



INCoD

Instituto Nacional para Convergência Digital



ISSN 2236-5281

Relatório Técnico

INCoD/GQS.10.2017.P

MATCH-MED

Heurísticas e Checklist para Avaliação da Usabilidade de Aplicativos mHealth em Smartphones

Autores:

Christiane Gresse von Wangenheim

Aldo von Wangenheim

Eduardo Chequetto Machado

Thaís C. Lacerda

Luiz Felipe Azevedo

Versão 1.0

Status: Final

Distribuição: Externa

NOVEMBRO - 2017

© 2017 **INCoD** – Instituto Nacional para Convergência Digital

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998. Nenhuma parte deste documento, sem autorização prévia por escrito do Instituto, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.



Instituto Nacional para Convergência Digital

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Campus Universitário João David Ferreira Lima - Trindade
Departamento de Informática e Estatística - Sala 320
Florianópolis-SC - CEP 88040-970

Fone / FAX: +55 48 3721-9516 R.17

www.incod.ufsc.br

ISSN 2236-5281

Relatório Técnico do Instituto Nacional para Convergência Digital/
Departamento de Informática e Estatística, Centro Tecnológico,
Universidade Federal de Santa Catarina. -- v.1, n.1 (2011).--
Florianópolis: INE, UFSC, 2011 -

Semestral
Resumo em português

ISSN 2236-5281

1. Convergência digital. 2. Tecnologia da informação.
3. Informática na saúde. 4. Mídia digital I. Universidade Federal
de Santa Catarina. Departamento de Informática e Estatística.

Resumo

Na última década os dispositivos de telefonia móvel têm se tornado parte significativa do cotidiano das pessoas. Aplicativos para *smartphones* abrangem diversas áreas, como a de saúde. Estes aplicativos voltados à área de saúde são chamados de *mHealth*. Porém, observa-se diversos problemas de usabilidade em aplicativos *mHealth*, que convidam a uma variedade de erros humanos, e podem impactar negativamente a saúde dos pacientes. Muitos destes problemas podem ser mitigados durante o desenvolvimento com a aplicação de métodos da engenharia de usabilidade, como avaliações heurísticas. Na área de engenharia de usabilidade, existem vários conjuntos de heurísticas e *checklists* disponíveis para se realizar avaliações heurísticas, porém eles são, em grande maioria, voltados para sistemas genéricos em desktops, necessitando de adaptações para abranger problemas específicos de plataforma ou domínio de aplicação. Neste contexto foi desenvolvido um conjunto de heurísticas de usabilidade e o *checklist* MATch-MED para avaliar a usabilidade de sistemas *mHealth* em *smartphones*. O MATCH-MED foi desenvolvido sistematicamente com base na literatura e problemas de usabilidade encontrados em aplicativos de *mHealth* e avaliados em vários momentos por meio da Teoria de Resposta ao Item (TRI) como também comparando os resultados de avaliações heurísticas com resultados de testes de usabilidade. Com MATCH-MED espera-se melhorar a avaliação da usabilidade de aplicativos *mHealth* para *smartphones*, auxiliando no desenvolvimento e melhorando a usabilidade deste tipo de aplicativo.

1. Introdução

Na última década os dispositivos de telefonia móvel têm se tornado parte significativa do cotidiano das pessoas. Avançando de simples aparelhos telefônicos portáteis à *smartphones*: dispositivos caracterizados pelas telas de toque e sistema operacional avançado, combinando as características de um computador pessoal com a portabilidade de um telefone móvel (JI et al., 2006) (POCKETNOW, 2016).

Atualmente, 75% dos brasileiros já são usuários de *smartphones* (COMPUTERWORLD, 2016), contribuindo para as vendas globais, que totalizaram 403 milhões de unidades no último trimestre de 2015. Das vendas mais recentes, 86,1% dos dispositivos possuíam o sistema operacional Android (Google), 13,7% possuíam iOS (Apple), e o restante 0.2% dividiu-se entre Windows, Blackberry e outros. (GARTNER, 2017).

Uma das principais razões da popularização de smartphones são seus aplicativos, que abrangem as mais variadas áreas do interesse humano, desde comunicação, artes, educação, jogos e entretenimento até funcionalidades mais complexas e robustas, dentre elas o cuidado com a saúde. Aplicativos da área de saúde em dispositivos móveis são também chamadas de aplicativos mHealth (RESEARCH2GUIDANCE, 2014). Há uma grande variedade de aplicativos mHealth voltadas ao diagnóstico de doenças, guia de medicamentos, comunicação entre profissionais, calculadoras de fórmulas médicas, monitoramento remoto de pacientes, exames simples (como os de vista), educação médica, gerenciamento de doenças crônicas como diabetes (CHOMUTARE et al., 2011) (MARTÍNEZ-PÉREZ et al., 2013) (RESEARCH2GUIDANCE, 2014), câncer (MIRKOVIC et al., 2014) ou doenças cardíacas (HARVARD HEALTH PUBLICATIONS, 2014), entre outros (MOSA et al., 2012).

Entretanto, há uma série de problemas de usabilidade associados a aplicativos mHealth, como a presença de termos pouco claros, navegação pouco intuitiva e interfaces difíceis de usar (GRINDROD et al., 2014). Todos estes problemas convidam a uma variedade de erros humanos (ZHANG et al., 2003) (DESROCHES et al., 2008) (BEUSCART-ZÉPHIR et al., 2010) (VAN DER PEIJL et al., 2012), que podem colocar em risco a saúde de usuários ou seus pacientes (INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2011). Portanto, é importante desenvolver aplicativos com grau de usabilidade adequado (BROWN et al., 2013), e adaptado ao contexto de mHealth, de forma que eles atendam às necessidades do público alvo, minimizando os erros do usuário e garantindo a confiança do mesmo no aplicativo (INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2011), enquanto respeitam as leis e regulamentos da área (IOANNIS et al., 2016).

Usabilidade é definida como “Uma medida pela qual um produto pode ser usado por um usuário específico para atingir objetivos específicos com eficiência, eficácia e satisfação em seu contexto específico de uso (ISO 9241-11, 1998). Uma forma de avaliar usabilidade são avaliações heurísticas, um método rápido e de baixo custo para encontrar problemas de usabilidade em interfaces de usuário e medir o grau da usabilidade, sem a necessidade de envolver usuário finais ou um protótipo funcional (NIELSEN, 1993). Numa avaliação heurística um pequeno grupo de especialistas em usabilidade examinam o design de

interface e julgam sua conformidade com princípios de usabilidade reconhecidos, as “heurísticas de usabilidade” (NIELSEN, MARCK, 1994). Heurísticas de usabilidade representam princípios gerais para o design de interfaces, como “Visibilidade do Status do Sistema” ou “Controle e Liberdade do Usuário” (PREECE et al., 2013). Elas são derivadas de uma mistura de conhecimento teórico, experiência e senso comum, e são utilizadas para inferir o grau de usabilidade e/ou identificar potenciais problemas de usabilidade (KEEVIL, 1998). Estas heurísticas são decompostas em critérios mensuráveis comumente instrumentados por meio de questionários, também chamados de *checklists*. Tais *checklists* representam instrumentos de medida com itens projetados para avaliar certos aspectos do design de interface baseado no respectivo conjunto de heurísticas.

Existem vários conjuntos de heurísticas e *checklists* de usabilidade disponíveis, principalmente para avaliar interfaces gráficas em computadores desktop como a System Checklist (PIEROTTI, 2004) baseada nas heurísticas tradicionais de Nielsen, ou a Ergolist (CYBIS et al., 2011) baseada em critérios ergonômicos definidos por Scapin & Bastien (1997). Entretanto, tais *checklists* de usabilidade genéricos podem não abordar problemas específicos da plataforma e/ou domínio de aplicação (RUSU et al., 2011). Logo, uma customização de heurísticas é necessária, como as já realizadas para diversos tipos de sistemas (ex: websites (KEEVIL, 1998), e-commerce (TEZZA et al., 2011), e-learning (GU et al., 2011), TV digital interativa (SOLANO et al., 2011), grandes telas para exibição de informação (DYKSTRA, 1993) (SOMERVE et al., 2003) (SOLANO et al., 2011) ou dispositivos móveis com interação por toque (INOSTROZA et al., 2012) (GRESSE VON WANGENHEIM et al., 2016)).

Porém, até o momento, existe pouca pesquisa em como customizar heurísticas de usabilidade genéricas para se adequar às características e limitações específicas de aplicativos na área de saúde em *smartphones*. Assim, para avaliar aplicativos mHealth em *smartphones* são utilizadas heurísticas para dispositivos móveis (como (BERTINI et al., 2006, 2009), (LE et al., 2010)), ou heurísticas para sistemas de saúde em qualquer dispositivo (ALVES et al., 2014), EHR (WALKER et al., 2005) (mHIMSS, 2012) (LOWRY et al., 2012), dispositivos médicos (ZHANG et al., 2003), tecnologias de saúde (KIENTZ et al., 2010), sistemas de ventilação (KATRE et al., 2010) e sistema de gerenciamento e documentação de doenças crônicas (HORSKY et al., 2010). Até mesmo heurísticas genéricas, como as 10 heurísticas de Nielsen, originalmente desenvolvidas para computadores desktop são utilizadas (NIELSEN, 1995). Porém, o uso de heurísticas incorretas, vagas ou inapropriadas ao dispositivo e/ou domínio de aplicação pode resultar na detecção de problemas inexistentes ou omissão na detecção dos existentes durante a avaliação heurística (RUSU et al., 2011).

Com este objetivo foi desenvolvido o conjunto de heurísticas de usabilidade e o *checklist* MATch-MED para avaliar a usabilidade de sistemas mHealth em *smartphones*. Baseado na revisão sistemática da literatura e do mapeamento dos conjuntos de heurísticas (REOLON et al., 2015) (LACERDA et al., 2015), um conjunto de heurísticas foi proposto baseado nas heurísticas genéricas de Nielsen com a adição de heurísticas voltadas a dispositivos móveis e a aplicativos mHealth. A partir deste conjunto de heurísticas, foi desenvolvido um *checklist* para operacionalizar a avaliação de usabilidade. As heurísticas e o *checklist* foram avaliadas

em várias iterações utilizando a técnica de Teoria de Resposta ao Item e comparando os resultados com testes de usabilidade (MACHADO, 2017)(CAMARGO, 2015)(GLORIA, 2015). Com base nos resultados das avaliações foi definido a versão final do MATCH-MED (v2.1) com 12 heurísticas de usabilidade e um *checklist* composto de 43 itens (MACHADO, 2017).

2. MATCH-MED: Heurísticas de usabilidade

Com base na literatura e analisando resultados de testes de usabilidade de mHealth apps identificando erros típicos de usabilidade foi definido um conjunto de heurísticas de usabilidade na área de saúde em três iterações MATCH-MED (v1.0), (v2.0) e (v2.1). Como resultado final o MATCH-MED v2.1 é composto de 12 heurísticas conforme apresentado na Figura 1.

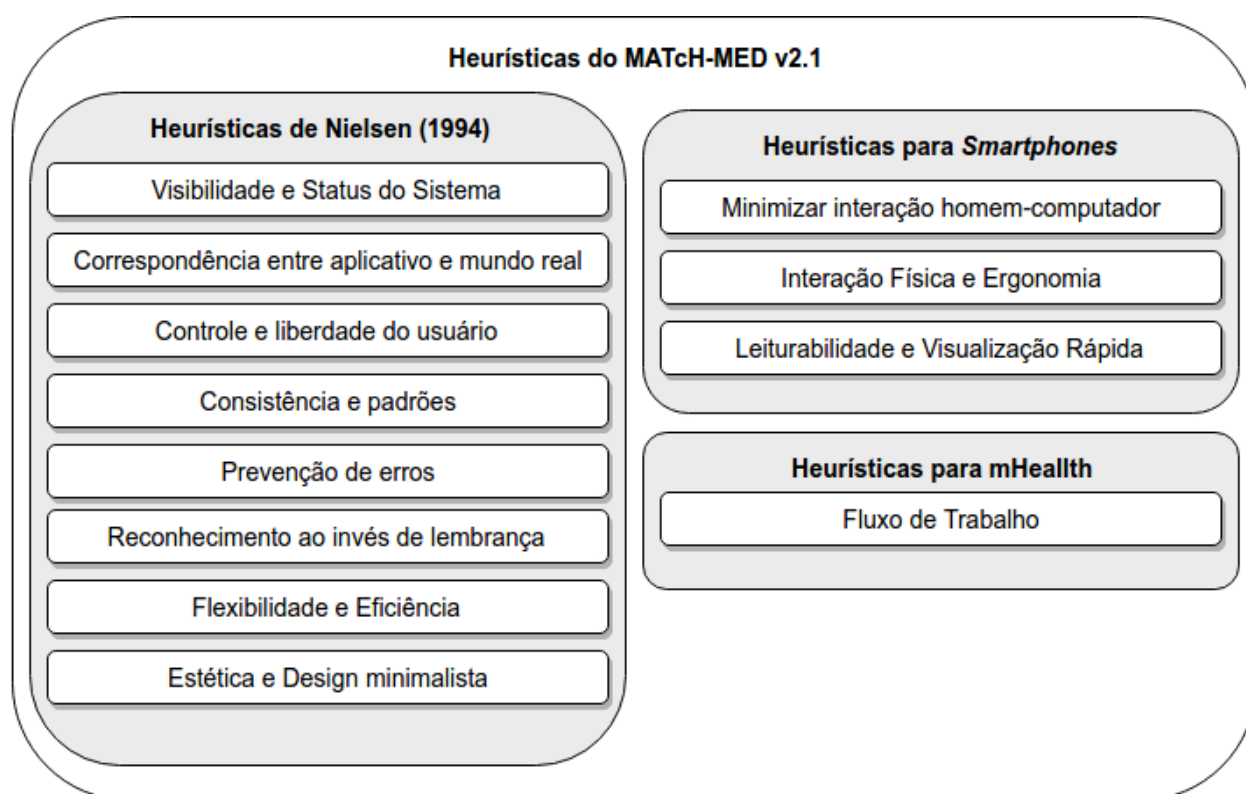
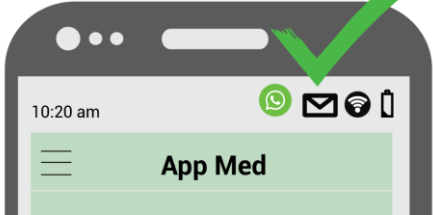
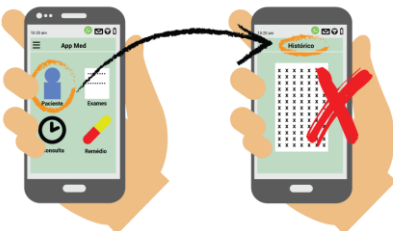


Figura 1. Heurísticas do MATCH-MED v2.1

3. MATCH-MED: *Checklist* de avaliação

A partir das heurísticas identificadas foram derivadas itens de avaliação para o *checklist* conforme apresentados na Tabela 1. Cada item do checklist é acompanhado por a descrição de um exemplo e uma imagem ilustrativa.

Tabela 1. Heurísticas e itens do MATcH-MED v2.1

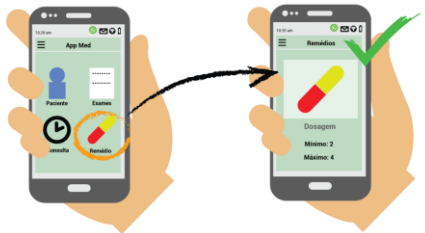
Heurística	Item	Ilustrações
Visibilidade do estado do aplicativo	1. O usuário é informado sobre o que está acontecendo no aplicativo por meio de <i>feedback</i> e exibição das informações de forma clara, concisa e apropriada. <i>Ex.: depois de o usuário enviar uma mensagem o app exibe uma mensagem de confirmação como “Mensagem enviada”.</i>	
	2. Componentes selecionados são destacados, enquanto componentes desabilitados são “acinzentados” ou omitidos. <i>Ex.: Botões, texto selecionado, ícones, caixa de seleção, menus, etc.</i>	
	3. Informação crítica e contextual, como o status da bateria, data/hora, conexão com internet, etc. são priorizadas e visíveis. <i>Ex.: a tela do app não cobre o status da bateria.</i> <i>Ex.: em exames, a data de realização é sempre visível para evitar atraso do laudo.</i>	
Correspondência entre o aplicativo e o mundo real	4. Os rótulos dos controles são consistentes com as suas ações. <i>Ex.: o rótulo “Pacientes” leva para a tela pacientes.</i>	

	5. A informação aparece em uma ordem lógica e natural. <i>Ex.: as listas de opção são ordenadas alfabeticamente.</i>	
	6. As opções e rótulos de menu podem ser compreendidos rapidamente.	
	7. Ícones, imagens e outros componentes de interface são concretos e familiares. <i>Ex.: para adicionar um novo paciente o ícone é o símbolo de uma pessoa e um sinal de mais.</i>	
	8. As cores usadas correspondem as expectativas comuns sobre o código de cores. <i>Ex.: a cor vermelha é usada para alertar sobre problemas e não para confirmar ações do usuário.</i>	
	9. A linguagem usada é sempre de forma a ser entendida pelos usuários. <i>Ex.: uso de vocabulário padronizado para médicos como UMLS OU SNOMED.</i>	

Controle e Liberdade do Usuário	10. Os usuários podem avançar e retroceder na navegação do aplicativo.	
	11. Os usuários podem salvar tarefas no meio da execução para continuar futuramente. Ex.: salvar um formulário parcialmente preenchido.	
Consistência e Padrões	12. Os elementos da interface seguem uma terminologia padrão. Ex.: para confirmar uma entrada de dados é usado sempre “Submeter” ou “Enviar”, não os dois.	
	13. A navegação do aplicativo e o layout das telas são consistentes. Ex.: Menus, botões de confirmação e áreas de texto principais sempre aparecem na mesma posição em todas as telas.	
	14. O estilo da interface é consistente nas telas do aplicativo. Ex.: O mesmo conjunto de cores e formas é usado em todas as telas.	

	15. O aplicativo segue as convenções da plataforma. <i>Ex.: em aplicativos iOS o botão de voltar aparece sempre no topo esquerdo da tela.</i>	
Prevenção de erros	16. A variação válida dos parâmetros (limites mínimo e máximo) é indicada. <i>Ex.: Ao inserir a dosagem de um medicamento, os limites mínimo e máximo são indicados.</i>	
	17. As opções do menu são lógicas, diferentes e mutuamente exclusivas.	
	18. O aplicativo requer procedimentos complexos para confirmar ações de risco que podem causar erros acidentais. <i>Ex.: o controle de deslizar para desbloquear usado pelo Android e pela Apple.</i>	
Reconhecimento em vez de lembrança	19. Todas as informações necessárias para o usuário realizar as tarefas são visíveis e/ou fáceis de encontrar. <i>Ex.: quando o usuário está lançando um exame ele consegue visualizar as informações do paciente na mesma tela e não precisa memorizá-las.</i>	

	20. Um código de cor único é usado para rápida identificação e lembrança. <i>Ex.: Exames sem laudo possuem ícone vermelho e exames com laudo possuem ícone verde.</i>	
	21. O aplicativo fornece todas as informações necessárias. <i>Ex.: quando o usuário está laudando um exame o aplicativo provê todos os dados que ele precisa.</i>	
	22. Os menus são balanceados, nem muito profundos nem largos demais. <i>Ex.: o menu não tem muitas itens e/ou níveis.</i>	
Eficiência e Flexibilidade	23. As principais funcionalidades do aplicativo são fáceis de acessar. <i>Ex.: as funcionalidades principais podem ser alcançadas com poucos toques.</i>	
	24. Funcionalidades relacionadas estão próximas umas das outras. <i>Ex.: o botão de adicionar paciente está próximo da lista de pacientes.</i>	

	25. O tempo necessário para completar a tarefa é adequado.	
	26. A entrada de dados e a navegação são mínimas.	
	27. A necessidade de usar o <i>scroll</i> é evitada. <i>Ex.:</i> todo o conteúdo exibido cabe em uma tela.	
Estética e Design Minimalista	28. O design visual é atraente.	
	29. As telas têm um design "clean" apresentando somente informações e componentes importantes.	

	30. O conteúdo da tela é sempre visível completamente e não coberto por outros componentes de interface. Ex.: o teclado virtual não cobre partes importantes de uma tela.	
	31. O uso do espaço disponível da tela é maximizado. Ex.: todo o tamanho da tela é utilizado para exibir o conteúdo.	
Interação Física e Ergonomia	32. Os componentes de ação “touch” têm tamanho adequado para que os usuários possam tocá-los facilmente com seus dedos. + 47. A zona de contato dos controles tem o tamanho do ícone exibido na tela.	
	33. Os botões têm uma distância adequada entre si para evitar que o usuário pressione o botão errado.	
Leiturabilidade e Visualização Rápida	34. É possível visualizar as informações rapidamente.	

	35. Informações importantes são destacadas. <i>Ex.: destacada com fonte em negrito.</i>	
	36. Há um bom contraste de cor e brilho entre imagens, textos, ícones e plano de fundo.	
	37. Dicas visuais são usadas para separar conteúdo não relacionado. <i>Ex.: espaço em branco.</i>	
	38. O conteúdo é fácil de ler.	
	39. Textos são apresentados de forma organizada. <i>Ex.: os textos possuem alinhamento e espaçamento entre linhas adequados.</i>	

	40. Ícones e imagens têm tamanho e resolução apropriados. <i>Ex.: as imagens de exames são grandes o suficiente para que seja possível compreender o seu significado.</i>	
	41. Os campos de texto cabem na tela.	
Fluxo de Trabalho	42. Está claro aonde iniciar as atividades.	
	43. O fluxo das telas corresponde ao fluxo das atividades do usuário. <i>Ex.: o aplicativo apresenta as funcionalidades em uma ordem similar à que o usuário as realiza sem usar o aplicativo.</i>	

Como escala de resposta é utilizada uma escala ordinal de 3-pontos (sim, parcialmente, não atende) e como opção alternativa “Não se aplica”.

4. MATCH-MED online

O *checklist* está disponível online para a realização de uma avaliação heurística: <http://match.inf.ufsc.br:90/matchmed>



MATCH-MED

Checklist para Avaliação da Usabilidade de Aplicativos mHealth em Smartphones



Início

English

Você quer avaliar a usabilidade de um aplicativo mHealth para, mas não pode realizar um teste de usabilidade?
Você pode fazer uma avaliação heurística respondendo esse formulário. Como resultado você ficará sabendo o grau da usabilidade do aplicativo e sua posição no ranking dos aplicativos já avaliados. Mais informações você pode encontrar aqui.

Aplicativo *

Gmail, Hotmail, 4shared, ...

Versão

2.3.7, 2.3.2, ...

Modelo do celular

Moto G4, Samsung Galaxy S3, iPhone 6, ...

Plataforma *

☐ Android ☐ iOS ☐ Outro

E-mail do avaliador

email@example.com

* campos obrigatórios

Você deve assinalar **Sim** (se o aplicativo atende a questão), **Parcialmente** (se atende parcialmente a questão), **Não** (se não atende a questão) ou **Não se aplica** (se não abrange o item avaliado pela questão).

Heurística 1: Visibilidade do estado do aplicativo

1. O usuário é informado sobre o que está acontecendo no aplicativo por meio de feedback e exibição das informações de forma clara, concisa e apropriada.
Por exemplo, depois de o usuário enviar uma mensagem o app exibe uma mensagem de confirmação como "Mensagem enviada".

☐ Sim
☐ Parcialmente
☐ Não
☐ Não se aplica

2. Componentes selecionados são destacados, enquanto componentes desabilitados são "acinzentados" ou omitidos.
Por exemplo, botões, texto selecionado, ícones, caixa de seleção, menus, etc.

☐ Sim
☐ Parcialmente
☐ Não
☐ Não se aplica

3. Informação crítica e contextual, como o status da bateria, data/hora, conexão com internet, etc. são priorizadas e visíveis.
Por exemplo, a tela do app não cobre o status da bateria.

☐ Sim
☐ Parcialmente
☐ Não
☐ Não se aplica

Heurística 2: Correspondência entre o aplicativo e o mundo real

Resultado: 36.6 pontos - Usabilidade baixa

Nível	Características que os aplicativos para celular touchscreen quase sempre ou sempre possuem...
Até 30	Usabilidade muito baixa Espera-se que a linguagem utilizada seja compreensível ao usuário, imagens tenham tamanho e resolução apropriados, a interface seja minimamente consistente entre as telas e as principais funcionalidades sejam fáceis de acessar.
30 - 40	Usabilidade baixa Além das características do nível anterior, espera-se que informações críticas sejam priorizadas e visíveis, os rótulos de controle sejam consistentes com suas ações, os elementos de interface sejam visíveis e sigam uma terminologia padrão, esteja claro aonde iniciar as atividades e que os erros sejam prevenidos se acumular e se propagar pelo aplicativo.
40 - 50	Usabilidade razoável Além das características dos níveis anteriores, componentes selecionados e informações importantes são destacados, enquanto componentes desabilitados são omitidos, os menus são balanceados e suas opções podem ser compreendidas rapidamente, o uso de cores permite rápida identificação e lembrança, a entrada de dados e a interação com o aplicativo são apropriadas e confortáveis, textos são apresentados de forma organizada e fáceis de ler, o tempo necessário para completar as tarefas e a segurança utilizada pelo aplicativo são adequados.
50 - 60	Usabilidade alta Além das características dos níveis anteriores, a informação é apresentada de forma lógica e natural, imagens e outros componentes de interface são concretos e familiares, o aplicativo segue as convenções da plataforma, os campos de entrada indicam o número de caracteres que podem ser inseridos, a entrada de dados e a navegação são mínimas, o design visual é atraente e "clean", os botões têm uma distância adequada entre si, dicas visuais são usadas para separar conteúdo não relacionado e é possível visualizar as informações rapidamente.
Acima de 60	Usabilidade muito alta Além das características dos níveis anteriores, o usuário é informado sobre o que está acontecendo no aplicativo por meio de feedback, é possível salvar tarefas no meio da execução para continuar futuramente, a variação dos parâmetros (limites mínimo e máximo) é indicada e a necessidade de usar scroll é evitada.

Agradecimentos

Este trabalho teve suporte do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – www.cnpq.br), uma entidade do governo brasileiro com foco no desenvolvimento científico e tecnológico.

Referências

ALVES, J.M., GRESSE VON WANGENHEIM, C., SAVARIS, A., VON WANGENHEIM, A., Identifying and Evaluating Usability Heuristics Applicable to Clinical Laboratory Systems. In: Proceedings of the 27th International Symposium on Computer – Based Medical Systems, New York, USA, 2014.

BERTINI, E., GABRIELLI S., KIMANI, S., Appropriating and assessing heuristics for mobile computing. In: Proceedings of the working conference on advanced visual interfaces, Veneza, Itália, 2006, p. 119-126.

BERTINI, E., CATARCI, T., DIX, A., GABRIELLI, S., KIMANI, S., SANTUCCI, G. Appropriating heuristic evaluation for mobile computing. In: International Journal of Mobile Human Computer Interaction (IJMHCI), 2009, vol. 1, num. 1, p. 20-41.

BEUSCART-ZÉPHIR, M.C., AARTS, J., ELKIN, P., Human factors engineering for healthcare IT clinical applications. In: International Journal of Medical Informatics, 2010, vol. 79, num. 4, p. 223-224.

BROWN, W., YEN P.Y., ROJAS J., SCHNALL, R., Assessment of the Health IT Usability Evaluation Model (Health-ITUEM) for evaluating mobile health (mHealth) technology. In: Journal of Biomedical Informatics, 2013, vol. 46, num. 6, p. 1080-1087.

CAMARGO, E. B., Avaliação de um Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Celulares Touchscreen na Área da Saúde utilizando a Teoria de Resposta ao Item. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação) - Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

CHOMUTARE T., FERNANDEZ-LUQUE L., ARSAND E., HARTVIGSEN G., Features of mobile diabetes applications: review of the literature and analysis of current applications compared against evidence-based guidelines, J Med Internet Res 2011;13(3):e65

COMPUTERWORLD, Celular já é a principal forma de acesso à Internet no Brasil, 2016. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/celular-ja-e-principal-forma-de-acesso-internet-no-brasil>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

CYBIS, W.; BETIOL, A.H.; FAUST, R., Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Editora Novatec, 2010.

DESROCHES, C.M., CAMPBELL, E.G., RAO, S.R., DONELAN, K., FERRIS, T.G., JHA, A., KAUSHAL, R., LEVY, D.E., ROSENBAUM, S., SHIELDS, A.E., BLUMENTHAL, D., Electronic Health Records in Ambulatory Care - A National Survey of Physicians. In: New England Journal of Medicine, 2008, vol. 359, num. 1, p. 50-60.

DYKSTRA, D. J. A, Comparison of Heuristic Evaluation and Usability Testing: The Efficacy of a Domain-Specific Heuristic Checklist. Ph.D. Thesis, Department of Industrial Engineering, Texas A&M University, College Station, TX. 1993

GARTNER, Gartner Says Worldwide Smartphone Sales Grew 9 Percent in First Quarter of 2017, 2017. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3725117>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

GLORIA, H.S., Avaliação de um Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos de Smartphones na Área de Saúde por Meio de Testes de Usabilidade. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação) - Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

GRESSE VON WANGENHEIM, C.; WITT, T. A.; BORGATTO, A. F.; NUNES, J. V.; LACERDA, T. C.; KRONE, C.; DE OLIVEIRA SOUZA, L., A Usability Score for Mobile Phone Applications based on Heuristics. In: International Journal of Mobile Human Computer Interaction, 2016, vol. 8, num.1, p. 26-62.

GRINDROD, K.A., LI, M., GATES, A., Evaluating User Perceptions of Mobile Medication Management Applications with Older Adults: A Usability Study. JMIR Mhealth and Uhealth, 2014, vol. 2, num. 1.

GU, X., DING, R., FU, S., Improving Accessibility for Seniors in a Life-long Learning Network, In: International Journal of Adult Vocational Education and Technology, 2011, vol. 2, num. 2, p. 11-24.

HARVARD HEALTH PUBLICATIONS, Using smartphone apps for heart health, 2014. Disponível em: <<http://www.health.harvard.edu/heart-health/using-smartphone-apps-for-heart-health>> Acesso em: 18 mai. 2016.

HORSKY, J., MCCOLGAN, K., PANG, J.E., MELNIKAS, A.J., LINDER, J.A., SCHNIPPER, J.L., MIDDLETON, B., Complementary methods of system usability evaluation: Surveys and observations during software design and development cycles, In: Journal of Biomedical Informatics, 2010, vol. 43, num. 5, p. 782-790.

INOSTROZA R., RUSU C., RONCAGLIOLO S., JIMÉNEZ C., and RUSU V., Usability heuristics for Touchscreen-based mobile devices. In: Proceedings of the 9th International Conference on Information Technology (ITNG '12). Las Vegas, USA, 2012. p. 662–667.

INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, Health IT and Patient Safety: Building Safer Systems for Better Care, 2011. Disponível em: <<http://www.iom.edu/Reports/2011/Health-IT-and-Patient-Safety-Building-Safer-Systems-for-Better-Care.aspx>>. Acesso em: 18 mai. 2016

IOANNIS A., CHATZIPAVLOU S.A., VLACHOPOULOU M., 2016, A recommended guideline for the development of mHealth Apps, In: mHealth, 2016, vol. 2, num. 21.

ISO 9241 Part 11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 11: Guidance on usability, 1998.

JI, Y.G., PARK, J.H., LEE, C., YUN, M.H., A usability Checklist for the Usability Evaluation of Mobile Phone User Interface. In: International Journal of Human-Computer Interaction, 2006, vol. 20, num. 3, p. 207-231.

KATRE, D., BHUTKAR, G., KARMARKAR, S., Usability Heuristics and Qualitative Indicators for the Usability Evaluation of Touch Screen Ventilator Systems. In: Human Work Interaction Design: Usability in Social, Cultural and Organizational Contexts, Springer, 2010, vol. 316, p.83-97.

KEEVIL, B., Measuring the usability index of your Web site. In: Proceedings of the 16th annual international conference on Computer documentation - SIGDOC '98. Quebec, Canadá: 1998, p. 271-277.

KIENTZ, J.A., CHOE, E.K., BIRCH, B., MAHARA, J., FONVILLE, A., GLASSON, C., MUNDT, J., Heuristic evaluation of persuasive health technologies. In: Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium, Arlington, Virginia, USA, 2010.

LACERDA, T. C., NUNES, J.V., GRESSE VON WANGENHEIM, C., Usability Heuristics for Mobile Phone Applications: A Literature Review. In: Emerging Perspectives on the Design, Use, and Evaluation of Mobile and Handheld Devices (ed. J. Lumsden), IGI-Global, 2015.

LE, H., KUTTEL, M., CHANDRAN, G., An Electronic Health Care - Cardiac Monitoring System. International Conference on Communications Workshops, In: Proceedings of 2010 IEEE International Conference on Communications Workshops, Capetown, África do Sul, 2010, p. 1-5.

LOWRY, S.Z., QUINN, M.T., RAMAIAH, M., SCHUMACHER, R.M., PATTERSON, E.S., NORTH, R., ZHANG, J., GIBBONS, M.C., ABBOT, P., (NISTIR 7804) Technical Evaluation, Testing, and Validation of the Usability of Electronic Health Records, 2012. Disponível em <http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=909701>. Acesso em: 18 de maio de 2016.

MACHADO, E. C. Melhoria de um conjunto de heurísticas de usabilidade para sistemas mHealth em smartphones. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MARTÍNEZ-PÉREZ B., DE LA TORRE-DÍEZ I., LÓPEZ-CORONADO M., Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis, J Med Internet Res 2013;15(6):e120

mHIMSS. Selecting a Mobile App: Evaluating the Usability of Medical Applications, V.1.0, 2012. Disponível em: <<http://www.himss.org/selecting-mobile-app-evaluating-usability-medical-applications-0>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

MIRKOVIC, J., KAUFMAN, D.R., RULAND, C.M., Supporting cancer patients in illness management: usability evaluation of a mobile app. In: JMIR Mhealth and Uhealth, 2014, vol. 2, num. 3.

MOSA, A.S.M., YOO, I., SHEETS, L., A Systematic Review of Healthcare Applications for Smartphones. In: BMC Medical Informatics and Decision Making, 2012, vol. 12, num. 67.

NIELSEN, J., Usability Engineering, Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, 1993.

NIELSEN, J., MARCK, R., Usability inspection methods. New York, N.Y.: John Wiley & Sons; 1994.

PIEROTTI, D., Heuristic Evaluation - A System Checklist. 2004. Disponível em <<ftp://cs.uregina.ca/pub/class/305/lab2/example-he.html>>. Acesso em: 18 de maio de 2016.

POCKETNOW, The Evolution of the smartphone, 2014. Disponível em: <<http://pocketnow.com/2014/07/28/the-evolution-of-the-smartphone>>. Acesso em: 18 mai 2016.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. Design de interação: além da interação homem-computador, 3. ed., Porto Alegre (RS): Bookman, 2013.

REOLON, M., LACERDA, T., KRONE, C., GRESSE VON WANGENHEIM, C., XAFRANSKI, J., NUNES, J.V., Usability Heuristics for Evaluating Healthcare Applications for Smartphones. In: Journal of Biomedical Informatics, 2016.

RESEARCH2GUIDANCE, Global mHealth developer survey whitepaper: Summary of Survey Results, 2014. Disponível em: <http://www.research2guidance.com/shop/index.php/downloadable/download/sample/sample_id/69/>. Acesso em: 18 mai. 2016.

RESEARCH2GUIDANCE, The mHealth app market will grow by 15% to reach \$31 billion by 2020, 2015. Disponível em: <<http://research2guidance.com/the-mhealth-app-market-will-grow-by-15-to-reach-31-billion-by-2020/>>. Acesso em: 18 mai. 2016.

RUSU, C., RONCAGLIOLO, S., RUSU, V., COLLAZOS, C., A Methodology to Establish Usability Heuristics. In: Proceedings of The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2011.

SOLANO, A., RUSU, C., COLLAZOS, C., RONCAGLIOLO, S., ARCINIEGAS, J., RUSU, V. Usability Heuristics for Interactive Digital Television. In: Proceedings of The Third International Conference on Advances in Future Internet, French Riviera, Nice/Saint Laurent du Var, France, 2011. p. 60-63.

SOMERVE, J., WAHID, S., MCCRICKARD, D.S., Usability Heuristics for Large Screen Information Exhibits. In: Proceedings of the 9 IFIP TC13 International Conference on Human Computer Interaction. Zurique, Suíça: IOS Press. 2003.

TEZZA, R., BORNIA A., ANDRADE, D. Measuring web usability using item response theory: Principles, features and opportunities. In: Interacting with Computers, 2011, vol. 23, num. 2, p. 167-175.

VAN DER PEIJL, J., KLEIN, J., GRASS, C., FREUDENTHAL, A., Design for risk control: The role of usability engineering in the management of use-related risks. In: Journal of Biomedical Informatics, 2013, vol. 45, num. 4, p. 795-812.

WALKER, J.M., BIEBER, E.J., RICHARDS, F. Implementing an Electronic Health Record System. England: Springer, 2005. p. 47-59.

ZHANG, J., JOHNSON, T.R., PATEL, V.L., PAIGE, D.L., KUBOSE, T. Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices. Journal of Biomedical Informatics. 2003. vol. 36, num. 1-2, p. 23-30.