



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ANDRÉ LUIZ LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL
PARA INSPEÇÃO ERGONÔMICA DE SOFTWARE**

Bandeirantes

2018

ANDRÉ LUIZ LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL
PARA INSPEÇÃO ERGONÔMICA DE SOFTWARE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Thiago Adriano Coleti

Bandeirantes

2018

ANDRÉ LUIZ LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL
PARA INSPEÇÃO ERGONÔMICA DE SOFTWARE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Me. Thiago Adriano Coleti
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. Fabio de Sordi Junior
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Dr. Daniela de Freitas Guilhermino Trindade
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, 14 de Dezembro de 2018

Dedico este trabalho à todos que contribuíram com os meus estudos, principalmente os meus pais, que sempre apoiaram em tudo.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à Deus por permitir que eu passasse por tudo que passei dentro da Universidade e fora dela para chegar até aqui.

Agradeço também os meus pais, Waldeir e Carmen, por estarem sempre presentes e apoiarem em tudo que eu precisei durante essa jornada, não só durante graduação, mas desde sempre.

Agradeço também a todos os meus amigos da graduação, por terem proporcionado momentos dos quais eu não irei esquecer, além de todo apoio e motivação que proporcionaram.

Também agradeço ao meu orientador Thiago, por me orientar e direcionar durante o desenvolvimento deste trabalho.

E por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente, fizeram parte da minha graduação.

RESUMO

Uma importante característica para um software é a usabilidade, que considera necessário fornecer ao usuário uma interface capaz de tornar sua ação eficiente e eficaz deixando o usuário satisfeito. Através das inspeções de software é possível identificar pontos fracos de um sistema para que possam ser corrigidos, ferramentas como o ErgoList são úteis para tal. Porém, a ferramenta ErgoList teve sua última alteração no ano de 2011, é totalmente dependente de conexão, não permite salvar uma inspeção e não atende aos dispositivos móveis, visto que não é responsivo. Dessa forma, o presente trabalho apresenta um aplicativo Android baseado na ferramenta ErgoList para auxiliar nas inspeções de usabilidade, não dependente de conexão, possibilitando salvar o estado de uma inspeção além de exportá-la ao terminar.

Palavras-chave: ErgoList. Ergonomia. Inspeção Ergonômica. Checklist. Padrões *Mobile*. Desenvolvimento móvel.

ABSTRACT

An important feature for software is its usability, that considers necessary to provide the user an interface capable of making the action of the software efficient and effective, leaving the user satisfied. Through software inspections it is possible to identify weaknesses in a system so that they can be corrected, tools like ErgoList are useful to do it. However the ErgoList tool had its last change in 2011, it's totally dependent on connection, does not allow saving an inspection and does not fit to the mobile devices, since it is not responsive. Thus, the present work exposes the implementation of an Android application based on the tool ErgoList to assist in usability inspections, not connection dependent, making it possible to save the state of an inspection besides exporting it when finished.

Keywords: ErgoList. Ergonomic. Ergonomic Inspection. Checklist. Mobile Standards. Mobile Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de legibilidade no aplicativo Gmail	19
Figura 2 - Tela de busca do Google	20
Figura 3 - Menu Android e menu Windows Phone 8	22
Figura 4 - Menu de lista usado no aplicativo do Gmail	23
Figura 5 - Tela inicial do ErgoMobile	34
Figura 6 - Tela para criação de nova inspeção	35
Figura 7 - Lista de inspeções criadas	36
Figura 8 - Checklist com as categorias a serem respondidas	37
Figura 9 - Tela de questionário, onde serão exibidas as perguntas	38
Figura 10 - Interface da tela de resultados	39
Figura 11 - Uma parte do arquivo JSON das inspeções	40
Figura 12 - Um gráfico do aplicativo gerado pelo OxyPlot	42
Figura 13 - Capa do arquivo de relatório gerado pelo OxyPlot	43
Figura 14 - Exemplo de página do relatório de resultados	44
Figura 15 - Como foi a criação de uma nova inspeção	47
Figura 16 - Como foi a navegação entre os critérios	47
Figura 17 - Como foi a realização das operações de salvar e retomar a inspeção	48
Figura 18 - Quanto aos passos para interromper e retomar uma inspeção	48
Figura 19 - Como foi a visualização dos resultados	49
Figura 20 - Dificuldades de navegar entre as funcionalidades do aplicativo	50
Figura 21 - Como foi a transmissão do estado atual da inspeção	50
Figura 22 - Opinião sobre o design de interface	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Respostas e seus valores no arquivo.....	40
Tabela 2 - Códigos de cada categoria no arquivo JSON.....	41

LISTA DE SIGLAS

IHC - Interação Humano-Computador

TI - Tecnologia da Informação

IDE - Integrated Development Environment (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Contextualização	12
1.2. Objetivo Geral	14
1.4. Justificativa	14
1.5. Materiais e métodos	15
1.6. Organização do trabalho	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. Interação Humano-Computador	17
2.2. Usabilidade	17
2.3. Ergonomia	18
2.4. Inspeção Ergonômica	20
2.5. Padrões de design para aplicativos móveis de Theresa Neil	21
2.5.1. Navegação	21
2.5.2. Formulários	24
2.5.3. Tabelas e listas	26
2.5.4. Ferramentas	27
2.5.5. Feedback	27
2.6. Análise do protótipo ErgoMobile	28
2.6.1. Levantamento de Funcionalidades	28
2.6.2. Proposta da ferramenta	30
3. DESENVOLVIMENTO	31
3.1. Ferramentas de Desenvolvimento	32
3.2. Navegação e execução de inspeção	33
3.3. Armazenamento de dados das inspeções	39
3.4. Visualização dos Resultados	43
4. VALIDAÇÃO	46
4.1. A ferramenta é fácil de utilizar?	47
4.2. A ferramenta possui navegação intuitiva e fluida?	49
4.3. A ferramenta oferece feedback adequado?	50
4.4. A ferramenta possui interface adequada?	51
4.5. A ferramenta permitiu executar a tarefa para a qual é destinada?	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	55
Apêndice A - Questionário aplicado no minicurso	57

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A Interação Humano-Computador (IHC) é uma área de estudo de Tecnologia da Informação que busca entender a interação do ser humano com a máquina e está centrada no projeto, na implementação, no design e também na avaliação de sistemas que permitam a interação do usuário (HEWETT et al., 1992, apud BARBOSA, S; SILVA, B, 2010, p. 10).

Também é importante destacar que segundo Barbosa e Silva (2010) a IHC se interessa na qualidade do uso dos sistemas, buscando garantir satisfação para o usuário, através de um sistema eficiente e eficaz.

É importante garantir que a usabilidade seja uma das prioridades durante e depois do desenvolvimento de um software. A usabilidade é considerada um requisito de qualidade para sistemas computacionais, pois diz respeito a facilidade de uso e aprendizado do sistema nas mãos do usuário (NIELSEN, 1993). Para que seja possível mensurar essa característica, existem métodos de avaliação de usabilidade, segundo Kumar e Hasteer (2017) alguns deles são:

- Através de pesquisas, com questionários montados para um público-alvo,
- Avaliação heurística, feita por especialistas, e
- Inspeções utilizando softwares.

Realizar os testes de usabilidade em um sistema é uma tarefa que pode garantir a satisfação do cliente, e garantir se o mesmo atende aos requisitos e atinge os objetivos propostos. Uma forma de se avaliar a usabilidade de um sistema seria por meio do uso de inspeções ergonômicas, que usando uma lista de verificação permite que profissionais da IHC possam identificar problemas na interface, e com o uso de um conjunto de questões específicas, busca aquilo que pode causar algum erro, confusão ou qualquer problema de interação (AVELINO, 2017).

Sabendo que a avaliação de ergonomia e usabilidade pode ser feita por meio de inspeções e listas de verificação por profissionais da IHC, para identificar falhas e problemas de interação na interface, pode-se acrescentar o uso dos critérios ergonômicos propostos por Scapin e Bastien, que segundo Cybis (2010), eles propuseram em 1993, um conjunto de oito critérios subdivididos em mais 18 subcritérios e critérios elementares. O objetivo desse sistema é diminuir a ambiguidade quanto aos resultados de uma inspeção, Scapin e Bastien mostraram que, com o uso desses critérios, avaliadores diferentes chegavam a resultados mais similares ao avaliar um mesmo sistema.

Os softwares estão cada vez mais na busca por adequação aos padrões de desenvolvimento, para atender de forma satisfatória seus usuários. Com a interface não é diferente, existem diversos padrões que visam melhorar a experiência de interação dos usuários com o sistema. Uma ferramenta que auxilia na análise dessas características é o ErgoList.

A ferramenta web chamada ErgoList, disponível no link <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/> visa auxiliar profissionais da área de IHC a realizar inspeções de ergonomia. Foi desenvolvida pela LabiUtil na Universidade Federal de Santa Catarina, utilizando os critérios ergonômicos propostos por Scapin e Bastien, foi desenvolvida num ambiente web para *desktop* e teve sua última alteração no ano de 2011, por isso pode apresentar limitações de uso considerando as possibilidades atuais, principalmente para usuários de dispositivos móveis, por não apresentar design responsivo. A ferramenta também é dependente de conexão e não permite salvar o estado de uma inspeção para continuar posteriormente. Como é uma avaliação realizada por meio de checklist com centenas de questões, salvar os dados dessas inspeções é interessante para o usuário.

Devido ao crescente aumento no uso de smartphones, tablets, dentre outros dispositivos móveis, notou-se a possibilidade de criar uma aplicação móvel para a plataforma Android, baseada na ferramenta já existente ErgoList (Avelino, 2017).

No desenvolvimento desta aplicação móvel, serão utilizados padrões de projetos *mobile*, com a finalidade de alcançar uma interface que contenha tudo que for necessário para a realização da inspeção, sem exageros devido às limitações

dos dispositivos móveis, que diferente dos *desktops*, possuem a tela consideravelmente menor, logo, as informações devem ser analisadas de modo que se apresente apenas o importante.

Desta forma, esse projeto apresenta um aplicativo móvel para Android, baseado na ferramenta ErgoList, que possibilita realizar inspeções de ergonomia, salvar o estado de uma inspeção para continuar posteriormente, salvar os resultados das inspeções e realizar a exportação de uma inspeção já concluída com um relatório no formato PDF.

1.2. Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto foi desenvolver uma aplicação móvel para a plataforma Android, que auxilie a inspeção de ergonomia de *software* e *website*, baseada na ferramenta Web ErgoList.

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos que foram alcançados:

- Compreender a estrutura das funcionalidades para mobile estudadas e propostas por Avelino [2017];
- Definir uma arquitetura de aplicação para o software mobile;
- Implementar o aplicativo;
- Realizar a validação da aplicação por meio de inspeção de ergonomia realizada com usuários reais.

1.4. Justificativa

Considerando a importância das inspeções de usabilidade para um produto final de software dentro dos padrões, uma ferramenta que auxilie nessa tarefa é extremamente útil, pois pode assegurar que o sistema atinja um bom nível de usabilidade garantindo a satisfação do usuário. A ferramenta web ErgoList possibilita realizar tais inspeções, porém, para dispositivos móveis é possível melhorar alguns

aspectos. Assim, acredita-se que a ferramenta desenvolvida no projeto, baseada no ErgoList, apresenta características que facilitam a realização de inspeções por não depender totalmente de conexão, possibilitando também salvar o estado de uma inspeção para continuar depois, além de exportar os resultados de uma inspeção finalizada com um relatório.

1.5. Materiais e métodos

O presente trabalho, é uma pesquisa de caráter experimental, que segundo Gil (2007), é um método que consiste em definir um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e verificar os efeitos produzidos no objeto em função das variáveis selecionadas.

A pesquisa foi realizada utilizando conceitos de Interação Humano-Computador (IHC), Ergonomia, Inspeção Ergonômica, Avaliação de Usabilidade, Critérios Ergonômicos de Scapin e Bastien, Padrões de Projeto *Mobile*, Ferramenta ErgoList e Trabalhos Relacionados.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, as seguintes atividades foram realizadas:

- Leitura de artigos, livros e trabalhos relacionados, na área de Interação Humano-Computador, inspeção ergonômica, padrões de interface *mobile*;
- Estudo sobre os critérios ergonômicos de Bastien e Scapin;
- Estudo da proposta de um ambiente *mobile* de apoio a inspeção de ergonomia de interfaces feito por Avelino(2017);
- Estudo sobre a ferramenta ErgoList;
- Desenvolvimento de uma aplicação android utilizando ambiente Xamarin
- Testes e validação da aplicação
- Escrita do documento final

Para iniciar o desenvolvimento foi necessário primeiramente analisar o trabalho de Avelino (2017) no qual foi feita uma análise e modelagem de um protótipo *mobile*

para o ErgoList, selecionando componentes para a interface de dispositivos móveis de acordo com os padrões *mobile*. A partir dessa análise foi desenvolvida uma ferramenta Android utilizando o ambiente de desenvolvimento do Visual Studio em Xamarin, que possibilita programar para dispositivos móveis utilizando a linguagem C#, suportando inclusive fazer o aplicativo multi plataforma, segundo Petzold (2016) o “Xamarin.Forms permite escrever um código compartilhado em C# que mapeia os controles nativos de cada plataforma”.

A fase de testes e validação da aplicação, foi feita por meio de simulações de inspeções com avaliadores recém instruídos sobre inspeção ergonômica, que responderão os checklists no aplicativo, serão simuladas quedas de conexão com a internet, imprevistos, etc.

1.6. Organização do trabalho

No Capítulo 1 é apresentada uma introdução da pesquisa, com a descrição dos objetivos gerais e específicos, a justificativa e os materiais e métodos.

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica sobre os conceitos de Interação Humano-Computador, Usabilidade, Ergonomia e Padrões de design para interfaces mobile feitos por Theresa Neil.

No Capítulo 3 tem-se a seção de desenvolvimento, onde são apresentados os procedimentos para o desenvolvimento da aplicação

No Capítulo 4 foi realizada a validação do aplicativo desenvolvido.

No Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta a fundamentação teórica dos principais tópicos relacionados com esta pesquisa.

2.1. Interação Humano-Computador

Segundo Rocha e Baranauskas (2003), o termo Interação Humano-Computador (IHC), surgiu por volta da década de 80, descrevendo um novo campo de estudo, emergindo da necessidade de mostrar que o foco durante o desenvolvimento não deve ser apenas no design de interfaces mas todos os aspectos que envolvam a interação do usuário e do computador.

A IHC é uma área de estudo da Tecnologia da Informação (TI), é um termo autoexplicativo, que busca entender a interação entre homens e máquinas ou pessoas e computadores, e está centrada no projeto, na implementação, no design e avaliação de sistemas que permitam interação do usuário (HEWETT et al., 1992, apud BARBOSA, S; SILVA, B, 2010, p. 10).

É importante destacar que a IHC se interessa na qualidade do uso dos sistemas desenvolvidos, ou seja, busca garantir a satisfação do usuário ao utilizar um determinado sistema (BARBOSA, S; SILVA, B, 2010).

2.2. Usabilidade

De acordo com a definição da ISO 25010, usabilidade é uma medida que quantifica a eficácia, eficiência e o nível de satisfação de um usuário num contexto específico, na realização de uma tarefa específica (ISO 25010).

Por “contexto específico” e “tarefa específica”, a norma sugere que ao projetar um sistema, deve-se considerar a relação entre a tarefa e seu usuário alvo. Um usuário sem familiaridade com um determinado tipo de software, ou com uma atividade que faça o uso do mesmo, pode não ser compreendida, ou se apresentar

de forma muito complexa. Devido a isso, é importante buscar desenvolver o sistema de acordo com o cenário que o rodeia, e seus possíveis usuários, para que a interação entre o sistema e o usuário ocorra de maneira mais intuitiva. Como explica Cybis (2003), a usabilidade é definida perante o contexto onde um determinado sistema é utilizado, ou seja, um mesmo sistema pode apresentar uma boa usabilidade para um usuário experiente e familiarizado, como também pode ser de péssima usabilidade para um usuário iniciante que não possua domínio sobre as tarefas do sistema.

A usabilidade é tida como um requisito de qualidade de software, que diz respeito à facilidade com que o usuário pode utilizar um determinado sistema, a facilidade de aprendizado na interface, e também a satisfação dele durante o processo (NIELSEN, 1993).

2.3. Ergonomia

A ergonomia relaciona-se com o entendimento das interações humanas com outros elementos, como exemplo temos, máquinas, computadores, sistemas, etc. É um estudo importante pois melhora as condições de uso, causando maior satisfação, conforto e produtividade. Segundo Oberquelle (1990), ergonomia é adequar as condições de trabalho às necessidades humanas, evitando riscos a saúde física e mental, além de apoiar o desenvolvimento pessoal.

Da mesma forma, Lida (1993) afirma que a ergonomia é a adaptação do ser humano ao trabalho, envolvendo não somente o ambiente físico, mas aspectos organizacionais, à respeito de como tal trabalho é realizado para atingir os objetivos almejados.

Para melhor compreensão da ergonomia no *software*, os critérios ergonômicos de Bastien e Scapin (1993) podem ser utilizados. Na Figura 1 há um exemplo positivo de legibilidade, que é uma característica sobre a facilidade de leitura e compreensão do que está na tela, relaciona-se com as cores, contraste, fontes, e qualquer outro componente que possa dificultar a leitura, um contra

exemplo seria uma interface apresentando texto sem contraste com a cor predominante de background.

Na Figura 2 trata-se de um exemplo onde a densidade informacional, é adequada, essa característica diz respeito a quantidade de informações que são dispostas para o usuário, quando a interface fica muito carregada o usuário pode não encontrar o que deseja. Imaginando uma busca, ao acessar Google, o usuário se depara com uma interface direta para realizar o que deseja, um contra exemplo pode ser dito como toda interface que apresenta ao seu usuário muitas informações desnecessariamente.

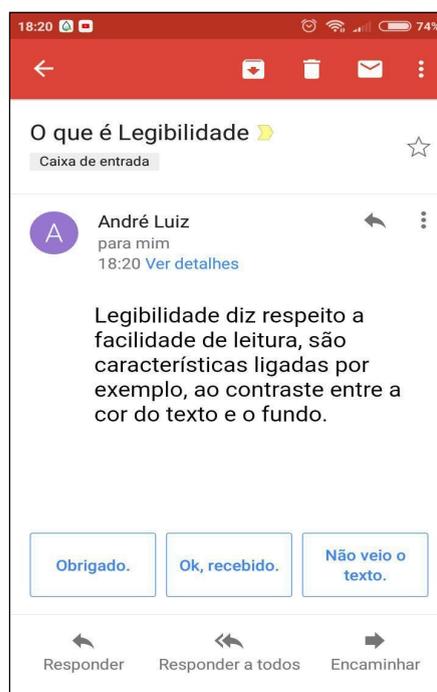


Figura 1: Exemplo de legibilidade no aplicativo Gmail



Figura 2: Tela de busca do Google

De forma geral esses critérios tratam de características que podem atrapalhar o usuário, dificultando sua adaptação ao *software* ou aplicação em geral. Assim, na busca por implementar uma interface de qualidade, com boa usabilidade, é interessante seguir à padrões e as boas práticas desses critérios ergonômicos.

2.4. Inspeção Ergonômica

Um dos princípios das inspeções ergonômicas de software é basicamente avaliar as interfaces, para que seja possível encontrar falhas ou problemas de ergonomia, e dessa forma permitir que isso seja corrigido, isso pode melhorar a experiência do usuário com o aplicativo.

Segundo Cybis (2010), as inspeções de ergonomia que utilizam listas de verificação permitem que o avaliador identifique problemas na interface, em geral problemas pequenos e repetitivos. Com o uso dessas listas de verificação para a realização das inspeções o avaliador não precisa ser um especialista em IHC, mas

necessita de um conhecimento básico, pois as listas irão direcioná-lo durante a inspeção.

2.5. Padrões de design para aplicativos móveis de Theresa Neil

Sabendo a importância de se desenvolver de forma a seguir os conceitos de ergonomia e usabilidade, Theresa Neil reuniu em 2012 um conjunto de padrões para design de aplicativos móveis, com padrões de navegação, formulários, tabelas e listas, busca, ordenação e filtragem, ferramentas, gráficos, convites, feedback e affordance, ajuda, antipadrões e recursos adicionais. Abaixo serão discutidos alguns dos padrões citados.

2.5.1. Navegação

Segundo Neil (2012) seguir padrões para navegação no design de interfaces irá garantir que os usuários encontrem e usem aquilo que procuram num aplicativo. Para tal ela define padrões primários e secundários de navegação. Abaixo são listados os padrões primários:

Springboard: Os padrões Springboard são caracterizados por uma página inicial com diversas opções de menu para que o usuário possa escolher dentro do aplicativo (NEIL, 2012). Um exemplo são os menus principais dos smartphones, como na Figura 3.

Os springboards também podem ser personalizados para exibir informações conforme necessário, como informações pessoais de acordo com o menu da tela. Os layouts de grade são os mais comuns, porém não é necessário se prender a eles, podem haver alterações no tamanho para indicar maior relevância (NEIL,

2012), por exemplo, a tela inicial dos smartphones com Windows Phone, que pode ser visto na Figura 3.

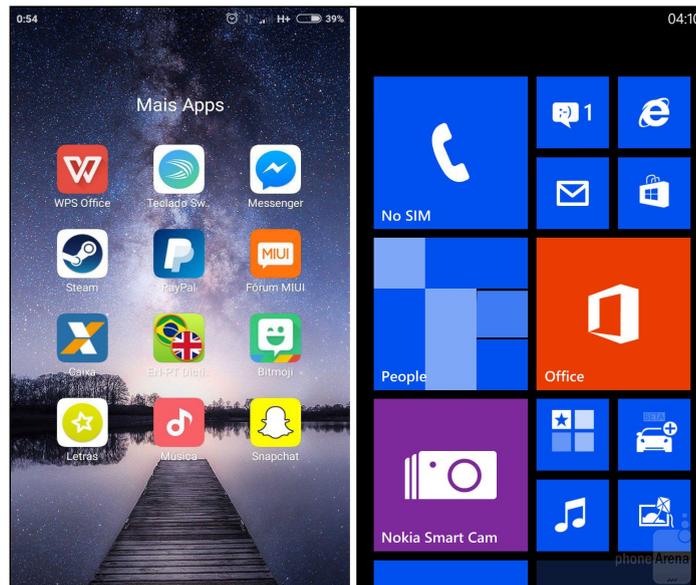


Figura 3: A esquerda menu em um smartphone Android, à direita menu iniciar do Windows Phone 8

Menu de lista: Os menus de lista são similares aos springboards no que diz respeito aos menus iniciais da aplicação, é um estilo de menu bastante diverso, pode contar com listas personalizadas, agrupadas e com recursos adicionais. São ótimos menus para títulos longos (NEIL, 2012). Na figura 4, vê-se um exemplo de menu de lista.

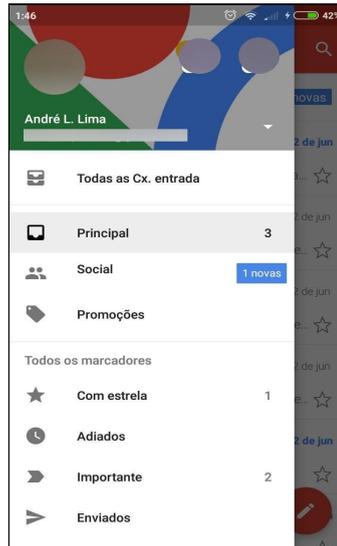


Figura 4: Menu de lista usado no aplicativo do Gmail

Abas: O padrão de abas, em dispositivos móveis, tem design dependente do sistema operacional, no iOS por exemplo, as abas ficam na parte inferior da tela, enquanto no android na superior (NEIL, 2012).

Galeria: Na forma de galeria, geralmente os itens podem ser categorizados, em grade, carrossel ou slideshow, é um padrão que funciona bem para notícias, receitas e conteúdos que são atualizados com frequência (NEIL, 2012).

Dashboard: É uma forma de fornecer o resumo de determinadas informações, deve-se tomar o cuidado em colocar apenas as informações relevantes, evitando assim dificultar muito a compreensão do usuário. É um padrão útil para ferramentas de análise, financeiras, aplicativos de venda e marketing (NEIL, 2012).

Metáfora: Caracterizado por ser modelado na intenção de refletir a metáfora do aplicativo. É usado em aplicações como notas, livros, mas seu uso principal está nos jogos (NEIL, 2012).

Megamenu: O megamenu é um painel sobreposto com seus itens de menu agrupados e formatados de forma personalizada (NEIL, 2012).

Os padrões de navegação secundários, dizem respeito a navegação que ocorre dentro do aplicativo que não seja a primária, mas através de uma página ou módulo, todos os padrões citados acima como primários, podem ser utilizados também como secundários, visto que é comum estruturas de navegação mistas, como Abas que possuem Listas, Springboard com Galeria, etc. Porém existem alguns padrões adicionais que não se encaixam na função de primários, são eles:

Carrossel de páginas: Usado para navegação rápida com o gesto de “arrastar os dedos”, o que faz com que a interface passe para a próxima página. Não é recomendado caso haja mais de 8 páginas (NEIL, 2012).

Carrossel de imagens: Similar ao Carrossel de páginas, é indicado para exibição de conteúdos visuais, como fotos, artigos e produtos (NEIL, 2012).

Lista expandida: É uma lista com capacidade para revelar mais informações, quando o usuário clicar para expandir, os itens que estavam ocultos são exibidos na mesma tela (NEIL, 2012).

Os padrões de navegação serão importantes para o projeto no que diz respeito à condução do usuário para as tarefas que ele procura fazer, menus organizados tornam mais intuitiva a ação do usuário. Segundo Neil (2012) “Aplicativos com boa navegação simplesmente são intuitivos e facilitam a realização de qualquer tarefa, desde navegar pelos amigos até se inscrever para o financiamento de um automóvel”.

2.5.2. Formulários

Na internet segundo Neil (2012), formulários possuem diversos usos na hora de realizar um cadastro, uma compra, fazer uma busca, dentre outros, e diferente

dos computadores de mesa e notebooks, os dispositivos móveis contam com uma tela consideravelmente menor, ou seja, não suporta uma interface de cadastro mal elaborada.

Login: Deve conter o menor número de entradas, apenas o necessário, como e-mail e senha, e o botão de login. É uma tela simples, com práticas comuns, onde deve-se evitar inovações (NEIL, 2012).

Registro: Como as telas de login, as de registro devem se limitar ao menor número de campos possíveis, com nomes fáceis de ler, prioriza o uso de rótulos verticais ou com marca d'água, para melhor aproveitar o espaço, oferecendo feedback se necessário (NEIL, 2012).

Checkout: Recomenda-se que seja projetado com foco em rapidez, segurança e eficiência, retirando campos e passos desnecessários. Abordagens como formulário curto que pode ser expandido para preenchimento, formulários longos e multipassos, são opções para formulários de checkout (NEIL, 2012).

Cálculo: Uma interface no estilo de calculadoras, deve ser feita com atenção para alguns pontos importantes, de alinhamento, rótulos, fontes, posicionamento dos componentes, contrastes e cores, pois estes elementos afetam a legibilidade e usabilidade desses formulários (NEIL, 2012).

Formulário de busca: Também se limita apenas ao necessário, com campos essenciais para a busca, para buscas avançadas com diversas entradas é interessante fornecer valores padrão, como exemplo, para realizar a compra de uma passagem de voo, automaticamente o aplicativo preenche a passagem como ida e volta, na classe econômica (NEIL, 2012).

Formulário Multipassos: Formulários com a necessidade de muitas entradas e muitos passos, não cabem numa interface móvel como num computador de mesa, assim os formulários multipassos também podem ser usados, dividindo um

grande em vários com opções para avançar ou preencher um próximo passo, mantendo o usuário sempre informado quanto ao passo em que ele se encontra, pois esse é um princípio importante de usabilidade (NEIL, 2012).

Formulários longos: São formulários onde há a necessidade de se usar a barra de rolagem, uma dificuldade seria a decisão de onde colocar os botões de ação nesse modo, e existem exemplos onde os botões ficam na barra de título e outros que utilizam a parte inferior da tela (NEIL, 2012).

Possivelmente serão usados no projeto alguns formulários, de registro e talvez login, que embora simples e com poucas entradas, é interessante mantê-los nos padrões.

2.5.3. Tabelas e listas

As tabelas são interessantes estruturas de dados, que podem proporcionar uma visão mais detalhada de informações, nos dispositivos móveis aplicações que necessitam de tabelas devem ser modeladas de modo a priorizar o conteúdo que realmente é necessário, em algumas situações é mais recomendado a utilização de gráficos, com expansão de detalhes (NEIL, 2012).

Aqui serão abordados os seguintes padrões:

Tabela básica: É um padrão simples, com cabeçalho fixo, em formato de grade. Após identificar os dados e informações mais relevantes, pode ser usada com cuidado para não causar sobrecarga (NEIL, 2012).

Linhas agrupadas: Podem ser alternativas interessantes para a síntese dos dados. As linhas podem se comportar como cabeçalhos, sumários, conforme a necessidade da disposição das informações (NEIL, 2012).

Tabelas com indicadores visuais: Itens em destaque e ícones, podem auxiliar na compreensão mais rápida de uma determinada informação, porém estes ícones devem ser de fácil reconhecimento, para não surtir efeito contrário (NEIL, 2012).

As tabelas ou listas serão utilizadas para a exibição dos resultados das inspeções, o uso dos padrões de tabelas e listas é indispensável para garantir a compreensão dos dados que serão exibidos, de forma agradável e compatível com o ambiente *mobile*.

2.5.4. Ferramentas

Botão de chamada de ação: Ao realizar confirmações, ou quando houver apenas uma ação primária necessária para a tela, um único botão para realizar a ação é suficiente, como em telas de cadastro para confirmar a submissão de um formulário (NEIL, 2012).

Ferramentas contextuais: São padrões para objetos isolados em uma tela, ocorre quando o contexto é estabelecido no momento em que o usuário, por exemplo, pressiona por um determinado tempo um objeto na tela, então aparecem opções sobre ações que podem ser aplicadas sobre o mesmo (NEIL, 2012).

As ferramentas poderão ser utilizadas no projeto para realizar algumas ações sobre as inspeções, ao acessar as inspeções salvas, por exemplo o usuário pode querer excluir ou exportar a mesma, e isso pode ser feito com os menus de ferramentas.

2.5.5. Feedback

Status do sistema: Informar ao usuário a situação em que a aplicação se encontra é importante para não causar dúvidas no usuário quanto a realização de

algum procedimento, se o sistema travou ou não. Pode ser representado por uma mensagem, indicadores, etc., (NEIL, 2012).

Confirmação: Algumas ações precisam da confirmação do usuário, porém deve-se considerar apenas quando necessário, para não interromper o tempo todo as atividades do usuário no aplicativo.

Segundo Neil (2012) o princípio da usabilidade é “fornecer feedback apropriado claro e na hora certa para usuário de modo que ele veja os resultados das suas ações e saiba o que está acontecendo com o sistema”, sendo assim, serão usados os padrões de feedback para garantir que o usuário seja informado a respeito da situação do sistema e sobre as ações que ele pode realizar.

2.6. Análise do protótipo ErgoMobile

Abaixo será apresentada uma parte da pesquisa realizada por Avelino (2017), onde foi feito um estudo da ferramenta web ErgoList, pesquisa que vem sendo utilizada no presente trabalho.

2.6.1. Levantamento de Funcionalidades

Em 2017, Avelino realizou um levantamento das funcionalidades da ferramenta ErgoList, considerando a proposta que seria feita, para manter apenas o necessário no novo aplicativo baseado no ErgoList. Avelino (2017), elencou as funcionalidades listadas abaixo, que são sugestões para serem incluídas na aplicação proposta: Cadastrar avaliador, realizar teste, acesso a ajuda, seleção de critérios, comentário e feedback ao usuário.

Cadastrar avaliador: Foi sugerido para que seja possível analisar e comparar os resultados obtidos de acordo com a formação e experiência na área de IHC.

Realizar teste: Se dá pela realização da inspeção ergonômica, respondendo os questionários e gerando os resultados.

Acesso a Ajuda: Importante para instruir e explicar a aplicação, falando sobre os termos e critérios para auxiliar o avaliador.

Seleção de Critérios: Para tornar melhor a navegação e dar liberdade ao avaliador no momento da inspeção.

Comentário: É uma nota que o avaliador pode inserir em cada questão, como um aviso, sugestão, etc.

Feedback: É importante em todos os sistemas atualmente, para melhorar a localização do usuário na tarefa que realiza, nesse aplicativo serve para informar ao avaliador, por exemplo, quais questões não foram respondidas ou quantas questões ainda é necessário responder em cada critério.

Também foram levantadas funcionalidades que seriam excluídas da aplicação, listadas abaixo:

Menu de questões: Já é possível navegar entre as questões, então um menu de questões seria redundante.

Recomendações: Podem ser exibidos através de um link externo, evitando assim ocupar muito a aplicação com grandes textos.

Glossário: Contém muitas informações que deixariam a interface da tela muito carregada, além de se considerar para o uso do aplicativo um conhecimento prévio, em geral com foco em profissionais da área de IHC.

2.6.2. Proposta da ferramenta

Após o levantamento das características e funcionalidades do ErgoList e a escolha de quais delas seriam replicadas no aplicativo, Avelino (2017) fez a prototipação das telas da ferramenta que seria proposta utilizando o software *Pencil Project*, que auxilia na criação de protótipos de interface.

Sua proposta foi validada através de um questionário, que obteve resultados muito positivos, mostrando que a interface para a aplicação e também suas funcionalidades, eram adequadas para serem implementadas.

3. DESENVOLVIMENTO

A possibilidade de se analisar um software ou aplicativo, verificando se o mesmo é ou não capaz de deixar seu usuário satisfeito ao executar alguma tarefa é de extrema importância, pois mensurar algumas características e detectar pontos de inconformidade com padrões, permite que hajam adaptações e melhorias nos softwares inspecionados.

Antes de iniciar o desenvolvimento que serviria de base para o desenvolvimento do aplicativo, foi feita uma análise inicial dos protótipos já criados e validados por Avelino (2017).

Para a avaliação desses softwares e aplicativos, existem diversas técnicas e uma delas é por meio das listas de verificação, utilizadas nas inspeções ergonômicas, onde o inspetor sendo um profissional de IHC visualiza e identifica as características do sistema seguindo uma lista de questões para orientar a inspeção, com isso ele pode detectar alguns problemas e suas causas (Avelino, 2017).

A ferramenta que foi desenvolvida, foi planejada e baseada na ferramenta web ErgoList com suas funcionalidades principais e necessárias para a realização das inspeções ergonômicas. Foram adicionadas novas funcionalidades propostas como diferencial, sendo não somente um ErgoList numa versão *mobile*, mas, foram adicionadas novas características, para salvar e recuperar as inspeções que foram feitas, gerar resultados mais compreensíveis, contando com um relatório mais completo e sem precisar de conexão com Internet.

A implementação foi feita em Xamarin, por oferecer capacidade para desenvolver aplicações nativas para dispositivos móveis com Xamarin.iOS ou Xamarin.Android, utilizando a linguagem C#, além da possibilidade de implementar uma aplicação multiplataforma, utilizando o Xamarin.Forms, que permite gerar com uma única implementação a aplicação nativa para iOS ou Android.

3.1. Ferramentas de Desenvolvimento

A IDE utilizada durante o desenvolvimento da ferramenta ErgoMobile foi o Visual Studio 2017, uma IDE da Microsoft com a qual é possível desenvolver utilizando as linguagens Visual Basic, C, C++, C#, F#, e também programação web com ASP.Net. O Visual Studio 2017 fornece suporte para desenvolvimento móvel utilizando Xamarin, que permite implementar aplicativos móveis nativos e multiplataforma.

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado o Xamarin.Android, para codificar uma aplicação nativa do Android utilizando a linguagem C#.

Um dos frameworks necessários durante o desenvolvimento foi o Newtonsoft.Json, para realizar a serialização e deserialização do arquivo JSON que armazena as informações das inspeções que foram criadas e salvas. Esse framework permite que com poucas linhas de código você possa converter um string formatada em json para um objeto, e vice-versa.

Com a necessidade de gerar gráficos para fornecer um resultado mais compreensível para o usuário o framework OxyPlot foi usado, esse plugin é capaz de plotar gráficos de diversas tipos, gráficos de pizza, de barra, de linha, etc., e além de ser totalmente customizável, permite que os gráficos sejam exportados em diversos formatos. O OxyPlot é um framework que funciona em várias plataformas, com algumas pequenas diferenças entre elas, no caso de sua versão para Xamarin.Android não é possível exportar os modelos gráficos plotados para Imagem, mas é possível para PDF.

A biblioteca iTextSharp foi também necessária para lidar com os arquivos exportados pelo OxyPlot, essa biblioteca fornece os recursos para criação e manipulação de arquivos em PDF, com ela é possível editar, mesclar os arquivos, dentre várias outras funcionalidades, porém no caso desse projeto as mais importantes são edição e mesclagem.

3.2. Navegação e execução de inspeção

O menu inicial e o menu do checklist se encaixam dentro do padrão de navegação sobre menu de lista, descrito por Neil (2012) como um padrão similar ao *springboard* com numerosas variações e possibilidades de personalização. Tal padrão atende às necessidades pois o menu inicial será um menu com até 3 opções, que serão bem intuitivas, o menu de checklist contendo um número maior de opções que podem ser melhor apresentadas através desse padrão, seguindo um modelo de menu de lista.

Foram identificadas algumas possibilidades de melhorias em relação ao estudo e os protótipos desenvolvidos por Avelino, e as telas em que o usuário responde ao questionário sofreram algumas mudanças, foram substituídas as alternativas que utilizavam os botões de rádio para selecionar a resposta, por um menu de lista ou novamente um menu *springboard*. Foi escolhido utilizar um menu *springboard*, onde serão apresentadas as alternativas de forma que o usuário possa escolher precisamente as respostas, tendo em vista que a precisão em telas de toque é menor que com o uso dos ponteiros no computador.

A implementação das telas começou após a observação do estudo realizado por Avelino (2017). As telas foram as primeiras partes a serem desenvolvidas com a finalidade de adiantar o desenvolvimento da primeira versão funcional do aplicativo.

Na Figura 5, é apresentada a tela inicial do aplicativo, seguindo o modelo proposto por Avelino em 2017, essa tela conta com os botões para criar uma nova inspeção, para acessar a lista de inspeções já criadas e salvas e o botão de ajuda.

Os botões foram dispostos um abaixo do outro, seguindo um padrão de menu chamado Menu de Lista, não foi feito como uma lista do Android usando ListView por ser uma tela estática sem necessidade de uma barra de rolagem ou inserção de novas entradas, dessa forma apenas foram posicionados em forma de lista.



Figura 5: Tela inicial do ErgoMobile

Ao clicar no botão criar inspeção da tela inicial, será exibida a tela para a criação de novas inspeções. Em tal tela é possível dar entrada nas informações sobre a inspeção que será criada, como o nome da inspeção, o nome da aplicação que será inspecionada e qual ou quais funcionalidades serão avaliadas.

Para a composição dessa tela de formulário, foi usado o padrão descrito como padrão de registro por Neil (2012), e o modelo usado exhibe os rótulos na parte superior do campo à ser preenchido alinhado a esquerda, com o botão de submissão logo abaixo dos campos. Na figura 6, é possível visualizar a tela para criação de uma nova inspeção.



Figura 6: Tela para criação de nova inspeção

Todas as inspeções que são criadas ficam salvas e são exibidas na tela de inspeções, que pode ser acessada clicando no botão 'Inspeções' da tela inicial.

A tela de inspeções utiliza novamente o padrão conhecido por menu de lista, neste caso é utilizada a ListView, devido a necessidade de responder de forma dinâmica podendo exibir nenhuma ou muitas entradas.

A ListView apresentada nesta tela foi personalizada para exibir as informações de cada inspeção que foi criada, as mesmas informações que foram colocadas na criação da inspeção, que são o nome da inspeção, exibido em negrito na parte superior, e abaixo ficam a funcionalidade e o nome do aplicativo, respectivamente. Na Figura 7 está apresentada a tela de inspeções.



Figura 7: Lista de inspeções criadas

A tela exibida na Figura 8 é a do menu Checklist, responsável por exibir ao usuário os 18 critérios ergonômicos de Bastien e Scapin, onde o usuário pode escolher a categoria que deseja responder o questionário.

Ainda na tela de Checklist, são exibidas informações à respeito do progresso da avaliação para cada categoria, mostrando quantas questões foram respondidas e o total necessário para finalizar determinado critério e também possui o botão para a geração do relatório de resultados.

Category	Completion Status
Presteza	17/17
Agrupamento por localização	11/11
Agrupamento por formato	16/17
Feedback	12/12
Legibilidade	23/27
Concisão	14/14
Ações Mínimas	4/5
Densidade Informacional	8/9
Ações Explícitas	4/4
Controle de Usuário	4/4

Figura 8: Checklist com as categorias a serem respondidas

Na Figura 9 é exibido o questionário, após o usuário selecionar a categoria que ele deseja responder na tela de Checklist, ele será redirecionado para a tela mostrada na figura 9, que exibe todas as questões de cada categoria e permite que o usuário selecione a resposta para cada uma.

A composição para navegação da tela foi feita utilizando o padrão springboard, que exibe as possibilidades de resposta, que seriam as mesmas do website ErgoList, ou seja, 'sim', 'não', 'não aplicável' e 'adiar resposta', porém foi feita uma alteração para uma escala de Likert, onde as respostas podem ser 'Muito ruim', 'Ruim', 'Regular', 'Bom', 'Muito bom'.

Essa alteração foi sugerida por um especialista e foi feita pois permite que o usuário possa dar uma resposta mais próxima à uma nota, o motivo para isso está

no fato de que nem sempre alguma característica está totalmente ruim ou boa, é possível que a mesma esteja quase boa ou quase ruim, ou seja, uma interface intermediária que não esteja integralmente de acordo com os padrões e nem fora deles.

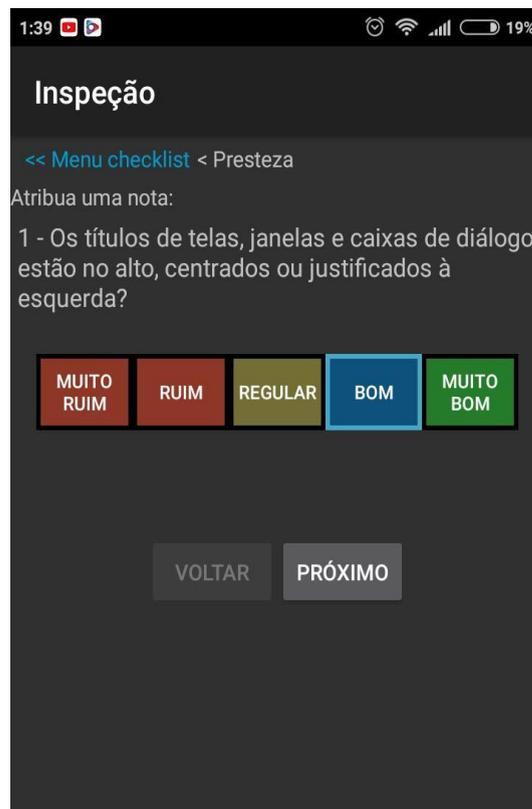


Figura 9: Tela de questionário, onde serão exibidas as perguntas.

Para navegar entre as questões o usuário pode clicar nos botões 'voltar' e 'próximo'. As questões só são armazenadas e salvas no momento em que o usuário volta para o menu de checklist da tela anterior.

A tela de resultados é exibida ao clicar em 'Resultados' no Menu Checklist da Figura 8, essa tela exibe os resultados, fazendo os cálculos considerando todos os 18 critérios apresentados e em seguida plotando um gráfico que mostre uma visão geral das informações. O único botão dessa tela permite voltar para o Menu Checklist da tela anterior. Na figura 10 é possível ver um exemplo dessa tela.

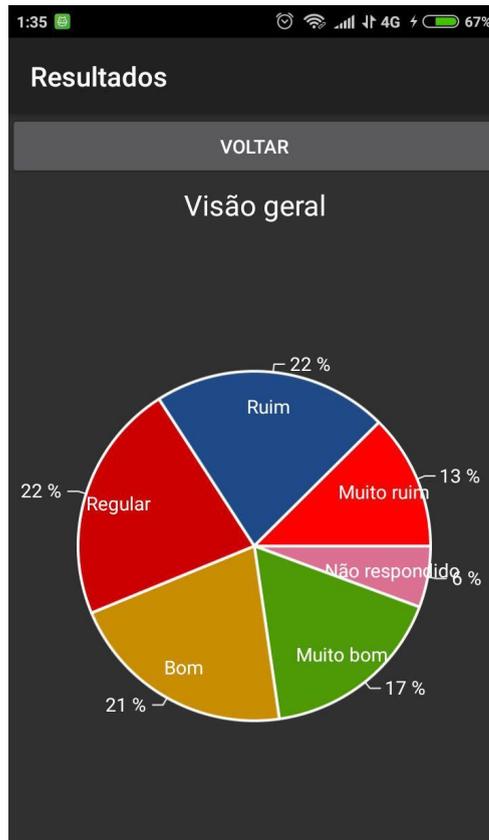


Figura 10: Interface da tela de resultados

3.3. Armazenamento de dados das inspeções

Uma das características mais importantes para considerar no desenvolvimento da ferramenta ErgoMobile, foi o armazenamento dos dados de uma inspeção, pois esta é uma das principais propostas do projeto deste trabalho.

Para salvar as inspeções foi criada na raiz do armazenamento interno uma pasta chamada 'ErgoMobile', também foram criadas outras duas pastas dentro dessa, chamados 'info' e 'Exported'.

Dentro da pasta 'ErgoMobile' ficam os arquivos de cada inspeção criada, o arquivo possui o formato JSON, que é um formato padronizado que permite a serialização e a deserialização de objetos em praticamente qualquer linguagem de programação atual, e com o uso do framework Newtonsoft.Json o objeto da classe que comporta não só as respostas, mas todas as informações de uma inspeção criada, é convertida para uma string no formato JSON, em seguida essa string é salva em um arquivo com o nome da inspeção. Durante a abertura de uma inspeção

o framework realiza a operação inversa, convertendo os dados do arquivo JSON em um objeto da classe de inspeção que contém todas as informações. Na figura 11, é possível ver a organização do arquivo JSON criado.

```
{
  "Nome": "Nome da Inspeção",
  "Aplicativo": "ErgoMobile",
  "Funcionalidade": "Inspeccionar",
  "Lista":
  [
    ["#01", "3", "3", "4", "4", "4", "4", "4", "4", "4", "2", "3", "3", "3", "3", "3", "2", "1"],
    ["#02", "2", "3", "4", "3", "4", "5", "1", "3", "4", "5", "3"],
    ["#03", "-1", "2", "3", "2", "4", "5", "4", "5", "4", "5", "4", "5", "2", "5", "3", "4", "1"],
    ["#04", "1", "2", "3", "2", "3", "2", "3", "2", "3", "2", "3", "4"],
    ["#05", "2", "3", "2", "4", "5", "4", "5", "-1", "5", "5", "5", "5", "5", "5", "-1", "-1", "5", "4", "-1", "5", "4", "5", "4", "5", "4", "5", "4"],
    ["#06", "2", "4", "3", "4", "3", "4", "5", "1", "4", "3", "4", "5", "4", "5"],
    ["#07", "1", "4", "3", "5", "-1"],
    ["#08", "2", "2", "1", "4", "5", "3", "-1", "3", "2"],
    ["#09", "1", "2", "1", "2"],
  ]
}
```

Figura 11: Uma parte do arquivo JSON das inspeções

O arquivo contém todas as informações da inspeção, as mesmas informações inseridas no momento da criação da inspeção que são nome, aplicativo e a funcionalidade, além de uma lista com todas as respostas de cada critério ergonômico avaliado. Cada item da lista de respostas possui uma identificação do critério, essa identificação é representada pelo símbolo '#' e o número da categoria, e as respostas são representadas por números. Nas tabelas 1 e 2 tem-se os valores de cada resposta e o código de cada critério ergonômico respectivamente.

Muito ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito bom	Sem resposta
1	2	3	4	5	-1

Tabela 1: Respostas e seus valores no arquivo

Categoria	ID	Categoria	ID
Presteza	#01	Controle de usuário	#10
Agrupamento por localização	#02	Flexibilidade	#11
Agrupamento por formato	#03	Experiência de usuário	#12
Feedback	#04	Proteção contra erros	#13
Legibilidade	#05	Mensagens de erro	#14
Concisão	#06	Correção de erros	#15
Ações Mínimas	#07	Consistência	#16
Densidade informacional	#08	Significados	#17
Ações Explícitas	#09	Compatibilidade	#18

Tabela 2: Códigos de cada categoria no arquivo JSON

A pasta 'info' serve apenas para auxílio, dentro dela fica um arquivo com o nome de data.dat e esse arquivo comporta o nome da inspeção, a funcionalidade inspecionada e o nome do aplicativo, cada inspeção criada adiciona uma linha contendo essas informações, e quando o usuário clica em 'inspeções' na tela inicial, esse arquivo é usado para carregar a tela de inspeções.

A pasta criada com o nome 'Exported', serve para o armazenamento dos resultados gerados por cada inspeção quando o usuário clica em 'resultados' na tela Menu Checklist, o arquivo gerado dentro dessa pasta é um PDF de relatório. Para a criação do relatório foram usados 2 (dois) frameworks um chamado OxyPlot e outro iTextSharp.

O OxyPlot além de plotar os gráficos também gera um arquivo PDF com o resultado de cada critério, ele faz isso separadamente, pois com ele não é possível plotar no PDF todos os critérios ao mesmo tempo. Assim uma pasta temporária é criada dentro da 'Exported', chamada 'temp', e todos os arquivos gerados ficam dentro dela. Na figura 12, é mostrado um exemplo de gráfico gerado.

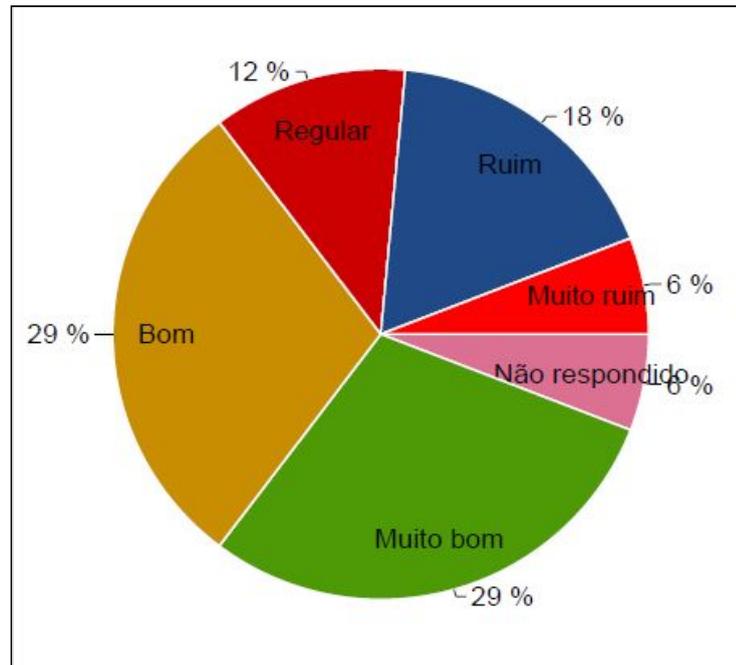


Figura 12: Um gráfico do aplicativo gerado pelo OxyPlot

Além de gerar esses gráficos o OxyPlot também cria a capa para o arquivo de relatório, é uma capa bem simples, contendo informações como o nome da inspeção o qual tem os resultados apresentados no relatório, e também a localização do arquivo PDF do relatório. Na figura 13 é possível ver a capa do arquivo.

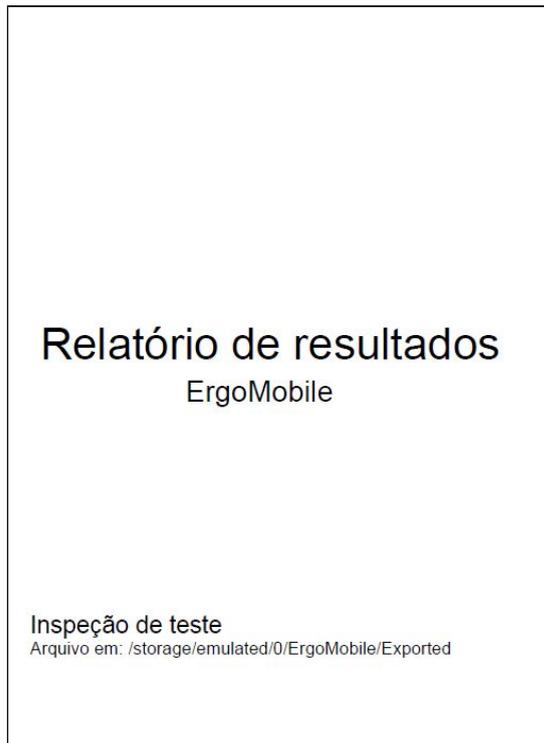


Figura 13: Capa do arquivo de relatório gerado pelo OxyPlot

Após a geração desses arquivos com a biblioteca iTextSharp todos os gráficos são editados e é inserido no pdf não somente o gráfico mas também algumas informações extras, que serão mostradas no tópico 3.4 sobre a exibição dos resultados. Após editar todos os arquivos os arquivos são mesclados em um único arquivo que é o arquivo com o relatório pronto, esse é armazenado dentro da pasta 'Exported' com o nome da inspeção.

3.4. Visualização dos Resultados

Para a geração dos resultados o *website* ErgoList foi utilizado como base, o mesmo permite visualizar um laudo final que mostra quantas questões foram respondidas e a quantidade de cada alternativa que foi marcada como resposta, isso acontece para todas as categorias de forma separada e também uma seção que envolve todos os critérios respondidos. Assim foi decidido que o aplicativo iria gerar um relatório no formato PDF, disponibilizando as informações de texto como no

ErgoList e também os gráficos de cada critério para facilitar a visualização e o entendimento dos resultados.

No momento em que a geração do relatório de resultados é concluída o aplicativo fornece a opção para já abrir o arquivo que foi gerado e assim visualizar o resultado completo da inspeção.

As informações que são adicionadas juntas dos gráficos são a quantidade total de questões respondidas, não respondidas, e a quantidade de cada resposta com notas Muito ruim, Ruim, Regular, Bom, Muito bom. Na parte superior da página do PDF fica o nome do critério cujo resultado está na página, salvo a exceção em que o resultado é uma visão geral de todos os critérios, nesse caso o nome fica 'Visão geral'. Na figura 14 pode-se ver uma página do pdf depois de ser remontado pela biblioteca iTextSharp.

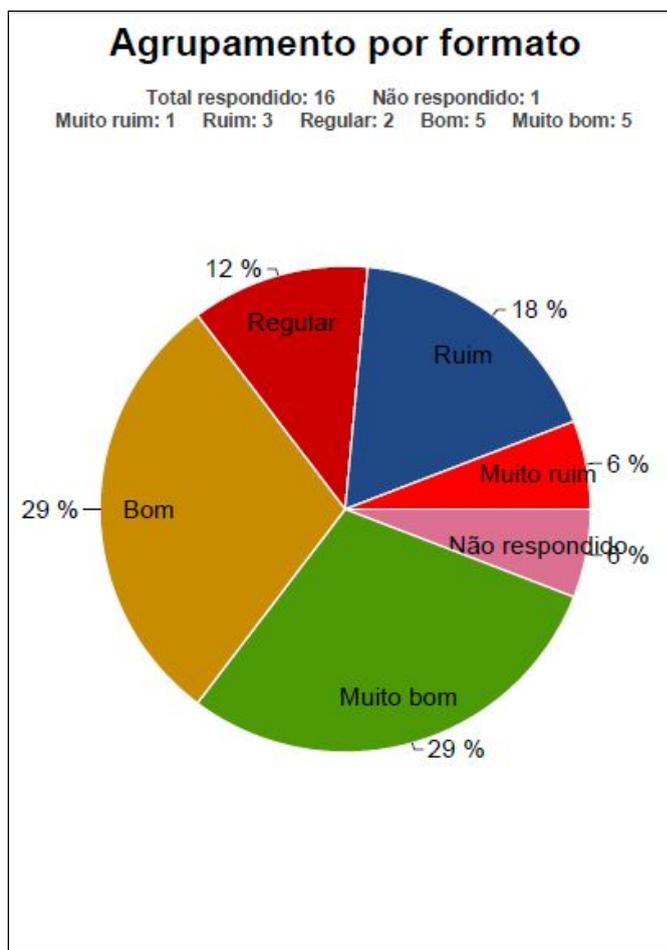


Figura 14: Página do relatório com os resultados da categoria 'Agrupamento por formato'

Todos os critérios e a visão geral são gerados como na Figura 14, e tem suas páginas mescladas formando o arquivo de relatório que ele fica armazenado na pasta “/ErgoMobile/Exported” com o nome da inspeção.

Além da geração do arquivo PDF com todas as informações como foi explicado nos parágrafos anteriores, o aplicativo exibe no momento em que o relatório é gerado um gráfico contendo as informações gerais, na Figura 10, presente no tópico 3.2, é possível ver essa tela.

4. VALIDAÇÃO

A validação do aplicativo ErgoMobile foi realizada durante o minicurso de Inspeção Ergonômica realizado na 11ª edição do Seminário de Informática e Tecnologia (SITE), evento realizado na Universidade Estadual do Norte do Paraná, campus Luiz Meneghel.

Durante o minicurso 16 pessoas participaram do teste e foram instruídos sobre a realização de inspeções ergonômicas para que pudessem utilizar o aplicativo desenvolvido para inspecionar algumas funcionalidades de um *website* e depois enviar os resultados obtidos para análise.

Após a realização das inspeções foi respondido um questionário sobre a utilização do aplicativo. As perguntas foram voltadas a experiência do usuário com avaliações e inspeções ergonômicas, e também com o uso da ferramenta que foi desenvolvida neste trabalho, sobre a satisfação e execução das tarefas que ele propõe. É possível consultar o questionário e seus resultados no “Apêndice A - Questionário aplicado no minicurso”.

O questionário foi aplicado com o objetivo de levantar informações para saber se a ferramenta é fácil de se utilizar, se possui uma boa navegação, se foi capaz de executar a tarefa adequadamente, com interface adequada e quanto ao feedback que ela oferece. Logo busca-se responder às seguintes questões:

- 1 - A ferramenta é fácil de utilizar?
- 2 - A ferramenta possui uma navegação intuitiva e fluida?
- 3 - A ferramenta oferece feedback adequado?
- 4 - A ferramenta possui interface adequada?
- 5 - A ferramenta permitiu executar a tarefa para a qual é destinada?

Para responder tais questões como foi dito anteriormente serão utilizados os dados coletados no questionário.

4.1. A ferramenta é fácil de utilizar?

Quanto a facilidade de uso da ferramenta de forma geral pode-se dizer que é uma ferramenta simples e fácil de utilizar, porém necessita de algumas melhorias para garantir isso a todos os usuários, pois durante a criação de uma nova inspeção, como é exibido na Figura 15, 50% dos avaliadores consideraram a ferramenta muito boa e 31,3% avaliaram como boa, o restante considerou ruim ou regular.

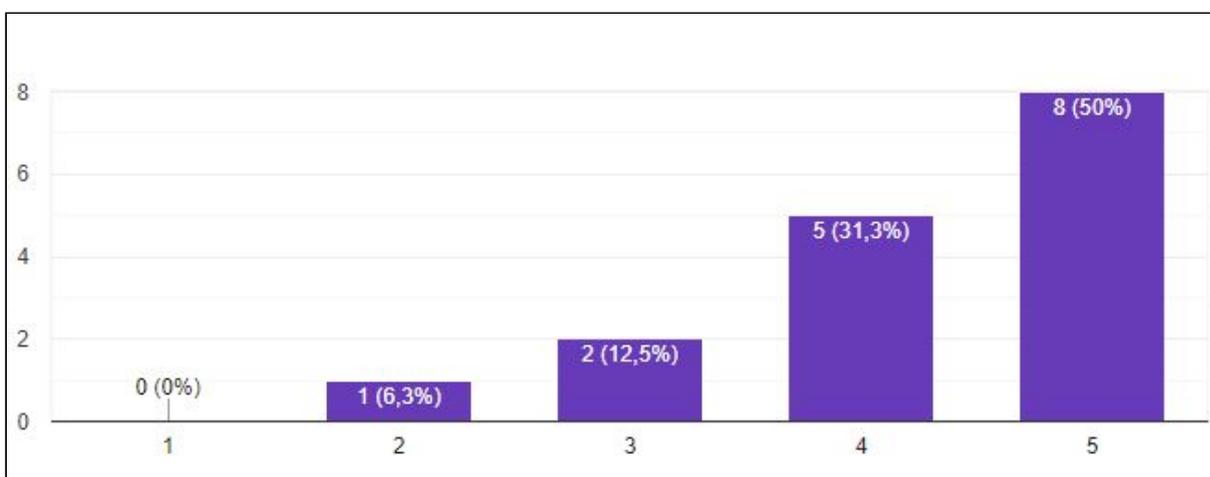


Figura 15: Como foi a criação de uma nova inspeção

Também é importante considerar que como é mostrado na Figura 16, 43,8% dos avaliadores consideraram a experiência de navegação na ferramenta muito boa enquanto outros 43,8% disseram que estava apenas regular, é uma informação bastante relevante considerando que a navegação é de suma importância para que o usuário consiga realizar as tarefas com facilidade.

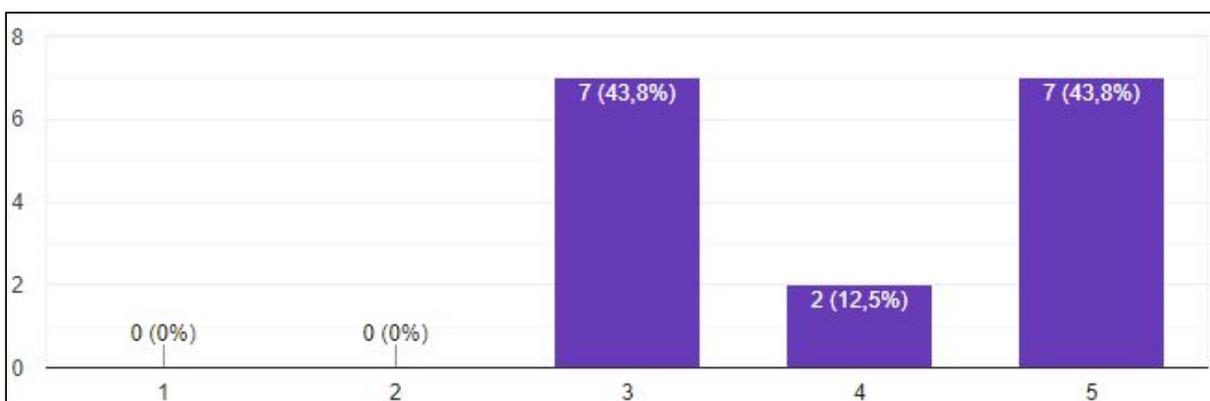


Figura 16: Como foi a navegação entre os critérios

Durante as operações salvar e continuar respondendo as inspeções a 87,5% dos avaliadores consideraram a ferramenta boa ou muito boa, porém 12,5% dos usuários disseram que essa etapa estava ruim, como pode-se ver na Figura 17, e quando foram questionados sobre os passos para realizar tais operações, como é possível ver na Figura 18, 18,8% disse que esses passos eram ruins, e 12,5% consideram regular, ou seja, mesmo alguns que consideraram que as operações estavam sendo bem executadas, concordam que é possível melhorar os passos para concluir a mesma.

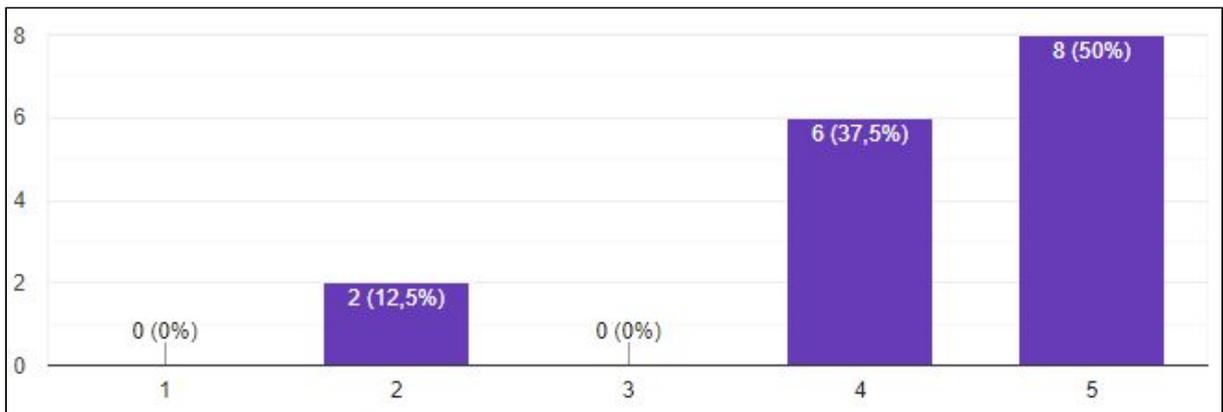


Figura 17: Como foi a realização das operações de salvar e retomar a inspeção

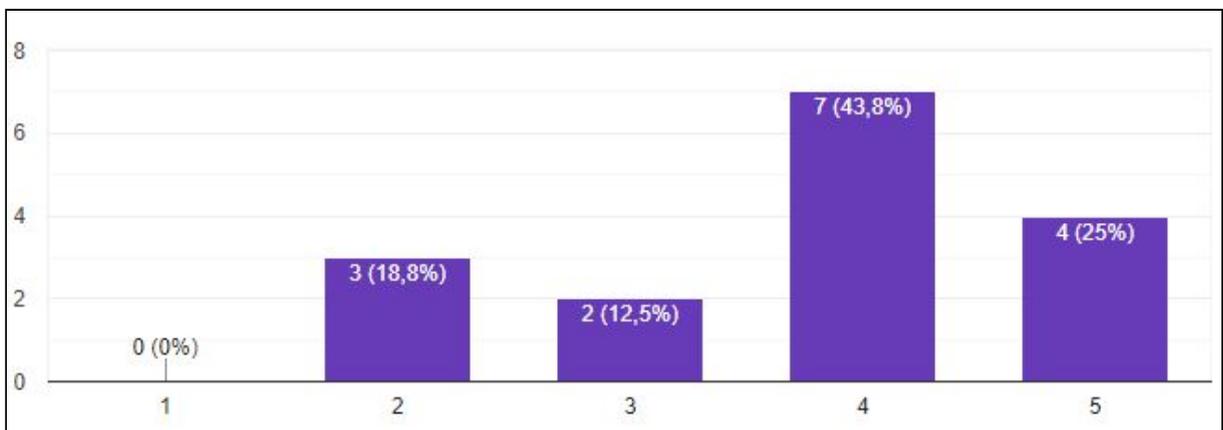


Figura 18: Quanto aos passos para interromper e retomar uma inspeção

Na Figura 19, é possível ver o gráfico sobre a visualização de resultados, apenas 31,3% disse que a ferramenta estava exibindo muito bem e outros 43,8% que essa visualização estava boa. Foi detectado durante a execução do experimento que muitos deles estavam com dificuldades para acessar os arquivos PDF que são gerados pelo aplicativo, para que pudessem ter acesso aos resultados

do relatório, devido à isso, 6,3% consideraram essa visualização ruim e outros 18,8% regular. Logo foram identificadas algumas soluções nesta etapa que seriam melhor feedback para o usuário e já abrir automaticamente após a geração de resultados, o arquivo PDF.

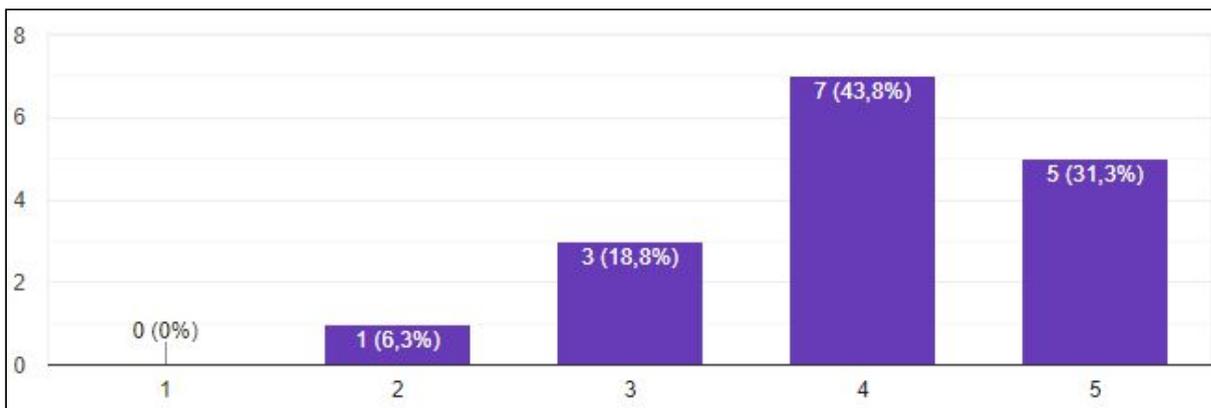


Figura 19: Como foi a visualização dos resultados

A conclusão que pode ser feita com base na discussão dos tópicos anteriores é de que o aplicativo é de certa forma fácil de utilizar, a grande maioria dos avaliadores não tiveram expressiva dificuldade para a realização das tarefas.

4.2. A ferramenta possui navegação intuitiva e fluida?

É possível dizer que a navegação na ferramenta deve ser melhorada, pois mesmo durante a navegação entre os critérios presentes no Menu Checklist, como é mostrado na Figura 16, 43,8% dos usuários consideram que estava regular, embora outros 43,8% tenham dito que era muito boa. Uma questão extremamente relevante que mostra a necessidade de melhoria na navegação da ferramenta, é sobre o nível de dificuldades dos usuários para navegar pelas funcionalidades do aplicativo, que pode ser visto na Figura 20, onde a maioria disse que estava muito ruim, 37,5% dos avaliadores, enquanto uma minoria pouco expressiva de apenas 12,5% disse que estava muito boa.

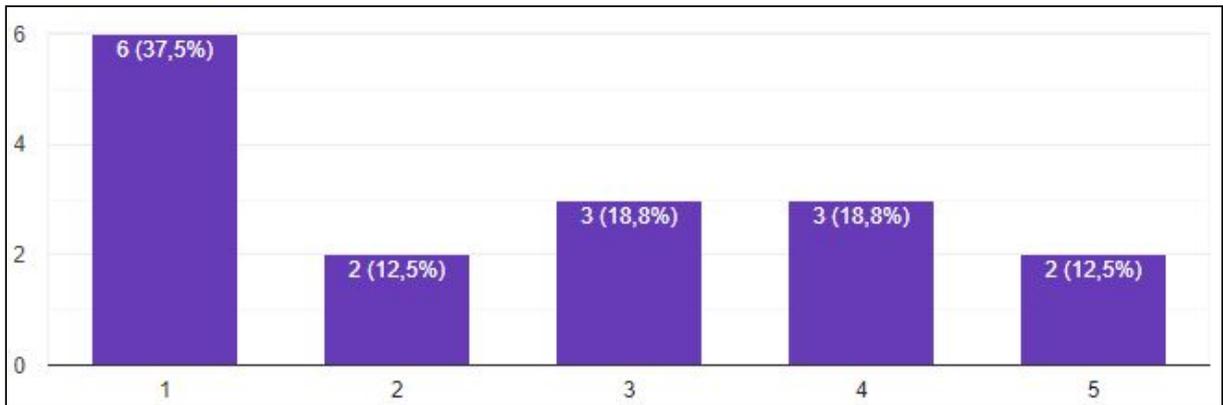


Figura 20: Dificuldades de navegar entre as funcionalidades do aplicativo

Quanto a navegação, conclui-se com base nas informações obtidas pelo questionário e discutidas no parágrafo anterior, que há uma clara necessidade de melhoria, devido ao fato de que a maioria encontrou dificuldades para navegar pelas funcionalidades do aplicativo e o número de respostas que consideram a navegação boa ou muito boa não serem tão expressivos.

4.3. A ferramenta oferece feedback adequado?

Quando questionados sobre a transmissão do estado atual de uma inspeção, que são os números presentes ao lado dos critérios no Menu Checklist, que informam quantas questões foram respondidas e quantas faltam para a conclusão daquele critério específico, 68,8% dos avaliadores disseram que estava bom, como é mostrado na Figura 21.

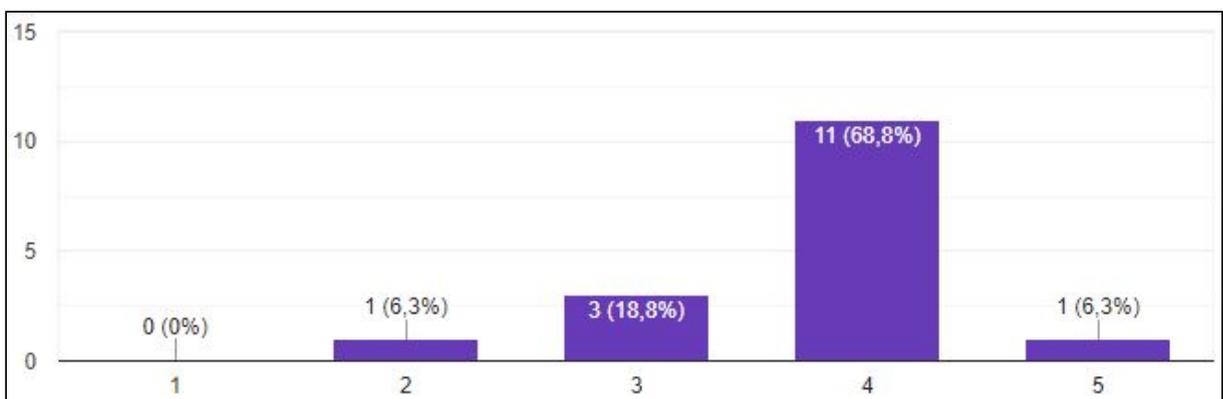


Figura 21: Como foi a transmissão do estado atual da inspeção

No campo de sugestões ao final do questionário houve apenas um avaliador que sugeriu uma melhoria quanto ao feedback do aplicativo.

Com base nas informações obtidas nos questionários e também durante a realização do experimento onde o aplicativo foi utilizado, o feedback está sim adequado pois atende maior parte das ocasiões onde é importante, porém é passível de melhorias, principalmente no momento de gerar os resultados que é uma operação que leva em média 2 segundos para ser executada.

4.4. A ferramenta possui interface adequada?

No quesito de interface, é possível considerar que o design estava entre regular e bom, pois segundo 37,5% dos usuários, o design de interface estava regular e outros 31,3% disseram que estava bom, enquanto apenas 12,5% consideram a interface muito boa, como é exibido na Figura 22, como esse não é um número muito expressivo é notório que o design de interface da ferramenta é passível de melhorias.

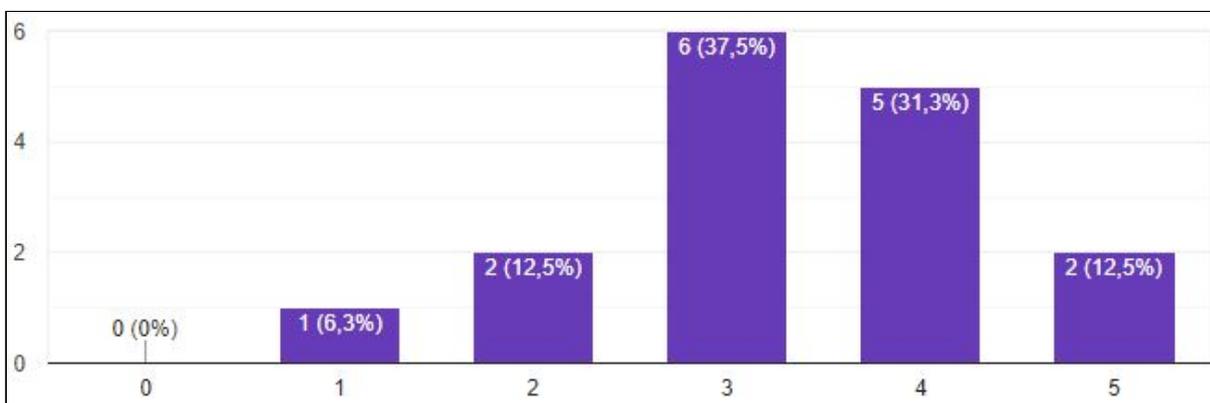


Figura 22: Opinião sobre o design de interface

Foram feitas diversas sugestões ao final do questionário que foi aplicado, eram sugestões abertas os avaliadores poderiam escrever o que quisessem e a melhoria de interface foi sugerida em 31,3% das respostas que foram submetidas.

Assim pode-se concluir, que a interface atende às necessidades do aplicativo, porém, para garantir uma boa experiência ao usuário durante o uso da ferramenta, melhorar a interface é indispensável.

4.5. A ferramenta permitiu executar a tarefa para a qual é destinada?

Inicialmente a ferramenta propõe como diferencial em relação ao ErgoList *web*, a possibilidade de salvar as inspeções para continuar mais tarde, não haveria necessidade de conexão para fazer a utilização do aplicativo, e que ela fosse capaz de gerar e exportar os resultados de uma inspeção. Para salvar as inspeções e retomá-las, como aparece na Figura 17, 50% disse que estava muito bom e 37,5% que estava bom, assim é possível considerar que o aplicativo atende a esse requisito. Para geração de resultados, como mostra a Figura 19, 43,8% acredita que o aplicativo estava bom e outros 31,3% muito bom, ou seja, a ferramenta foi capaz de cumprir com as propostas que foram feitas.

Logo, pode-se dizer que a ferramenta permitiu que as tarefas fossem executadas, permitindo a criar as inspeções, responder os questionários sobre os critérios ergonômicos, salvar o estado de uma avaliação, além de gerar e exportar os relatórios em PDF completos sobre as inspeções criadas, que são as tarefas para qual o aplicativo está destinado a fazer.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo geral, a implementação de uma ferramenta *mobile*, que pudesse ser utilizada para a realização de inspeções ergonômicas, esse aplicativo seria baseado na ferramenta *web* ErgoList, com alguns pontos que seriam o diferencial em relação ao ErgoList, que são a possibilidade de salvar uma inspeção para continuar depois, gerar os resultados e exportá-los em algum arquivo. Para que esse aplicativo fosse desenvolvido, foi necessário alcançar alguns objetivos específicos, que foram:

- Compreensão da estrutura das funcionalidades para *mobile* estudadas e propostas por Avelino (2017);
- Definição de uma arquitetura de aplicação para o software *mobile*;
- Implementação do aplicativo;
- Realização da validação da aplicação por meio de inspeção de ergonômica realizada com usuários reais.

Para a implementação acontecer foram seguidos os passos descritos nos objetivos específicos, o trabalho realizado por Avelino (2017) mostrou uma proposta de interface que foi utilizada no processo de desenvolvimento da ferramenta sofrendo pequenas alterações.

A aplicação foi desenvolvida utilizando Xamarin.Android, como uma aplicação nativa do Android feita em C#. As ferramentas utilizadas para a implementação do aplicativo foram o Visual Studio 2017 e alguns frameworks e bibliotecas, o Newtonsoft.Json utilizado para salvar e recuperar as inspeções, o OxyPlot e o iTextSharp para a geração dos gráficos, resultados e do relatório final. Não houveram grandes dificuldades para implementar após a criação a interface e o planejamento da estrutura que seria utilizada no aplicativo.

Após o término do desenvolvimento da aplicação, foi criado um questionário para ser aplicado aos primeiros avaliadores que testaram o aplicativo durante a realização de um minicurso sobre Inspeção Ergonômica. Os avaliadores realizaram

uma inspeção ergonômica em um sistema e em seguida responderam o questionário, que avalia a satisfação dos usuários quanto a experiência de uso da ferramenta.

O aplicativo que foi desenvolvido ao final atendeu aos requisitos para qual foi proposto, sendo capaz de ser usado como ferramenta para realizar inspeções ergonômicas, onde o usuário pode ter maior liberdade com os resultados e as inspeções. Com as informações obtidas no questionário pode-se dizer que é possível melhorar em alguns aspectos embora o aplicativo consiga executar as tarefas que deveria.

O resultado final do projeto, que é a aplicação, será disponibilizado para download e utilização na playstore do Google, após serem concluídas algumas melhorias de acordo com as informações obtidas na validação.

Como possibilidades de trabalhos futuros, pode-se utilizar a ferramenta desenvolvida junto de um servidor que reúna as inspeções de vários inspetores de ergonomia e usabilidade, isso tornaria capaz de se realizar comparações de inspeções realizadas num mesmo aplicativo ou sistema, por diferentes avaliadores, assim podendo chegar em um resultado mais completo, ou talvez identificar as semelhanças entre esses resultados.

REFERÊNCIAS

AVELINO, Karen F. **“Proposta de uma ferramenta mobile para apoiar a inspeção de ergonomia de interfaces com base no ErgoList”**, Bandeirantes - PR, 2017.

BASTIEN, C. e SCAPIN, D. **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human Computer Interfaces**. INRIA, 1993.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S.; **“Interação Humano-Computador”**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2010.

CYBIS, W. **Engenharia de Usabilidade: Uma abordagem Ergonômica**. Florianópolis: UFSC, 2003. 138 p.

HASTEER, Nitasha; KUMAR, Ratnakar;. **“Evaluating Usability of a Web Application: A comparative analysis of open-source tools”**, Uttar Pradesh, India, 2017.

IIDA, Itiro. **Ergonomia - projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1993.

ISO/IEC (2011), ISO/IEC 25010:2011 – **“Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models”**.

NEIL, Theresa. **Padrões de design para aplicativos móveis**. São Paulo: Novatec Editora, 2012. 208 p.

OBERQUELLE, H. **“Ergonomic Software and Software engineers”**, Hamburgo, Alemanha, 1990.

PETZOLD, Charles; **“Creating Mobile Apps with Xamarin.Forms”**. Washington: Microsoft Press, 2016.

ROCHA, Helóisa V. da; BARANAUSKAS, Maria C. C. **Design e Avaliação de interfaces humano-computador**, NIED/UNICAMP, 2003.

Apêndice A - Questionário aplicado no minicurso

As questões presentes no questionário são exibidas a seguir:

Sobre o avaliador:

- 1 - Qual sua idade?
- 2 - Qual curso está cursando?
- 3 - Qual sua experiência com Inspeção Ergonômica?
- 4 - Com que frequência você trabalha ou estuda a área de Inspeção Ergonômica?
- 5 - Você já conhecia outras ferramentas de Inspeção Ergonômica?

Sobre a ferramenta:

- 6 - Em uma escala, como foi a realização da tarefa da de Criar uma Nova Inspeção?
- 7 - Em uma escala, como foi a realização da tarefa da de Navegação entre os critérios?
- 8 - Em uma escala, como foi a realização da tarefa da de Salvar a Inspeção e Reiniciá-la?
- 9 - Em uma escala, como foi a realização da tarefa da de Visualizar resultados?
- 10 - Em uma escala de 1 a 5 qual sua opinião sobre Design da Interface o ErgoList Mobile?
- 11 - Qual sua opinião sobre a transmissão do estado atual da inspeção pelo ErgoList Mobile Tool. Estado Atual é a informação sobre qual ou quais etapas da inspeção já foram feitas ou faltam ser concluídas?
- 12 - Qual sua opinião sobre os passos para interromper/salvar uma inspeção e reiniciar posteriormente?
- 13 - Qual o nível de dificuldade para navegar pelas funcionalidades do aplicativo?

14 - Qual sua opinião sobre as opções de resposta em escala (Muito ruim a Muito bom) ao invés de SIM/NÃO/NÃO SE APLICA que está disponível na versão Web?

15 - O aplicativo ErgoList Mobile despertou seu interesse em atuar na área de Avaliação de Usabilidade e Interação Humano Computador?

16 - Você adotaria ou recomendaria o ErgoList Mobile para algum trabalho acadêmico ou mesmo em uma empresa de desenvolvimento de software?

17 - Deixe sua opinião sobre o que poderia ser melhorado no ErgoList Mobile Tool.

As respostas sobre a ferramenta, com exceção das questões 14 em diante, ofereceram 5 opções de resposta, em uma escala de 1 a 5, onde:

1 – Muito Ruim, 2 – Ruim, 3 – Regular, 4 – Bom e 5 – Muito Bom.

Os dados obtidos com a aplicação desse questionário foram:

	Menor que 18 anos	18 à 30 anos	30 à 50 anos	Mais que 50 anos
Questão 1	0%	93,8%	6,3%	0%

	Sistemas de Informação	Ciência da Computação
Questão 2	75%	25%

Questão 3: 100% dos participantes do minicurso que responderam o questionário afirmaram que este foi seu primeiro contato com Inspeções Ergonômicas.

	Não trabalho	Pouco frequente	Muito frequente
Questão 4	81,3%	18,8%	0%

	Sim	Não
Questão 5	93,8%	6,3%

Questão	Muito ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito bom
6	0%	6,30%	12,50%	31,30%	50%
7	0%	0%	43,80%	12,50%	43,80%
8	0%	12,50%	0%	37,50%	50%
9	0%	6,30%	18,80%	43,80%	31,30%
10	6,30%	12,50%	37,50%	31,30%	12,50%
11	6,30%	6,30%	18,80%	68,80%	6,30%
12	0%	18,80%	12,50%	43,80%	25%
13	37,50%	12,50%	18,80%	18,80%	12,50%

Tabela 3: Respostas do questionário sobre a ferramenta

	Adequado	Não adequado	Indiferente
Questão 14	68,8%	25%	6,3%

	Sim	Não	Talvez
Questão 15	50%	12,5%	37,5%
Questão 16	37,5%	0%	62,5%