

APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE SOFTWARE EM UM MODELO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SAÚDE: UM ESTUDO DE FACTIBILIDADE EM UM HOSPITAL PÚBLICO UNIVERSITÁRIO.

RINALDO MACEDO DE MORAIS

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto - FEARP
rmorais@fearp.usp.br

ANDRÉ LUCIRTON COSTA

USP - Universidade de São Paulo
alcosta@usp.br

WILSON MORAES GÓES

Centro Universitário Claretiano
wmoraesgoes@gmail.com

SILVIO CESAR SOMERA

USP - Universidade de São Paulo
scsomer@gmail.com

APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE SOFTWARE EM UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE SAÚDE: UM ESTUDO DE FACTIBILIDADE EM UM HOSPITAL PÚBLICO UNIVERSITÁRIO.

1. Introdução

O repositório de dados do observatório global em saúde, da OMS, com informações sobre investimentos em saúde em mais de 190 países, mostra uma curva crescente de gastos per capita em saúde (OMS, 2013). Newell (2011) afirma que os custos para financiamento da saúde têm crescido em nível mundial, devido a fatores como o aumento da expectativa de vida, avanços de tecnologia em saúde e políticas para universalização de acesso à saúde, apesar das ações de governos para atenuar impactos orçamentários, com restrições em orçamentos públicos, sobretudo após as crises econômicas que ocorrem em escala global, desde 2008. Em países em que os sistemas de saúde são privados ou mistos, também se busca minimizar tais custos, inclusive para viabilizar economicamente as operadoras de seguros e planos de saúde.

Em organizações de saúde, os sistemas de informação em saúde (*HIS-Healthcare Information System*) agregam tecnologias de informação e comunicação para atender seus processos (European Science Foundation, 2003), integram pessoas, procedimentos e tecnologias para coletar, armazenar, manipular e recuperar informações (Wager, Lee e Glaser, 2009), caracterizam-se pela implementação complexa e multidisciplinar, produzem impactos na aprendizagem e adaptação da rotina organizacional e envolvem vários grupos de *stakeholders* – pacientes, provedores de serviços, agentes reguladores e profissionais (Fichman, Kohli e Krishnan, 2011).

Investimentos em sistemas de informação podem constituir parte das políticas de organizações de saúde para reduzir a tensão entre os custos e os orçamentos, com o objetivo de melhorar a eficiência e a qualidade nos processos que ocorrem nesse setor. Os sistemas de informação melhoram a eficiência em organizações de saúde, reduzem os índices de erros de prescrição médica, auxiliam profissionais e gestores na tomada de decisões e em medicina preventiva (Hillestad et al., 2006; Ammenwerth et al., 2003) e têm um grande potencial para reduzir custos e melhorar resultados em saúde (Fichman, Cohli e Krisnan, 2011; Oliveira et al., 2011). Resultados de pesquisas em avaliação de sistemas de informação para o setor de saúde também relatam o reconhecimento dos administradores sobre a importância de sistemas de informação como recursos críticos e que há uma grande demanda para alinhar os sistemas de informação com os processos de gestão (D'Souza e Sequeira, 2011).

O desenvolvimento e manutenção de sistemas de informação em saúde são atividades complexas, devido: (a) à falta de padronização e dificuldades de interoperabilidade entre aplicações (Hillestad et al., 2006), (b) à característica interdisciplinar da saúde, que exige a agregação de saberes de vários profissionais usuários na construção de sistemas de informação (Fichman, Kohli e Krishnan, 2011; Carvalho e Eduardo, 1998) e (c) à natureza fragmentada do setor de saúde e às dificuldades em sistematizar processos em aplicações (Abouzahr e Boerma, 2005), além da atual mudança de paradigma, de um modelo reativo, centrado na doença, para um modelo preventivo, que dificulta a fluidez na comunicação entre os três níveis de atenção e na atenção contínua (OPAS, 2011).

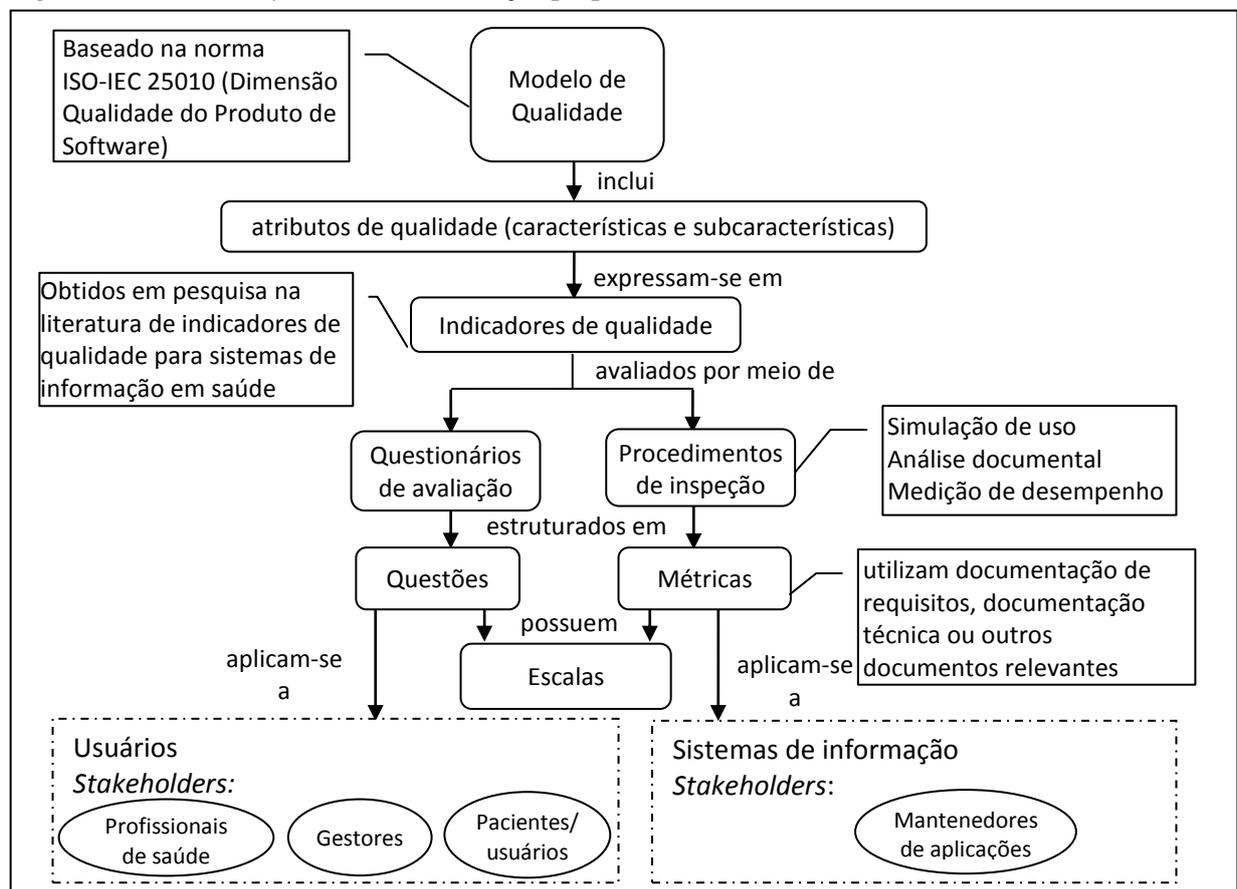
Nesse contexto de complexidade, a avaliação é uma atividade essencial para garantia de qualidade de *software* em saúde e de sua melhoria contínua. As atividades de avaliação de software mensuram atributos de um sistema nas várias fases de seu ciclo de vida (Ammenwerth et al., 2004), auxiliam na otimização de resultados e identificam eventos imprevistos (European Science Foundation, 2003) e permitem analisar o grau que sistemas de informação atendem a seus objetivos (Yusof et al., 2008).

Para um modelo estruturado orientado à avaliação de sistemas de informação em saúde, este artigo especifica, como técnica para mensuração dos atributos de qualidade estabelecidos no modelo, um conjunto com 42 métricas de software e verifica a factibilidade dessas métricas para o conjunto de aplicações que oferecem suporte aos processos clínicos, hospitalares, ambulatoriais e administrativos de um hospital público que atende a macro região de Ribeirão Preto.

2. O modelo para avaliação de qualidade

A Figura 1 descreve a estrutura do *framework* de avaliação utilizado nesse trabalho como referencial teórico. O modelo, proposto por Morais e Costa (2013), utiliza os atributos da dimensão qualidade do produto da norma ISO/IEC 25010 (ISO, 2011a), que inclui oito características de qualidade: suportabilidade funcional, eficiência no desempenho, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade. Cada característica detalha-se em um conjunto de subcaracterísticas, que estão descritas no Anexo I.

Figura 1. Estrutura do *framework* de avaliação proposto



Fonte: Morais e Costa (2013).

Devido ao grau de subjetividade das características e subcaracterísticas – inerente ao modelo, pois pode ser aplicado para qualquer produto de software – foi associado a cada atributo um conjunto de indicadores, obtidos em um processo de pesquisa sistemática em bases de dados, que selecionou 32 indicadores de sete trabalhos relevantes: Pai e Huang(2011), Viitanen et al.(2011), Hubner-Bloder e Ammenwerth(2009), Ribièrè et al.(1999), Otieno et al.(2008), Anderson e Aydin(2005) e Lima et al.(2009).

Por meio de uma análise semântica, cada indicador foi classificado em uma característica e subcaracterística da dimensão qualidade do produto da norma ISO/IEC 25010 (ISO, 2011a). Outros 10 indicadores foram acrescentados pelos autores com base na leitura das normas ISO/IEC 25023 (ISO, 2011b) e ISO/IEC 9123-3 (ISO, 2003). Com a inclusão desses indicadores, foram cobertas todas as características da dimensão qualidade do produto.

Para cada indicador, o modelo propõe questões de avaliação e/ou procedimentos de inspeção de software, aplicáveis aos diferentes *stakeholders*, para avaliar objetivamente o indicador. Como *stakeholders*, o modelo incluiu:

- Gestores: usuários do sistema em seu nível estratégico;
- Profissionais de saúde: usuários do sistema em níveis tático e operacional;
- Pacientes/usuários: acessam o sistema apenas para consultas;
- Profissionais de TI: compõem o *staff* técnico da aplicação, como desenvolvedores e/ou mantenedores de sistemas de informação.

As questões de avaliação foram elaboradas e agrupadas em questionários direcionados a perfis de usuários (gestores, profissionais de saúde e pacientes) e estão especificadas em Moraes e Costa (2013). A elaboração das questões orientou-se na redação de textos expressos de modo claro, sem ambiguidades e em uma linguagem de fácil compreensão. Foram desenvolvidas as escalas de mensuração também com observação à leitura clara e apropriada, cobertura do universo de respostas possíveis e distribuídas uniformemente. Foram utilizadas escalas ordinais e intervalares, segundo definições de Malhotra(2006), com cinco opções de respostas organizadas em ordem crescente de adequação.

Os procedimentos de inspeção propostos no modelo devem ser orientados aos profissionais de TI mantenedores das aplicações, *stakeholders* que detêm acesso às informações sobre requisitos dos sistemas, históricos de alterações, históricos de defeitos e falhas do sistema e outras informações relevantes para obtenção de medições. Esses procedimentos devem utilizar a análise documental, testes/simulações de uso do software ou medições/ensaios de desempenho como meios para obtenção de medições.

Ao incluir questionários orientados a usuários da aplicação e procedimentos de inspeção orientados aos seus mantenedores, uma característica diferencial desse modelo é o fato de “ouvir os dois lados”, que muitas vezes estabelecem conflitos devido à comunicação (Dallavalle, 2000), à distância entre a organização e o prestador de serviços (Albertin e Moura, 1995) ou devido a processos inadequados de implantação, identificados por Caldas e Wood (2000), como aquisição de software sem critérios, por imposição ou baixo envolvimento do usuário.

3. Método

Esse trabalho é de natureza qualitativa e dividiu-se em uma primeira etapa conceitual, com a especificação de procedimentos de inspeção para o modelo utilizado (Moraes e Costa, 2013) e uma segunda etapa empírica, com a investigação da aderência das métricas obtidas na primeira etapa para três aplicações de um hospital público de atendimento regional de média e alta complexidade.

A primeira etapa desse trabalho classifica-se como uma pesquisa metodológica pelo fato de se referir a um instrumento de captação da realidade pesquisada: segundo Vergara (2005, p. 47), a pesquisa metodológica “está associada a caminhos, formas, maneiras, procedimentos para atingir determinado fim”, caracterizada neste estudo.

As especificações descritas nessa primeira etapa utilizaram como referencial teórico as normas ISO/IEC 25023 (ISO, 2011b) e ISO/IEC 9126-3 (ISO, 2003) com adaptações de contexto para sistemas de informação em saúde. As escalas para as métricas especificadas nos procedimentos de inspeção são valoráveis entre zero e um: quanto mais próxima de um, maior a conformidade do sistema à métrica especificada.

Na segunda etapa da pesquisa, foi realizado um levantamento através de entrevistas orientadas aos analistas de sistemas responsáveis pelas aplicações. Nas entrevistas, foi respondido um questionário em que o entrevistador perguntou a factibilidade de cada métrica especificada para a aplicação mantida pelo analista de sistema, com opções de respostas “factível/infactível/não aplicável ao contexto”. A opção “não aplicável ao contexto” refere-se aos casos em que as métricas propostas eram incongruentes com o sistema alvo. Foram anotadas as observações dos profissionais, quanto às justificativas de factibilidade ou não factibilidade dos procedimentos de inspeção.

As entrevistas com os mantenedores das aplicações foram realizadas em julho de 2013, em seções de, no máximo, 90 minutos e incluíram parte do tempo para sugestões dadas pelos profissionais.

4. Resultados

4.1. As especificações dos procedimentos de inspeção

O Quadro 1 descreve os indicadores e procedimentos de inspeção métricas de software especificados para o modelo de avaliação. A primeira coluna enumera seus 38 indicadores, classificados nas características e subcaracterísticas do modelo. Para três indicadores não foram especificados procedimentos de inspeção: “A aprendizagem do sistema não exige um longo treinamento”, “A interface (telas, formulários, entradas de dados, relatórios ou gráficos) é clara, assim como os termos e conceitos utilizados no sistema são claros e sem ambiguidades”, “O sistema é de uso fácil, intuitivo” e “O sistema apresenta interface uniforme e padronizada”, todos da característica usabilidade. Para esses indicadores, foram elaboradas questões de avaliação orientadas aos usuários, para responder quantas funções do sistema atendem os indicadores, com escala ordinal de cinco pontos: 0%(nenhuma), até 25%(poucas), entre 25 e 75% (em torno da metade), mais que 75%(a maioria) e 100%(todas).

A segunda coluna do Quadro 1 descreve as especificações das métricas para os indicadores avaliados por meio de procedimentos de inspeção. 37 procedimentos baseiam-se no uso de métricas da norma ISO/IEC 25023, quatro baseiam-se na norma ISO/IEC 9126-3 e uma foi proposta pelo autor. Cada métrica é rotulada com uma abreviação da característica que se refere e numerada sequencialmente.

Quadro 1. Indicadores e procedimentos de inspeção de software para o modelo de avaliação

| Características/subcaracterísticas Indicadores de qualidade | Especificações das métricas de software |
|--|---|
| A1 - Suportabilidade funcional/ Completeza funcional 1. O sistema oferece suporte/ auxilia para tomada de decisão 2. O sistema obedece a normas legais de informação (CID10, DRG, transmissão de dados, etc.) 3. O sistema auxilia na prevenção de erros de medicação 4. A documentação clínica gerada pelo sistema é correta e completa 5. A informação tratada pelo sistema atende as operações transacionais do usuário | ISO/IEC 25023 - Métrica cobertura de implementação funcional: NFDR= número de funções incluídas em documentos de requisitos com suporte à decisão NFAI = número de funções ausentes ou incorretas dentre aquelas identificadas em NFDR SUPFUNC1 = 1 – (NFAI / NFDR) NFDR= número de funções relacionadas em documentos de requisitos que exigem observância a normas legais de informação NFAI = número de funções ausentes ou incorretas dentre aquelas identificadas em NFDR SUPFUNC2 = 1 – (NFAI / NFDR) NFDR= número de funções relacionadas em documentos de requisitos que exigem observância verificação e prevenção de erros de medicação NFAI = número de funções ausentes ou incorretas dentre aquelas identificadas em NFDR SUPFUNC3 = 1 – (NFAI / NFDR) NFDR= número de funções relacionadas em documentos de requisitos que exigem funcionalidades que incluem documentação clínica NFAI = número de funções ausentes ou incorretas dentre aquelas identificadas em NFDR SUPFUNC4 = 1 – (NFAI / NFDR) NFDR=número de funções relacionadas em documentos de requisitos referentes a operações transacionais NFAI = número de funções ausentes ou incorretas, dentre aquelas identificadas em NFDR SUPFUNC5 = 1 – (NFAI / NFDR) |

| | |
|---|--|
| <p>A2 - Suportabilidade funcional/ Corretude funcional</p> <p>6. O sistema disponibiliza a informação correta</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de acurácia computacional:</p> <p>NACI = número de atributos com computações incorretas em uma verificação de execução em um determinado intervalo de tempo</p> <p>NTCV = número total de atributos observados na verificação de execução</p> <p>$SUPFUNC6 = 1 - (NACI/NTCV)$</p> |
| <p>A3 - Suportabilidade funcional/ Adequação funcional</p> <p>7. O sistema integra processos de diferentes áreas e/ou departamentos</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de adequação funcional:</p> <p>NFAI = número de funções do sistema que não implementam ou implementam parcialmente o suporte automatizado para integração entre áreas funcionais ou departamentos, dentre aquelas que exigem essa funcionalidade</p> <p>NTFI = número total de funções que exigem o suporte automatizado para integração entre áreas funcionais ou departamentos, previsto em documentos de requisitos</p> <p>$SUPFUNC7 = 1 - (NFAI/NTFI)$</p> |
| <p>B1 - Eficiência no desempenho/ Comportamento em relação ao tempo</p> <p>1. O desempenho do sistema é satisfatório: os dados são processados em um período de tempo aceitável; o sistema responde rapidamente às entradas</p> <p>2. A documentação clínica gerada pelo sistema atende às restrições de tempo exigidas</p> <p>3. O tempo de autenticação para acesso ao sistema é adequado</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métricas <i>response-time</i> e <i>turnaroundtime</i> (de tempo de resposta):</p> <p>TE: tempo de execução de uma simulação de execução de operação on-line</p> <p>TME: tempo máximo de execução de uma operação on-line, especificada em documento de requisitos não funcionais de desempenho do sistema</p> <p>ATR = 1 se $TE \leq TME$; 0 caso contrário</p> <p>EFDESEMP1 = Média aritmética dos valores de ATR, obtidos em simulações de execução de operações on-line</p> <p>TE: tempo de execução de uma simulação de execução de operação do tipo "job"</p> <p>TME: tempo máximo de execução de uma operação do tipo "job", especificada em documento de requisitos não funcionais de desempenho do sistema</p> <p>ATR = 1 se $TE \leq TME$; 0 caso contrário</p> <p>EFDESEMP2 = média aritmética dos valores de ATR</p> <p>TE: tempo de execução de uma simulação de autenticação</p> <p>TME: tempo máximo de execução de uma operação de autenticação, especificada em documento de requisitos não funcionais de desempenho do sistema</p> <p>ATR = 1 se $TE \leq TME$; 0 caso contrário</p> <p>EFDESEMP3 = média aritmética dos valores de ATR, obtidos em simulações de execução de operações de autenticação</p> |
| <p>B2 - Eficiência no desempenho/ Capacidade</p> <p>4. O sistema oferece acesso simultâneo adequado, com desempenho satisfatório</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica número de acessos simultâneos:</p> <p>NAS=número verificado de acessos simultâneos de usuários, com desempenho dentro de padrões adequados</p> <p>NMA=número máximo de acessos simultâneos previsto nos requisitos do sistema</p> <p>$EFDESEMP4=NAS/NMA$</p> |
| <p>C1 - Compatibilidade/ Coexistência</p> <p>1. O sistema provê acesso a seus dados a partir de outros sistemas</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica disponibilidade de coexistência:</p> <p>NADC: número de aplicações para as quais o sistema disponibiliza coexistência</p> <p>NARE: número de aplicações que requerem coexistência do sistema</p> <p>$COMPAT1 = NADC/NARE$</p> |
| <p>C2 - Compatibilidade/ Interoperabilidade</p> <p>2. O sistema pode estar integrado ou conectado para trocar informações de outros sistemas</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica conectividade com sistemas externos:</p> <p>NIOA: número de interfaces com outras aplicações corretamente implementadas, para troca de dados.</p> <p>NIR: número de interfaces requeridas, para conectividade com outros sistemas.</p> <p>$COMPAT2 = NIOA/NIR$</p> |
| <p>D1- Usabilidade/Apreensibilidade</p> <p>1. O sistema disponibiliza manuais, tutoriais, documentação para treinamento e acesso a dados e/ou help on-line</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica completude da documentação do usuário/facilidades de ajuda</p> <p>NFDD: número de funções que são descritas corretamente na documentação do usuário e/ou nas funções de ajuda on-line ao usuário</p> <p>NTF: número total de funções do sistema acessíveis aos usuários</p> <p>$USAB1 = NFDD/NTF$</p> |
| <p>D2 - Usabilidade/Operabilidade</p> <p>2. A navegação pelo sistema é rápida e padronizada</p> <p>3. O sistema oferece feedback adequado ao usuário para as tarefas que são executadas</p> <p>4. O software permite adaptações para atender a necessidades locais/específicas, pelo próprio usuário</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de consistência operacional:</p> <p>NFNU: número de funções com navegação uniforme/padronizada.</p> <p>NTF: número total de funções do sistema acessíveis aos usuários.</p> <p>$USAB2 = NFNU/NTF$</p> <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de clareza de mensagens:</p> <p>NFMC: número de funções com mensagens que incluem termos facilmente compreendidos</p> <p>NTF: número total de funções do sistema acessíveis aos usuários</p> <p>$USAB3 = NFMC/NTF$</p> <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de possibilidade de customização:</p> <p>NFC=número de funções que podem ser customizadas pelo usuário em suas operações, dentre aquelas que requerem esse recurso.</p> <p>NTFC=número de funções que requerem, nos requisitos, possibilidade de customização.</p> <p>$USAB4=NFC/NTFC$</p> |

| | |
|---|--|
| <p>D3 - Usabilidade/ Proteção ao erro do usuário</p> <p>5. É simples, fácil e seguro corrigir um erro (reversibilidade)</p> <p>6. O sistema implementa a verificação de valores válidos em entradas de dados</p> <p>7. O sistema evita operações incorretas</p> | <p>ISO/IEC 9126-3 – Métrica de facilidade para cancelar: NFC: número de funções que permitem cancelar sua execução antes de seu término. NTF: número total de funções do sistema que preveem cancelamento em seus requisitos. USAB5 = NFC/NTF</p> <p>ISO/IEC 9126-3 – Métrica de facilidade para desfazer: NFD: número de funções que permitem desfazer sua execução após seu término NTF: número total de funções do sistema que preveem a revogação de sua execução em seus requisitos USAB6 = NFD/NTF</p> <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de checagem de entrada de validação de entrada: NACV = número de atributos de entrada com checagem para dados válidos NTAE = número total de atributos de entrada USAB7 = NACT / NTAE</p> <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de impedimento de operações incorretas: NFCO = número de funções que impedem a execução de operações incorretas NTF = número total de funções do sistema USAB8 = NFCO / NTF</p> |
| <p>D4 - Usabilidade/Estética da interface com o usuário</p> <p>8. Os arranjos dos campos da interface são ajustáveis ao trabalho do usuário</p> | <p>ISO/IEC 25023 – métrica de customização da aparência da interface do usuário: NIC: número de interfaces que podem ser customizadas em sua aparência pelo usuário NTI: número total de interfaces com o usuário do sistema USAB9 = NIC/NTI</p> |
| <p>D5 - Usabilidade/Acessibilidade</p> <p>9. O sistema inclui facilidades de acesso para usuários com necessidades físicas especiais ou por idade</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de acessibilidade física: NFNE = número de funções acessíveis a pessoas com necessidades especiais/idosas NTF = número total de funções do sistema USAB10 = NFNE / NTF</p> |
| <p>E1 - Confiabilidade/Maturidade</p> <p>1. O sistema apresenta baixos índices de chamados de manutenção de software</p> <p>2. O sistema é confiável, estável e não ocorrem erros durante seu uso</p> <p>3. As correções, melhorias ou atualizações de versão não causam instabilidade ao sistema e não demandam esforços ou tempo excessivos</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica MTBF (Media Time Between Failures): A partir observação do MTBF do sistema desde sua implantação (ou da implantação de sua última versão), em períodos regulares (semestre, ano), avaliar a evolução da métrica CONF1= 0 se MTBF decrescente, 0.5 se MTBF constante e 1.0 se MTBF crescente ISO/IEC 9126-3 – Métrica detecção de falhas: CONF2=quantidade de falhas detectadas na última revisão/falhas estimadas métrica proposta pelo autor: MR= para um dado período, compilar o número de manutenções decorrentes de manutenções anteriores, que geraram efeitos colaterais (e como consequência tornou o sistema instável) NTM=número total de manutenções realizadas no período CONF3= MR/NTM</p> |
| <p>E2 - Confiabilidade/ Disponibilidade</p> <p>4. O sistema está sempre disponível, acessível ao usuário</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de taxa do sistema em produção: HSP = Horas em que o sistema esteve em produção, disponível ao usuário em um período pré-definido (último mês, último trimestre, por exemplo) NTHD = Horas em que o sistema deveria estar em produção no período pré-definido CONF4 = HSP / NTHD</p> |
| <p>E3 - Confiabilidade/ Tolerância a falhas</p> <p>5. O sistema possui recursos para armazenamento redundante de dados</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de redundância de componentes: NCR = número de componentes instalados redundantemente para mitigação de falhas NCRI = número de componentes redundantes instalados previstos nos requisitos do sistema CONF5 = NCR/NCRI</p> |
| <p>E4 - Confiabilidade/ Recuperabilidade</p> <p>6. O sistema apresenta baixo nível de perda de dados e mecanismos eficientes de restauração</p> | <p>ISO/IEC 9126-3 – Métrica de restaurabilidade: NRR = número de restaurações requeridas, em um dado intervalo de tempo NRRS = número de restaurações requeridas com sucesso, em um dado intervalo de tempo CONF6 = NRR/NRRS</p> |
| <p>E5 - Confiabilidade/ Não questionamento digital</p> <p>7. O sistema inclui assinatura digital</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de utilização de assinatura digital: NEAD = número de eventos que são processados com uso de assinatura digital NTAD = número total de eventos que exigem assinatura digital CONF7 = NEAD / NTAD</p> |

| | |
|---|--|
| <p>F1 - Segurança/ Confidencialidade, Autenticação e Integridade</p> <p>1. Não há riscos de acesso não autorizado às informações do sistema</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de controlabilidade de acesso: TCAI = número de tipos controles de acesso (verificação de operação ilegal) corretamente implementados e verificados TCAP = número de tipos de controles de acesso previstos nos requisitos do sistema SEG1 = TCAI / TCAP</p> <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de encriptação de dados: NIDCE = número de itens de dados corretamente encriptados/decriptados NIEP = número de itens de dados com encriptação prevista nos requisitos do sistema SEG2 = NIDCE / NIEP</p> |
| <p>F2 - Segurança/ Responsabilização</p> <p>2. O sistema possui mecanismos de auditoria e/ou rastreabilidade</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de auditabilidade de acesso: NFRL = número de funções com registro de log, com informações sobre acesso e/ou modificação de dados realizados por um usuário NTF = número total de funções do sistema SEG3 = NFRL / NTF</p> |
| <p>G1 - Manutenibilidade/ Modularidade e Modificabilidade</p> <p>1. O software integra-se (com facilidade) com novas funções/sistemas</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de condensabilidade: NCNA= número de componentes não afetados por alterações em outros componentes NTC= número total de componentes MANUT1 = NCNA/NTC</p> <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de taxa de sucesso de modificação: PRAM = número de problemas/reclamações antes de uma dada manutenção PRDM = número de problemas/reclamações após a (mesma) manutenção MANUT2 = (PRAM-PRDM)/PRAM</p> <p>Obs: calcular a média para um conjunto de modificações em um dado período</p> |
| <p>G2 - Manutenibilidade/ Reusabilidade</p> <p>2. O sistema possui componentes de software reutilizáveis</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de grau de reusabilidade: NCRS = número de componentes/artefatos reutilizáveis do software, que podem ser utilizados em mais de um sistema ou utilizados para construir outros sistemas NTCB = número total de componentes/artefatos de software reutilizáveis na biblioteca de objetos reutilizáveis do ambiente de desenvolvimento do produto de software MANUT3 = NCRS / NTCB</p> |
| <p>G3 - Manutenibilidade/ Analisabilidade</p> <p>3. Exige-se pouco esforço para localizar causas de falhas no software</p> | <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de registro de auditoria de causas de erros: NRCE = Número de registros de causas de erros em operações do sistema NPRCE = Número de registros de causas de erros gravados planejado o suficiente para monitorar o status do sistema durante sua operação MANUT4 = NRCE / NPRCE</p> <p>ISO/IEC 25023 - Métrica de suficiência de funções de diagnóstico: NFDF = número de funções para diagnóstico de falhas disponíveis para o sistema NPFDF = número de funções para diagnóstico de falhas previsto nos requisitos do sistema MANUT5 = NFDF / NPFDF</p> |
| <p>G4 - Manutenibilidade/ Testabilidade</p> <p>4. O sistema pode ser eficazmente testado após uma modificação</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de cobertura de casos de teste: NCT = número casos de teste preparados para testar funcionalidades do sistema NTCT = número total de casos de testes estimado para verificação funcional do sistema Obs: Incluir casos de teste para integração com outros sistemas/aplicações MANUT6 = NCT / NTCT</p> |
| <p>H1-Portabilidade/Adaptabilidade</p> <p>1. O sistema opera em ambientes que são padrões de mercado (sistema operacional, banco de dados, ferramentas de desenvolvimento, etc.)</p> <p>2. O sistema apresenta independência e mobilidade para armazenamento e recuperação da informação (notebooks, tablets, PDAs, etc.)</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de adaptabilidade a ambientes de software: NFAS = número de funções do sistema testadas com êxito em outros ambientes de software (SGBDs, sistemas operacionais, ambientes de desenvolvimento, etc.), além do ambiente nativo. NTF = número total de funções do sistema. PORT1=NFAS/NTF</p> <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de adaptabilidade a ambientes de hardware: NFAH = número de funções do sistema testadas com êxito em outros ambientes de hardware além do ambiente nativo. NTF = número total de funções do sistema. PORT2=NFAH/NTF</p> |
| <p>H2 - Portabilidade/ Capacidade para ser instalado</p> <p>3. A instalação do sistema no ambiente do usuário é fácil e rápida</p> | <p>ISO/IEC 25023 – Métrica de facilidade de instalação: NIS = número de instalações realizadas com sucesso, em que a instalação ocorreu de acordo com a conveniência do usuário e em tempo de instalação adequado. NTIS = número total de instalações e tentativas de instalação do sistema. PORT3 = NIS / NTIS</p> |

4.2. O estudo de factibilidade dos procedimentos de inspeção do modelo de avaliação

Foi realizado um levantamento junto a profissionais de tecnologia de informação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP-USP), para investigar a aplicabilidade dos procedimentos de inspeção especificados para o modelo de avaliação proposto.

O levantamento foi realizado junto ao Centro de Informações e Análises (CIA), departamento responsável pela gestão da tecnologia de informação do hospital. O CIA provê ao hospital uma estrutura própria de desenvolvimento e infraestrutura de TI, que foi gradativamente estruturada a partir de 1995. Foram migradas as aplicações mantidas pela PRODESP, que anteriormente ofereceu suporte em informática ao hospital.

Atualmente, o CIA mantém 65 sistemas de informação em implementação e operação, 55 desenvolvidos internamente e 10 contratados de terceiros. Como colaboradores, conta com 20 analistas de negócios e de sistemas, 2 engenheiros de qualidade de software, 3 administradores de redes e 1 gestor de projetos, além de um corpo de técnicos de informática para suporte ao usuário.

As aplicações são desenvolvidas na plataforma Microsoft .Net e gerenciador de banco de dados Oracle, utilizam a UML (*Unified Modelling Language*) para especificações de análise e projeto de sistemas e técnicas e ferramentas de prototipagem para levantamento e especificação de requisitos. Ainda são mantidos alguns sistemas legados em Delphi, gradualmente submetidos à reengenharia para atualização tecnológica e revisão de funcionalidades.

A alta gestão do HCFMRP tem patrocinado políticas para promoção da melhoria da qualidade do processo de desenvolvimento de software, como a certificação SBIS/CFM (SBIS, 2013) e a certificação MPS-BR (SOFTEX, 2013), para melhoria de processos em desenvolvimento e infraestrutura de TI.

Para o levantamento de aplicabilidade dos procedimentos de inspeção propostos, foram investigados três sistemas de informação que apoiam processos clínicos e hospitalares do HCFMRP:

- Sistema de Informações Laboratoriais (LIS): oferece suporte ao gerenciamento de exames agendados e realizados nos diversos laboratórios de análises clínicas do hospital.
- Elaboração de Atendimento Clínico (EAC): aponta as observações e evoluções em atendimentos a pacientes apontados por médicos, paramédicos e enfermeiros, através de formulários eletrônicos.
- Gerenciamento de Procedimentos Cirúrgicos (CIRÚRGICO-3): para as cirurgias realizadas no hospital, esse sistema gerencia listas de espera, agendamentos, apontamentos de procedimentos cirúrgicos, emissões de fichas cirúrgicas, consumos de material e relatórios analíticos e gerenciais.

O Quadro 2 descreve os resultados obtidos no levantamento realizado através de questionários, em que foram entrevistados os analistas responsáveis pelas aplicações, conforme descrito na seção de método. O quadro enumera as métricas para cada atributo de qualidade (foram utilizadas os mesmos nomes atribuídos às métricas no Quadro 1). As respostas afirmativas são indicadas pelo símbolo “▲”, enquanto as negativas por “▼”. O símbolo “—” indica que a métrica não se aplica ao contexto do sistema e “?” indica que a questão não foi respondida pelo entrevistado. A última coluna sintetiza as justificativas dos respondentes.

Quadro 3. Aderência dos procedimentos de avaliação às aplicações analisadas

| Procedimentos de inspeção | | Aplicação | | | Observações/Comentários dos profissionais entrevistados |
|---|----------|-----------|-----|-----|---|
| Atributos de qualidade | Métricas | LIS | EAC | CIR | |
| Suportabilidade funcional/ Completeza funcional | SUPFUNC1 | ▼ | ▲ | ▲ | LIS e CIR3 possuem documentação de requisitos ausente ou não atualizada, diferentemente do EAC. |
| | SUPFUNC2 | ▼ | ▲ | ▼ | |
| | SUPFUNC3 | — | ▲ | ▼ | |
| | SUPFUNC4 | ▼ | ▲ | ▲ | |
| | SUPFUNC5 | ▼ | ▲ | ▼ | |
| Suportab. funcional/ Corretude funcional | SUPFUNC6 | ▲ | ▲ | ▲ | Métrica factível, mas de difícil implementação. |
| Suportab. funcional/ Adequação funcional | SUPFUNC7 | ▲ | — | ▼ | Dependente de informações em documentos de requisitos. |
| Efic. no desempenho/ Comportamento em relação ao tempo | EFDES1 | — | ▼ | ▼ | Para o analista do LIS, desempenho não é um problema crítico do sistema; Os analistas do EAC e CIR3 observaram que não especificações de desempenho como requisitos não funcionais para esses sistemas. |
| | EFDES2 | — | ▼ | ▼ | |
| | EFDES3 | ▼ | ▼ | ▼ | |
| Efic. no desempenho/ Capacidade | EFDES4 | ▲ | ▼ | ▼ | |
| Compatibilidade/ Coexistência | COMPAT1 | ▲ | ▲ | ▲ | Houve consenso para esses atributos. |
| Compatibilidade/ Interoperabilidade | COMPAT2 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| Usabilidade/ Apreensibilidade | USAB1 | ▲ | ▲ | ▲ | Houve consenso na factibilidade de USAB1,USAB2, USAB3, USAB7 e USAB10 e na infactibilidade de USAB8. Para USAB4, houve dúvidas quanto ao conceito de customização. USAB5 e USAB6 dependem de informações em documentação de requisitos, nem sempre disponíveis. |
| Usabilidade/ Operabilidade | USAB2 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| | USAB3 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| | USAB4 | ▼ | ? | ▼ | |
| Usabilidade/ Proteção ao erro do usuário | USAB5 | ▼ | ▲ | ▼ | |
| | USAB6 | ▼ | ▲ | ▼ | |
| | USAB7 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| | USAB8 | ▼ | ▼ | ▼ | |
| Usabilidade/ Estética da interface com usuário | USAB9 | ▼ | ▲ | ▼ | |
| Usabilidade/ Acessibilidade | USAB10 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| Confiabilidade/ Maturidade | CONF1 | ? | ▲ | ▲ | Para essa característica, houve consenso da aplicabilidade das métricas para todos os atributos, com exceção de CONF5, que exige especificações em requisitos não funcionais de ambiente. |
| | CONF2 | ? | ▲ | ▲ | |
| | CONF3 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| Confiabilidade/ Disponibilidade | CONF4 | ▲ | ▲ | ▲ | Para a métrica CONF2 (MTBF), foi observado que deve-se considerar o tamanho do sistema, para sua efetividade. |
| Confiabilidade/ Tolerância a falhas | CONF5 | ▼ | ▼ | ▼ | |
| Confiabilidade/ Recuperabilidade | CONF6 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| Confiabilidade/ não questionamento | CONF7 | ▲ | ▲ | — | |
| Segurança / Confidencialidade+ Autenticação+Integridade | SEG1 | ? | ▲ | ▲ | Houve consenso para esses atributos. |
| | SEG2 | ? | ▲ | ▲ | |
| | SEG3 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| Manutenabilidade / Modularidade + Modificabilidade | MANUT1 | ▲ | ▼ | ▼ | Houve consenso apenas para MANUT3. |
| | MANUT2 | ▲ | ▼ | ▼ | |
| Manutenabilidade / Reusabilidade | MANUT3 | ? | ▲ | ▲ | Para MANUT1 e MANUT2, foi questionado se as métricas são de fato associáveis ao indicador. Para MANUT4 e MANUT5, a ausência de respostas foi devido à falta de compreensão/clareza nas definições das métricas. |
| Manutenabilidade/ Analisabilidade | MANUT4 | ? | ▼ | ? | |
| | MANUT5 | ? | ▼ | ? | |
| Manutenabilidade/ Testabilidade | MANUT6 | ▲ | ▼ | ▼ | A métrica MANUT6, que avalia a testabilidade, depende da disponibilidade de casos de teste planejados para o sistema alvo. |
| Portabilidade/ Adaptabilidade | PORT1 | ▲ | — | — | Houve consenso para esses atributos. |
| | PORT2 | ▲ | ▲ | ▲ | |
| Portabilidade/ Capac. para ser instalado | PORT3 | ▲ | ▲ | ▲ | |

Em números absolutos, foram computadas 69 indicações de factibilidade para as métricas propostas contra 40 indicações de não factibilidade (houveram também 7 apontamentos para ausência de contexto de uso e 10 questões não foram respondidas). O Gráfico 1 mostra a distribuição das respostas por característica de qualidade.

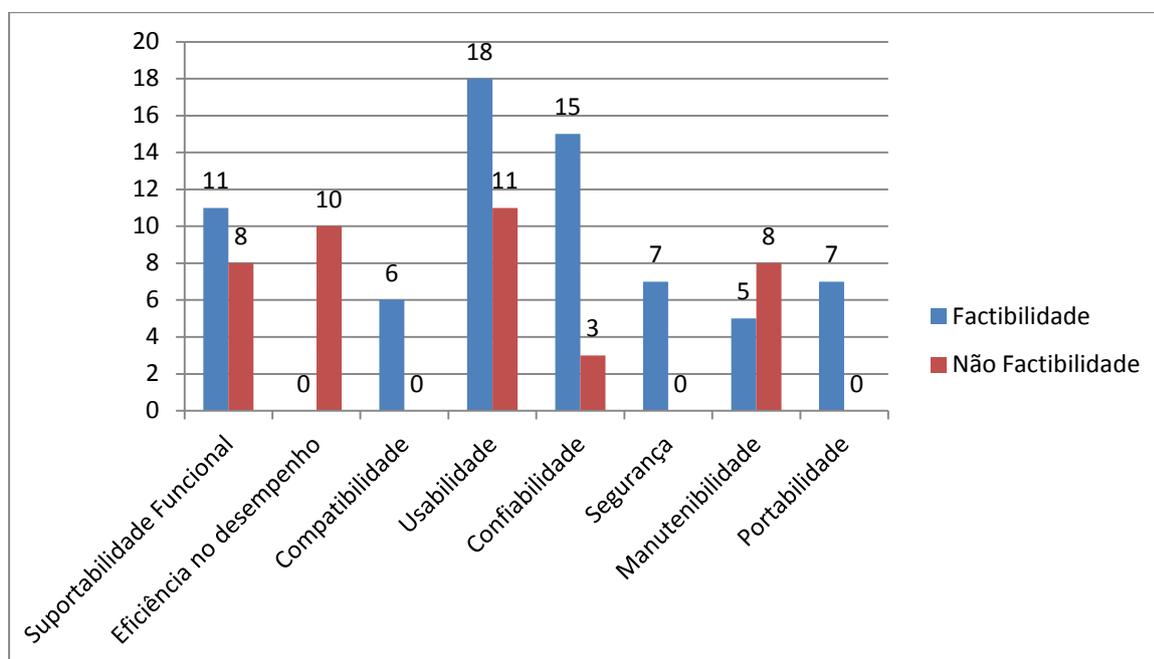


Gráfico 1. Distribuição de respostas nos atributos de qualidade do modelo

Conforme apresentado no gráfico 1, houve consenso positivo para todas as métricas das características Compatibilidade, Segurança e Portabilidade e para a maioria das subcaracterísticas de Usabilidade. Observou-se que a aplicabilidade de todas as métricas para Suportabilidade Funcional está condicionada à existência de documentação de requisitos funcionais das aplicações, assim como para duas métricas de Usabilidade.

Para o grupo de métricas de Confiabilidade, também houve consenso positivo, com exceção da métrica que avalia a redundância de componentes, por não haver especificação nos requisitos não funcionais de infraestrutura. Para a métrica MTBF (*Media Time Between Failures*), foi corretamente observado que o procedimento não considera o tamanho do sistema e que o número de funções da aplicação deve ponderar o cálculo da medição.

A ausência de especificações de requisitos não funcionais de tempo de resposta, tempo de autenticação e acessos simultâneos também inviabilizou todas as métricas de Eficiência no Desempenho. Para a característica Manutenibilidade, os resultados mostraram que a Testabilidade depende da disponibilidade de casos de teste para cada sistema. O estudo também indicou que algumas especificações de métricas desse grupo devem ser revisadas, para melhor clareza, uma vez que esse grupo concentrou o maior número de questões não respondidas.

Conforme sugere esses resultados, os analistas entrevistados concordam que muitos dos procedimentos especificados podem ser adotados para avaliação dos sistemas que atendem o HCFMRP, e que inclusive são alinhados com as especificações recomendadas pela certificação SBIS/CFM (SBIS, 2013), recentemente implantada para as áreas de desenvolvimento e infraestrutura de TI.

5. Considerações Finais

Para um modelo de avaliação para sistemas de informação de saúde baseado na dimensão de qualidade do produto na norma ISO/IEC 25010 e em indicadores de qualidade pesquisados na literatura, este artigo descreve a especificação de um conjunto de procedimentos de inspeção de software associados aos indicadores propostos e avalia a factibilidade desses procedimentos no HCFMRP, um hospital público de abrangência regional.

A arquitetura do modelo de avaliação tem como diferencial a aplicação de instrumentos de avaliação a *stakeholders* de interesses conflitantes: sua arquitetura prevê questionários direcionados aos diferentes perfis de usuários do sistema e procedimentos de inspeção, com coleta de métricas de software junto a mantenedores do sistema, por meio de análise documental, testes e simulação do uso do software.

O estudo de factibilidade desenvolvido para sistemas que atendem o HCFMRP sugere que a maior parte dos procedimentos especificados é aplicável ao contexto do hospital, particularmente as métricas para os atributos Compatibilidade, Confiabilidade, Segurança, Portabilidade e Usabilidade. Uma estratégia de medições longitudinais, com a visão de dados históricos de avaliações poderá orientar processos de melhoria ou de reengenharia de sistemas.

As próximas etapas desse trabalho incluem estudos de avaliação de aplicações e a submissão do modelo e dos resultados de avaliações a painéis de especialistas organizados em grupos focais, para validação e ajustes do *framework* desenvolvido.

Ao abranger os principais aspectos de qualidade no domínio de sistemas de informação de saúde, com um elenco holístico de indicadores, questionários e métricas de software, esse trabalho poderá contribuir como mais uma referência para estudos que envolvam processos de avaliação da qualidade técnica de *softwares* em saúde e outras áreas de aplicação, com adaptações.

Muitos gestores têm como lema que tudo que é gerenciado deve ser medido – afinal, a medição permite quantificar e, conseqüentemente, administrar mais efetivamente. Ao identificar uma demanda para discutir a qualidade dos sistemas de informação de saúde, avaliá-los para saber como são efetivos ante as necessidades dos gestores, dos profissionais de saúde e dos pacientes, espera-se também que os resultados deste trabalho possam agregar conteúdo e/ou fornecer subsídios para projetos que tratem da normatização de planos de avaliação e monitoramento de qualidade de sistemas e em projetos de melhoria desses ativos de *software*.

Referências

ABOUZHR, C.; BOERMA, T. **Health information systems: the foundations of public health.** Bulletin of the World Health Organization. n. 83, p.578-583. 2005. Disponível em: <<http://www.who.int/bulletin/volumes/83/8/en/index.html>>. Acesso em: 24 out. 2011.

ALBERTIN, A. L.; MOURA, R. M. Administração de informática e seus fatores críticos de sucesso no setor bancário privado nacional. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 22-29. 1995.

AMMENWERTH, E. et al.. Evaluation of health information systems – problems and challenges. **International Journal of Medical Informatics**. v. 71, p. 125-135. 2003.

AMMENWERTH, E. et al. Visions and strategies to improve evaluation of health information systems: Reflections and lessons based on the HIS-EVAL workshop in Innsbruck. **International Journal of Medical Informatics**, v. 73, p. 479-491, 2004.

ANDERSON, J.; AIDYN, C. **Evaluating the organizational impact of healthcare information systems**. New York:Springer, 2005.

CALDAS, M. P.; WOOD, T. J. Fads and fashions in management: the case of ERP. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, n. 3, v. 40, p. 8-17, 2000.

CARVALHO, A. O.; EDUARDO, M. B. P. Sistemas de Informação em Saúde para Municípios. v. 6. **Série Saúde & Cidadania**. São Paulo:Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. 1998.

D'SOUZA, S. C.; SEQUEIRA, A. H. Information Systems and Quality Management in Healthcare Organization: An Empirical Study. **Journal of Technology Management for Growing Economies**. v. 2, n.1, p. 47-60, 2011.

DALLAVALLE, S. I. Regras de Negócio, um fator chave de sucesso no processo de desenvolvimento de sistemas de informação. **Anais do XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. São Paulo, 2000.

EUROPEAN SCIENCE FOUNDATION. **Declaração de Innsbruck**. Workshop on Systematic Evaluation of Health Information Systems (HISEVAL), 2003. Disponível em <<http://iig.uit.at/dokumente/r16.pdf>> acesso em 28 out. 2012.

FICHMAN, R. G.; KOHLI, R.; KRISHNAN, R. The role of information systems in healthcare: current research and future trends. **Information Systems Research**, v. 22, n. 3, p. 419-428, 2011.

HILLESTAD, R. et al.. Can electronic medical record systems transform health care? Potential health benefits, savings, and costs. **Health Affairs**, v. 24, n.5, p. 1103-1117, 2005.

HÜBNER-BLODER, G.; AMMENWERTH, E. Key Performance Indicators to Benchmark Hospital Information Systems – A Delphi Study. **Methods of Information in Medicine**. v. 6, p. 508-518, 2009.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO/IEC 25010**. Systems and *software* engineering -systems and *software* Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and *software* quality models. 2011a.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO/IEC TR 9126-3**. *Software* engineering – Product Quality – part 3: Internal metrics. 2003.

ISO. International Organization for Standardization. **ISO/IEC 25023**. Systems and *software* engineering -systems and *software* Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Measurement of system and software product quality. 2011b.

LIMA, C. R. A. et al.. Revisão das dimensões de qualidade dos dados e métodos aplicados na avaliação dos sistemas de informação em saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, n. 25, v. 10, p. 2095-2109, 2009.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa em Marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre:Bookman, 2006.

MORAIS, R.M.; COSTA, A.L. **Avaliação orientada a múltiplos stakeholders: um modelo para os sistemas de informação do Sistema Único de Saúde**. In: XXXVII Encontro da ANPAD - EnANPAD 2013. Rio de Janeiro, 2013, Anais. No prelo.

NEWELL, S. Editorial - Special section on healthcare information systems. **Journal of Strategic Information Systems**, v. 20 p. 158–160. 2011.

OLIVEIRA, S. V. W. B. et. al. Use and Development of Health Information Systems: The Experience of an Organizational Unit Responsible for the Technological Services at Public

Hospitals. **Journal of Information Systems and Technology Management**, v.8, n. 1, p. 155-178, 2011.

OMS. Global Health Observatory Data Repository. Disponível em <<http://apps.who.int/ghodata/?vid=1901>>. Acesso em 13 mar. 2013.

OPAS. **A atenção à saúde coordenada pela APS** :construindo as redes de atenção no SUS: contribuições para o debate. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília :Organização Pan-Americana da Saúde, 2011.

OTIENO, G. O. et al.. Measuring effectiveness of electronic medical records systems: Towards building a composite index for benchmarking hospitals. **International Journal of Medical Informatics**. v. 77, p. 657-669, 2008.

PAI, F-Y.; HUANG, K-I. Applying the Technology Acceptance Model to the introduction of healthcare information systems. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 78, p.650–660, 2011.

RIBIÈRE, V. et al.. **Hospital Information Systems Quality: A Customer Satisfaction Assessment Tool**. In: Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii, 32., 1999, Anais..., Hawaii, IEEE, 1999.

SBIS. Manual de Certificação para Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde (S-RES). Disponível em < http://www.sbis.org.br/certificacao/Manual_Certificacao_SBIS-CFM_2009_v3-3.pdf >. Acesso em 28 jul. 2013.

SOFTEX. **MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro**. Guia Geral. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Guia_Geral_2009.pdf>. Acesso em 11 jan. 2013.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 6. Ed. São Paulo:Atlas, 2005.

VIITANEN, J. et al.. National questionnaire study on clinical ICT systems proofs: Physicians suffer from poor usability. **International Journal of Medical Informatics**, v. 80, p. 708–725, 2011.

WAGER, K. A.; LEE, F. W.; GLASER, J. P. **Health Care Information Systems: A Practical Approach for Health Care Management**. John Wiley and Sons, 2009.

YUSOF, M. M. et al.. Investigating evaluation frameworks for health information systems. **International Journal of Medical Informatics**, v. 77, p. 377-385, 2008.

Anexo I. Modelo de Qualidade da norma ISO/IEC 25010 – dimensão qualidade do produto

| Características | Subcaracterísticas |
|--|---|
| Suportabilidade funcional: capacidade do produto em prover funções para atender a necessidades explícitas e implícitas para as quais foi concebido. | Completeza funcional: capacidade do produto de <i>software</i> de prover um conjunto apropriado de funções para tarefas e objetivos do usuário especificados. |
| | Corretude funcional: capacidade do produto de <i>software</i> de prover, com o grau de precisão necessário, resultados ou efeitos corretos ou conforme acordados. |
| | Adequação funcional: capacidade do produto de <i>software</i> em facilitar a realização das tarefas e objetivos do usuário. |
| Eficiência no desempenho: capacidade do produto de <i>software</i> de manter um nível de desempenho apropriado, quando usado em condições especificadas. | Comportamento em relação ao tempo: capacidade do produto de <i>software</i> de fornecer tempos de resposta e de processamento apropriados, quando o <i>software</i> executa suas funções, sob condições estabelecidas. |
| | Utilização dos recursos: capacidade do produto de <i>software</i> de usar tipos e quantidades apropriados de recursos, quando executa suas funções sob condições estabelecidas. |
| | Capacidade: Limites máximos de parâmetros do sistema (itens que podem ser armazenados, número de usuários concorrentes, largura de banda, velocidade de transações, tamanho da base de dados, etc.) que atendem aos requisitos. |
| Compatibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> possibilitar a troca de informações com outras aplicações e/ou compartilhar o mesmo ambiente de hardware ou <i>software</i> . | Coexistência: capacidade do produto de <i>software</i> de coexistir com outros produtos de <i>software</i> independentes, em um ambiente comum, compartilhando recursos comuns. |
| | Interoperabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de interagir com um ou mais sistemas especificados, através da troca de informações e do uso de informações que são trocadas. |
| Usabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> , uma vez possuindo efetividade e eficiência, de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas. | Inteligibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de possibilitar ao usuário compreender se o <i>software</i> é apropriado e como ele pode ser usado para tarefas e condições de uso específicas. Depende da documentação do <i>software</i> . |
| | Apreensibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de possibilitar ao usuário aprender seu uso. Depende da documentação do <i>software</i> . |
| | Operabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de possibilitar facilidade ao usuário para operá-lo e controlá-lo. |
| | Proteção ao erro do usuário: capacidade do produto de <i>software</i> em proteger o usuário de erros. |
| | Estética da interface com o usuário: capacidade do produto de <i>software</i> de ser atraente ao usuário, ao oferecer uma interface com interação agradável. |
| | Acessibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> ser utilizado por um amplo espectro de pessoas, inclui portadores de necessidades especiais e com limitações associadas à idade. |
| Confiabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> executar suas funções de modo contínuo. | Maturidade: Capacidade do produto de <i>software</i> de evitar falhas decorrentes de defeitos no <i>software</i> , mantendo sua operação normal. |
| | Disponibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> em ser operacional e acessível quando seu uso for requerido. |
| | Tolerância a falhas: capacidade do produto de <i>software</i> de operar em um nível de desempenho especificado em casos de defeitos no <i>software</i> ou no hardware. |
| | Recuperabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de restabelecer seu nível de desempenho especificado e recuperar os dados diretamente afetados no caso de uma falha. |
| Segurança: capacidade do produto de <i>software</i> de proteger informações e dados - pessoas ou sistemas não autorizados não podem lê-los nem modificá-los e o acesso às pessoas ou sistemas autorizados é negado. | Confidencialidade: capacidade do produto de <i>software</i> de garantir que os dados serão acessíveis apenas por pessoas que possuem acesso a estes. |
| | Integridade: capacidade do produto de <i>software</i> de evitar o acesso não autorizado para acesso ou modificação de programas ou dados. |
| | Não questionamento: capacidade do produto de <i>software</i> em garantir que a ocorrência de ações ou eventos possam ser provados, evitando-se questionamentos futuros. |
| | Responsabilização: capacidade do produto de <i>software</i> em auditar a rastreabilidade de acesso a operações. |
| Manutenibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de ser modificado. As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do <i>software</i> devido a mudanças no ambiente e nos seus requisitos ou especificações funcionais | Autenticação: capacidade do sistema em validar a identidade de um usuário. |
| | Modularidade: capacidade do sistema possuir componentes discretos de modo que uma modificação em um componente tenha impacto mínimo em outros componentes. |
| | Reusabilidade: capacidade dos componentes do <i>software</i> serem utilizados em outro <i>software</i> ou na construção de outros componentes/sistemas. |
| | Analisibilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de permitir o diagnóstico de deficiências ou causas de falhas, ou a identificação de partes a serem modificadas. |
| | Modificabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de permitir que uma modificação especificada seja implementada. |
| Portabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de ser transferido de um ambiente para outro. | Testabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de permitir que o <i>software</i> , quando modificado, seja validado. |
| | Adaptabilidade: capacidade do produto de <i>software</i> de ser adaptado para diferentes ambientes especificados, sem necessidade de aplicação de outras ações ou meios além daqueles fornecidos para essa finalidade pelo <i>software</i> considerado. |
| | Capacidade para ser instalado: capacidade do produto de <i>software</i> para ser instalado em um ambiente especificado. |
| | Capacidade para substituir: Capacidade do produto de <i>software</i> de ser usado em substituição a outro produto de <i>software</i> especificado, com o mesmo propósito e no mesmo ambiente. |

Fonte: adaptado de ISO(2011)