



Especificação do módulo de previsões de planeamento de produção

DIANA MOREIRA SEVILHA

novembro de 2018

ESPECIFICAÇÃO DO MÓDULO DE PREVISÕES DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO – EFACEC AUTOMAÇÃO

Diana Moreira Sevilha



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2018

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Diana Moreira Sevilha, Nº 1160014, 1160014@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professor Manuel Silva mss@isep.ipp.pt

Empresa: Efacec Energia, Máquinas e Equipamentos Elétricos, S.A.

Supervisão: Nuno Miguel Filipe, nuno.filipe@efacec.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

2018

Para a Cece.

Agradecimentos

À Efacec pela flexibilidade concedida e que me permitiu concluir o desenvolvimento deste projeto e também do Mestrado.

Ao Nuno Filipe pela oportunidade e pelo auxílio prestado.

Ao professor Manuel Silva, pela sua total disponibilidade e orientação prestada, e também encorajamento, que se revelaram fundamentais para o sucesso do projeto.

À minha Família e amigos, em especial ao meu Marido, que sempre me apoiaram não só durante este projeto, mas em todo o meu percurso enquanto estudante de Mestrado.

Obrigada a todos!

Resumo

O trabalho proposto consistiu na realização dos estudos e definições necessárias para elaboração de um processo integrado de planeamento da produção na unidade de negócio de Automação da Efacec, utilizando as melhores práticas, com o objetivo de atingir uma excelência operacional e eliminar atrasos na produção. Foi dada particular relevância às previsões efetuadas ainda em fase de proposta comercial.

Para tal foi realizado um estudo de métodos de previsões, assim como dos processos atuais da unidade de automação da Efacec possibilitando identificar e sugerir medidas de melhoria com vista à redução dos prazos de entrega dos equipamentos.

Após identificação do método a seguir foi elaborada a especificação do novo módulo de previsões, *Forecast*. O método de previsões selecionado foi uma combinação dos seguintes métodos: a probabilidade estatística de um acontecimento futuro (definida em cada proposta pelo gestor comercial), a previsão de vendas mensal de cada produto calculada com base nas vendas dos últimos três anos (análise de séries temporais) e as tendências de vendas para o ano atual (qualitativo). O novo módulo de previsões será integrado no *software uQuotes* já existente e utilizado pela equipa comercial para elaboração das propostas para os clientes. O *Forecast* irá gerar a tabela de necessidades tendo em conta os equipamentos de cada proposta, sendo possível fazer o mapeamento entre cada necessidade e a proposta que lhe deu origem.

O módulo *Forecast* irá também atualizar a tabela de previsões do *Enterprise Resource Planning* (ERP) com as necessidades dos próximos três meses, o que permitirá a compra dos componentes dos artigos presentes na tabela de necessidades atempadamente, e desta forma reduzir o prazo de entrega dos equipamentos. Esta redução será verificada pelo cumprimento do *On Time Delivery* (OTD).

Devido à decisão da Efacec de alterar o *software* ERP do *BaaN* para o SAP, a meio deste projeto, não foi possível verificar a melhoria nos prazos de entrega. No entanto, e de forma a controlar o processo de implementação, que irá ocorrer em 2020, foi efetuado um plano detalhado para acompanhar o mesmo.

Palavras-Chave

ASE, *uQuotes*, Planeamento, Produção, Previsões, Gestor Comercial

Abstract

The proposed project consisted in carrying out the studies and definitions required to prepare an integrated production planning process in the Efacec Automation business unit, using the best practices, with the goal of achieving operational excellence and eliminating delays in production. Relevance was given to the forecast made at the commercial proposal stage.

For that, a study of forecasting methods was carried out, as well as a study of the current ASE processes, allowing to identify and suggest improvement measures with the aim to reduce equipment delivery time.

After defining the method to be applied, the specification of the new forecast module, Forecast, was elaborated. The selected forecast method was a combination of the following methods: the statistical probability of a future event (defined in each proposal by the commercial manager), the monthly sales forecast of each product calculated based on the sales of the last three years (time series analysis) and the sales trends for the current year (qualitative). The new forecast module will be integrated into the existing uQuotes software and used by the sales team to elaborate proposals for customers. The Forecast will generate the table of requirements considering the equipment of each proposal, being possible to do the mapping between each requirement and the proposal that gave rise to it.

Forecast will also update the ERP forecast table with the requirements for the next three months, which will allow the purchase of the components of the item present in the requirements table in a timely manner, thus reducing the delivery time of the equipment. This reduction will be verified by compliance of the OTD.

Due to Efacec's decision to change ERP software from BaaN to SAP, midway through this project, it was not possible to verify the improvement in delivery times. However, to control the future implementation process, which will take place in 2020, a detailed plan was implemented to follow it.

Keywords

ASE, uQuotes, Planning, Production, Forecast, Sales Manager

Índice

RESUMO	IX
ÍNDICE.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABELAS.....	XVII
ACRÓNIMOS	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2.OBJETIVOS.....	2
1.3.MÉTODO SEGUIDO	2
1.4.CALENDARIZAÇÃO	3
1.5.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	3
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	5
2.1.PREVISÕES.....	5
2.1.1. <i>Método de previsões</i>	6
2.1.2. <i>Tipos de previsões</i>	7
2.2.SISTEMA DE PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO	8
2.2.1. <i>Planeamento das vendas e operações</i>	8
2.2.2. <i>Manufacturing resource planning</i>	10
2.2.3. <i>Enterprise resource planning</i>	12
2.3.CADEIA DE FORNECIMENTO (SUPPLY CHAIN)	13
2.4.CASOS DE USO.....	15
3. DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE AUTOMAÇÃO EFACEC.....	17
3.1.ORGANIZAÇÃO	17
3.2.ATIVIDADE.....	19
3.3.SERVIÇOS DE ENGENHARIA	20
4. SITUAÇÃO ATUAL	21
4.1.SOFTWARE ERP	21
4.2.PROCESSO DE PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO	22
4.3.PROCESSO DE PREVISÕES	25
4.3.1. <i>Pontos críticos</i>	25
4.4.PLATAFORMA DE ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS - UQUOTES	26

5. ARQUITETURA PROPOSTA PARA O SISTEMA	29
5.1.INTERAÇÃO UQUOTES	29
5.2.MÉTODO DE PREVISÕES UTILIZADO	30
5.3.INTEGRAÇÃO MÓDULO DE PREVISÕES	32
5.3.1. <i>Interface ao utilizador</i>	33
5.3.2. <i>Interface com erp</i>	34
5.3.3. <i>Desenho módulo forecast</i>	35
5.3.3.1. <i>Cálculo probabilidade final</i>	39
5.3.4. <i>Processos de controlo</i>	40
6. IMPLEMENTAÇÃO.....	43
6.1.PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO.....	44
7. CONCLUSÕES E MELHORIAS.....	47
8.1.CONCLUSÕES	47
8.2.MELHORIAS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	48

Índice de Figuras

Figura 1 – Plano de vendas e operações	9
Figura 2 – <i>Manufacturing resource planning</i> (MRP II)	11
Figura 3 – Exemplo caso de uso	16
Figura 4 – Organograma organização unidade de negócio automação	18
Figura 5 – Exemplo vista BaaN	22
Figura 6 – Processo Planeamento e Produção	23
Figura 7 – Uquotes	27
Figura 8 – Caso de uso	30
Figura 9 – Detalhe uQuotes	31
Figura 10 – Integração Módulo <i>Forecast</i>	35
Figura 11 – Fluxograma módulo <i>Forecast</i>	36
Figura 12 – Detalhe proposta	37
Figura 13 - Tabela de previsões BaaN	38

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Calendarização do projeto	4
Tabela 2 – Tabela de <i>Forecast</i>	33
Tabela 3 – Previsões mensal de vendas	40
Tabela 4 – Cronograma de implementação	45
Tabela 5 – Matriz de responsabilidades	46

Acrónimos

AOC	-	Aprovação Ordem de Compra
APICS	-	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
ASE	-	Automação de Sistemas de Energia
CRM	-	<i>Customer Relationship Management</i>
DEE	-	Departamento de Engenharia Eletrotécnica
ERP	-	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GPC	-	Gestor de Projeto Cliente
LT	-	<i>Lead Time</i>
MEEC	-	Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores
MRP	-	<i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	-	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
OC	-	Ordem de Compra
OCP	-	Ordem de Compra Planeada
OF	-	Ordem de Fabrico
OFA	-	Ordem de Fabrico Ativa
OFL	-	Ordem de Fabrico Lançada
OFP	-	Ordem de Fabrico Planeada
OTD	-	<i>On Time Delivery</i>
OV	-	Ordem de Venda

- PR - Produção de Eletrónica
- RFQ *Request for Quotation*
- SI - Sistemas de Informação
- SS - *Stock de Segurança*
- TPU - *Terminal Protection Unit*

1. INTRODUÇÃO

Este documento resume o trabalho efetuado no âmbito da Unidade Curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (MEEC), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE), do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este projeto surgiu da necessidade de otimizar o processo de planeamento da produção na unidade de negócio de Automação de Sistemas de Energia (ASE) na empresa Efacec, localizada no polo da Maia.

Sendo o cumprimento dos prazos um dos critérios críticos para a satisfação dos clientes, são necessárias melhorias em todos os processos relacionados com a produção de produto, incluindo uma melhoria e formalização do processo de planeamento de produção.

Os atrasos existentes causam constrangimentos internos e, eventualmente, poderão prejudicar a imagem da Efacec junto dos clientes.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo primordial deste trabalho é melhorar o processo de planeamento da produção no ASE, contribuindo para diminuir os prazos de entrega do produto acabado, quer para o cliente direto, quer para o cliente final.

Para este efeito, o trabalho irá focar-se na melhoria da previsão da produção ainda em fase comercial e a sua interação com o restante processo de planeamento.

Para o atingir será necessário alcançar vários objetivos intermédios para, de forma gradual, ser possível atingir o objetivo final, de seguida listados:

- descrever a interação do processo de planeamento com outros processos;
- descrever o processo de planeamento;
- definir os processos de controlo, nomeadamente:
 - indicadores de controlo de processo;
 - atividades de controlo;
- definir e especificar os requisitos para o módulo de previsão, detalhando:
 - as funcionalidades da aplicação para recolha das previsões de encomendas;
 - a *interface* da aplicação;
 - definição do nível da probabilidade e execução da previsão;
 - definição dos *outputs* da aplicação:
 - tabela resumo das necessidades;
 - exportação para o *Enterprise Resource Planning* (ERP);
 - atualização da previsão no ERP.

1.3. MÉTODO SEGUIDO

O método seguido neste trabalho pode ser dividido em três etapas. Na primeira etapa efetuou-se um estudo bibliográfico das temáticas abordadas de forma a obter conhecimento suficiente para possibilitar a execução do trabalho. Na segunda etapa procurou-se obter um conhecimento mais aprofundado dos processos e métodos

existentes no departamento de planeamento de produção e no departamento comercial. Para cumprir estes objetivos, foram questionados membros dos departamentos envolvidos e analisados os processos já documentados. Esta tarefa possibilitou ter um conhecimento detalhado do processo de previsões atual do planeamento da empresa.

A terceira etapa consistiu no desenho detalhado da solução a implementar, elaboração da especificação e plano de implementação.

1.4. CALENDARIZAÇÃO

Após uma breve análise da estrutura prevista para este trabalho foi elaborada a calendarização apresentada na Tabela 1 . Esta inclui um conjunto de tarefas, como por exemplo: o levantamento da organização atual da empresa; o *design* da arquitetura do sistema e o plano de implementação do novo processo de planeamento.

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório encontra-se organizado da seguinte forma: no presente capítulo encontra-se a introdução deste trabalho, no Capítulo 2 os conhecimentos teóricos que o fundamentam, no Capítulo 3 a descrição da empresa com foco no ASE, no 4º o estado atual do processo, no Capítulo 5 a arquitetura do sistema a implementar, no 6º a descrição do plano de implementação e, para finalizar, no Capítulo 7 as principais conclusões e melhorias a ter em conta futuramente.

Tabela 1 – Calendarização do projeto

Nº	Nome das etapas	Início	Fim	Duração (d)
1	Introdução	23/10/2017	17/11/2017	25
2	Conhecimentos Teóricos	20/11/2017	06/04/2018	137
3	O que já existe	20/11/2017	06/07/2018	228
4	Descrição Unidade ASE	20/11/2017	31/01/2018	72
5	Arquitetura sistema	05/03/2018	01/09/2018	180
6	Implementação	03/09/2018	05/10/2018	32
7	Conclusões	01/10/2018	12/10/2018	11

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada uma revisão dos conhecimentos teóricos sobre as temáticas relevantes para o desenvolvimento do processo de planeamento da produção, nomeadamente dos métodos de previsão.

2.1. PREVISÕES

Segundo Caiado [1], qualquer plano de negócio depende da previsão de vendas. Os gestores comerciais ou de mercado devem elaborar periodicamente planos previsionais de vendas de cada um dos produtos da empresa, tendo em conta as flutuações da procura e oferta do mercado. Para isso, é necessário valer-se da experiência, consultar opiniões qualificadas e recorrer a métodos estatísticos de modo a otimizar os recursos da empresa.

As previsões são então uma ferramenta de planeamento que ajuda a lidar com a incerteza do futuro, baseando-se principalmente em dados do passado, do presente e na análise de tendências. As previsões iniciam-se com determinadas suposições baseadas na experiência, conhecimento e julgamento dos gestores. Estas estimativas são projetadas

para os meses ou anos seguintes, usando uma ou mais técnicas que serão abordadas na próxima secção [2].

2.1.1. MÉTODO DE PREVISÕES

Uma das principais características dos métodos de previsões é a existência de uma relação causal. Se o que acontece for aleatório e não depender de nada, não será possível prever o que irá ocorrer futuramente. Por outro lado, se forem observadas correlações entre algumas variáveis, é possível utilizar essas correlações para efetuar previsões.

Segundo Makridakis e Wheelwright [3], é possível afirmar que as previsões são baseadas em relações causais, utilizam informação do passado como base para obter dados futuros e tendem a estar frequentemente erradas. *“Forecasting is difficult, especially about the future”*. De forma a aumentar a probabilidade de sucesso é aconselhável recolher informação de mais do que uma fonte em simultâneo e agregar a mesma.

É sempre mais vantajoso agregar a informação. Ao ser necessário prever uma procura pode-se considerar uma distribuição de Gauss (normal), com média μ e o desvio padrão σ . O coeficiente de variação da previsão é, portanto, μ / σ . Se for necessário prever a soma de duas previsões, será encontrado um coeficiente de variação de $0,71 \mu / \sigma$, onde $0,71 = \text{sqrt}(2)/2$. A soma de três previsões tem um coeficiente de variação de $0,58 \mu / \sigma$, e assim por diante [3].

É também um facto que quanto maior for o horizonte definido para a previsão maior será a probabilidade de obter dados incorretos, uma vez que a incerteza aumenta com o período de tempo. Deve, portanto, ser definido um período de tempo razoável para as previsões a efetuar, por exemplo, de 6 meses [3].

2.1.2. TIPOS DE PREVISÕES

As previsões podem ser obtidas de diferentes formas, nomeadamente:

- Qualitativamente

Estas aproximações são baseadas em julgamentos e opiniões. Como, por exemplo: questionar o gestor de mercado e compilar os resultados obtidos; questionar pessoas com diferentes funções na empresa, compilar as previsões e submeter novamente. Um exemplo é o método Delphi, utilizado pela Rand Corporation nos anos 50, que se baseia em efetuar um questionário aos clientes ou fazer uma pesquisa de mercado para aferir como produtos similares são vendidos [3].

- Pela análise de séries temporais

Este tipo de previsão assenta no princípio de que a evolução do passado irá continuar no futuro. Diferentes séries temporais são consideradas: do tipo estático, baseado em tendências ou sazonal. Diferem pela forma da linha que melhor se ajusta aos dados observados [3].

Os métodos que podem ser utilizados são regressões lineares, médias flutuantes ou médias ponderadas e aproximações exponenciais. Diferem entre si pela importância atribuída aos dados e pela sua complexidade.

- Relação Causal

Neste método de previsão é efetuada uma tentativa de verificar se existe alguma relação causal entre algumas variáveis e a procura. Se for o caso, e se a variável for conhecida antecipadamente, poderá ser utilizada para fazer a previsão. Por exemplo, existe uma relação entre o número de casas construídas por ano e a quantidade de sistemas de videovigilância vendidos [3].

- Simulações

Nas simulações é projetado e programado um modelo dinâmico que incorpora todas as variáveis relevantes para a previsão. Este modelo deve incorporar as variáveis internas e externas mais importantes. O modelo é então utilizado para simular diferentes cenários, como por exemplo, qual o impacto nas vendas se o preço for reduzido [3].

2.2. SISTEMA DE PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO

Nesta secção serão abordados temas relacionados com métodos de planeamento da produção.

2.2.1. PLANEAMENTO DAS VENDAS E OPERAÇÕES

Um plano de negócios estratégico integra os planos de todos os departamentos na organização e normalmente é atualizado anualmente. Apesar de para o plano de negócios ser necessário apenas uma atualização anual, o planeamento de vendas e operações é um processo dinâmico no qual os planos da empresa devem ser atualizados mensalmente. O processo tem início no departamento de vendas e *marketing*, no qual é efetuada uma comparação entre a procura atual e o plano de vendas, uma avaliação do potencial do mercado e as previsões da procura futura. O plano de *marketing* atualizado é comunicado à produção, engenharia e área financeira. Estes departamentos devem atualizar os seus planos de forma a suportar o plano de *marketing* revisto. Se tal não for possível o plano de *marketing* deve ser ajustado. Desta forma o plano de negócios estratégico é continuamente revisto ao longo do ano e as atividades dos diferentes departamentos são coordenadas. Na Figura 1 é possível verificar a relação entre os departamentos da empresa [4].

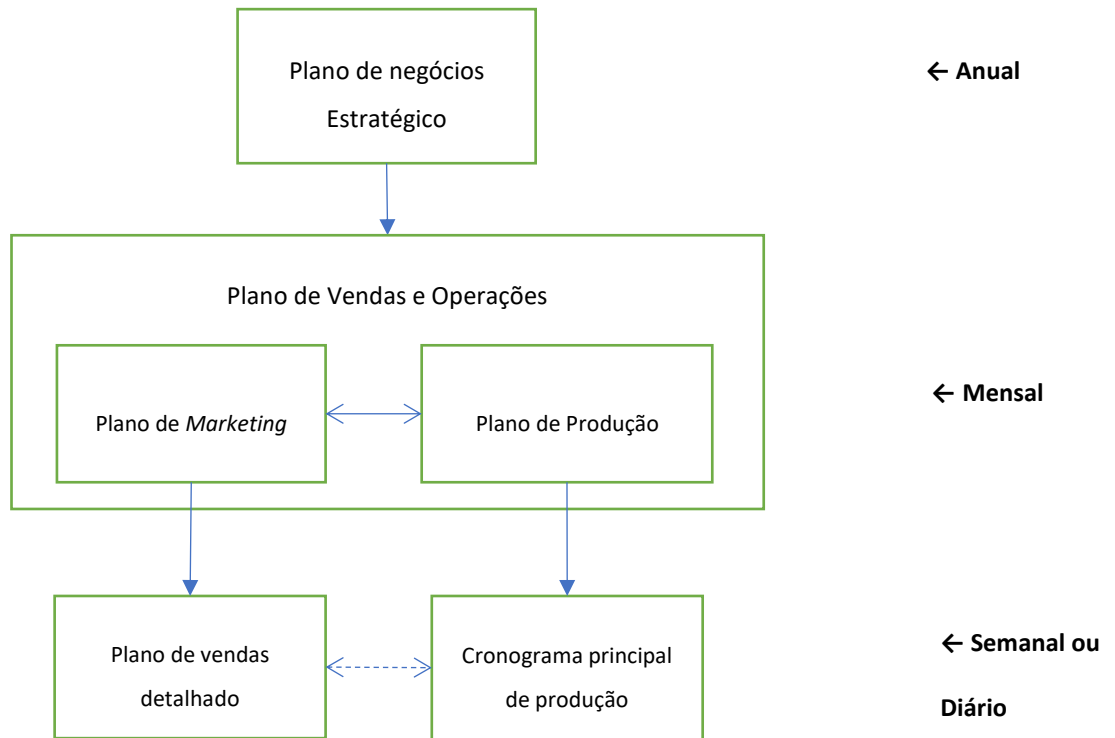


Figura 1 – Plano de vendas e operações [4]

O planejamento de vendas e operações é efetuado a médio prazo e inclui as vendas, produção, engenharia e planos financeiros. Este planejamento possui os seguintes benefícios:

- providencia um meio de atualizar o plano de negócios à medida que as condições mudam;
- providencia um meio de gerir a mudança de forma proativa;
- o planejamento garante que os planos dos vários departamentos são realistas, coordenados e suportam o plano de negócios;
- fornece um plano realista que pode atingir os objetivos da empresa;
- permite uma melhor gestão da produção, do inventário e *backlog*.

2.2.2. MANUFACTURING RESOURCE PLANNING

O planeamento da produção e sistema de controlo é um plano mestre para todos os departamentos da empresa. Este sistema integrado de planeamento e controlo é designado por *manufacturing resource planning*, ou sistema MRP II. O termo MRP II é utilizado para distinguir “*manufacturing resource planning*” de “*materials requirement plan*” (MRP).

MRP II coordena as vendas e a produção. As vendas e a produção devem chegar a um consenso sobre um plano viável expresso no plano de produção. As vendas e a produção deverão trabalhar em conjunto semanalmente para ajustar o plano à medida que as mudanças acontecem. Pode ser necessário alterar uma encomenda, a quantidade ou data de entrega, ou cancelar a mesma. Este tipo de mudança é efetuado através do programa mestre de produção. Os gestores de vendas e produção podem alterar os programas de produção para ir de encontro a alterações de previsões na procura. Os diretores podem ajustar o plano de produção para refletir mudanças gerais na procura ou nos recursos. No entanto, todos trabalham através do sistema MRP II. Este sistema fornece o mecanismo para coordenar os esforços das vendas, área financeira, produção e outros departamentos da empresa. O MRP II é um método para o planeamento efetivo de todos os recursos de uma empresa de produção [4].

Na Figura 2 é possível visualizar um diagrama de um sistema MRP II [4].

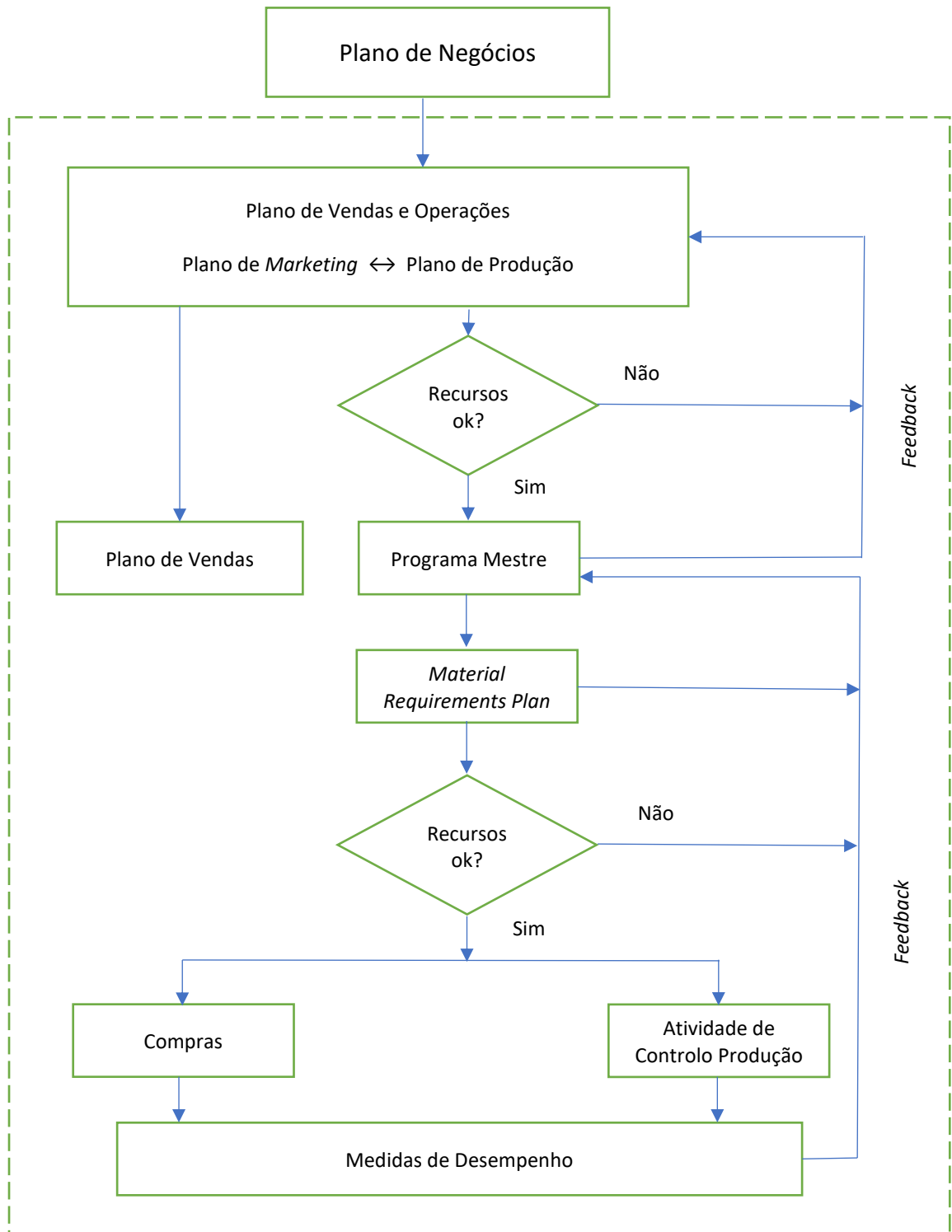


Figura 2 – Manufacturing resource planning (MRP II) [4]

2.2.3. ENTERPRISE RESOURCE PLANNING

À medida que as necessidades das empresas foram crescendo na direção de uma abordagem verdadeiramente integrada para a gestão de materiais, o desenvolvimento de sistemas de informação acompanhou essa necessidade. Com o aumento da complexidade desses sistemas em comparação com os sistemas existentes MRP e MRP II, foi-lhes atribuída uma nova designação – *Enterprise Resource Planning* ou ERP [4].

O ERP é similar ao sistema MRP II com a exceção de não se debruçar na área de produção. No entanto todas as áreas da empresa são tidas em conta. A décima primeira edição da American Production and Inventory Control Society (APICS) define o ERP como “*Framework for organizing, defining, and standardizing the business processes necessary to effectively plan and control an organization so the organization can use its internal knowledge to seek external advantage*” [5]. Para uma plena operação devem existir aplicações para o planeamento, agendamento, cálculo dos custos, etc... para todos os níveis de uma empresa, centros de trabalho ou corporações. Na sua essência, o ERP engloba a totalidade da empresa e o MRP II a produção. A maior abrangência dos sistemas ERP permite seguir o rasto de encomendas e outras informações relevantes do planeamento e controlo em toda a empresa, desde as compras à entrega final ao cliente. Adicionalmente, muitos sistemas ERP são capazes de permitir que os gestores partilhem informações entre empresas, o que significa que esses gestores podem potencialmente ter visibilidade através de toda a cadeia de fornecimento.

Embora o poder e a capacidade de sistemas ERP altamente integrados sejam extremamente elevados, há também grandes custos envolvidos. A aquisição de muitos dos melhores sistemas é dispendiosa, e os grandes requisitos de dados (tanto para a quantidade, como precisão) tendem a tornar os sistemas caros, demorados e geralmente difíceis de implementar para muitas empresas [4].

2.3. CADEIA DE FORNECIMENTO (SUPPLY CHAIN)

Segundo Michael Hugos [5], o termo *supply chain management* surgiu no final da década de 1980 e foi generalizado na década de 1990. Antes dessa época as empresas utilizavam termos como “logística” e “gestão de operações”. Abaixo encontram-se alguns exemplos de definições de cadeia de fornecimento [6]:

- “Uma cadeia de fornecimento é o alinhamento de empresas que levam produtos ou serviços para o mercado” [7].
- “Uma cadeia de fornecimento é uma rede de instalações e opções de distribuição que executa as funções de pesquisa e aquisição de materiais, transformação desses materiais em produtos intermédios e acabados e a distribuição desses produtos acabados para os clientes” [8].

Sendo esta a definição de cadeia de fornecimento, a gestão desta cadeia pode ser definida como o que é feito para influenciar o comportamento da cadeia de fornecimento de forma a obter os resultados pretendidos.

O conceito de cadeia de fornecimento difere do tradicional conceito de logística. A logística tipicamente refere-se a atividades cujos limites são dentro de uma mesma empresa ou organização, enquanto que a cadeia de fornecimento se refere a uma rede de companhias que trabalham em conjunto para coordenar as suas ações no sentido de entregar um produto ao mercado. A logística tradicional foca a sua atenção em atividades tais como compras, distribuição, manutenção e gestão de inventário. A gestão da cadeia de fornecimento reconhece toda a logística tradicional e também inclui atividades como *marketing*, desenvolvimento de novos produtos, finanças e atendimento ao cliente. Na visão mais ampla da cadeia de fornecimento, estas atividades adicionais são agora vistas como parte do trabalho necessário para atender aos requisitos dos clientes.

A gestão da cadeia de fornecimento visualiza a cadeia de fornecimento e as organizações nela envolvidas como uma única entidade. O que traz uma abordagem de sistema para entender e gerir as diferentes atividades necessárias para coordenar o fluxo de produtos e serviços para melhor servir o cliente final. Essa abordagem de sistemas fornece a estrutura para melhor responder aos requisitos de negócios que, de outra forma, pareceriam estar

em conflito uns com os outros. De forma individual, diferentes requisitos da cadeia de fornecimento têm frequentemente conflitos de interesse. Por exemplo, o requisito de manter altos níveis de satisfação do cliente relativamente à substituição de peças em chamadas de manutenção exige altos níveis de inventário. No entanto, o requisito de operação eficiente exige a redução dos níveis de inventário. Apenas será possível encontrar formas de equilibrar as diferentes procuras quando todos os requisitos forem vistos como parte de um enquadramento global.

A gestão eficiente da cadeia de fornecimento pressupõe uma melhoria simultânea, tanto nos níveis de serviço ao cliente, como na eficiência operacional interna das empresas da cadeia de fornecimento. Existe um padrão básico para a prática da gestão da cadeia de fornecimento apesar de cada uma ter o seu próprio conjunto exclusivo de requisitos de mercado e desafios operacionais, ainda assim os problemas são essencialmente os mesmos em todos os casos [6].

As empresas envolvidas em qualquer cadeia de fornecimento devem tomar decisões conscientes sobre a sua ação em cinco áreas, nomeadamente [6]:

1. **Produção:** identificar quais os produtos mais apetecíveis para o mercado, as quantidades de cada produto que devem ser produzidas e quando. Esta atividade inclui a criação de um plano mestre de produção que tem em conta a capacidade da linha de produção / fábrica, balanceamento da carga, controlo da qualidade e a manutenção do equipamento;
2. **Inventário:** definir qual o inventário a ser armazenado em cada estágio da cadeia de fornecimento, a quantidade de inventário que deve ser armazenado como matéria-prima, semi-acabado ou produto acabado. O propósito do inventário é garantir uma segurança contra a incerteza na cadeia de fornecimento, no entanto o armazenamento pode ter um custo elevado. É importante encontrar o nível ótimo de inventário;
3. **Localização:** definição da localização das instalações para a produção e inventário. Esta decisão terá influência nos percursos de distribuição do produto para o consumidor final;

4. **Transporte:** decidir sobre como o inventário deve ser deslocado de uma cadeia de fornecimento para outra. O transporte aéreo e por caminhão são mais rápidos e fiáveis, mas são dispendiosos. O transporte marítimo ou ferroviário é mais económico, mas mais moroso e com alguma incerteza associada. Esta incerteza deverá ser compensada por níveis mais altos de inventário. É importante decidir qual o melhor meio de transporte para cada caso;
5. **Informação:** definir qual a quantidade de dados que deve ser recolhida. Com boas informações é possível uma tomada de decisões eficazes sobre o que produzir e quanto, onde localizar o inventário e a melhor maneira de transportá-lo.

O conjunto destas decisões irá definir as capacidades e eficácia da cadeia de fornecimento de uma empresa. O que uma empresa poderá alcançar e a forma como compete nos seus mercados dependerá em muito da eficácia da sua cadeia de fornecimento. Por exemplo, se a estratégia da empresa é servir um mercado de massas e competir com base no preço será melhor ter uma cadeia de fornecimento otimizada para um baixo custo. Por outro lado, se a estratégia é servir um segmento de mercado e competir na base do serviço e conveniência para o cliente será melhor ter uma cadeia de fornecimento otimizada para a capacidade de resposta. Quem a empresa é e o que pode fazer é moldado pela sua cadeia de fornecimento e pelos mercados que serve [4].

2.4. CASOS DE USO

Os casos de uso são uma metodologia utilizada em análise de sistemas para identificar, clarificar e organizar os requisitos do sistema. Um caso de uso é composto por um conjunto de sequências possíveis de iterações entre sistemas e utilizadores num ambiente particular e relacionados com um objetivo específico. Consiste num grupo de elementos que podem ser utilizados em conjunto de uma forma que terá um efeito maior do que a soma da combinação dos elementos em separado. Cada caso de uso deverá conter todas as atividades do sistema que tenham relevância para os utilizadores.

Um caso de uso pode ser compreendido como uma coleção de possíveis cenários relativos a um objetivo em particular, de facto, o objetivo e o caso de uso são por vezes considerados sinónimos [9].

Na Figura 3 está representado um exemplo de um caso de uso, sendo que a sua construção pode ser dividida em 3 partes [10]:

- 1- definição do limite do sistema que determina o que é considerado externo ou interno para o sistema;
- 2- os atores que representam uma função reproduzida por um objeto externo;
- 3- as relações de comunicação que ilustram a participação dos atores no caso de uso.

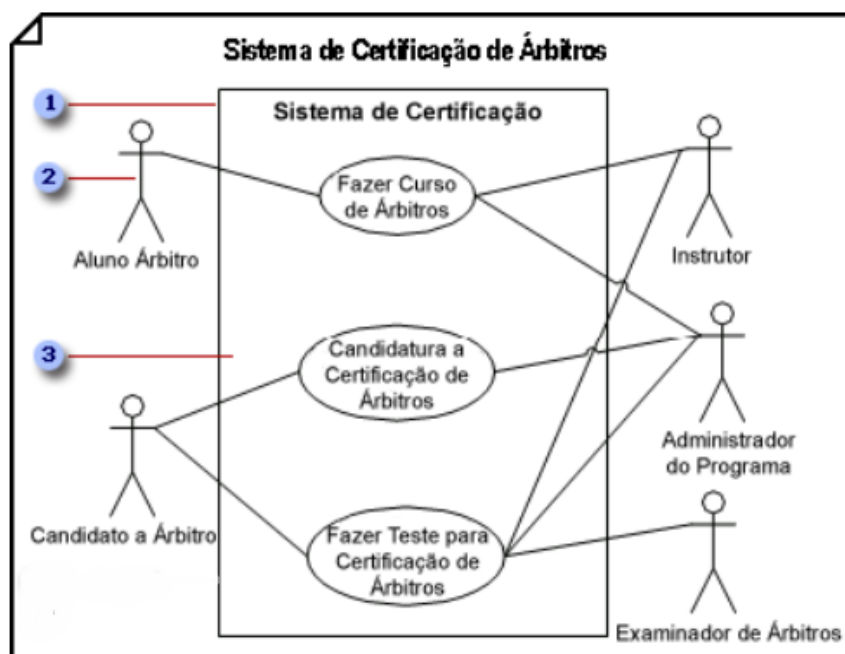


Figura 3 – Exemplo caso de uso [10]

3. DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE AUTOMAÇÃO EFACEC

Neste capítulo será descrita a unidade de negócio, ASE, onde foi efetuado este projeto. Para além de aspetos organizacionais serão também referidas as principais áreas de negócio.

3.1. ORGANIZAÇÃO

Através do desenvolvimento da sua própria tecnologia e a experiência adquirida em mais de 30 anos na implementação de sistemas, o ASE tem a sua atividade focalizada nas soluções para gestão e controlo das redes elétricas. É seguida uma filosofia de inovação e diferenciação, sendo continuamente demonstrada uma forte capacidade de integração, assente em diversas competências tecnológicas adquiridas ao longo da história.

O ASE opera globalmente, com atividades à escala mundial, aproveitando a produção, engenharia, suporte técnico e ativos comerciais locais, de acordo com os requisitos de cada mercado específico. A sua atividade centra-se principalmente na Europa e Brasil, para além

de outros mercados que incluem o Magrebe, África Austral, Médio Oriente, Índia e América Latina.

A casa mãe situa-se no polo da Efacec Maia, onde foi desenvolvido o presente projeto, e encontra-se organizada de acordo com a estrutura representada na Figura 4.

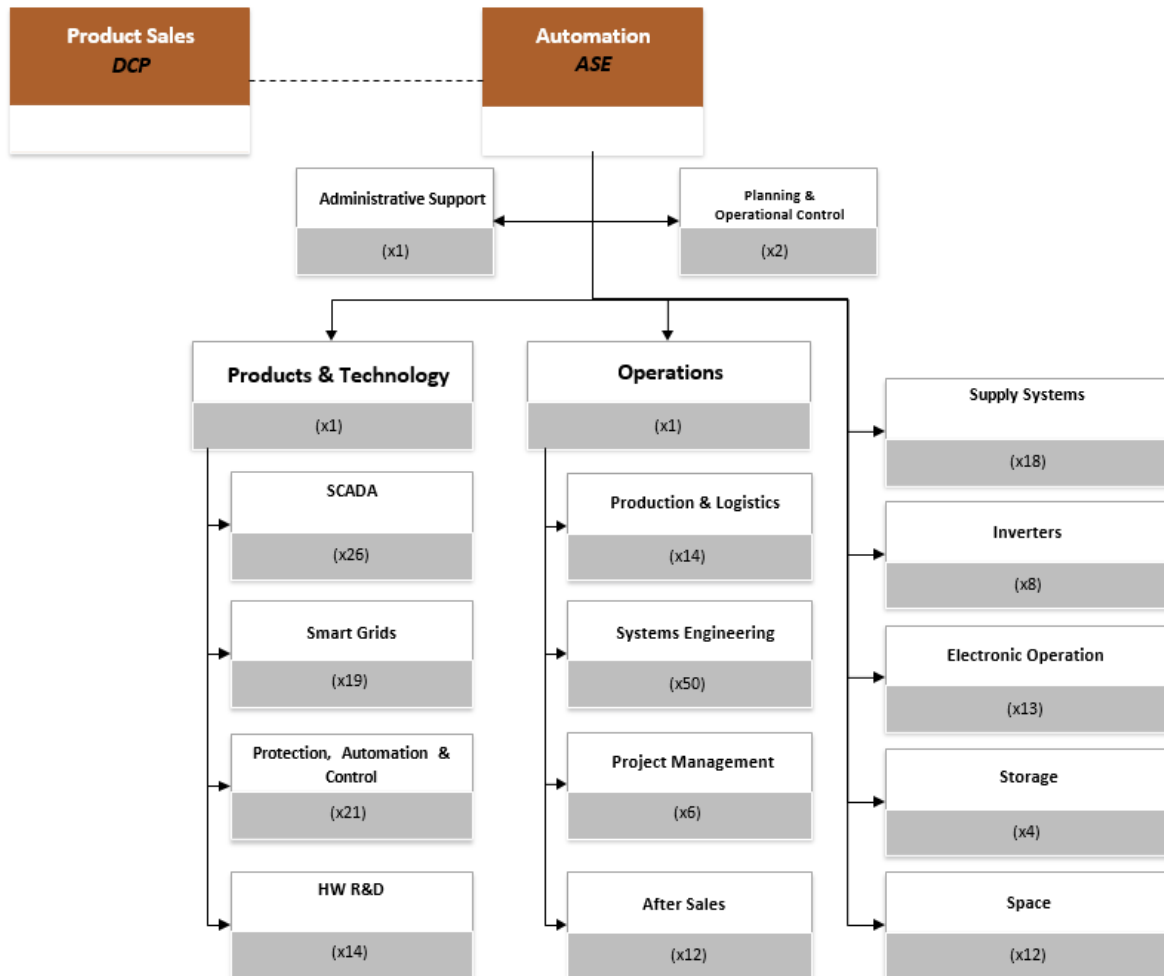


Figura 4 – Organograma organização unidade de negócio automação

O ASE projeta, desenvolve e fornece soluções de acordo com sistemas de gestão certificados, caracterizados pelo uso de tecnologia inovadora, de forma a ir de encontro a todos os requisitos dos cadernos de encargos dos clientes.

3.2. ATIVIDADE

A atividade do ASE é baseada no fornecimento de produtos e soluções para redes elétricas, sistemas ferroviários, gestão de infraestruturas e outras aplicações. Abaixo estão listados os principais produtos do ASE:

Geração / Transmissão/ Distribuição de Energia Elétrica

- soluções para Redes Inteligentes;
- sistemas de Gestão de Rede (SCADA/DMS/OMS/EMS);
- soluções para Contagem Inteligente;
- soluções de Telecontrolo e Gestão de Operações;
- soluções de Automação, Proteção e Controlo de Subestações;
- automação de Centrais de Geração de Energia;
- monitorização da Condição de Funcionamento e Gestão de Infraestruturas;
- automação da Distribuição;
- relés de Proteção.

Sistemas Ferroviários

- sistemas de Gestão de Redes Elétricas;
- supervisão Técnica de Infraestruturas e Gestão de Operações;
- soluções de Automação, Proteção e Controlo de Subestações;
- sistemas de Gestão de Infraestruturas de Carregamento de Veículos Elétricos.

Cidades, Indústria e *Utilities*

- sistemas de Gestão de Infraestruturas de Carregamento de Veículos Elétricos;
- soluções para Contagem Inteligente;
- sistemas de Gestão de Iluminação Pública;
- soluções de Telecontrolo e Gestão de Operações;
- soluções de Automação, Proteção e Controlo de Subestações;
- relés de Proteção.

3.3. SERVIÇOS DE ENGENHARIA

Em conjunto com as soluções de *hardware* e *software*, o ASE também disponibiliza serviços de engenharia. Estes serviços são executados pelas equipas de engenharia do ASE, localizadas em Portugal ou nas filiais. O principal objetivo é o fornecimento e manutenção das soluções do ASE para os clientes.

Para além de soluções *standard*, o ASE também disponibiliza soluções adaptadas às necessidades específicas de cada cliente, em situações de novos sistemas, expansões ou atualizações.

Os serviços de engenharia, fornecidos em conformidade com os sistemas de gestão de ambiente e qualidade, entre outros, incluem:

- soluções chave-na-mão;
- gestão e execução de projetos;
- integração de soluções multi-fabricante;
- desenho, configuração e integração do sistema (incluindo armários, integração da sala de controlo, teste e comissionamento);
- formação;
- manutenção e suporte;
- consultoria e serviços associados.

4. SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo será descrito o estado atual do processo de planeamento de produção na Efacec Automação, com foco na previsão da produção ainda em fase comercial e a sua interação com o restante processo de planeamento. Serão também abordadas as desvantagens do processo de previsão atual e descrita a plataforma onde será inserido o novo módulo de previsões da procura.

4.1. SOFTWARE ERP

O sistema de informação utilizado atualmente na Efacec, nomeadamente ASE, é o BaaN (cuja interface se ilustra na Figura 5). O BaaN é um *software* ERP que foi originalmente desenvolvido por Jan BaaN na Holanda, na década de 70. Integra num único sistema processos empresariais, tais como, fabrico, contabilidade, recursos humanos e gestão de relação com os clientes [11].

Acesso à página WebBaan - Artigos SynergyNet

5★ Diana Sevilha Links Canais 4!

Artigo: E51000099 304E Projeto: Descrição: Pesquisar!

Artigo E51000099304E Descrição Armario ASA - Valeira

Posição	Artigo Filho	Descrição	Revisão	Data Início	Data Vencimento
260 1	130105084	DISJ DC 2P 6A 673322 GE POWER		2018-07-12	
120 1	130108009	KIT LAMPADA LED 230VAC ELPLAST		2018-07-12	
150 1	130316349	RELE 3INV 24VDC 6233.9.024.000		2018-07-12	
570 1	130316436	RELE ARTECHE 2INV RD2 24VDC		2018-07-12	
520 1	140100056	PCIE PC WATCHDOG STD BRKT 1170		2018-07-12	
490 1	310309206	SWT RS900-24-D-ML-ML-TX-XX		2018-07-12	
530 1	320107010	MON 19 RM1905-EN25L0 TOUCHRACK		2018-07-12	
500 1	340100008	PC IND FANLESS DA-820-C8-SP-LV		2018-07-12	
80 1	4101302	RODAP VENTILAD 100TS8 ASPL13_2		2018-07-12	
90 1	4101303	CALEIRA 100 ENTRAD AR ASPL13_3		2018-07-12	
100 1	4101304	BASE 235 RASGOS VENT ASPL13_4		2018-07-12	
110 1	4101305	TAMP 124 ESTAMP VENTI ASPL13_5		2018-07-12	
550 1	50065694	DCU5003-V11X12XX1118BXXXXEEEX		2018-07-12	
340 1	50065700	DCU5003-V11X12XX1118BXXXXEEEX		2018-07-12	
60 1	9002041	PF ACO M6X16 CIL/FEND ZINCAD		2018-07-12	
200 1	9193280	CAIXA AFASTA VENT ASPL080048		2018-07-12	
130 1	9225001	ARGOLA 080 P/PASSA CABOS 1U		2018-07-12	
140 1	9225002	ARGOLA 120 P/PASSA CABOS 1U		2018-07-12	
290 1	9420171	TERMOST 1NA LKKT8011-2 LINKW		2018-07-12	
310 1	9420180	HIGROST LKW 230VAC LKEFR012		2018-07-12	

Figura 5 – Exemplo vista BaaN

4.2. PROCESSO DE PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO

Atualmente, o processo de planeamento da produção tem início depois da adjudicação de uma encomenda por parte de um Cliente.

Na Figura 6 está representado o fluxo do processo de planeamento da produção após a adjudicação de uma encomenda por parte do cliente até que o produto esteja pronto para ser expedido.

Após a receção e aceitação da encomenda é efetuada a abertura da ordem de venda (OV) no BaaN, com ou sem existência de um projeto associado. Se existir um serviço associado também já existirá o projeto.

Se, posteriormente, existir um adicional à encomenda, deve ser acrescentado na OV original uma nova linha com a indicação de artigo e data. Um artigo é o código interno atribuído pelo sistema a cada equipamento distinto. Para cada artigo está definido o conjunto de materiais necessários à sua produção.

Processo Planeamento/Produção

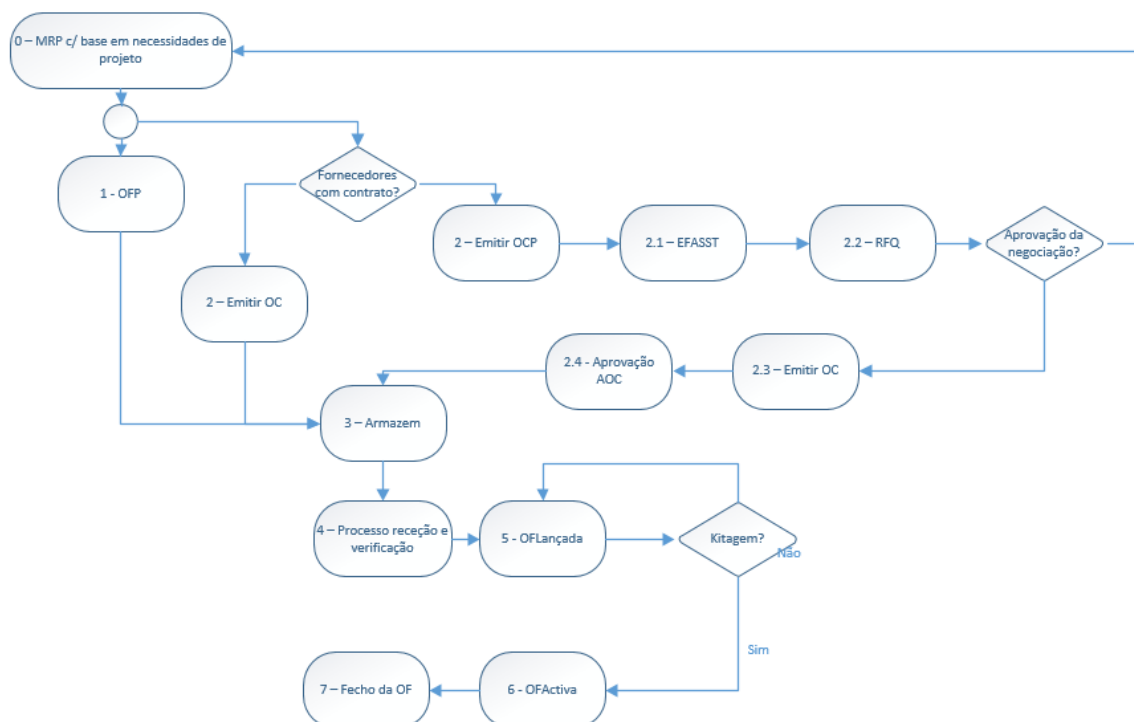


Figura 6 – Processo Planeamento e Produção

Com a criação da OV é atribuído ao projeto um código em BaaN (do tipo Exxxx ou Vxxxx) e passa a ser possível registar as características da proposta, nomeadamente:

- divisão de negócio;
- linhas:
 - preço de venda (€);
 - data entrega (ano/mês/dia);
 - artigo (qtd/un).
- cabeçalho:
 - código cliente;
 - mercado;
 - destino;
 - linha produto.

Deverão também ser gravados em BaaN os valores apresentados na proposta, nomeadamente:

- preço hora (mão de obra (€));
- subcontratação (€);
- diversos (€).

Através do BaaN são geradas de forma automática as necessidades de artigos com base nas ordens de fabrico planeadas (OFP) sugeridas pelo MRP.

Se existir contrato com fornecedor é emitida a ordem de compra (OC), se não existir são seguidos os seguintes passos:

- é emitida a ordem de compra planeada (OCP) pela direção de compras e logística;
- é enviada a informação ao fornecedor via *software* de compra e negociação, EFASST, com todos os planos e documentação necessária à validação por parte do fornecedor;
- o gestor de produto aprova as condições de negociação - *request for quotation* (RFQ).

De seguida a ordem de compra deve ser aprovada pelo comercial, ação de aprovação da ordem de compra (AOC), o que desencadeia o envio da OC para o fornecedor e consequente aprovação da OC pelo fornecedor.

O passo seguinte é a receção do material encomendado na Efacec. Este processo é composto pelos seguintes passos:

- receção do material pedido ao fornecedor e verificação da sua conformidade. É confirmado o material e verificadas as quantidades de acordo com a OC associada. De seguida o produto é armazenado;
- é lançada a ordem de fabrico, ordem de fabrico lançada (OFL), pelo responsável da produção. De acordo com o planeado e sugerido na OFP, chega à Produção o que fazer e com que prioridade;
- é iniciada a produção e emitida a ordem de fabrico ativa (OFA) pelo responsável da produção;

- quando a produção do produto termina é indicado no sistema o término da OFA, passando para ordem de fabrico completa (OFC). Os equipamentos totalmente terminados são enviados para a área de expedição e identificados de acordo com o plano de produção e embalados mediante os requisitos;
- se aplicável, é realizado o serviço de configuração do equipamento pela unidade de operações do ASE.

4.3. PROCESSO DE PREVISÕES

Atualmente as previsões são efetuadas pela equipa comercial com base na probabilidade de adjudicação das propostas submetidas ao cliente. O gestor de mercado estima a probabilidade de adjudicação de cada proposta com base no conhecimento do mercado do cliente final.

A proposta é então decomposta manualmente, por cada gestor de mercado, nos equipamentos que a compõem.

O *order code* de cada equipamento constituinte destas propostas é inserido num ficheiro Excel. É posteriormente efetuada, pelo planeamento, uma decomposição manual de cada *order code* em cartas eletrónicas e listado o número necessário de cada tipo de carta.

As necessidades de outros componentes que não as cartas eletrónicas não estão atualmente a ser alvo de previsões de produção.

4.3.1. PONTOS CRÍTICOS

Foram identificados os seguintes pontos críticos no processo existente:

- a “alta” probabilidade de adjudicação fica apenas ao critério de cada gestor de mercado (comercial);

- não é criada automaticamente uma tabela de necessidades com associação entre cada equipamento/artigo e a data em que será necessário;
- não existe um *tracking* automático do processo, ou seja, se a proposta que originou a previsão de produção não avançar esses dados não são apagados do sistema;
- o facto de outros componentes que não as cartas eletrónicas não serem alvo de previsões de produção poderá implicar atrasos na entrega do produto final;
- o processo de previsões atual desencadeia apenas a compra de componentes críticos, com um *lead time* superior a 8 semanas;
- não é desencadeada automaticamente a criação de ordens de fabrico (OF) com base nas previsões.

4.4. PLATAFORMA DE ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS - UQUOTES

Em janeiro de 2018 foi colocada em produção a plataforma uQuotes, cuja interface se mostra na Figura 7, que pode ser acedida através do endereço <http://powersolutions.efacec.com/Commercial/>. Esta plataforma tem como objetivo a automatização do processo de elaboração de propostas pela equipa de *tendering* e pelos gestores de mercado. A equipa de *tendering* é a equipa que dá suporte aos gestores de mercado na área comercial e tem como principais funções: a análise de cadernos de encargos de cliente, definição da solução técnica mais adequada e mais competitiva (elaboração de arquiteturas, memória descritiva, etc...) e elaboração de orçamentos.

Numa fase posterior será também disponibilizada uma área para clientes.

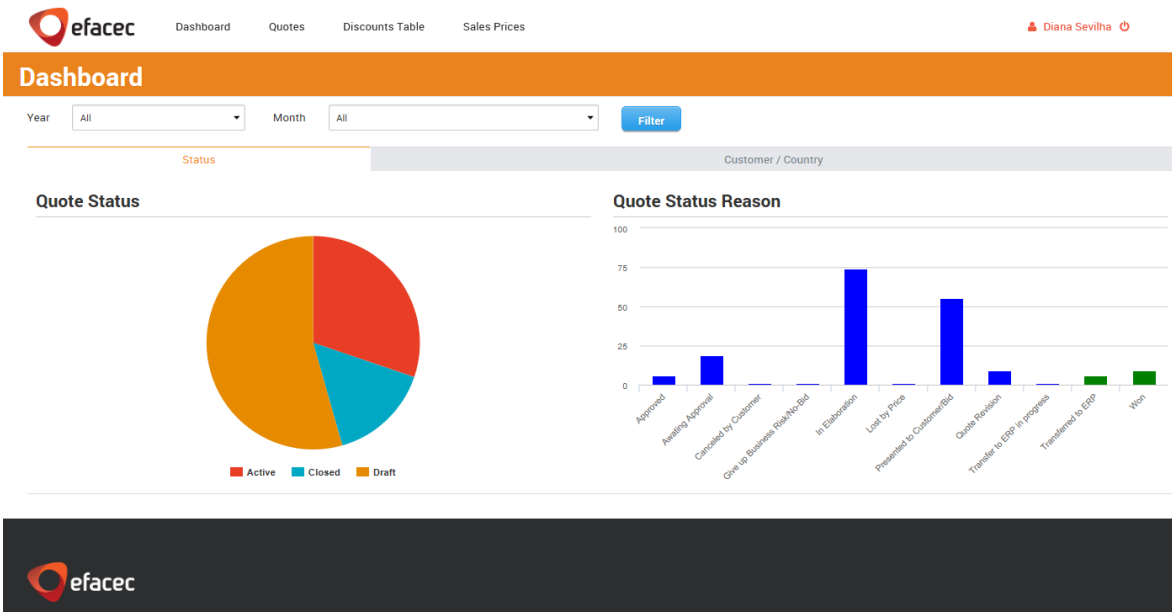


Figura 7 – Uquotes

Para cada proposta criada nesta plataforma é necessário preencher/ definir uma série de parâmetros relacionados com a mesma, tais como, informação do cliente, data planeada de entrega, probabilidade de adjudicação, data prevista de adjudicação e *order code* de cada equipamento.

Os dados de cada proposta (cliente, valor, estado, etc...) são transferidos para o *software Customer Relationship Management (CRM)* a pedido do utilizador.

Está também disponível a passagem de informação para o BaaN. No momento em que o gestor de mercado recebe a encomenda do cliente, deverá inserir o seu número na respetiva proposta do uQuotes e seleccionar a opção “Transfer to ERP”. Esta ação vai desencadear a colocação em produção dos equipamentos integrantes da proposta.

Atualmente, apesar de existirem os campos “probabilidade de adjudicação” e “*lead time*”, ainda não estão a ser desencadeadas ações com base nestas informações. Estas ações serão definidas no âmbito deste trabalho.

5. ARQUITETURA PROPOSTA PARA O SISTEMA

Neste capítulo é descrita a arquitetura do sistema a ser implementado, *Forecast*. De que forma será inserido no *software* existente e a interface com as várias componentes externas. Será também detalhado o desenho do módulo *Forecast* e os processos de controlo. De forma a facilitar a interpretação de todo o processo será também utilizado um caso de uso.

5.1. INTERAÇÃO UQUOTES

No caso de uso apresentado na Figura 8 estão representadas as possíveis interações entre todos os intervenientes/atores e os diversos módulos do *software* *uQuotes* relacionados com o *Forecast*, assinalados a vermelho. Optou-se por este método de representação devido à simplicidade e facilidade de representar e organizar os requisitos do sistema.

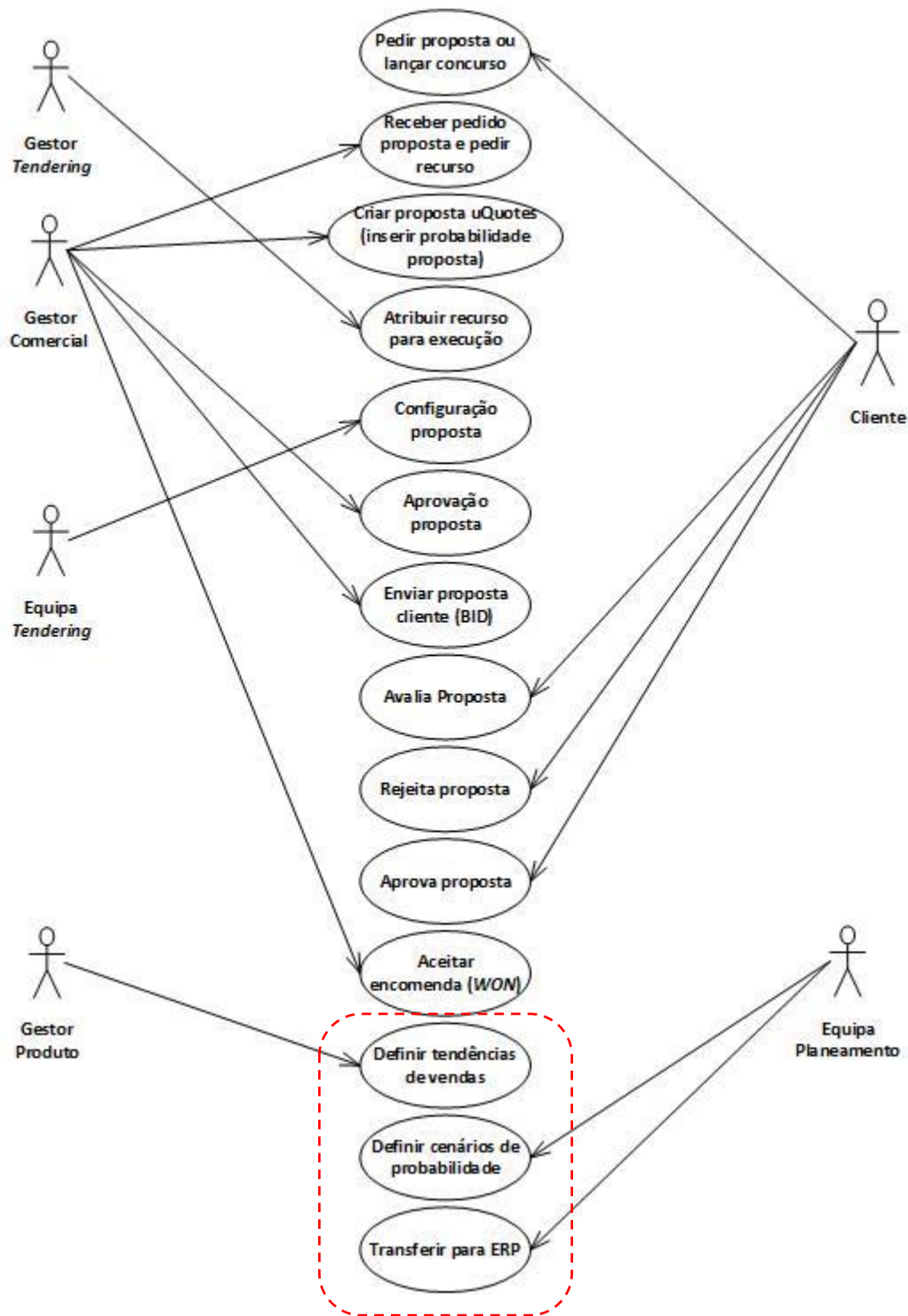


Figura 8 – Caso de uso

5.2. MÉTODO DE PREVISÕES UTILIZADO

O método de previsões selecionado foi uma combinação dos seguintes métodos: a probabilidade estatística de um acontecimento futuro, a previsão de vendas mensal

calculada com base nos três últimos anos (análise de séries temporais) e as tendências para o ano atual (qualitativo).

A probabilidade estatística de um acontecimento futuro consiste, como já referido, na definição da probabilidade de adjudicação de cada proposta pelo gestor comercial. Este valor é inserido no campo “Probability (%)” no detalhe de cada proposta, como se pode visualizar na Figura 9.

The screenshot displays the 'uQuotes' form in the efacec system. The form is organized into two columns of fields. The left column includes: Final Country (Denmark), Division Destiny (-), Cost Price Unit (10344.86016665), Currency (EUR - EURO), Exchange Rate (1), Quote Header Discount (%), Payment Terms (300 - Due on 30 days), Delivery Terms (-), Lead Time (weeks) (0), Planned Delivery Date (YYYY-MM-DD), Sales Order, Product Line (J25 - EFACEC Protections), Internal Remarks, and Responsible (Diana Sevilha). The right column includes: Market (Western Europe), Market Segment (B11011 - Power-Transmission), Sales Price (24479.35), Sales Price after Discount (24.479.35), Margin (%) (57.74), Discount (%) (0.00), Probability (%) (30), Decision Date (2018-03-30), Expiry Date (YYYY-MM-DD), CRM Quote, CRM Opportunity, and Customer Purchase Order. The 'Probability (%)' field is circled in red. At the bottom, it shows 'Created By Diana Sevilha @ 2018-02-26 10:55:51' and 'Modified By Diana Sevilha @ 2018-03-06 10:44:37'.

Figura 9 – Detalhe uQuotes

A previsão de vendas mensal para cada produto/artigo será calculada através do histórico de vendas mensal dos últimos três anos obtido do ERP. Este cálculo é descrito na subsecção 5.3.3.1.

As tendências de vendas para cada família de produto serão estimadas pelo gestor de produto, com dados do diretor do departamento comercial, e inseridas no sistema trimestralmente, em formato percentual, através da interface ao utilizador do *Forecast*.

Cada um dos três métodos referidos acima irá contribuir para o cálculo da probabilidade final de adjudicação de cada produto/artigo, através de uma média ponderada, que fará com que o mesmo seja, ou não, incluído no *Forecast*.

5.3. INTEGRAÇÃO MÓDULO DE PREVISÕES

A aplicação de previsão das vendas será enquadrada no *software* uQuotes já descrito. O objetivo é que a partir de todas as propostas existentes no uQuotes seja possível efetuar uma previsão das necessidades, também com base na probabilidade de adjudicação, no *lead time* e na data planeada de adjudicação. A previsão das necessidades irá abranger tanto os equipamentos de fabrico Efacec (por exemplo *Terminal Protection Unit (TPU)*), como os equipamentos comprados a fornecedores, como por exemplo, computadores industriais, monitores, analisadores de energia, etc...

A previsão das necessidades será apresentada na forma de uma tabela resumo das necessidades para o mês atual (t) e os próximos três meses ($t+1$, $t+2$ e $t+3$), que será partilhada com os fornecedores. Esta tabela deverá também ser transferida para o ERP.

No *software* uQuotes deverá ser criado um novo módulo designado por módulo de *Forecast*.

O módulo *Forecast* estará a funcionar em *background*, integrado no *software* uQuotes, e será executado periodicamente ou a pedido pelo planeamento a partir da interface descrita no ponto 5.3.1.

5.3.1. INTERFACE AO UTILIZADOR

Este novo módulo terá uma interface de utilizador apenas acessível ao grupo de planeamento (em *BackOffice*), que também deverá ser criado. Esta interface terá disponíveis as seguintes funcionalidades:

- opção de inserir as previsões mensais de tendências de mercado para cada produto/artigo;
- possibilidade de apresentação da previsão de vendas mensal para o artigo em causa, apenas para leitura;
- opção de definir e alterar a probabilidade final a partir da qual se vai considerar para efeitos de previsões;
- opção de correr o módulo de *Forecast*, obtendo a tabela com as necessidades, tabela *Forecast* (Tabela 2) e exportando as necessidades para o ERP, ou atualizando as necessidades do ERP (conforme for o caso). Deverá ser possível exportar a tabela para Excel (em formato numérico) e pdf. A tabela poderá, e deverá ter mais do que uma linha para o mesmo artigo caso tenha sido originado por propostas diferentes;
- opção de definir e correr cenários de previsões, módulo de simulação, para diferentes níveis de probabilidade.

A data da necessidade de cada artigo será calculada da seguinte forma para cada linha:

$$\text{Data da Necessidade} = \text{Data prevista entrega} - \text{Lead time artigo}$$

Tabela 2 – Tabela de *Forecast*

Artigo	Nº Proposta	Previsões mês atual (t)	Previsões mês t+1	Previsões mês t+2	Previsões mês t+3
Artigo X	ENPC-18-005				
Artigo X	ENPC-18-010				
Artigo Y	ENPC-18-005				
Artigo Z	ENPC-18-017				
Artigo Z	ENPC-18-025				

Depois de obtida uma primeira vez a tabela de previsões deverão ser tidas em conta as seguintes ações:

- previsões existentes na tabela de previsões que, entretanto, deram origem a uma encomenda devem ser removidas da tabela de previsões;
- previsões existentes na tabela de previsões e cuja data prevista de entrega foi alterada (por antecipação ou adiamento da data da proposta ou alteração do *lead-time* das linhas) devem ser atualizadas (removidas as anteriores e acrescentadas as novas, se não for possível atualizar);
- as previsões que ainda não existiam na tabela devem ser acrescentadas;
- previsões existentes na tabela de previsões e cuja proposta se encontre no estado suspenso deverão ser removidas da tabela;
- previsões existentes na tabela de previsões que, entretanto, foram dadas como perdidas (proposta perdida) deverão ser removidas da tabela.

5.3.2. INTERFACE COM ERP

Outra nova funcionalidade será, a pedido do utilizador, a exportação das necessidades para o módulo de previsões do ERP. Também deverá ser possível fazer uma atualização das previsões no ERP a pedido do utilizador ou definir a sua execução ciclicamente (tarefa definida pelo utilizador do grupo planeamento).

Em cada atualização, deverá ser possível disponibilizar ao utilizador, em forma tabular de leitura simples, as atualizações realizadas no mapa de previsões do ERP (quer o que foi removido, quer o que foi adicionado, quer o que foi alterado).

Na Figura 10 é possível visualizar a integração do módulo de previsões com o ERP. Após a tabela de necessidades do ERP estar atualizada serão lançadas ordens de compra dos componentes para cada artigo da tabela de acordo com o *lead time* de cada componente. O equipamento final apenas será produzido após a encomenda firme do cliente.

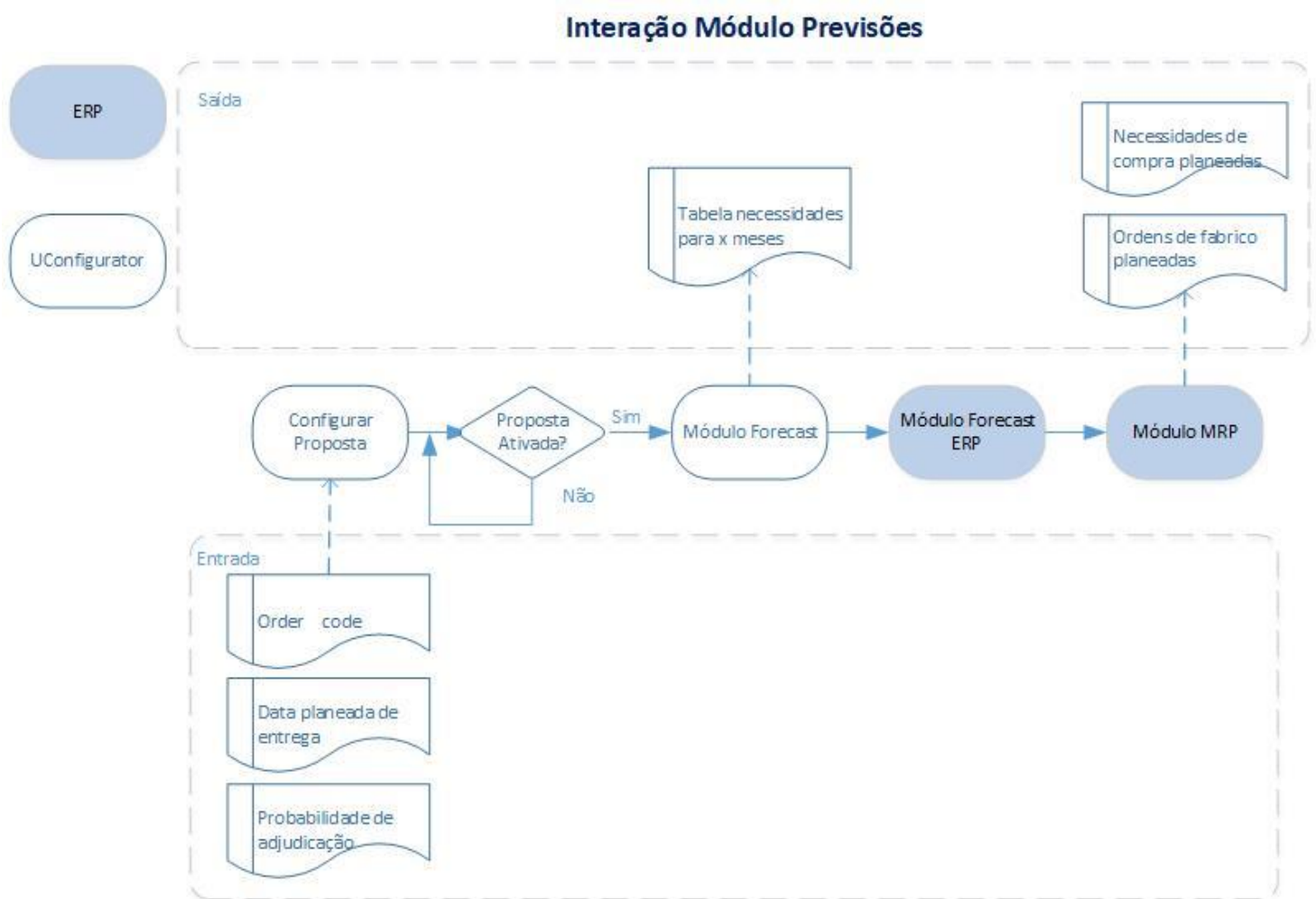


Figura 10 – Integração Módulo *Forecast*

O novo módulo de *Forecast* deverá ainda permitir uma análise de vários cenários, considerando diferentes probabilidades de ganhar as propostas e apresentar estas em termos de tabela de necessidades. Deverá também permitir a exportação de um cenário para atualização do ERP.

5.3.3. DESENHO MÓDULO *FORECAST*

Nesta subsecção será especificado em detalhe o novo módulo *Forecast*. Uma vez que a solução será implementada pela equipa de sistemas de informação (SI) dos serviços corporativos da Efacec, e não pelo autor deste projeto, é de particular importância a sua

correta especificação de forma a evitar repetição de trabalho devido a possíveis más interpretações e consequentemente má implementação.

Na Figura 11 está representado o fluxo de informação do *Forecast*.

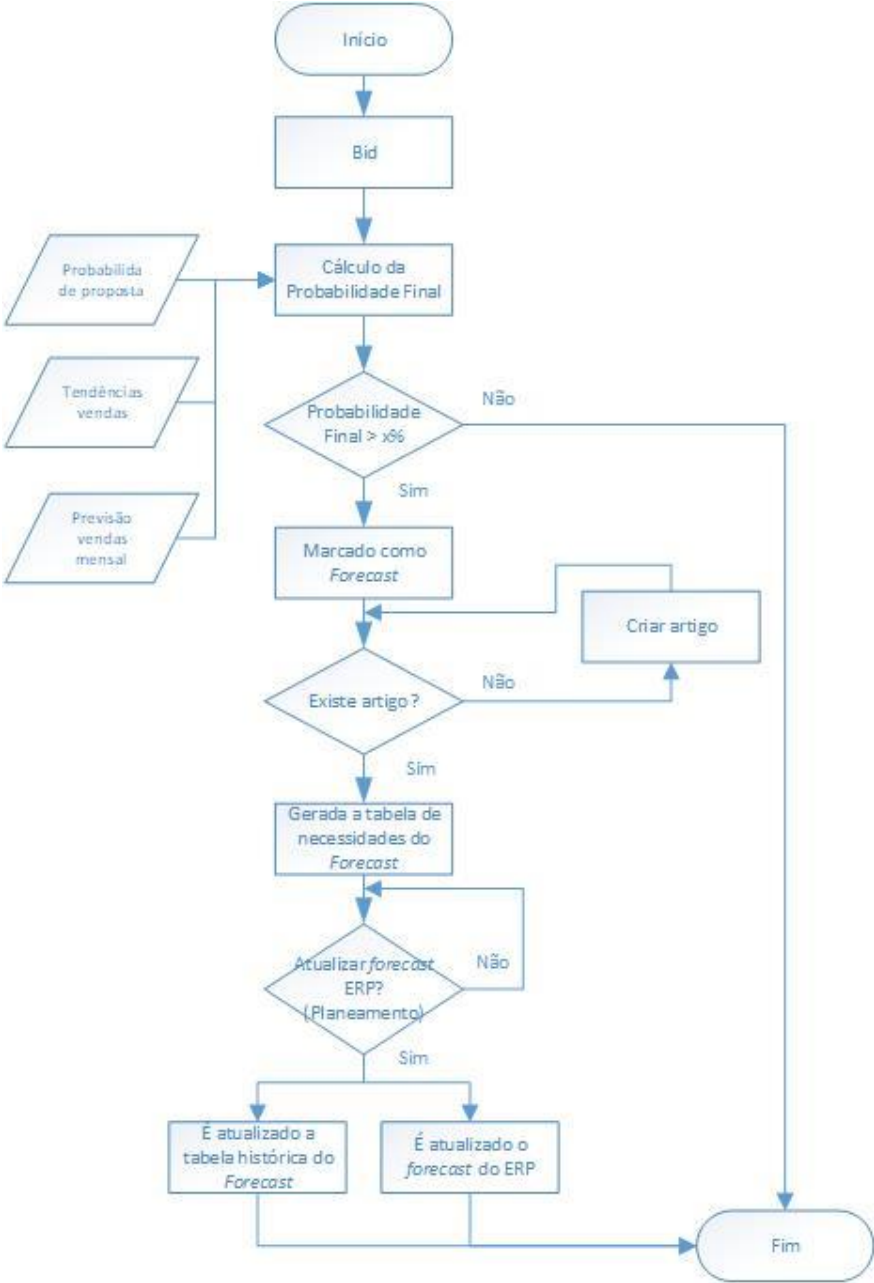


Figura 11 – Fluxograma módulo *Forecast*

Como já referido anteriormente, o *Forecast* será integrado na plataforma de construção de propostas comerciais da Efacec, uQuotes. As entradas para o módulo *Forecast* serão dadas

pelos campos *lead time* ou data planeada de entrega e probabilidade, assinalados na Figura 9, e pelo *order code* de cada equipamento, assinalado na Figura 12. É importante referir que o campo “*lead time*”, neste contexto, se refere ao tempo de entrega de cada proposta. Se a data planeada de entrega não tiver sido preenchida será calculada automaticamente a partir do *lead time* no momento em que a proposta for marcada como ganha (“*Won*”).

Quote Line Items

New Quote Line Item · Delete Selected Quote Line Item

<input type="checkbox"/>	SEQUENCE NUMBER	ITEM CODE	ORDER CODE	DESCRIPTION	QUANTITY
<input type="checkbox"/>	1	50067310	TPU S220-2-I-1-2-B-A-F-X-1-X-1-EX	TPU S220-2-I-12BAFX1X1EX	1,00
<input type="checkbox"/>	2		TPU B220-2-F-1-2-B-B-F-X-1-X-X-XX	TPU B220-2-F-1-2-B-B-F-X-1-X-X-XX	1,00
<input type="checkbox"/>	3		TPU S220-2-U-1-2-C-B-G-X-2-X-X-EX	TPU S220-2-U-1-2-C-B-G-X-2-X-X-EX	1,00
<input type="checkbox"/>	4		TCU 500-1-1-B-2-D-B-E-X-X-X-X-X-X-X-Q-X-Q-X-X-XXXX-5-1-XXXX-A2B1	TCU 500-1-1-B-2-D-B-E-X-X-X-X-X-X-X-Q-X-Q-X-X-	1,00
<input type="checkbox"/>	5	130321169	DCU 220-1-1-1-X-1-A-A-S-D-X-P-P-X-X-X-X-X-1-2-1-AeX-A1B1C1D1	DCU 220111X1AASDXPPXXXXX121AeX	1,00

Figura 12 – Detalhe proposta

Assim que a proposta é apresentada ao cliente, o que corresponde à ação “*Bid*” no uQuotes, é verificado se a probabilidade final de adjudicação (ver detalhes do cálculo na subsecção 5.3.3.1) é superior ao limite definido. Se sim, deverá ficar marcada como incluída no *Forecast*. Esta marcação é feita através da coluna “*Forecast*” que passará ao estado 1. Nesse momento é necessário verificar se todos os *order codes* têm um artigo associado, *item code*, se não tiverem será criado automaticamente pelo uQuotes. De seguida é gerada a tabela de *Forecast*, para mais detalhe ver Tabela 2.

Depois da tabela de necessidades ser gerada, apenas é efetuada a atualização do *Forecast* do ERP a pedido de um utilizador do grupo de planeamento, como definido na subsecção 5.3.1.

Uma vez gerada a tabela de necessidades, e caso o planeamento efetue esse pedido, é atualizada a tabela de previsões no BaaN, representada na Figura 13.

The screenshot shows the SAP 'Item Master Plan' for item 1002035. The table below represents the forecast data shown in the interface.

Period	21	22	23	24	25	26	
End Date	April 2019	May 2019	June 2019	July 2019	August 2019	September 2019	October 2019
Demand Forecast	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Extra Demand	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Special Demand	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Noncons. Forecast	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Independent Demand	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Dependent Demand	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Production Plan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Production Orders	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Distribution Orders	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Purchase Plan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Purchase Orders	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Actual Receipts	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Projected Inventory	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Inventory Plan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Figura 13 - Tabela de previsões BaaN

Deve ser atualizada apenas a linha “*Demand Forecast*” para cada artigo.

Desde a primeira transferência para o ERP que os dados transferidos devem também ser guardados numa tabela de histórico no módulo *Forecast* do uQuotes. O objetivo desta tabela é guardar uma “fotografia” dos dados do *Forecast* no momento de cada atualização para o lado do ERP. Em transferências futuras, e para cada uma, deve ser efetuada a comparação prévia entre a tabela atual de previsões do *Forecast* e a última entrada da tabela de histórico do *Forecast*. Esta ação tem como propósito contornar a limitação do BaaN em não registar que proposta deu origem a cada necessidade.

5.3.3.1. CÁLCULO PROBABILIDADE FINAL

Para complementar o cálculo da probabilidade de adjudicação final é necessário adicionar à “*Probability (%)*” de cada proposta a informação das previsões de vendas mensais e as tendências de vendas. Para tal será utilizada a seguinte fórmula:

$$Pf (\%) = Pp \times A + PVm \times B + TV \times C$$

Em que, *Pf*: probabilidade final;

Pp: probabilidade de cada proposta dada pelo campo “*Probability (%)*”;

PVm: previsão de vendas mensal;

TV: tendências de vendas;

A, *B* e *C*: peso de cada componente, a soma dos três componentes tem que ser 100%.

O peso de cada componente da fórmula, *A*, *B* e *C*, será definido pelo planeamento através da interface do *Forecast*.

Das três variáveis que permitem calcular o valor da probabilidade final, apenas duas (probabilidade da proposta e tendências de vendas) são obtidas diretamente dos dados introduzidos pelos utilizadores. Para obter a terceira, previsão de vendas mensal, é necessário proceder ao tratamento dos dados dos três anos anteriores, retirados do ERP, utilizando o método de análise de séries temporais, *weighted moving average* [12]. Na Tabela 3 é possível ver um exemplo do modelo a seguir; esta simulação foi efetuada com base nas vendas anuais do equipamento TPU S220 nos anos 2015, 2016 e 2017, utilizando a média ponderada dos últimos três anos, e dando mais peso aos anos mais recentes, de acordo com a fórmula:

$$Previsão\ anual = \sum 2015 \times 0,2 + \sum 2016 \times 0,3 + \sum 2017 \times 0,5$$

Obtido o valor da previsão anual de vendas para 2018 foi efetuada a média mensal que se prevê atingir para o produto em causa.

Tabela 3 – Previsões mensal de vendas

Mês	Vendas TPU S220 2015	Vendas TPU S220 2016	Vendas TPU S220 2017	Previsões Vendas Anual TPU S220 2018	Previsão Média Vendas 2018
1	14	10	12	173	14
2	10	3	8		14
3	12	25	4		14
4	9	15	14		14
5	30	25	4		14
6	13	40	8		14
7	8	5	30		14
8	10	1	8		14
9	5	2	20		14
10	15	5	1		14
11	8	4	1		14
12	20	50	64		14

A variável *PVm* pode assumir dois valores quando inserida na fórmula para o cálculo da *Pf*: 0 ou 1. Será 0 sempre que o valor das vendas para o mês atual tiver atingido o valor da previsão mensal, será 1 enquanto o valor não tiver sido atingido.

5.3.4. PROCESSOS DE CONTROLO

De forma a poder aferir a eficácia da implementação do módulo de *Forecast* é necessária a definição de processos de controlo.

Dado que o principal objetivo da implementação do módulo de *Forecast* é diminuir o prazo de entrega do produto final ao cliente, a atividade de controlo definida foi a verificação do indicador *On Time Delivery* (OTD). Este indicador permite verificar se os equipamentos foram entregues na data prevista no momento da encomenda.

Esta verificação será efetuada com uma frequência mensal pelo controlo operacional através de uma *query* já implementada no ERP. Esta *query*, para cada linha de uma OV, compara a data pedida na OV com a data em que o equipamento foi entregue ao cliente e apresenta o resultado. Atualmente esta comparação é algo limitada uma vez que é

efetuada de forma binária, ou seja, quer a data pedida tenha sido ultrapassada em 1 dia ou 1 mês o resultado é exatamente o mesmo, de que o OTD não foi cumprido.

6. IMPLEMENTAÇÃO

No início deste projeto estava previsto que o módulo *Forecast* fizesse a *interface* com o BaaN. No entanto, foi definido pela Efacec, a meio deste projeto, que o *software* ERP seria alterado do BaaN para o SAP e a implementação no ASE apenas seria efetuada em 2020. Como ainda não é do conhecimento da equipa de SI qual será a estrutura da base de dados do SAP não foi possível alterar este projeto de forma à *interface* ser efetuada com o SAP.

No entanto, este projeto na sua maioria especifica o módulo de *Forecast* do lado do *software* uQuotes pelo que o mesmo terá a utilidade esperada para o ASE e será implementado com pequenas alterações relativas à *interface* com o *software* ERP.

Devido ao referido acima, foi necessário adaptar este projeto e, como tal, em substituição da implementação prática, será descrito neste capítulo o plano de implementação a ser colocado em prática em 2020.

6.1. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

Como já referido, a implementação da solução será efetuada em 2020 pela equipa do SI. De forma a controlar mais eficazmente esse processo foram definidas várias fases, nomeadamente:

- **fase 0 – adaptação ao SAP:** uma vez que o software ERP será alterado do BaaN para o SAP será necessário adaptar a presente especificação à estrutura da base de dados da tabela de previsões do SAP. Esta fase é designada como “fase 0” devido ao facto de que ocorrerá antes do início da implementação do módulo de *Forecast*;
- **fase 1 – desenvolvimento:** esta fase é caracterizada em primeiro lugar pela interpretação da especificação pelo programador do SI que irá implementar o *forecast*. De seguida deverá dar início à implementação do novo módulo no software uQuotes e no SAP. Durante esta fase ocorrerão pelo menos 2 reuniões entre o programador e o responsável do produto. O objetivo destas reuniões será garantir a correta interpretação da especificação e esclarecimento de eventuais questões;
- **fase 2 - acompanhamento do responsável de produto:** o responsável do produto deverá acompanhar todo o projeto de implementação do *forecast* de forma a garantir o sucesso do mesmo. Deverá também estar disponível para responder atempadamente a todas as questões, quer do programador, quer dos utilizadores da equipa comercial, quer do grupo de planeamento;
- **fase 3 – testes:** durante esta fase o programador deverá efetuar testes exaustivos ao novo módulo de forma a minimizar, idealmente eliminar, todos os erros de implementação;
- **fase 4 – formação:** durante esta fase será agendada uma ação de formação que, para além da demonstração do novo módulo para a equipa do planeamento, tem como objetivo a sensibilização dos gestores de mercado e da equipa de *tendering* para a importância dos métodos de previsão de forma a melhorar a fiabilidade das previsões de vendas. Serão também salientados os pressupostos necessários para o correto funcionamento do novo módulo, tais como, a probabilidade de adjudicação de cada proposta dever ser o mais realista possível, definida com base

no histórico do cliente e de propostas semelhantes, e a data de entrega prevista ou prazo de entrega deverá ser o mais realista possível;

- **fase 5 – período experimental:** durante esta fase os utilizadores, equipa comercial e equipa de planeamento, deverão utilizar intensivamente o novo módulo de forma a identificar possíveis erros e/ou melhorias. No fim do período experimental o responsável do produto deverá elaborar uma lista dos eventuais erros e/ou melhorias. Esta lista será enviada para o programador;
- **fase 6 - eventual revisão do desenvolvimento:** nesta fase serão implementadas eventuais alterações que tenham sido definidas no decorrer do período experimental. O objetivo é que o novo módulo de *forecast* vá totalmente de encontro às expetativas dos utilizadores e do responsável do produto;
- **fase 7 - entrada em produção:** a partir desta fase o *forecast* ficará ao serviço e a implementação do módulo é dada como concluída.

Cada fase tem definida uma janela temporal em que deverá ocorrer - na Tabela 4 está representado o cronograma de implementação.

Tabela 4 – Cronograma de implementação

Nº	Nome das etapas	Início	Fim	Duração (d)	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8
0	Adaptação ao SAP	<t0	t0	10								
1	Desenvolvimento	t0	w2	10								
2	Acompanhamento	t0	w10	50								
3	Testes	w3	w3	5								
4	Formação	w4	w4	1								
5	Período experimental	w5	w6	10								
6	Revisão	w7	w7	5								
7	Entrada em produção	w8	w8	1								

Na Tabela 5 está definida a matriz de responsabilidades de cada interveniente no processo de implementação.

Tabela 5 – Matriz de responsabilidades

Tarefa	Responsabilidade			
	Programador	Responsável de Produto	Equipa Comercial	Equipa Planeamento
Adaptação ao SAP		x		
Desenvolvimento	X			
Acompanhamento		X		
Testes			X	X
Formação	X	X		
Período experimental		x	X	X
Revisão	X			
Entrada em produção	X	X		

7. CONCLUSÕES E MELHORIAS

No presente capítulo estão sintetizadas as ilações resultantes deste projeto e referidas sugestões de melhorias a implementar futuramente.

8.1. CONCLUSÕES

O projeto apresentado no decorrer da presente Dissertação permitiu realizar um estudo aprofundado das diversas variáveis subjacentes ao processo de previsões de vendas, assim como dos processos atuais de previsões e produção do ASE, possibilitando identificar e sugerir medidas de melhoria com vista à redução dos prazos de entrega dos equipamentos ao cliente direto e cliente final.

De forma a alcançar a redução dos prazos de entrega, o projeto focou-se na melhoria do processo de previsões de vendas ainda em fase comercial, com a elaboração da especificação do novo módulo de previsões, *Forecast*. O *Forecast* será de grande utilidade uma vez que irá permitir a atualização do ERP com as necessidades dos próximos três meses o que permitirá a compra dos componentes dos artigos presentes na tabela de

necessidades atempadamente, e desta forma reduzir o prazo de entrega dos equipamentos. Esta redução será verificada pelo cumprimento do OTD.

Não foi, no entanto, possível verificar a melhoria nos prazos de entrega devido ao facto de ter sido definido pela Efacec, no decorrer deste projeto, que o *software* ERP seria alterado do BaaN para o SAP em 2020. Como tal, foi decidido que a implementação do *Forecast* seria adiada para essa altura. No entanto, e de forma a controlar o processo de implementação, foi efetuado um plano detalhado para acompanhar a mesma.

8.2. MELHORIAS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Não obstante ao trabalho desenvolvido, é possível identificar sugestões de melhoria e realização de novos desenvolvimentos. Assim, são apresentados os possíveis trabalhos futuros:

- adaptar a implementação no SAP de forma a permitir o mapeamento direto entre a proposta que deu origem a cada necessidade e a tabela de necessidades do lado do ERP;
- implementação da política de “*make to stock*”. Atualmente apenas são lançadas ordens de fabrico após encomenda. Na opção “*make to stock*” seria tida em conta a probabilidade final de cada equipamento de todas as propostas ativas. E mediante uma decisão do planeamento seriam lançadas as ordens de fabrico dos equipamentos. Estes equipamentos seriam armazenados até à sua compra pelo cliente;
- implementação de mais do que um tipo de indicador OTD. Como já referido, atualmente está prevista a implementação de apenas um OTD do tipo binário; de forma a aumentar o conhecimento do tipo de falhas no prazo de entrega deveriam ser implementados mais dois tipos de OTD. Um OTD percentual em função do prazo de entrega inicial e outro moderado pelo valor da encomenda em causa;
- como continuação do projeto apresentado, e pela altura da implementação do mesmo, será pertinente alargar o âmbito à implementação de um sistema

automático do cálculo da probabilidade de adjudicação de cada proposta. Este sistema poderá ser baseado em algoritmos que analisem um conjunto de propostas anteriores para o mesmo cliente e propostas com o mesmo produto. Desta forma é possível eliminar o erro humano e aumentar a precisão das previsões efetuadas.

Referências Documentais

- [1] J. Caiado, Métodos de Previsão em Gestão, Lisboa: Edições Sílabo, LDA, 2016.
- [2] “BusinessDictionary,” BusinessDictionary, [Online]. Available: <http://www.businessdictionary.com/definition/forecasting.html>. [Acedido em 21 Novembro 2017].
- [3] F. M. f. M. J. W. t, “Forecasting Methods,” em *Forecasting Methods for Management*, 1989, p. 24.
- [4] J. R. T. Arnold, S. N. Chapman e L. M. Clive, Introduction to Materials Management, New Jersey: Pearson Prentice Hal, 2008.
- [5] A. P. a. I. C. Society, “APICS Dictionary”.*Eleventh Edition*.
- [6] M. Hugos, Essentials of Supply Chain Management, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [7] D. M. L. J. R. S. L. M. E. DAVID GRANT, Fundamentals of Logistics Management, Estado da Pensilvânia: Irwin, MCGraw-Hill, 1998.
- [8] R. G. a. T. P. Harrison, “An Introduction to Supply Chain Management,” *Penn State University*, 22 May 1995.
- [9] M. Rouse, “Search Software Quality,” Tech Target, [Online]. Available: <https://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/use-case>. [Acedido em 13 Outubro 2018].

- [10] "Support Office," Microsoft Office, [Online]. Available: <https://support.office.com/pt-pt/article/criar-um-diagrama-de-casos-de-utiliza%C3%A7%C3%A3o-uml-92cc948d-fc74-466c-9457-e82d62ee1298>. [Acedido em 13 Outubro 2018].
- [11] D. Dunning, "eHow," [Online]. Available: http://www.ehow.com.br/sistema-baan-fatos_78585/. [Acedido em 28 July 2018].
- [12] J. Edwards, "Forecast Calculation Examples," Oracle, [Online]. Available: https://docs.oracle.com/cd/E26228_01/doc.93/e20706/ap_forcst_calc_ex.htm#WEAFC307. [Acedido em 10 Outubro 2018].
- [13] "support.office.com / FORECAST.LINEAR function," microsoft office, [Online]. Available: <https://support.office.com/en-us/article/FORECAST-LINEAR-function-38e2a419-7415-4037-8761-93f3992ace87>. [Acedido em 08 Outubro 2018].