

Avaliação Ergonômica de Interfaces Gráficas para Aplicações Mobile: Limites e Reflexões

Thiago Adriano Coleti¹, Mayke Henrique Araújo do Amaral¹
Maria Renata de Mira Gobbo¹, Marcelo Morandini², Clodis Boscarioli³

¹Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes – PR – Brasil

²Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo
São Paulo – SP – Brasil.

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel – PR – Brazil

{thiago.coleti, mr.gobbo}@uenp.edu.br, maykedo.amaral@outlook.com

m.morandini@usp.br, boscarioli@gmail.com

Abstract. *Mobile applications are of strategic importance for companies as they enable easy access and greater proximity to their users. With this in mind, verifying that the interface components meet the design requirements is crucial to ensure the acceptance of these applications by the end user. This article examines the applicability of the Ergonomic Criteria developed in the 1990s to support usability testing of mobile devices by design and/or system evaluation teams. The empirical results show that, with some adaptations, they are also efficient for the inspection of mobile applications.*

Resumo. *As aplicações móveis têm uma importância estratégica para as empresas, pois viabilizam facilidade de acesso e maior proximidade com seus usuários. Com isso em mente, verificar se os componentes da interface atendem aos requisitos de design é fundamental para garantir a adoção facilitada dessas aplicações pelo usuário final. Este artigo explora a aplicabilidade dos Critérios Ergonômicos, desenvolvidos na década de 1990, para apoiar testes de usabilidade de dispositivos móveis por equipes de design e/ou avaliação de sistemas. Os resultados empíricos mostram que, com algumas adaptações, eles são também eficientes para inspeção de aplicativos móveis.*

1. Introdução

A evolução dos celulares para o conceito de *smartphone* promoveu mudanças no *design* das interfaces interativas para esses equipamentos, por terem telas menores, integração com sensores como GPS, acelerômetros e giroscópio, comandos de voz, gestos e telas *touchscreen*, além da possibilidade de manipulação de textos, vídeos, fotos, ambientes 3D e a combinação entre esses e outros mecanismos de interação [Neil 2014, Wroblewski 2011].

As empresas identificaram oportunidades para melhorar e/ou mudar suas estratégias de negócios, passando a disponibilizar produtos e serviços, como vendas, marketing, relações públicas entre outras, em aplicativos para *smartphone*. Tais aplicações

implicaram na preocupação com a qualidade dessas interfaces a fim de garantir uma experiência apropriada ao usuário. Dentre as ações necessárias para essa finalidade está a inspeção ergonômica, que visa verificar se a interface está de acordo com guias, padrões de design ou critérios ergonômicos [Cybis et al. 2015].

Os Critérios Ergonômicos (CE) p por Dominique Scapin e Cristian Bastien na década de 1990 são uma composição de oito critérios e dezoito subcritérios que indicam ações que podem apoiar os projetos de interface a terem usabilidade [Scapin and Bastien 1997], e se referem à aparência e ao comportamento que componentes de interface devem dispor, uma vez que estes ajudam os desenvolvedores a selecionarem e configurarem seus projetos de forma mais assertiva.

Os critérios ergonômicos foram utilizados pela comunidade científica e empresarial no decorrer dos anos, em aplicações *desktop* e *web*, o que lhes garante um alto grau de eficiência e eficácia na avaliação de sistemas interativos. Embora amplamente utilizados, todo o seu desenvolvimento ocorreu em uma época na qual os padrões de interação e componentes de interface não eram voltados à aplicações *mobile*, pairando a interrogação sobre a eficácia desses critérios em sistemas interativos para *smartphone*, visto que estes possuem restrições que os sistemas *desktop* não possuem, a exemplo de tamanho de tela reduzido, interação realizada por toque na tela, entre outras.

Existem outras recomendações de interface, como as citadas por [Cybis et al. 2015]: Regras de Ouro de Sheiderman; Princípios de design do Android; Princípios de Diálogo da Norma ISSO/ABNT 9241:110. Tais normas e guias de estilos foram propostos por diferentes pesquisadores, empresas e fabricantes e, usualmente, são consideradas genéricas, pois se referem às interfaces em geral. Padrões de *design* para dispositivos móveis foram propostos por [Neil 2014], e critérios a serem atendidos foram apresentados por [Parente Da Costa et al. 2019] e por [Nascimento et al. 2016a], além das heurísticas de [Rocha et al. 2014], mas não abordam os critérios ergonômicos, de interesse neste estudo.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi o de realizar um estudo empírico para verificar se os CE podem ser aplicados para auxiliar a inspeção ergonômica em aplicativos para *smartphones* (Android e IOS), além de verificar se as questões disponíveis no ambiente ErgoList, um *website* desenvolvido para inspeções com base nos CE, para apoiar, também, inspeções em aplicativos móveis. Sobre o ErgoList¹, cabe destacar que é um compilado de 194 questões para auxiliar na quali e quantificação das características ergonômicas dos ambientes interativos, que têm o objetivo de estimular a investigação dos componentes das interfaces, e as questões que compõem esse questionário estão indexadas pelos Critérios Ergonômicos a que são relacionadas, motivos pelos quais foi utilizado.

Este artigo é conduzido a partir da seguinte questão básica: *O emprego dos Critérios Ergonômicos é adequado e suficiente para o projeto e avaliação das interações em aplicativos móveis de aparelhos celulares?* e, segue assim organizado: Na Seção 2 é apresentada a fundamentação teórica de sustentação da pesquisa; a Seção 3 traz os procedimentos metodológicos adotados; a Seção 4 contempla a análise dos dados produzidos nos experimentos realizados e, por fim, a Seção 5 abarca as considerações finais e perspectivas da pesquisa.

¹Disponível em: <https://usabilidade.github.io/>

2. Aspectos teóricos e trabalhos relacionados

Esta seção apresenta aspectos teóricos que embasaram a pesquisa, como os conceitos de usabilidade e CE, padrões de *design*, e os trabalhos considerados como relacionados.

2.1. Usabilidade e Critérios Ergonômicos

A usabilidade é a principal característica de qualidade dos sistemas interativos. Segundo a ISO 25010 [Cybis et al. 2015], é a capacidade que sistemas computacionais proporcionam aos usuários de realizar tarefas específicas em contextos específicos com eficácia, eficiência e satisfação [Sobral 2019]. Por eficácia, entende-se a capacidade do usuário atingir seu objetivo ao utilizar a aplicação, já a eficiência é a capacidade do usuário de atingir seu objetivo com a melhor utilização de recursos, e, em relação à satisfação, trata-se das reações e emoções dos usuários na utilização da aplicação [Barreto et al. 2018].

A avaliação da usabilidade é fundamental no processo de *design* da Interação Humano-Computador (IHC), e pode ser conduzida por técnicas como: (a) avaliação heurística, na qual profissionais avaliam a interface e emitem parecer de valor de eventuais problemas que possam causar ruídos, barreiras ou bloqueios [Benyon 2011]; (b) inspeção de ergonomia, a qual visa garantir que a interface esteja de acordo com critérios ou *guidelines* ou boas práticas de IHC, como os CE, as Heurísticas de Nielsen e as Regras de Ouro de Shneiderman [Rocha et al. 2014] supracitadas; e (c) testes de usabilidade, que utiliza dos usuários reais conduzindo tarefas reais na aplicação, a fim de identificar problemas de usabilidade [Cybis et al. 2015].

Das técnicas de avaliação, a inspeção ergonômica é bastante adotada entre desenvolvedores e pesquisadores devido à sua praticidade de aplicação e pelo fato de poder envolver os usuários no processo [Benyon 2011]. As inspeções visam identificar problemas ergonômicos na interface e são aplicadas por meio de *checklists* criados com base em um critério ergonômico específico. Uma ferramenta de inspeção ergonômica é o ErgoList, um *website* que apresenta uma série de questões construídas a partir dos CE, respondidas pelos participantes da avaliação, e que disponibiliza um relatório final que sumariza as respostas de acordo com os CE [Cybis et al. 2015].

Os CE, de acordo com [Scapin and Bastien 1997] e [Cybis et al. 2015], proporcionam orientações que, se observadas por equipes de design podem aumentar significativamente a usabilidade da aplicação [Scapin and Bastien 1997]. E, podem ser aplicados em diversas etapas de um projeto de interface, como suporte à inspeção ergonômica e aos testes de usabilidade e avaliação heurística [Cybis et al. 2015]. Ainda, no que tange aos CE, de acordo com [Scapin and Bastien 1997] e [Cybis et al. 2015], são organizados em oito critérios e dezoito subcritérios, descritos a seguir:

1. **Condução:** este critério se refere ao fato de a interface precisar orientar, guiar e instruir o usuário na utilização da aplicação por meio do emprego de *design* adequado, mensagens, sons, rótulos dentre outros itens. A aplicação desse critério melhora a aprendizagem e a memorização, de forma a permitir que o usuário compreenda os objetivos e os recursos disponibilizados pela aplicação. Seus subcritérios são: **a) Convite** - descreve quanto à estética, confiabilidade e organização proporcionada pela interface; **b) Agrupamento/distinção de itens** - voltado para a organização visual da interface com base na *localização* dos componentes ou

no *formato de apresentação*; o **c) Feedback imediato** - subcritério que leva em consideração a necessidade de respostas da interface para cada ação realizada pelo usuário, a fim de identificar o estado do sistema e analisar o resultado das ações; e a **d) Legibilidade**, que aborda características lexicais presentes na informação, que auxiliam ou prejudicam a leitura dos usuários (espaçamento, brilho, contraste são exemplos);

2. **Carga de trabalho**: busca a redução da carga de trabalho do usuário nas interações e a eliminação de informações ou ações desnecessárias para as tarefas. Esse critério abrange os seguintes subcritérios: **a) Brevidade**: busca a redução da carga de trabalho cognitiva e física dos usuários por meio da limitação do número de entradas e saídas ou pela redução ou automação de ações que podem ser antecipadas ou padronizadas pela aplicação, por exemplo, ao salvar um documento no *Microsoft Word* o mesmo já adota, por padrão, a extensão do arquivo (.doc), ou o preenchimento automático de opções *default* em caixas de seleção; e **b) Densidade informacional**: esse subcritério trata da carga de trabalho do usuário ao visualizar, analisar e utilizar grandes volumes de informações na tela, o que tendem a dificultar sua análise e interpretação. Nesse sentido, o projetista deve buscar uma interface minimalista ou, pelo menos, aplicando critérios para apresentação de recursos que sejam realmente necessários para o usuário.
3. **Controle explícito**: critério relacionado ao controle do usuário sobre as ações. Os subcritérios são: **a) Ações Explícitas** e **b) Controle do Usuário**, que orientam aspectos referentes ao controle da execução das ações pelos usuários como necessidade de comando explícito do usuário para ações críticas ou longas e capacidade de interromper, cancelar ou suspender uma determinada ação no sistema.
4. **Adaptabilidade**: refere-se à capacidade de adequação da interface às necessidades e preferências do usuário por meio da disponibilização de diferentes opções. Composto pelos subcritérios de: **a) Flexibilidade**, para a personalização da interface de acordo com os hábitos e preferência do usuário; e **b) Experiência do usuário**, que é a adequação da interface de acordo com os níveis de conhecimento do usuário.
5. **Gestão de erros**: esse critério orienta quanto aos recursos de interface para evitar ou mitigar a ocorrência de erros, bem como permitir a recuperação do sistema ao seu estado normal, quando eles ocorrerem. Seus subcritérios são: **a) Proteção contra erros** que indica ações de prevenção como validações ou formatação de campos de entrada de dados; **b) Qualidade das mensagens de erros** orientam quanto a apresentação dos erros aos usuários; e **c) Correção de erros**, relacionado à disponibilidade de recursos necessários para corrigir o erro.
6. **Consistência**: diz respeito à padronização dos elementos das interfaces de forma a manter contextos similares quando estes pertencerem ao mesmo domínio;
7. **Significado dos códigos**: orienta quanto à relação existente entre um elemento do domínio e o componente de interface ou ação relacionada. Esse critério visa estabelecer uma adequação semântica e favorecer o aprendizado, a memorização e o reconhecimento por parte do usuário.
8. **Compatibilidade**: orienta quanto à compatibilidade do sistema com as expectativas do usuário, necessidades de tarefas e do domínio.

Para inspeções ergonômicas de interface, os CE apresentam os conceitos e as diretrizes para construção e avaliação de interfaces. Já o processo de inspeção pode ser

feito pelo emprego das questões do ErgoList, que instanciam os CE. Assim, pode-se afirmar que os CE, por meio das questões do ErgoList, proporcionam orientações que, se observadas por equipes de *design*, podem aumentar significativamente a usabilidade da aplicação [Scapin and Bastien 1997]. Os critérios podem ser aplicados em diversas etapas de um projeto de IHC, como suporte à inspeção ergonômica, e também, aos testes de usabilidade e à avaliação heurística [Cybis et al. 2015].

A próxima seção discute sobre padrões de *design* para aplicações móveis.

2.2. Interfaces gráficas para dispositivos móveis

A construção de interfaces para dispositivos móveis tem padrões de *design* a serem seguidos. Por padrões, entende-se representações válidas do senso comum em um determinado campo que apoiam a construção de aplicações interativas. No que tange aos aplicativos para dispositivos móveis, mais especificamente os *smartphones* e *tablets*, uma série de mudanças foram necessárias para permitir uma melhor adequação das estratégias de *design* e interação às características dos dispositivos móveis [Neil 2014, Wroblewski 2011].

Também se considera o fato de que aplicações *desktop* e *web* são construídas para atividades às quais o usuário está sentado, concentrado e com objetivos bem específicos para sua tarefa. Nos aplicativos móveis, o usuário desempenha tarefas que podem estar compartilhadas com outras e podem interagir com o dispositivo utilizando gestos, comandos de voz e toque com a mão, algo menos praticado nas aplicações *desktop*. Exemplo da forma de interação com dispositivos móveis é o uso de aplicativos para GPS, os quais o usuário divide a atenção entre dirigir e utilizar o aplicativo [Giovanni 2013]. O GPS e outros sensores também influenciaram a mudança dos padrões de *design*, pois os dispositivos móveis permitem experiências diferenciadas, integradas com imagens reais e/ou que permitem a imersão em informações em tempo real [Neil 2014].

Sem os padrões de *design* para aplicações móveis, o processo de criação das interfaces *mobile* seria mais complexo e provavelmente comprometido, implicando na produção de interfaces ruins, com baixa usabilidade, que proporcionariam uma experiência inadequada para os usuários [Cybis et al. 2015, Neil 2014]. Pode-se afirmar que existiria um risco de prevalecer uma ação de miniaturização e adaptação indevida de componentes de interface e na replicação da experiência *desktop* e *web*, o que poderia produzir interfaces complexas, com excesso de conteúdos e dificuldades de interação e, provavelmente, não permitiriam a utilização de todas as possibilidades propiciadas pelos *smartphones* [Nudelman 2013].

A utilização dos CE e padrões de *design* tem por objetivo auxiliar na construção de interfaces de fácil interação. Como já citado, os CE foram criados para priorizar as demandas das aplicações *web* e *desktop*, enquanto os padrões de *design* têm por finalidade atender as características dos dispositivos móveis. Estudos relacionados aos CE e aos padrões de *design* não são novos na área de IHC, mas continuam sendo realizados por pesquisadores e desenvolvedores [Coleti et al. 2015, Viana et al. 2021, Filho et al. 2022] na busca por qualidade dos produtos, no entanto, ainda são pouco usados no contexto móvel. A seguir, dois exemplos dessas pesquisas, consideradas correlatas, são apresentadas.

2.3. Trabalhos Relacionados

Nascimento [Nascimento et al. 2016b], criou seu próprio método de avaliação, que envolve tanto a usabilidade quanto a experiência do usuário para aplicações móveis, avaliações que usualmente são feitas em separado, por diferentes técnicas de avaliação, salientando que a utilização de dois métodos separados, além de levar mais tempo, pode deixar de identificar questões importantes de usabilidade. Com isso, propuseram o *Userability*, que tem por objetivo auxiliar na identificação de problemas de usabilidade e experiência de usuário em uma única avaliação. Essa técnica apresentou um grau de precisão maior do que a concorrente (UUGA), resultando em menos resultados incertos, além de permitir que os inspetores apontassem problemas específicos e sugestões de melhorias nas aplicações avaliadas.

Costa [Da Costa et al. 2019] apresentou uma revisão sistemática da literatura que teve como objetivo apontar quais heurísticas e métricas de usabilidade estão sendo mais utilizadas, tanto na literatura acadêmica quanto na indústria. Em seus resultados, foi apresentado um conjunto de heurísticas de usabilidade específicas, focadas em aplicações móveis que considera principalmente o usuário, a tarefa, o contexto e a carga cognitiva como importantes atributos de usabilidade. Sua principal motivação vem do fato dos CE não terem sido criados para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis.

Ambos os trabalhos reconhecem o crescimento na utilização dos *smartphones* para as mais diversas finalidades, e também tem por objetivo criar métricas para avaliar a usabilidade de suas aplicações, cada qual seguindo seus próprios métodos. Embora os trabalhos relacionados tenham o mesmo objetivo em comum, analisar a usabilidade de aplicativos móveis, não analisaram a adequação dos CE, mas sim, criaram novas métricas para avaliar a usabilidade dos aplicativos móveis. A próxima seção traz os materiais e métodos para a inspeção com os CE em aplicativos de ambientes móveis.

3. Materiais e Métodos

Esta seção apresenta as etapas para a condução desta pesquisa, que compreenderam a escolha dos aplicativos, condução da inspeção, a análise dos dados e discussão dos resultados.

3.1. Escolha dos aplicativos

Para a avaliação, foram considerados aplicativos para serviços públicos, plataformas de entretenimento com vídeos e músicas, ensino de idiomas, serviços financeiros e mensagens, vislumbrando a diversidade de aplicativos conhecidamente utilizados pela população em geral e disponíveis para *download* de forma parcial ou totalmente gratuita em lojas virtuais.

Também foi considerada a variedade de componentes de interface possíveis de utilização, as diferenças nos modelos de interação e a capacidade de manipulação de mídias disponíveis nos aplicativos. Esses aspectos permitiram assumir que as interfaces já estariam bem consolidadas e de acordo com padrões de *design*, o que forneceria mais subsídios para analisar a adequação dos critérios ergonômicos. Os seguintes aplicativos foram selecionados para inspeção:

- **Carteira Digital de Trânsito:** aplicativo para acesso às versões digitais de documentos e informações de débitos e infrações do Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN), na versão 3.3.0 tanto para IOS quanto para Android;
- **Duolingo:** aplicativo para o ensino de idiomas nas versões 6.72.0 para IOS e 4.68.5 para Android, ambas de acesso gratuito;
- **Gmail:** aplicativo de gestão de e-mails da Google, nas versões 6.0.200531 para IOS e 2020.05.17.31313047 para Android;
- **Google Drive:** aplicativo da Google para armazenamento de arquivos em nuvem, nas versões 4.2020.24202 para IOS e a 2.20.241.03.35 para Android;
- **Minha Claro Móvel:** aplicativo para autoatendimento da operadora de telefonia Claro, versão 8.2.1 para IOS e 8.4.18-2 para Android.
- **Netflix:** aplicativo de streaming de filmes e séries, na 12.36.0 para IOS e a 7.60.1 build 6334929 para Android.
- **Nubank:** aplicativo de serviços bancários digitais, na versão 7.1.58 para IOS e 5.48.81 para Android.
- **Spotify:** aplicativo de streaming de músicas, versões 8.5.60.881 para IOS e 8.5.62.904 para Android.
- **Trello:** aplicativo que tem como objetivo permitir a gestão, colaboração, organização e monitoramento de projetos, versões 2020.8.1 para IOS e 2020.7.14065-production para Android.
- **WhatsApp:** aplicativo de envio de mensagens de texto, áudio e imagens, nas versões 2.20.61 para IOS e 2.20.189 para Android.

3.2. Condução da inspeção

As inspeções seguiram protocolo definido pelos pesquisadores autores e realizadas por um conjunto de estudantes em último semestre do curso de Sistemas de Informação com conhecimentos em IHC adquiridos em disciplinas já cursadas, nas quais atividades específicas de avaliação foram conduzidas, em conjunto com um pesquisador com conhecimentos avançados em projeto e avaliação de *design/usabilidade* e experiente no uso dos CE, que responderam ao *checklist* do ErgoList para inspecionar as interfaces dos aplicativos supracitados, analisando os conceitos e a aplicabilidade de cada questão e o critério/subcritério ergonômico respectivo aos componentes da interface.

Primeiramente, foi feita a inspeção de todos os aplicativos selecionados. Posteriormente, os resultados foram apresentados para o pesquisador-responsável que os revisou e verificou eventuais inconsistências ou dúvidas nos mesmos. Após esta atividade, o resultado da avaliação foi consolidado em um relatório final, que foi analisado pelos demais pesquisadores envolvidos na pesquisa.

A inspeção se baseou na premissa de que os CE não estariam vinculados, especificamente, aos componentes de interface e, embora propostos em um período no qual interfaces *desktop* predominavam e as interfaces *web* estavam no seu início, as diretrizes baseavam-se em conceitos de interação não atrelados a um limite temporal, podendo ser aplicadas a interfaces de dispositivos móveis. Assim, foram consideradas as questões disponibilizadas pelo ErgoList, que instanciam as diretrizes propostas pelos CE e permitem, por meio da inspeção, atribuir um valor ou uma nota para um recurso de interface.

O processo de análise dos critérios foi iniciado com uma discussão sobre os resultados possíveis na inspeção. Por resultados possíveis, entende-se o resultado da análise da

aplicabilidade da questão para a avaliação de interfaces para dispositivos móveis, sendo definidas quatro classes de resultados:

- AT (Apropriado Totalmente): a questão permitiu a inspeção em um aplicativo sem adequações ou alterações em seu contexto original;
- AP (Apropriado Parcialmente): a questão permitiu a inspeção em um aplicativo, mas com adequações, alterações ou ressalvas em relação ao seu contexto original;
- PA (Pouco Apropriado): a questão não permitiu a inspeção em um aplicativo;

Na sequência, foi realizada uma atividade de **Estudo/exploração do aplicativo**, na qual cada aplicativo foi utilizado de forma a serem exploradas suas funcionalidades observando os padrões de *design* utilizados e aspectos de ergonomia aplicados. Nessa primeira fase, o objetivo principal era a familiarização com os recursos dos aplicativos.

Com conhecimento sobre as funcionalidades dos aplicativos, os mesmos passaram pelo processo de **Inspeção Ergonômica com o ErgoList**. Nessa fase, os avaliadores realizaram a inspeção das interfaces gráficas como um todo, ou seja, não foram selecionadas tarefas específicas porque o objetivo era o de verificar a adequação das questões dos CE com os componentes de interface e com a interação dos aplicativos.

Os avaliadores inspecionaram a interface utilizando o texto original da questão, comparando-o com os aspectos de *design* existentes nas ferramenta. Quando o resultado foi positivo para essa análise, 1 (um) ponto foi atribuído na classe **Apropriado Totalmente (AT)**. Um exemplo de questão enquadrada nessa classe pertence ao CE Consistência e tem o texto: *Os ícones são distintos uns dos outros e possuem sempre o mesmo significado de uma tela para outra?*, nesse caso, a utilização dos ícones é ampla em aplicativos móveis e ainda requer os cuidados indicados pela questão.

Caso a questão do ErgoList não permitisse a inspeção com seu texto original, os avaliadores realizavam uma **Análise de adequações**. Nesse processo, os pesquisadores analisaram se era possível fazer ajustes ou atualizações no texto da questão de forma que a mesma pudesse ser usada sem alterar seu objeto de inspeção. Para essas questões, foi atribuído um ponto na categoria **AP (Apropriado Parcialmente)**.

Um exemplo dessa adequação foi na questão do CE Ações Explícitas, com o texto: *Para iniciar o processamento dos dados, o sistema sempre exige do usuário uma ação explícita de "ENTER"?*. A adequação deu-se na substituição do ENTER por outras ações como o clique, comando de voz, gestos e outros inerentes da interação *mobile* uma vez que o uso literal da tecla ENTER é pouco praticado nos aplicativos móveis, o que modificou o texto para *Para iniciar o processamento dos dados, o sistema sempre exige do usuário um comando explícito como um clique, um comando de voz ou um gesto?*.

Em caso de negativa para as duas possibilidades anteriores, a questão era classificada como PA (Pouco Apropriado), ou seja, sua utilização não seria viável para inspecionar um aplicativo móvel, pois tem seu conteúdo fortemente relacionado aos conceitos de aplicações *desktop* da década de 90, como é o caso da questão *Existe a possibilidade do usuário obter a lista de comandos básicos da linguagem*, do subcritério Brevidade, que considera o uso de comando de texto em aplicativos móveis.

Destaca-se que o ErgoList contém 194 questões divididas nos 18 grupos (critérios/subcritérios). Assim, para inspecionar os 10 aplicativos, um total de 1940 questões foram resolvidas. Os valores obtidos por essa inspeção, conforme atividades

supracitadas, são mostrados na Tabela 1.

4. Análise dos Dados

Esta seção evidencia os resultados da inspeção e traz considerações sobre os CE e seus enquadramentos para a inspeção de aplicativos móveis (Tabela 1). Os números apresentados para cada classe representa o número de inspeções.

Tabela 1. Resultado das inspeções com os CE em aplicativos móveis

Critério	Subcritério/Subsubcritério	AT	AP	PA	Total
1 - Condução	1.1 - Presteza	51	44	75	170
	1.2 - Agrupamento e distinção - 1.2.1 - Por localização	58	20	32	110
	1.2 - Agrupamento e distinção - 1.2.1 - Por formato	86	24	60	170
	1.3 <i>Feedback</i> imediato	72	10	38	120
	1.4 Legibilidade	187	17	66	270
2 - Carga de Trabalho	2.1 - Brevidade - 2.1.1 - Concisão	67	18	55	140
	2.1 - Brevidade - 2.1.2 - Ações Mínimas	22	4	24	50
	2.2 - Densidade Informacional	69	11	10	90
3 - Controle Explícito	3.1 - Ações explícita	24	10	6	40
	3.1 - Controle do usuário	20	8	12	40
4 - Adaptabilidade	4.1 - Flexibilidade	6	14	10	30
	4.2 - Experiência do usuário	26	3	31	60
5 - Gestão de Erros	5.1 - Proteção contra erros	22	6	42	70
	5.2 - Qualidade da mensagem de erro	62	7	21	90
	5.3 - Correção de erros	10	4	36	50
6 - Consistência	Não há	78	8	24	110
7 - Significados de códigos e denominações	Não há	83	14	23	120
8 - Compatibilidade	Não há	108	25	77	210
Total	-	1051	247	642	1940
Percentuais	-	54%	13%	33%	100%

Os dados apresentados na Tabela 1 permitem concluir que não há um critério totalmente aplicável ou não, uma vez que os percentuais médios mostram a classe com maior pontuação (AT) teve 54% dos apontamentos e a análise individual dos critérios mostra o CE *Densidade Informacional* com maior percentual de AT (77%), e se consideradas as questões passíveis de adequações, o percentual de adequação sobe para 67%, sendo o CE de *Densidade Informacional* com o melhor resultado de AT + AP (89%). Esses resultados foram considerados pelos pesquisadores envolvidos como favoráveis, desde que observadas as particularidades de certas questões, uma vez que 33% foram indicadas como Não Apropriadas, percentual relativamente alto e que indica a necessidade de muita atenção ao utilizar alguns critérios e questões para inspecionar um aplicativo móvel, pois podem gerar um indicativo de problema ou de impossibilidade de inspeção para um recurso que não pode ser inspecionado pelas questões.

Na sequência, são apresentadas considerações a respeito dos CE e algumas questões a título de exemplificação das análises realizadas, e como forma de apoiar a decisão pelo uso, ou não, dos CE para avaliação de aplicativos móveis. Para as considerações dos critérios, os mesmos foram classificados nas seguintes classes:

- CE com mais de 66% de apontamentos para classe AT;
- CE com mais de 66% de apontamentos para a soma das classes AT e AP. Para essas considerações, foi considerado que os CE não atingiram 66% de indicações para classe AT ou AP de forma isolada, mas que somados permitem chegar nesse valor.
- CE com mais de 66% dos apontamentos para classe PA.

Usou-se o valor de 66%, por decisão de projeto, por não haver uma métrica clara sobre como avaliar a eficácia e eficiência desses critérios. Na próxima subseção, serão apresentadas as considerações para os CE com questões apropriadas.

4.1. Considerações sobre critérios/subcritérios com questões apropriadas

Nesta análise, considerou-se os critérios com pontuação mínima de 66 pontos no critério AT, sendo eles: Legibilidade, Densidade Informacional, Mensagem de Erro, Consistência e Significado de códigos e denominações. Os valores que levaram a esse resultado são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. CE com indicações de AT superior à 66%

Critério/Subcritério	AT	Questões Ergo-List	% Final
Condução/Legibilidade	187	270	69%
Carga de Trabalho/Densidade Informacional	69	90	77%
Gestão de Erros/Mensagem de erros	62	90	69%
Consistência	78	110	71%
Significado de código	83	120	69%

Assumi-se que esses resultados ocorreram pelo fato de esses critérios orientarem quanto a requisitos primários de *design* de interface e que estão intimamente ligados com a usabilidade e à experiência que o usuário tem ao utilizar um aplicativo.

Nos aplicativos móveis, a preocupação com questões de arquitetura de informação foi evidenciada em virtude das características dos dispositivos, como o tamanho da tela, orientação do uso do dispositivo e/ou diversidade de formas de interação. Assim, questões relacionadas aos critérios de Legibilidade e Densidade Informacional são constantes para os *designers* desses aplicativos. Portanto, questões do ErgoList voltadas a inspecionar recursos para o acesso, a visualização e a compreensão dos conteúdos na tela se mostraram aplicáveis para os aplicativos móveis.

Ainda, os aplicativos móveis levaram à grande expansão do uso de software por pessoas que não são especialistas, o que demanda dos *designers* preocupações com a forma de se comunicar, pela interface, com essas pessoas. As mensagens apresentadas devem ser claras, objetivas e compreensíveis e devem orientar o usuário quando uma tarefa ou recurso são utilizados de maneira indevida, sem apresentar mensagens técnicas e/ou exageradas. Nesse contexto, 70% das questões do subcritério de mensagem de erro foram consideradas apropriadas.

Sobre as questões dos critérios de Significado de códigos e Consistência, estas ampararam preocupações relacionadas à capacidade de a interface transmitir a informação

sobre o recurso disponível e se fazer ser compreendida e lembrada pelo usuário. Em relação aos Significados de códigos, uma aplicativo de serviços bancários deve usar termos compreensíveis para o usuário dentro daquele domínio específico de uso, por exemplo. Para exemplificar o critério de Consistência, assumindo um aplicativo para ensino de idiomas, este deve manter um mesmo padrão de interface para exercícios similares, de forma que o usuário possa facilmente se recordar de como resolvê-los e não precise ter que (re)aprender as técnicas de resolução para cada interação.

Na Tabela 3 são apresentadas algumas questões consideradas Aplicáveis Totalmente para os critérios supracitados.

Tabela 3. Relação de questões do ErgoList para critérios Aplicados Totalmente

Critério	Questão
Legibilidade	O uso exclusivo de maiúsculas nos textos é evitado?
	Os rótulos de campos começam com uma letra maiúscula, e as letras restantes são minúsculas?
Densidade Informacional	As telas apresentam somente os dados e informações necessários e indispensáveis para o usuário em sua tarefa?
Mensagem de erro	As mensagens de erro ajudam a resolver o problema do usuário, fornecendo com precisão o local e a causa específica ou provável do erro, bem como as ações que o usuário poderia realizar para corrigi-lo?
	As mensagens de erro estão isentas de abreviaturas e/ou códigos gerados pelo sistema operacional?
Consistência	Os ícones são distintos uns dos outros e possuem sempre o mesmo significado de uma tela para outra?
	A localização dos dados é mantida consistente de uma tela para outra?
Significado de códigos	Os títulos das páginas de menu são distintos entre si?
	As denominações dos títulos estão de acordo com o que eles representam?

Na próxima subseção são discutidas as questões do ErgoList que também podem ser usadas para inspeção, porém, com adequações.

4.2. Considerações sobre CE com questões apropriadas com adequações

Nessa análise, como dito, discutem-se os critérios que tiveram mais de 66% dos pontos somando as categorias de Apropriado Totalmente e Apropriado Parcialmente, excluindo os critérios discutidos na subseção anterior. Essa análise é justificada pela necessidade de demonstrar que há critérios que podem ser aplicados na inspeção se o avaliador considerar que adequações são necessárias para atender características específicas do desenvolvimento de aplicativos móveis. Os percentuais e valores dos CE discutidos nessa subseção são mostrados na Tabela 4.

Ao analisar as questões dos critérios indicados, percebeu-se que as adequações seriam bastante pontuais, uma vez cinco critérios tiveram indicativo médio de adequação das questões de 15%. Exceção a esse número foi o critério/subcritério de Adaptabilidade/Flexibilidade, que teve um percentual e ajustes de 47% das inspeções. Para questões com adequações pontuais, percebeu-se que tratavam-se de aspectos que herdavam características muito comuns para aplicativos *desktop*, mas que são empregadas em aplicativos móveis de maneira ligeiramente diferente, em casos onde a evolução da tecnologia exigiu

Tabela 4. CE com indicações de AT+AP superior à 66%

Critério/Subcritério	AT+AP	Questões Ergo-List	% Final
Condução/Agrupamento por Localização	78	110	71%
Condução/Agrupamento por Formato	110	170	66%
Condução/ <i>Feedback</i> imediato	82	120	68%
Controle Explícito/Ações Explícitas	34	40	85%
Controle Explícito/Controle do Usuário	28	40	70%
Adaptabilidade / Flexibilidade	20	30	67%

tal mudança. Exemplos de questões e suas propostas de adequações são mostradas na Tabela 5.

Tabela 5. Exemplos de adequações para questões do ErgoList

CE	Questão	Possível Adequação
Agrupamento e distinção por Formato	Os cabeçalhos de uma tabela estão diferenciados pelo emprego de cores diferentes, letras maiores ou sublinhadas?	Há diferentes padrões de <i>design</i> para tabelas em aplicativos móveis, conforme mostrado por [Neil 2014] e todos tem suas características de escrita de cabeçalho, assim, a questão poderia inspecionar se o cabeçalho está de acordo com o padrão de tabela aplicado.
<i>Feedback</i> Imediato	Quando, durante a entrada de dados, o sistema torna-se indisponível ao usuário, devido a algum processamento longo, o usuário é avisado desse estado do sistema e do tempo dessa indisponibilidade? e O sistema fornece ao usuário informações sobre o tempo de processamentos demorados?	Questões relacionadas ao <i>Feedback</i> de processamento devem evitar indicativos de tempo e percentual de processamento e considerar uma provável falta dessas informações, pois os mesmos podem ser feitos de maneira assíncrona, algo não tão difundido na década de 90.
Ações Explícitas	Para iniciar o processamento dos dados, o sistema sempre exige do usuário uma ação explícita de "ENTER"?	Adequar a questão para considerar que o comando o usuário pode ser feito por comando de voz, gestos ou clique, uma vez que o uso literal da tecla ENTER é pouco praticado nos aplicativos móveis.

Em relação ao subcritérios de Flexibilidade, há somente três questões relacionadas à capacidade de personalizar recursos do aplicativo e essa característica nem sempre é adotada por aplicativos móveis, que costumam ser muito rígidos quanto às suas funcionalidades. Os aplicativos permitem a personalização de alguns recursos inerentes ao seu uso, por exemplo, selecionar as funções mais utilizadas em um painel de acesso rápido ou em uma lista de favoritos, mas o processo de execução da funcionalidade não costuma ser flexível, até mesmo por questões estruturais e arquiteturas da aplicação. Assim, houve a necessidade de adequações nas questões para contemplar o que é flexibilidade em aplicativos móveis, por exemplo, a questão: "*Ao usuário é permitido personalizar o diálogo, através da definição de macros?*" foi adaptada para: "*Ao usuário é permitido selecionar recursos para uma lista de acesso rápido?*", o que está mais próximo dos modelos de interação praticados nos dispositivos móveis.

A próxima subseção discute os critérios considerados como pouco apropriados.

4.3. Considerações sobre CE com questões pouco apropriadas

Aqui se enquadraram os critérios para os quais as questões não atingiram os 2/3 de avaliação apropriada ou apropriada com adequações. São critérios dessa análise: Pres- teza; Brevidade/Concisão; Brevidade/Ações Mínimas; Adaptabilidade/Experiência do Usuário; Gestão de Erros/Proteção Contra Erros; Gestão de Erros/Correção de Erros; e Compatibilidade. Exemplos de questões Não Apropriadas ou que Não se Aplicam são apresentados, com sugestões de adequações, na Tabela 6.

Tabela 6. Exemplos de questões Não Apropriadas ou Não Aplicáveis

CE	Questão	Dificuldade em aplicar
Brevidade	Existe a possibilidade do usuário obter a lista de comandos básicos da linguagem?	Com raras exceções para aplicativos específicos, a utilização de comandos de texto não é uma prática comum em aplicativos móveis.
Ações Mínimas	Na realização das ações principais em uma caixa de diálogo, o usuário tem os movimentos de cursor minimizados através da adequada ordenação dos objetos?	Nos aplicativos móveis não há o uso de cursores, conforme era aplicável em ferramentas <i>desktop</i> . O uso de toque, gestos e fala é predominante na manipulação de informações.
Proteção contra erros	As teclas de funções perigosas encontram-se agrupadas e/ou separadas das demais no teclado?	Embora o teclado tradicional é emulado na tela do celular, com opções de teclado numérico e com símbolos, a separação está mais orientada à facilidade de uso.
Correção de erros	Os comandos para DESFAZER e REFAZER o diálogo estão diferenciados?	A utilização desses botões não foi identificada na inspeção.

As questões apontadas na Tabela 6 estão fortemente vinculadas às características específicas das aplicações *desktop* e *web* da década de 90 e do começo dos anos 2000. Tal vinculação impede o uso e/ou adequação dessas questões em aplicativos móveis. Dessa forma, algumas dessas questões devem ser evitadas ou substituídas.

Como exemplos de substituições, podem ser destacados: (a) para o critério de *Brevidade*, uma nova questão sugerida é: *O aplicativo disponibiliza um tutorial com as principais funcionalidades da ferramenta?*; (b) para o subcritério de *Ações mínimas*, pode ser criada uma questão que verifique se o aplicativo dispensa o usuário de ações redundantes ou desnecessárias; (c) para os subcritérios relacionados ao critério de *Gestão de Erros*, no subcritério *Proteção contra erros*, uma sugestão de questão seria: *As interfaces evidenciam e protegem recursos que inicializam funções perigosas?*; e (d) para o subcritério de *Correção de erros*, em aplicativos móveis, ações de *desfazer* podem se complexas devido às arquiteturas distribuídas da maioria das aplicações, mas podem ser sugeridas questões relacionadas a um histórico de ações ou funções.

5. Ameaças à validade

As limitações e ameaças para os resultados desta pesquisa estão no fato de os dados refletirem a análise dos pesquisadores que conduziram a inspeção e pelo fato da inspeção ter sido realizada em um conjunto restrito de aplicativos. Assim, considerando que uma

inspeção ergonômica tem seus resultados influenciados por fatores subjetivos, relacionados à percepção do(s) inspetor(es) em relação ao problema, e que os aplicativos podem variar em função dos requisitos e padrões de *design*, os resultados desta pesquisa ficam restritos às estratégias de inspeção e análise conduzidas pelos pesquisadores, podendo variar à medida que outros aplicativos venham a ser inspecionados por outras pessoas, ou que os aplicativos-alvo de inspeção mudem. No entanto, trazem evidências importantes sobre a constatação da aplicabilidade dos CE às aplicações móveis, ainda que com necessidade de adaptações.

Ainda, todos os CE tiveram questões enquadradas nas três categorias de análise, e atribuiu-se essa distribuição de avaliações aos fatores: (a) a inspeção ergonômica tem seus resultados influenciados pela subjetividade do avaliador, que pode ter uma interpretação direcionada ou enviesada em alguma análise; (2) todos os aplicativos foram inspecionados em todas as questões e, uma vez que os aplicativos tinham objetivos diferentes, componentes de interface distintos e modelos de interação diversos, pode ter ocorrido algum viés na resposta.

6. Considerações Finais

Neste artigo discutiu-se, com base na análise das questões do ErgoList, a adequação dos Critérios Ergonômicos como guia para o desenvolvimento e avaliação de interfaces para dispositivos móveis. Os resultados mostraram que as questões do ErgoList foram, em sua maioria, apropriadas ou apropriadas com adequações pontuais, o que permitiu assumir que os CE também são, do ponto de vista conceitual, em sua maioria, adequados à finalidade estudada. Entretanto, para algumas questões, existe a necessidade de adequações no texto para refletir padrões de *design* ou estratégias de interação que emergiram com as tecnologias móveis.

Cabe destacar também que dentre as questões do ErgoList, existem algumas que receberam respostas "Pouco Aplicáveis" para dispositivos móveis. Portanto, para uma Inspeção Ergonômica mais precisa, essas questões precisam ser revistas, redigitas, ou mesmo, excluídas da lista de inspeção, algo que não é maléfico, considerando pesquisas para a utilização de questionários personalizados como forma de melhorar a eficácia da inspeção.

Como trabalhos futuros, pretende-se: (i) revisar as questões do ErgoList a fim de adequá-las para a inspeção em aplicativos móveis; (ii) a proposição de uma ferramenta para seleção e aplicação de questões específicas para o domínio e escopo do aplicativo móvel inspecionado; (iii) replicar esse estudo para outros aplicativos adicionais procurando analisar se os resultados obtidos serão similares; e (iv) realizar avaliações similares dos mesmos aplicativos analisados, mas com pesos e considerações variados para Critérios e/ou subcritérios ergonômicos específicos, procurando apresentar graus diferentes de adequabilidade às avaliações. Em particular, pode-se pensar em pesos maiores para certos subcritérios, a exemplo de Condução ou *Feedback* Imediato ou outros, dependendo do domínio de aplicação do ambiente a ser inspecionado.

Referências

Barreto, J. d. S., Pasqual Jr., P. A., Barbosa, F. F. M., and Frigeri, S. R. (2018). *Interface Humano-Computador*. Grupo A.

- Benyon, D. (2011). *Interação Humano Computador*. Pearson Education, São Paulo.
- Coleti, T. A., Morandini, M., Correa, P. L. P., da Silva, D. L., and Boscarioli, C. (2015). Using keywords to support the verbalization in usability evaluation. In *Proceedings of the 14th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–10.
- Cybis, W. d. A., Holts, A. B., and Faust, R. (2015). *Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações*. Novatec Editora, São Paulo.
- Da Costa, R. P., Canedo, E. D., De Sousa, R. T., Albuquerque, R. D. O., and Villalba, L. J. G. (2019). Set of usability heuristics for quality assessment of mobile applications on smartphones. *IEEE Access*, 7:116145–116161.
- Filho, G. E. K., Guerino, G. C., and Valentim, N. M. C. (2022). A systematic mapping study on usability and user experience evaluation of multi-touch systems. In *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Giovanni, P. D. (2013). Integrating Mobile Design Patterns within a User Interface Development Environment. pages 1–4.
- Nascimento, I., Silva, W., Lopes, A., Rivero, L., Gadelha, B., Oliveira, E., and Conte, T. (2016a). An empirical study to evaluate the feasibility of a UX and usability inspection technique for mobile applications. *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE*, 2016-January:595–599.
- Nascimento, I., Silva, W., Lopes, A., Rivero, L., Gadelha, B., Oliveira, E., and Conte, T. (2016b). An empirical study to evaluate the feasibility of a ux and usability inspection technique for mobile applications. In *28th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering, California, USA*.
- Neil, T. (2014). *Mobile Design Pattern Gallery*. O'Reilly, 2 edition.
- Nudelman, G. (2013). *Padrões de Projeto para o Android - Soluções de projetos de Interação para desenvolvedores*. Novatec Editora, 1 edition.
- Parente Da Costa, R., Canedo, E. D., De Sousa, R. T., De Oliveira Albuquerque, R., and Garcia Villalba, L. J. (2019). Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones. *IEEE Access*, 7:116145–116161.
- Rocha, L. C., Andreade, R. M. C., and Sampaio, A. L. (2014). Heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicações móveis : estudo de caso para aulas de campo em Geologia. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*, pages 367–378.
- Scapin, D. L. and Bastien, J. M. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour and Information Technology*, 16(4-5):220–231.
- Sobral, W. S. (2019). *Design de Interfaces*. Editora Saraiva.
- Viana, L., Passos, L., Oliveira, E., and Conte, T. (2021). Applying usability heuristics in the context of data labeling systems. In *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–7.
- Wroblewski, L. (2011). *Mobile First*.