

Fall 10-16-2021

## On the Acquisition of Management Software to Support Medical Equipment Maintenance

Jorge Barreiros

*Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, jmsousa@isec.pt*

Fernanda Coutinho

*Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, fermaco@isec.pt*

Inácio Fonseca

*Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, inacio@isec.pt*

Márcia Pedro

*Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, marcia.pedro95@gmail.com*

Follow this and additional works at: <https://aisel.aisnet.org/capsi2021>

---

### Recommended Citation

Barreiros, Jorge; Coutinho, Fernanda; Fonseca, Inácio; and Pedro, Márcia, "On the Acquisition of Management Software to Support Medical Equipment Maintenance" (2021). *CAPSI 2021 Proceedings*. 13.

<https://aisel.aisnet.org/capsi2021/13>

This material is brought to you by the Portugal (CAPSI) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in CAPSI 2021 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

# Sobre a Aquisição de Plataformas para Apoio à Gestão da Manutenção de Equipamentos Médicos

## *On the Acquisition of Management Software to Support Medical Equipment Maintenance*

Jorge Barreiros, Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, jmsousa@isec.pt

Fernanda Coutinho, Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, fermaco@isec.pt

Inácio Fonseca, Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, inacio@isec.pt

Márcia Pedro, Instituto Politécnico de Coimbra – ISEC, marcia.pedro95@gmail.com

### Resumo

As empresas e instituições envolvidas na área da manutenção – em particular de equipamentos médicos – beneficiam em ter um sistema de informação capaz de dar apoio à gestão da manutenção, nomeadamente na gestão de inventário, no registo dos pedidos dos clientes, no registo de ordens de trabalho, e na elaboração de relatórios. Se há empresas que optam por desenvolver e utilizar a sua própria plataforma, outras há que decidem adquirir um sistema de apoio à gestão da manutenção comercial. Este artigo apresenta uma análise do contexto de negócio e processos de trabalho típicos no contexto da manutenção de equipamentos médicos, da qual resulta a determinação de requisitos para aquisição de soluções. É feita uma análise preliminar de soluções comerciais de suporte à gestão da manutenção, incluindo uma análise comparativa.

**Palavras-chave:** gestão da manutenção; manutenção de equipamentos médicos; SAGM; requisitos de aquisição; modelo de negócio.

### Abstract

*Organizations that provide maintenance services - specifically those focused on medical equipment - are reliant on an information system capable of providing adequate support for maintenance management activities, such as parts stock and equipment management, customer request management, work order management, and reporting. While some companies resort to in-house development and integration, others seek to acquire commercially available Computerized Maintenance Management Systems (CMMS). This paper presents an analysis of business context and typical workflows in the area of medical equipment maintenance, from which some acquisition requirements are derived. A preliminary overview and comparison of commercially available solutions is also provided.*

**Keywords:** maintenance management; medical equipment maintenance; CMMS; Acquisition Requirements; Business Model.

## 1. INTRODUÇÃO

A prestação dos serviços envolvidos na manutenção de equipamentos médicos podem ser assegurados pela própria instituição de saúde (caso esta tenha um departamento técnico para o efeito) ou podem ser contratualizados em regime de *outsourcing* a uma empresa externa (podendo ser a empresa fabricante/representante da marca do equipamento ou uma empresa de “marca branca” com competências para o efeito). Independentemente de qual a entidade (própria ou em regime de *outsourcing*) responsável pela

prestação do serviço, há variadíssimas informações que os respetivos profissionais precisam de consultar, registar e atualizar (por exemplo, consulta de inventário, registo de ordens de trabalho, elaboração de relatórios de manutenção, atualização de *stocks*, etc). Historicamente, todas estas informações eram registadas em suporte de papel e geridas manualmente. No entanto, por ser uma solução pouco eficiente e devido às exigências crescentes do setor (aumento e diversificação do parque de equipamentos médicos, alargamento da rede de entidades prestadoras de cuidados de saúde, etc) outras abordagens têm vindo a ser exploradas tirando partido do desenvolvimento das tecnologias e, atualmente, é possível identificar uma significativa oferta comercial, competitiva, de plataformas de apoio à gestão da manutenção.

Este trabalho visa assistir o processo de análise e aquisição de soluções comerciais para este domínio. Tendo por base uma análise do modelo e processos de negócio típicos, baseada em entrevistas e observação de várias empresas portuguesas com atividade na área, são derivados requisitos relevantes de um Sistema de Apoio à Gestão da Manutenção (SAGM) vocacionado para suportar a gestão da manutenção de equipamento médico. São também apresentados os resultados de um estudo preliminar de várias soluções disponíveis comercialmente, observando-se que todas apresentam um conjunto sólido de funcionalidades essenciais, não existindo, no entanto, nenhuma que cumpra com a totalidade dos requisitos.

As contribuições deste trabalho são a caracterização da área de negócio e apresentação de fluxos de trabalho típicos, identificação de requisitos relevantes e análise preliminar de soluções comercialmente disponíveis. Os autores acreditam que estas contribuições podem assumir um papel muito útil e de apoio à tomada de decisão de aquisição, assim como eventualmente para identificação de melhorias a desenvolver nas soluções já existentes.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Secção 2 são abordados modelos e processos de aquisição descritos na literatura. Na Secção 3 são apresentados os resultados do levantamento de requisitos de aquisição, incluindo uma descrição dos modelos de negócio e fluxos de trabalho típicos. Na Secção 4 são descritas de forma sumária algumas das ferramentas disponíveis comercialmente e a Secção 5 apresenta uma análise comparativa dessas ferramentas. A Secção 6 conclui o artigo.

## **2. AQUISIÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Os Sistemas de Informação (SI) podem ser considerados uma combinação de *hardware*, *software*, dados, procedimentos e pessoas. Isto significa que a aquisição de um sistema de informação não se limita à compra e instalação de um produto. Torna-se necessário assegurar a compatibilidade com a infraestrutura tecnológica existente (ou atualizar esta plataforma), bem como assegurar a correta integração e operação do *software* com os dados e procedimentos da organização, incluindo aspetos paralelos como a gestão contratual dos fornecedores e manutenção. Desta forma, foram desenvolvidos e podem ser encontrados na literatura diferentes modelos e processos de aquisição que visam assegurar o sucesso de projetos de aquisição.

Em (McEwen, Guynes, Wartell & Pendelton, 2004), a aquisição de SI, no contexto do sistema de justiça Norte-Americano, é descrita como um processo com 4 macro-fases:

1. **Avaliação e tomada de decisões** - Inclui todo o trabalho preparatório como a identificação de prioridades, definição de líderes de projeto, consulta de *stakeholders*, pesquisa preliminar de soluções, identificação de riscos, planeamento do projeto de aquisição, obtenção de suporte institucional e definição de métricas de avaliação.
2. **Compra** - Contempla a definição do método de aquisição, requisitos da aquisição (por exemplo, especificações técnicas), análise de mercado, escolha de vendedor e negociação de contrato.
3. **Implementação** - Cobre a instalação da tecnologia, incluindo a definição de uma estrutura de suporte e operação, gestão de riscos associados à instalação, realização de testes de aceitação, adaptação organizacional, transferência de informação de sistemas *legacy* ou papel, e formação de utilizadores.
4. **Avaliação de impacto** - Consiste na definição e aplicação de mecanismos contínuos ou periódicos de avaliação de impacto e desempenho do SI, quantificação de métricas de sucesso e identificação de desvios imprevistos (tais como a necessidade de reforço de pessoal para suporte de tecnologias de informação, identificação de funcionalidades em falta, adaptações emergentes e orgânicas de procedimentos, adaptação de funcionalidades do SI para propósitos imprevistos, necessidades adicionais de formação ou documentação adicional) e identificação de oportunidades de melhoria.

O CMMI-ACQ (CMMI Product Team, 2010) é uma infraestrutura que descreve as áreas de processo, práticas e níveis de maturidade relacionadas com a aquisição de produtos e serviços. São descritas vinte duas áreas de processos relevantes, organizadas em quatro grandes grupos: Processos de Projeto, Processos Organizacionais, Processos de Suporte e Processos de Maturidade Elevada:

1. **Processos de Projeto** - Este grupo de áreas contém práticas relacionadas com a criação, execução e transição de um processo de aquisição. Inclui sete áreas de processo da categoria de Gestão de Projeto (planeamento, gestão de requisitos, desenvolvimento de acordos com fornecedores, gestão de acordos, gestão e controlo de projetos, gestão integrada de projetos e gestão de risco) assim como quatro áreas de processo de Engenharia de Aquisição (desenvolvimento de requisitos de aquisição, gestão técnica de aquisição, verificação de aquisição e validação de aquisição).
2. **Processos Organizacionais** - Contém atividades transversais a todo o tipo de projetos, nomeadamente definição, planeamento, monitorização, controlo, avaliação, medição e melhoria de processos. Inclui as áreas de definição de processo organizacional, focagem em processos organizacionais e treino organizacional.
3. **Processos de Suporte** - Descreve processos transversais a toda a organização: gestão da configuração, análise de decisões e resoluções, medição, análise e garantia de qualidade de processos e produtos.
4. **Processos de Maturidade Elevada** - Agrupa áreas de processos que visam melhorar o alinhamento de processos de projeto, organizacionais e suporte com o objetivo da organização. Estas são gestão

quantitativa de projetos, gestão de desempenho organizacional, análise causal e resolução e desempenho de processo organizacional.

Considerando o elevado número de áreas de processo e práticas específicas envolvidas, as organizações podem definir perfis alvo a atingir de acordo com diferentes níveis de capacidade e maturidade desejada nas várias áreas processuais.

A necessária limitação de âmbito não permite abarcar toda a complexidade destes processos. Dessa forma, este texto foca-se na análise do domínio e contexto, identificação dos requisitos relevantes e análise preliminar de soluções de mercado. Este trabalho descreve, portanto, o resultado de trabalho desenvolvido no contexto das atividades desenvolvidas na fase 1 (Avaliação e tomada de decisões) do processo descrito em (McEwen et al., 2004), assim como da área de processo de Desenvolvimento de Requisitos de Aquisição do CMMI-ACQ. Sendo estas atividades transversais e comuns a ambas as abordagens, não é pressuposta a adoção de nenhum processo de aquisição específico.

### **3. DESENVOLVIMENTO DOS REQUISITOS DE AQUISIÇÃO**

De forma a desenvolver os requisitos de aquisição, foram analisadas as necessidades específicas das organizações envolvidas na manutenção de equipamentos médicos. Para atingir este fim, foi identificado o contexto de negócio e analisados os fluxos de trabalho a partir de entrevistas com colaboradores de várias empresas de manutenção (Saraiva, 2020) (Pedro, 2021). Estas incluíram 35 colaboradores de 18 empresas, com diferentes graus de responsabilidade (desde estagiários a responsáveis de serviço), incluindo material recolhido ao longo de um período alargado de 3 anos. Os resultados foram examinados, refinados e validados através das contribuições de 10 peritos de várias organizações envolvidas.

#### **3.1. Contexto de negócio**

A prestação dos serviços envolvidos na manutenção de equipamentos médicos pode ser assegurada pela própria instituição de saúde (caso esta tenha um departamento técnico para o efeito) ou pode ser contratualizada em regime de *outsourcing* a uma empresa externa (podendo ser a empresa fabricante/representante da marca do equipamento ou uma empresa de “marca branca” com competências para o efeito). Independentemente de qual a entidade (própria ou em regime de *outsourcing*) responsável pela prestação do serviço, há variadíssimas informações que os respetivos profissionais precisam de consultar, registar e atualizar (por exemplo, consulta de inventário, registo de ordens de trabalho, elaboração de relatórios de manutenção, atualização de *stocks*, etc). Historicamente, todas estas informações eram registadas em suporte de papel e geridas manualmente. No entanto, existe uma crescente tendência de adoção de SIs, de acordo com os vários modelos disponíveis: desenvolvimento de sistemas próprios, aquisição e adaptação com recursos próprios, ou aquisição de soluções completas e integradas.

A manutenção de equipamento médico é caracterizada, maioritariamente, por dois tipos diferentes de intervenções (EN 13306:2017):

1. **Intervenções Preventivas:** Realizadas de forma pré-programada de acordo com uma calendarização determinada pelo cliente, tendo por base as recomendações do fabricante do equipamento. Visam reduzir a probabilidade de falha, evitar avarias e paragens inesperadas do equipamento, bem como assegurar a sua qualidade de funcionamento.
2. **Intervenções Corretivas:** Intervenções realizadas em resposta a incidentes ou avarias. Visam corrigir estes problemas e tornar o equipamento novamente operacional.

Outros paradigmas de manutenção (por exemplo, manutenção preditiva (Sezdi, 2016)) são também possíveis mas têm, neste momento, expressão pouco significativa.

Para o setor da saúde, o SGAM deve ser capaz de lidar, para além de todas as tarefas inerentes à gestão da manutenção, com os cenários típicos de equipas móveis que prestam assistência a diferentes clientes (unidades de saúde) e também providenciar suporte para automatizar o processamento de gestão de OTs, partes e equipamento de acordo com os procedimentos específicos de manutenção do equipamento médico.

### **3.2. Fluxos de Trabalho**

As aplicações de gestão da manutenção requerem vários perfis de acesso, tais como: técnicos, aprovisionamento, produção, controlo de qualidade, manutenção, chefias intermédias se existirem, fornecedores, administração organizacional, desempenho e administração aplicacional - sendo estes os perfis mais relevantes. O perfil de técnico é ainda dos mais importantes, pois caracteriza a vertente operacional face ao foco destes profissionais na resolução técnica dos problemas.

No essencial, as tarefas de um técnico passam por: obter a lista de Ordens de Trabalho (OT) a realizar, ordenadas por clientes, sendo estes ordenados numa rota (rodoviária) para concretizar a mobilidade. Eventualmente, poderão existir outros critérios como a urgência, criticidade, contratos, etc, a levar em conta nesta ordenação - isto aplica-se para equipas de técnicos móveis, removendo-se a mobilidade (rodoviária) para equipas residentes afetas apenas a um cliente de (muito) grande dimensão.

Para cada OT preventiva, a lista de tarefas, as peças-de-reserva, as ferramentas, os procedimentos e a estimativa de execução são conhecidos e devem estar acessíveis. Ao chegar a um cliente o técnico identifica-se, apresenta a lista de equipamentos a intervir indicando a ordem de execução. De seguida solicita o acesso físico ao serviço onde o equipamento se encontra e num local reservado (oficina) realiza as tarefas preventivas e as verificações de conformidade aplicáveis. No final, entrega o equipamento no serviço e solicita comprovativos da execução do trabalho através da recolha da assinatura dos responsáveis do serviço e do Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE) do hospital. O(s) serviço(s) são faturados ao cliente mediante o acordado por eventual contrato ou outro acordo administrativo.

No caso de ações corretivas, a metodologia a adotar pelo técnico passa por analisar a ocorrência, identificar a causa e indicar um procedimento de correção que poderá dar origem a um orçamento a ser aceite pelo cliente - onde constem os custos de: mão-de-obra, deslocações, peças-de-reserva, etc. Estes trabalhos podem ter

diferentes locais de execução mediante as questões de segurança e a severidade das avarias, em concreto: no local, em oficina, em instalações do cliente, nas instalações da organização empregadora do técnico, ou no próprio fabricante.

Outra questão relevante é a atribuição das OT a cada técnico/equipa. Tipicamente, no caso da saúde, os técnicos estão associados a clientes, no entanto férias, doenças alteram o funcionamento instituído. Logo, a aplicação de gestão da manutenção necessita, automaticamente ou de forma manual, de efetuar a atribuição das OT a cada técnico/equipa.

Por fim, é necessário garantir o aprovisionamento relativo a peças de reserva e ferramentas. Isto é essencial de forma a estarem disponíveis quando se realizam as OT preventivas. Neste caso específico é necessária a consulta a fornecedores, medir e registar tempos de espera, medir rotatividade em armazém, bem como organizar as requisições de material para cada equipa/técnico.

A Figura 1 apresenta um resumo destes fluxos de trabalho e de informação.

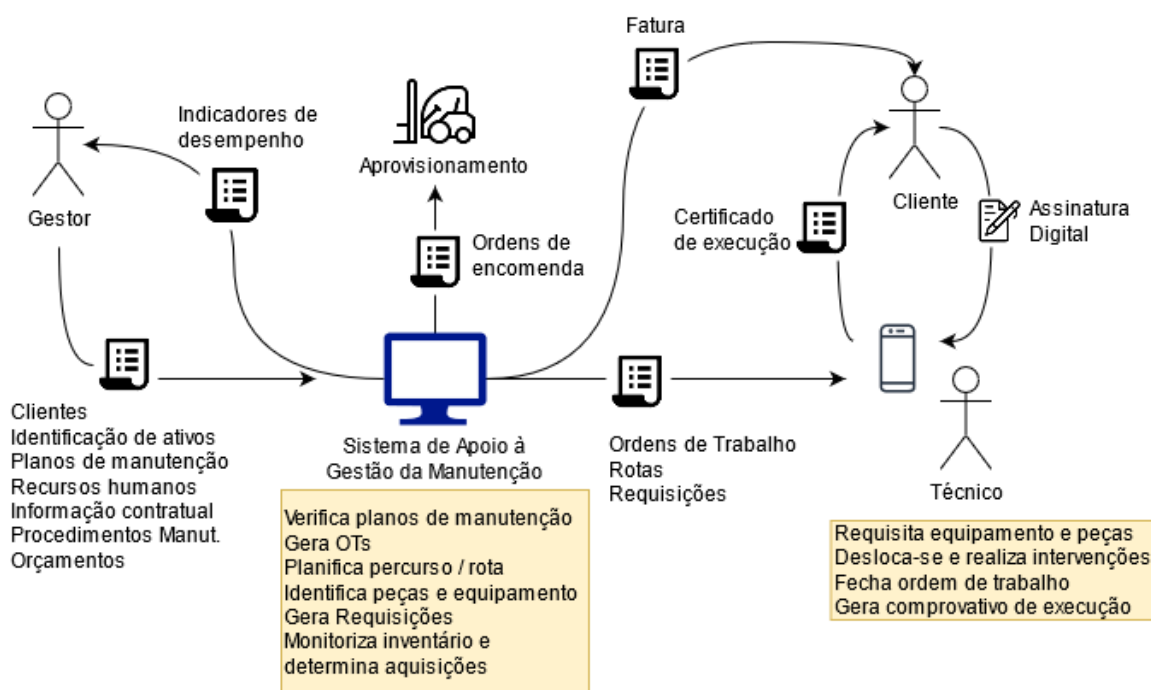


Figura 1 – Fluxo de trabalho e de informação na manutenção de equipamento médico por equipas externas.

### 3.3. Requisitos de Aquisição

Tendo por base a informação anterior, foram identificados os seguintes requisitos funcionais de alto nível, de prioridade média e alta, para possibilitar a análise de ferramentas (Tabela 1). Estes requisitos foram priorizados de acordo com a relevância para a função e impacto expectável na melhoria do desempenho da organização. Por exemplo, os requisitos R3 e R8 têm prioridade média e não alta porque, apesar da sua relevância para o negócio, podem ser realizados em sistemas externos ou manualmente, não obstante alguma perda de eficiência.

Na Tabela 1 não são considerados requisitos relativos a aspetos contratuais como preço, modelo de aquisição, condições de atualização, operação e manutenção ou também requisitos relativos à infraestrutura tecnológica ou à integração com outros sistemas da organização e sistemas externos, dado que estes variam de organização para organização. No entanto, estes devem, obviamente, também ser elicitados e especificados no contexto do projeto de aquisição. Também não foram considerados requisitos relacionados com estratégias de manutenção emergentes, mas ainda com pouca expressão prática, como por exemplo manutenção preditiva.

REQUISITO	DESCRIÇÃO	PRIORIDADE
R1	Gestão de perfis de acesso ao SI.	Alta
R2	Gerar e disponibilizar lista de OT ao técnico/equipa.	Alta
R3	Ordenar lista de OT de acordo com critérios relevantes (ordem rodoviária, urgência, etc).	Média
R4	Indicar lista de tarefas, peças, equipamento necessário para cada OT e gerar respectivas requisições.	Média
R5	Emitir comprovativo de execução da intervenção associada a uma OT.	Alta
R6	Permitir a assinatura digital de comprovativo de execução.	Alta
R7	Calcular indicadores de desempenho técnico, organizacional e económico.	Média
R8	Faturar ao cliente o serviço realizado, de acordo com condições contratuais.	Média
R9	Acesso móvel disponível para técnico/equipa em viagem.	Alta
R10	Emitir orçamento para manutenção corretiva, tendo por base procedimento, deslocação, mão-de-obra, peças, condições contratuais, etc.	Média
R11	Efetuar a atribuição das OT a cada técnico/equipa, tendo em consideração horas laborais, especialização, etc.	Média
R12	Assegurar aprovisionamento de peças e equipamento, de acordo com planos de realização de OTs preventivas.	Alta
R13	Gestão de informação de clientes, ativos físicos e contratos.	Alta
R14	Gestão de planos de manutenção e equipamentos.	Alta
R15	Gestão de aprovisionamento, encomendas e aquisições.	Alta
R16	Gestão de informação de recursos humanos (técnicos e equipas).	Alta

Tabela 1 – Requisitos de Aquisição.



Independentemente do cumprimento de requisitos funcionais, parâmetros não-funcionais relevantes devem também ser considerados. Como exemplo, a usabilidade é um fator crítico e deverá ser avaliada através de testes, por exemplo através de técnicas baseadas em *thinking aloud* (Lewis,1982) ou observação de utilizadores (Nielsen, 1993) e inquéritos a utilizadores ou também por inspeções realizadas por peritos de usabilidade (Wharton, Riemann, Lewis & Poison, 1994), (Nielsen, 1993). Outros parâmetros relevantes dizem respeito à segurança e proteção da integridade e confidencialidade da informação de colaboradores, clientes e ativos.

#### 4. SISTEMAS COMERCIAIS DE APOIO À GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Nesta secção é feita uma apresentação sumária das funcionalidades, disponibilizadas pelas ferramentas comerciais de apoio à gestão da manutenção, consideradas neste estudo.

##### 4.1. Ferramentas Analisadas

As ferramentas analisadas estão identificadas na Tabela 2.

FERRAMENTA	FABRICANTE	WEBSITE
Valuekeep	Primavera	<a href="https://www.valuekeep.com/pt">https://www.valuekeep.com/pt</a>
ManWinWin	Navaltik Management	<a href="https://manwinwin.com/en/maintenance-management-software/">https://manwinwin.com/en/maintenance-management-software/</a>
Facility Base	Vigie Solutions	<a href="https://www.vigiesolutions.com/pt-pt/products/facilitybase/">https://www.vigiesolutions.com/pt-pt/products/facilitybase/</a>
Infraspeak	Infraspeak	<a href="https://infraspeak.com/pt-pt/">https://infraspeak.com/pt-pt/</a>
Fiix	Fiix	<a href="https://www.fiixsoftware.com/cmms-software/">https://www.fiixsoftware.com/cmms-software/</a>
UpKeep	UpKeep	<a href="https://www.onupkeep.com/">https://www.onupkeep.com/</a>
eMaint	Fluke	<a href="https://www.emaint.com/pt/">https://www.emaint.com/pt/</a>
Glose	Glose	<a href="https://www.glose.pt/pt-pt/">https://www.glose.pt/pt-pt/</a>

Tabela 2 – Ferramentas de apoio à gestão da manutenção analisadas.

As secções 4.2 a 4.9 apresentam um resumo de cada uma destas soluções. Na generalidade, pode afirmar-se que todas as soluções aqui consideradas oferecem as funcionalidades essenciais para a gestão da manutenção. Para além de questões relacionadas com o modelo de aquisição, preço e usabilidade, a diferenciação é feita pela existência de suporte para alguns requisitos específicos, conforme discutido na Secção 5.

##### 4.2. Valuekeep

O Valuekeep é uma solução que oferece várias funcionalidades relevantes para gestão da manutenção, tais como gestão de ativos e ordens de trabalhos, planeamento de rotas, gestão de inventário, planeamento de manutenção preventiva e corretiva, entre outras. Pode ser integrada com outras plataformas da empresa e disponibiliza informação documentada para a integração com outras soluções. Disponibiliza versão mobile personalizada ao perfil de utilizador.

#### **4.3. ManWinWin**

O Manwinwin é um sistema com diferentes soluções para os mercados da indústria e infra-estruturas, edifícios, frotas, e prestadores de serviços. Pode ser instalado para efeitos de avaliação e validação durante um ano, sendo uma das poucas soluções descritas neste artigo com esta opção. Por este motivo é largamente utilizado em contexto de ensino profissional e superior. Os potenciais clientes podem optar pela versão *desktop*, *web* ou *mobile*.

#### **4.4. Facility Base**

O Facility Base permite a gestão de todos os aspetos relacionados com a manutenção de equipamentos, incluindo uma aplicação para *smartphone*. Esta permite que os técnicos consultem e fechem as OTs. Adicionalmente, possibilita que os clientes requisitem os serviços corretivos (pedidos de intervenção). O Facilitybase apresenta-se nas modalidades: *Pro* e *Enterprise*, sendo a primeira limitada à gestão de cinquenta equipamentos, e a segunda não apresenta qualquer restrição no que diz respeito ao número de equipamentos.

#### **4.5. Infraspak**

O Infraspak é uma plataforma que disponibiliza funcionalidades fundamentais e diferenciadas para gestores de manutenção, gestores executivos e técnicos de manutenção. Permite a integração com outras ferramentas disponíveis do mercado, tais como ferramentas da empresa Primavera, PHC, google sheets, excel, e gmail. Para além da manutenção, permite a integração com tecnologias *Internet of Things* (IoT). Disponibiliza também várias aplicações para *smartphone* setorizadas, ou seja, de acordo com o perfil da informação usual com que cada utilizador trabalha.

#### **4.6. Fiix**

O Fiix é uma solução que suporta várias estratégias de manutenção, tais como *Total Productive Maintenance* (TPM) (Wireman, 2004) e *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Nowlan & Heap. 1978), (Moubray. 2001), entre outras. Permite uma personalização em função da área de atividade do cliente, incluindo especificamente uma vertente para “Farmacêutica, biotecnologia e dispositivos médicos”. Do ponto de vista da gestão da manutenção permite acesso via *web*, ou *mobile*, incluindo a possibilidade de integração com ferramentas comerciais de gestão de negócio de fabricantes como a Microsoft, SAP, etc. Em termos de custos apresenta vários planos de adesão: básico, profissional e *enterprise*.

#### **4.7. UpKeep**

O UpKeep é uma solução que incorpora vários módulos configuráveis de forma flexível conforme as necessidades do cliente. Oferece suporte para aspetos essenciais da atividade de manutenção, incluindo suporte para diferentes estratégias e modelos de manutenção. Apresenta uma gama diversificada de custos e planos de utilização, dependendo das funcionalidades e capacidade utilizada, ajustável à realidade do negócio. Inclui ainda um plano comunitário, a custo zero, para empresas com um nível de faturação baixo.

#### 4.8. eMaint

O eMaint é um SAGM que inclui diversos módulos, nomeadamente para gestão de ativos, gestão de inventário, gestão da manutenção e aplicação móvel. Contempla também diferentes modalidades de manutenção. Disponibiliza três planos comerciais: *team*, *professional* e *enterprise*. É disponibilizada através do modelo *Software as a Service* (SaaS).

#### 4.9. Glose

O Glose é constituído por três plataformas: Sistema *core*, Portal e Mobilidade. O Sistema *core* tem como objetivo ajudar a equipa responsável pela gestão e operação dos ativos a gerir, planear e verificar em tempo real a execução operacional. O Portal permite ao requisitante solicitar trabalhos e acompanhar o desenvolvimento dos mesmos. A Mobilidade permite aos técnicos receber novas OTs e reportar a evolução do desenvolvimento dos trabalhos. Inclui módulos para gestão de ativos, ordens de trabalho, gestão da manutenção preventiva, controlo de *stock*, entre outros.

### 5. ANÁLISE COMPARATIVA

Tendo por base a informação disponível (pública) nos respetivos sítios de internet e a utilização exploratória de versões de demonstração, foi feita uma análise comparativa, de carácter preliminar e transversal, onde estão elencadas as principais funcionalidades de cada uma destas plataformas.

Foi feita a correspondência entre os módulos ou funcionalidades disponíveis na versão de demonstração (ou anunciados pelos fabricantes) com os requisitos identificados apresentados na Tabela 1. Estes resultados (Tabela 3) permitem identificar quais as soluções que poderão ser mais adequadas, sem prejuízo da necessidade de realizar uma verificação detalhada, em particular das funcionalidades não disponíveis na versão de demonstração. Das soluções apresentadas, nem todas estão focadas para o setor da saúde, embora contenham funcionalidades/conceitos que adaptados poderão satisfazer os requisitos identificados.

MÓDULOS E FUNCIONALIDADES	REQUISITOS ASSOCIADOS	VALUEKEEP	MANWINWIN	FACILITY BASE	INFRASPEAK	FIX	UPKEEP	EMAIMT	GLOSE
Gestão de ativos	R13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestão de manutenção preventiva	R2,R3,R4,R5,R6,R8,R11,R14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestão de manutenção corretiva e OTs	R2,R3,R4,R5,R6,R8,R10,R14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestão de inventário	R4, R12, R15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestão de custos	R12, R15	✓	✓	✓	✓			✓	✓

<b>Gestão de encomendas</b>	<b>R12, R15</b>	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
<b>Gestão de contratos</b>	<b>R8, R10, R13</b>	✓							✓
<b>Relatórios e KPIs</b>	<b>R7</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Interação empresa/clientes</b>	<b>R8, R10</b>	✓	✓	✓	✓			✓	✓
<b>Gestão de utilizadores</b>	<b>R1</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Assinatura digital</b>	<b>R6</b>	✓			✓			✓	
<b>App/Online</b>	<b>R9</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabela 3 – Funcionalidades das soluções comerciais;

Conforme anteriormente referido, todas as ferramentas elencadas disponibilizam módulos ou funcionalidades que visam endereçar as necessidades fundamentais dos processos de manutenção. No entanto, verifica-se que apenas uma aparenta cumprir com a totalidade dos requisitos enunciados, sendo a gestão de contratos e o suporte para assinatura digital duas das funcionalidades com menor disponibilidade.

## 6. CONCLUSÃO

Constatou-se que as soluções existentes no mercado são variadas em termos de oferta técnica e de conceção, havendo ofertas, do mesmo fabricante, de soluções diferenciadas tendo em conta a atividade da organização cliente.

A informação disponibilizada neste artigo é relevante porque permite orientar a procura de soluções comerciais. Não obstante, é preciso sublinhar que não é possível deixar de considerar no processo de aquisição outro tipo de requisitos, designadamente requisitos contratuais, requisitos não funcionais (como usabilidade e segurança, preço, capacidade de integração com outros sistemas) e estimar a capacidade do fornecedor realizar, a longo prazo, a necessária manutenção e evolução do SGAM de forma a corrigir defeitos e acrescentar novas funcionalidades, acompanhando dessa forma a evolução tecnológica. Como exemplo, considere-se que algumas estratégias de manutenção (como por exemplo manutenção preditiva) impõem requisitos tecnológicos importantes (relacionados com o suporte para IoT e técnicas de previsão baseadas em inteligência artificial) que não são, de uma forma geral, ainda disponibilizados pela generalidade das ofertas. No momento atual, a omissão destas funcionalidades não é relevante, dado que a implantação do modelo de manutenção preditiva ainda não é muito comum, mas essa situação poderá alterar-se no futuro.

## REFERÊNCIAS

EN 13306:2017. Maintenance - Maintenance terminology.

McEwen, T., Guynes, R., Wartell, J., Pendelton, S., (2004). Information Technology Acquisition, Final Report, Document nr. 204026, National Criminal Justice Reference Service (NCJRS). (available at <https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/grants/204026.pdf> )

CMMI Product Team, (2010). CMMI-ACQ, V1.3-Improving processes for acquiring better products and services, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, Technical Report CMU/SEI-2010-TR-032. (available at [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/TechnicalReport/2010\\_005\\_001\\_15284.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2010_005_001_15284.pdf))

- Nielsen, J. (1993). Usability Engineering, Boston, MA-Academic Press, 1993.
- Lewis, C. H. (1982). Using the "Thinking Aloud" Method In Cognitive Interface Design (Technical report). IBM. RC-9265
- Wharton, C., Riemann, J., Lewis, C., Poison, P. (1994). "The cognitive walkthrough method: a practitioner's guide". In Nielsen, Jakob; Mack, Robert L. (eds.). Usability inspection methods. dl.acm.org. John Wiley & Sons. pp. 105–140. ISBN 978-0-471-01877-3.
- Saraiva, David J. (2020). Desenvolvimento de uma Aplicação de Gestão da Manutenção de Equipamentos Hospitalares. MSc. Thesis. Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Pedro, Márcia C.B. (2021). Manutenção de Dispositivos Médicos e Plataformas de Gestão – Estágio na PromeiCentro. MSc. Thesis. Mestrado em Instrumentação Biomédica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Wireman, T., (2004). Total Productive Maintenance, Industrial Press Inc., ISBN 9780831131722.
- Nowlan, F. S. Heap, H. F. (1978) , Reliability-Centered Maintenance, Tech. Report, United Air Lines Inc., S. Francisco, CA. (available at [https://reliabilityweb.com/ee-assets/my-uploads/docs/2010/Reliability\\_Centered\\_Maintenance\\_by\\_Nowlan\\_and\\_Heap.pdf](https://reliabilityweb.com/ee-assets/my-uploads/docs/2010/Reliability_Centered_Maintenance_by_Nowlan_and_Heap.pdf))
- Moubray, J., (2001). Reliability-centered Maintenance, Industrial Press Inc., ISBN 9780831131463.
- Sezdi, M. (2016). Two Different Maintenance Strategies in the Hospital Environment: Preventive Maintenance for Older Technology Devices and Predictive Maintenance for Newer High-Tech Devices, Journal of Healthcare Engineering, vol. 2016, Article ID 7267983, 16 pages, <https://doi.org/10.1155/2016/7267983>