posse do *stock*³.
- Aquisição de mais recursos de produção para tentar aumentar a capacidade produtiva, o que faz aumentar também os custos fixos de produção;
- Aumento do stock de matérias-primas visando diminuir a probabilidade de um recurso ficar parado por falta de material, o que faz aumentar os custos de posse.

Mas, como se pode ver pelos exemplos, as soluções encontradas acabaram por não ser as mais eficazes, em muitos dos casos, acabaram mesmo por agravar a situação, comprometendo a capacidade de resposta da empresa face ao aumento da procura.

³ Os custos de posse correspondem aos custos de manter em *stock* uma unidade de um determinado produto durante um determinado período de tempo. O *stock* é um valor que, ficando imobilizado, diminui a possibilidade de outros investimentos (Malheiro, 2006).

Mas, com os avanços tecnológicos das últimas duas décadas, foi possível o desenvolvimento de sistemas informáticos robustos, capazes de fornecer resultados mais precisos, tendo alterado a forma como as empresas encaram o planeamento da produção. Com os sistemas APS as empresas passam a ter a possibilidade de automatizar o processo de alocação das ordens de fabrico, otimizando os resultados, diminuindo as probabilidades de erro humano, e melhorando de um modo geral o processo de tomada de decisão.

2.6.2. Conceito

Diferentes autores apresentam opiniões distintas relativamente à definição dos sistemas APS. As definições tanto podem referenciar um software que dá suporte às decisões em todos os níveis de planeamento, como também um sistema que apoia apenas um nível. Alguns autores se referem ao APS como sendo um sistema feito à medida, baseado em modelos matemáticos para resolver problemas específicos de planeamento, e outros como sendo softwares comerciais. Eis alguns exemplos:

- Um APS é um sistema que assenta como um “guarda-chuva” sobre a totalidade da cadeia de abastecimento, permitindo extrair informação em tempo real, com a qual calcula uma programação da produção viável, resultando numa resposta rápida e confiável ao cliente (Eck, 2003).
- São sistemas informáticos que geram uma calendarização da produção altamente fiável respeitando a disponibilidade efectiva dos recursos produtivos, a existencia de restrições operacionais e políticas de sequenciamento (Netto & Vieira, 2005).
- Um APS é um software desenvolvido para se integrar com os sistemas ERP e MRP com o objectivo de melhorar o planeamento e programação da produção a curto prazo (Bitpipe, 2009).

Ivert (2009) avança com uma explicação para esta falta de consenso: os sistemas APS tiveram origem em áreas diferentes, podendo ser definidos como uma extensão do ERP mas também derivam dos sistemas de apoio à decisão ou DSS (*Decision Support Systems*). O autor refere ainda que os sistemas APS são uma tecnologia relativamente recente, logo o termo ainda encontra-se em aberto.

No geral, quando se refere a um Sistema Avançado de Planeamento (APS), referimos a um programa computacional que utiliza algoritmos matemáticos avançados para resolver problemas complexos relacionados com a calendarização da produção. Estes sistemas lidam com questões de planeamento bastante complexas, como é o caso das seguintes situações:

- Qual é o recurso mais adequado para se utilizar quando podemos escolher mais do que um?
- E se alguns produtos só puderem ser alocados após a alocação de outros?
- E se as linhas tiverem diferentes tempos de processamento?

- E se alguns produtos não puderem ser produzidos simultaneamente porque utilizam exactamente os mesmos recursos?

Estas e outras questões fazem parte das restrições aos problemas de optimização presentes nos algoritmos utilizados pelos sistemas APS. Bermudez (1999) conclui que “os sistemas APS constituem um excelente exemplo de softwares inovadores utilizando tecnologias avançadas para dar resposta aos requisitos de um novo paradigma de negócio”.

Alguns estudos indicam que a implementação das funcionalidades dos sistemas APS estão a ser consideradas prioridade nas indústrias, e por isso muitas empresas começaram a dedicar-se ao desenvolvimento de módulos APS, de forma a satisfazer um crescente número de clientes (Stadtler & Kilger, 2008).

2.6.3. Características, funcionalidades e capacidades

Na perspectiva de Wiers (2002) os sistemas APS possuem 3 elementos principais. Baseam-se no modelo do sistema que vai ser planeado e calendarizado; contêm funcionalidades de suporte e automação para a geração de planos e calendarizações e também uma interface gráfica que permite a apresentação dos planos e calendarizações aos utilizadores, dando-lhes a possibilidade de manipulação da informação.

Em termos de características Stadtler e Kilger (2008) apontam tipicamente para a existência das seguintes:

- Planeamento integral de toda a cadeia de abastecimento, pelo menos do fornecedor até aos clientes finais, que podem pertencer a uma única empresa ou mesmo a uma rede ampla de empresas;
- Verdadeira optimização, ao definir correctamente alternativas, objectivos e restrições para os mais diversos problemas de planeamento e ao utilizar métodos de optimização (quer os métodos exactos como heurísticos);
- Um sistema de planeamento hierárquico que é o único sistema que permite a combinação das duas propriedades anteriores.

Stadtler e Kilger (2008) realçam ainda que os sistemas MRP tradicionais implementados em quase todos os ERP não possuem nenhuma das propriedades acima referidas. Restringem-se às áreas de produção e de aprovisionamento, não sendo capazes de optimizar.

Em relação às funcionalidades Helo e Szekely (2005) identificaram algumas que consideraram ser as principais:

- Optimização do inventário e do tamanho dos lotes;
- Capacidade de realização de cálculos para determinar a disponibilidade dos produtos;
- Optimização do transporte de materiais e definição do ponto de separação das ordens;

- Pontos de inventário reduzidos;
- Análise do fluxo de materiais.

Em termos de capacidades, os sistemas APS tipicamente conseguem fazer a definição exacta dos recursos e das restrições, sendo o sequenciamento feito numa base produto a produto. A calendarização e a optimização de várias tarefas são feitas baseando-se na disponibilidade e restrições dos operadores, podendo fazer o planeamento a longo prazo dos recursos assim como a replanificação dos recursos e dos operadores em caso de mudanças nas prioridades da procura (Setia, Sambamurthy & Closs, 2008).

2.6.4. Questões a considerar na implementação de um sistema APS

Eck (2003) diz que as empresas de produção e de distribuição podem beneficiar da implementação dos sistemas APS para melhorar a gestão da cadeia de abastecimento. E indica que os factores chaves para o sucesso da implementação de um sistema APS são os seguintes:

- Conceito de cadeia de abastecimento;
- Experiência;
- Nervosismo;
- Factores Humanos;
- Complexidade;
- Recursos Financeiros;
- Precisão dos dados.

O autor sublinha ainda que os sistemas APS podem ser bastante úteis em ambientes dinâmicos. Um dos benefícios que se pode obter, de uma implementação de sucesso, é a capacidade de rapidamente recalcular os planos sempre que for necessário. Outro benefício é que facilita a combinação da informação proveniente de diferentes áreas e calcula um plano óptimo para toda a cadeia de abastecimento.

Ainda de acordo com Eck (2003), as principais vantagens dos APS em relação aos sistemas MRP I/II são as seguintes:

- Nos sistemas APS a prioridade dos clientes varia de acordo com a sua importância para o negócio, enquanto nos outros sistemas esta distinção não é feita;
- Nos sistemas APS os *lead times* podem ser introduzidos dinamicamente através do contacto com os clientes. Nos outros sistemas os *lead times* são fixos e conhecidos á priori;
- Os sistemas APS dão suporte à tomada de decisão ao permitirem fazer simulações e análises de cenários alternativos;
- A alocação de materiais é feita de acordo com a disponibilidade e de acordo com os critérios especificados. Nos sistemas MRP I/II a alocação de materiais é feita numa base de “o primeiro a chegar é o primeiro servido”.

Os sistemas APS ao serem capazes de gerar planos otimizados dos vários processos relacionados com a fabricação dos produtos conseguem aumentar a eficiência do processo produtivo. O que resulta num aumento da capacidade de resposta da empresa face ao aumento da procura; uma diminuição dos custos relacionados com os desperdícios, com os materiais em stock e outros; aumento das margens de lucro e a redução dos incumprimentos. De salientar no entanto que todos estes objectivos só são alcançados no caso em que a implementação é bem sucedida e os recursos humanos bem formados.

Outro aspecto importante, e que é mencionado por Stadtler & Kilger (2008), é que para um uso efectivo de todas as potencialidades do APS, este tem que ser integrado com o sistema de informação existente na empresa, como por exemplo os sistemas ERP.

Um sistema APS deve ser instalado de forma apropriada, devendo ter uma gestão cuidadosa. Mas a implementação de um sistema APS não é fácil, e as consequências de uma má implementação podem resultar em perdas enormes para as organizações. Como exemplos, em 2001 a Nike reportou problemas com a utilização do seu sistema APS, que resultou na perda de milhões de dólares. A Hershey's também teve grandes problemas numa transição complexa de softwares, da qual o APS fazia parte, resultando em perdas estimadas em cerca de 150 milhões de dólares (Geary & Winn, 2005).

Os autores Geary e Winn (2005) afirmam que quando se trata de um sistema APS nenhuma implementação é fácil, e que não existem duas implementações iguais embora existam alguns pontos em comum. Os autores deixam alguns avisos aos que desejam implementar um sistema APS:

- Os dados são sempre necessários para se construir um modelo;
- Um modelo não deve ser construído se os dados de que necessita não estiverem disponíveis;
- Os dados devem ser claros e significativos, ou seja, se entrar lixo no sistema, sai lixo do sistema (“*garbage in, garbage out*”).

Os sistemas APS são capacitadores, mas no vazio são inúteis. Necessitam de políticas sérias que viabilizem a sua implementação, porque em caso de falhanço o resultado é desastroso.

2.6.5. O mercado dos sistemas APS

No início do século 21, mais precisamente entre os anos de 1999 e 2001, a implementação de sistemas APS atingiam o seu pico. Em 2000 o mercado para os sistemas APS estava no seu auge, e empresas como a i2 Technologies facturavam acima da marca de 1 bilhão de dólares (Grackin & Gilmore, 2004).

No entanto, os longos tempos de implementação resultaram na diminuição da satisfação dos clientes e levaram ao surgimento de muitas percepções negativas em relação às soluções APS (Grackin & Gilmore, 2004).

De facto, como constata Geary e Winn (2005), alguns dos problemas relacionados com a cadeia de abastecimento que era suposto ficarem resolvidos com os sistemas APS, em algumas situações não o foram. A consequência foi uma queda considerável no volume de vendas das principais marcas. A *i2 Technologies* por exemplo, nos finais de Setembro de 2004 tinha uma facturação de cerca de 305 milhões de dólares, muito abaixo dos valores registados em 2000.

Grackin e Gilmore (2004) apontam alguns dos factores que levaram ao falhanço de alguns projectos e ao atraso de outros:

- Os acordos eram assinados com base em softwares que ainda não se encontravam desenvolvidos;
- Os resultados operacionais estavam dependentes de mudanças de alto risco no processo de negócio que se esperavam poder ser possíveis com os APS;
- As empresas encontraram falhas importantes no ajuste entre a solução e o modelo de negócio.

Mas, e de acordo com os autores Grackin e Gilmore (2004), após um período conturbado, tanto os fabricantes como os clientes adquiriram uma certa experiência em como implementar com sucesso este tipo de soluções, e evitar alguns factores que levaram ao fracasso de alguns projectos. Ao mesmo tempo os vendedores fizeram importantes melhorias, quer a nível técnico quer a nível funcional, nas suas soluções. Melhorias que tornaram o processo de implementação mais simples e menos dispendiosos.

Os autores apontam ainda os resultados de um estudo conduzido pela ChainLink Research, que envolveu centenas de utilizadores dos sistemas APS, e que aponta para um aumento da satisfação dos clientes. O estudo realizado em 2004 mostra que os clientes estão a comprar cada vez mais estes sistemas o que indica provavelmente que estão a ter resultados bastante satisfatórios.

O estudo indica ainda que 81% dos clientes se encontravam satisfeitos com os resultados das implementações. E dos 19% menos satisfeitos, 11% estavam optimistas e acreditavam que os problemas existentes podiam ser resolvidos. O estudo avaliou 2937 implementações em várias empresas.

Entre os principais fabricantes de softwares APS podemos encontrar a *i2 Technologies*, a *Asprova*, o *Preactor* e a *JDA Software Group*. Existem também outras empresas como a *SAP* e a *Oracle* (líderes do mercado dos sistemas ERP) que vendem os APS como parte integrante dos seu pacotes de software ERP.

Recentemente, mais precisamente em 28 de Janeiro de 2010, a *JDA Software Group* anunciou a aquisição da *i2 Technologies* na tentativa de competir com os líderes do mercado a nível de softwares de gestão, a *SAP* e a *Oracle*.

A nível do mercado português, existem alguns fabricantes com maior representatividade como é o caso da *Asprova* e do *Preactor*, e outras com uma

representação bem mais discreta como é o caso da empresa Softi9, com a solução Iزارo APS.

No próximo capítulo vai ser apresentado uma análise ao software Iزارo APS, a nível das funcionalidades mais importantes, a nível da sua estrutura de dados e também a nível do comportamento do software quando aplicado a casos reais.

3. Iزارo APS

O intuito deste capítulo é fornecer uma análise aprofundada sobre as funcionalidades do software Iزارo APS. Análise que vai servir para ilustrar algumas funcionalidades do software Iزارo APS e vai ajudar a lançar as bases para o capítulo seguinte referente a um estudo de usabilidade ao software.

Vai ser possível perceber ao longo deste capítulo como se constrói um modelo no Iزارo APS partindo das especificações reais do problema e quais as ferramentas que o software disponibiliza para esse efeito.

3.1. Contextualização e metodologia

Durante o período de estágio que se estendeu por 8 meses foi possível adquirir capacidades técnicas na utilização de um software APS e também entender alguns dos muitos desafios envolvidos no processo de implementação, principalmente nas fases de avaliação de requisitos dos clientes e adaptação do software de forma a satisfazer esses requisitos.

O trabalho desenvolvido utilizando o software Iزارo APS incluiu as seguintes fases:

- A fase inicial foi uma fase de adaptação ao software a nível das funcionalidades básicas.
- A fase seguinte consistiu na elaboração de testes utilizando ordens de fabrico fictícias com o intuito de ver o software em funcionamento e fazer uma avaliação inicial sobre a performance do sistema utilizando diferentes parâmetros de entrada (diferentes critérios de optimização, diferentes tipos de recurso, etc.);
- Em continuidade foi o estudo de alguns casos de implementação com o objectivo de perceber quais os eventuais problemas que se podem encontrar e também quais os procedimentos necessários para os resolver;
- Por último foi desenvolvido um caso de estudo particular, envolvendo todos os passos usualmente seguidos durante uma implementação. Começando na avaliação dos requisitos do cliente, passando pela construção de protótipos para testes terminando na fase de testes finais e validação com o cliente.

3.2. Introdução ao Software

O Iزارo APS, como o nome indica, é um Sistema Avançado de Planeamento e Programação da produção desenvolvido pela empresa Softi9 - Inovação Informática, Lda., com a finalidade de ajudar a melhorar as actividades de gestão de processos produtivos.

Trata-se de uma ferramenta orientada para o planeamento e optimização da produção em empresas de produção repetitiva e cuja principal função é tentar obter a melhor sequência de produção tendo em conta várias restrições.

O software dispõe de um avançado sistema de planificação de capacidade finita⁴, que, de uma forma gráfica e intuitiva, e através de critérios de optimização e ordenação, realiza o planeamento das ordens de fabrico. O software permite ainda planificar diferentes fábricas, secções, divisões ou unidades de negócio.

Planeamento e programação são conceitos distintos. O Planeamento diz o que se tem que produzir e em que quantidade produzir. A programação diz em que recurso se vai realizar a produção, quando se inicia e quando termina.

O Iزارo APS tem as seguintes principais características:

- Grande rapidez na planificação e optimização da produção;
- Possui uma interface gráfica de utilização simples, intuitiva e dinâmica;
- A informação é apresentada através de gráficos de Gantt de recursos, Gantt de ordens de fabrico e de cargas;
- Possui um painel de controlo para a avaliação de cada uma das programações através de indicadores de performance KPI's (*Key Performance Indicators*), configuráveis pelos utilizadores;

Os benefícios que se podem obter são os seguintes:

- Redução do inventário;
- Redução do *Work In Process* (WIP);
- Aumento do número de encomendas entregues na data estipulada;
- Melhoria na utilização da capacidade instalada;
- Redução dos custos de produção.

⁴ A planificação de capacidade finita refere-se ao planeamento da produção baseado na real capacidade dos recursos.

3.2.1. Terminologias importantes utilizados no Iزارo APS

Na tabela 3 são apresentados alguns conceitos importantes para ajudar a perceber melhor o funcionamento do Iزارo APS.

Tabela 3 - Alguns conceitos utilizados pelo Iزارo APS.

Conceitos	Descrição
Ordem de Fabrico (OF)	Conjunto de instruções para o fabrico de uma certa quantidade de um determinado artigo, num intervalo de datas. É normalmente composto por uma gama operatória e por uma lista de componentes.
Gama Operatória	Sequencia de operações com vista á produção de um artigo.
Operação	Cada um dos trabalhos necessários para a produção de um artigo. As operações são executadas nos recursos.
Recursos	Estrutura onde as operações são executadas. Pode ser uma máquina, uma linha de fabrico, um operário ou um conjunto de operários, uma célula, etc. Podem ser internos ou externos à fábrica.
Recursos Alternativos	Cada um dos recursos onde se pode executar uma operação em alternativa ao recurso inicialmente previsto. Pode implicar tempos de execução, tempos de preparação e ferramentas diferentes.
Sub-recursos	Restringe o funcionamento de um ou vários recursos principais.
Recurso principal	Recurso ao qual estão associados sub-recursos.
Gargalo	Recurso crítico que convém controlar porque a sua gestão depende directamente da capacidade produtiva, actuando como um funil no processo produtivo.
Rendimento	É o rácio entre a produção real e a produção teórica de um recurso.
Alteração de Capacidade	Tem a ver com a variação da capacidade produtiva que pode ocorrer num determinado período de tempo num dado recurso. Tanto pode acontecer através do aumento como da diminuição do número de componentes que intervêm num determinado recurso.
Calendário	Consiste numa representação temporal agrupada em dias, semanas, meses e anos. Um calendário é atribuído a um ou mais recursos e é neste período de tempo que se realiza a planificação.
Características	São classificações que se podem associar aos artigos e que podem influenciar os tempos de preparação (<i>setup time</i>) de determinadas operações. As características podem estar associadas a uma série crescente lógica, mensurável através de uma matriz designada de Matriz de Transição.
Matriz de Transição	Tabela com a variação dos tempos de preparação para a transição entre cada um dos pares de valores, das diferentes combinações possíveis, de uma característica.
Tempos de Preparação	É o tempo que se demora a preparar um recurso para se realizar uma operação para uma ordem de fabrico. Este tempo pode variar em função da característica da operação da última ordem de fabrico executada nesse recurso.
Tempo de execução	Tempo que uma operação demora a ser executada num recurso, para uma ordem de fabrico.
Tempo de produção	É a soma entre o tempo de preparação e o tempo de execução de uma operação para uma ordem de fabrico.
Tempo de espera	Tempo entre o final de uma operação de uma ordem de fabrico e o inicio de outra.
Tempo de inactividade	É o tempo durante o qual não há produção, embora pudesse haver.
Tempo de paragem	Tempo durante o qual não pode haver produção.
Lead-Time	É o tempo decorrido desde o inicio da primeira operação até ao fim da última operação.

3.2.2. Estrutura de informação do Iزار APS

A informação presente no Iزار APS encontra-se estruturada em ficheiros XML (*Extensible Markup Language*) distribuídos por três níveis básicos: o ambiente, a sessão e a programação. Cada nível possui os seus próprios ficheiros de configuração, e além disso a informação dos vários níveis encontram-se integrados entre si, pelo que a sua coerência é fundamental para o correcto funcionamento do sistema.

O Ambiente

No nível mais alto da hierarquia encontramos o ambiente. O ambiente pode ser caracterizado como uma fábrica, uma secção de trabalho, uma unidade de negócio, etc. Ou seja, cada ambiente representa uma entidade que pode ser gerida de forma isolada da restante fábrica ou das restantes entidades, tendo como responsável um planificador.

Para se ter uma ideia mais clara do conceito de ambiente, podemos imaginar que estamos dentro de uma fábrica onde estão presentes os vários recursos disponíveis (máquinas, pessoas, ferramentas de trabalho, etc.), incluindo os horários de funcionamento afectados a cada recurso e outras características importantes relacionados com o espaço fabril. Designa-se de Ambiente toda essa envolvente.

Quando estamos no Ambiente podemos proceder à manutenção dos recursos, dos calendários, etc., e à configuração de aspectos como a interface do utilizador e os indicadores de performance. Podemos ter diferentes ambientes se tivermos linhas de produção independentes umas das outras.

Na figura 4, é apresentado um exemplo do aspecto geral do Ambiente, onde podemos ver, entre outras coisas, os vários recursos que fazem parte do nosso processo de fabrico, os horários de funcionamento de cada recurso bem como a alocação de algumas ordens de fabrico pelos diferentes recursos.

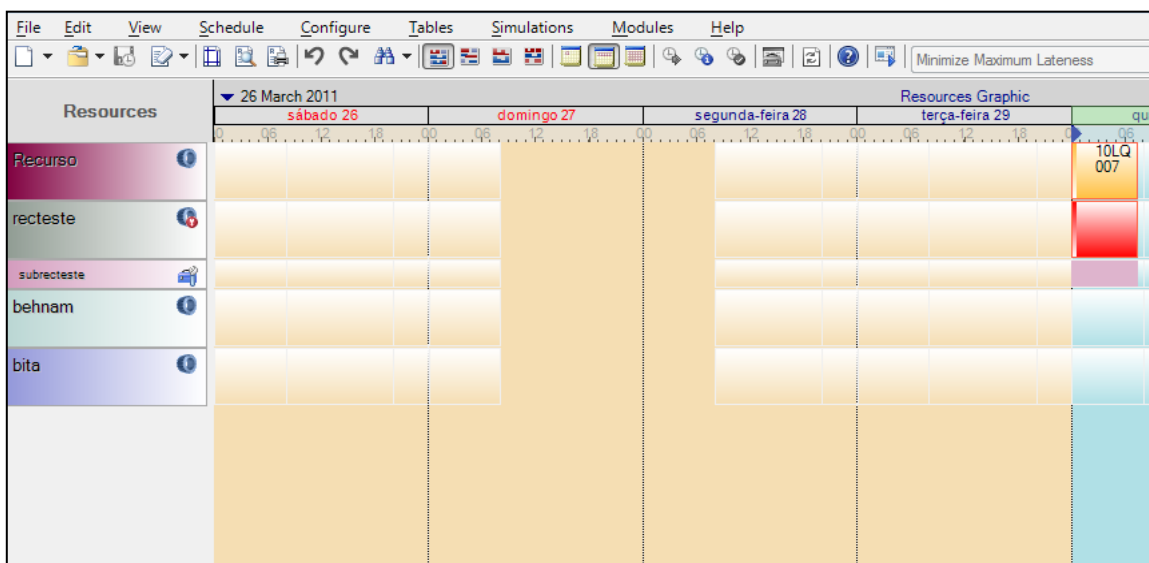


Figura 4 - Aspecto geral do Iزار APS.

A Sessão

O nível seguinte na hierarquia é reservado à sessão. Quando se abre uma sessão damos início a uma sessão de trabalho, ou seja, o software verifica se deram entrada na empresa novas ordens de fabrico e procede à sua planificação/escalonamento. Caso não existam ordens novas o software utiliza a informação da última sessão validada.

O conceito de sessão diz respeito ao início dos trabalhos. Ao iniciarmos os trabalhos já não podemos proceder à manutenção dos recursos e horários ou configuração da informação relativa aos indicadores e à interface com o utilizador. O que se pode fazer são simulações. Ou seja, pode-se criar cenários alternativos, compará-los a nível dos indicadores de performance e escolher a que melhores resultados apresenta.

Podem-se abrir várias sessões de trabalho dependendo daquilo que o cliente pretender. No caso de uma empresa que faça planificação diária das ordens de fabrico, o caso mais comum será considerar a abertura de uma sessão por dia. Se for semanal, uma por semana.

Podemos ter várias sessões dentro de um ambiente, mas apenas uma sessão pode estar aberta num determinado instante.

A Programação

O último nível da hierarquia é a programação. Neste nível são efectuados todos os cálculos relativos à alocação das ordens de fabrico pelos recursos e são apresentados ao utilizador os resultados em forma de indicadores de performance para que este possa tomar as decisões.

Uma programação mostra o estado do sistema num determinado instante. Para se entender melhor, vamos imaginar que entramos numa fábrica e damos início a uma sessão de trabalho, e num determinado momento resolvemos efectuar algumas alterações ao sistema. Por exemplo introdução de uma nova máquina ou alteração da regra de escalonamento. Para se saber o resultado que essas alterações provocam procedemos à (re)planificação das ordens de fabrico. Cada vez que planificamos criamos uma nova programação, o qual podemos validar ou não.

Podemos ter várias programações para cada sessão. Ao validar uma Programação o nosso Ambiente passa a conter as informações dessa programação. Ou seja, se voltarmos a entrar na fábrica a informação que vamos ver representa a da última programação validada.

Os resultados das programações podem ser comparadas utilizando os dados fornecidos pelos indicadores de performance (KPI).

Funcionamento geral

O APS trabalha com ordens de fabrico que são enviados por outros sistemas de Informação, no caso mais comum pelos sistemas ERP. Essas ordens são gravadas numa pasta a qual o Izero APS tem acesso. Sempre que se abre uma nova sessão, o Izero APS consulta essa pasta para verificar se existem novas ordens de fabrico (Fig. 5).

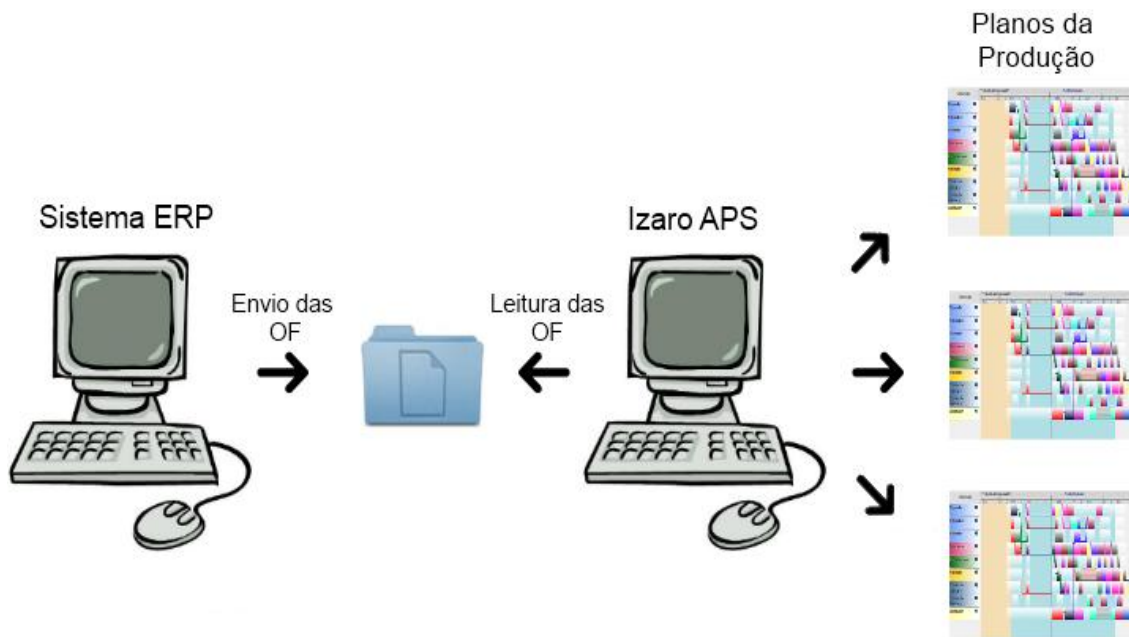


Figura 5 - Funcionamento resumido do software Izero APS.

Se existirem ordens novas, o software compara-as com as que já tinham sido validadas para verificar se existem modificações a nível de andamento de obra ou de status. Após essa comparação o software gera o ficheiro de ordens que é utilizado para fazer a programação da produção (Fig. 6).

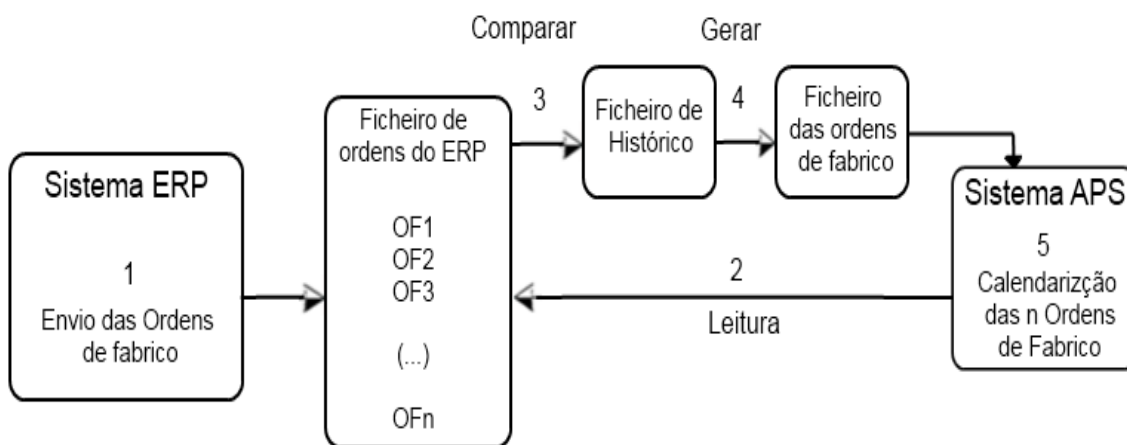


Figura 6 - Procedimento caso existam ordens novas.

Se não existirem ordens novas, o software inicia uma sessão nova com os dados da última programação validada.

3.3. Características e Funcionalidades

Tendo já algum conhecimento sobre a estrutura base do software e dos conceitos subjacentes mais importantes, passamos então para a exploração das funcionalidades mais importantes do Iزارo APS.

De forma a estruturar melhor a informação optei por dividir a janela de visualização principal do Iزارo APS em 4 partes, como é apresentada a seguir na figura 7:

- A **parte 1** é reservada á representação gráfica da planificação e dos calendários associados aos vários recursos.
- A **parte 2** é a área dos menus e dos submenus, bem como à barra de ferramentas,
- A **parte 3** reservada aos recursos e sub-recursos,
- A **quarta**, e última parte, diz respeito ao status da programação. Contém o número e a data de criação da sessão aberta, o número referente à programação, e o estado da programação.

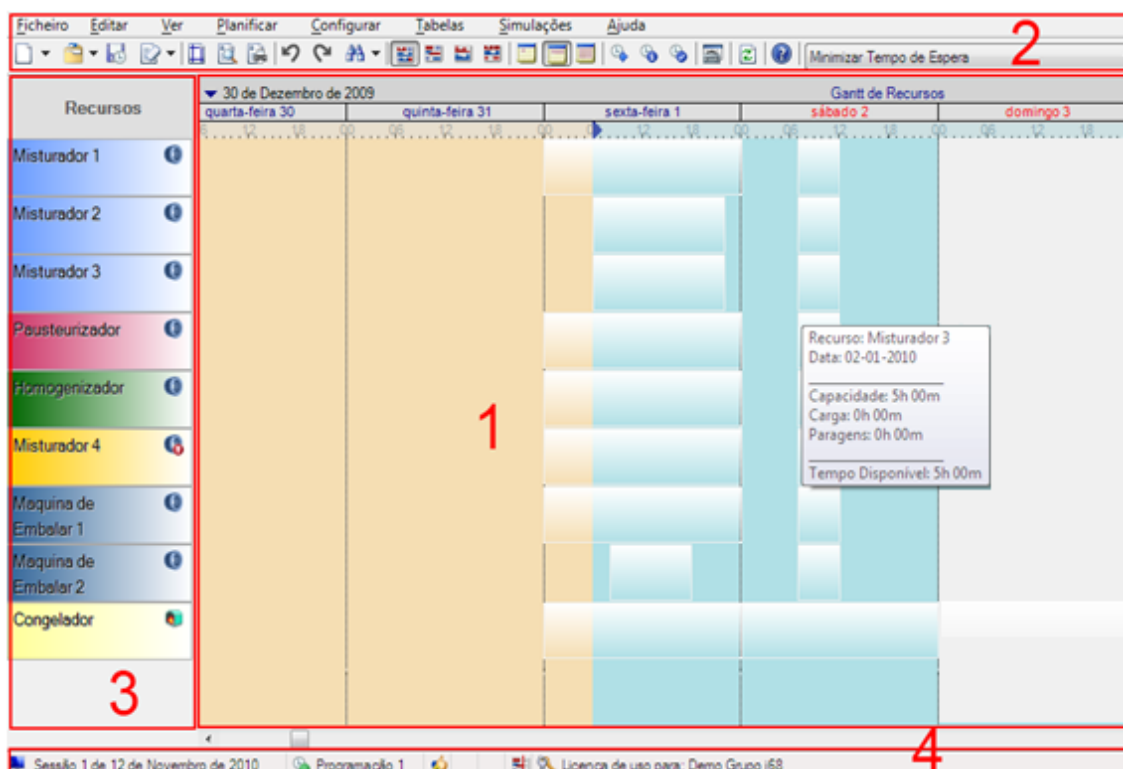


Figura 7 - Identificação das diferentes áreas na janela principal do APS

3.3.1. Horizonte de programação/planificação

O **horizonte de programação** é o intervalo de tempo no qual é realizado a planificação de todas as ordens de fabrico cujas datas estejam compreendidas dentro desse intervalo. Este horizonte pode ser configurável pelo utilizador de forma a enquadrar-se com os objectivos da empresa e o período de tempo encontra-se estruturado da seguinte forma:

- **Período de Pré-visualização** – este período corresponde ao intervalo de tempo, definido pelo utilizador, anterior à data de referência⁵. Na figura 7, o período corresponde à área a laranja na parte 1;
- **Período de Congelamento** – intervalo de tempo, definido pelo utilizador, a partir da data de referência, no qual serão marcadas como operações confirmadas todas as que se iniciem nesse período, quando se valida a programação⁶. Está representado a azul na parte 1 da figura 7;
- **Período de Visualização** – corresponde ao intervalo de tempo compreendido entre o início do período de pré-visualização e a maior data de fim programada;
- **Período Sem Calendário** – é o intervalo de tempo para a qual não foi definida qualquer calendário.

O **calendário** é uma representação temporal, agrupada em dias, semanas, meses e anos. Para cada dia é definido um horário. Um calendário é atribuído a um ou mais recursos, e é neste período de tempo que se realiza a planificação das ordens de fabrico.

A **planificação das ordens de fabrico** corresponde à acção de executar o algoritmo para ordenar e escalonar as operações, e cujo resultado pode ser alterado, manualmente, pelo utilizador, ou optimizado com base em multi-critérios.

Escalonar é colocar as operações previamente ordenadas, de acordo com os calendários, horários, paragens, recursos disponíveis, etc., de maneira a cumprirem, dentro do possível, o critério de optimização seleccionado, seguindo uma determinada regra de escalonamento.

3.3.2. Critérios de Optimização

Quando se inicia uma sessão, é dado ao utilizador a possibilidade de escolher um critério de optimização, por exemplo, minimizar os tempos de preparação. Após essa escolha, o IZARO APS, utiliza uma regra específica para ordenar as ordens de fabrico. De seguida procede ao escalonamento dessas ordens.

⁵ A **Data de Referência** corresponde à data e hora de origem para a planificação de uma sessão. Normalmente a data de referência corresponderá à data do dia em curso e à hora do início do horário de trabalho, por exemplo as 6:00.

⁶ **Programação validada** corresponde a uma programação que foi considerada exequível e cujo resultado foi devolvido ao ERP, porque o planificador considerou que reflectia a sequência optimizada das operações a realizar.

Os **critérios de optimização** são os critérios utilizados para planificar e otimizar o escalonamento das operações. Existem diferentes critérios que podem ser escolhidos pelo utilizador e que se enquadram em diferentes estratégias adoptadas pela empresa.

Existem algoritmos matemáticos que procedem a diferentes tipos de optimização dependendo dos objectivos que são definidos pelo utilizador. Os critérios de optimização disponíveis no IZARO APS constam da tabela 4.

Tabela 4 - Critérios de optimização.

Critérios	Descrição
Minimizar tempo de preparação	O planificador agrupa, se o utilizador assim o entender, as ordens de fabrico que sejam do mesmo artigo, ou as que não necessitem uma mudança de ferramenta (por exemplo) com o objectivo de minimizar os tempos de preparação. No caso de não ser possível realizar esta acção, seleccionará a melhor combinação da matriz de transição para que este tempo seja o menor possível.
Minimizar tempo de espera	Dentro de uma mesma ordem, o artigo passará por diferentes centros de trabalho. Entre um recurso e outro, é possível haver tempos de espera entre o final de um trabalho e o início do seguinte. O IZARO APS permite reduzir estas esperas, interligando os trabalhos dos diferentes recursos.
Minimizar entregas fora do prazo	Algoritmo que permite reduzir o atraso médio das encomendas. Para além disso, é possível atribuírem-se diferentes prioridades às ordens de fabrico, para adiantar aquelas que mais interessam.
Maximizar nível de carga	Neste caso, o objectivo do utilizador é ter as máquinas com o maior nível de carga possível, devido ao preço elevado das mesmas e ao custo de inactividade. O IZARO APS permite que as máquinas estejam em funcionamento, sempre que haja mais trabalho a realizar.
Minimizar maior atraso	Nalguns casos, com o objectivo de conseguir um menor número de encomendas atrasadas, uma delas poder-se-á atrasar demasiado. Assim, o IZARO APS permite reduzir o maior atraso que ocorra entre as ordens de fabrico.
Minimizar desvio em relação a datas de entrega	Cada ordem de fabrico tem associado a si uma data de entrega. Através deste critério o planificador executa uma programação da produção para trás. Desta forma, o planificador tende a realizar as operações com foco nas datas prometidas ao cliente.
Maximizar satisfação das prioridades	Cada ordem de fabrico pode ter associada uma prioridade que vem indicada do ERP. Esta prioridade pode ser relativa à importância de um cliente ou a qualquer outra classificação que se pretende dar às ordens de fabrico. O planificador permite maximizar o cumprimento destas prioridades
Maximizar facturação	As ordens de fabrico são planificadas de acordo com o seu valor de mercado. Cada ordem de fabrico tem associado um valor designado por <i>Net Value</i> o qual vai ser utilizado pelo planificador durante a programação da produção

Após a escolha do critério a ser utilizado e da execução da planificação, a solução é representada num diagrama de Gantt que, com os valores dos critérios, permite ao utilizador avaliar a qualidade da solução em análise.

No IZARO APS pode-se escolher qualquer um desses critérios acedendo à opção que se encontra na barra de ferramentas como é representado na parte 2 da figura 7.

3.3.3. Gráficos de Gantt

Um diagrama de Gantt é a representação matricial do calendário de realização das operações sobre um eixo temporal, em que cada linha está associada a um recurso e que cada operação é apresentada por uma barra, de comprimento proporcional à sua duração. Existem 4 tipos de gráficos de Gantt no IZARO APS, o Gantt de Recursos, Gantt de Ordens de Fabrico, Gantt de Cargas Recursos e Gantt de Sub-recursos.

1. Gantt de Recursos (Fig. 8) – É o gráfico principal do IZARO APS. Representa a planificação referente a uma sessão/programação. É o único gráfico que permite interacção com o utilizador e é apresentado sempre que se entra na aplicação ou se altere a sessão ou a programação.

Este gráfico apresenta as operações das ordens de fabrico e identifica o recurso e o período onde serão executados. Apresenta adicionalmente as paragens associadas a cada recurso, através de um conjunto de linhas negras horizontais que marcam o período de paragem. Existem também as linhas horizontais encarnadas que representam alterações de capacidade.

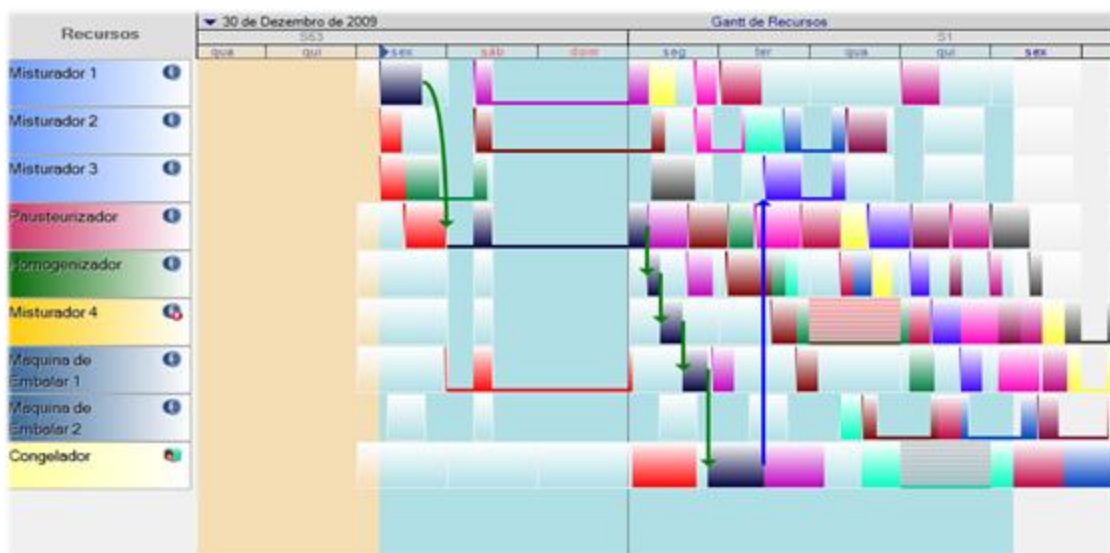


Figura 8 - Gráfico de Gantt de Recursos.

Cada conjunto recurso/dia tem associado um horário, que é definido no calendário e representa a capacidade teórica para se executarem as operações. É possível ainda ver, através das setas, as ligações entre as operações e também entre as ordens de fabrico.

As ligações entre operações representam, de acordo com a gama operatória do processo de produção, a ordem pela qual as operações de uma determinada ordem de fabrico serão executadas. As ligações entre ordens de fabrico correspondem normalmente a situações onde são emitidas ordens de fabrico distintas para as diferentes fases de produção de um mesmo produto. Por exemplo, no caso de um produto que, após ser produzido, tem que ser embalado. Aqui serão emitidos duas ordens de fabrico, uma para a fase de produção e outra para a de embalagem. Logo existe precedência entre as duas ordens, ou seja, a fase de embalagem só pode começar após o término da produção.

Todas as operações dentro de uma mesma ordem de fabrico terão a mesma cor. A cor está relacionada com o número da ordem de fabrico. Se a operação tiver tempo de preparação, este aparece representado na parte mais à esquerda da operação através de um degradado inverso. As operações podem ter um contorno que indica o seguinte, conforme a sua cor:

- Verde – Operação adiantada;
- Vermelho – operação atrasada;
- Preto – operação empilhada num recurso de capacidade finita;
- Cor da operação - operação preparada para ser movida manualmente.

2. Gantt de Ordens de Fabrico (Fig. 9) – representa as ordens de fabrico referentes a uma sessão/programação mas não permite a interacção com o utilizador.

Aqui é apresentado, por cada ordem de fabrico, o período onde devem ser executadas cada uma das suas operações. Os rectângulos a vermelho na área do gráfico correspondem a operações que se encontram atrasadas.

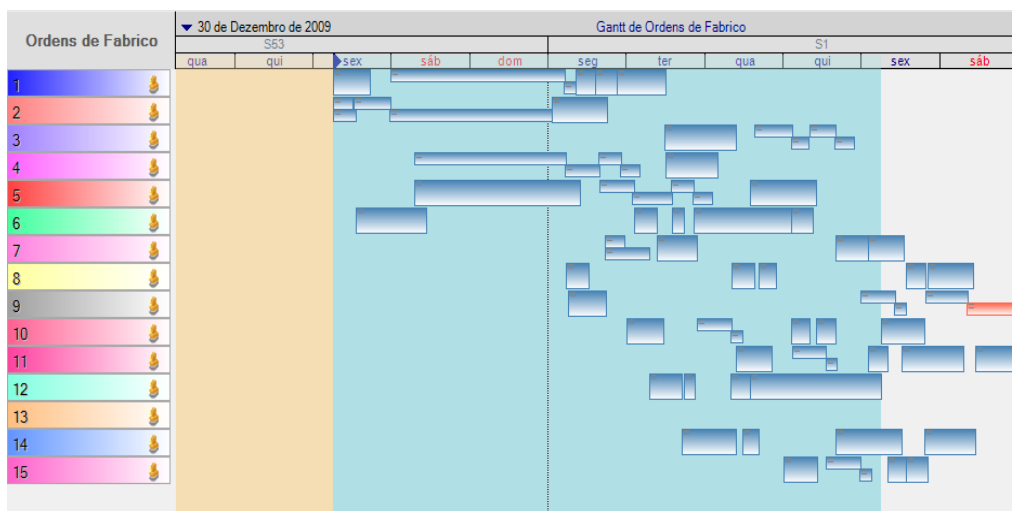


Figura 9 - Gráfico de Gantt de ordens de fabrico.

As operações surgirão numa das seguintes cores de acordo com a sua situação:

- Verde – operação adiantada;
- Azul – operação dentro do prazo;
- Vermelha – operação atrasada.

3. Gantt de Carga de Recursos (Fig. 10) – gráfico de carácter apenas informativo. Apresenta as cargas referentes às operações atribuídas a um recurso por cada período de tempo, fazendo-se uma diferenciação por tipo de operação. As paragens associadas a cada recurso são aqui apresentadas através de um conjunto de linhas negras horizontais. A representação é indicada por dias ou semanas.

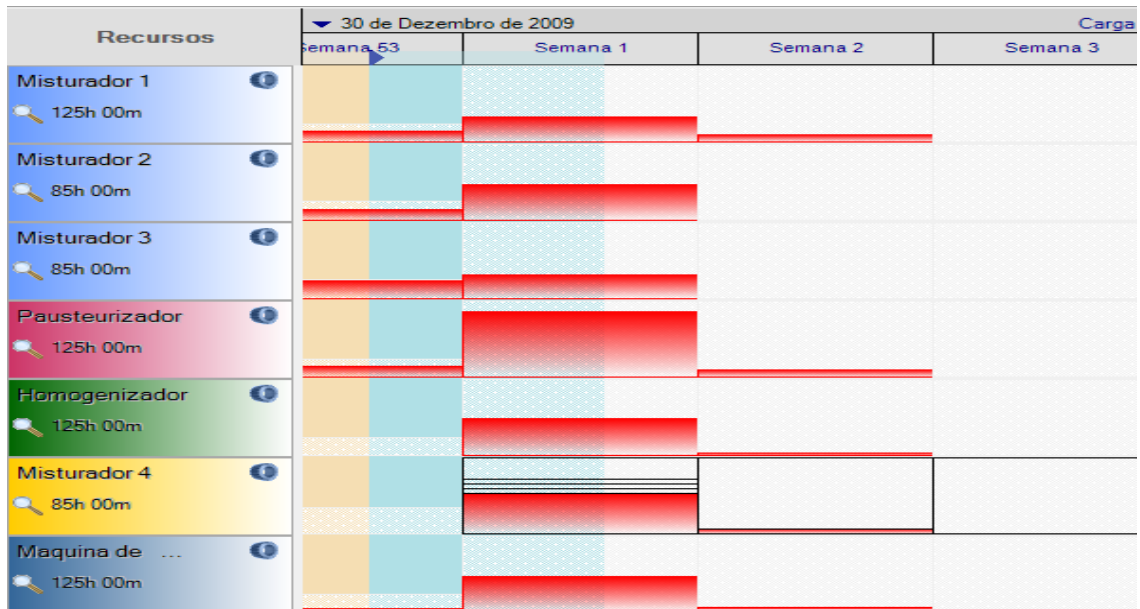


Figura 10 - Gráfico de carga de recursos.

Os diferentes dados que contribuem para a carga de um recurso são apresentados em cores distintas:

- Vermelho – operações reais;
- Azul – operações planificadas;
- Verde – operações manuais.

4. Gantt de Sub-recursos – este gráfico apresenta, por cada sub-recurso, os intervalos de tempo em que são utilizados. Também não permite a interação com o utilizador sendo apenas informativo.

3.3.4. Os Recursos

Podem ser definidos diferentes tipos de recursos no IZARO APS. Existem os recursos principais/alternativos e os sub-recursos. Na figura 7, parte 3, podemos observar a representação gráfica dos recursos.

Cada recurso pode ter uma cor associada que é definida clicando com o botão direito do rato na respectiva área. Quando se cria um recurso, este ficará com uma cor criada aleatoriamente.

É aconselhável que recursos alternativos tenham cores iguais. A cor do recurso pode ficar mais escura indicando que este é um recurso alternativo para uma operação que se está a mover manualmente.

Os recursos principais/alternativos apresentam as seguintes características:

- Podem ser de diferentes tipos, sendo que alguns deles apresentam comportamentos diferentes. O tipo de recurso é representado por um ícone que se sobrepõe à representação visual do recurso;
- Cada recurso tem associado um calendário, que é representado por barras horizontais na mesma linha do recurso, que indicam se este está a ser utilizado ou não num determinado instante (ver figura 7, parte 1).
- Podem ter associado um ou vários sub-recursos;
- Possuem também características designadamente, código, distribuição de capacidade, número de elementos, rendimento, capacidade diária e semanal, e outros.

Os tipos de recursos que se podem definir no IZARO APS são os seguintes:

Grupo	Ícone	Descrição
Recursos		Máquina de Capacidade Finita
		Máquina de Capacidade Infinita
		Máquina com Sub Recursos
		Centro de Trabalho Homogéneo
		Operário de Capacidade Finita
		Operário de Capacidade Infinita
		Trabalhador com Sub Recursos
		Centro de Trabalho Homogéneo de Trabalhadores
		Subcontratação de Capacidade Finita
		Subcontratação de Capacidade Infinita
		Subcontratação com Sub Recursos
		Centro de Trabalho Homogéneo de Subcontratações
		Forno de Capacidade Finita
		Forno de Capacidade Infinita
		Forno com Sub Recursos
		Centro de Trabalho Homogéneo de Fornos
		Túnel de Capacidade Finita
		Túnel de Capacidade Infinita
		Tunnel with Sub Resources
		Centro de Trabalho Homogéneo de Túneis
	Alternativos	

Figura 11 - Tipos de recursos.

Os **recursos de capacidade finita** dizem respeito aos recursos cuja capacidade de produção é limitada a um certo nível de carga. Caso estejam a ser utilizados na sua capacidade máxima, esses recursos ficam indisponíveis para processar qualquer outra ordem durante o tempo de produção.

Os **recursos de capacidade infinita** podem processar um número ilimitado de ordens de fabrico ao mesmo tempo, ou seja, todos os empilhamentos são permitidos de forma indiscriminada, já que a teoria que têm por base é que qualquer coisa pode ser feita em qualquer altura, sem que nunca haja falta de capacidade.

Os **recursos do tipo *Batch* e Túnel** possuem um comportamento distinto dos demais. Cada um deles permite empilhamentos segundo regras muito específicas. Permitem a definição de ciclos, classes de agrupamento e de capacidade, bem como as matrizes de capacidade e de compatibilidade:

- **Túnel** – Um recurso do tipo túnel corresponde a um recurso que trabalha de forma contínua, por exemplo, um túnel de secagem. Utiliza matrizes de capacidade e de compatibilidade para possibilitar a definição de ciclos de produção, onde mediante o estabelecimento da compatibilidade entre artigos, a constância da produção é garantida. Este tipo de recurso é aplicado em diversos sectores industriais nomeadamente alimentar, têxtil e cerâmica.
- ***Batch*** – Os recursos do tipo *batch* podem ser utilizados, por exemplo, em casos onde temos a utilização de fornos.

Um **recurso do tipo centro de trabalho homogéneo** utiliza-se, por exemplo, quando temos um posto de trabalho com várias máquinas/operadores do mesmo tipo e que estão todos a trabalhar em simultâneo na produção de um determinado artigo.

Num centro de trabalho homogéneo pode haver distribuição de capacidade ou não:

- Se houver distribuição de capacidade, o tempo de execução das ordens não sofre qualquer alteração, mas podem ser produzidas no mesmo recurso várias ordens simultaneamente. O número de ordens que podem ser processadas depende do número de elementos do recurso.
- Se não houver, o recurso processa apenas uma OF de cada vez. Mas o tempo de processamento é dividido pelo número de elementos do recurso.

Os **sub-recursos** (Fig. 12) pelo seu lado partilham algumas das características dos recursos principais: possuem um nome, um código e um calendário, e tal como nos recursos principais existem diferentes tipos. Mas, ao contrário do que acontece nos recursos principais, os diferentes sub-recursos apresentam todos o mesmo comportamento.

Um exemplo que ajuda a perceber melhor o conceito de sub-recursos é: uma determinada máquina (recurso principal) que utiliza um molde (sub-recurso) no fabrico de peças. Um outro exemplo é: um operário (recurso principal) que utiliza uma ferramenta (sub-recurso) no processo de montagem de uma determinada peça.











Grupo	Ícone	Descrição
Sub Recursos		Sub Recurso Trabalhador
		Sub Recurso Ferramenta
		Sub Recurso Equipamento
		Sub Recurso Molde
		Sub Recurso Máquina
		Sub Recurso Carro
		Sub Recurso Empilhadora
		Sub Recurso Instalações
		Sub Recurso Armazém
		Sub Recurso Localização

Figura 12 - Tipos de sub-recursos.

3.3.5. O Painel de Controlo

O objectivo do painel de controlo é apresentar informações referentes ao resultado da planificação e otimizar a planificação obtida. Oferece, também a possibilidade de realização de comparações entre várias programações de uma mesma sessão. Ao comparar o utilizador tem a oportunidade de validar a programação que entenda ser a melhor.

Pode-se aceder ao painel de controlo utilizando o ícone disponível na barra de ferramentas ou no menu “Planificar > Painel de Controlo”. Quando se entra no ecrã correspondente, a informação é apresentada em três abas: indicadores, estatísticas e comparação de programações.

1. Indicadores (Fig. 13) – nesta aba, aparecem nas primeiras linhas os indicadores classificados como sendo “críticos”. De seguida parecem os que foram definidos como “informativos”.

A configuração dos indicadores pode ser feita no menu “Configurar > Indicadores”. Para cada indicador temos o valor objectivo (indicado em percentagem) e o valor real (calculado através da respectiva fórmula). Associado ao valor real surge um ícone em forma de uma bola que pode assumir diferentes cores. As cores possuem diferentes significados:

- Ícone Verde – valor que supõe uma melhoria face ao objectivo (dependendo do tipo de melhoria ser por defeito ou por excesso. No primeiro caso, valores menores do que o objectivo. No segundo, valores maiores do que o objectivo, incluindo sempre o valor do objectivo);
- Ícone Amarelo – valor que se encontra entre o valor do objectivo (excluindo-o) e o valor referente à tolerância do indicador (obtido a partir da percentagem de

tolerância). Também depende do tipo de melhoria: se for por defeito, o ícone amarelo aparecerá quando o valor obtido estiver entre, o valor do objectivo e a soma do valor objectivo com o valor da tolerância; se for por excesso, o ícone amarelo aparecerá caso o valor obtido esteja entre o valor do objectivo e a diferença entre o valor objectivo e o valor da tolerância.

- Ícone Vermelho – o valor não se inclui em nenhum dos casos anteriores.

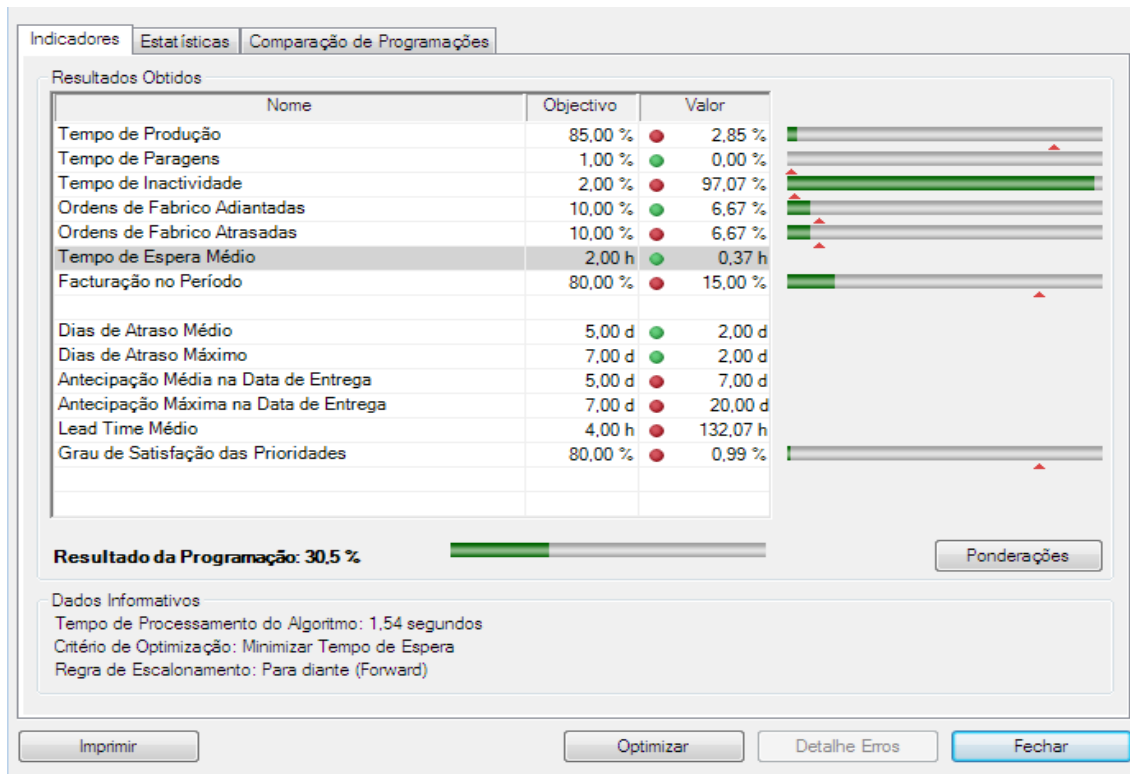


Figura 13 - Painel de controlo, indicadores.

Esta aba apresenta também dados Informativos referentes à planificação (tempo de processamento do algoritmo, o critério de optimização utilizado e a regra de escalonamento utilizada). Associado aos dados informativos, existe uma opção que permite aceder ao relatório de erros detectados durante a execução do algoritmo. Os erros típicos que podem surgir são: “Não existe calendário definido para um determinado recurso”, “Não foi possível escalonar todas as ordens de fabrico dentro do Horizonte de programação”, entre outros. Esta opção está presente sempre em todas as abas, mas só se encontra activo caso existam avisos ou erros a assinalar.

Existe ainda a opção que permite realizar a optimização da programação, bastando para isso accionar o botão “Optimizar”. Esta acção abre uma nova janela com duas abas: ponderações e indicadores.

Em **Ponderações** é possível alterar o valor ponderado para cada um dos critérios de optimização, passando o algoritmo a trabalhar em modo multi-critério. De notar que, ao aceder a esta opção a partir de uma determinada programação, o valor da ponderação referente ao critério de optimização principal (que serviu de base à primeira planificação) terá o valor máximo e as restantes o valor mínimo. Isto significa

que é utilizado apenas um critério durante a planificação (o critério principal). O critério principal terá sempre uma ponderação maior do que as restantes.

O utilizador tem a possibilidade de alterar o tempo máximo de cada iteração do algoritmo, de forma a melhorar ainda mais as optimizações.

Em **Indicadores** – o utilizador poderá lançar a optimização, carregando no botão respectivo. Quando o processo termina, ele poderá comparar os resultados obtidos com os anteriores e decidir o caminho a seguir.

2. Estatísticas (Fig. 14) – nesta janela são apresentados os dados informativos referentes à planificação da programação (número de operações processadas, número de operações atrasadas, o número total de operações, e outros). Estes dados são apresentados em forma de gráficos e tabelas. E as percentagens de operações planificadas são concretizadas e traduzidas em números.

As iniciais N/D, que podem aparecer nas tabelas de dados, significam que a informação não se encontra disponível.

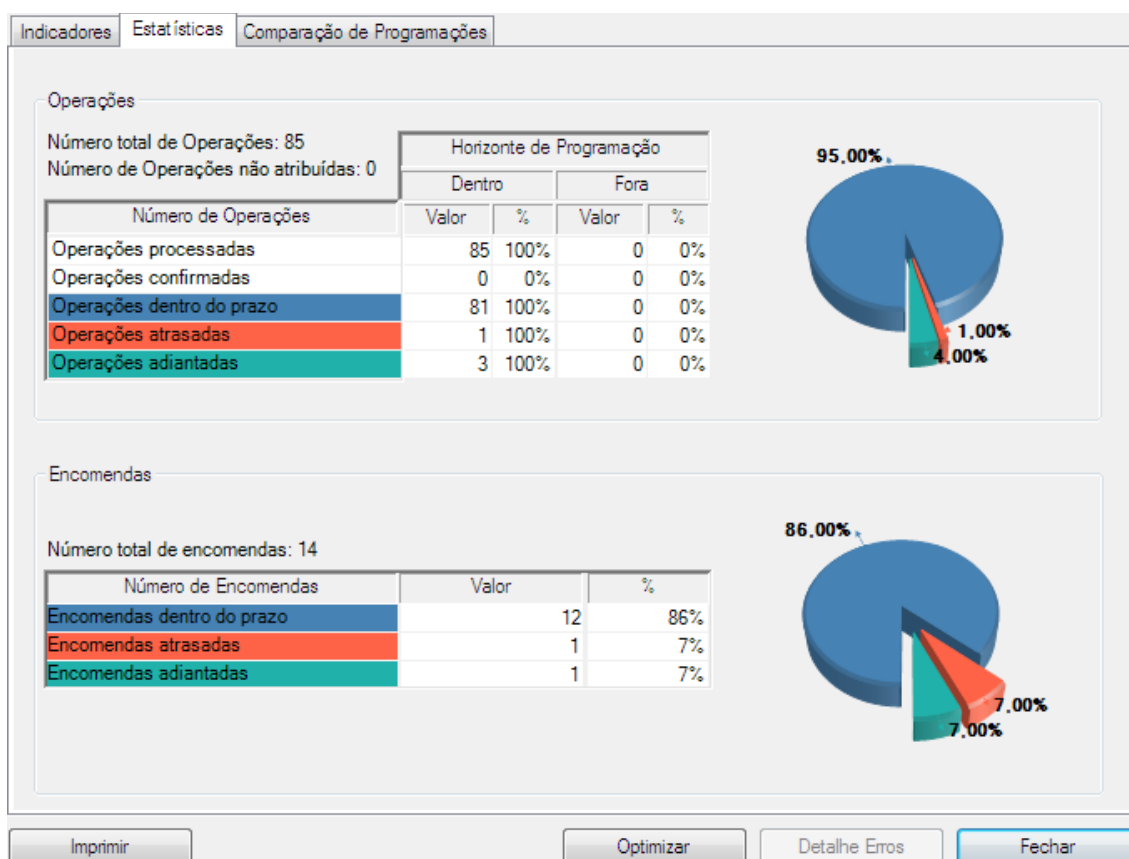


Figura 14 - Painel de controlo, estatísticas.

As estatísticas são apresentadas por operações ou por encomendas, e em cada um dos casos são apresentadas as ordens de fabrico atrasadas, dentro do prazo e adiantadas. São também mostrados: o número total de operações processadas, operações confirmadas assim como o total de encomendas.

3. Comparação de programações (Fig. 15). – nesta secção são apresentados apenas os indicadores classificados como “críticos”. Cada um deles tem associado o respectivo valor objectivo e o valor real obtido em cada uma das programações da sessão corrente. É ainda apresentado o valor total de cada uma das programações, que corresponde ao total normalizado dos indicadores.

Para facilitar a comparação entre programações é facultado ao utilizador a opção de ordenar os indicadores e ainda é possível ocultar dados de programações.

Nome	Objectivo	0001
Tempo de Produção	85,00 %	2,95 %
Tempo de Paragens	1,00 %	0,00 %
Tempo de Inactividade	2,00 %	97,07 %
Ordens de Fabrico Adiantadas	10,00 %	6,67 %
Ordens de Fabrico Atrasadas	10,00 %	6,67 %
Tempo de Espera Médio	2,00 h	0,37 h
Facturação no Período	80,00 %	15,00 %
Resultado da Programação		30,54 %

Figura 15 - Painel de Controlo, comparação de programações.

3.4. Caso de Estudo

O caso de estudo que me foi proposto consistiu em determinar uma solução funcional, que satisfizesse todos os requisitos do cliente e que se enquadrasse com as características do próprio software.

Dado não ser possível a divulgação de informação sobre a designação da empresa em causa, optou-se pela designação “cliente XPTO”, sendo que o caso proposto, apesar de real, foi bastante simplificado devido às mesmas razões.

Características do problema

O processo de fabrico, para uma linha de produção específica, da empresa XPTO é constituído por 4 fases: pesagem; mistura; enchimento e a embalagem.

Existem dois tipos de recursos:

- As máquinas, que representam os recursos principais, e em alguns casos os sub-recursos;
- E as salas, que representam os sub-recursos.

Entre os recursos do tipo máquinas, existem os que são fixos e os que são móveis. Os fixos nunca podem ser mudados de lugar, ou seja ocupam sempre a mesma sala. Enquanto os móveis podem ocupar diferentes salas de acordo com a disponibilidade das mesmas.

3.4.1. Metodologia

O trabalho consistiu, numa primeira fase, em analisar uma série de requisitos associados ao processo produtivo colocados pelo cliente, e avaliar a possibilidade de implementação utilizando o IZARO APS.

Após esta fase, o cliente apresentou algumas restrições ao problema inicial tendo em conta constrangimentos de natureza diversa. Pelo que foi necessário fazer uma reavaliação das propostas iniciais e apresentar soluções considerando os novos desafios.

Com a fase de avaliação e apresentação de possíveis soluções terminada, deu-se então início à fase de construção do modelo de testes. Este modelo, para além de outras possibilidades, permite ver em funcionamento o modelo teórico projectado, e permite detectar problemas adicionais que não foram avaliados durante a fase de concepção. Muitos problemas só são detectáveis através da utilização do modelo de testes, pois são problemas de carácter funcional.

Procedeu-se a seguir à afinação do modelo para que este pudesse representar de forma mais fiel possível o caso real proposto pelo cliente.

Este caso de estudo permitiu ter uma noção da complexidade de uma implementação. Quer a nível do levantamento e análise dos requisitos do cliente quer a nível da construção de um modelo que fosse capaz de satisfazer todas as exigências do modelo real.

3.4.2. Avaliação dos requisitos do cliente

Os requisitos foram recolhidos durante uma série de reuniões entre os representantes da Softi9 e da empresa cliente. Nesta secção serão apresentadas as análises e as conclusões tiradas relativamente à possibilidade de implementação dos vários requisitos, bem como as propostas de implementação.

Para cada requisito do problema vai ser apresentado uma breve descrição, que é acompanhada pela análise do problema e por uma proposta de resolução, como é mostrado a seguir:

1. A base de planificação do cliente será de 3 meses e o seu horizonte de planificação fina de 5 dias.

A implementação deste primeiro ponto não constitui um problema ao IZARO APS, pois com a sessão fechada pode-se aceder ao menu “Configurar” presente na barra de menus do software e seleccionar a opção “Ambiente” (Fig. 16). Em seguida aparece uma janela onde é possível fazer a configuração, quer do horizonte de programação (que neste caso são os 3 meses) quer do período de congelamento (que neste caso serão os 5 dias).

The screenshot shows a software configuration window titled 'Configurar'. On the left, a menu lists 'Configurar', 'Ambiente', 'Indicadores', and 'Interface Gráfico', with 'Ambiente' circled in red. The main area contains the following fields and controls:

- Nome: [Empty text box]
- Utilizador: Miguel
- Pasta Interface: [Empty text box] with a 'Procurar' button
- Data Referência: Data e Hora de Reporting do ERP (dropdown)
- Hora Referência: 08:00:00
- Período de Pré-visualização: [Empty spinner] Dias
- Período de Horizonte de Programação: 90 Dias
- Período de Congelamento: 5 Dias
- Período de Facturação: [Empty spinner] Dias
- Arredondamento: [Empty spinner] Minutos
- Tempo Limite Iterações: [Empty spinner] Segundos
- Altura Normal Recursos: [Empty spinner]
- Critério de Optimização: Minimizar Tempo de Espera (dropdown)
- Nº Sessões Históricas: [Empty spinner]
- Interface com ERP
- Integração de Ordens de Fabrico Manuais
- Trabalhar com Ordens de Fabrico Planificadas
- Campos de Integração (button)

Figura 16 - Configuração do Ambiente

2. Existem três famílias de produtos a produzir:

- a. Sólidos
- b. Líquidos
- c. Pastosos

A definição de famílias pode ser feita no IZARO APS, recorrendo à funcionalidade que permite a definição de Características. Pode-se definir, para cada uma das famílias, uma característica que os representa. Ou seja, no software IZARO APS, definimos 3 características: sólidos, líquidos, pastosos.

O conceito de característica, já anteriormente introduzido, diz respeito à atribuição de diferentes atributos às ordens de fabrico para que possam ser distinguidas durante as operações de fabrico.

As características são configuráveis, e uma das configurações possíveis é a atribuição de cores. Pode-se atribuir cores diferentes às 3 famílias, tornando assim mais fácil a sua identificação no gráfico de Gantt. As características permitem também que se atribuam tempos de preparação diferentes para determinadas sequências de fabrico utilizando a matriz de transição. Consideremos o seguinte cenário:

- A máquina **A** acabou de produzir um artigo da família Líquidos, e em seguida vai produzir um artigo da família Sólidos. Mas antes de começar a produção do artigo seguinte é necessário que a máquina **A** seja limpa, para se retirar os resíduos do artigo anterior.

A consequência desta tarefa é que faz aumentar o tempo de preparação da máquina **A**. Logo, deve-se introduzir na matriz de transição o valor desse aumento. Assim, sempre que houver uma transição do tipo **líquido -> sólido** na máquina **A**, é adicionado ao tempo de preparação da máquina o valor correspondente na matriz de transição.

A atribuição de características e a definição da matriz de transição podem ser feitas através da opção “Características” do menu “Tabelas” (Fig. 17).

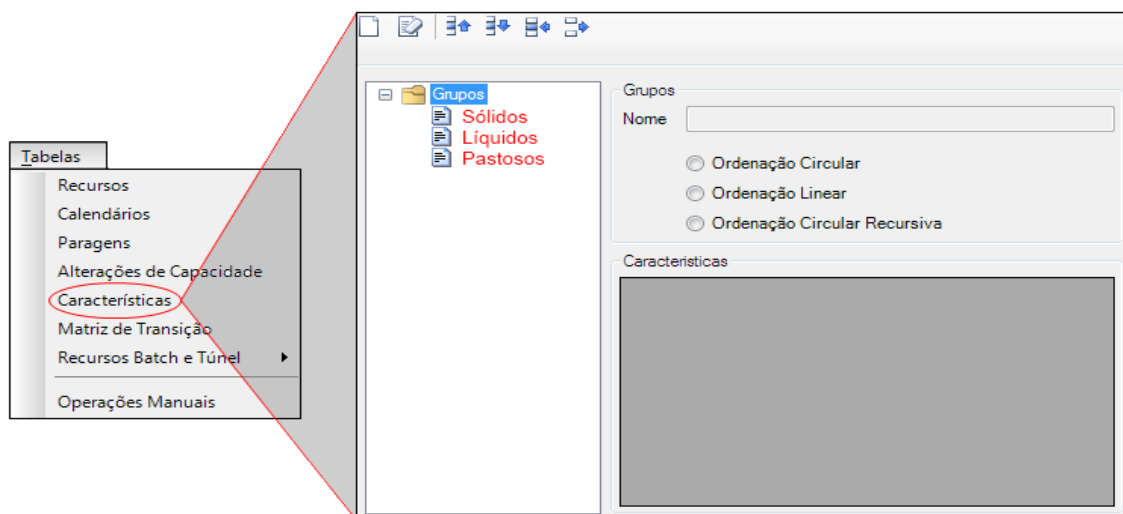


Figura 17 - Configuração das características.

3. Excluindo os produtos pontuais, cada uma das famílias tem uma lista de recursos própria que utiliza em exclusivo.

O Iزارo APS possui uma funcionalidade que permite criar grupos de recursos de acordo com as escolhas do utilizador. Esta funcionalidade pode ser aplicada a este caso, pois possibilita a divisão dos recursos de acordo com as diferentes famílias de produtos. Por exemplo, o utilizador pode criar um grupo de recursos com o nome “Sólidos”, e nesse grupo incluir apenas os recursos que são utilizados na produção dos artigos da família “Sólidos”, outro grupo para “Líquidos” e outro para “Pastosos”.

O utilizador fica com a opção de aplicar um filtro e ver apenas os recursos que quiser num determinado instante. Ou seja, vai poder activar ou desactivar, no seu ambiente gráfico, a visualização de determinados recurso.

A criação de grupos, no software Iزارo APS, pode ser feita acedendo à opção “Manutenção de Grupos” através do menu “Ver” (Fig. 18).

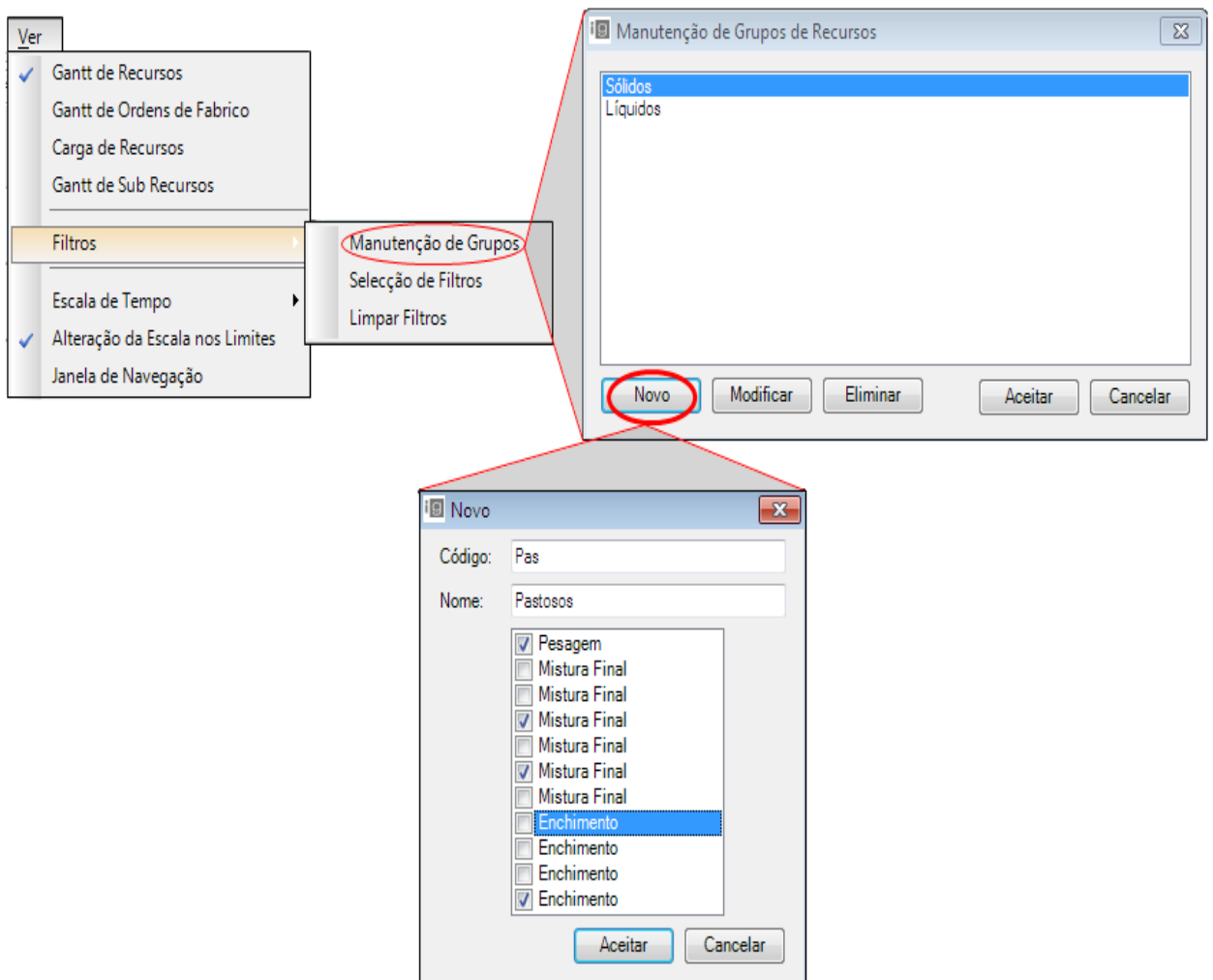


Figura 18 - Manutenção de Grupos.

4. Na fase de embalagem é preciso definir o lote para visualizar de forma a agrupar segundo esta base.

A visualização dos lotes pode ser configurada no IZARO APS através do menu “Configurar” acedendo à opção “Interface Gráfico”. Após a configuração passa a ser possível saber, através de um *tooltip*, a qual dos lotes pertence um determinado artigo. Para visualizar essa informação o utilizador tem apenas que passar com o rato em cima do artigo pretendido (Fig. 19).

Como não se trata de algo pré-definido no IZARO APS, essa opção tem que ser activada manualmente pelo utilizador.

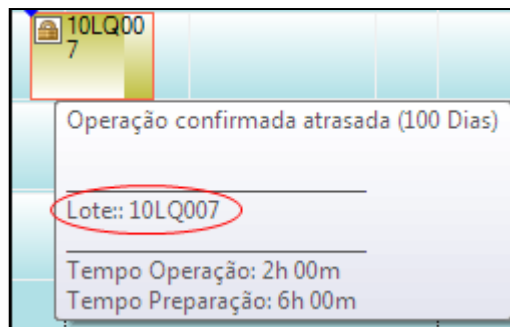


Figura 19 - Exemplo de um *tooltip*.

3.4.3. Restrições ao processo

Foram adicionalmente apresentadas algumas restrições de carácter mais específicos ao processo de fabrico. Estas restrições requerem uma análise mais aprofundada, na medida em que, em alguns dos casos obrigavam a proceder a adaptações de algumas funcionalidades do IZARO APS.

De entre as restrições apresentadas pelo cliente, são aqui discutidos os que suscitaram maiores dificuldades de implementação, e que permitem dar uma ideia mais clara dos problemas que podem surgir durante uma análise. As restrições apresentadas foram as seguintes:

a) Nas embalagens existem várias características relevantes

A produção de embalagens contempla apenas uma fase, e é nesta fase que se vai ter que definir as características. Isto constitui um problema para o IZARO APS na medida em que este só deixa atribuir uma característica por cada fase de produção. Por exemplo, imaginemos que temos uma máquina que, na produção de um determinado produto, necessita saber qual é o tamanho e a cor do produto de modo a ajustar o seu procedimento. Logo teremos que criar dois grupos de características, a dimensão e a cor, como é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Grupos de características.

Grupos	Características		
<i>Dimensão</i>	Grande	Médio	Pequeno
<i>Cor</i>	Azul	Verde	Amarelo

Mas, no IZARO APS, a máquina só poderá ter acesso a uma das características do produto, ou seja, poderá saber ou a cor do produto ou o tamanho mas nunca ambos ao mesmo tempo.

A solução para esse problema foi construir uma matriz na qual introduzimos todas as combinações de características possíveis. Ou seja, em vez de criar dois grupos de características (Dimensão e Cor) é criado apenas um grupo (com o nome Dimensão_Cor) com a combinação de todas as características presentes nos dois grupos:

- **Dimensão_Cor:** grande_azul, grande_verde, grande_amarelo, medio_azul, medio_verde, médio_amarelo, pequeno_azul, pequeno_verde e pequeno_amarelo.

b) As ordens de fabrico serão enviadas uma a uma em ficheiros separados, uma por cada nova OF.

O procedimento normal do IZARO APS é verificar se foram enviadas ordens de fabrico novas e proceder à sua planificação. As ordens de fabrico são normalmente enviadas directamente do software ERP da empresa, num **ficheiro único** onde estão listadas as várias ordens.

Neste caso, o que se pretende é que o software seja capaz de processar cada ordem de fabrico de forma individual. Para resolver este problema foi necessário acrescentar uma nova funcionalidade ao software IZARO APS, que permitisse gerar o ficheiro de ordens que o APS utiliza, a partir das novas ordens enviadas e das que já existiam.

Ao contrário do que foi feito na alínea **a)**, aqui não vai ser preciso modificar o algoritmo do software. No software IZARO APS existe uma opção que possibilita o desenvolvimento de módulos externos que complementam o software em certos aspectos.

Os módulos externos são pequenos programas que podem ser invocados pelo IZARO APS para efectuar certas tarefas. Para este problema em particular foi criado um módulo externo que fosse capaz de criar o ficheiro de ordens utilizado pelo IZARO APS para efectuar a planificação. Na figura 20 encontra-se ilustrado o funcionamento do sistema com a implementação do módulo externo.

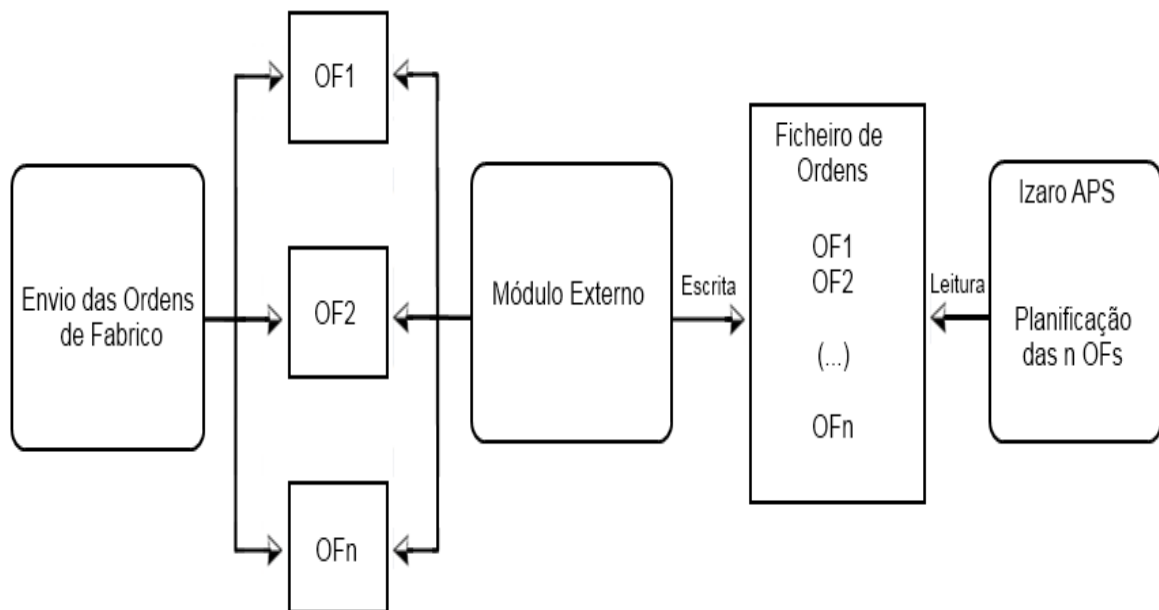


Figura 20 - Ilustração do sistema com o módulo externo

Basicamente o que o módulo faz é ler todos os ficheiros que são enviados ao Izaro APS individualmente e criar, com esses ficheiros, um ficheiro único que contenha todos os outros.

Os módulos externos podem ser activados através do menu “Configurar -> Ambiente -> Mais opções” e nessa janela seleccionar a opção “Avançadas” e em seguida “Activar Módulos Externos”.

Existem dois tipos de módulos externos, os manuais e os automáticos. Quando se activa os **módulos externos manuais** estes vão passar a figurar na barra de menus do Izaro APS, podendo ser invocados em qualquer instante através do “click” na opção do menu. Enquanto que no caso dos **módulos externos automáticos**, o utilizador pode definir o ponto de execução do mesmo através da opção manutenção do menu “Módulos” (ver figura 21).

Neste caso, o módulo utilizado corresponde a um módulo externo manual que permite ao utilizador gerar o ficheiro das ordens de fabrico sempre que achar necessário.

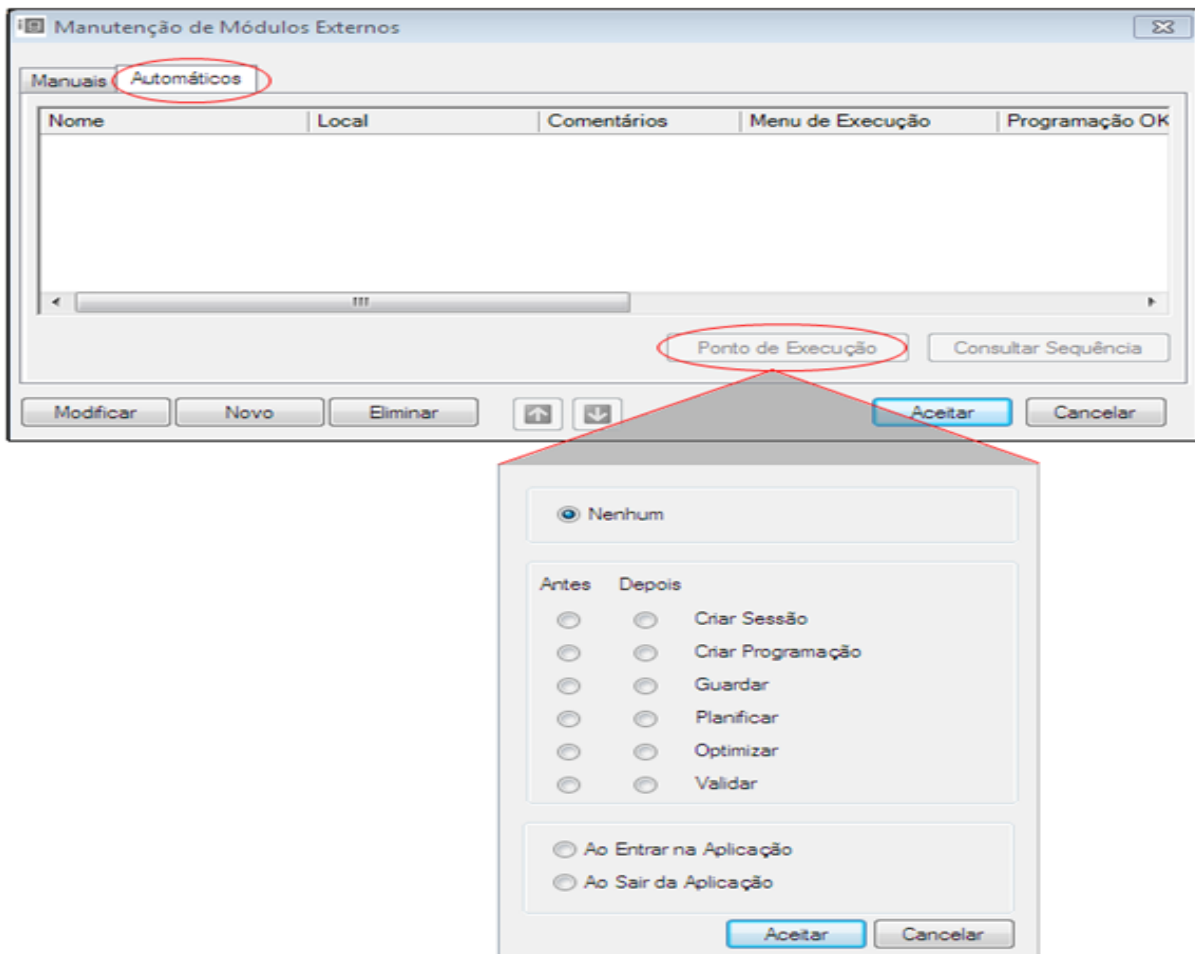


Figura 21 - Módulos externos automáticos

- c) **Só são enviadas ordens de fabrico novas ou que tenham alteração de dados pelo MRP ou que tenham alteração de status.**

Este ponto levanta algumas questões que merecem atenção:

1. Normalmente, quando são enviadas ordens de fabrico novas ao Iزارo APS, também são enviadas as ordens antigas que ainda não tenham sido encerradas. Isto acontece porque o Iزارo APS necessita da informação sobre o estado de todas as ordens, quer as novas quer as antigas, para que se possa proceder à planificação.

Neste caso, o problema é que, só são enviadas ao software as ordens novas. O Iزارo APS não sabe o que aconteceu às ordens antigas. Ou seja, não sabe se as ordens foram encerradas, canceladas ou se ainda pertencem ao sistema. Simplesmente considera que as ordens foram encerradas.

2. Quando o Iزارo APS executa uma programação, envia o resultado dessa programação ao software ERP. Quando recebe o ficheiro de ordens do software ERP, verifica se existem alterações nos dados das ordens de fabrico que já tinham sido planificadas (dados relativos às datas de entrega,

tempos de processamento, tempos de preparação, etc.). Caso encontre alterações, o Iزارo APS ignora-as e planifica com os mesmos dados da programação anterior, exceptuando o caso em que a mudança ocorre no status da ordem.

O que se pretende neste ponto é que o Iزارo APS seja capaz de implementar quaisquer alterações que se verifiquem nas ordens de fabrico.

3. O Iزارo APS utiliza a informação relativa ao *status* para identificar o estado das ordens de fabrico. São 4 os *status* definidos no Iزارo APS: **status 1** – Não confirmada; **2** – Confirmada; **3** – Em produção; **4** – Finalizado.

Se uma ordem de fabrico é enviada com status 1, significa ela ainda não foi confirmada. O utilizador pode confirmar ou desconfirmar ordens de fabrico durante uma sessão. Ao validar a sessão todas as ordens de fabrico que estiverem dentro do período de congelamento são automaticamente confirmadas. Quando uma ordem é enviada com status 3, significa que já começou a ser produzida, e com status 4 significa que ela foi encerrada.

O Iزارo APS aceita alterações de *status* nas ordens de fabrico se essas alterações obedecerem a determinadas regras:

- i. A mudança pela ordem crescente (1 -> 2 -> 3 -> 4) não apresenta qualquer problema ao Iزارo APS;
- ii. No caso de alterações de status pela ordem decrescente o software não implementa essas mudanças e utiliza o mesmo status da última programação validada.

A resolução para estes problemas passou por acrescentar ao módulo externo definido na alínea **b)** uma função que procedesse da seguinte forma:

- Para resolver a primeira situação o módulo cria as ordens de fabrico em falta e adiciona às novas com base no ficheiro de histórico que é gerada pelo Iزارo APS sempre que uma sessão é validada.
- Para a segunda situação, caso detecte alteração nos dados enviados, o módulo altera os ficheiros do histórico para que os dados estejam em conformidade com os dados dos novos ficheiros enviados.
- Na terceira situação, caso houver alguma mudança de status que não obedeça aos critérios do Iزارo APS, o módulo procede à modificação do histórico para que o Iزارo APS não detecte qualquer incongruência.

Nota: este ponto contem várias outras especificações que o tornam bastante complexo, por isso resolvi simplificar um pouco e apresentar apenas os detalhes mais importantes.

- d) **Os recursos que auxiliares podem em todo caso também ser utilizados como recursos principais.**

Aqui o que o cliente pretende é que um recurso principal possa também ser utilizado como um sub-recurso.

No Izero APS, um recurso principal e um sub-recurso são entidades diferentes. Logo possuem características diferentes. Nunca poderemos ter um recurso principal que seja também um sub-recurso.

Se formos ver ao sistema ERP da empresa ou em qualquer outro sistema de informação utilizado para exportar as ordens de fabrico para o software APS, o que vamos ter é apenas um recurso, por exemplo máquina **A1**, que tanto pode ser principal como sub-recurso. Ou seja, nas ordens que são enviadas, a máquina **A1** vai ser utilizada em alguns casos como recurso principal e noutros como sub-recurso.

O problema aqui consiste na forma como se pode transmitir essa informação ao Izero APS. Ou seja, como podemos dizer ao Izero APS que máquina **A1** é um recurso principal e um sub-recurso.

A resposta passou por definir no Izero APS dois recursos, um principal e um sub-recurso. Ao recurso principal demos o nome **A1** e ao sub-recurso o nome **SRA1**. Na realidade quer o recurso A1 quer o sub-recurso SRA1 representam a máquina A1. Mas o problema, como é óbvio, ainda não fica resolvido, pois nas ordens de fabrico a maquina A1 é representada como uma única entidade, e no Izero é representada por duas.

Como podemos ver na figura 22, nas ordens de fabrico aparece apenas o recurso A1, quer quando se trata de um recurso principal quer de um sub-recurso. Enquanto no Izero APS temos o recurso A1 quando se trata de um recurso principal, e SRA1 quando se trata de um sub-recurso.

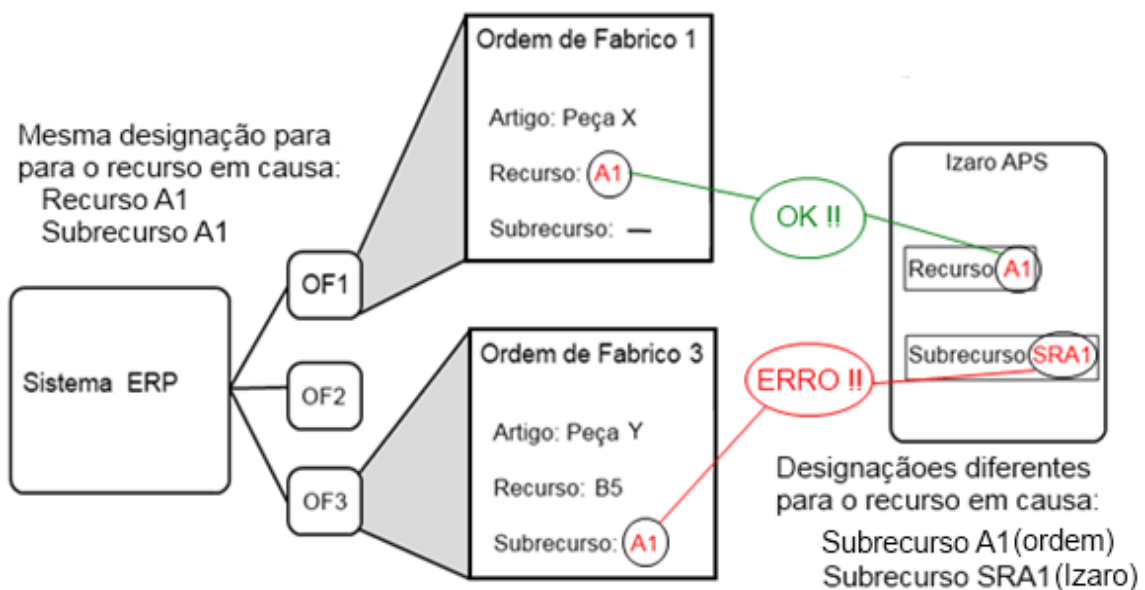


Figura 22 - Exemplo de erro no processamento da informação

Como se pode observar na figura 22, na **Ordem de Fabrico 1** o recurso A1 é utilizado como sub-recurso, e na **Ordem de Fabrico 3** o mesmo recurso é utilizado como sub-recurso. No entanto, no Iزار APS não existe qualquer entidade que represente um sub-recurso com o nome A1 e nem pode ser criado, pois esse nome já foi utilizado na definição do recurso A1 (não se pode ter dois recursos com o mesmo nome). Esta situação vai gerar um erro, pois ao ler as ordens de fabrico o Iزار APS encontra um sub-recurso que não foi criado.

A forma encontrada para resolver o problema foi adicionar ao módulo externo criado na alínea **c)**, uma função que acrescente as letras “SR” ao nome de todos os sub-recursos que aparecem nas ordens de fabrico, antes de gerar o ficheiro de ordens de fabrico. Esta alteração obriga a que todos os sub-recursos criados no Iزار APS tenham as letras “SR” no início do nome.

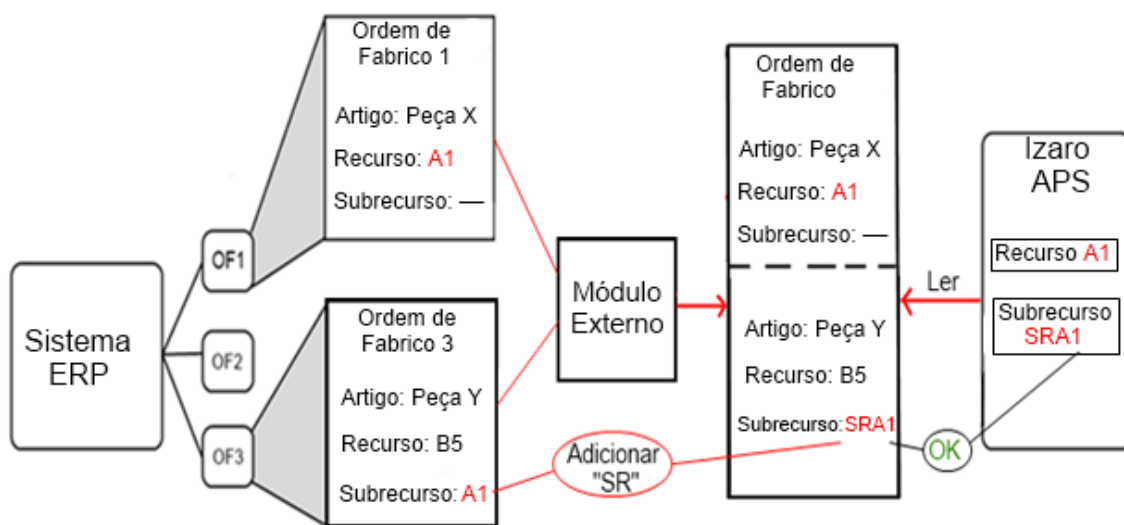


Figura 23 - Solução para o problema encontrado.

3.4.4. Resultados dos testes de implementação

Após a apresentação das propostas deu-se início à fase de implementação e testes das soluções encontradas. Durante esta fase procedeu-se à construção do modelo e realização de diferentes testes que serviram para avaliar a performance real do sistema e registar eventuais erros e pontos de melhoria

Nesta fase surgiram alguns problemas que tiveram que ser corrigidos, mas nenhum apresentou consequências graves que impedisse a construção do modelo. A seguir é apresentado um exemplo entre outros que foram identificados.

Problema com a atribuição de sub-recursos.

O problema mais grave, e que mereceu maior atenção teve a ver com os sub-recursos. Como foi descrito no início existem as máquinas que representam os recursos principais e as salas que representam os sub-recursos.

Cada recurso, para ser utilizado, precisa de uma sala. Existem recursos que têm uma sala pré determinada e são fixos e existem os recursos “móveis” que podem utilizar qualquer sala desde que a mesma esteja disponível. Como existem 4 salas, foram criados no Iزارو APS 4 sub-recursos que as representam (salas A, B, C e D).

Imaginemos agora o cenário em que as salas A, B e C estão disponíveis, e temos um recurso que precisa de uma das salas para executar uma determinada operação. Qual das salas irá o Iزارو APS reservar A, B ou C? A resposta é todas. Ou seja, ficam todas reservadas a um único recurso, mesmo que o recurso só precise de uma delas.

O Iزارو APS não reconhece os problemas do tipo “OU”, neste caso sala A ou B ou C. Trata esses problemas como sendo do tipo “E”, sala A e B e C. Para resolver o problema adoptou-se uma nova abordagem:

- O primeiro passo foi eliminar os 4 sub-recursos e criar apenas um sub-recurso com a designação “Salas”. Para este sub-recurso definiu-se o número de elementos igual a 4 (dizer que o número de elementos é igual a 4 é o mesmo que dizer o subrecurso “Salas” é um grupo de 4 salas iguais).

Desta forma, quando um recurso necessita de uma sala para executar uma determinada operação, o Iزارو APS atribui o sub-recurso “salas”. Se existirem vários recursos a necessitar do sub-recurso “salas” o Iزارو APS atribui aos 4 primeiros recursos. Sendo que os restantes recursos ficam à espera.

- Contudo nas ordens de fabrico que chegam do ERP, os recursos A, B, C e D continuam presentes. O que origina um erro dado que esses recursos já não existem no Iزارو APS.

A solução foi adicionar uma nova função ao módulo criado na alínea c) da secção 5.4.3, que leia todos os ficheiros que são enviados pelo ERP e sempre que encontrar os sub-recursos “A, B, C ou D” as substitui pelo sub-recurso “Salas”.

Principais aspectos a reter

A solução final encontrada obedeceu a todas as especificações apresentadas pelo cliente e foi de encontro às suas expectativas. Pelo que já se encontra implementada e funciona como previsto.

Apesar de alguns constrangimentos encontrados, o software Iزارو APS provou ser bastante flexível, permitindo implementar mesmo as soluções mais complexas. Um dos aspectos mais importantes a reter desta implementação é o facto de que nem sempre os problemas são lineares, e por isso necessitam de bastante reflexão e análise para se obter a solução desejada. As soluções encontradas, em muitos casos, não são as mais óbvias, mas o importante é que no final resultem e façam aquilo que o cliente espera que sejam capazes de fazer.

4. Estudo de usabilidade do Iزار APS

4.1. Principais conceitos ligados ao estudo de usabilidade de um sistema

4.1.1. Interação Humano-Computador

O desenvolvimento de sistemas computacionais interactivos, eficientes, simples e agradáveis de utilizar é importante para que as pessoas e a sociedade possam perceber os benefícios dos dispositivos computacionais (Dix, Finlay & Abowd, 2004). A necessidade de considerar os aspectos humanos de sistemas técnicos levou ao aparecimento de novas áreas de investigação aplicadas à psicologia, engenharia industrial, ergonomia e sistemas humano-computador.

O termo interação humano-computador (IHC) apenas se tornou comum no início dos anos 80. Mas o ímpeto que levou ao estudo da interação entre humanos e máquinas aconteceu com a segunda guerra mundial, á medida que cada uma das frentes tentava desenvolver armas mais eficazes (Dix, Finlay & Abowd, 2004).

Da Rocha e Baranauskas (2003), definem IHC como sendo uma disciplina que se preocupa com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interactivos para uso humano, e também com o estudo dos principais fenómenos ao seu redor. Os autores reforçam que a IHC é importante para a elaboração de interfaces para qualquer tipo de sistema, quer seja para sistemas de segurança, administrativos, operacionais ou entretenimento.

Numa interação com o computador, o utilizador recebe informação, que corresponde ao output do sistema, e responde providenciando input ao computador. Essa troca de informação ou interação ocorre normalmente através de uma interface.

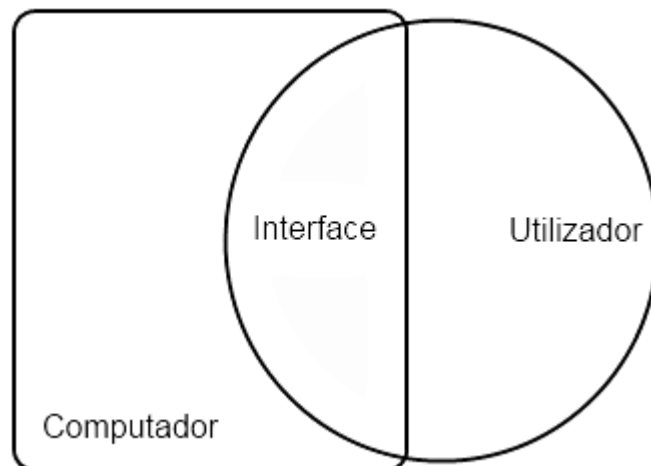


Figura 24 – Ilustração do relacionamento entre humano e computador (Dix, Finlay & Abowd, 2004).

A interface com o utilizador assume uma importância significativa no relacionamento entre homem e máquina dado que é a parte que envolve o contacto

directo entre os dois intervenientes. De acordo com Stone e Stone (2005) a interface com o utilizador é uma parte vital em todos os sistemas computacionais. Realçam que, todos os dias, problemas com interfaces mal concebidos resultam em grandes perdas de capitais. Tal facto deve-se ao aumento dos custos de formação e ao stress provocado aos utilizadores do sistema.

Uma interface inspira sentimentos de afeição e aceitação que determinam a forma como o utilizador irá se comportar perante um sistema computacional. Mayhew (1992), apresenta aquilo que considera ser os três passos necessários para melhorar uma interface de utilizador:

- O primeiro passo é mudar a atitude do responsável pelo desenvolvimento do software. Esses profissionais devem ser convencidos de que uma interface de alta qualidade é de facto importante;
- O segundo passo é basear-se no conhecimento acumulado sobre o desenvolvimento de interfaces do utilizador para evitar a repetição de erros. O que acontece muitas vezes é que são utilizadas técnicas antigas para o desenvolvimento de novos produtos, simplesmente porque “é assim que nós sempre fizemos”;
- O terceiro passo diz respeito à integração dos métodos e das técnicas de design de interfaces de utilizador com as metodologias de desenvolvimento de softwares padrão.

O conteúdo de uma interface é muito importante para a sua utilidade. Uma apresentação errada ou desordenada pode gerar confusão. O sucesso no desenvolvimento de uma interface gráfica depende apenas da habilidade das pessoas que o desenvolvem em seguir os princípios de usabilidade estabelecidos (Galitz, 2002).

4.1.2. O Conceito de Usabilidade

De acordo com Smith-Atakan (2006), algo considerado **utilizável** deve permitir ao utilizador atingir a tarefa que pretende de forma fácil e agradável. O autor chama atenção para o facto de algo **útil** poder não ser utilizável. Para ser considerado útil precisa apenas de permitir ao utilizador atingir os seus objectivos. Para este autor a usabilidade não se prende apenas com o facto de se conseguir atingir os objectivos mas também considera a forma como esses objectivos podem ser alcançados.

Da Rocha e Baranauskas (2003) dizem que a aceitabilidade de um sistema relaciona-se com duas características importantes: a utilidade, ou seja, se atinge os objectivos propostos para o sistema; e a usabilidade, ligada à forma como os utilizadores conseguem atingir tais objectivos, sem que para isso tenham que fazer grande esforço para se adequar aos requisitos do sistema.

A usabilidade é um atributo de qualquer produto, e refere à forma como as pessoas trabalham com o mesmo. Para Dumas e Redish (1999) o conceito de usabilidade parte dos seguintes pressupostos:

- **Foco no utilizador** – para desenvolver um produto utilizável deve-se conhecer, perceber e trabalhar com pessoas que representam os potenciais utilizadores do produto.
- **As pessoas utilizam os produtos para serem produtivos** – as pessoas, classificam um produto como sendo fácil de aprender e fácil de utilizar com base no tempo que demoram a atingir os objectivos, o número de passos que tem que seguir e o sucesso que têm em prever a acção correcta a ser realizada.
- **Os utilizadores são pessoas ocupadas tentando completar tarefas** – os utilizadores ligam a usabilidade à produtividade. Porque ninguém é pago apenas pelo tempo em que esta sentado em frente a um computador.
- **São os utilizadores que decidem quando é que um produto é fácil de utilizar** – se um produto é consistente, previsível, e fácil de utilizar, as pessoas vão ser capazes de: aprender muito mais depressa; lembrar-se das funções que utilizam frequentemente e utilizar mais o produto.

Segundo Nielsen (1993), um produto com boa usabilidade deve possuir os seguintes atributos:

- **Facilidade de aprendizagem** – é o atributo fundamental a qualquer sistema, dado que todos os necessitam de ser fáceis de aprender e dado que a primeira experiência dos utilizadores com um novo sistema é a de aprendizagem;
- **Eficiência** – os sistemas devem ser eficientes para permitir que utilizadores atinjam altos níveis de desempenho e produtividade, assim que aprendam a trabalhar com o sistema;
- **Facilidade de memorização** – ter uma interface fácil de memorizar é bastante importante para os utilizadores, pois permite que estes facilmente se adaptem ao produto após um longo período sem contacto com o mesmo;
- **Evitar erros catastróficos** – os utilizadores devem cometer um número mínimo de erros possíveis. Tipicamente um erro é definido como qualquer acção que não atinja o objectivo desejado, e a taxa de erros do sistema é medida contando o número de tais acções cometidos pelos utilizadores enquanto realizam determinada tarefa;
- **Satisfação** – os sistemas devem ser agradáveis de utilizar de modo a criar empatia junto aos utilizadores e gerar satisfação.

Nielsen (1993) utiliza uma página da internet como exemplo para mostrar a importância da usabilidade de acordo com alguns aspectos práticos: se uma página da internet é difícil de utilizar o utilizador **abandona** a página. Se a página principal falhar na definição daquilo que a empresa tem para oferecer e daquilo que podem fazer com o *site*, o utilizador **abandona** o *site*. Se a informação de uma página da internet é difícil de ler, ou não responde às principais perguntas dos utilizadores, **abandonam** a página.

Existem diferentes métodos de avaliação de interfaces de utilizadores. Entre eles podemos encontrar os testes de usabilidade, a avaliação heurística, prototipagem em papel, entrevista, questionários, e outros. Cada um possui objectivos ligeiramente diferentes, no entanto todos são utilizados para encontrar problemas de usabilidade nas interfaces dos utilizadores.

A seguir serão introduzidos alguns desses métodos de forma a clarificar as diferenças entre eles bem como as vantagens e as desvantagens de cada um.

Testes de usabilidade

O teste de usabilidade consiste num método sistemático de observação dos utilizadores (actuais e potenciais) de um produto, num ambiente controlado, na medida em que vão executando o seu trabalho. O objectivo do teste é descobrir o maior número de problemas de usabilidade possível, ou então comparar a usabilidade de dois produtos. Normalmente as empresas utilizam este método de avaliação em qualquer produto que possua uma interface para o utilizador (Dumas & Loring, 2008).

Dumas e Redish (1999) dizem que apesar de existir algumas variações no modo como se deve conduzir um teste de usabilidade, todos apresentam estas 5 características:

- O principal objectivo é melhorar a usabilidade de um produto;
- Os participantes do teste representam utilizadores reais;
- Os participantes devem realizar tarefas reais;
- Deve-se observar e apontar aquilo que os participantes fazem ou dizem;
- Deve-se analisar os dados, diagnosticar os problemas reais, e recomendar soluções que resolvam o problema.

A metodologia base para se conduzir um teste de usabilidade teve a sua origem na aproximação clássica adoptada para conduzir experiências controladas. Nesta abordagem é formulada uma hipótese específica que é depois testada isolando e manipulando variáveis num ambiente controlado. As relações causa/efeito são cuidadosamente examinadas, utilizando normalmente técnicas de inferência estatística, e a hipótese é confirmada ou rejeitada. Estes estudos requerem o seguinte (Rubin & Chisnell 2008):

- Deve-se formular uma hipótese. A hipótese diz aquilo que se espera quando se faz o teste;
- Os participantes, escolhidos aleatoriamente, devem ser atribuídos às condições experimentais;
- Devem ser empregues controlos apertados;
- Devem ser empregues grupos de controlo;
- Cada amostra de utilizadores deve ter tamanho suficiente para permitir medir diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Uma sessão típica de um teste de usabilidade envolve normalmente um participante e um moderador, demora entre uma a duas horas e deve envolver as seguintes tarefas:

- Saudar o participante;
- Explicar ao participante os seus direitos;
- Explicar ao participante como será realizado a sessão;
- Guiar o participante através de tarefas cuidadosamente seleccionadas usando o produto;
- Registar os dados;
- Pedir ao participante que sumarize a sua experiência.

Apesar dos bons resultados que se podem obter com um teste de usabilidade Rubin e Chisnell (2008) chamam a atenção para o facto de que testar não garante o sucesso e nem sequer a prova de que o produto vai ser utilizável. Mesmo um teste formal rigorosamente conduzido não garante, a 100%, que um produto vai ser utilizável após o seu lançamento. E apontam as seguintes razões para este problema:

- Testar é sempre uma situação artificial, ou seja, testar no laboratório, ou mesmo no terreno. Ainda assim representa um retrato da situação real de utilização e não a situação em si;
- O teste não serve como prova de que o produto funciona;
- A representatividade dos participantes depende da capacidade de entender e classificar o publico alvo;
- Testar nem sempre é a melhor técnica para se usar;

O teste de usabilidade é fácil de realizar, mas difícil de realizar bem, e pode ser melhorado apenas através de muita prática, dizem Dumas e Loring (2008).

Prototipagem em papel

Esta técnica consiste num método de representação em papel de um determinado produto. É construído utilizando várias folhas de papel contendo informação, e permite testar o design do produto junto dos utilizadores de forma interativa.

Segundo Snyder (2003) a prototipagem em papel é um método utilizado para desenhar, testar e refinar interfaces de utilizadores. É uma variação do teste de usabilidade, onde utilizadores representativos executam tarefas realistas ao interagir com uma versão em papel da interface. Essa versão em papel é manipulada por uma pessoa (aqui em representação do computador), que não fornece qualquer explicação sobre a forma como a interface funciona.

Nesta técnica é apresentada aos utilizadores as funcionalidades de um produto numa versão em papel, e são questionados acerca do mesmo. As questões podem ser de carácter particular, por exemplo relacionadas com a organização e o *layout*. Ou questões mais gerais, por exemplo relacionadas com a localização de certas opções ou tipos de informação (Rubin & Chisnell 2008).

Os procedimentos a adoptar para a utilização da prototipagem em papel são as seguintes (Snyder, 2003):

- Deve-se inicialmente reunir com os outros membros da equipa de desenvolvimento para escolher o tipo de utilizadores que representam a audiência mais importante para a interface.
- Identificam-se algumas tarefas típicas que são desempenhadas pelos utilizadores.
- Em seguida, são elaborados esboços de todas as janelas que fazem parte da interface do utilizador, bem como de todos os menus e caixas de diálogos necessários para a realização das diferentes tarefas.
- O passo final é a elaboração do teste em si com recurso aos utilizadores.

A vantagem da utilização do protótipo em papel é a possibilidade de recolha de informações críticas de forma rápida e com um custo muito baixo. Pode-se determinar as funções e as características que são intuitivas as que não são, antes de se escrever qualquer linha de código. Esta técnica pode ser utilizada as vezes que forem necessárias, com uma ocupação mínima dos recursos (Rubin & Chisnell 2008).

Avaliação heurística

A avaliação heurística é um método utilizado para encontrar problemas de usabilidade no design da interface do utilizador. Esta avaliação desenvolve-se com um número reduzido de avaliadores a examinar a interface e a julgar o cumprimento de alguns princípios de usabilidade reconhecidos (as heurísticas) (Nielsen, 2011).

Em geral, a avaliação heurística é difícil de ser realizada por apenas uma pessoa, como realça Nielsen (2011), pois considera que uma pessoa sozinha nunca será capaz de encontrar todos os problemas numa interface. O número de avaliadores é importante para se obter um resultado satisfatório. Nielsen (2011) diz que o número de avaliadores deve ser entre 3 a 5 pessoas, dado que não se ganha muito mais em utilizar um número elevado de avaliadores, como podemos ver na figura 25.

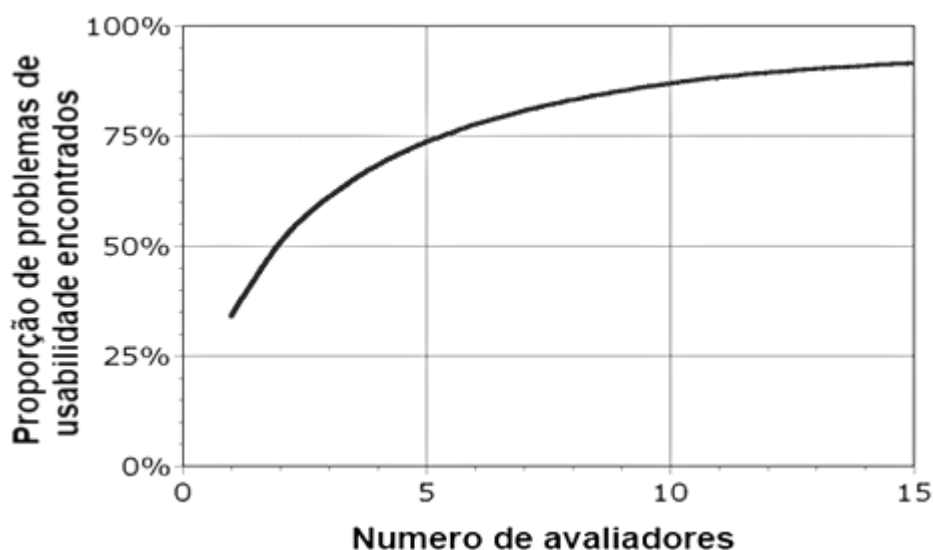


Figura 25 - Proporção de problemas de usabilidade em função do número de avaliadores. (Nielsen, 2011)

Numa avaliação heurística cada um dos avaliadores inspecciona a interface de forma individual. A comunicação dos resultados entre eles deve ser feita apenas quando as avaliações estiverem completas. Os resultados da avaliação podem ser registados como relatórios escritos por cada um dos avaliadores, ou fazer com que os avaliadores verbalizem os seus comentários para um observador na medida em que vão utilizando a interface (Nielsen, 2011).

Caso se opte por utilizar um observador, este poderá assistir o avaliador na operação da interface, apenas no caso em que, o produto a avaliar for um protótipo instável. E também no caso em que os avaliadores possuem uma experiência limitada na utilização do sistema e necessitam de esclarecimento em relação alguns aspectos da interface (Nielsen, 2011).

Durante a avaliação da sessão, o avaliador percorre a interface várias vezes e inspecciona os diferentes elementos de diálogo e compara-os com uma lista de princípios de usabilidade (heurísticas).

As heurísticas utilizadas na avaliação do IZARO APS foram desenvolvidas por Jakob Nielsen e Rolf Molich com base nos princípios de usabilidade:

Tabela 6 - Heurísticas de usabilidade (adaptado de Nielsen, 1993).

	Heurística	Descrição
H1	Visibilidade do estado do sistema	O sistema deve sempre manter os utilizadores informados sobre o que se passa através de um feedback apropriado e dentro de um limite de tempo razoável.
H2	Correspondência entre o sistema e o mundo real	O sistema deve falar a linguagem do utilizador, com expressões e conceitos que são familiares ao utilizador. Fazer com que a informação apareça numa ordem lógica e natural.
H3	Controlo e liberdade do utilizador	O utilizador deve ter o controlo sobre o sistema. O sistema não deve ter acções inesperadas que dificultam ou impeçam o acesso à informação desejada.
H4	Consistência e standard	Deve haver homogeneidade e coerência na apresentação. Acções ou situações semelhantes devem ter tratamentos e apresentações semelhantes.
H5	Prevenção de erros	Melhor do que as mensagens de erro é um design cuidadoso o qual previne a ocorrência do problema.
H6	Reconhecimento ao invés de lembrança	Deve-se minimizar a carga de memória do utilizador ao se tornar visíveis os objectos, as acções e as opções. O utilizador não deve ter de memorizar informação de uma parte do sistema para a outra.
H7	Flexibilidade e eficiência de utilização	O sistema deve ser flexível devendo satisfazer tanto os utilizadores experientes como os inexperientes.
H8	Estética e design minimalista	As caixas de diálogo não devem conter informação irrelevante ou desnecessária.
H9	Ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros	As mensagens de erro devem ser expressas numa linguagem clara (sem códigos), deve indicar com precisão o problema e deve sugerir uma sugestão de forma construtiva.
H10	Ajuda e documentação	Os sistemas devem providenciar ajuda e documentação de fácil acesso, focada na tarefa do utilizador, que indique todos os passos necessários para a sua resolução e não deve ser muito extensa.

4.2. Avaliação heurística do software Iزار APS

4.2.1. Pressupostos

Para esta avaliação heurística foram utilizados 4 avaliadores. Este número foi escolhido levando em conta o número mínimo proposto por Nielsen (1993). Os avaliadores escolhidos foram todos alunos que frequentaram a disciplina de Interação Humano-Computador na Universidade de Aveiro.

Dado que três dos avaliadores não possuem o domínio do sistema Iزار APS, foi desenvolvido um cenário típico de utilização com os vários passos que um utilizador tem que seguir para realizar algumas tarefas. Este cenário serviu para os avaliadores se ambientarem ao sistema e terem um conhecimento prático de algumas tarefas desempenhadas pelos utilizadores num caso real. O documento utilizado pode ser consultado na secção reservada aos anexos.

O teste foi conduzido por um observador que, na medida em que os avaliadores realizavam as suas tarefas, ia apontando os comentários e também ia prestando assistência em questões menos óbvias para os avaliadores.

Para cada problema identificado é apontado a heurística de usabilidade violada, o grau de severidade bem como uma possível solução para o problema. O grau de severidade do problema varia de acordo com o tipo de problema encontrado. Na tabela 7 é apresentada a escala utilizada para medir os graus de severidade.

Tabela 7 - Graus de severidade.

Grau de Severidade	Tipo	Descrição
0	Sem Importância	Não afecta a operação da interface.
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução. Deve ser melhorada apenas se houver tempo disponível.
2	Simple	Problema de baixa prioridade. Deve ser atribuído baixa prioridade.
3	Grave	Problema de alta prioridade. É importante reparar.
4	Catastrófico	Muito grave. É imperativo que seja reparada antes do lançamento do produto.

4.2.2. Apresentação dos resultados

Após reunião com todos os avaliadores e discussão de algumas ideias, foram apresentados alguns dos problema mais severos identificados bem como as propostas de melhoria. Neste relatório não serão incluídos todos os casos encontrados mas apenas os mais significativos. No entanto foi elaborado um relatório mais

pormenorizado, onde se incluiu todos os problemas identificados, que foi entregue aos responsáveis da Softi9 para avaliação e possível implementação futura.

A seguir são apresentados os resultados obtidos durante a avaliação do sistema bem como as propostas de melhoria identificadas.

Caso 1 – Menu “Tabelas”.

Na barra de menus do IZARO APS existe a opção “Tabelas”, esta opção serve para fazer a manutenção de recursos, calendários, características, etc. A opção só se encontra acessível quando a sessão está encerrada. Aqui o problema consiste na utilização da designação “Tabelas” para algo que permite fazer manutenções. O nome escolhido parece não ser o mais indicado, podendo criar alguma confusão aos utilizadores.

Neste caso a heurística violada foi a H1 pois o nome associado ao menu “Tabelas” não é consistente com a tarefa que é desempenhada pelo utilizador, ou seja, não reflecte a acção pretendida pelo utilizador. O problema não influencia o funcionamento do software mas pode induzir a erro os utilizadores, por isso o grau de severidade atribuído é 2.

Na figura 26 é apresentada uma possível proposta de melhoria para o problema. O fundamento para esta proposta consiste no facto de que, ao aceder ao menu “tabelas” o utilizador pretende fazer a manutenção de algo, então seria mais fácil e intuitivo para o utilizador se o menu se chamasse, por exemplo, “Manutenção”.

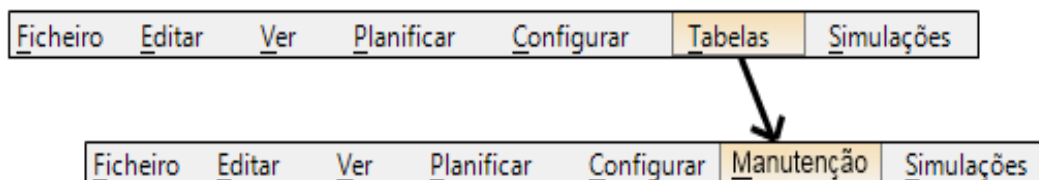


Figura 26 – Alterar o nome do Menu "Tabelas".

Caso 2 – Menu “Simulações”.

No menu “Simulações” existem 4 itens ou submenus. Sempre que o utilizador necessitar aceder a algum desses submenus, terá que seleccionar opção correspondente no menu “simulações”. Ao seleccionar a opção pretendida abre automaticamente uma janela com as várias opções disponíveis para aquele submenu. Se o utilizador quiser passar desse submenu para outro terá que encerrar essa janela e voltar a aceder ao menu “Simulações” e ao novo submenu pretendido. Ou seja se o utilizador quiser efectuar múltiplas alterações terá que navegar entre várias janelas.

Aqui a heurística violada foi a H3, pois retira ao utilizador alguma liberdade na movimentação entre várias opções do menu. Neste caso o problema não interfere com o normal funcionamento do sistema, por isso foi atribuído o grau 1 de severidade.

Pode-se simplificar bastante a vida ao utilizador criando-se apenas uma janela, á qual se pode aceder clicando directamente sobre a opção “Simulações” (Simulações deixa de ser um menu). Esta acção abre uma janela contendo 4 abas, e cada uma dessas abas corresponde a um dos submenus que faziam parte do menu “Simulações”. Assim o utilizador poderá efectuar múltiplas alterações sem sair da mesma janela (fig. 27).

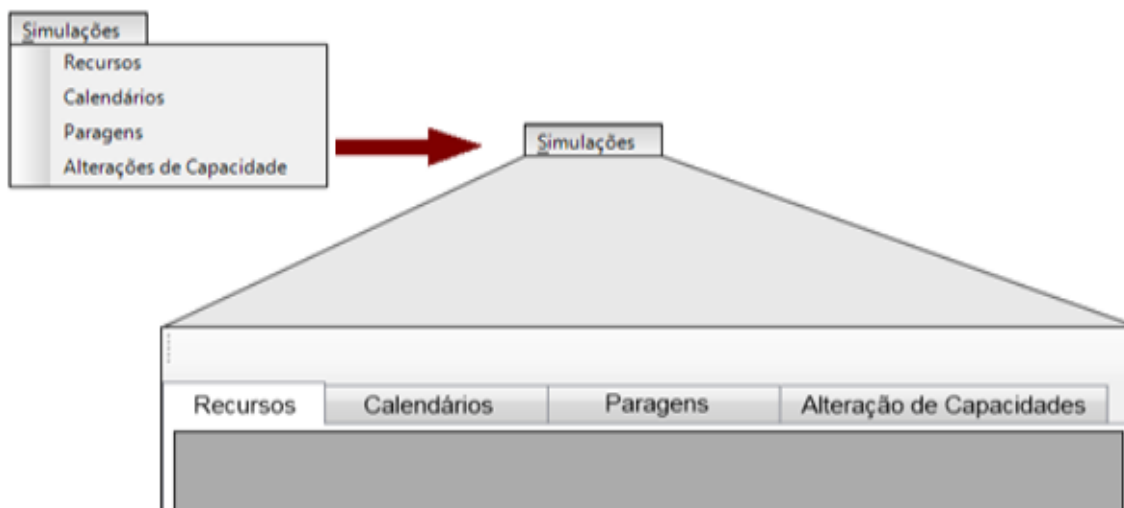


Figura 27 - Proposta de melhoria para o menu "Simulações".

Caso se opte por aceitar esta alteração, recomenda-se que a opção “Simulações” passe a ser um submenu ligado ao menu “Planificar”, pois sempre que se procede a uma alteração em “Simulações” o IZARO APS procede à planificação das ordens de fabrico.

Caso 3 – Manutenção de recursos com sessão fechada.

Com a sessão fechada é possível ao utilizador fazer a manutenção de recursos, características, paragens, etc. Mas qualquer alteração feita neste modo não produz qualquer efeito a nível visual na interface do utilizador. Ou seja, quando um utilizador cria um novo recurso e fecha a janela correspondente, não existe feedback visual pois o recurso criado não é apresentado na interface. Só aparece após o início da sessão. A mesma coisa acontece quando se elimina um recurso.

Neste caso o problema tem a ver com a falta de visibilidade do estado do sistema. A heurística violada foi a H1 pois o sistema não fornece feedback à acção do utilizador, e o grau de severidade atribuído foi 2.

Uma proposta de melhoria para este caso passa por fazer aparecer o recurso na interface assim que o utilizador o crie. Aqui, mesmo levando em conta que com a sessão fechada o que é aparece no ecrã é o resultado da última programação validada. O utilizador deveria ser capaz de identificar visualmente na interface uma alteração efectuada no software.

Caso 4 – Feedback visual quando se faz uma simulação.

Com a sessão aberta o utilizador pode efectuar simulações de cenários alternativos utilizando a opção “Simulações” do menu. Uma das simulações possíveis é a criação ou eliminação de recursos. Quando se cria um recurso através do menu “Simulações” esse recurso fica automaticamente visível na área de recursos do software. Mas como o resultado de uma simulação não é permanente, ou seja, ao fechar a sessão o utilizador pode não gravar as alterações e o recurso é eliminado, o utilizador deveria ter algum *feedback* visual que o alertasse sobre as alterações feitas durante uma simulação.

Aqui o problema tem a ver com o desconhecimento por parte do utilizador de quais as alterações que fazem parte da simulação. Não existe um feedback visual que informa ao utilizador do estado do sistema. A heurística violada é a H1, e o grau de severidade é 2.

Caso 5 – Janela “Manutenção de características”.

Na janela “Manutenção de Características” existem vários pontos que devem ser melhorados:

1. O primeiro tem a ver com o botão “Aceitar”. Este botão tanto pode servir para aceitar um novo grupo de características como também para aceitar todas as alterações e fechar a janela.

Ou seja, temos apenas um botão com diferentes funções na mesma janela, situação que viola a heurística H4 dado não haver coerência nas acções a desempenhar pelo utilizador. Atribuiu-se o grau de severidade 2 pois apesar de ser grave o problema não prejudica o funcionamento do sistema.

2. O segundo tem a ver com as funções de criar característica e eliminar característica, representados por dois ícones na parte superior da janela. O problema tem a ver com a designação dos ícones. Para criar uma característica o utilizador tem que seleccionar um ícone com a designação “Nova Linha” e para eliminar “Eliminar Linha”.

Aqui considerou-se que o problema é puramente cosmético, sendo que a heurística violada foi a H1 pois a descrição dos ícones não identifica correctamente a acção desejada. Recomenda-se que a expressão “Linha” seja substituída pela expressão “Características”.

Caso 6 – Problema de consistência entre as opções do software.

Existem formas significativamente distintas de se efectuar tarefas bastante semelhantes. Por exemplo:

- Ao seleccionar a opção de criação de um novo filtro é apresentado uma janela onde aparece uma lista de recursos seleccionáveis.
- Se optarmos por criar um novo grupo aparece uma janela semelhante onde surge também uma lista de recursos igualmente seleccionáveis.

- Existe ainda a opção “Acções Maciças”, onde é possível aceder, como nos casos anteriores, a uma janela com uma lista de recursos seleccionáveis.

O processo de selecção dos recursos, em cada uma das janelas do exemplo anterior, diverge significativamente. Este facto não se justifica pois uma das opções de selecção, nomeadamente quando se acede à opção de criação de um novo filtro, pode ser utilizada como *template* para a criação das restantes.

A heurística violada foi a H4 dado que a estrutura dos campos de introdução de dados não são consistentes de ecrã para ecrã. Para este problema atribuiu-se o grau de severidade 3.

Caso 7 – Gráfico de carga de recursos.

No gráfico de carga de recursos existem 3 cores pré-definidos que ajudam o utilizador a identificar o tipo de operações. As cores são: o vermelho, o azul e o verde. Neste caso existem 3 questões importantes:

- A primeira questão tem a ver com a falta de legendas. Se um utilizador quiser saber o significado das cores terá que recorrer ao help. Esta questão viola a heurística H6 que diz que a informação deve estar disponível e deve-se minimizar a carga de memória do utilizador. O grau de severidade para este problema é 2.

Neste caso seria mais fácil para o utilizador se, por exemplo, a legenda fosse providenciada recorrendo a um *tooltip* que aparecesse sempre que o utilizador passasse o rato por cima do referido gráfico.

- A segunda questão tem a ver com a opção de alterar as cores. O utilizador tem a opção de alterar as cores pré-definidas, só que, ao alterar, as legendas presentes na opção “*Help*” deixam de fazer sentido, situação que não é informada ao utilizador. Esta questão viola a heurística H10 pois o sistema deve prevenir o utilizador para situações que provocam conflitos sempre que possível. O grau de severidade para este problema é 2.

Uma proposta de resolução é enviar ao utilizador um aviso sobre as consequências da sua acção, cabendo depois ao utilizador decidir se quer ou não prosseguir.

- A terceira questão tem a ver com a não existência da opção “*Default*”. Ao decidir por efectuar a alteração das cores pré-definidas o utilizador não poderá facilmente reverter as suas acções. Este ponto viola a heurística H3 pois o utilizador não tem total controlo sobre o sistema. O grau de severidade atribuído é 2.

OBS: A não existência da opção “*Default*” é recorrente ao longo do software e deve ser avaliada por parte dos responsáveis.

Caso 8 – Acesso à função “HELP”.

O utilizador não consegue alternar facilmente entre o seu trabalho e a função “Help”. Por exemplo, se um utilizador aceder a uma opção dentro de um menu e depois tiver alguma dúvida sobre alguma funcionalidade, não poderá aceder ao “Help” de forma directa, terá que encerrar a janela corrente e só depois aceder. Aqui a heurística violada foi a H10 e o grau de severidade atribuído é 2.

Caso 9 – Cancelar uma operação em progresso ou anular uma operação.

O utilizador ao planificar nunca poderá cancelar a operação em progresso, terá que esperar pelo fim da planificação, sendo que nem sequer poderá proceder à anulação (*Undo*) da operação após o término desta. Esta situação retira controlo e liberdade ao utilizador violando por isso a heurística H3.

Uma possível solução passa por introduzir um botão cancelar na barra de progresso que aparece quando o utilizador optar por planificar.

Caso 10 – Menu “Planificar”.

No menu “Planificar” existe um submenu com o mesmo nome. Esta situação, apesar de puramente cosmético, não deixa de merecer alguma consideração, a heurística violada é a H4 pois não existe coerência entre o nome do menu e um dos itens do menu. Atribuiu-se o grau de severidade 1, no entanto convém rever o nome atribuído ao menu “Planificar”.

Caso 11 – Utilização de som.

Não é utilizado som para chamar atenção aos utilizadores para a ocorrência de erros. Por exemplo quando se planifica podem ocorrer erros, mas esses erros não possuem qualquer alerta sonoro que chame a atenção do utilizador para o problema. A heurística violada é a H9, e o grau de severidade atribuído é 2.

4.2.3. Principais conclusões do estudo

O estudo permitiu identificar alguns aspectos menos positivos na interface de utilizador do Izaro APS, esses aspectos, podem facilmente ser corrigidos contribuindo assim para uma maior satisfação por parte do cliente final.

Mas não foram identificados apenas aspectos negativos. Foi possível encontrar muitos pontos positivos em relação à interface do Izaro APS, alguns dos quais são apresentados a seguir:

- O design dos ícones é consistente ao longo do software. Todos possuem a devida legenda e destacam-se claramente do seu *background*;
- Quando as opções dos menus não se encontram activas são claramente distinguidas das restantes (aparecem a cinzento);

- Os utilizadores possuem a opção de utilizar o teclado para navegar entre os menus (utilizando os *shortcuts*);
- No geral, o título dos menus são breves e comunicativos;
- A funcionalidade *Help* encontra-se claramente assinalada e a informação é bastante fácil de encontrar, apesar de alguns problemas a nível de relevância;
- Nas diferentes janelas são apresentadas apenas informação importante para a tomada de decisão.

O estudo revelou ainda que o software carece de algumas melhorias em áreas que não são críticas para o correcto funcionamento do software, ainda assim, a resolução desses problemas simplificaria bastante a vida aos utilizadores em termos de navegabilidade, pois tornava o software mais intuitivo e fácil de utilizar.

A simplificação da interface pode resultar em ganhos significativos para a empresa, pois faz aumentar a satisfação dos clientes. O estudo ajudou a mostrar que não são necessárias modificações radicais no software, apenas algumas estrategicamente localizadas, que apesar de não darem muito nas vistas, afectam significativamente o desempenho do utilizador. Ao apostar num design mais amigável do utilizador, a empresa estará a apostar na melhoria da qualidade do seu produto.

Um software, por melhor que seja a nível de funcionalidades, pode não agradar aos utilizadores se estes não forem capazes de perceber a forma como podem cumprir as tarefas desejadas. No caso do IZARO APS, tratando-se de um software bastante exigente a nível de conhecimentos técnicos, necessita de uma interface que ajude o utilizador, o melhor possível, a cumprir os seus objectivos.

No meu ponto de vista, as formações que são administradas aos clientes, apesar de serem importantes, requerem demasiado esforço a nível de memória. Ou seja, os clientes têm que se lembrar de demasiada informação quando utilizam o software. Essa carga de memória pode ser aliviada se a empresa concentrar os seus esforços no desenvolvimento de interfaces que sejam mais intuitivas. Este ponto é também importante a nível financeiro para os clientes pois ajuda, por um lado a diminuir o stress fazendo aumentar a produtividade, e por outro lado diminui as horas de formação extra que muitas vezes são necessárias.

5. Conclusões sobre o trabalho efectuado na empresa

Conclusões gerais

O estágio ajudou a assimilar melhor alguns conceitos relativos aos sistemas de informação de cariz industrial, nomeadamente os sistemas avançados de planeamento e programação da produção (APS), mais especificamente o IZARO APS. O trabalho desenvolvido mostra a importância que estes sistemas possuem a nível industrial, nomeadamente no que toca ao planeamento da produção.

Se devidamente estudados, desenvolvidos e utilizados os sistemas APS no geral, e em particular o IZARO APS, podem proporcionar de facto enormes vantagens competitivas às empresas que os adoptam, abrindo caminho a novas oportunidades. Mas a decisão de implementação nunca é fácil, e por isso deve ser muito bem estudada, e os riscos muito bem calculados para se evitar grandes constrangimentos.

O IZARO APS apresenta um inúmero conjunto de vantagens em relação à utilização de métodos tradicionais de planeamento da produção. De realçar a maior rapidez na execução de planos óptimos de fabrico, a capacidade de integração com os sistemas ERP pertencentes a diferentes fabricantes como a SAP, a Oracle e outros, aliada à grande capacidade de adaptação a ambientes complexos e a simplicidade em termos de utilização, apresentando ambientes gráficos bastante simples e minimalistas.

Da parte das empresas que implementam o software convém terem noção dos riscos que existem, pois sem um estudo prévio e um acompanhamento em tempo real do projecto por parte de todos os envolvidos, arriscam-se a perder muito dinheiro. A formação e motivação dos colaboradores são também essenciais para garantir que o sistema funciona.

Em relação ao Softi9, do meu ponto de vista, o software apresenta ainda algumas fragilidades a nível da interface. O estudo levado a cabo permitiu detectar alguns pontos de melhoria que, na maioria dos casos, não apresentam grande complexidade a nível de implementação e que podem promover uma melhoria substancial na qualidade do produto, logo um aumento da satisfação dos clientes.

Mas, independentemente das limitações do software e de alguns riscos que devem ser levados em conta, o IZARO APS é uma ferramenta com um potencial enorme a nível de criação de vantagem competitiva para as empresas, pois pode ajudar a reduzir custos relacionados com desperdícios e a aumentar a rapidez de execução dos planos de fabrico, entre muitas outras vantagens.

De realçar também a grande abertura dos profissionais da Softi9 em relação à discussão dos resultados do estudo efectuado, onde demonstraram sempre grande interesse no acompanhando dos trabalhos e esclarecendo todas as dúvidas sobre as funcionalidades do software.

Limitações do trabalho realizado

Uma das grandes limitações do estágio, do meu ponto de vista, foi a falta de contacto com os clientes. Factor que impossibilitou a observação do funcionamento do software num ambiente real e também a recolha de informação junto aos clientes sobre as reais capacidades do software.

Outra limitação importante foi a falta de disponibilidade de recursos humanos (avaliadores) durante a fase de elaboração do estudo de usabilidade ao software IZARO APS. Isto deveu-se principalmente à impossibilidade de transportar o software IZARO APS para fora das instalações da empresa, como é compreensível. Os avaliadores, sendo todos estudantes, tiveram que encontrar tempo livre para se deslocarem à empresa, facto que limitou bastante o número de avaliadores disponíveis para o estudo.

Trabalho futuro

Em relação ao estudo efectuado, foi elaborado um relatório à parte que foi entregue ao responsável da área de desenvolvimento do software, onde se incluiu todos os resultados do estudo incluindo as recomendações, as análises e as conclusões, para futura avaliação e implementação.

Muitos dos resultados foram abertamente discutidas na empresa com os responsáveis pelo desenvolvimento do software e algumas foram prontamente aceites estando agora em discussão a forma como se deve proceder à implementação.

O que se conseguiu com o estudo foi levantar um pouco o véu sobre algumas potencialidades do software ainda por descobrir relativamente a aspectos de usabilidade. Caso a empresa decida seguir com os estudos a nível de usabilidade, acredito que acabará por conseguir um salto qualitativo enorme para as próximas versões do software IZARO APS.

Hoje em dia a qualidade é um requisito essencial para as empresas competirem ao mais alto nível. No caso da Softi9 a concorrência é enorme, por isso deve-se aproveitar todas as oportunidades de melhoria para melhor enfrentar os desafios.

Um outro aspecto importante, que do meu ponto de vista merece alguma atenção, tem ver com a possibilidade da introdução do software IZARO APS como material de estudo em algumas disciplinas do curso de Engenharia e Gestão Industrial. Pois abrange várias áreas dentro do curso, entre elas:

- **Investigação Operacional:** aqui pode ser utilizado para mostrar aos alunos um exemplo prático da aplicabilidade dos algoritmos de optimização.
- **Gestão das operações:** pode ser utilizado no âmbito da disciplina para ilustrar um exemplo prático de um software utilizado, a nível industrial, para a tarefa de alocação de ordens de fabrico pelos recursos.
- **Sistemas de Gestão da Informação:** o IZARO APS pode ser utilizado para exemplificar um sistema que funciona de forma integrada com outros sistemas de informação empresarial.

6. Bibliografia

- Anderton, A. (2000). *Economics* (3 ed.). Delhi: Dorling Kindersley Pvt. Ltd.
- Bibliografia Bermudez, J. (1999). *Advanced Planning and Scheduling Systems: Just a Fad or a Breakthrough in Manufacturing and Supply Chain Management? Report on Manufacturing*, 16-19.
- Bitpipe. (2009). Consult. 30 de Março, Acedido em 2011, de <http://www.bitpipe.com/tlist/Advanced-Planning-and-Scheduling-Software.html>
- Da Rocha, H. V. and M. C. C. Baranauskas (2003). Design e avaliação de interfaces humano-computador, Unicamp.
- Davenport, T. H. (1998). *Putting the enterprise into the enterprise system. Harvard business review*, 76(4).
- Dix, A., Finlay, J., & Abowd, G. D. (2004). *Human-computer interaction*: Prentice hall.
- Dumas, J. S., & Redish, J. (1999). *A practical guide to usability testing*: Intellect Ltd.
- Dumas, J. S. and B. A. Loring (2008). Moderating usability tests: principles and practice for interacting, Morgan Kaufmann.
- Eck, M. (2003). *Advanced Planning and Scheduling: Is logistic everything? A research on the use (fullness) of advanced planning and scheduling systems. Technique report, Vrije University, Amsterdam, Holland.*
- Entrup, M. (2005). *Advanced planning in fresh food industries: integrating shelf life into production planning*: Springer.
- Galitz, W. O (2002). *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques*: Wiley Computer Pub.
- Geary, S., & Winn, S. (2005). *Remember APS?* Parallax View, 3.
- Grackin, A., & Gilmore, D. (2004). *Advanced Planning Systems Implementations: A four-year analysis of results and benefits. Supply Chain Digest*,
- Hadjimichael, B. (2004). *Manufacturing execution systems integration and intelligence*, McGill University.
- Helo, P., & Szekely, B. (2005). *Logistics information systems: an analysis of software solutions for supply chain co-ordination*. *Industrial Management & Data Systems*, 105(1), 5-18.
- Ivert, L. K. (2009). *Advanced planning and scheduling systems in manufacturing planning and control processes*. Chalmers University of Technology, Göteborg.
- JDA Software Group, I. (2010). "JDA Software Completes Acquisition of i2 Technologies." Consult. 2 de Abril, Acedido em 2011, de <http://investor.jda.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=484026>.

- Junior, R. F. T. (2007). *Sistemas de Planejamento e Programação Avançados (APS): Perguntas e respostas*. Consult. 31 de Março, Acedido em 2011, de http://www.plannion.com.br/perguntas_aps.pdf
- Leon, A. (2007). *Enterprise resource planning*: Tata McGraw-Hill.
- Leon, A. (2008). *Erp Works Wonders With Multi-Application Support*. ManageIT, (Janeiro 2008), 12-18. Disponível em <http://www.benefitmag.com/index.aps?id=19>
- Malheiro, P. (2006). *Gestão Económica dos Stocks*. Consult. 22 de Março, Acedido em, de <http://www.intrustvalue.pt>
- Mayhew, D. J. (1992). Principles and Guidelines in Software User Interface Design. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Meyr, H., M. Wagner, et al. (2005). "Structure of advanced planning systems." Supply chain management and advanced planning: 109-115.
- Meyer, H., F. Fuchs, et al. (2009). *Manufacturing execution systems: optimal design, planning, and deployment*, McGraw-Hill Professional.
- Netto, O. J. C., & Vieira, G. E. (2005). *Análise da Implantação de um Sistema Avançado de Planejamento e Programação da Produção em Indústria Cosmética*. Simpoi.
- Nielsen, J. (2011). How to conduct a heuristic evaluation Consult. 22 de Abril, Acedido em 2011, de http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html#evaluatornumber
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*: Morgan Kaufmann.
- Oliveira, S., & Flexa, R. (2010). *Advanced Planning and Scheduling*. Consult. 28/10/2010, Acedido em 2010, Disponível em http://www.enjourney.com.br/wp-content/uploads/2010/05/wp_aps.pdf
- Orlicky, J. (1994). *Orlicky's material requirements planning*: McGraw-Hill Professional.
- Pereira, L. (2002). *Do ERP ao ERP II / EBA*. Consult. 20 de Março, Acedido em 2002, Disponível em <http://bit.ly/dI3OUv>.
- Rubin, J. and D. Chisnell (2008). Handbook of usability testing: how to plan, design, and conduct effective tests. Indianapolis, IN 46256, Wiley Publishing, Inc.
- Rudberg, M., & Thulin, J. (2009). *Centralised supply chain master planning employing advanced planning systems*. *Production Planning & Control*, 20(2), 158-167.
- Setia, P., Sambamurthy, V., & Closs, D. J. (2008). *Realizing business value of agile IT applications: antecedents in the supply chain networks*. *Information Technology and Management*, 9(1), 5-19.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2004). *Managing the supply chain: the definitive guide for the business professional*: McGraw-Hill Companies.
- Smith-Atakan, S. (2006). *Human-computer interaction*: Thomson Learning Emea.

- Snyder, C. (2003). Paper prototyping: The fast and easy way to design and refine user interfaces, Morgan Kaufmann Pub.
- Exact Software (2005). *ERP II: Making ERP Deliver On Its Promise to the Enterprise*. Disponivel em <http://bit.ly/fVxkVt>
- Stadtler, H., & Kilger, C. (2008). *Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software, and case studies*: Springer Verlag.
- Stone, D. L., & Stone, D. (2005). *User interface design and evaluation*: Morgan Kaufmann.
- Thomson, J. D. (2010). *Enterprise Resource Planning: An E-Entrepreneurial Challenge E-Entrepreneurship and ICT Ventures: Strategy, Organization and Technology* (pp. 235-250). Melbourne: IGI Global.
- Toomey, J. W. (1996). *MRP II: planning for manufacturing excellence*: Kluwer Academic Publishers.
- Vieira, G. E. & Favaretto, F. (2006). *A new & practical heuristic for Master production scheduling*. International Journal of Production Research, 44(18), 3607-3625.
- Wallace, T. F., & Kremzar, M. H. (2001). *ERP: making it happen: the implementers' guide to success with enterprise resource planning*: John Wiley & Sons Inc.
- Wiers, V. C. S. (2002). *A case study on the integration of APS and ERP in a steel processing plant*. Production Planning and Control, 13(6), 552-560.
- Wight, O. W. (1995). Manufacturing resource planning: MRP II: unlocking America's productivity potential, Wiley.

Anexos

ANEXO 1 – Tarefas despenhadas pelos utilizadores durante a avaliação heurística

- Iniciar o programa clicando no ícone respectivo colocado no ambiente de trabalho do Windows;
- Em seguida é apresentada uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem “A Sessão encontra-se fechada (não permite editar). Pretende abrir para edição?” e com duas opções, “Sim” e “Não”. Escolher a opção “Não”;
- No menu “Tabelas” escolher a opção “Recursos”. Esta acção abre uma janela denominada “Manutenção de Recursos” com duas abas, uma para recursos e outra para sub-recursos.

Nessa janela, criar um recurso com o nome “RecursoTeste” e com o código “RT” e também um sub-recurso com o nome “SubRecTeste” com o código “SRT”. Ao concluir clicar em “Aceitar” para voltar ao ambiente;

- Seleccionar no menu “Configurar” a opção “Ambiente”. Na janela que é apresentada alterar o período de Pré-visualização para 3 dias e o período de congelamento para 8 dias, em seguida clicar em “Aceitar” para regressar ao ambiente;
- Escolher a opção “Características” no menu “Tabelas”, e criar um novo grupo com o nome “Grupo 1”. A esse grupo adicionar dois atributos, o primeiro com o código “AT1” e com a descrição “Atributo 1” e o segundo com o código “AT2” e descrição “Atributo 2”. Em seguida clicar em “Aceitar” e regressar ao ambiente;
- No menu “Ficheiro” seleccionar a opção “Nova” e em seguida “Sessão”, na janela que é apresentada escolher a opção “Criar”;
- Com a sessão criada, escolher a opção “Planificar” representada por um ícone na barra de ferramentas;
- Após planificar, seleccionar a opção “Painel de Controlo” na barra de ferramentas, para visualização do resultado da planificação. Em seguida fechar o painel de controlo e regressar ao ambiente;
- Por fim, seleccionar a opção “Validar programação” na barra de ferramentas e fechar o software.