

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GRÉGORI DAMINELLI**

**SELEÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA O  
GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA**

São Carlos  
2011



**GRÉGORI DAMINELLI**

**SELEÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA O  
GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA**

Monografia apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld

São Carlos  
2011

**(FICHA CATALOGRÁFICA)**

**(FOLHA DE APROVAÇÃO)**



## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Henrique Rozenfeld, pela orientação objetiva e decisiva para a composição deste trabalho.

A todos os professores e colegas de turma do curso de Especialização em Engenharia de Produção, por todas as discussões e aprendizados acadêmicos e de vida que a convivência desses últimos dois anos propiciou.

À Universidade de São Paulo, à Escola de Engenharia de São Carlos e ao Departamento de Engenharia de Produção, por viabilizarem este curso.

À empresa, colegas de trabalho e profissionais que contribuíram com sua participação no estudo de caso, discussões, estudos em conjunto, apoio motivacional e de diversas outras formas.

A toda minha família, em especial aos meus pais Benício e Nerli e à minha irmã Caroline, por terem sempre apoiado minhas buscas, mesmo que tenham me levado a grandes distâncias do local onde hoje vivem.

Ao Rodolfo, Jonas e Fernando pelas orientações, discussões, histórias, amizade e convivência construtivas na vida pessoal.

A todos que defendem a meritocracia, o trabalho, a liberdade individual e a busca da verdade por meios científicos e racionais como bases sólidas para melhorar a sociedade.



## RESUMO

DAMINELLI, Grégori. **Seleção de sistemas de informação para o gerenciamento da manutenção aeronáutica.** 2011. 96 p. Monografia (Especialização) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

Nos últimos anos, empresas de manutenção aeronáutica (MRO – *Maintenance, Repair and Overhaul*) têm buscado absorver os recentes avanços de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) como meio de melhorar seus processos e se manterem competitivas. Uma das ferramentas disponibilizadas são os sistemas computadorizados para o gerenciamento da manutenção (CMMS – *Computerized Maintenance Management System*, ou EAM – *Enterprise Asset Management*). Embora esses sistemas sejam amplamente aplicados para o gerenciamento de manutenção industrial, alguns começam a se adequar aos requisitos específicos e ao forte controle regulamentar do setor aeronáutico. Entretanto, o processo seletivo é o primeiro desafio enfrentado pelas empresas na busca por um novo CMMS/EAM. Adicionalmente, pesquisas mostram altos percentuais de falha na implantação (até 70%). Este trabalho tem como objetivo analisar como uma empresa de MRO realiza a seleção de sistemas de informação de gerenciamento de seus serviços de manutenção. Para tal, faz-se uma revisão bibliográfica visando sintetizar as principais práticas referenciadas para um processo seletivo de sistemas desse tipo. Em seguida, um estudo de caso em uma empresa de MRO é realizado. Nele, a síntese da revisão bibliográfica é utilizada como base para a composição de um questionário, aplicado em entrevistas semiestruturadas a gerentes e diretores da empresa. O estudo de caso ainda contempla a análise documental de um processo seletivo ocorrido há três anos. As informações coletadas são analisadas descritivamente e comparadas às práticas referenciadas na síntese da revisão bibliográfica. Os resultados das entrevistas demonstram diferenças de conhecimentos entre os entrevistados e a ausência de algumas práticas referenciadas. Ainda assim, evidenciam requisitos específicos da indústria de MRO, como a relevância do critério de conformidade às normas do setor para a tomada de decisão. Já a análise documental, apesar de limitada pela superficialidade do documento acessado, evidencia fraquezas na condução prática do processo seletivo e em sua argumentação final. Espera-se com este trabalho contribuir como referência para futuras propostas de melhoria para o processo de seleção de sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção aeronáutica.

**Palavras-chave:** Sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção. Seleção de sistemas de informação. Gerenciamento da manutenção aeronáutica



## ABSTRACT

DAMINELLI, Grégori. **Selection of computerized maintenance management systems for aviation.** 2011. 96 p. Monograph (Specialization) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

In recent years, aviation maintenance organizations (also known as MRO - Maintenance, Repair and Overhaul) have tried to absorb the recent advances of ICT (Information Technology and Communication) as a means of improving their processes and remain competitive. One of the available tools is the computerized maintenance management system (CMMS, or most recently EAM – Enterprise Asset Management). Although these systems are widely applied to industrial maintenance management, some of the vendors begin to suit their products to the specific requirements of the strongly-regulated aviation maintenance industry. However, the selection process is the first challenge faced by companies in search of a new CMMS/EAM. Additionally, studies show high rates of failure in implementation (as high as 70%). This paper aims to analyze how an MRO company performs the selection of these systems. To this end, a literature review intends to summarize the main practices for a selection process of such systems. Afterward a case study in an MRO company is accomplished. In it, the synthesis of the literature review is used as the basis for composing a questionnaire, and semi-structured interviews are applied to managers and directors with it. The case study also includes the document review of a selection process occurred dated three years. Collected information is descriptively analyzed and compared to referenced practices from literature review synthesis. The results of interviews showed differences in knowledge among respondents and the absence of some referenced practices. Even though, they evidence specific requirements of the MRO industry, as the relevance of process compliance for decision making. The document review, although limited by the superficiality of the accessed document, highlights weaknesses in the selection process execution and in its final presentation. It is hoped that this work can contribute to reference future improvement proposals for the computerized maintenance management systems selection process.

**Keywords:** Computerized maintenance management systems. Information systems selection. Aviation maintenance management



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tabela comparativa entre sistemas. Adaptado de Bagadia (2006) .....	44
Tabela 2 – Resumo de citações por autor nos principais tópicos pesquisados. ....	49

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Estrutura do capítulo de introdução. ....	19
Figura 2 – Estrutura da revisão bibliográfica.....	23
Figura 3 – Tipos de manutenção. Adaptado de Márquez (2007).....	25
Figura 4 – Fluxograma de decisão MSG-2 simplificado. Adaptado de Kinnison (2004).....	28
Figura 5 – MSG-3 – Nível I de análise – categorias de falhas. Adaptado de Kinnison (2004). ....	28
Figura 6 – Ordem de Serviço e seus relacionamentos. Adaptado de Wireman (2008). ....	29
Figura 7 – Passos fundamentais do gerenciamento da manutenção. Adaptado de Bagadia (2006). ..	30
Figura 8 – Execução de Ordens de Serviço. Adaptado de Wireman (2008).....	31
Figura 9 – Cobertura do CMMS comparada à Cobertura do EAM. Adaptado de Wireman (2008).....	34
Figura 10 – Passos de desenvolvimento de maturidade organizacional segundo Wireman (2008). ...	36
Figura 11 – Relacionamento entre itens investigados na justificativa de um CMMS/EAM, conforme proposto por Bagadia (2006). ....	37
Figura 12 – Resumo do processo de justificativa de um CMMS/EAM proposto por Bagadia (2006)...	38
Figura 13 – Passos do processo seletivo de CMMS/EAM. ....	39
Figura 14 – Estrutura do capítulo de metodologia científica. ....	51
Figura 15 – Etapas do presente trabalho. ....	53
Figura 16 – Estrutura do capítulo de análises e resultados do estudo de caso. ....	59
Figura 17 – Processos de manutenção considerados para o processo seletivo. Fonte: documentação interna da empresa. ....	83
Figura 18 – Cenários de divisão de escopo entre o ERP e o sistema de manutenção. Fonte: documentação interna da empresa. ....	85
Figura 19 – Resultados da avaliação das apresentações dos sistemas candidatos. Alguns dados foram omitidos. Fonte: documentação interna da empresa.....	87
Figura 20 – Matriz de resultado consolidado e classificação. Fonte: documentação interna da empresa.....	88



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
CPM	<i>Corporate Process Management</i>
EAM	<i>Enterprise Asset Management</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
KPI	<i>Key Process Indicator</i>
MRO	<i>Maintenance, Repair and Overhaul</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
PDM	<i>Predictive Maintenance</i>
PM	<i>Preventive Maintenance</i>
PO	<i>Purchase Order</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
RFI	<i>Request for Information</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
RFP	<i>Request for Proposal</i>
ROI	<i>Return on Investment</i>
SOX	<i>Lei Sarbanes-Oxley</i>
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
VPL	Valor Presente Líquido



# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	19
1.1	Contexto e Justificativa .....	19
1.2	Questão da Pesquisa e Objetivo.....	21
1.3	Limitações do Trabalho .....	21
1.4	Organização deste Texto .....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Manutenção Aeronáutica.....	23
2.1.1	História da Manutenção.....	23
2.1.2	Definições.....	24
2.1.3	Regulamentação Aeronáutica .....	25
2.1.4	Programa de Manutenção Aeronáutica.....	26
2.1.5	Gerenciamento da Manutenção .....	29
2.2	Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção .....	31
2.2.1	Funcionalidades.....	32
2.2.2	CMMS versus EAM .....	33
2.3	Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção .....	35
2.3.1	Momento adequado para a seleção .....	35
2.3.2	Justificativa .....	36
2.3.3	Processo seletivo .....	38
2.3.4	Problemas no processo seletivo.....	45
2.4	Síntese da Revisão Bibliográfica .....	46
3	METODOLOGIA CIENTÍFICA.....	51
3.1	Classificação do Trabalho .....	51
3.2	Etapas do Trabalho e Instrumentos de Pesquisa .....	52
3.2.1	Revisão bibliográfica.....	52
3.2.2	Estudo de caso.....	52
3.3	Protocolo do Estudo de Caso .....	54
3.3.1	Visão geral do projeto .....	54
3.3.2	Procedimentos de campo .....	54
3.3.3	Questões do estudo de caso .....	55
4	ANÁLISES E RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO .....	59
4.1	Caracterização da Empresa .....	59

4.2	Descrição do Processo de Seleção de Sistemas de Informação para Manutenção .....	61
4.2.1	Análise das entrevistas .....	61
4.2.2	Análise documental .....	82
5	CONCLUSÕES .....	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
	ANEXO 1 - Relacionamento entre síntese bibliográfica e questões do estudo de caso .....	95

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo detalha o contexto no qual este trabalho foi desenvolvido, juntamente com sua justificativa (Seção 1.1). Em seguida, são apresentados a questão e objetivo centrais (Seção 1.2), as limitações e exclusões de escopo (Seção 1.3) e, por fim, a estrutura deste texto (Seção 1.4). A Figura 1 ilustra essa disposição.

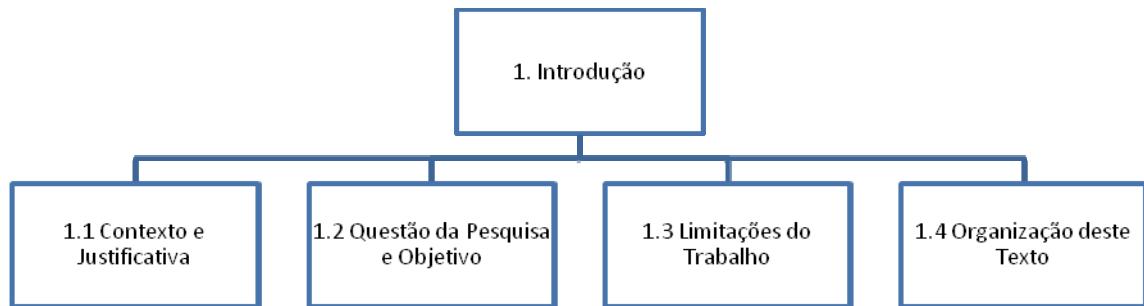


Figura 1 – Estrutura do capítulo de introdução.

## 1.1 Contexto e Justificativa

Todos os dias, empresas da indústria aeronáutica enfrentam o desafio de reduzir custos operacionais e de manutenção e são forçadas a procurar por melhores opções. Avanços em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm influenciado o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento empresarial (ERP<sup>1</sup>), gerenciamento de processos empresariais (BPM<sup>2</sup>), gerenciamento de processos corporativos (CPM<sup>3</sup>) e sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção (CMMS<sup>4</sup>) (SEGURA, 2005). Embora essas soluções têm sido desenvolvidas para uso geral, alguns de seus recursos podem ser aplicados para organizações bastante específicas. Entretanto, apesar de o número de soluções ter aumentado, poucos CMMS são adequados para a aplicação no segmento de Manutenção, Reparo e Revisão da aviação (MRO – *Maintenance, Repair and Overhaul*).

Mesmo entre os maiores desenvolvedores, os produtos de mercado ainda não possuem todos os recursos exigíveis. O ramo de MRO é altamente regulamentado, manipula ativos de custo elevado, caracterizados por sua alta mobilidade e requisitos únicos, como rastreabilidade.

---

<sup>1</sup> Enterprise Resource Planning

<sup>2</sup> Business Process Management

<sup>3</sup> Corporate Process Management

<sup>4</sup> Computerized Maintenance Management System

de dos materiais utilizados na manutenção, documentação específica e gerenciamento de configuração das aeronaves (LAM, 2008).

Diante de características tão exclusivas, é comum encontrar entre as empresas de MRO um grande número de diferentes aplicações de TIC apoiando o processo de manutenção (CANADAY, 2010). Em geral há softwares ou sistemas especializados em tarefas específicas, não raramente integrados com sistemas desenvolvidos internamente (SEGURA, 2005). Entretanto, desenvolvedores de sistemas têm melhorado sua capacidade de integrar sistemas e de criar seus próprios produtos (CANADAY, 2010).

Diversos benefícios são atribuídos a estes sistemas, como redução de custos de manutenção, melhoria na confiabilidade dos equipamentos, disponibilidade elevada dos ativos, reduções de estoques (MATHER, 2002), maximização da produtividade da mão de obra, execução da manutenção preventiva conforme programação, redução dos tempos de parada, maximização da vida útil dos ativos (WIREMAN, 2008).

Entretanto, o processo de seleção desses sistemas se mostra bastante difícil. Mesmo especialistas em manutenção afirmam não ser possível acertar a escolha na primeira tentativa (WIREMAN, 2008). Diversas falhas são observadas nesta fase, como não identificar necessidades atuais e futuras; não captar por completo os requisitos dos usuários; não realizar uma boa procura das opções ofertadas pelo mercado (WIREMAN, 2008). Como resultado, pesquisas mostram altos percentuais de pouco ou nenhum uso (57%) ou falha na implantação (70%) devido ao não atendimento dos benefícios prometidos (CARNERO; NOVÉS, 2006).

No universo acadêmico, pouco se tem pesquisado sobre sistemas de informação de para manutenção (GARG; DESHMUKH, 2006), e as contribuições relacionadas a modelos de decisão para manutenção em empresas prestadoras de serviço são muito limitadas (CARNERO; NOVÉS, 2006).

Dessa forma, o estudo sobre o processo de seleção de sistemas de informação para o gerenciamento da manutenção é bastante relevante para as empresas de manutenção aeronáutica (MRO).

## 1.2 Questão da Pesquisa e Objetivo

Considerando o dado contexto, pretende-se responder à seguinte pergunta: *Como ocorre a seleção de sistemas de informação de gerenciamento da manutenção aeronáutica em empresas de MRO?*

Visando responder essa questão, este trabalho tem por objetivo analisar como uma empresa de MRO realiza a seleção de sistemas de informação de gerenciamento de seus serviços de manutenção. Este objetivo pode ser desdobrado nos seguintes objetivos:

- Sintetizar as práticas de seleção de sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção a partir de uma revisão bibliográfica;
- Verificar como uma empresa de MRO executa esse processo através da realização de um estudo de caso e de análise documental;
- Comparar as observações coletadas à revisão bibliográfica.

## 1.3 Limitações do Trabalho

Este trabalho enfoca as operações de empresas prestadoras de serviços de manutenção aeronáutica (manutenção pesada de aeronaves e revisão de componentes). Não são consideradas as possíveis interfaces diretas do processo de manutenção com as áreas de operações de voo, como atividades de coleta direta de dados sobre utilização e desempenho das aeronaves e seus subsistemas e componentes, interação com planejamento de malha, escalas de voo ou tripulação. Os processos de manutenção de linha<sup>5</sup> também não são considerados no escopo, assim como as atividades administrativas de gestão financeira e recursos humanos.

## 1.4 Organização deste Texto

Este texto está estruturado em cinco capítulos, de acordo com a sequência apresentada a seguir.

No Capítulo 1 (Introdução), são apresentados o contexto, a justificativa, a questão da pesquisa, seu objetivo e limitações. O contexto exibe a busca da indústria aeronáutica por

---

<sup>5</sup> Manutenção de Linha: manutenção de baixa complexidade realizada antes do voo para assegurar que a aeronave está aeronavegável. Abrange atividades de manutenção programada e/ou cheques que incluem inspeções visuais com o intuito de detectar discrepâncias/condições insatisfatórias óbvias e que não requeiram inspeções detalhadas extensas. São inspeções de pré-voo, diárias, semanais, e inspeções tradicionalmente conhecidas como cheque A (básico) para grandes aeronaves (MARCUZZO JUNIOR, 2011).

inovações e evolução de tecnologias em sistemas de gerenciamento da manutenção. Evidencia-se a dificuldade da aplicação das novas ferramentas no setor de manutenção aeronáutica (MRO) e a influência de seu processo de seleção e escolha no sucesso de um projeto de implantação. A partir de então, é detalhada uma pergunta de pesquisa e relacionados o objetivo e as limitações do trabalho.

A revisão bibliográfica está disposta no Capítulo 2. São apresentados na Seção 2.1 os conceitos de Manutenção Aeronáutica (história, definições, regulamentação aeronáutica, programa de manutenção aeronáutica e gerenciamento da manutenção). Na Seção 2.2, discorre-se sobre os Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção (descrição, funcionalidades, sua evolução e diferentes tipos de sistemas atualmente disponíveis). Em seguida, a Seção 2.3 apresenta o processo de Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção e suas principais práticas referenciadas na literatura. Por fim, exibe a Síntese da Revisão Bibliográfica (Seção 2.4).

O Capítulo 3 detalha a Metodologia Científica utilizada neste trabalho. São apresentados a classificação do trabalho (Seção 3.1), as etapas do trabalho e instrumentos de pesquisa (Seção 3.2) e o protocolo composto para a execução do estudo de caso (Seção 3.3).

As análises e resultados do estudo de caso são apresentados ao longo do Capítulo 4, Nele, caracteriza-se a empresa estudada (Seção 4.1), e em seguida descreve-se o processo de seleção de sistemas de informação para a manutenção observado na empresa (Seção 4.2). São evidenciados separadamente a análise das entrevistas (Seção 4.2.1) e a análise documental (Seção 4.2.2).

O texto é encerrado no Capítulo 5, no qual são discutidas as conclusões e apresentadas sugestões de trabalhos futuros na mesma área de pesquisa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo introduz os temas relacionados ao trabalho a partir da revisão bibliográfica. São apresentados a manutenção aeronáutica (Seção 2.1), os sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção (Seção 2.2), seu processo seletivo (Seção 2.3) e a síntese das práticas referenciadas na literatura para a atividade de seleção (Seção 2.4), conforme a Figura 2.

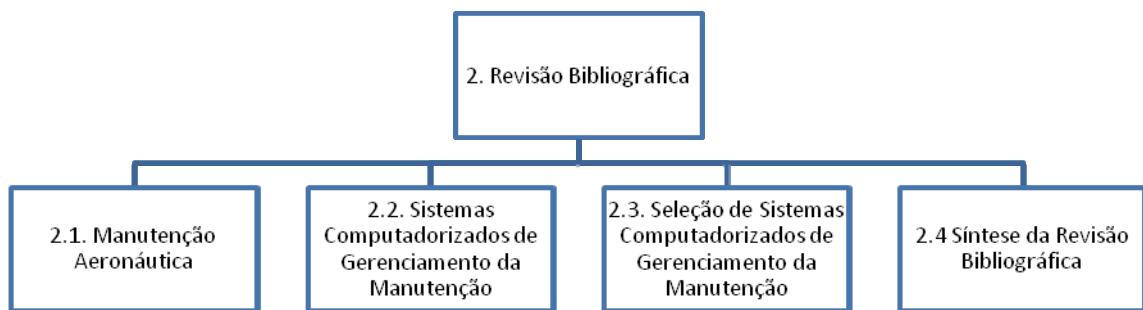


Figura 2 – Estrutura da revisão bibliográfica.

### 2.1 Manutenção Aeronáutica

Esta seção apresenta a história da manutenção, suas definições, sua estrutura e principais órgãos de regulamentação, a composição e evolução dos programas de manutenção aeronáutica e, finalizando, as rotinas e processos básicos de gerenciamento da manutenção.

#### 2.1.1 História da Manutenção

A manutenção é uma atividade relativamente muito recente na história da humanidade. Os primeiros eventos de manutenção moderna ocorreram durante a Primeira Revolução Industrial, no final do Século 18. A indústria inglesa de algodão foi pionera na realização de paradas planejadas de manutenção nas suas fábricas. Esta prática se manteve e foi aperfeiçoada por Henry Ford, em sua empresa fundada em 1903, a Ford Motor Company. A manutenção planejada foi um dos alicerces do sistema produtivo do Ford T: para manter o fluxo contínuo de produção, paradas não planejadas na linha de produção não poderiam ser toleradas (KISTER; HAWKINS, 2006).

O grande evento de influência nas atividades de manutenção foi a Primeira Guerra Mundial, o qual também introduz a Manutenção Aeronáutica na História. O uso de aeronaves nas frentes de batalha cresceu muito rapidamente, e com ele o número de falhas nos equipa-

mentos, geralmente fatais, elevando ainda mais as baixas. Os pilotos então começaram a executar listas de verificação de itens do avião antes de cada missão, visando verificar sua aeronevagabilidade. Essas listas evoluíram e se tornaram tão comuns que, ao final da Guerra, fichas abrangentes de manutenção pré e pós-voo se tornaram atividades padrão na aviação militar e civil para identificar necessidades de manutenção e reparos (KISTER; HAWKINS, 2006).

### **2.1.2 Definições**

A atividade de manutenção é definida como “a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e gerenciais durante o ciclo de vida de um item com o intuito de mantê-lo ou repará-lo ao estado no qual pode desempenhar sua função requerida” (MÁRQUEZ, 2007).

Kinnison (2004) comenta que na indústria aeronáutica a manutenção é definida tipicamente como uma descrição do trabalho realizado. O autor cita um exemplo de definição dado por um documento interno de uma linha aérea: “ações requeridas para restaurar ou manter um item em condições de funcionamento, incluindo serviços, reparos, modificações, revisões, inspeções e determinação de condições”. A autoridade reguladora americana FAA<sup>6</sup> define manutenção como “inspeção, revisão, reparo, conservação e substituição de partes” (KINNISON, 2004).

Neste trabalho será utilizada a definição de Kinnison (2004, p. xx): “manutenção é o processo de assegurar que um sistema execute continuamente sua função pretendida no nível de confiabilidade e segurança projetado”. Para ele, tais termos incorporam todas as atividades necessárias para o funcionamento contínuo do sistema ou equipamento, porém enfatizando a finalidade de cada sistema ou equipamento e suas inerentes características de confiabilidade e segurança originalmente projetadas, não sendo objetivo da atividade de manutenção melhorar tais atributos.

Os ativos representam quaisquer itens ou recursos que sejam objeto de manutenção (PETERS, 2006), como prédios, plantas industriais, máquinas e equipamentos, frotas. Para este trabalho, os ativos representarão todos os itens objetos de manutenção aeronáutica, tais como aeronaves, componentes e subcomponentes.

---

<sup>6</sup> FAA: *Federal Aviation Administration*

As atividades de manutenção são classificadas em tipos conforme a ação tomada. Quando a ação é executada pretendendo manter a função do ativo, a manutenção é considerada preventiva. Este tipo objetiva reduzir a probabilidade de degradação ou falha da função do ativo. Quando a ação tomada é a de restaurar a função do ativo, a ação de manutenção é considerada reativa. As ações de manutenção preventiva são subdivididas em predeterminadas (executadas em intervalos fixos de tempo ou unidades de uso, como horas de voo, ciclos de voo. Incluem-se as manutenções programadas) e baseadas em condição (executadas caso uma condição ou critério seja fisicamente observado. Inclui-se aqui a manutenção preditiva). Já as ações de manutenção reativa são subdivididas em imediatas (executadas prontamente) e diferidas (quando sua execução é protelada conforme alguma regra predefinida) (MÁRQUEZ, 2007). A Figura 3 exibe a classificação.

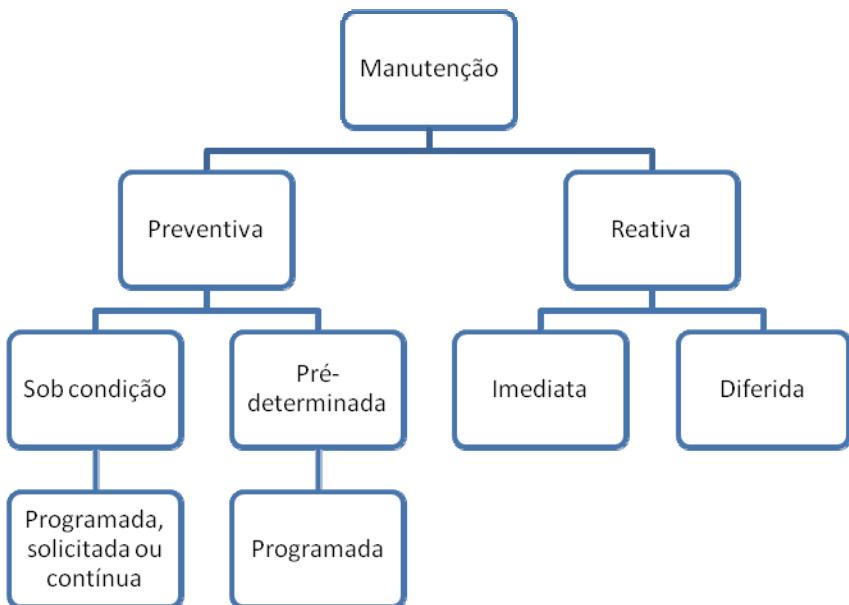


Figura 3 – Tipos de manutenção. Adaptado de Márquez (2007).

### **2.1.3 Regulamentação Aeronáutica**

A indústria da aviação é o meio de transporte mais fortemente regulamentado, desde o projeto das aeronaves, sua fabricação, operação, até sua manutenção (KINNISON, 2004). De um modo geral, cada Estado possui uma agência ou um departamento responsável por regular este setor, com especial atenção à segurança operacional (COSTA, 2003). No Brasil, a ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil – executa este papel.

Devido à natureza multinacional das atividades da aviação, os diversos órgãos nacionais utilizam como referência autoridades de outros países ou órgãos internacionais, objeti-

vando uniformizar regulamentos e normas. Podem-se citar dentre as principais organizações: ICAO (*International Civil Aviation Organization*), IATA (*International Air Transport Association*), ATA (*Air Transport Association of America*), FAA (*Federal Aviation Administration*), EASA (*European Aviation Safety Agency*).

Uma das exigências ao operador é a de especificar o programa de inspeção e manutenção aplicável ao modelo, incluindo os programas de manutenção programada e não programada da aeronave, de motores e componentes, programas de confiabilidade, até mesmo quais sistemas ou componentes sofrerão manutenção executada por terceiros (KINNISON, 2004).

#### **2.1.4 Programa de Manutenção Aeronáutica**

Os objetivos de um programa de manutenção são evitar a degradação dos níveis de segurança de operação e confiabilidade do material de voo, reestabelecer os níveis iniciais de segurança e confiabilidade, uma vez constatada sua degradação, e cumprir os requisitos destas funções com o mínimo custo possível (COSTA, 2003). Para Kinnison (2004), o programa de manutenção possui cinco objetivos: garantir a realização dos níveis de segurança e confiabilidades inerentes ao equipamento; restaurar os níveis de segurança e confiabilidade aos níveis inerentes quando ocorrer à deterioração dos mesmos; obter a informação necessária para ajustes e otimização do programa de manutenção quando tais níveis inerentes não são cumpridos; obter a informação necessária para projetar melhorias nos itens cuja confiabilidade inerente se mostrar inadequada; cumprir esses objetivos com o menor custo total, incluindo os custos de manutenção e de falhas residuais.

O primeiro programa de manutenção aeronáutica moderno foi publicado em 1965 pela ATA. O desenvolvimento do MSG (*Maintenance Steering Group*) foi liderado pela Boeing no desenvolvimento do Boeing 747, então a maior aeronave comercial. Representantes da própria fabricante, fornecedores, clientes e da autoridade regulamentadora americana (FAA) foram envolvidos no processo de designação desse programa. Logo após, seu conteúdo foi sofreu ajustes e generalizações para que pudesse ser utilizado em outras aeronaves além do Boeing 747, passando a se chamar MSG-2 (KINNISON, 2004).

Tal programa oferece fluxogramas de decisão lógica sobre os processos de manutenção, e tem por característica a abordagem de análise ascendente (*bottom-up*), onde cada unidade da aeronave é analisada e classificada em um dos três processos primários de manutenção descritos abaixo (KINNISON, 2004):

**Hard Time (HT):** processo de manutenção preventiva baseado em intervalos fixos. Os intervalos mais comuns são delimitados por tempo de calendário, ciclos<sup>7</sup> ou horas de voo. Independente da condição física, quando o intervalo é atingido, o item é removido e revisado parcialmente, revisado completamente ou descartado.

**On-Condition (OC):** os itens que sofrem este processo de manutenção são inspecionados ou testados periodicamente. A manutenção somente será realizada quando algum critério de deterioração for ultrapassado. Nesse momento, o item deve ser revisado, reparado ou descartado.

**Condition-Monitoring (CM):** itens desta categoria não têm quaisquer efeitos na aeronaveabilidade. Para tais casos, a manutenção é reativa: o item é substituído quando sua falha é observada. Seu controle é feito através de índices de falhas e remoções, a serem analisados por um programa de confiabilidade.

Em 1980 a ATA publicou o MSG-3, tendo reavaliado os métodos de decisão lógica do MSG-2, introduzido novas exigências de certificação de aeronaves e potencializado o trabalho em conjunto com operadores, fabricantes de aeronaves e componentes e outras entidades (COSTA, 2003). O MSG-3 aplica uma abordagem descendente (*top-down*) a qual analisa as consequências de falhas em um nível gerenciável dos sistemas da aeronave. Baseado nos requisitos específicos de cada sistema e seus componentes, a lógica de decisão do MSG-3 designa as tarefas a serem executadas. Estas são assim categorizadas (KINNISON, 2004):

**Aiframe systems tasks:** tarefas de sistemas da aeronave. São elas: lubrificação, serviço, inspeção, checagem funcional, checagem operacional, checagem visual, reparo e descarte.

**Structural item tasks:** tarefas de itens estruturais. Sua deterioração tem por origens ambiental, acidental e fadiga, e sofrem inspeção geral, detalhada e especialmente detalhada.

**Zonal tasks:** tarefas de inspeção geral e visual (fiscalização) direcionadas a uma ou mais zonas da aeronave.

As falhas ainda são classificadas conforme seus efeitos (de segurança ou econômicos) e sua evidência à tripulação (evidentes ou ocultas). As Figuras 4 e 5 evidenciam as diferenças entre o MSG-2 e sua orientação a processos e o MSG-3 e sua orientação a tarefas.

---

<sup>7</sup> Um ciclo de operação de uma aeronave corresponde a uma decolagem e pouso, independente da duração ou distância do trecho percorrido.

Até a publicação deste trabalho, o MSG-3 continuou sendo a estrutura utilizada para programas de manutenção aeronáutica, tendo passado por oito revisões. A mais recente foi publicada em 2009 (Air Transport Association - ATA, 2009).

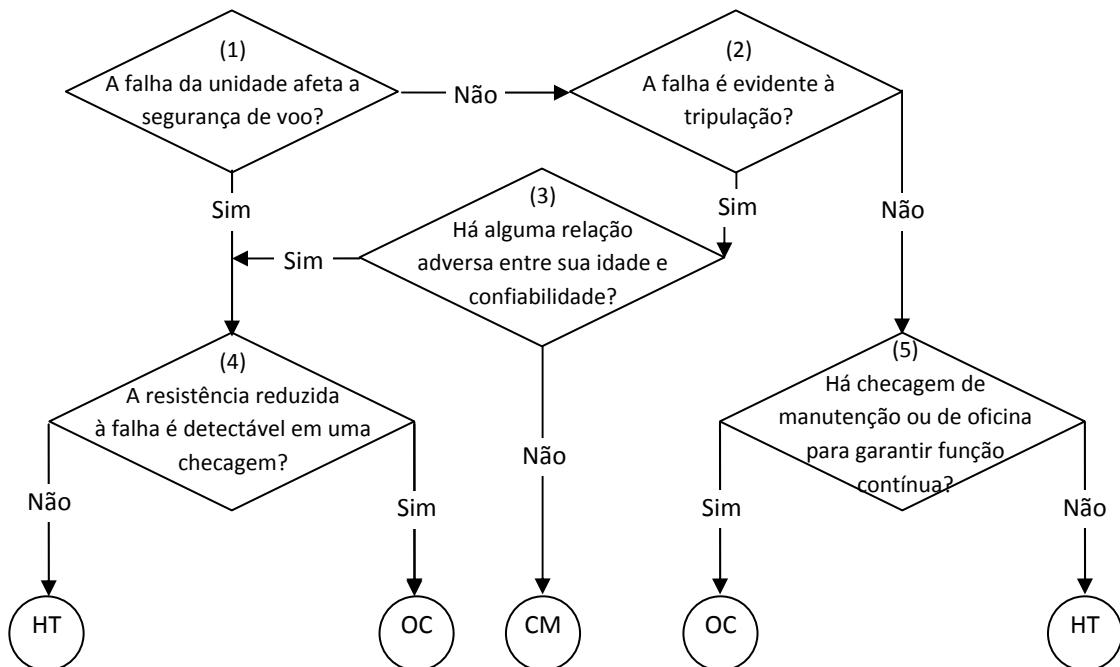


Figura 4 – Fluxograma de decisão MSG-2 simplificado. Adaptado de Kinnison (2004).

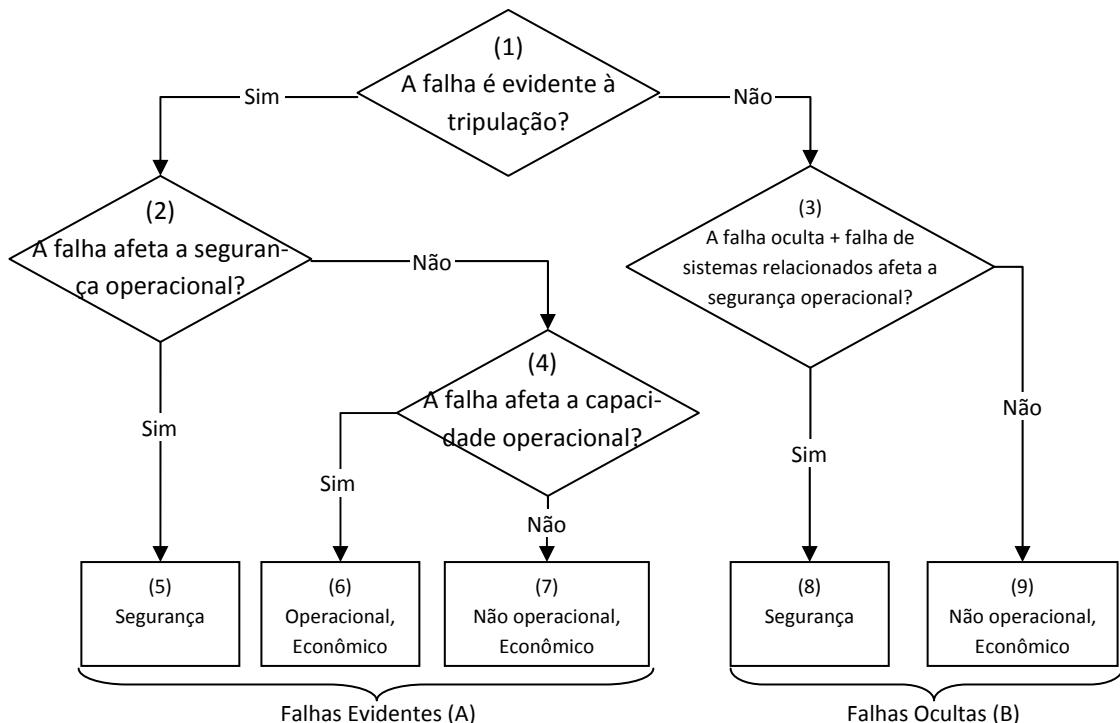


Figura 5 – MSG-3 – Nível I de análise – categorias de falhas. Adaptado de Kinnison (2004).

## 2.1.5 Gerenciamento da Manutenção

Segundo Márquez (2007), o gerenciamento da manutenção é responsável por: determinar os objetivos e prioridades da manutenção; determinar suas estratégias e responsabilidades; executá-la por meio de processos como planejamento, controle, supervisão; praticar melhoria contínua, incluindo conceitos financeiros.

As principais funções observadas em organizações de manutenção costumam ser, de forma genérica: planejamento da manutenção dos ativos; programação (sequenciamento) das operações; gerenciamento da execução; análise; melhoria contínua; redesign (MÁRQUEZ, 2007). Em termos de processos de manutenção, estes costumam ser organizados em torno de Ordens de Serviço (*Work Orders*) (BAGADIA, 2006; CARNERO; NOVÉS, 2006; MATHER, 2002; MÁRQUEZ, 2007; WIREMAN, 2008). Cada ordem de serviço representa uma instância de uma atividade de manutenção a ser executada, e todas as demais informações necessárias a sua execução e registro a ela se relacionam. A Figura 6 exemplifica esse relacionamento.

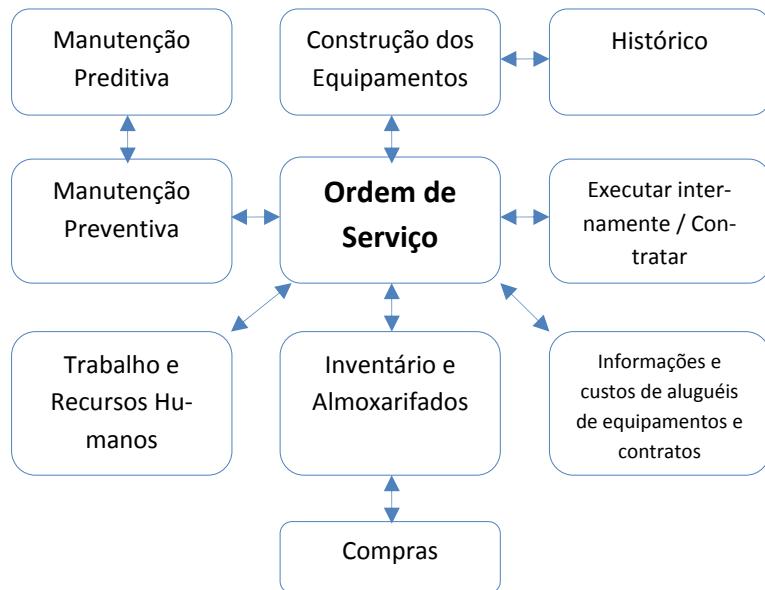


Figura 6 – Ordem de Serviço e seus relacionamentos. Adaptado de Wireman (2008).

O ciclo básico de execução das ordens de serviço é referenciado por diversos autores (BAGADIA, 2006; MATHER, 2002; MÁRQUEZ, 2007; PALMER, 2006; PETERS, 2006; WIREMAN, 2008). Bagadia (2006) cita como processo fundamental a sequência ilustrada na Figura 7. Segundo o autor, a manutenção se inicia com o passo de solicitação. Este pode ser realizado de formas diversas (verbal, por escrito, meio eletrônico). No passo seguinte, a apro-

vação do trabalho é concedida. Conforme os gastos previstos, a alçada de aprovação pode exigir diversos níveis na hierarquia de aprovação. Em seguida, o planejamento procura garantir a disponibilidade de todos os recursos necessários para a sua execução (material, mão de obra, ferramentas, equipamentos e outros). A programação então é realizada considerando fatores como prioridades, atribuição de serviços aos executores (carga de trabalho) e o acompanhamento da execução (que pode demandar eventuais reprogramações). A ordem de serviço é então repassada aos executores, com o máximo de informações e procedimentos pertinentes em anexo. Por fim, todas as informações da execução são registradas e contabilizadas, podendo conter as horas trabalhadas, materiais consumidos, identificação do equipamento reparado, detalhes do trabalho executado, entre outros.



Figura 7 – Passos fundamentais do gerenciamento da manutenção. Adaptado de Bagadia (2006).

Próximo ao outro extremo de sofisticação organizacional, Wireman (2008) referencia o processo de execução e gerenciamento da manutenção de modo mais compreensivo. Em seu modelo, contemplam-se também as possíveis origens das ordens de serviço, a exemplo de solicitações de emergência. Da mesma forma, são contemplados os problemas encontrados durante a execução do serviço, bem como procedimentos de análise e melhoria contínua do processo de gerenciamento da manutenção. O modelo é referenciado na Figura 8.

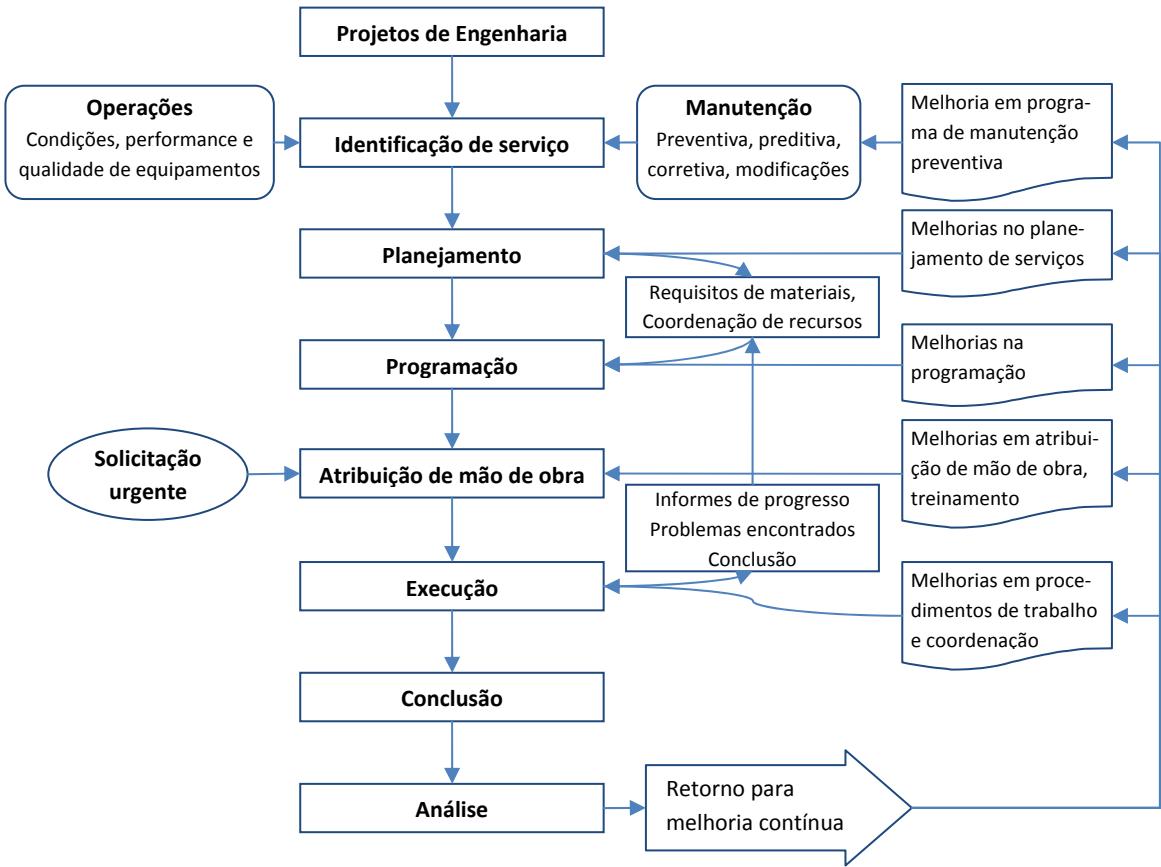


Figura 8 – Execução de Ordens de Serviço. Adaptado de Wireman (2008).

Uma organização de manutenção é capaz de executar os passos básicos de manutenção sem auxílio de sistemas de informação. Para empresas de pequeno porte, Wireman (2008) propõe um processo de trabalho baseado em ordens de serviço manuais, em formulários de papel. Entretanto, as informações precisam ser coletadas por grupos de numerosos funcionários e, com o tempo, o volume e variedade de informação sobrecarrega o pessoal (WIREMAN, 2008). Neste momento, surgem questionamentos e propostas sobre a utilização de sistemas de informação para melhorar o gerenciamento da manutenção.

## 2.2 Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção

Um sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção (CMMS<sup>8</sup>) é um programa de computador (*software*) destinado a auxiliar o planejamento, gerenciamento e funções administrativas necessárias para atividades de manutenção (BAGADIA, 2006). Peters (2006) considera um CMMS plenamente utilizado “uma ferramenta tecnológica essencial

<sup>8</sup> MMIS: *Maintenance Management Information System*

*para apoiar o negócio de manutenção*”. Os primeiros sistemas surgiram na década de 1980 em reconhecimento à importância da manutenção como função de negócio (GARG; DESHMUKH, 2006).

Dentre os típicos benefícios prometidos por sua utilização, destacam-se: melhor controle da mão de obra; melhor planejamento e programação; melhorias em manutenção preventiva e preditiva; melhora na disponibilidade de partes e materiais; melhora no gerenciamento de materiais; melhora na análise de confiabilidade; maior responsabilidade orçamentária; maior capacidade de medir desempenho; melhores informações sobre a manutenção (PETERS, 2006).

### 2.2.1 Funcionalidades

As funcionalidades básicas de um CMMS incluem, mas não são limitadas a (PETERS, 2006):

- Gerenciamento de ordens de serviço;
- Gerenciamento de ativos/equipamentos;
- Gerenciamento de materiais;
- Planejamento e programação;
- Manutenção preventiva e preditiva;
- Compras.

Bagadia (2006), por sua vez, lista os módulos que costumam compor um CMMS:

**Gerenciamento de dados de ativos:** utilizado para cadastrar todos os ativos que sofrão manutenção, seu inter-relacionamento hierárquico, prioridade, medidores de utilização, procedimentos de segurança, programação de manutenção preventiva, manutenção preditiva, peças de reposição e materiais auxiliares, custos, links para documentos e manuais, período de garantia, histórico de ordens de serviço executadas e relatórios;

**Manutenção Preventiva:** utilizado para gerenciar o programa de manutenção preventiva, como seus procedimentos, frequência, roteiros de trabalho, recursos, fornecedores externos. Permite a geração de ordens de serviço a partir da programação gerada;

**Mão de Obra:** concentra as informações de recursos humanos da manutenção, como a composição de taxa horária, equipes, turnos, férias, absenteísmo. Essas informações embasam a programação das atividades;

**Sistema de Ordens de Serviço:** considerado o coração do sistema de manutenção, é o módulo que permite gerar, acompanhar e concluir Ordens de Serviço. Pode ser utilizado para planejar trabalhos futuros, estimar custos de manutenção. Uma vez finalizadas, as ordens de serviço passam a compor o histórico de manutenção de um ativo;

**Planejamento/Programação:** responsável por determinar o que, como, quando e com quais recursos realizar uma tarefa de manutenção. Quando estes parâmetros estão bem definidos e o plano gerado é realista e cumprido, representa o maior potencial de melhoria operacional. Caso contrário, pode levar a baixa produtividade, atrasos, horas extras, aumento de inventário entre outros prejuízos;

**Fornecedores:** oferece informações sobre os fornecedores de partes, equipamentos e serviços, como endereços, contatos e variação de custos;

**Controle de Inventário:** realiza as funções básicas de controle de inventário. Podem ter controles básicos de saldo de inventário, como estoque mínimo e lote econômico, nos quais se embasam a geração de Ordens de Compra. Dentre os atributos do inventário, destacam-se: descrição, item alternativo (substituto), localização, onde é utilizado, unidade de medida e saldo físico;

**Compras:** organiza a geração, aprovação, execução, acompanhamento e recebimento de Ordens de Compra (PO<sup>9</sup>);

**Orçamentação:** permite criar diversas contas de orçamentos (ex: reparos, projetos). A verba é consumida quando uma Ordem de Serviço é criada contra uma dessas contas, a qual absorve os custos lançados naquela.

## 2.2.2 CMMS versus EAM

Sistemas CMMS foram desenvolvidos para a utilização da área ou departamento de manutenção (WIREMAN, 2008). Entre os itens listados na seção 2.2.1, porém, observam-se funções de negócio não exclusivamente dedicadas à manutenção, como gerenciamento de

---

<sup>9</sup> PO: *Purchase Order*.

materiais e compras. Com sua evolução, diversas funcionalidades que circundam a manutenção foram atreladas ao CMMS, o qual normalmente não depende do principal sistema de gerenciamento da empresa, geralmente um ERP<sup>10</sup>. Esta situação pode gerar conflitos de escopo entre esses sistemas (WIREMAN, 2008).

Endereçando este problema, a maioria dos fornecedores de ERP passou a oferecer um módulo de manutenção nativamente integrado às outras áreas da empresa, o EAM – *Enterprise Asset Management* (WIREMAN, 2008). O EAM é tido como uma evolução do CMMS (BAGADIA, 2006; MATHER, 2002) e integra Finanças, Recursos Humanos, Manufatura, Gestão de Projetos, Inventário e Compras às atividades de manutenção. Outras funcionalidades já existentes podem vir a ser utilizadas, como conectividade via RFID<sup>11</sup>, inspeções e calibração, MRP<sup>12</sup>. O EAM também é capaz de trabalhar em múltiplas plantas simultaneamente, gerando visibilidade de utilização dos ativos em nível corporativo (WIREMAN, 2008). A Figura 9 ilustra a diferença de escopo entre as duas opções.

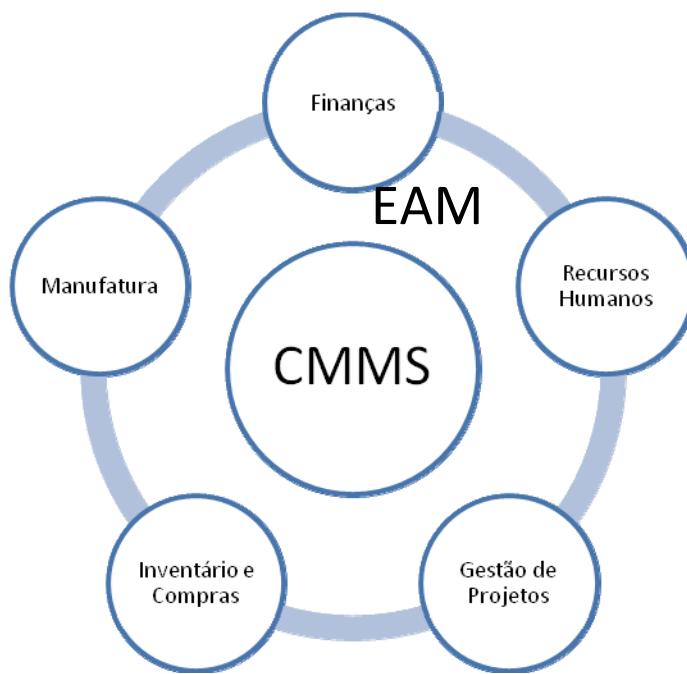


Figura 9 – Cobertura do CMMS comparada à Cobertura do EAM. Adaptado de Wireman (2008).

<sup>10</sup> ERP: *Enterprise Resource Planning*

<sup>11</sup> RFID: *Radio-Frequency Identification*

<sup>12</sup> MRP: *Material Requirement Planning*

## **2.3 Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção**

Esta seção contempla o tema de maior importância da revisão bibliográfica para este trabalho. São abordados os tópicos de maior importância em todas as fases do processo de seleção referenciados por diversos autores. Busca-se pela estrutura agrupá-los por similaridades e mantê-los ordenados por cronologia de execução.

### **2.3.1 Momento adequado para a seleção**

Antes de tomar a decisão sobre seleção de um sistema de gerenciamento da manutenção, Bagadia (2006) sugere que os gestores da área de manutenção procurem responder às seguintes perguntas: quanto tempo a área produtiva tolera espera por partes de reposição em falta? Quanto a mais se gasta com manutenção hoje em relação a cinco anos atrás? Existe a informação necessária para planejar a manutenção? Quando preciso, a informação buscada está disponível, em formato utilizável? Quais são os planos da empresa para operações e equipamentos? Computadores irão ajudar? Para o autor, as respostas a estas perguntas (ou a inabilidade de respondê-las) indicarão a real necessidade de um CMMS/EAM.

Para Wireman (2008), as seguintes perguntas devem ser feitas para avaliar a necessidade de um CMMS/EAM: os custos de manutenção têm crescido mais rápido que os custos operacionais? Quanto a mais se gasta com manutenção hoje em relação a cinco anos atrás? O custo de manutenção de cada parte de equipamento é conhecido? Os funcionários de manutenção passam a maior parte do tempo aguardando o trabalho? Há caixas de materiais plenas de partes de reposição que parecem nunca serem utilizados? Os equipamentos parecem quebrar no pior momento possível sem aviso prévio? As informações necessárias para planejar o futuro estão disponíveis, em formato utilizável? Se essas perguntas chamam a atenção a áreas problemáticas da empresa, seria sábio investigar um CMMS/EAM.

Uma vez identificada a necessidade, Wireman (2008) ainda sugere avaliar o grau de maturidade da organização de manutenção. Ele propõe uma sequência de passos que devem ser verificados ou executados, partindo de um estado de manutenção puramente reativa até a excelência na manutenção, no qual o sistema de informação é o quarto passo.

Seu caminho inicia com o estabelecimento do processo de manutenção preventiva, seguido pelo desenvolvimento de processos de inventário e compras, sistema de ordens de ser-

viço, e somente então a implantação de um sistema de manutenção. Os passos seguintes seriam treinamento técnico e interpessoal, manutenção preditiva, envolvimento em operações, RCM<sup>13</sup>, TPM<sup>14</sup>, otimização financeira e melhoria contínua, nesta ordem, conforme a Figura 10. Para ele, a implantação de uma estratégia de gerenciamento de ativos deve levar em conta o processo de mudança cultural das pessoas para que estas entendam e saibam utilizar os novos recursos disponíveis, caso contrário o projeto falhará, pois não se pode esperar que o CMMS/EAM melhore um sistema de registros precário (WIREMAN, 2008).

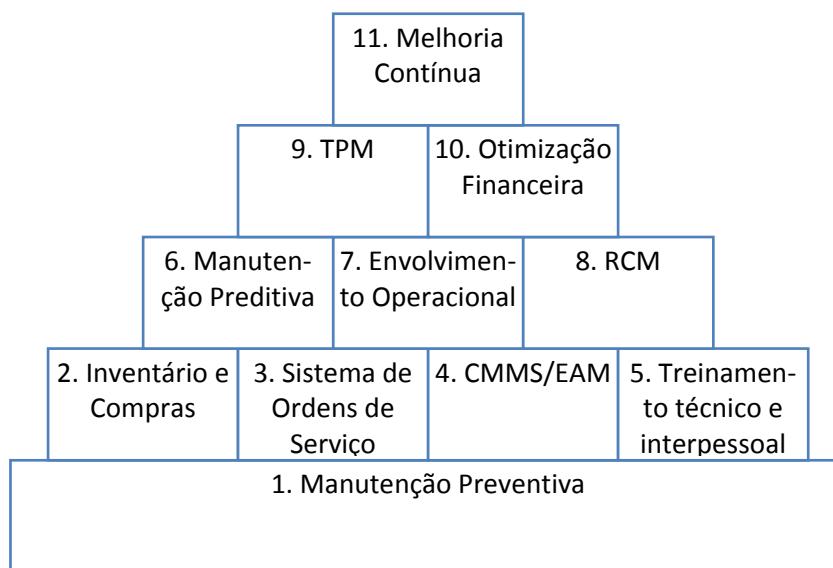


Figura 10 – Passos de desenvolvimento de maturidade organizacional segundo Wireman (2008).

### 2.3.2 Justificativa

Antes de iniciar o processo seletivo, é necessário justificar a necessidade de um sistema de gerenciamento da manutenção.

Bagadia (2006) propõe um passo a passo para compor a justificativa: o processo se inicia com a definição de um líder. Deve-se então formar uma equipe de investigação, formada por representantes de todas as áreas impactadas. Sugere-se para a composição a engenharia, gerente e funcionários da manutenção, compras, contabilidade, marketing, vendas, recursos humanos.

Em seguida é executada a fase de investigação. Devem-se levantar os problemas do processo atual de manutenção. A saída deste passo deve ser uma lista categorizada de todos os

<sup>13</sup> RCM: *Reliability Centered Maintenance*

<sup>14</sup> TPM: *Total Productive Maintenance*

principais problemas observados, que balizará o processo seletivo do CMMS/EAM visando eliminá-los ou minimizá-los. O próximo passo é a determinação dos objetivos, funcionalidades e benefícios do novo sistema. Os objetivos devem conter itens de curto e longo prazo, e podem ser baseados nos problemas atuais. As funcionalidades necessárias e desejáveis devem representar os meios com os quais serão atingidos os objetivos. Por fim, para cada funcionalidade, devem-se listar os benefícios a serem obtidos. O resultado final pode ser exibido como uma tabela exibindo, para cada problema, objetivos, funcionalidades e benefícios a ele associados. A Figura 11exibe essa sequência.



Figura 11 – Relacionamento entre itens investigados na justificativa de um CMMS/EAM, conforme proposto por Bagadia (2006).

A próxima fase é de análise financeira. Para cada benefício levantado na fase de investigação, são estimados os valores de economia financeira para o primeiro, segundo e terceiro ano após a implantação do sistema. Da mesma forma, os custos do sistema também devem ser estimados, tais como seleção, instalação, testes, entrada de dados, modificações, treinamento, operação, manutenção, *hardware*, suprimentos. Para ambos, sugere-se pesquisar referências de valores em sítios, catálogos, publicações e literatura técnica e buscar apoio junto aos fornecedores de software. Finalmente, calcula-se da o Retorno sobre o Investimento (ROI<sup>15</sup>) conforme a Equação 1. O processo como um todo é resumido na Figura 12.

$$ROI\% = \frac{\text{economia total} - \text{custo total}}{\text{custo total}} \times 100$$

Equação 1 – Cálculo de ROI da implantação de um CMMS/EAM. Adaptado de Bagadia (2006).

<sup>15</sup> ROI: *Return on Investment*



Figura 12 – Resumo do processo de justificativa de um CMMS/EAM proposto por Bagadia (2006).

Peters (2006), por sua vez, considera que a justificativa de um CMMS/EAM deve incluir, além dos fatores econômicos, outros elementos chave. Para ele, a justificativa deve demonstrar não somente a aquisição do *software*, mas um processo bem planejado de mudança na forma de fazer negócios. O autor considera: a real necessidade do sistema; as melhores práticas necessárias para a manutenção; processo de seleção do CMMS/EAM; seus requisitos funcionais; melhores práticas no processo de implementação na manutenção; processo de implementação do CMMS/EAM; e o processo de *benchmarking* para o CMMS/EAM. Entretanto, não fica claro como executar a justificativa completa antes do início do processo proposto.

### 2.3.3 Processo seletivo

Uma vez tomada a decisão por procurar um sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção, pode-se dar início ao processo de seleção. A seleção pode durar de três a cinco meses, conforme o tamanho da empresa (PETERS, 2006). Os tópicos a seguir detalham o fluxo demonstrado na Figura 13. Por fim, outros métodos menos comuns são referenciados.



Figura 13 – Passos do processo seletivo de CMMS/EAM.

### ***Formação da equipe de seleção***

Bagadia (2006) propõe a nomeação de uma pessoa (líder de projeto) com a responsabilidade de selecionar o sistema de informação adequado para a empresa. Esta pessoa deve formar uma equipe com pessoas de todas as áreas que poderão sofrer impacto com o projeto, incluindo engenharia, gerente e funcionários da manutenção, TIC, compras, contabilidade, marketing, vendas, recursos humanos.

Wireman (2008) propõe, também como passo inicial, a formação de um comitê para esta função. O mesmo deveria ser composto por indivíduos de engenharia, manutenção, almoxarifados, contabilidade e TIC.

Palmer (2006) recomenda que as pessoas envolvidas na seleção sejam um supervisor de planejamento da manutenção, um representante de TIC e um engenheiro, além do futuro administrador do sistema. Prefere-se que este seja oriundo da manutenção. O grupo teria frequente contato com o gerente da manutenção.

Peters (2006) aconselha formar a equipe com pessoas de manutenção, operações, engenharia, contabilidade, gerenciamento de materiais, compras e almoxarifados, além de pessoas de TIC de nível local ou corporativo.

### ***Determinação dos objetivos***

Em seguida, problemas, objetivos e funcionalidades devem ser determinados. O conteúdo discutido na Seção 2.3.2 pode ser aproveitado, porém sugere-se checá-los novamente

(BAGADIA, 2006). Nesta fase, todos os níveis hierárquicos da manutenção devem ter a oportunidade de expressar suas necessidades, bem como representantes das demais áreas envolvidas da empresa (BAGADIA, 2006).

Para Wireman (2008), devem-se revisar os sistemas de arquivamento atuais e o fluxo de documentos em papel. A partir disso, definem-se os objetivos nas áreas de: processamento de ordens de serviço; almoxarifados de manutenção; manutenção preventiva; controle de custos; relatórios exigidos.

Recomenda-se não limitar o escopo do projeto à simples automação dos processos atuais (BAGADIA, 2006). Sautter et al. (2008) discutem a diferença entre modernização e transformação de processos. Segundo sua definição, modernização é o ato de “*tomar os processos atuais de uma empresa e automatizá-los*”. Esta abordagem utiliza a tecnologia para acelerar os processos como são. Já transformação é definida como a “*capacidade de obter proveito da tecnologia e instituir um programa de reengenharia de processos para permitir novas e mais eficazes formas de fazer negócios*”.

Para tal, uma série de práticas é sugerida para garantir a absorção de novas ideias (BAGADIA, 2006): revisar revistas comerciais; revisar a literatura de produtos; participar de seminários sobre o tema; entrar em contato com outras empresas usuárias de sistemas similares; procurar auxílio de uma consultoria tecnicamente capaz e financeiramente independente de possíveis fornecedores sempre que preciso. Peters (2006) igualmente aconselha a procura de auxílio de consultores externos. Wireman (2008) pede atenção ao lidar com consultorias que possam oferecer seu próprio *software*. Sugere-se também mapear os processos e compará-los às melhores práticas (CANADAY, 2010; PETERS, 2006).

### ***Identificação das alternativas para hardware***

O melhor cenário é escolher o *hardware* que combine com o sistema de informação mais adequado para a empresa (BAGADIA, 2006; WIREMAN, 2008). Neste ponto, sugere-se forte proximidade com a área de TIC, especialmente em função de requisitos técnicos. Normalmente a área de manutenção não possui autoridade para decidir sobre este tópico. Wireman (2008) chama a atenção para o cenário da existência prévia de infraestrutura para o sistema. Neste caso, propõe-se simples identificação do *hardware* onde este será instalado.

### ***Especificação dos requisitos do sistema***

O próximo passo descrito por Bagadia (2006) é a definição detalhada das funcionalidades do novo sistema. Para tal, devem-se identificar os principais aspectos do sistema, definir claramente todas as funcionalidades importantes e categorizá-las em três níveis de importância: mandatórias, necessárias e desejáveis. O primeiro grupo é classificatório: sua ausência desclassifica o produto do processo seletivo. No segundo, a omissão a alguns itens não desclassifica o candidato, mas reduz seu valor. Itens do terceiro grupo são opcionais.

Para esta etapa, Peters (2006) apresenta uma lista extensiva de funcionalidades agrupadas em sete áreas: gerenciamento de ordens de serviço (trinta e oito itens); gerenciamento de ativos/equipamentos (dezessete itens); gerenciamento de inventário (cinquenta e três itens); planejamento e programação (vinte e um itens); manutenção preventiva e preditiva (treze itens); compras (quinze itens); outras capacidades do sistema (quatorze itens). Ao todo, são cento e setenta e um itens listados. O autor reforça nesta fase a necessidade de se ter em vista as melhores práticas de manutenção.

### ***Busca por fornecedores de CMMS/EAM***

Caso já não haja uma lista de fornecedores, sugere-se compô-la neste momento. Bagadia (2006) sugere iniciar com no máximo 10 a 12 opções. Alguns fornecedores desenvolveram seu *software* inicialmente para uso interno. Seu objetivo pode ser a recuperação dos custos de desenvolvimento e o suporte problemático, portanto os planos do vendedor devem ser verificados Wireman (2008).

### ***Triagem preliminar***

Uma revisão na lista inicial de fornecedores pode ser realizada. Propõe-se o levantamento do nome do sistema, vendedor, *hardwares* compatíveis, revisar superficialmente o cumprimento das funcionalidades mandatórias. Os sistemas que não cumplirem uma quantia significativa de itens mandatórios devem ser descartados (BAGADIA, 2006).

Bagadia (2006) propõe que uma avaliação detalhada seja realizada nos três ou quatro sistemas melhor avaliados na triagem preliminar. Já Peters (2006) aconselha que três a cinco fornecedores sejam mantidos para a próxima fase.

### **Avaliação detalhada**

Esta fase poderia iniciar com uma solicitação de proposta formal (RFP<sup>16</sup>) ou com um convite para uma demonstração estruturada do sistema no local da empresa.

Para a demonstração, recomenda-se preparar o fornecedor com a lista completa, ou ao menos com os requisitos mandatários. Deve ser comunicado de antemão que estes itens precisam ser apresentados. Outras informações relevantes, tais como o tamanho da empresa, escopo do CMMS/EAM, sistemas operacionais atualmente disponíveis ou requeridos e o número de usuários do sistema devem ser igualmente fornecidos. Durante a demonstração, sugere-se que cada membro da equipe de seleção avalie individualmente cada área funcional do sistema de informação. Visitas a empresas onde o sistema foi bem implantado também são indicadas. O fornecedor pode aqui sugerir três locais onde se possa conferir pessoalmente seu funcionamento (PETERS, 2006).

Para todo o processo de avaliação detalhada, os critérios a ter em vista são (BAGADIA, 2006):

**Características do sistema:** flexibilidade para crescimento, limitações técnicas, capacidade de integração com outros sistemas, autoinstrução de uso<sup>17</sup>, compatibilidade com sistemas operacionais, linguagem de programação, segurança do sistema (meios de acesso, perfis de acesso para diferentes telas, controle de acesso, visão, edição, obrigatoriedade e teste de integridade de campos), segurança dos dados (cópias de segurança, procedimentos de recuperação), personalização de relatórios, personalização de telas, customizações.

**Facilidade para o usuário:** facilidade no aprendizado (incluindo meios e mídias de treinamento, documentos e manuais), facilidade no uso (navegação por menus, entrada de dados, gerenciamento de erros, ajuda contextual).

**Perfil do fornecedor:** qualificações, solidez financeira, disponibilidade para entrega imediata, termos e condições (pagamento, acesso ao código-fonte, garantias), suporte (demonstração do software, treinamento, suporte de sistema, política de atualização). Dá-se especial atenção às suas referências: pode-se solicitar ao fornecedor sua lista de clientes e possíveis contatos. Sugere-se uma conversa inicial por telefone, seguida por esclarecimentos adicionais via email e, se possível, visitas presenciais.

---

<sup>16</sup> RFP: *Request for Proposal*

<sup>17</sup> O sistema não deve depender da disponibilidade de manuais de uso. Instruções na tela devem ser suficientes para sua operação.

**Custos do sistema:** investigar todos os possíveis fatores de custo associados ao software, tais como aquisição e outros custos iniciais (taxas, entrega), documentação, implementação, treinamento, viagens e hospedagens, manutenção (em regime permanente), customizações.

Wireman (2008) oferece uma lista de questões como referência para a criação do processo de verificação. As questões estão divididas em seções: informações sobre ativos (seis itens); manutenção preventiva (doze itens); ordens de serviço (onze itens); inventário e compras (quatorze itens); relatórios de gestão (onze itens); implementação (seis itens); análise de manutenção do sistema (dezesseis itens); questões sobre o fornecedor (oito itens); totalizando oitenta e quatro questões.

Para cada critério, Bagadia (2006) propõe a determinação de um peso. O autor não é claro sobre sua escala e definição quantitativa ou qualitativa. O mesmo vale para as notas dadas a cada sistema avaliado. Já Wireman (2008) recomenda a atribuição de uma nota de 0 (não desejado) a 3 (muito importante) para cada item, e a seguinte escala de avaliação: 0 (não disponível), 1 (disponível através de customização), 2 (disponível na próxima versão) e 3 (funcionalidade padrão). Peters (2006), por sua vez, organiza as funcionalidades sob cinco áreas distintas, e propõe o uso de pesos para cada uma, a serem definidos pela equipe. Segue sua sugestão:

**Requisitos funcionais** (40%): quão bem o sistema fará o que lhe é requisitado?

**Requisitos técnicos** (15%): quão bem o *software* se adéqua ao sistema operacional e à plataforma computacional disponíveis e seus requisitos técnicos?

**Custos de software** (25%): qual o custo total de *software*, incluindo licenças, atualizações e novas versões?

**Custos de implementação e manutenção** (10%): qual o custo total de implementação e manutenção, incluindo suporte, taxas de manutenção de licenças e novas versões?

**Avaliação qualitativa do fornecedor** (10%): o que se pode esperar do fornecedor em termos de serviço, reputação, aprimoramento de *software*, customizações, capacidade de integração e afins?

O autor ainda oferece uma lista de verificação para esta avaliação com 120 itens pré-formulados. A lista poderia ser anexada ao RFP enviado ao fornecedor solicitando que este a

responda com “sim” ou “não” para a presença de cada item em seu produto. Entretanto, a avaliação final deve conter um valor de 0 a 5 para cada item de cada fornecedor, correspondendo em ordem crescente a: não disponível; não adequado; não adequado; bom; muito bom; excelente.

### ***Compilação e comparação***

Neste estágio, propõe-se compilar as avaliações de cada característica e comparar o resultado de cada sistema. Bagadia (2006) apresenta uma tabela comparativa para exemplificar esta tarefa (Tabela 1).

Tabela 1 – Tabela comparativa entre sistemas. Adaptado de Bagadia (2006).

		Fornecedor A		Fornecedor B		Fornecedor C	
Funcionalidade	I	A	I x A	B	I x B	C	I x C
<b>Características do sistema</b>							
<b>1 Facilidade de uso</b>	9	8	72	7	63	7	63
<b>2 Capacidade de integração</b>	7	6	42	0	0	9	63
<b>3 Cópia de segurança</b>	7	2	14	9	63	6	42
(...)							
<b>Controle de Inventário</b>							
<b>1 Ressuprimento automático</b>	9	8	72	8	72	8	72
<b>2 Análise ABC</b>	5	0	0	0	0	5	25
<b>3 Suporte a código de barras</b>	8	0	0	8	64	9	72
(...)							
<b>Total</b>			<b>910</b>		<b>1109</b>		<b>1286</b>

### ***Refinamentos***

Antes da tomada final de decisão, dois passos são citados como necessários por Canaday (2010). Primeiro: ao menos os dois fornecedores melhor cotados devem ser chamados para uma discussão em grupo (*workshop*), visando à redução dos custos totais de propriedade do sistema. Bagadia (2006) também sugere a prática da negociação, porém este não visa somente custos, mas também a eliminação de pontos fracos do sistema e a concessão de recursos técnicos adicionais.

Segundo: pode-se realizar uma prova de conceito implementando o sistema em áreas críticas. Essa atividade pode dar uma visão mais clara para a avaliação tanto do sistema quanto do estado atual dos processos e dados disponíveis na empresa (CANADAY, 2010).

### ***Relatório final***

O processo seletivo deve terminar com a entrega de um relatório para a gestão da empresa. Este deve conter todas as informações necessárias para a tomada de decisão. Pode-se incluir a recomendação da equipe de seleção caso haja algum sistema que se destaque dos demais. Todos os fornecedores avaliados devem ser citados (WIREMAN, 2008).

### ***Outros métodos***

Como alternativa, Carnero e Novés (2006) propõem o uso de métodos de seleção multicritério para realizar a comparação de diferentes opções de CMMS na área de serviços. Os autores utilizam o processo de hierarquia analítica (AHP<sup>18</sup>) para determinar a classificação dos fornecedores baseado nas notas de um ou mais avaliadores. A avaliação proposta leva em conta a presença de diferentes alternativas de software, diferentes cenários de aplicação (três empresas com perfis distintos) e estrutura hierarquicamente uma série de critérios quantitativos e qualitativos. O método permite demonstrar as diferenças na classificação das alternativas, bem como a confiabilidade do sistema de avaliação. Olson (2007) também utiliza métodos multicritérios para comparação de cenários no processo de seleção de um ERP.

Há também empresas de consultoria que apoiam o processo decisório de seleção de sistemas de informação com o uso de sistemas de suporte à decisão, permitindo o envolvimento de um maior número de fornecedores na fase de avaliação detalhada (Technology Evaluation Centers - TEC, 2008).

#### **2.3.4 Problemas no processo seletivo**

Algumas pessoas, incluindo especialistas, afirmam não ser possível selecionar o sistema corretamente na primeira tentativa (WIREMAN, 2008). Diversos problemas são listados pela literatura durante o processo seletivo, sugerindo a necessidade de entendê-los e considerá-los.

**Falta de apoio gerencial** (BAGADIA, 2006; WIREMAN, 2008): sem o apoio gerencial para fazer valer as mudanças de processo e a disciplina que o sistema exige, a qualidade do sistema será posta em dúvida. A indisponibilidade de orçamento para a aquisição da ferramenta pode demonstrar falta de aceitação ou comprometimento da administração. Eventual-

---

<sup>18</sup> AHP: *Analytic Hierarchy Process*

mente a área de TIC da empresa pode também não apoiar a iniciativa, gerando grandes dificuldades internas.

**Retorno sobre o investimento insuficiente** (BAGADIA, 2006): é preciso justificar financeiramente a compra do sistema.

**Falta de consenso** (BAGADIA, 2006; WIREMAN, 2008): divergências sobre a necessidade do sistema ou das funcionalidades que este deve contemplar. Os requisitos devem ser bem documentados, levando em consideração a necessidade de todas as áreas usuárias envolvidas.

**Falha na avaliação das necessidades atuais e futuras** (WIREMAN, 2008): não sómente a problemática atual, mas as possíveis situações futuras devem ser consideradas, tendo como base o planejamento estratégico da empresa.

**Falta de entendimento sobre os benefícios e funções do sistema** (BAGADIA, 2006): “esta empresa é muito pequena para o sistema” ou “não funcionará no nosso caso” são expressões que indicam esta situação.

**Falha na pesquisa de mercado por um bom sistema de manutenção** (WIREMAN, 2008): fornecedores de software podem ser acessados através de publicações comerciais. A lista inicial pode ser filtrada pela compatibilidade de *hardware*, por participação no mercado, consultando quais softwares empresas similares utilizam, ou através de consultorias.

**Falha na avaliação das qualificações do vendedor** (WIREMAN, 2008): é necessário que o vendedor possua as habilidades requeridas para a implementação do sistema. Poderão ser necessários conhecimentos para consultoria em manutenção, *software*, *hardware*, treinamento e documentação.

**Fracasso na tentativa anterior** (BAGADIA, 2006): nova tentativa deve ser feita.

## 2.4 Síntese da Revisão Bibliográfica

A Seção 2.1 (Manutenção Aeronáutica) discorre brevemente sobre a história da manutenção e a influência do surgimento da aviação nas práticas modernas de manutenção. Em seguida, apresenta-se a definição de manutenção e alguns de seus termos mais comuns. As características da regulamentação aeronáutica são apresentadas, seguidas pela estrutura que compõe o programa de manutenção aeronáutica mais aceito, sua evolução e principais concei-

tos. Como último tópico aparecem os principais processos de gerenciamento da manutenção, como o gerenciamento orientado a tarefas e seu processo elementar de execução. Percebe-se aqui uma carência de material acadêmico voltado aos processos de manutenção aeronáutica.

Já na Seção 2.2 (Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção), foram apresentadas e brevemente descritas as funcionalidades básicas de um sistema de gerenciamento de manutenção, bem como as diferenças de escopo dos sistemas CMMS e EAM.

Em seguida, na Seção 2.3 (Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção), introduz-se o principal tema desta pesquisa: o processo de seleção. Na definição do momento adequado para a escolha e implantação de um CMMS/EAM (Seção 2.3.1), duas ideias principais surgem: uma avaliação qualitativa e subjetivista, baseada nas respostas a certo grupo de perguntas sobre o estado atual da organização de manutenção e seus processos; e uma avaliação estratégica de maturidade da empresa em relação às melhores práticas de manutenção. Nesta, levam-se em consideração pré-requisitos organizacionais com os quais a implantação do CMMS/EAM seria facilitada.

Na Seção 2.3.2 (Justificativa), a principal contribuição é de Bagadia (2006), que propõe um extenso processo de investigação de problemas, objetivos, funcionalidades, benefícios, custos e economias atingíveis pela implementação de um sistema de manutenção *a priori* de todo o processo de seleção. Apesar de tornar o processo de seleção como um todo mais trabalhoso, é possível que a justificativa antecipada aumente as chances de a empresa exercer a compra do sistema selecionado, supondo que o ROI tenha sido aprovado antes do início da seleção propriamente dita.

A Seção (2.3.3) trata do processo seletivo propriamente dito. As referências foram organizadas em dez passos, desde a formação da equipe de seleção até o relatório final. Poucos autores descrevem com mais detalhes este processo (BAGADIA, 2006; PALMER, 2006; PETERS, 2006; WIREMAN, 2008). Os passos mais citados foram: formação da equipe de seleção; determinação dos objetivos (com diversas referências sobre a importância em transformar os processos atuais considerando as melhores práticas da manutenção); especificação de requisitos; busca por fornecedores; avaliação detalhada; e critérios de avaliação, indicando consenso sobre uma linha de trabalho principal. Os critérios de avaliação são particularmente variados: cada autor propõe uma forma de trabalho. Incluem-se também nesse passo referências sobre aplicação de métodos matemáticos de apoio à tomada de decisão (método multicritério utilizando processo de hierarquia analítica), bem como a opção do uso de sistemas de

informação para apoio ao processo de seleção de *software*. Apesar da atividade de análise ser consenso, a diversidade na sua forma de execução sugere campo para maiores estudos.

Por fim, foram listados problemas observados no processo seletivo (Seção 2.3.4). O conhecimento prévio desses pontos pode ser utilizado para fortalecer o planejamento dos trabalhos da seleção, de modo a mitigá-los.

Durante toda a Seção 2.3 (Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção), fica evidente a escassez de referências a empresas de serviços. Praticamente toda a literatura disponível sobre tais sistemas se dedica à manutenção industrial. Requisitos e problemáticas específicas da indústria de manutenção aeronáutica (MRO) não foram citados na literatura pesquisada.

A Tabela 2 resume os principais tópicos referenciados na literatura sobre o processo de seleção de CMMS/EAM e suas respectivas citações.

Tabela 2 – Resumo de citações por autor nos principais tópicos pesquisados.

	Bagadia (2006)	Wireman (2008)	Palmer (2006)	Peters (2006)	Sautter et al. (2008)	Canaday (2010)
<b>Momento adequado para a seleção</b>						
Resposta a perguntas qualitativas	✓	✓				
Verificação do grau de maturidade da empresa		✓				
<b>Justificativa</b>						
Formar equipe de investigação	✓					
Executar investigação	✓					
Análise financeira	✓					
<b>Processo seletivo</b>						
Formação da equipe de seleção	✓	✓	✓	✓		
Determinação dos objetivos	✓	✓	✓			
Transformação dos processos baseada em melhores práticas	✓	✓		✓	✓	✓
Identificação das alternativas para hardware	✓	✓				
Especificação dos requisitos do sistema	✓	✓	✓	✓		
Busca por fornecedores de CMMS/EAM	✓	✓	✓			
Triagem preliminar	✓		✓			
Avaliação detalhada	✓	✓	✓	✓		
Demonstração do sistema			✓	✓		
Visitas a empresas com o mesmo software				✓	✓	
Critérios de avaliação	✓	✓		✓		
Compilação e comparação	✓		✓			
Refinamentos	✓					✓
Relatório final			✓			
<b>Problemas no processo seletivo</b>	✓	✓				



### 3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Este capítulo descreve a metodologia adotada para a execução deste trabalho. Discorre-se sobre a classificação do trabalho (Seção 3.1), suas etapas e instrumentos de pesquisa (Seção 3.2) e apresenta-se o protocolo do estudo de caso (Seção 3.3), como apresentado na Figura 14.

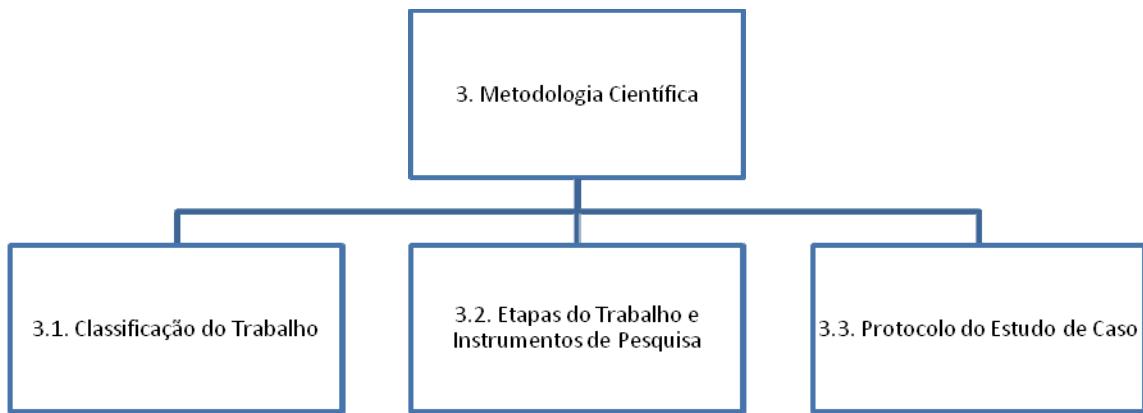


Figura 14 – Estrutura do capítulo de metodologia científica.

#### 3.1 Classificação do Trabalho

Este trabalho envolve a busca de conhecimentos práticos (*como ocorre*) orientados à solução de um problema específico (*seleção de sistemas de informação de gerenciamento de manutenção aeronáutica em empresas de MRO*). Dessa forma, quanto à sua natureza, classifica-se como *pesquisa aplicada* (SILVA; MENEZES, 2001).

A abordagem de pesquisa se utiliza de dados coletados em campo pelo próprio pesquisador, e por ele são descritos e interpretados. Estas características enquadram o trabalho como *pesquisa qualitativa* (SILVA; MENEZES, 2001). A impossibilidade de observar uma série de eventos do tipo em análise inviabiliza a utilização de pesquisa quantitativa como meio.

Como este trabalho, *pesquisas descritivas* objetivam a descrição de características de um fenômeno determinado (analisar como ocorre o processo de seleção de um CMMS/EAM em empresas de MRO). (SILVA; MENEZES, 2001).

Em se tratando de seus procedimentos técnicos, o trabalho envolve o estudo aprofundado de um caso específico de processo de negócio, sendo para tal utilizadas as técnicas de *estudo de caso* (SILVA; MENEZES, 2001).

## 3.2 Etapas do Trabalho e Instrumentos de Pesquisa

Esta seção referencia as etapas de execução do trabalho e seus respectivos instrumentos de pesquisa. São abordados a revisão bibliográfica, o estudo de caso e uma de suas principais ferramentas, o protocolo do estudo de caso.

### 3.2.1 Revisão bibliográfica

Apresentada no Capítulo 2, a revisão bibliográfica abordou os temas “Manutenção Aeronáutica” (Seção 2.1), “Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção” (Seção 2.2) e “Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção” (Seção 2.3). Visando compor uma base de referência para o estudo de caso, os principais passos citados para o processo de seleção foram resumidos na Seção 2.4 (Síntese da Revisão Bibliográfica).

### 3.2.2 Estudo de caso

Estudo de caso é considerado a estratégia de pesquisa preferida quando as questões a serem respondidas são “como” e “por quê”, o investigador possui pouco controle sobre os eventos e o objeto de estudo é um fenômeno contemporâneo da vida real (YIN, 2003).

A necessidade de estudos de caso emerge da busca pelo entendimento de fenômenos sociais complexos, pois permite a captura de características holísticas e relevantes de eventos da vida real, como ciclos de vida, processos gerenciais e maturação de indústrias (YIN, 2003).

Nesta etapa do trabalho são coletadas informações para análise. Uma única empresa será objeto de estudo. Para tal, são utilizados dois instrumentos de pesquisa:

**Entrevistas semiestruturadas:** particularmente adequadas para pesquisa de estudo de caso. Com esta abordagem, o pesquisador faz perguntas previamente determinadas, porém expressas de forma flexível. Durante a entrevista, eventuais pontos de interesse podem ser explorados pelo pesquisador (HANCOCK, 2006). Entre as vantagens de se utilizar entrevistas como instrumento de pesquisa estão o foco específico no tema estudado e a capacidade de coletar percepções de causalidade entre variáveis. Entretanto, estão sujeitas a inclinações pessoais devido à má formulação de perguntas ou a opiniões pessoais nas respostas, lembranças imprecisas do entrevistado e à refletividade deste (tendência do entrevistado a agradar o entrevistador com suas respostas) (YIN, 2003). Para elaborar as questões, utilizou-se como base

a síntese da revisão bibliográfica (Seção 2.4). A correlação entre a síntese e a composição das questões é documentada no Anexo 1, e o questionário em sua forma final é apresentado na Seção 3.3.3.

**Análise documental:** pesquisadores de estudos de caso frequentemente revisam documentos existentes dos quais extraem informações relacionadas à questão da pesquisa (HANCOCK, 2006). Devido aos pontos negativos das entrevistas, Yin (2003) considera sensato combinar as entrevistas com outras fontes de informação, tendo mesmo evidenciado o uso de múltiplas fontes de dados um dos princípios de coleta de dados para estudos de caso. Neste trabalho, são analisados documentos internos da empresa sobre processos de seleção de CMMS/EAM datados de até três anos do estudo. As vantagens dos documentos são a estabilidade e exatidão da informação ali contida e, além da sua origem ser independente do estudo de caso em andamento, seus registros podem cobrir uma série de eventos e informações relacionadas. Em contrapartida, seu conteúdo não é livre de opiniões tendenciosas, erros e incompletude. Ainda, o acesso a eles pode ser deliberadamente negado. Sugere-se, portanto, utilizá-los não como registros fiéis dos acontecimentos reais, mas como referências que apontem direções passíveis de investigação adicional (YIN, 2003).

Como estratégias de análise, são adotadas a descrição do caso estudado e a comparação do processo referenciado pela síntese bibliográfica aos dados levantados pelo estudo de dados e pela análise documental. A primeira estratégia está alinhada ao objetivo principal do trabalho: o entendimento de como ocorre o processo de seleção de CMMS/EAM na empresa de MRO estudada no presente caso. Já a segunda visa estabelecer um relacionamento entre os procedimentos apontados por autores diversos e sua presença na prática, possibilitando uma análise crítica mais aprofundada dos dados coletados, avaliar sua validade e completude e identificar possíveis lacunas no processo descrito. Finalizando o trabalho, as conclusões resultantes das análises são documentadas.

A Figura 15 resume os passos de execução do trabalho.



Figura 15 – Etapas do presente trabalho.

### **3.3 Protocolo do Estudo de Caso**

Visando elevar a confiabilidade do estudo de caso, foi elaborado um protocolo para guiar a execução da pesquisa. Sua existência tem em vista tornar o procedimento de trabalho auditável, de modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo através dos mesmos passos, minimizando a possibilidade de erros e inclinações pessoais (YIN, 2003).

#### **3.3.1 Visão geral do projeto**

##### ***Objetivo da pesquisa***

Este trabalho tem por objetivo analisar como uma empresa de serviços de manutenção aeronáutica (MRO) realiza a seleção de sistemas de informação para o gerenciamento de seus processos de manutenção (CMMS/EAM). Para tanto, deverão ser identificados os passos do processo seletivo de sistemas através de uma pesquisa bibliográfica com o tema principal “Seleção de Sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção”. Sua síntese servirá como referência na avaliação de um caso prático de seleção de tais sistemas em uma empresa do setor. Espera-se que este estudo possa ser utilizado para melhorar o processo de seleção de sistemas de gerenciamento da manutenção em empresas de MRO.

##### ***Objetivo do estudo de caso***

O estudo de caso tem por objetivo identificar como se dá o processo de seleção de sistemas CMMS/EAM em uma empresa de MRO utilizando entrevistas e análise documental. O processo deverá ser comparado com os passos identificados na revisão bibliográfica do tema, procurando identificar lacunas e possíveis sugestões de melhorias para o processo da empresa estudada. A identidade da empresa e o nome e cargo dos envolvidos na pesquisa serão mantidos em sigilo.

#### **3.3.2 Procedimentos de campo**

**Empresa/setor:** o estudo de caso deve ocorrer em uma empresa brasileira com atividades de manutenção aeronáutica (MRO).

**Unidade de análise:** a unidade de análise são os passos do processo seletivo levantados pela revisão bibliográfica.

**Entrevistados:** deverão ser entrevistadas pessoas que ocupam cargos de direção e gerência com envolvimento direto nos processos de manutenção ou TIC e que tenham influência na tomada de decisão sobre a escolha de um sistema de informação do tipo estudado.

**Fontes de evidência:** entrevistas semiestruturadas; relatórios de processos de seleção de CMMS/EAM datados de até três anos.

**Tipo de questionário:** questionário aberto.

**Tempo previsto:** as entrevistas não devem exceder duas horas.

### 3.3.3 Questões do estudo de caso

#### *Dados gerais*

Data da entrevista: \_\_\_\_\_

Pessoa entrevistada: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

#### *Pré-seleção*

1. De que maneira se pode identificar que a empresa precisa de um sistema de informação de gerenciamento de manutenção (CMMS/EAM)?
2. Uma vez que esse sistema é demandado, é relevante saber se a empresa está preparada para recebê-lo? Se sim, o que é considerado?
3. Quais são os fatores que indicam que indicam um momento adequado para a seleção e implementação de tal sistema? Há pré-requisitos? Quais?
4. Um processo seletivo de CMMS/EAM deve ser justificado em algum momento?  
Caso positivo:
  - a. Quais áreas são envolvidas na justificativa e qual é a responsável?
  - b. O que deve ser considerado e como se levantam os dados para a justificativa?
  - c. Em que parâmetros se embasam a justificativa?

***Processo seletivo***

5. Seria possível descrever, em linhas gerais, os passos que o processo de seleção deve cumprir?
6. Quais áreas são envolvidas no processo de seleção? Qual deve ser a responsável?
7. É considerada, em algum momento, a participação de agentes externos, como consultorias?
8. Como são definidos os objetivos da implantação do sistema de informação procurado?
9. Em algum momento devem ser consideradas alterações nos processos atuais? Se sim, quando? Que referências são buscadas para eventuais alterações?
10. O sistema selecionado define seu hardware ou o hardware existente/desejado restringe a escolha do sistema? Para hardware, entendam-se servidores, sistema operacional, infraestrutura de informática, computadores e outros dispositivos de acesso.
11. Como são definidas as funcionalidades que o sistema deve possuir?
12. Os requisitos devem ser diferenciados ou classificados por sua necessidade ou importância? Se sim, como?
13. Como se deve compor a lista inicial dos fornecedores e sistemas candidatos? Quando se pode considerá-la suficientemente completa para a seleção?
14. Seria relevante filtrar a lista inicial sob algum critério? Se sim, o que seria considerado? Quantos candidatos seria conveniente manter para a próxima fase?
15. No processo detalhado de avaliação, que critérios devem ser considerados?
16. Devem ser realizadas demonstrações presenciais do sistema? Se sim, O que elas devem avaliar?
17. Devem ser realizadas visitas a empresas com os sistemas candidatos em funcionamento? Se sim, O que deve ser avaliado?

18. Que método utilizar para a avaliação de cada critério? (pesos, escalas, notas e outros)
19. Após a avaliação individual, como se espera que os dados sejam consolidados para comparação?
20. Feita a comparação, existe ainda a necessidade de buscar mais informações ou realizar alguma atividade antes de dar a seleção por encerrada?

***Comunicação***

21. Como são registrados e divulgados os resultados ou informações finais do processo de seleção?

***Geral***

22. Existem problemas que podem ser enfrentados durante o processo seletivo? Se sim, quais?



## 4 ANÁLISES E RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

Este capítulo reúne o produto das análises das entrevistas e de documentos acessados ao longo do estudo de caso. Introdutoriamente, a empresa estudada é caracterizada (Seção 4.1). Na sequência, seu processo seletivo é descrito através dos instrumentos de pesquisa utilizados – entrevistas e análise documental – na Seção 4.2. A comparação do processo à síntese bibliográfica é realizada ao longo do texto. Essa estrutura é demonstrada na Figura 16.

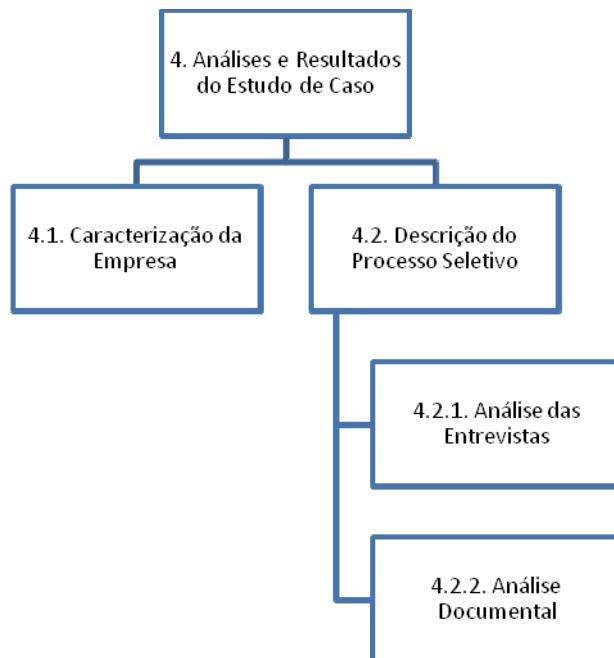


Figura 16 – Estrutura do capítulo de análises e resultados do estudo de caso.

### 4.1 Caracterização da Empresa

A empresa estudada é uma das principais organizações de MRO aeronáutico da América Latina. Localizada no Brasil, possui mais de mil funcionários diretos e atende a aeronaves comerciais de diversos portes – desde aeronaves turboélice, tipicamente aplicadas em aviação regional, às chamadas *Wide Bodies*<sup>19</sup>, utilizadas em trechos de longa distância, a exemplo de voos intercontinentais.

Além da manutenção direta em aeronaves, faz parte de seu portfólio de serviços o reparo e a revisão de diversos componentes aeronáuticos. Vinte oficinas com especializações específicas suportam essa operação, seja em suporte direto às aeronaves em manutenção no momento ou realizando a revisão de componentes majoritariamente originários das principais

<sup>19</sup> *Wide Body*: Aeronave de fuselagem larga.

empresas de transporte aéreo brasileiras. Seu volume de trabalho ultrapassa cem aeronaves atendidas anualmente, além da execução de quase cem mil serviços por ano em componentes. Suas operações existem há mais de dez anos.

No princípio de suas atividades, a execução das atividades de manutenção não contava com outro sistema de gerenciamento e controle senão fichas de tarefas impressas em papel. À medida que o trabalho era executado, o montante de fichas com informações das tarefas a serem executadas dava espaço à pilha de fichas preenchidas, representando as tarefas concluídas. O trabalho de sequenciamento era realizado intuitivamente por pessoas de grande experiência.

Mais tarde foram inseridos sistemas informatizados para controlar a execução dessas tarefas. Outros sistemas também foram surgindo para gerenciamento de estoques, atividades de engenharia, planejamento, programação, ferramentaria, entre outros, muitos deles desenvolvidos internamente e de modo descentralizado, através da utilização de softwares como aqueles presentes no pacote Office® da Microsoft. Alguns anos depois foi implantado um novo sistema de gerenciamento das atividades de manutenção, desenvolvido sob encomenda para as atividades dessa empresa. Após anos de desenvolvimento, suas funcionalidades nunca chegaram a ser completamente exploradas pelos usuários.

Nos últimos anos, a empresa vem reconhecendo a necessidade de unificar e integrar seus controles e sistemas de informação de gerenciamento da manutenção em um sistema de gestão corporativo, robusto, fornecido por uma empresa de mercado. A partir de então, iniciaram-se esforços para que o ERP presente na empresa absorva estas funções. Porém, até a data de execução deste trabalho, dezenas de pequenos e isolados sistemas de informação e controles paralelos ao sistema principal continuam existindo. Adicionalmente, requisitos importantes para o gerenciamento operacional se mantêm descobertos, o que impede o abandono dos controles paralelos.

Independente das ferramentas de gerenciamento disponíveis, a empresa tem crescido significativamente a cada ano, acompanhando o volume de trabalho demandado por seus clientes. Com isso, é cada vez mais relevante gerenciar de forma eficiente e eficaz a mão de obra disponível e a execução e serviços de variedade ascendente.

## 4.2 Descrição do Processo de Seleção de Sistemas de Informação para Manutenção

Esta seção descreve as análises e resultados do estudo de caso de cada instrumento de pesquisa utilizado.

### 4.2.1 Análise das entrevistas

Durante a atividade de entrevistas, foram ouvidas cinco pessoas da empresa estudada. O grupo contempla dois gerentes e dois diretores da área de manutenção e um gerente da área de TIC, todos com influência no processo de seleção de um sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção.

As entrevistas foram realizadas presencialmente. Foram aplicadas as questões listadas na Seção 3.3.3 deste documento (Questões do estudo de caso) e as respostas foram anotadas em tempo real utilizando o auxílio de um *notebook* equipado com o software *Microsoft Word®*. Elas tiveram duração observada de 1h05min a 1h56min (tempo médio de 1h26min), de modo que a duração máxima estipulada no Protocolo do Estudo de Caso (duas horas) foi respeitada.

Ao término de cada encontro, perguntou-se aos entrevistados sua opinião sobre o conteúdo, adequação e completude do questionário. Todos consideraram completo e alinhado ao tema proposto para a entrevista. Abaixo são apresentadas e discutidas as respostas para cada questão através de uma abordagem descritiva, comparando seu conteúdo com a revisão bibliográfica. Optou-se por seguir a sequência de passos apresentada na sua síntese (Tabela 2, página 49).

#### *Momento adequado para a seleção*

O processo referenciado tem início na origem da demanda por um sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção. Sugere-se responder a um grupo de perguntas qualitativas que podem indicar a necessidade ou relevância de tal sistema para a empresa (BAGADIA, 2006; WIREMAN, 2008). Para verificar este ponto, fez-se a seguinte questão: “*De que maneira se pode identificar que a empresa precisa de um sistema de informação de gerenciamento de manutenção?*”. Foram citados os seguintes aspectos:

**Conformidade:** foi citada duas vezes a possibilidade de a empresa estar passando por dificuldades em cumprir a lista completa (e complexa) de requisitos exigidos por autoridades

aeronáuticas. Este ponto é tido como crítico para as empresas deste setor, pois o não cumprimento de tais condições geram obrigações legais passíveis de pesadas multas, cassações de permissões ou mesmo fechamento da empresa. Problemas no controle de execução das tarefas de manutenção do programa de manutenção preventiva (conhecido como MPD – *Master Planning Document*), na composição de históricos, registros e documentos, robustez de controles, auditabilidade, são itens que podem vir a ser auxiliados por um sistema de informação adequado.

**Escalabilidade:** todos os entrevistados citaram o crescimento do volume de trabalho como possível necessidade de um novo sistema de informação. Com o desenvolvimento da empresa, o volume e a variedade de atividades pode evidenciar que as ferramentas atualmente disponíveis já não são adequadas. Atividades antes realizadas sem o auxílio de quaisquer ferramentas computacionais, algum programa simples ou desintegrado podem se tornar gargalos para a operação.

**Busca por eficiência:** a gestão da empresa pode não estar satisfeita com a produtividade observada da mão de obra, ou visar à redução do tempo de manutenção de aeronaves (conhecido como *downtime*). Os gestores podem estar se sentindo incapazes de programar as atividades de forma eficiente. A prática de *benchmarks* também foi apontada como meio de evidenciar a necessidade de um CMMS/EAM. Sugere-se que observar um concorrente obtendo vantagens competitivas por meio de uma ferramenta de TIC, com funcionalidades e práticas superiores ou mesmo inexistentes na empresa observadora, pode incentivar investimentos na área.

**Dificuldades em obter informações:** falta de unicidade, confiabilidade e segurança das informações foram apontadas como demandas típicas de melhorias para este tipo de sistema. A empresa pode estar empregando um número crescente de pessoas em trabalho administrativo sem retorno proporcional em confiabilidade ou velocidade da informação para decisões gerenciais. Essas limitações podem mesmo serem sentidas através da demora na tomada de decisões comerciais e estratégicas, limitando a capacidade competitiva de mercado da empresa.

**Planejamento Estratégico:** podem-se vislumbrar futuras limitações nas ferramentas e controles atuais, por exemplo, através de projeções de crescimento da empresa. Ela pode optar

por antecipar-se aos problemas e incluir no plano de investimentos em uma nova plataforma de sistemas de gerenciamento computadorizado.

**Dificuldades operacionais:** problemas como falta de indicadores operacionais (KPIs<sup>20</sup>), sensação de descontrole gerencial, risco de ruptura operacional foram citados como itens observáveis em uma identificação tardia desta necessidade.

Quanto à origem da demanda na empresa, citou-se somente a área usuária (geralmente em nível executivo, como o Diretor de Manutenção, ou mesmo o mais alto nível executivo disponível da área de manutenção, como um Vice-Presidente) como responsável por solicitar ou exigir um novo sistema.

Ainda neste tema, é referenciada a prática de verificar o grau de maturidade da organização de manutenção antes de partir para a seleção e implantação de um CMMS/EAM. A esse ponto foram direcionadas duas perguntas. “*Uma vez que esse sistema é demandado, é relevante saber se a empresa está preparada para recebê-lo? Se sim, o que é considerado?*” e “*Quais são os fatores que indicam que indicam um momento adequado para a seleção e implementação de tal sistema? Há pré-requisitos?*”.

Como respostas à primeira, todos os entrevistados concordam sobre a relevância da questão. Sugere-se considerar como parâmetros: o alinhamento da demanda com o planejamento estratégico da empresa e a prioridade que será dada para investimentos em sistemas de informação; nível de preparo dos usuários para uma mudança de sistema de informação; e principalmente o grau de adequação dos processos atuais às melhores práticas do setor.

Em relação aos processos, também se considera importante que os processos estejam bem definidos. Caso contrário, conflitos podem surgir durante a seleção e implantação do sistema. De um modo geral, espera-se que os sistemas de informação de mercado refletem as melhores práticas do setor. Em relação a isso, os executivos da empresa precisam estar preparados para responder à questão, em termos de processos: *a empresa se adapta ao sistema ou o sistema se adapta à empresa?* Uma das respostas sugeriu três possíveis estratégias: selecionar um sistema que exija o mínimo de esforço da empresa em adaptação; buscar alterações de processos nas melhores práticas do mercado antes da implantação de um sistema; adquirir um produto que traga processos já experimentados e provados por outras empresas do setor e implantá-los. Conforme o relato, a última mudança de sistemas vivida pela organização seguiu a

---

<sup>20</sup> KPI: Key Process Indicator

primeira opção baseada na crença de que os processos eram eficientes. Mais tarde reconheceu-se o ato como um erro.

Independentemente da alternativa, os executivos devem ter ciência de que pode ser necessário quebrar paradigmas atuais e alterar significativamente a forma de trabalho para permitir que melhorias sejam atingidas. Indica-se como seu dever a disposição aos desafios de gestão da mudança cultural.

Cita-se, porém, que na prática a empresa nunca estará totalmente preparada e receptiva para este tipo de projeto. Haverá sempre desalinhamentos das práticas da empresa em relação às de mercado. Alguns processos podem não ser executados de forma estruturada, especialmente aqueles que não são hoje respaldados por sistemas de informação.

Já na segunda pergunta, comenta-se a igualmente inexistência de um momento totalmente adequado para a seleção e implantação de um CMMS/EAM. O pré-requisito citado por três dos quatro entrevistados é a clara definição dos processos e sua proximidade às melhores práticas do setor, porém não são explicitados quais são pré-requisitos. A resistência à mudança cultural é citada como um fator que não deve ser tratado como impeditivo para o projeto. Uma vez dominados os processos, os responsáveis da área de manutenção devem sinalizar à empresa o momento adequado para a implementação.

Em comparação à bibliografia revisada, o item *conformidade* é tido como de grande destaque e importância pelos entrevistados, na revisão não foram encontradas referências a ele. Essa particularidade confirma a expectativa do pesquisador, dado que o setor de MRO é fortemente regulado e exposto a frequentes auditorias. Em contrapartida, não foram citados na entrevista itens relacionados a problemas no fornecimento de suprimentos e materiais ou controles de custos de manutenção como motivos para se buscar um sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção.

Quanto à verificação da maturidade da empresa, os entrevistados se alinham à bibliografia quanto à necessidade de maturar os processos antes da implantação de um sistema de informação que os gerencie. Entretanto, as refere-se aos processos de forma ampla, sem que possa ser possível determinar pré-requisitos claros.

### ***Justificativa***

Para avaliar a forma com que se justifica a seleção do sistema, a pergunta “*Um processo seletivo de CMMS/EAM deve ser justificado em algum momento?*” foi realizada. Todos os entrevistados responderam positivamente, mostrando alinhamento à bibliografia. Dentre os comentários em relação a essa necessidade, destacam-se: a expectativa de alto custo do projeto e a obrigação de quantificá-lo, bem como a complexidade do projeto e o esforço organizacional; a tarefa de comunicar aos executivos da empresa sobre a necessidade levantada juntamente a seus motivos, entre eles demonstrar por que o sistema atual não mais atende a empresa (nem todos podem estar cientes das necessidades operacionais); obter o comprometimento dos executivos com o projeto, tanto financeiramente (garantir a verba para a execução do projeto) quanto organizacionalmente (apoio vertical para as mudanças estruturais, culturais processuais que venham a ser necessárias).

O tema *conformidade* aparece novamente em destaque: pode haver situações em que a obrigação em atender aos requisitos legais suplante os parâmetros de retorno financeiro na justificativa do projeto, porém a existência demonstrada de valor econômico é vista como de grande valia para a argumentação. Por fim, o processo seletivo só deve ter início se a empresa aprovar a implantação de todo o projeto.

Ainda neste tema, dirigiram-se três perguntas aos respondentes. A primeira, “*Quais áreas são envolvidas na justificativa e qual é a responsável?*” visou analisar a referenciada formação de uma equipe de investigação para a justificativa. Em relação à responsabilidade, todas as respostas referenciaram os gestores da área de manutenção como os líderes dessa tarefa. Justifica-se isso, em consonância com a literatura, pelo fato de que a área de manutenção é a única conhecedora capaz de estruturar a argumentação qualitativa e quantitativa do projeto.

No que diz respeito às áreas envolvidas, há divergências de opinião: apesar de todos concordarem sobre a participação de todas as áreas operacionais atingíveis pelo sistema (mesmo que indiretamente), um entrevistado diz ser desnecessária a participação de representantes de TIC como acompanhamento técnico ao processo. Tratando-se da formação da equipe de investigação: é consenso a definição de uma pessoa para integrar as demandas de todas as áreas. Sugere-se para isso uma pessoa da área de projetos da manutenção, sem vínculo operacional. Uma pessoa é definida como o principal beneficiário e futuro responsável pelas consequências da operação do sistema, o Diretor de Manutenção. A quantidade de pessoas

envolvidas também é considerada importante: quanto mais colaboração, menor a chance de não considerar algum item na justificativa.

Chama-se a atenção a um erro tido como comum na composição desse grupo: a prática de nomear como *representantes não representativos*. Escolhem-se justamente aqueles que são dispensáveis de sua rotina, visando minimizar o impacto de sua ausência na atividade operacional. Apesar do sacrifício em curto prazo, apenas os melhores funcionários poderão tomar as melhores decisões em longo prazo para a empresa.

A segunda pergunta do tema, “*O que deve ser considerado e como se levantam os dados para a justificativa?*”, objetivou analisar a execução da investigação na fase de justificativa. Sobre como proceder com o levantamento, foram citados por um dos entrevistados: mapear o estado atual do processo (cenário *as is*); identificar os problemas e pontos de melhoria; quantificar volumes de trabalho, fluxos de informação; projetar o estado futuro dos processos (cenário *to be*); calcular os benefícios monetários de cada mudança.

Este *modus operandi* se aproxima bastante daquele referenciado pela Figura 11 (página 37), a qual sugere a definição dos benefícios através da relação direta entre, nesta ordem: problema, objetivo, funcionalidade, benefício. Difere o observado, porém, no mapeamento do cenário *as is* (a literatura inicia este processo com a identificação dos problemas). Os objetivos do projeto estão implícitos na definição do cenário *to be*. Os demais foram alusivos sobre esse processo.

Em se tratando dos itens a serem considerados, foram referidos: necessidades de atualização tecnológica dos processos; melhorias nos controles gerenciais da empresa (custos, históricos de manutenção); busca por eficiência operacional; melhorias na cadeia de suprimentos; aderência dos requisitos de negócio e técnicos da empresa; conformidade a requisitos aeronáuticos, contratuais (exigibilidades de *Lessors*<sup>21</sup>), contábeis, trabalhistas e de governança (SOX<sup>22</sup>); disponibilidade de informações para tomada de decisão em diferentes áreas da empresa; avaliação de riscos; custos do projeto (*hardware, software*, treinamento, funcionários envolvidos); ganhos financeiros diretos (redução de ciclo de caixa<sup>23</sup>, aumento de giro de in-

---

<sup>21</sup> *Lessor*: termo em inglês que designa o arrendador de um bem, neste caso aeronaves e componentes. O contrato com o *lessor* pode incluir termos e obrigações que condicionam a devolução do ativo arrendado no final do contrato. Muitos desses itens estão relacionados a atividades de manutenção e sua documentação.

<sup>22</sup> SOX: Lei Sarbanes-Oxley. O cumprimento à SOX é um requisito norte-americano para quaisquer empresas que desejam abrir ou manter capital em bolsas de valores dos Estados Unidos.

<sup>23</sup> Ciclo de caixa: tempo decorrido entre o dispêndio em matéria-prima e o recebimento pela prestação do serviço. Durante esse período, os recursos da empresa estão imobilizados como capital de giro.

ventário<sup>24</sup>). Como meios para a execução dessa tarefa, menciona-se a busca por: históricos operacionais; tendências de resultados atingidos; identificação de gargalos nos processos; não conformidades encontradas em auditorias. Sugere-se que os levantamentos sejam executados com a participação direta de cada área.

A terceira e última pergunta desse tema, “*Em que parâmetros se embasam a justificativa?*”, tem por fim descrever as considerações realizadas para a tomada de decisão da empresa.

Para um dos entrevistados, os principais parâmetros de decisão da empresa são: retorno sobre o investimento (ROI); alinhamento do projeto com a imagem da empresa; alinhamento do projeto com a estratégia da empresa; conformidade.

Para o primeiro item, são considerados, da mesma forma que a bibliografia (BAGADIA, 2006), os dados quantitativos de custos do projeto, suas reduções de custos e os potenciais de aumento de receita. Três pessoas apontam como alternativa ao ROI o uso do VPL<sup>25</sup> como parâmetro de análise financeira. O ROI ou VPL deve englobar todas as considerações quantitativas monetizadas, como reduções de custos, aumento de receita e investimentos (custos do projeto).

O segundo e o terceiro itens são dimensões estratégicas que refletem o posicionamento de mercado e os objetivos de longo prazo da empresa. O quarto item deve destacar as não conformidades enfrentadas pela empresa em auditorias internas e externas e evidenciar seus potenciais riscos à companhia. Em certos casos, autoridades podem vir a suspender suas atividades ou mesmo cerrar a empresa por desviar-se de requisitos legais, justificando projetos sem que se demonstre um ROI adequado ou VPL positivo.

Sugere-se também a argumentação complementar através de parâmetros intangíveis, como a qualidade da informação e outras vantagens operacionais dificilmente quantizáveis. Respondendo a perguntas posteriores, todos os entrevistados reconheceram a necessidade de se definirem os objetivos da implantação ainda nesta fase, a fim de embasar as demais etapas de seleção do sistema.

---

<sup>24</sup> Giro de inventário: número de vezes que o inventário (estoque) é movimentado por ano, em termos de valor financeiro.

<sup>25</sup> VPL: Valor Presente Líquido.

Em comparação à revisão bibliográfica, a tarefa de justificativa é razoavelmente bem argumentada pelos entrevistados, superando-o no detalhamento da importância da argumentação qualitativa e da conformidade legal, a qual emerge como parâmetro de decisão claramente importante para a indústria de MRO. Entretanto, somente um entrevistado demonstrou uma visão clara parecida com ao relacionamento entre problemas, objetivos, funcionalidades e benefícios exposto por Bagadia (2006).

### **Processo seletivo**

O seguinte grupo de questões se refere aos passos de execução da seleção do sistema de informação. Como sua sequência foi estruturada com base em uma referência de procedimentos, adicionou-se a seguinte questão inicial: “*Seria possível descrever, em linhas gerais, os passos que o processo de seleção deve cumprir?*”. Sua precedência objetivou coletar a visão inicial dos entrevistados sobre o tema antes que as perguntas específicas pudessem gerar tendências em suas respostas. A lista abaixo as demonstra de modo simplificado:

#### **Entrevistado 1**

- Identificação dos candidatos através de eventos do setor, revistas especializadas, visitas a outras empresas e, principalmente, consultas a pessoas de outras empresas do setor através de redes de contatos pessoais;
- Identificar principais clientes de cada opção;
- Contatá-los buscando levantar virtudes e problemas de cada sistema e a opinião comparativa entre o sistema atual e o anterior e outros existentes no mercado.

#### **Entrevistado 2**

- Definição dos objetivos do projeto;
- Definição do tipo de ferramenta desejada;
- Levantamento dos possíveis fornecedores; comunicá-los da lista de requisitos vi-sada, possivelmente realimentando-a com novos conhecimentos cedidos dos pró-prios fornecedores nesta fase;
- Escolha do sistema;
- Definição de custos e prazos.

#### **Entrevistado 3**

- Mapeamento dos requisitos de negócio;

- Mapeamento dos requisitos técnicos;
- Desenho da arquitetura da solução proposta;
- Análise de riscos do projeto;
- Envio de Solicitação de Informações (RFI<sup>26</sup>) aos fornecedores;
- Análise das respostas às RFIs considerando: aderência aos requisitos; análise qualitativa;
- Visitas a atuais clientes;
- Apresentação presencial do *software*;
- Avaliação de prós e contras de cada opção;
- Classificação dos candidatos;
- Solicitação e análise de Propostas Comerciais (RFP);
- Apresentação de conclusões.

#### **Entrevistado 4**

- Identificação dos requisitos;
- Busca entre as opções de mercado àquelas que atendam à maioria dos requisitos;
- Conversa com atuais clientes dos melhores fornecedores, visando entendimento sobre a adequação dos sistemas aos processos;
- Composição de matriz de decisão evidenciando critérios eliminatórios;
- Classificação final.

#### **Entrevistado 5**

- Criação de grupo de avaliação;
- Levantamento amplo de fornecedores no mercado;
- Entendimento do produto oferecido por cada fornecedor;
- Comunicar aos fornecedores os requisitos da empresa;
- Realizar visitas a atuais clientes de cada opção, visando observar os sistemas na prática e obter opinião inicial sobre cada um;
- Refinar o escopo de funcionalidades considerando as informações coletadas até então;
- Solicitar Proposta Comercial (RFP);
- Efetuar a escolha.

---

<sup>26</sup> RFI: *Request for Information*

As opiniões individuais revelam falta de consenso sobre os passos a serem cumpridos durante a seleção. Esse fato pode ser influenciado pela baixa frequência em que esse evento ocorre. Mesmo o entrevistado com mais tempo de carreira (mais de vinte anos) presenciou poucas implantações de sistemas de gerenciamento de manutenção. Adicionalmente, a experiência adquirida por envolvimento direto na atividade de seleção tende a ser bastante restrita, salvo o gerente de TIC. A comparação à literatura até esse ponto é impraticável, pois não há padrão observável entre as respostas.

### **Formação da equipe de seleção**

A partir de então, foram realizadas perguntas específicas a cada um dos passos descritos pela literatura. Ao primeiro deles (formação da equipe de seleção), perguntou-se: “*Quais áreas são envolvidas no processo de seleção? Qual deve ser a responsável?*”. Quanto à responsabilidade, as opiniões são diversas. Dois entrevistados defendem a condução do processo por uma área relacionada à manutenção, porém sem vínculo operacional direto. Esta estratégia evitaria a polarização de interesses por uma área específica, além de mitigar abandono, demora ou baixa qualidade no processo seletivo devido à disputa de prioridade com tarefas operacionais. Outro entrevistado defende a não definição de um responsável específico, devendo ser mantido um comitê com distribuição igualitária de poderes e responsabilidades. Uma terceira postura definida foi ter como líder o gerente que seja o principal cliente do sistema de informação (a exemplo do Gerente de Manutenção), por sua natural responsabilidade ante os processos de manutenção. Por último, considerou-se a contratação de uma consultoria para conduzir todo o processo, utilizando como justificativa o posicionamento explicitamente neutro de um agente externo, desde que seja garantida sua independência comercial ou financeira de quaisquer possíveis candidatos.

Sobre este ponto, a literatura indica apenas a necessidade de o processo ser liderado pela área usuária, sem explicitar um responsável específico. O único posicionamento desalinhado a esses termos seria a presença de uma consultoria como condutor do processo (essa discussão será retomada na pergunta seguinte). A diversidade de opiniões evidencia a necessidade de um planejamento previamente acordado para que os resultados sejam posteriormente legitimados. O uso de uma autoridade não reconhecida pelos gestores da manutenção eleva os riscos de questionamentos e resistências ao resultado do processo seletivo.

Quanto às áreas participantes da seleção, foram citadas: todas as áreas envolvidas direta e indiretamente à manutenção, TIC, Compras (negociação comercial e contrato do projeto).

Entende-se que o papel de TIC deve ser de apoio, especialmente em termos técnicos (infraestrutura de informática, arquitetura de sistemas). Um entrevistado conceitua a influência da área: ela deve determinar os limites técnicos às opções da equipe de seleção (poder de voto), mas não influenciar suas escolhas (poder de voto).

Um único entrevistado destoa desse padrão, sugerindo que um grupo restrito, em posse das solicitações e necessidades de cada área, execute o processo completo de seleção. Ademais, ressalta-se que a amplitude representativa inibe a seleção tendenciosa, polarizada por interesses de uma ou poucas áreas, além de dificultar a possibilidade de haver corrupção na escolha.

Comparando à literatura, os entrevistados não são explícitos na enumeração individual das áreas correlatas, porém subentende-se, dada a estrutura funcional da empresa, a participação dos principais setores citados na literatura (engenharia, manutenção, TIC, compras, vendas, almoxarifados, gerenciamento de materiais, planejamento da manutenção). Entretanto, outros não são relacionáveis: contabilidade, marketing, recursos humanos, futuro administrador do sistema.

Complementarmente adicionou-se ao tema de formação da equipe de seleção a pergunta: “*É considerada em algum momento a participação de agentes externos, como consultorias?*”. Três dos cinco entrevistados negam a necessidade do uso de consultorias no processo seletivo. Apenas um, conforme discutido na questão anterior, utiliza-as como principal agente da seleção. São pontualmente citados seu uso para capacitar a equipe da empresa com métodos adequados de seleção e para mapeamentos e definições de melhorias e alterações de processo, ambos na fase de pré-seleção.

Além dos cuidados com a idoneidade e independência da consultoria, indica-se buscar aquela com experiência no trabalho proposto, e cuidar para que ela não tome decisões pela empresa. Essa prática está bem alinhada com as orientações observadas na bibliografia.

### **Determinação dos objetivos**

Sobre a determinação dos objetivos do projeto (próximo passo da literatura), perguntou-se “*Como são definidos os objetivos da implantação do sistema de informação procurado?*”. Quatro dos cinco entrevistados utilizariam necessariamente os objetivos utilizados como premissas para a justificativa do projeto. Como meios de defini-los, citaram-se: dinâmicas de grupo internas (*brainstorm*); auxílio de consultorias de processos; estudo das funcionali-

lidades disponíveis nos dos sistemas de informação de gerenciamento de manutenção de mercado; *benchmarks* nas principais empresas do setor; revistas especializadas; eventos do setor; conversas com pessoas de outras empresas (rede de contatos pessoal); práticas sugeridas e requisitos normativos de autoridades (ANAC, IATA, ICAO); literatura específica; mapeamento de processos e requisitos; desenho de processos futuros. Para um dos entrevistados, a implantação de um sistema de informação precisa ser encarada como meio para atingir um objetivo maior, não como o fim em si.

Durante a definição dos objetivos, uma prática fortemente recomendada pela literatura é a transformação dos processos baseada nas melhores práticas da indústria. Perguntados “*Em algum momento devem ser consideradas alterações nos processos atuais? Se sim, quando? Que referências são buscadas para eventuais alterações?*”, a resposta positiva é unânime, como já havia ficado evidente em respostas anteriores. Destacam-se os comentários de que na indústria de aviação a inovação é necessária. Grandes empresas mundiais foram à falência nas duas últimas décadas, superadas por seus concorrentes. Dentre elas, foram lembradas as brasileiras Transbrasil, VASP e Varig.

Em outra nota, sugere-se como de grande importância considerar o futuro crescimento da empresa na avaliação dos processos. Entende-se que pode levar muito tempo entre a justificativa do projeto e sua efetiva disponibilização ao uso, e é esperado que se mantenha em operação durante vários outros anos. Desse modo, os processos atuais e a seleção do sistema devem considerar o dimensionamento e desafios de negócio futuros das operações.

Comenta-se também que não se deve aceitar que o funcionamento nativo do sistema dite unilateralmente o modelo futuro dos processos da empresa. Em um setor tão complexo como o de MRO, os fluxos de processo são bastante particulares para cada organização. As alterações podem vir a ser traumáticas no nível operacional, e a responsabilidade pela segurança e confiabilidade das aeronaves e componentes mantidos por um MRO não podem ser jamais esquecidas. Entretanto, admite-se a inerência da mudança de processos para qualquer projeto de sistema de informação, sendo factível adaptá-los. Lembrou-se também que antecipar as transformações de processos e adequações às melhores práticas pode facilitar a seleção e implantação do sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção.

Observa-se aqui consenso com a teoria quanto às práticas e fontes de informação para a definição dos objetivos da implantação de um CMMS/EAM.

### **Identificação das alternativas para hardware**

A pergunta seguinte se referiu à relação de importância entre *software* e *hardware*: “*O sistema selecionado define seu hardware ou o hardware existente/desejado restringe a escolha do sistema?*”. Todas as respostas determinam a escolha primariamente em função do sistema e suas funcionalidades. A determinação do *hardware* (servidores, sistema operacional, infraestrutura de informática, computadores e outros dispositivos de acesso) é vista como secundária: seu custo tem se reduzido a cada ano; possui alta obsolescência. Entretanto, três entrevistados reconhecem sua influência indireta no processo de seleção através de sua influência no custo total de implantação. A exigência de demasiados investimentos em infraestrutura de informática podem vir a desclassificar um candidato com bons atributos funcionais.

### **Identificação das alternativas para hardware**

Tratando da especificação dos requisitos do sistema, fez-se a questão: “*Como são definidas as funcionalidades que o sistema deve possuir?*”. Novamente, opiniões diversas foram colhidas. Em uma delas, a definição das funcionalidades é feita a partir das apresentações iniciais de cada candidato. A partir das possibilidades e restrições do sistema em mãos seria determinado o pacote de funções solicitado pela empresa. Dois entrevistados se alinham à proposta de Bagadia (2006): processos são analisados; problemas são identificados; melhorias são propostas (presente em uma entrevista); funcionalidades necessárias são determinadas. Outra forma de trabalho seria: definição do escopo do projeto; identificação das áreas de negócio envolvidas; seleção dos processos de maior importância; análise e detalhamento de requisitos.

As duas últimas não são mutuamente exclusivas: a segunda descreve uma estruturação hierárquica de análise de diversas áreas, enquanto a primeira detalha uma estratégia de execução da análise de requisitos, que poderia ser repetida para cada processo. Comenta-se ainda sobre a importância do trabalho em grupos para o levantamento dessas informações, visando beneficiar a empresa de modo holístico, procurando evitar otimizações localizadas em detrimento de outras áreas de negócio. Fala-se ainda da importância de comunicar os requisitos de forma clara, além de evitar itens esdrúxulos ou demasiadamente restritivos: é preciso manter o foco sobre os aspectos realmente relevantes do negócio.

Quanto à classificação de importância dos das funcionalidades (questão “*Os requisitos devem ser diferenciados ou classificados por sua necessidade ou importância? Se sim, como?*”), foram indicadas as seguintes formas: itens mandatórios (relacionados à conformidade

legal dos processos), requisitos de negócio e itens desejáveis; itens mandatórios destacados e demais itens classificados por pesos em função de impacto em benefícios ou criticidade funcional (consequência à empresa na falha de uma função). Comenta-se também o cuidado para que a classificação não seja restritiva em demasia (quase todos os itens serem mandatórios, por exemplo), pois se corre o risco de eliminar todos os candidatos. Deve haver consenso sobre o que é de fato necessário e desejado pela empresa.

A primeira das duas formas de classificação sugeridas (itens mandatórios, requisitos de negócio e itens desejáveis) é diretamente comparável à proposta de Bagadia (2006): mandatórios, necessários e desejáveis, sendo o primeiro grupo eliminatório. A segunda forma também é útil e pode ser utilizada complementarmente. Seu benefício será revisitado mais à frente.

### **Busca por fornecedores de CMMS/EAM**

Tendo as funcionalidades requisitadas claramente definidas e classificadas, o próximo passo referenciado é a busca por fornecedores de CMMS/EAM no mercado. A questão “*Como se deve compor a lista inicial dos fornecedores e sistemas candidatos? Quando se pode considerá-la suficientemente completa para a seleção?*” avalia essa tarefa. As opiniões incluem a pesquisa de mercado dos produtos existentes através de: revistas e outras publicações especializadas em MRO e TIC aeronáutico; utilização de rede pessoal de contatos (perguntas a amigos que trabalham em outras empresas do mesmo setor); eventos do setor; conhecimento prévio da equipe de seleção; indicações de outras pessoas da empresa. Pode-se buscar identificar aqueles considerados os melhores ou com maior participação no mercado, especialmente entre as principais empresas de MRO do mundo.

Como critério de suficiência a esta fase sugeriu-se a escolha de no mínimo cinco ou seis candidatos. Um entrevistado considera que a listagem inicial deve ser irrestrita, com a máxima participação possível. Já os demais indicam que uma quantidade muito grande não traz mais benefícios que trabalho para a seleção. Dois deles apontam como dez candidatos como um limite máximo adequado.

A literatura sugere um máximo de 10 a 12 candidatos, com o cuidado de selecioná-los com um mínimo de adequação. Dentro desses termos, as ideias propostas pelos entrevistados superam aquela em detalhamento, determinando também um mínimo de participantes e buscando informações como reconhecimento e participação de mercado. Como os fornecedores

de sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção para MRO são bastante restritos em comparação aos de manutenção em geral, o máximo de dez candidatos iniciais garante a participação de todos os sistemas relevantes desse mercado.

### **Triagem preliminar**

A sequência referenciada traz a triagem preliminar como o próximo passo. Questionou-se se “*Seria relevante filtrar a lista inicial sob algum critério? Se sim, o que seria considerado? Quantos candidatos seriam convenientes passar para a próxima fase?*” e a opinião comum é fazê-lo. Citam-se como critérios dessa triagem: grau de desenvolvimento ou maturidade do sistema; quantidade de clientes; reputação de mercado (histórico do fornecedor) e idoneidade; experiência em projetos de mesmo porte; lastro (solidez financeira); suporte pós venda; conhecimento do mercado de MRO. Até aqui, a avaliação foca mais o fornecedor que o produto. Indicam-se também critérios específicos à solução, como a presença de requisitos mandatórios ou de alta criticidade (critérios eliminatórios) e o valor de investimento, que pode ainda não estar disponível até esse ponto. Considera-se relevante estar ciente de que as informações cedidas pelos fornecedores podem conter inverdades. É relevante se manter cético e procurar complementar ou cruzar informações de diferentes fontes, extrapolando o conteúdo de apresentações comerciais.

É possível também conferir requisitos gerais de arquitetura, como a possibilidade de integração de certas funções com sistemas já existentes na empresa, em especial o ERP corrente. As principais funções passíveis de conflitos são o controle contábil e financeiro (dada a complexidade dos sistemas contábil e tributário brasileiro, provavelmente já configurados no sistema atual) e o sistema de controle de inventário e compras (dados seu volume e criticidade em caso de falha na migração de saldos de estoque).

Há relatos de empresas de MRO que passaram por grandes instabilidades ou suspensões completas de sua operação por até três meses após uma migração de sistema, arriscando sua existência frente a autoridades, portanto existe resistência contra cenários que incluem a troca do sistema que gerencia esses processos. Em contrapartida, alguns sistemas perdem funcionalidades relevantes quando módulos originais não são utilizados, especialmente na área de controle de inventários. Essas situações precisam ser analisadas com cautela.

A quantidade de candidatos classificados para a avaliação detalhada e sua combinação é citada como estratégica para a posterior negociação. Os participantes da lista reduzida (co-

nhecida como *short list*) devem ser equiparáveis em porte e capacidade competitiva, caso contrário a competição pode ser polarizada por parâmetros comerciais. São citados três ou quatro integrantes como números razoáveis para a *short list*.

Em relação à literatura, não foram citados a verificação de *hardwares* compatíveis. Os critérios de corte avaliados nessa fase foram comparativamente complexos (refere-se apenas o cumprimento da maioria dos itens mandatórios). Destacou-se nas entrevistas a presença do componente de estratégia de negociação comercial na composição da *short list*. Seu tamanho é compatível com as referências (três ou quatro; três a cinco).

### **Avaliação detalhada**

Em seguida, a pergunta “*No processo detalhado de avaliação, que critérios devem ser considerados?*” buscou levantar informações sobre a fase de avaliação detalhada dos candidatos finalistas. Citou-se: análise de requisitos técnicos (com apoio especial da área de TIC); análise de requisitos funcionais; apresentação presencial; avaliação qualitativa (usabilidade, clareza e concisão da proposta, capacidades do fornecedor); valor do investimento e custos; suporte à operação; transferência de conhecimento (para utilização, parametrização e suporte básico); tempo de implantação; plano de desenvolvimentos futuros; impacto operacional (benefícios, adaptações necessárias).

Sugere-se ainda a monetização dos critérios, porém nem todos têm consequências financeiras. Essa estratégia poderia acabar limitada aos impactos operacionais. Poderia haver uma matriz de avaliação, e cada membro da equipe de seleção daria uma nota por critério.

A atividade de demonstração presencial do sistema também foi conferida (“*Devem ser realizadas demonstrações presenciais do sistema? Se sim, O que elas devem avaliar?*”). Todos os entrevistados citam como parte essencial do processo seletivo. Dois deles explicitam a necessidade do alinhamento prévio da apresentação: tanto os participantes da empresa quanto o fornecedor devem conhecer sua pauta e os objetivos específicos, a ser focada em pontos críticos, requisitos e dúvidas. Além da apresentação *in loco* das funcionalidades (e a avaliação de seu alinhamento aos requisitos solicitados), são considerados relevantes os critérios de usabilidade, adaptabilidade da ferramenta aos processos da empresa, segurança da informação (restrições por perfil de acesso) e gerenciabilidade dos processos através do sistema (seus relatórios, acessos à informação e análises são suficientes para gerenciar os processos?). Segundo um dos entrevistados, cada área deve gerar sua própria avaliação.

A prática de visitas a empresas com o mesmo sistema (“*Devem ser realizadas visitas a empresas com os sistemas candidatos em funcionamento? Se sim, O que deve ser avaliado?*”) também é unanimidade, e é vista como um dos principais meios de validar a argumentação do fornecedor sobre seu produto. Ao contrário das apresentações presenciais, poucas pessoas têm a oportunidade de participar de cada visita, dado que raramente um de seus clientes abrirá suas portas a um concorrente direto do mesmo país ou ainda do mesmo continente. Dada a especificidade do sistema para o setor de MRO, também não é possível observá-lo em operação em empresas de outros setores, como seria possível para um sistema de manutenção industrial. A possibilidade desses *benchmarks* depende geralmente da rede de contatos da alta gestão da empresa ou do fornecedor.

Esses eventos podem, portanto, consumir orçamento elevado, e os poucos representantes da equipe de seleção terão maior responsabilidade em coletar informações. Sugere-se que eles sejam profundos convededores dos requisitos; a composição prévia de um questionário para as visitas de modo a permitir comparabilidade entre cada visita; e a composição de um relatório para registrar e comunicar as observações realizadas. Dois entrevistados ainda aconselham evitar a participação do fornecedor nas visitas, pois o usuário pode se sentir constrangido e não repassar informações importantes, como críticas e reclamações.

A partir das entrevistas, identificam-se dois grupos distintos de interesses nas visitas: para o pessoal de TIC, interessam a forma com que foi conduzida a implantação; prováveis riscos ou pontos de atenção; o relacionamento com o fornecedor; as estratégias que foram adotadas para saneamento e migração de dados; os principais problemas enfrentados ao longo do projeto. Para as áreas usuárias, são mais relevantes os problemas e as dificuldades rotineiras do sistema implantado; a percepção e o grau de satisfação do usuário e da empresa sobre a ferramenta. Após a visita, a equipe pode avaliar se a empresa conviveria com os problemas observados ou mesmo procurar formas de evitá-los.

A pergunta focada na forma de avaliação dos critérios (“*Que método utilizar para a avaliação de cada critério? (pesos, escalas, notas e outros)*”) levantou distintas possíveis formas de trabalho. Os pontos em comum são: a composição de uma matriz de avaliação (requisitos *versus* critérios); a definição de pesos para ponderar a importância de cada requisito; a participação de todas as áreas, cada qual contribuindo com a sua avaliação de cada requisito.

Um entrevistado comenta que não precisa haver regra específica: a avaliação de cada projeto pode ter sua estruturação particular. Ainda assim, são citados os seguintes estilos de

julgamento: no primeiro, o fornecedor se autoavalia, com um valor de 0 a 3 para cada requisito, sendo: 0 – não pretende atender; 1 – pretende atender no futuro; 2 – atende com ressalvas; 3 – atende totalmente. Na sequência, os integrantes da equipe de seleção o reavaliam durante a apresentação presencial, ressaltando as diferenças.

No segundo estilo, alguns requisitos possuiriam valor binário (sim ou não), enquanto os demais receberiam uma nota, sendo 10 a máxima, para o melhor candidato e, para os colocados seguintes, associar notas em sequência decrescente (9 para o segundo, 8 para o terceiro e assim sucessivamente). A dificuldade de execução desse método é especialmente difícil devido à análise relativista de cada requisito. Seria preciso já possuir as informações de todos os candidatos e cada avaliador teria de consolidá-las e compará-las em seu menor nível (requisitos), ordenar os candidatos por adequação e então emitir o parecer.

Outro entrevistado ainda comenta a possibilidade de, ao consolidar as notas de diferentes avaliadores para cada requisito, excluir pontos extremos e obter a média dos valores restantes.

Em comparação à revisão bibliográfica, os principais critérios da fase de avaliação detalhada foram citados, apesar do já esperado nível de detalhamento relativamente superficial das entrevistas (Peters (2006) cita cento e setenta e um itens somente entre os requisitos funcionais). Difere a avaliação do perfil do fornecedor, abordada na literatura nessa fase, enquanto as entrevistas a tratam somente na triagem preliminar. Já os custos do sistema apareciam ter sido comentados em demasiada superficialidade. Não foi possível verificar quais tipos de custos seriam considerados pelos entrevistados (aquisição, taxas, entrega, documentação, implementação, treinamento, viagens e hospedagens, manutenção, customizações).

O alinhamento em relação às demonstrações presenciais é claro: tanto sua existência, a comunicação antecipada de seu conteúdo e as avaliações são pontos comuns entre as referências e o observado. O mesmo acontece com as visitas, apesar de não ser explicitado o interesse de visitar vários locais de funcionamento para cada sistema (as restrições reais já apresentadas dificilmente viabilizariam essa prática), outros detalhes, como a ausência do fornecedor durante sua execução e a existência de um questionário para tornar comparáveis as visitas, enriquecem as práticas inicialmente propostas.

## Compilação e comparação

Uma vez avaliados todos os requisitos, faz-se necessário no processo seletivo consolidar os dados para poder comparar os candidatos. A questão “*Após a avaliação individual, como se espera que os dados sejam consolidados para comparação?*” avalia esse passo. A opinião única é a de realizar a consolidação de cada sistema candidato através da soma das avaliações de cada requisito ponderada por seu peso.

Um dos entrevistados sugere a organização dos requisitos de modo hierárquico, de modo que seja possível ter pesos definidos não somente para cada requisito individualmente (nível 3 da hierarquia), mas também para processos (nível 2) e áreas de negócio (nível 1), até atingir o valor total (nível 0). Esse método permite relativizar a importância de requisitos em diversos níveis de análise. Um requisito funcional pode ser de máxima importância em um processo, o qual pode ser de média importância para uma área de negócio, que por sua vez pode ter mínima importância em relação às outras áreas de negócio da manutenção. Também devem ser consideradas na consolidação outras atividades de avaliação que tenham sido feitas, como em apresentações presenciais e visitas.

Após consolidados os dados de cada candidato, pode-se por fim pô-los em comparação direta, em forma de tabela. Alguns candidatos podem apresentar resultados muito ruins em alguma área. Neste caso, sugere-se procurar entender o motivo disso, eventualmente conversando diretamente com o fornecedor. É possível haver desentendimentos e, esclarecidos os cenários, a avaliação pode ser confirmada ou revista.

Aponta-se cuidado ao observar apenas a nota final: valores muito próximos não significam que os candidatos são quase equivalentes: pode haver variações positivas e negativas em elementos distintos da hierarquia de requisitos, tornando-os muito distintos. Sugere-se também cuidado para que a seleção não venha por fim a ser baseada nos custos de cada opção. O conceito de hierarquização também é utilizado por Peters (2006), o qual define os pesos de requisitos funcionais, técnicos, custos de *software*, de implementação e manutenção e da avaliação qualitativa do fornecedor.

## Refinamentos

Como propostas de refinamentos às avaliações até então realizadas (pergunta “*Feita a comparação, existe ainda a necessidade de buscar mais informações ou realizar alguma atividade antes de dar a seleção por encerrada?*”), a prática principal, apontada por todos, é a

negociação comercial, a qual pode visar a redução de custos e ajustes de prazos. Não foram citadas as discussões em grupo (*workshops*) de custos, a negociação visando eliminação de pontos fracos do sistema ou concessões adicionais de recursos, bem como as aplicações de funções específicas do sistema como provas de conceito.

### **Relatório final**

Finalmente, a comunicação dos resultados do processo seletivo foi avaliada pela questão: “*Como são registrados e divulgados os resultados ou informações finais do processo de seleção?*”. Dessa atividade, duas vertentes foram explanadas: a comunicação interna e o retorno (*feedback*) aos fornecedores participantes da fase final de seleção.

À primeira, sugere-se a composição de um documento que registre os passos executados e principais considerações. Há divergências de opinião sobre o nível de detalhamento, mas há consenso sobre o compromisso com a transparência do processo. A conclusão final pode exibir apenas cenários de implantação (considerando cada candidato) e sua respectiva avaliação de forma neutra, ou conter indicações da área usuária. É vetado à área de TIC tomar partido em qualquer fase do processo. Os principais clientes do documento seriam os executivos tomadores de decisão. Um dos entrevistados defende ainda reunir pessoas de diversas áreas (futuros usuários, TIC e executivos tomadores de decisão) para comunicar formalmente as conclusões do processo seletivo.

Quanto ao retorno aos fornecedores, indica-se convocá-los pessoalmente para uma apresentação tão logo seja tomada a decisão. Nela devem ser comunicados o resultado da seleção e seus critérios, também de forma transparente.

Essa atividade cumpre pela forma descrita as práticas referenciadas na bibliografia, suplantando-a no ato de oferecer um retorno formal aos fornecedores.

### ***Problemas no processo seletivo***

Como indagação final do questionário, buscou-se uma impressão geral sobre as possíveis complicações ao longo do processo (“*Existem problemas que podem ser enfrentados durante o processo seletivo? Se sim, quais?*”).

Em relação aos fornecedores, identifica-se como problema seu assédio à empresa, podendo buscar de diversas formas influenciarem a tomada de decisão a seu favor. Destacam-se a luta por acesso a informações internas e a expectativa pela tomada de decisão. Se o relacio-

namento não for bem administrado, pode haver conflitos. Citam-se ainda: cuidado com o conteúdo de cunho comercial das apresentações, as quais podem supervalorizar o real potencial da ferramenta; a postura do fornecedor pode indicar problemas futuros com suporte e manutenção.

Da mesma forma, diferentes interesses internos também podem gerar tendências na decisão, ou mesmo desentendimentos entre áreas da própria empresa. Para evitar tal situação, sugere-se compor uma equipe de seleção balanceada, com representantes de todas as áreas, e manter a comunicação ativa e transparente durante todo o processo seletivo. A área responsável pela seleção deve ser profunda conhecedora dos processos de manutenção, e a ausência de participação de alguma área nessa etapa do projeto pode esconder necessidades relevantes e gerar problemas para a implantação e utilização da ferramenta.

A equipe pode ainda enfrentar pressões políticas (a partir da alta direção da empresa) em favor de um fornecedor, ou mesmo conflito de objetivos e prioridades entre a área de manutenção e TIC.

Aparece também o risco de desalinhamento ao planejamento estratégico da empresa. Se ocorrer, o esforço de seleção ou (ainda pior) de implantação pode ser desperdiçado, ou o projeto pode se transformar em um ganho limitado, tornando-se novamente uma limitação na companhia.

Caso a empresa não exerça a opção selecionada ou mesmo cancele o projeto, podem-se gerar grandes frustrações de expectativas em várias das áreas envolvidas. O gestor de cada área deve saber defender a necessidade e benefícios do projeto, bem como argumentar sobre os riscos da não implantação. A prolongação excessiva do processo seletivo pode mesmo torná-lo inválido frente a novas necessidades. Tal situação pode ter por origem uma fraca argumentação de justificativa do projeto, ausência de metas ou outras métricas que embasem a tomada de decisão de um gestor financeiro, usualmente uma das principais figuras aprovadoras de projetos desse porte.

Comparando os itens supracitados à revisão bibliográfica, poucos são comuns. Aquelas se concentram especialmente nos temas *falta de consenso* e *falla na avaliação das necessidades atuais e futuras*. Problemas com fornecedores e com a falta de tomada de decisão são exclusivos das entrevistas. Falta de apoio gerencial, retorno sobre o investimento insuficiente, falta de entendimento sobre os benefícios e funções do sistema, falha na pesquisa de mercado

por um bom sistema de manutenção, falha na avaliação das qualificações do vendedor, e fracasso na tentativa anterior não foram citados.

As diferenças podem ter origem no diferente grau de experiência em quantidade e envolvimento direto nesse processo entre os entrevistados e os autores da bibliografia em relação. Nota-se que os pontos comuns levantados no estudo de caso estão entre os mais óbvios da revisão. Ainda assim, as contribuições exclusivas são relevantes, especialmente sobre o possível relacionamento problemático com fornecedores incitado por competição comercial.

Percebe-se que o grau de entendimento dos entrevistados evolui ao longo do questionário, dificilmente sendo observável grande afastamento das respostas em relação às questões. Apesar das relevantes contribuições em todos os tópicos, a primeira questão sobre o processo seletivo (Processo seletivo, página 68) é revelador sobre o nível de conhecimento inicial dos entrevistados. O estudo evidencia a existência de diferentes níveis de conhecimento e experiência no assunto.

#### **4.2.2 Análise documental**

Para a atividade de análise documental, buscou-se acesso a registros de um processo seletivo de um sistema computadorizado de manutenção aeronáutica executado na empresa em 2008. O acesso a documentos foi restrito ao sumário executivo de um processo seletivo especificamente desse tipo de sistema, com quatro fornecedores participantes. O público alvo são os executivos da empresa, em uma apresentação final para a tomada de decisão. Sua estrutura (chamada internamente de *Sumário Executivo*) limita o potencial de análise deste trabalho, pois o processo e seus dados são apresentados de forma superficialista.

É igualmente relevante citar que ele foi redigido por uma consultoria que aparenta ter participado de todo o processo. Não são explicitadas as diferenciações de papéis e responsabilidades da empresa e consultoria.

A estratégia de análise tem por objetivo descrever o documento comparar seu conteúdo à síntese bibliográfica.

##### ***Fases iniciais do processo seletivo***

Em nenhum momento são citados os fatores que motivaram o início desse processo seletivo. Também não é possível avaliar se foram considerados os principais problemas da empresa, os objetivos de melhoria, as funcionalidades necessárias para atingi-los e seus

benefícios associados, tampouco se houve algum esforço por justificá-lo perante a empresa, seja por cálculos financeiros ou por exigências legais de conformidade, como evidenciam a literatura e as entrevistas.

Quanto à formação de uma equipe de seleção, não há referências à existência de representantes fixos de cada área envolvida da empresa. O documento faz referência a pessoas diversas dependendo da fase do processo de seleção. Da mesma forma, não há referências para a definição de quaisquer objetivos para a implantação de um novo sistema para a manutenção ao longo do documento. A identificação das alternativas para hardware também não são referidas.

Embora esses tópicos não sejam cobertos pelo documento, não é possível negar sua existência, dada a sua superficialidade. Ainda assim, é questionável a ausência de itens como motivação, justificativa e objetivos na apresentação final do processo seletivo de sistemas para um projeto de tamanha importância para a empresa.

### ***Especificação dos requisitos do sistema***

Esta etapa tem as seguintes práticas citadas no documento:

**Desenho dos processos de manutenção:** a Figura 17 evidencia as áreas de negócio e seus respectivos processos considerados. Subentende-se seu conteúdo como a definição do escopo do projeto. Vale ressaltar que, diferente do escopo deste trabalho, o processo de manutenção de linha foi considerado.

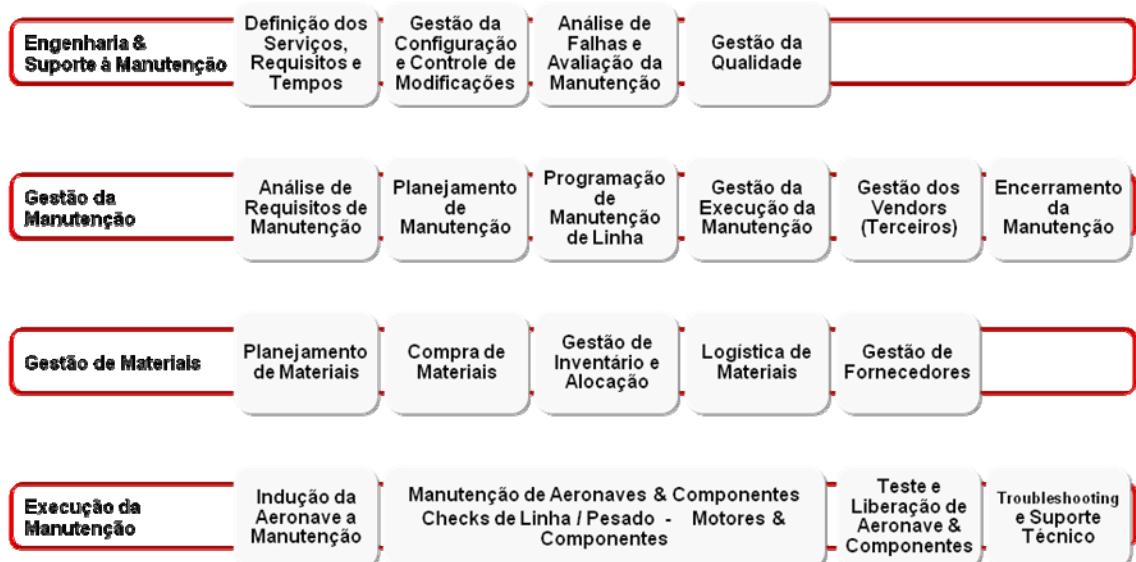


Figura 17 – Processos de manutenção considerados para o processo seletivo. Fonte: documentação interna da empresa.

**Validação dos requisitos funcionais e técnicos:** não há citação sobre a origem dos requisitos; é possível que tenham sido propostos pela consultoria. Os requisitos funcionais foram validados em *workshops* com representantes das seguintes áreas de manutenção: planejamento da manutenção; engenharia; programação e controle; programação da manutenção de linha; execução da manutenção; centro de controle de manutenção; suprimentos aeronáuticos; componentes e garantias; logística.

Foram criados três grupos de validação: um com foco em planejamento e programação; outro com foco em execução e controle da manutenção; e o terceiro em suprimentos, logística e garantias, com três, seis e quatro participantes, respectivamente. Somente uma área contou com dois representantes; as demais foram representadas por apenas uma pessoa. Ao todo, treze pessoas de áreas usuárias participaram das validações de requisitos funcionais.

Quanto aos requisitos técnicos, cita-se somente que foram validados com representantes de TIC.

**Entendimento da arquitetura de sistemas atual da empresa:** nesse passo, apresentam-se dois possíveis cenários de arquitetura de sistemas admissíveis para a empresa, determinando o escopo e os limites de atuação entre o ERP e o sistema de gerenciamento da manutenção. A Figura 18 os exibe.

A diferença entre ambos reflete está na opção de qual sistema deve cobrir os processos de compra de materiais; gestão de inventário e alocação; e recebimento físico e fiscal.

Durante toda a especificação dos requisitos, não há referências sobre a prática sugerida pela literatura de identificação de possíveis alterações de processos visando transformá-los ou modernizá-los.

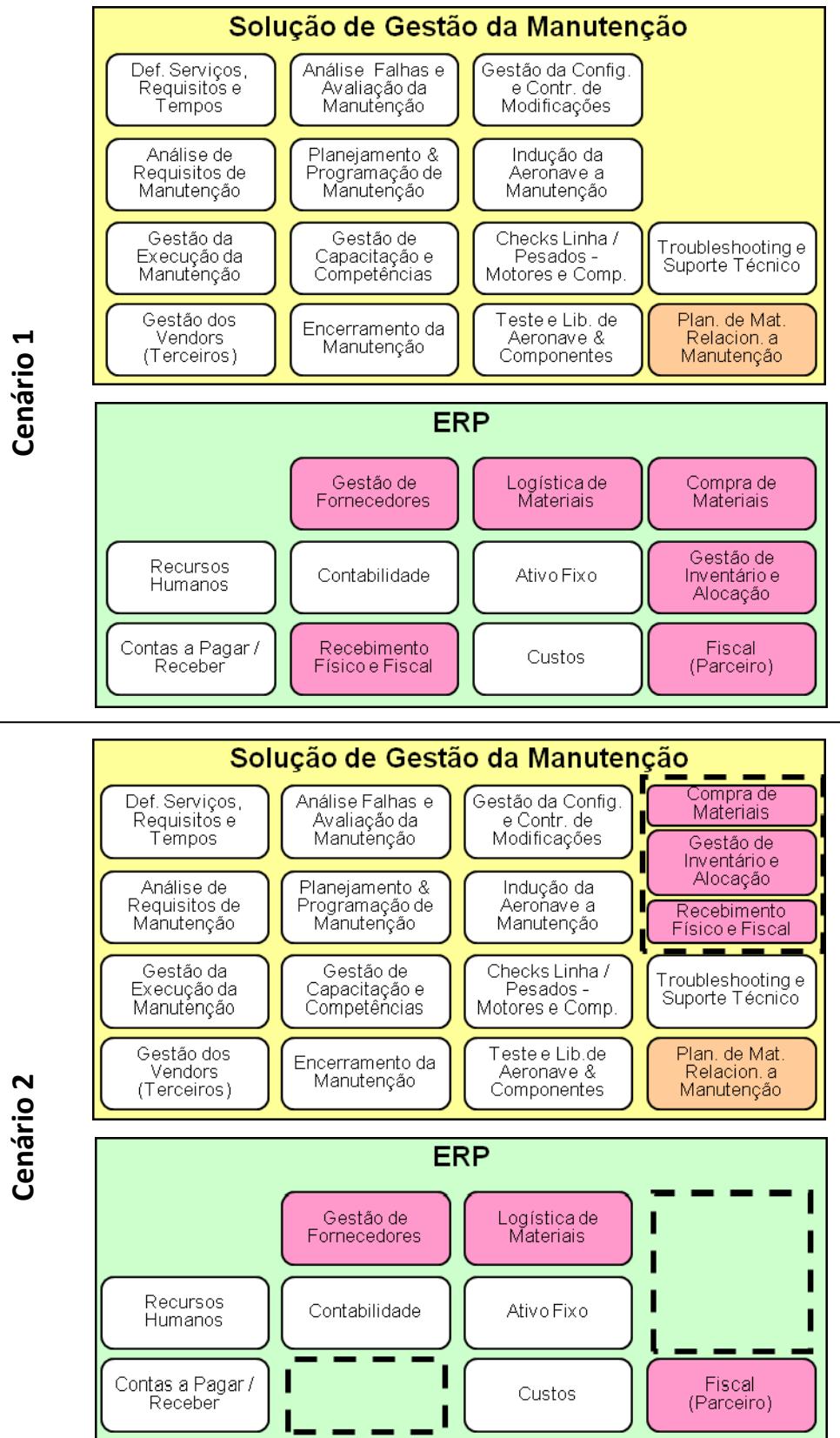


Figura 18 – Cenários de divisão de escopo entre o ERP e o sistema de manutenção. Fonte: documentação interna da empresa.

### ***Busca por fornecedores de CMMS/EAM e triagem preliminar***

Não há informações sobre como se executou o levantamento ou seleção dos fornecedores participantes, ou o porquê de apenas quatro terem participado do processo seletivo. Caso tenha havido um processo de triagem preliminar, isso não é referenciado, e tampouco o documento estaria praticando a sugestão de citar todos os fornecedores avaliados no processo seletivo (WIREMAN, 2008).

### ***Avaliação detalhada***

As seguintes práticas são citadas pelo documento de apresentação da seleção:

**Visitas aos atuais clientes:** não há informações sobre o conteúdo ou objetivo das visitas. São somente citadas as visitas a três empresas de MRO, cada qual cliente de um dos candidatos. O número de visitar menor que a quantidade de candidatos indica a dificuldade enfrentada pela equipe de seleção em observar empresas concorrentes. Das três visitadas, duas ficam em diferentes países da Europa e uma nos Estados Unidos.

**Principais clientes:** foram listados no documento os clientes de dois dos quatro candidatos. Esse conhecimento facilita o entendimento do posicionamento de mercado do produto oferecido, e observar o porte e perfil das empresas que o utilizam. Comparando os candidatos sob esse critério, pode-se observar que um deles atende a pequenas linhas aéreas empresas de MRO de pequeno porte, enquanto o segundo ostenta uma carteira de clientes que contém linhas aéreas internacionalmente reconhecidas e uma empresa de MRO de maior relevância. A equipe de seleção pode se perguntar com qual grupo de clientes sua empresa melhor se identifica e por que aquele grupo selecionou tal opção.

**Apresentações presenciais:** cada fornecedor realizou sua apresentação em um dia específico. Listou-se a presença de em média oito pessoas da empresa, entre pessoas chave de áreas usuárias e de TIC, além de quatro participantes da consultoria que apoiou o processo.

Ressalta-se na lista de presença a inconstância do time de avaliadores da empresa: somente duas pessoas estiveram presentes em todas as apresentações (quatro pessoas estiveram presentes em três apresentações, outras três participaram de duas, e quatro outras presenciaram a apresentação de apenas um candidato), enquanto a consultoria apresenta sempre os mesmos participantes em todas as apresentações. Esse fato reduz a credibilidade das avaliações realizadas pela empresa, pois a avaliação é influenciada por critérios pessoais, o que torna arriscado comparar a nota final de cada produto.

Adicionalmente, não consta o envolvimento de pessoas de nível operacional: os participantes são majoritariamente coordenadores, gerentes e diretores. A representatividade de cada área envolvida na manutenção também é questionável: não se garantiu a presença de ao menos uma pessoa de cada área em todas as apresentações.

De qualquer modo, demonstram-se os resultados da avaliação das apresentações. Subentende-se que as notas por requisito obedecem a uma escala com valor máximo igual a quatro, apesar de não serem listados os requisitos avaliados ou o significado de cada valor da escala. As principais percepções dos avaliadores também foram destacadas. A Figura 19 exibe o leiaute da tabela de resultados dessa atividade.

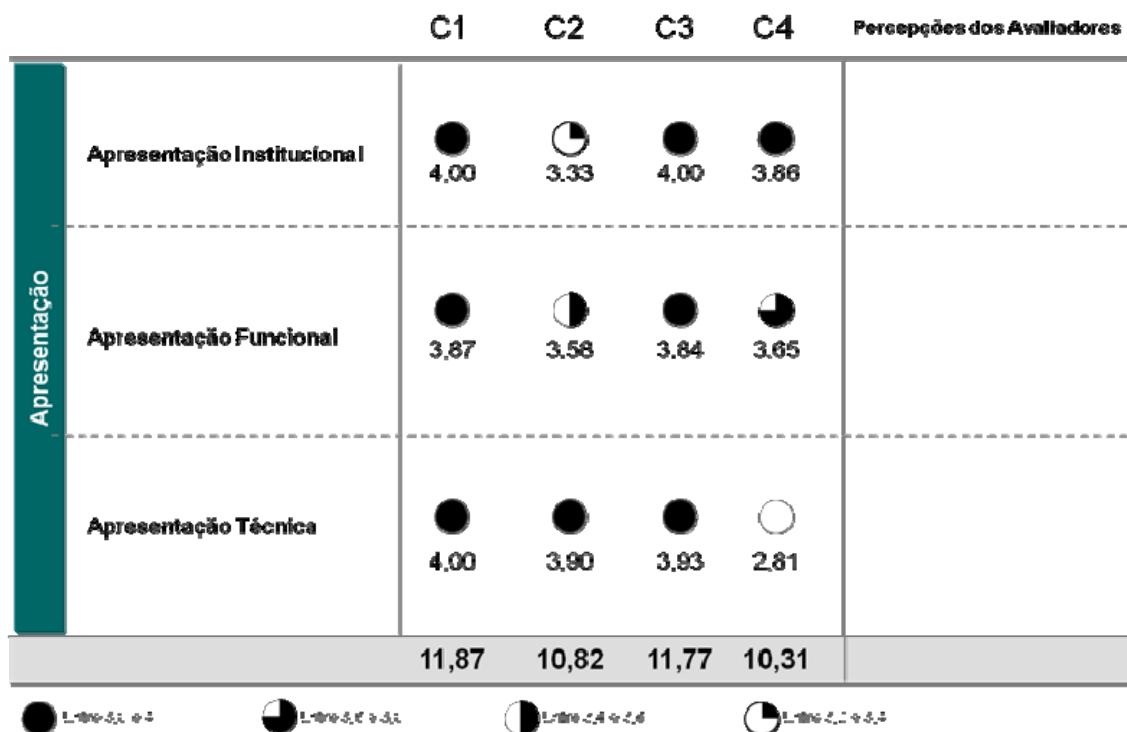


Figura 19 – Resultados da avaliação das apresentações dos sistemas candidatos. Alguns dados foram omitidos.  
Fonte: documentação interna da empresa.

### *Compilação e comparação*

Não são apresentados detalhamentos sobre os requisitos analisados, escalas de avaliação ou áreas participantes. É exibida somente a nota de cada candidato em três áreas: avaliação funcional; avaliação técnica; avaliação da apresentação. Por fim, os valores são exibidos em forma de matriz de classificação.

Apesar de a forma quantitativa não ser documentada de forma transparente, uma breve descrição de cada candidato, com os principais tópicos observados, fornece indícios dos re-

quisitos analisados. Os termos comuns são: aderência funcional; sistema amigável para os usuários (pode ser entendido como usabilidade); capacidade de integração com outros sistemas; tecnologia de acesso; presença de referências de utilização na indústria de MRO. Outros são pontualmente citados, como: apresentação das funcionalidades; presença de solução para operações de voo (fora do escopo deste trabalho). A Figura 20 exibe a forma de apresentação da classificação final.

Em notas adicionais, reconhece-se a importância de manter o ERP presente como o responsável pelos processos relacionados a recebimento e emissão de notas fiscais e pagamento de faturas (processos com incidência de impostos), dado que já estaria configurado para refletir a legislação brasileira. Considera-se que incorporar ao sistema de manutenção a tratativa de impostos brasileira demandaria investimentos em tempo e recursos significativos e representaria alto risco, além de exigir a duplicação dos processos no ERP para efetuar o processamento de impostos.

	Avaliação Funcional	Avaliação Técnica	Avaliação da Apresentação	Pontuação Final
<b>Pontuação Máx:</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>84</b>
<b>1º colocação</b>	<b>38,73</b>	<b>30,21</b>	<b>11,77</b>	<b>80,71</b>
<b>2º colocação</b>	<b>37,68</b>	<b>29,38</b>	<b>11,87</b>	<b>78,93</b>
<b>3º colocação</b>	<b>37,52</b>	<b>29,99</b>	<b>10,82</b>	<b>78,33</b>
<b>4º colocação</b>	<b>37,96</b>	<b>29,60</b>	<b>10,31</b>	<b>77,77</b>

Figura 20 – Matriz de resultado consolidado e classificação. Fonte: documentação interna da empresa.

### ***Refinamentos***

Ao final da apresentação, um Gráfico de Gantt comunica quais seriam os próximos passos após a tomada de decisão da seleção, desde o planejamento da implantação até a entrada em operação do novo sistema. Não há referências sobre custos levantados ou negociações que tenham sido realizadas.

Após a execução desse processo e da apresentação dos resultados de avaliação e comparação dos candidatos, a decisão final de escolha e consequente implantação da ferramenta não foram exercidas pela empresa. Apesar de não haver documentação sobre a tomada de decisão, é evidente na apresentação a falta de informações necessárias para embasá-la, como defende Wireman (2008). É possível que os métodos adotados para a seleção e sua documentação final tenham contribuído, dentro de um contexto maior, para que a empresa não se posicionasse em relação à seleção, mesmo sendo evidente, pela caracterização da empresa (Seção 4.1), a presença de elementos motivadores para a implantação de um CMMS/EAM.



## 5 CONCLUSÕES

Os principais resultados deste trabalho estão correlacionados com seus objetivos. Visto analisar como uma empresa de MRO realiza a seleção de sistemas de informação de gerenciamento de seus serviços de manutenção, buscaram-se os seguintes objetivos intermediários: sintetizar as práticas de seleção de sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção a partir de uma revisão bibliográfica; verificar como uma empresa de MRO executa esse processo através da realização de um estudo de caso e de análise documental; Comparar as observações coletadas à revisão bibliográfica.

Como resultados, a revisão bibliográfica relacionou as principais práticas do processo de seleção de sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção, bem como temas relacionados à manutenção aeronáutica e seu gerenciamento e aos sistemas de manutenção, necessários a um entendimento mais abrangente sobre o contexto de uma seleção do tipo. As práticas referenciadas foram dispostas de forma sintética na Seção 2.4, e serviu de guia para a estruturação do documento e base para a composição do questionário para as entrevistas do estudo de caso e posterior comparação às entrevistas e à análise documental.

Durante a análise das entrevistas, verificou-se inicialmente a diversidade de conceitos e níveis de entendimento demonstrados sobre o assunto pelos entrevistados. Ao longo das demais questões, mais específicas e direcionadas, puderam ser identificados pontos comuns entre a literatura e as entrevistas. Certas práticas marcam presença unânime entre todas as entrevistas e teoria, como a definição dos requisitos funcionais, a execução de apresentações presenciais, visitas a atuais clientes, avaliação individual de requisitos e sua consolidação ponderada por pesos, e a avaliação complementar qualitativa.

Conforme a expectativa, as questões específicas direcionaram as respostas dos entrevistados. Ao final da análise de cada questão, discorre-se sobre as diferenças entre as informações presentes na literatura e nas entrevistas.

Complementarmente, as entrevistas exibem itens não considerados na pelos autores consultados. O principal, a conformidade dos processos em relação à forte regulamentação aeronáutica, aparece em praticamente todos os passos do processo de seleção como fator crítico para a tomada de decisão. Também são referenciáveis a componente estratégica na formação do grupo de fornecedores participantes da fase de avaliação detalhada, o tratamento de

gestão de expectativas dos mesmos e sua participação estruturada na comunicação dos resultados da seleção.

Já a análise documental, apesar de bastante limitada pela profundidade de informações a que se teve acesso, evidencia a ausência de diversas práticas presentes tanto na literatura quanto nas entrevistas. Não se pode afirmar que algumas práticas não foram cumpridas, apesar de não haver qualquer referência a elas, como a justificativa do projeto ainda na pré-seleção, o cálculo de benefícios, a determinação de objetivos. Outros pontos, porém, têm sua ausência mais evidente, como a definição de uma equipe de seleção, a liderança do processo pela área de manutenção, a revisão dos processos atuais da empresa, a negociação de custos totais com o fornecedor.

Este trabalho indica a importância de uma referência para o processo seletivo de CMMS/EAM que considere os requisitos específicos da indústria de MRO e sua forma particular de tomada de decisão. Julga-se ter alcançado, através da execução dos métodos planejados e do atendimento dos objetivos secundários, o objetivo primário deste trabalho. Espera-se que este trabalho possa contribuir à literatura, dado o pequeno número de material acadêmico relacionado à aplicação de sistemas de informação no campo de manutenção aeronáutica. Espera-se igualmente que as empresas, em especial aquela estudada, possam utilizá-lo como referência para futuras propostas de melhoria para o processo de seleção de seus sistemas de manutenção.

Por fim, trabalhos futuros podem ter por objetivo adaptar as práticas de seleção de sistemas de manutenção industrial às essas necessidades. Práticas como a definição prévia de todos os passos do processo seletivo e métodos adotados para cada fase, bem como um nivelamento conceitual direcionado aos gestores envolvidos, poderiam ser consideradas para elevar a robustez e objetividade desse processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIR TRANSPORT ASSOCIATION. Acesso em: 4 abr. 2011. **MSG-3: Operator / Manufacturer Scheduled Maintenance Development.** Disponível em: <<https://publications.airlines.org/CommerceProductDetail.aspx?Product=104>>.
- BAGADIA, K. (2006). **Computerized maintenance management systems made easy:** how to evaluate, select and manage CMMS. New York: McGraw-Hill Professional. 267 p.
- CANADAY, H. (2010). Selecting A New IT System: Essentials for choosing and implementing maintenance systems. **Overhaul & Maintenance**, Washington, p.61-62, jul./ago.
- CARNERO, M. C.; NOVÉS, J. L. (2006). Selection of computerised maintenance management system by means of multicriteria methods. **Production Planning & Control**, v. 17, n. 4, p. 335-354.
- COSTA, P. M. R. DA. Acesso em: 29 mar. 2011. **Metodologia de manutenção de um avião comercial.** Universidade do Porto. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/11455>>.
- GARG, A.; DESHMUKH, S. G. (2006). Maintenance management: literature review and directions. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 12, n. 3, p.205-238.
- HANCOCK, D. R. (2006). **Doing case study research:** a practical guide for beginning researchers. New York: Teachers College Press, 106 p.
- MARCUZZO JUNIOR, A. Acesso em: 23 mar. 2011. **Abreviaturas usadas na legislação aeronáutica.** Disponível em: <<http://www.manutencaodeaeronaves.eng.br/principal.asp?page=6>>.
- KINNISON, H. A. (2004). **Aviation maintenance management.** New York: McGraw-Hill. 299 p.
- KISTER, T. C.; HAWKINS, B. (2006). **Maintenance planning and scheduling:** streamline your organization for a lean environment. Oxford: Elsevier.
- LAM, M. D. Acesso em: 14 out. 2010. **ERP for MRO:** an alternative perspective. Disponível em: <[http://www.aviationweek.com/aw/jsp\\_includes/articlePrint.jsp?storyID=news/omcvr508.xml&headLine=ERP](http://www.aviationweek.com/aw/jsp_includes/articlePrint.jsp?storyID=news/omcvr508.xml&headLine=ERP)>.
- MATHER, D. (2002). **CMMS:** a timesaving implementation process. Boca Raton: CRC Press. 141 p.
- MÁRQUEZ, A. C. (2007). **The maintenance management framework:** models and methods for complex systems maintenance. London: Springer. 333 p.
- OLSON, D. L. (2007). Evaluation of ERP outsourcing. **Computers And Operations Research**, Oxford, p. 3715-3724, dez. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6VC5-4JCBPHW-1&\\_user=10&\\_coverDate=12%2F31%2F2007&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=gateway&\\_orig](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VC5-4JCBPHW-1&_user=10&_coverDate=12%2F31%2F2007&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=gateway&_orig)>.

in=gateway&\_sort=d&\_docanchor=&view=c&\_searchStrId=1752708474&\_rerunOrigin=google&\_acct=C000050221&\_version=1&\_urlVersion=0&\_userid=10&md5=ee46b842e2996849ef9220614cde6758&searchtype=a>. Acesso em: 13 fev. 2011.

PALMER, R. D. (2006). **Maintenance planning and scheduling handbook**. 2. ed. New York: McGraw-hill Handbooks. 821 p.

PETERS, R. W. (2006). **Maintenance benchmarking and best practices: a profit- and customer-centered approach**. New York: McGraw-hill Maintenance. 566 p.

SAUTTER, F. C. et al. (2008). An integrated maintenance management information system is the key to enabling condition based maintenance. **Reliability and maintainability symposium**, Las Vegas, p. 508-513. jan..

SEGURA, J. F. Acesso em: 21 fev. 2011. **CMMS in the aviation industry**. Disponível em: <<http://www.technologyevaluation.com/research/articles/cmms-in-the-aviation-industry-17995/>>.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. (2001). **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino À Distância da UFSC. 121 p.

TECHNOLOGY EVALUATION CENTERS. Acesso em: 14 abr. 2011. **Best Practices for Software Selection**. Disponível em: <<http://www.technologyevaluation.com/pdf/19923/best-practices-for-software-selection.pdf>>.

WIREMAN, T. (2008). **Successfully utilizing CMMS/EAM systems**. New York: Industrial Press. 238 p.

YIN, R. K. (2003). **Case study research: design and methods**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications. 179 p.

# ANEXO 1 - RELACIONAMENTO ENTRE SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA E QUESTÕES DO ESTUDO DE CASO

SÍNTESE DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA		QUESTÕES ASSOCIADAS A CADA TÓPICO
<b>Momento adequado para a seleção</b>		
	Resposta a perguntas qualitativas	De que maneira se pode identificar que a empresa precisa de um sistema de informação de gerenciamento de manutenção (CMMS/EAM)?
	Verificação do grau de maturidade da empresa	Uma vez que esse sistema é demandado, é relevante saber se a empresa está preparada para recebê-lo? Se sim, o que é considerado? Quais são os fatores que indicam que indicam um momento adequado para a seleção e implementação de tal sistema? Há pré-requisitos?
<b>Justificativa</b>		Um processo seletivo de CMMS/EAM deve ser justificado em algum momento? Caso positivo:
	Formar equipe de investigação	Quais áreas são envolvidas na justificativa e qual é a responsável?
	Executar investigação	O que deve ser considerado e como se levantam os dados para a justificativa?
	Análise financeira	Em que parâmetros se embasam a justificativa?
<b>Processo seletivo</b>		
		Seria possível descrever, em linhas gerais, os passos que o processo de seleção deve cumprir?
	Formação da equipe de seleção	Quais áreas são envolvidas no processo de seleção? Qual deve ser a responsável? É considerada, em algum momento, a participação de agentes externos, como consultorias?
	Determinação dos objetivos	Como são definidos os objetivos da implantação do sistema de informação procurado?
	Transformação dos processos baseada em melhores práticas	Em algum momento devem ser consideradas alterações nos processos atuais? Se sim, quando? Que referências são buscadas para eventuais alterações?
	Identificação das alternativas para hardware	O sistema selecionado define seu hardware ou o hardware existente/desejado restringe a escolha do sistema? (para hardware, entendam-se servidores, sistema operacional, infraestrutura de informática, computadores e outros dispositivos de acesso)
	Especificação dos requisitos do sistema	Como são definidas as funcionalidades que o sistema deve possuir? Os requisitos devem ser diferenciados ou classificados por sua necessidade ou importância? Se sim, como?
	Busca por fornecedores de CMMS/EAM	Como se deve compor a lista inicial dos fornecedores e sistemas candidatos? Quando se pode considerá-la suficientemente completa para a seleção?
	Triagem preliminar	Seria relevante filtrar a lista inicial sob algum critério? Se sim, o que seria considerado? Quantos candidatos seria conveniente passar para a próxima fase?
	Avaliação detalhada	No processo detalhado de avaliação, que critérios devem ser considerados?
	Demonstração do sistema	Devem ser realizadas demonstrações presenciais do sistema? Se sim, O que elas devem avaliar?
	Visitas a empresas com o mesmo software	Devem ser realizadas visitas a empresas com os sistemas candidatos em funcionamento? Se sim, O que deve ser avaliado?

<b>SÍNTSE DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>		<b>QUESTÕES ASSOCIADAS A CADA TÓPICO</b>
	Critérios de avaliação	Que método utilizar para a avaliação de cada critério? (pesos, escalas, notas e outros)
	Compilação e comparação	Após a avaliação individual, como se espera que os dados sejam consolidados para comparação?
	Refinamentos	Feita a comparação, existe ainda a necessidade de buscar mais informações ou realizar alguma atividade antes de dar a seleção por encerrada?
	Relatório final	Como são registrados e divulgados os resultados ou informações finais do processo de seleção?
<b>Problemas no processo seletivo</b>		Existem problemas que podem ser enfrentados durante o processo seletivo? Se sim, quais?