

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE AUXILIAR À GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES UTILIZANDO INDICADORES DE DESEMPENHO

V. N. R. Faria*, M. F. Rezende**, W. M. Moura**, Selma Terezinha Milagre*.

* Departamento de Engenharia Biomédica - Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) - Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil.

** Setor de BioEngenharia HCU-UFU, Uberlândia, Brasil
Email: naves.vinicius@gmail.com

Resumo: O setor de equipamentos médico-hospitalares figura entre aqueles que mais se desenvolvem no mundo nos últimos anos. Assim, para gerenciá-los com segurança e qualidade nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS's) é imprescindível a existência de um software de gerenciamento, bem como o cálculo de indicadores de desempenho para auxiliar nos processos de tomada de decisão. Porém nem todos os indicadores necessários e/ou desejáveis, encontram-se implementados no software de gerenciamento. Assim, este trabalho trata do desenvolvimento de um software destinado a tratar dados de um sistema de gerenciamento de equipamentos médico-hospitalares, e a partir destes, calcular indicadores de desempenho. Os indicadores usados são aqueles padrões-ouro propostos na literatura e outros adaptados e propostos por este trabalho, todos destinados a funcionar como ferramentas de avaliação e tomada de decisão. Os dados utilizados foram obtidos do Sistema de Gerenciamento de Equipamentos (SGE), existente Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU). O software foi desenvolvido em C# e o banco de dados foi o *SQL Server*.

Palavras-chave: Equipamentos Médico-Hospitalares, Engenharia Clínica, Indicadores de Desempenho, Gerenciamento de Manutenção.

Abstract: *The industry of medical equipment is one of those most developed in the world in recent years. So to manage them with safety and quality in Health Care Facilities (HCF's) is indispensable the existence of a management software as well as the calculation of performance indicators to assist in decision-making. But not all the necessary and / or desirable indicators are implemented in software management. This work deals with the development of a software intended to treat data management system of medical equipment, and from these, calculate performance indicators. The indicators used are gold standards those proposed in literature and other proposed and adapted for this work, all intended to function as assessment tools and decision making. The data used were obtained from the Sistema de Gerenciamento de Equipamentos (SGE), existing University Hospital of the Universidade Federal de*

Uberlândia (HC-UFU). The software was developed in C # and database is SQL Server.

Keywords: *Medical and Hospital Equipment, Clinical Engineering, Performance Indicators, Maintenance Management.*

Introdução

O setor de equipamentos médico-hospitalares figura entre aqueles que mais se desenvolvem no mundo, a uma taxa média de 10% ao ano. No Brasil, a cadeia produtiva do setor da saúde representa entre 7 e 8% do PIB, mobilizando recursos da ordem de R\$ 160 bilhões, com a geração de 10 milhões de empregos diretos e indiretos. Porém, existe forte dependência de importações nos produtos de maior densidade tecnológica [1].

Além disso, o Brasil possui a manutenção destes equipamentos ainda muito onerosa devido a inexistente, ou ineficiente, gestão destas tecnologias por grande parte dos EAS's [2].

Uma melhor gestão das tecnologias médico-hospitalares (GTMH) deve ser baseada em um gerenciamento de equipamentos com qualidade (principalmente em relação ao plano de manutenções), diversas vezes expresso por meio de indicadores de desempenho [3]. Estes tipos de indicadores são uma necessidade comum às empresas de serviços, porém, nos EAS's, os sistemas de avaliação devem ser coerentes com a percepção de suas atividades e objetivos [4].

Dessa forma, entende-se que a utilização de indicadores para medir o desempenho da gestão destas TMH é imprescindível para que se realize uma gestão hospitalar diferenciada visando o aumento de qualidade, e a consequente redução de custos [2].

Neste contexto, a motivação deste trabalho foi desenvolver um software dedicado a automatizar o processo de cálculo de indicadores de referência, que são inexistentes no software de gestão atual. Foram implementados indicadores já fundamentados na literatura, como os citados em [5, 6], dentre eles Tempo Médio entre Falhas (TMF), Frequência de Falhas (FF), número de manutenções preventivas realizadas e outros. Outros indicadores tais como a eficiência normativa,

adaptados de [7], foram também disponibilizados no software.

Os dados utilizados no software foram minerados do Sistema de Gerenciamento de Equipamentos (SGE) existente no Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU). O SGE foi implantado em 2004 e realiza o controle de todo o parque tecnológico do HCU-UFU, possibilitando o gerenciamento de manutenções internas e externas.

Desta forma, o software será uma ferramenta útil para avaliação do parque tecnológico do EAS e do gerenciamento deste, auxiliando ainda na tomada de decisões no setor de Engenharia Clínica.

Materiais e métodos

Software - O software foi desenvolvido usando a linguagem de programação C#, sobre a plataforma *Microsoft Visual C# 2010 Express*. Esta é uma linguagem de programação visual dirigida por eventos e totalmente orientada a objetos, o que a torna mais apropriada para a aplicação. Utilizou-se ainda o banco de dados *SQL Server*, o qual foi gerenciado pelo software *SQL Server Management Studio*.

O SGE permite a exportação dos dados. Assim, os dados foram exportados diretamente para uma planilha EXCEL®. Foram disponibilizadas as informações de dois tipos de equipamentos médico-hospitalares. Os dados provenientes dos relatórios do SGE foram configurados para formarem três tabelas no banco de dados *SQL Server*. Via programação desenvolvida no *SQL Server Management Studio* foi possível criar e alimentar as tabelas denominadas Equipamento, Histórico e Custo. A Tabela 1 detalha os campos das Tabelas Equipamentos, Histórico e Custo.

Tabela 1: Detalhamento dos campos das tabelas do banco de dados desenvolvido.

Tabela	Campos
Equipamentos	Código, Nome, Família, Fabricante, Equipe, Modelo, Número de Série, Patrimônio, Valor de Aquisição, Taxa de Depreciação, Data de Aquisição, Data de Garantia, Setor e Status.
Histórico	Código, PSM, Data PSM e Descrição.
Custo	Código, PSM, Custo.

O atributo Código é a chave principal para a tabela Equipamentos, e foi utilizado para a correlação de dados com as outras tabelas.

Indicadores de desempenho - Sob linhas gerais, os indicadores de desempenho seriam, portanto, um número, porcentagem ou razão que mede um aspecto do desempenho, com o objetivo de comparar esta medida com metas preestabelecidas [8]. Visto desta forma, a qualidade do serviço de Engenharia Clínica implantado deve estar associada à palavra indicador de desempenho.

Considerando o conjunto de dados obtidos, foi proposto o cálculo dos indicadores já fundamentados na

literatura, dentre os quais, Tempo Médio entre Falhas (TMF), Frequência de Falhas (FF), número de Pedidos de Serviços de Manutenção (PSM's), número de manutenções preventivas realizadas, número de manutenções corretivas realizadas, número de manutenções preventivas planejadas, dias de funcionamento (DF) e indicadores de análise de custo. Tais indicadores foram extraídos de diversas fontes, dentre elas [5, 6].

Exemplificando tem-se Frequência de Falhas (FF), definida pela Equação 1 e o Tempo médio entre falhas (TMF) na Equação 2.

$$FF = \frac{N^{\circ} \text{ de manutenções corretivas}}{\frac{DIAS \text{ FUNC}}{30}} \quad (1)$$

$$TMR = \frac{DIAS \text{ FUNC}}{N^{\circ} \text{ PSM}} \quad (2)$$

Em que, DIAS FUNC corresponde ao número de dias que o equipamento está funcionando. Se faz a divisão do DIAS FUNC por 30 para se estimar a frequência de falhas mensal do equipamento.

Outros indicadores propostos por este trabalho foram a eficiência normativa, eficácia normativa, efetividade normativa, *Backlog*, e Qualidade. Estes indicadores foram adaptados do trabalho de [8].

Para explanação desses indicadores usou-se a teoria do Diagrama de Venn como mostrado na Figura 1. As Atividades Realizadas (AR) se referem a todos os PSM's lançados no SGE (referentes às manutenções preventivas e corretivas). As Atividades Planejadas (AP) se referem a todas as manutenções preventivas planejadas (realizadas ou não) e a interseção $AP \cap AR$ se refere à atividades planejadas que foram de fato realizadas, ou seja, as manutenções preventivas realizadas.

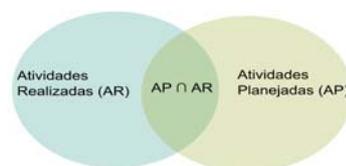


Figura 1 – Diagrama de Venn do planejamento e execução de manutenções.

Desta forma, eficiência normativa (EFCI N) é o índice que traduz a fração da base de planejamento resultante de ações planejadas (Equação 3). Quanto maior for o índice de Eficiência Normativa, maior será a coerência entre o Plano de Manutenções Preventivas, e o universo de ações realizadas.

$$EFCI \ N = \frac{AP}{AP \cup AR} * 100\% \quad (3)$$

A Eficácia Normativa (EFCA N) traduz a fração do conjunto universo de referência resultante de manutenções preventivas planejadas e executadas. Quanto maior for o índice de Eficácia, maior será a eficácia do plano de manutenções preventivas em vigor. A Eficácia Normativa pode ser expressa pela Equação 4.

$$EFCA N = \frac{AR}{AP U AR} * 100\% \quad (4)$$

A Efetividade Normativa (EFE N) está representada na Equação 5. Traduz a fração do universo de referência resultante de ações simultaneamente planejadas e executadas. Quanto maior for o índice de Efetividade, maior será a coerência entre as ações executadas e aquelas planejadas, no universo de ações do planejamento.

$$EFE N = \frac{AP \cap AR}{AP U AR} * 100\% \quad (5)$$

Já o índice *Backlog* (BLOG) está relacionado aos atrasos na execução da manutenção, ou imprevisão do processo de programação. A Equação 6 representa este indicador.

$$BLOG = \frac{AP - (AP \cap AR)}{AP U AR} * 100\% \quad (6)$$

Tendo em vista os indicadores das Equações 3, 4, 5 e 6, foi proposto o indicador de desempenho denominado Qualidade (Q), expresso na Equação 7. Este indicador, considera a eficiência, eficácia, efetividade e imprevisão do gerenciamento da manutenção de equipamentos.

$$Q = \frac{EFCA N + EFCA N + EFE N + (-1) * (BLOG - 100)}{4} \quad (7)$$

Resultados

O software desenvolvido possui uma interface de apresentação que direciona o usuário a duas funcionalidades. A primeira delas se refere à simples pesquisa dos equipamentos no banco de dados, podendo-se visualizar as informações referentes ao equipamento e seu Histórico. A interface de busca dos equipamentos é mostrada na Figura 2.

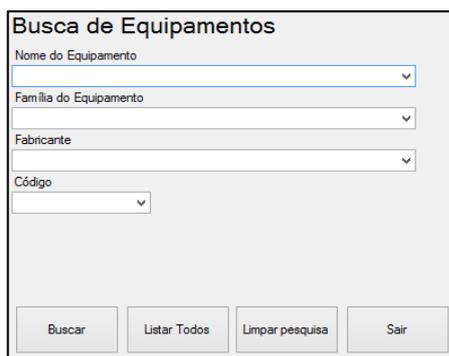


Figura 2 – Interface de Busca das Informações e do Histórico dos Equipamentos.

A busca de equipamentos pode ser feita utilizando-se o Nome do Equipamento, a Família do Equipamento, o Fabricante ou ainda pelo Código. O software retorna uma tabela com os dados gerais do equipamento, e outra com o histórico. A segunda funcionalidade do software refere-se ao cálculo dos indicadores de desempenho

propriamente dito. Nesta interface o usuário seleciona para qual equipamento deseja-se calcular os indicadores de desempenho, e quais indicadores serão calculados, como pode ser visto na Figura 3.

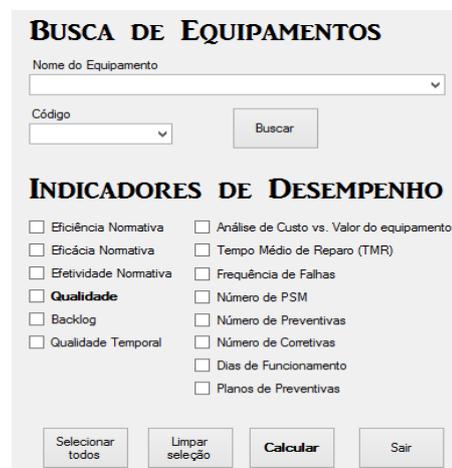


Figura 3 – Seção da interface de cálculo dos indicadores.

Os resultados são apresentados formato de tabelas e gráficos. São calculados e traçados o Gráfico de Desempenho de manutenções, Figura 4, o Gráfico de Análise Temporal da Qualidade das Manutenções, Figura 5, o Gráfico de Gerenciamento das Manutenções, Figura 6 e o Gráfico de Análise Econômica, Figura 7.

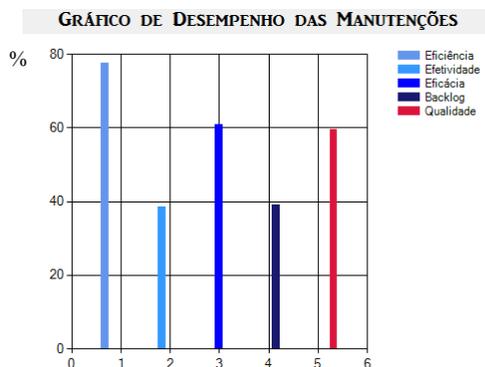


Figura 4 – Gráfico de Desempenho das Manutenções, contendo as informações de eficiência, eficácia, efetividade, *backlog* e qualidade das manutenções em relação ao equipamento requisitado.

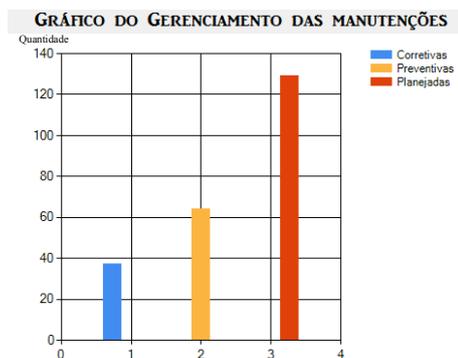


Figura 5 – Gráfico do Gerenciamento das Manutenções, contendo as manutenções corretivas, preventivas e planejadas.

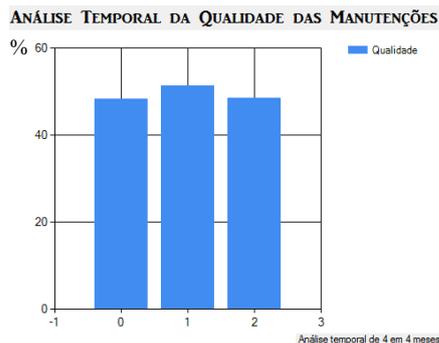


Figura 6 – Gráfico da Análise Temporal da Qualidade das Manutenções. O intervalo de tempo utilizado foi de 4 meses.

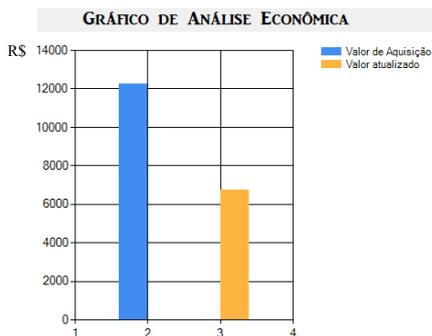


Figura 7 – Gráfico da Análise Econômica do equipamento, considerando: valor de aquisição e valor atualizado do equipamento.

Discussão

O software proposto e desenvolvido apresenta diversos indicadores de desempenho, ou seja, ferramentas para análise e estudo do gerenciamento dos equipamentos, principalmente em relação à manutenção dos mesmos.

Para trabalhos futuros pretende-se implementar o cálculo de indicadores gerais para diversos equipamentos, separando-os por marca, modelo e outros. Desta forma, será possível a gestão sobre diferentes marcas de equipamentos, o que auxiliaria no processo de futuras aquisições.

O trabalho em questão utilizou os dados exportados dos relatórios gerados pelo SGE, para prosseguimento do trabalho serão utilizados os dados de todos os equipamentos já cedidos pelo Centro de Tecnologia da Informação do HCU-UFU. Isto possibilitará uma maior gama de dados e a possibilidade de calcular novos indicadores, como disponibilidade, custo geral de manutenção, tempo médio de reparo, dentre outros.

Conclusão

Considerando a importância dos indicadores de desempenho para uma GTMH de qualidade, constata-se a crescente necessidade de se automatizar os cálculos destas medidas de desempenho, principalmente devido ao grande volume de dados geralmente adquiridos e à

facilidade de manipulação e apresentação dos resultados quando calculados por um software dedicado.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração do setor de Bioengenharia do HCU-UFU e à FAPEMIG pelo fomento através do projeto FAPEMIG2014-ENG010.

Referências

- [1] MORELI, EC, FIGLIOLI, A., OLIVEIRA, JPL, PORTO, GS. Cenários Internacional e Nacional do Setor de Equipamentos Médicos, Hospitalares e Odontológicos/ E. Moreli, A. Figlioli, J. P. L. Oliveira; coordenadora G. S. Porto. – Ribeirão Preto: [s.n.], 2010. 36 p.: il.
- [2] MORAES, L. Metodologia para auxiliar na definição de indicadores de desempenho para a gestão da tecnologia médico-hospitalar. Dissertação (Doutorado em Engenharia Elétrica) Universidade Federal de Santa Catarina. 253p., 2007.
- [3] MARTINS, R. A. Sistemas de medição de desempenho: Um modelo para estruturação do uso. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
- [4] CURI, W. R. Indicadores de desempenho e competências em Empresas de serviços: estudo de caso em dois Hospitais da região metropolitana de Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais. 2009.
- [5] CARDOSO, G. B., CALIL, S. J. Estudo do Processo de Análise de Referência Aplicado à Engenharia Clínica e Metodologia de Validação de Indicadores de Referência”, Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Florianópolis, SC: p. 482-487, 2000.
- [6] FERREIRA, F. R., ROCCO, E., GARCIA, R. Proposta de Implementação de Indicadores para Levantamento de Produtividade em Estruturas de Engenharia Clínica”, Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Florianópolis, SC: p. 455-459, 2000.
- [7] SIQUEIRA, I. P. Indicadores de Eficiência, Eficácia e Efetividade da Manutenção. 21º Congresso Nacional de Manutenção – ABRAMAN - Aracaju, Sergipe, Brasil 2006.
- [8] BRASIL. Tribunal de Contas da União. Técnicas de Auditoria: Indicadores de Desempenho e Mapa de Produtos – Brasília: TCU, Coordenadoria de Fiscalização e Controle, 32p., 2000.