

Criando e Validando um *Checklist* de Avaliação Heurística para Sistemas de Laboratórios Clínicos

João Marcus Alves, Alexandre Savaris, Christiane Gresse von Wangenheim e Aldo von Wangenheim

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
INCoD – Instituto Nacional para Convergência Digital
LABTELEMED – Laboratório de Telemedicina

{joao, savaris}@telemedicina.ufsc.br, {gresse, awangenh}@inf.ufsc.br

Abstract: Usability is an attribute of software quality related to the easiness of its use. This attribute is relevant in various types of systems including Clinical Laboratory Systems (CLSs) – systems used to manage information generated by laboratories that make clinical examinations, such as blood tests – where errors could compromise the patient's health. This work describes a set of usability heuristics for clinical laboratory systems through a checklist based on the traditional Nielsen heuristics. The applicability of such heuristics is verified using a heuristic evaluation, a usability test and a keystroke level model (KLM) analysis. The obtained results attest that the proposed checklist may be used for heuristic evaluations of CLSs.

Keywords: Usability Heuristics, Usability Engineering, Usability for CLS, CLS, Clinical Laboratory, Heuristic Evaluation, Usability Test, Heuristics Checklist, Keystroke Level Model, KLM.

Resumo: Usabilidade é um atributo de qualidade de *software* relacionado à facilidade de se utilizá-lo. Esse atributo é relevante para vários tipos de sistemas incluindo Sistemas de Laboratórios Clínicos (SLCs) – sistemas esses que gerenciam as informações geradas em laboratórios responsáveis pela execução de exames clínicos, tais como exames de sangue – onde erros podem comprometer a saúde do paciente. O presente trabalho descreve um conjunto de heurísticas de usabilidade específico para uso em sistemas de laboratórios clínicos por meio de um *checklist* baseado nas heurísticas tradicionais de Nielsen. A aplicabilidade das heurísticas descritas é verificada usando-se uma avaliação heurística, um teste de usabilidade e uma análise de *Keystroke Level Model* (KLM). Os resultados obtidos atestam que o checklist proposto pode ser usado para avaliação heurística de SLCs.

Palavras-chave: Heurísticas de Usabilidade, Engenharia de Usabilidade, Usabilidade para SLC, SLC, Laboratório Clínico, Avaliação Heurística, Teste

de Usabilidade, *Checklist* de Heurísticas, *Keystroke Level Model*, KLM.

1. Introdução

Exames clínicos são processos feitos por laboratórios clínicos com o objetivo de identificar quais doenças acometem em um indivíduo (FLEGEL, 1999). Nesse contexto, Sistemas de Laboratórios Clínicos (SLCs) são projetados para organizar o fluxo de trabalho de um laboratório clínico. Tais sistemas são definidos por módulos de pré-análise (pré-exame), análise (exame) e pós-análise (pós-exame) que são responsáveis, respectivamente pela aquisição material da amostra, a execução do exame e a formalização do resultado em laudos.

Para sistemas críticos (incluindo SLCs) usabilidade é um requisito de software muito importante. Assim, a melhora na usabilidade de um SLC pode ser atingida seguindo-se um conjunto amplo de princípios de desenvolvimento de interface de usuário conhecidos como heurísticas de usabilidade. Essas heurísticas são o principal artefato usado em avaliações heurísticas.

Este trabalho identifica e descreve um conjunto de heurísticas de usabilidade específicas para SLCs usando um *checklist* baseado nas heurísticas de Nielsen e também avalia a relevância desse *checklist* em um estudo de caso usando tarefas comumente executadas em um SLC.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Usabilidade

Projeto centrado em humanos é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas interativos que se concentra especificamente em fazer sistemas usáveis (ISO 13407:1999). Usabilidade, nesse sentido, é um atributo de qualidade relacionado à facilidade do uso de algo (NIELSEN; LORANGER, 2006). Essa definição de usabilidade foi se aprimorando e se adaptando a diferentes usos ao longo dos anos, primeiro com Jacob Nielsen em 1993, sendo então apoiada por normas internacionais como a ISO 9126 e ISO 9241.

Por ser uma norma internacional diretamente focada na usabilidade, usou-se no contexto deste trabalho a definição de usabilidade da ISO/IEC 9241, que esclarece os benefícios de medir usabilidade em termos de desempenho e satisfação do usuário. A norma define usabilidade como sendo a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto específico de uso.

- Eficácia: medidas de eficácia relacionadas aos objetivos ou sub-objetivos do usuário quanto à acurácia e completude com que esses objetivos podem ser alcançados.

- Eficiência: medidas de eficiência relacionam o nível de eficácia alcançado relacionado ao dispêndio de recursos. Recursos relevantes podem incluir esforço mental ou físico, tempo, custos materiais ou financeiros.
- Satisfação: a satisfação mede a extensão pela qual os usuários estão livres de desconforto e suas atitudes com relação ao uso do produto.

2.2. Sistemas de Laboratórios Clínicos

Sistemas de Laboratórios Clínicos (SLCs) são utilizados na informatização de laboratórios clínicos, suportando os processos característicos presentes na execução de análises clínicas; envolvem, assim, a integração do pessoal do laboratório, pré-análise (atividades que envolvem a coleta do material biológico), análise (o exame bioquímico propriamente dito), pós-análise (o fornecimento do resultado) e sistemas de informação (CLSI AUTO4-P, 2008).

3. Revisão do Estado da Arte

Para atingir esse objetivo foi realizada uma revisão sistemática da literatura seguindo o processo definido por Kitchenham (2004) focando a pesquisa na seguinte questão: *“existe algum conjunto de heurísticas de usabilidade customizado para esse tipo de sistema de informação e para essa plataforma?”* Se houver, *“é possível fornecer uma visão geral sobre os conjuntos existentes de heurísticas de usabilidade para este tipo de sistema, bem como a unificar os conjuntos encontrados?”*.

Mais detalhes, sobre a revisão do estado da arte, como as palavras-chave usadas na busca ou a quantidade de resultados, podem ser acessados no link <https://dl.dropboxusercontent.com/u/47058933/Revis%C3%A3o%20do%20estado%20da%20arte.pdf>.

3.1. Execução da Busca de Referências

A pesquisa, que foi realizada em outubro de 2012, utilizou um conjunto de termos similares que muitas vezes são adotados como sinônimos para Sistemas de Laboratórios Clínicos, tais como Sistemas de Automação Laboratorial e Sistemas de Informatização Laboratorial. Também foram usados os termos “Guias de Usabilidade” e “Heurísticas de Usabilidade”.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão a busca resultou na análise de 30 artigos, que foram revisados mais a fundo, observando além do título, do *abstract* e das palavras-chave o texto principal, novamente aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Ao final, quatro artigos foram considerados com informações suficientes, sendo que os demais abordavam outras questões relacionadas aos tópicos de sistemas de informação laboratorial ou de telemedicina, mas não abordavam diretamente a área de usabilidade. Ao final da execução da busca concluiu-se que existam 19 heurísticas

específicas para SLCs. A Tabela 1 relaciona e resume os artigos selecionados e suas heurísticas.

Tabela 1: Informações extraídas dos artigos selecionados

Autor(es)	Heurísticas de usabilidade
YODER; SCHULTZ; WILLIAMS, 1998	1. Enumerar o conjunto de resultados. 2. Descrever o método de aquisição do material. 3. Listar as necessidades do paciente e suas idiossincrasias. 4. O sistema deve ser óbvio e intuitivo. 5. O sistema deve ser usado em muitas condições. 6. Mapear vocabulários.
WALKER, 2005	1. Organização. 2. Apresentação. 3. Uso habilidoso de cores. 4. Apresentação de números.
MCHOME; SACHDEVA; BHALLA, 2010	1. Facilidade de navegação. 2. Facilidade para cadastrar informação. 3. Consistência. 4. Termos mais amigáveis da medicina deverão ser utilizados no lugar de jargões. 5. Detalhamento da informação. 6. Ciclo de vida da amostra deve ser eficiente.
SHNEIDERMAN, 2011	1. Identificadores de pacientes devem ser facilmente visíveis. 2. Tempo deve ser visível em atividades críticas. 3. Sequências de ações que dependem de uma ordem não devem poder ser executadas em ordens diferentes.

4. Unificação das Heurísticas de SLCs

Para identificar as heurísticas específicas a SLCs nos quatro artigos considerados relevantes, foram feitas três unificações: a primeira entre as heurísticas de Yoder, Schultz e Williams (1998) e Mchome, Sachdeva e Bhalla (2010), a segunda entre as heurísticas de Shneiderman (2011) e Walker (2005) e a terceira entre os resultados das duas primeiras unificações.

Usando a metodologia descrita por Rusu et al. (2011), o quarto passo para a criação de um conjunto de heurísticas de usabilidade consistiu de uma explicação formal (a qual é apresentada nas Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2: Passo explicativo da Heurística 1 (H1) – Tempo deve ser visível em atividades críticas

Heurística	H1 – Tempo deve ser visível em atividades críticas
Definição	Em atividades críticas o tempo deve ser sempre visível ao usuário, para evitar que um atraso comprometa a validade do exame. O sistema também deve oferecer um alerta apropriado no caso de um resultado incomum.
Explicação	Muitas atividades dentro de um laboratório clínico dependem do fator tempo. Uma hora de atraso para um tipo específico de exame pode significar que o resultado não terá 100% de exatidão. O sistema deve providenciar que nesses casos, o usuário possa saber com facilidade o tempo que se passou e/ou que ainda resta para manipular a amostra. Essa heurística é

	semelhante à heurística “Visibilidade do <i>status</i> do sistema” porém difere-se da mesma pois não é relativa ao <i>status</i> do sistema, e sim à amostra sendo manipulada pelo usuário.
Exemplo	Um bom exemplo de aplicação dessa heurística é ter a opção de inclusão no momento do lançamento de amostras, da data e hora em que a amostra entrou no laboratório. Essa heurística não seria bem utilizada se essa marca de tempo não fosse visível ao usuário que fizesse a triagem dessa amostra.
Benefícios	Se essa heurística for levada em consideração os resultados do laboratório terão uma maior exatidão, visto que será mais fácil seguir os prazos de expiração das amostras de exames cujo tempo é um fator crítico.
Problemas	Pode ser difícil registrar o tempo em relação à manipulação da amostra física. Por exemplo, se o sistema registrar a hora que um usuário faz uma operação, esse tempo pode estar errado (considerando que o usuário pode não estar manipulando a amostra naquele exato momento).

Tabela 3: Passo explicativo da Heurística 2 (H2) – Detalhamento da informação

Heurística	H2 – Detalhamento da informação
Definição	O sistema deve oferecer um alto nível de detalhamento para as informações cadastradas.
Explicação	Há vários níveis de detalhamento possíveis em várias etapas do sistema. Por exemplo, o lançamento de amostra poderia comportar apenas os dados básicos, mas também pode comportar informações mais avançadas como (no caso de um exame de tratamento como carga viral) o mês de tratamento. Entretanto o sistema não deve requisitar esses dados como informações obrigatórias, pois muitos requisitantes não têm a infraestrutura para fornecê-los.
Exemplos	Um bom exemplo de aplicação dessa heurística é o lançamento de amostras, se houver uma aba ou opção para “Informações Adicionais” ou “Dados Clínicos”. Um exemplo ruim seria se todos os “Dados Clínicos” ou “Informações Adicionais” fossem obrigatórios.
Benefícios	Com informações mais detalhadas, se reduz a taxa de erro. Por exemplo, erros relacionados à qualidade da amostra necessária para fazer um exame somam mais de 47% dos erros na fase de pré-análise (WIWANITKIT, 2001), o que poderia ser corrigido se a informação relacionada à qualidade da amostra fosse facilmente visível.
Problemas	O maior problema a ser destacado nessa heurística é que o detalhamento da informação deve ser sempre algo opcional, quando os dados básicos da informação já formarem uma base suficientemente boa para que a informação seja compreendida.

Tabela 4: Passo explicativo da Heurística 3 (H3) – Mapear vocabulários

Heurística	H3 – Mapear vocabulários
Definição	Mapear o vocabulário médico de forma a ser compreensível para todos os usuários, preferencialmente usando um vocabulário padronizado como aquele disponível pela UMLS (<i>Unified Medical Language System</i>) (US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, 2014) ou SNOMED (<i>Systematized Nomenclature of Medicine</i>) (INTERNATIONAL HEALTH TERMINOLOGY STANDARDS DEVELOPMENT ORGANISATION, 2014). Termos mais amigáveis da medicina deverão ser utilizados no lugar de jargões.
Explicação	O contexto médico hospitalar e laboratorial está repleto de jargões e vocabulários não facilmente reconhecíveis para usuários com baixa experiência. Deve haver uma padronização do vocabulário do laboratório de forma que todos os usuários compreendam o vocabulário utilizado no sistema. Essa heurística é similar à “Consistência e padrões”, porém ligeiramente diferente

	porque é relativa a como os usuários compreendem o jargão laboratorial, e não os elementos da interface.
Exemplos	O exame de detecção de Citomegalovírus pode ser abreviado para “Cito IgG/IgM” ou “CMV IgG/IgM”. Além de cumprir a heurística “Consistência e Padrões”, uma boa prática é cada jargão ou vocábulo ser mapeado para uma lista de vocábulos similares para a melhor compreensão do usuário.
Benefícios	Com um mapeamento mais eficiente de vocabulários alguns erros teriam uma chance menor de ocorrer. Por exemplo, erros no tipo de exame requisitado pelo médico somam aproximadamente 14% dos erros na fase de pré-análise (WIWANITKIT, 2001), o que poderia ser corrigido em parte se o mapeamento do vocabulário fosse mais eficiente.
Problemas	A maior dificuldade em aplicar essa heurística é decidir quais termos serão utilizados. Possivelmente o vocabulário do laboratório será diferente daquele definido em algum padrão como o SNOMED.

5. Avaliação do *Checklist* e das Heurísticas

A partir das heurísticas definidas nas tabelas 2, 3 e 4, e com base nas heurísticas de Nielsen (1994) foi desenvolvido um *checklist* para facilitar avaliações heurísticas de SLCs através de uma mescla com as dez heurísticas clássicas de Nielsen, ou seja, foi verificado que nenhuma das heurísticas de Nielsen explicitava da forma necessária, os tópicos abordados por essas três novas heurísticas. O *checklist* completo pode ser visualizado acessando-se o seguinte endereço: <<https://dl.dropboxusercontent.com/u/47058933/checklist.pdf>>.

Para validar o *checklist* foram comparados os resultados de duas formas de avaliação de usabilidade aplicadas a dois sistemas diferentes: o sistema LACEN e um protótipo de alta fidelidade. O sistema LACEN é um SLC utilizado pelo Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina, sendo este o laboratório de referência estadual. De 2008 a 2014 o laboratório registrou uma média anual de 221.723 exames realizados no sistema LACEN.

O protótipo de alta fidelidade, que foi desenvolvido pelos autores no Laboratório de Telemedicina, é uma representação concreta de um SLC porém sem algumas funcionalidades. Assim é mais rápido e barato de ser desenvolvido (NIELSEN, 1993), e como é de alta fidelidade é interativo e mais semelhante ao produto final. Imagens das interfaces do Sistema LACEN e do protótipo podem ser acessadas no link <<https://dl.dropboxusercontent.com/u/47058933/Imagens%20Sistema%20LACEN%20x%20Protótipo.pdf>>.

Esperava-se com essa metodologia de avaliação medir a diferença de usabilidade de um sistema construído seguindo a engenharia de software clássica (Sistema LACEN), e outro que seguiu um processo definido também pela engenharia de usabilidade (Protótipo de alta fidelidade).

Primeiramente foi realizada uma avaliação heurística entre os dias 9 e 13 de setembro de 2013 com um avaliador, que também participou da avaliação do protótipo

de alta fidelidade e do sistema LACEN utilizando o *checklist*. Em seguida foi realizado um teste de usabilidade nas dependências do LACEN nos dias 24 e 27 de setembro e 2 de outubro, contando com seis participantes. Esperava-se que os resultados obtidos através de ambos os tipos de avaliação indicassem o mesmo grau de usabilidade.

5.1. Resultado da avaliação do *checklist*

Como heurísticas podem ser mensuradas em termos de eficiência, eficácia e satisfação, para avaliar a usabilidade implementada através da avaliação do *checklist*, foi usado tempo médio e tempo KLM como medida para eficiência, número médio de erros para eficácia e pontuação no questionário SUS como satisfação.

A avaliação heurística mostrou o esperado: uma boa adesão às heurísticas no protótipo de SLC e uma não tão boa adesão (principalmente nas heurísticas levantadas) com o sistema LACEN.

O teste de usabilidade confirmou as hipóteses levantadas durante a avaliação heurística: o protótipo foi mais fácil de se usar quando comparado ao sistema LACEN, mesmo com anos de experiência dos participantes no uso desse último.

Como exibido na tabela 5, o sistema LACEN, com menor usabilidade do que o protótipo de SLC, teve tempos de execução e números médios de erros mais elevados.

Tabela 5: Relação entre o número médio de erros e o tempo de execução de tarefas

Sistema	Tarefa	Tempo médio	Número médio de erros
LACEN	Lançamento de Amostra 1	2min 7seg	1,17
	Lançamento de Amostra 2	2min 21seg	0
	Lançamento de Retenção	2min 20seg	0,5
	Lançamento de Triagem	1min 6seg	0,33
Protótipo SLC	Lançamento de Amostra 1	45seg	0
	Lançamento de Amostra 2	1min 41seg	0,17
	Lançamento de Retenção	1min 8seg	0
	Lançamento de Triagem	33seg	0,17

Para excluir problemas quanto à inexperiência dos usuários ou qualquer fator que contribuísse para um usuário favorecer um sistema em relação ao outro, foi incluída a análise de *Keystroke Level Model* (KLM), que faz uma análise quantitativa *a priori* do tempo necessário para executar uma tarefa (TEO, 2006). A Tabela 6 relaciona os resultados da análise KLM.

Tabela 6: Análise KLM

Sistema	Tarefa	Tempo KLM (em segundos)
LACEN	Lançamento de Amostra 1	30,7
	Lançamento de Amostra 2	49,05
	Lançamento de Retenção	35,2

	Lançamento de Triagem	13,7
Protótipo de SLC	Lançamento de Amostra 1	25,8
	Lançamento de Amostra 2	40,25
	Lançamento de Retenção	30,1
	Lançamento de Triagem	10,45

Considerando as informações dessa análise, percebe-se que a tarefa “Lançamento de amostra 2” é 8,8 segundos mais rápida usando o protótipo: em geral, o processo de lançamento de amostra completo é 6,85 segundos mais rápido usando também o protótipo. Assumindo uma média de 1.265 amostras por dia, essa diferença representa uma economia de mais de duas horas em tempo de execução de tarefas.

A tabela 7 compara a avaliação heurística e o teste de usabilidade. Esperava-se que um problema detectado pelo *checklist*, ou seja, durante a avaliação heurística, fosse percebido também durante o teste de usabilidade. Essa ocorrência foi verificada em todos os casos exceto para a Heurística 12 (H12), onde foi detectado um problema relacionado à ausência de ajuda ou documentação (o qual não foi percebido pelos usuários).

Tabela 7: Comparação dos problemas na avaliação heurística e no teste de usabilidade

Heurística	Avaliação Heurística	Teste de Usabilidade
H1: Visibilidade do <i>status</i> do sistema	Principais problemas para selecionar operação e lançamento de amostras.	Elevado número de erros envolvendo seleção de funcionalidade.
H2: Correspondência entre o sistema e o mundo real	Adesão à heurística.	Sistema mais intuitivo, nenhum problema detectado.
H3: Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	Ausência ajuda na recuperação de erros.	Usuários ficavam “perdidos” quando cometiam um erro e recomeçavam a tarefa.
H4: Consistência e padrões	Principais problemas para selecionar operação.	Alguns usuários ficaram na dúvida em qual funcionalidade usar.
H5: Tempo deve ser visível em atividades críticas	Adesão à heurística.	Sem problemas.
H6: Prevenção de erros	Adesão à heurística.	Sem problemas.
H7: Detalhamento da informação	Adesão à heurística.	Sem problemas.
H8: Mapear vocabulários	Adesão à heurística.	Sem problemas.
H9: Reconhecimento em vez de lembrança	Adesão à heurística.	Sem problemas.
H10: Flexibilidade e eficiência de Uso	Adesão à heurística com poucos problemas.	Sem problemas.
H11: <i>Design</i> minimalista e estético	Adesão à heurística.	Sem problemas.
H12: Ajuda e documentação	Ausência de uma opção de	Usuários não demonstraram necessidade de

	ajuda ou desambiguação de funções.	acessar ajuda e/ou documentação.
--	------------------------------------	----------------------------------

6. Conclusão

O presente trabalho objetivou desenvolver um conjunto de heurísticas de usabilidade para Sistemas de Laboratórios Clínicos (SLCs). Esse desenvolvimento foi baseado em uma fundamentação teórica nas áreas de IHC, usabilidade e SLCs, seguida pela análise do estado da arte em heurísticas de *desing* de interfaces de SLCs usando as plataformas *desktop* e *web*. As heurísticas encontradas foram testadas por meio de um protótipo de alta fidelidade, capaz de simular operações relacionadas ao lançamento de amostras biológicas, e avaliadas por comparação a um SLC real – o sistema LACEN.

Os resultados mostram que o protótipo desenvolvido seguindo o *checklist* criado é mais fácil de se usar e tem uma eficiência maior do que o sistema LACEN, sem diminuir a satisfação dos usuários medida através de um questionário de *System Usability Scale* (SUS). Assim, conclui-se que o *checklist* pode auxiliar no desenvolvimento de outros SLCs.

Para futuros trabalhos sugere-se aumentar a quantidade de SLCs testados e o número de avaliadores envolvidos, de forma a ratificar os resultados obtidos. Outros trabalhos também podem fazer testes de usabilidade com um maior número de participantes. Uma terceira gama de futuros trabalhos em usabilidade para SLCs seria considerar outros processos característicos de um SLC, tais como análise ou pós-análise, focando assim em heurísticas relacionadas ao registro do resultado.

7. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 9126-1: Engenharia de software - Qualidade de produto. Brasil, 2003, 21 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 9241-11: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores. Brasil, 1998, 21 p.
- CLSI. CLSI AUTO4-A: Laboratory Automation: Systems Operational Requirements, Characteristics, and Information Elements, 2008.
- FLEGEL, K M. Does the physical examination have a future? Canadian Medical Association Journal. Canada, Montreal, p. 1117-1118. 1999.
- INTERNATIONAL HEALTH TERMINOLOGY STANDARDS DEVELOPMENT ORGANISATION. SNOMED. 2014.
- ISO. ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems, 1999.
- KITCHENHAM, B. A; 2004. Procedures for Performing Systematic Reviews. Tech. Report TR/SE-0401, Keele University.

- MCHOME, Saphina; SACHDEVA, Shelly; BHALLA, Subhash. A Brief Survey : Usability in Healthcare. 2010 International Conference On Electronics And Information Engineering (iceie 2010), Japão, p. 463-467. 2010.
- NIELSEN, Jakob; LORANGER, Hoa. Prioritizing Web Usability. Berkeley: New Riders, 2006.
- NIELSEN, Jakob. Usability Engineering. Mountain View, California: Morgan Kaufmann, 1993. 352 p.
- RUSU, Cristian et al. A Methodology to Establish Usability Heuristics. Iaria, Guadeloupe, p. 59-62. 2011.
- SHNEIDERMAN, Ben. Tragic Errors: Usability and Electronic Health Records. Interactions, EUA, v. 18, n. 6, p.60-63, 2011.
- TEO, Leonghwee. Comparisons of Keystroke-Level Model Predictions to Observed Data. Canada: CHI 06.
- US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. UMLS. 2014. Disponível em: <<http://www.nlm.nih.gov/research/umls/>>. Acesso em: 26 nov. 2014.
- WALKER, James M. Usability. In: WALKER, James M.; BIEBER, Eric J.; RICHARDS, Frank. Implementing an Electronic Health Record System. Inglaterra: Springer, 2005. p. 47-59.
- WIWANITKIT, Viroj. Types and frequency of preanalytical mistakes in the first Thai ISO 9002:1994 certified clinical laboratory, a 6 month monitoring. BMC Clinical Pathology, Tailândia, p. 1-5. 2001.
- YODER, Joseph W.; SCHULTZ, Donald E; WILLIAMS, Ben T.. The MEDIGATE Graphical User Interface for Entry of Physical Findings: Design Principles and Implementation. Journal Of Medical Systems, Brasil, p. 325-337. 1998.