



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

**LETÍCIA DA SILVA SOUZA**

**UMA ABORDAGEM PARA OBSERVAÇÃO DE  
USUÁRIO EM TESTES DE USABILIDADE EM  
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Bandeirantes

2016

**LETÍCIA DA SILVA SOUZA**

**UMA ABORDAGEM PARA OBSERVAÇÃO DE  
USUÁRIO EM TESTES DE USABILIDADE EM  
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

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

2016

**LETÍCIA DA SILVA SOUZA**

**UM AMBIENTE PARA OBSERVAÇÃO DE USUÁRIO  
EM TESTES DE USABILIDADE EM DISPOSITIVOS  
MÓVEIS**

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. Dr<sup>a</sup>. Daniela de Freitas Guilhermino  
Trindade  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

---

Prof. Me. José Reinaldo Merlin  
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

Dedico este trabalho aos meus pais, que muito me apoiaram desde do começo deste curso, até o fim nesta caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus. Agradeço também ao meu orientador, Thiago, que desde do início aceitou me orientar e acreditou que seria possível o desenvolvimento do presente trabalho, e acima de tudo à minha família, que sempre depositou sua confiança em mim e me deu forças para continuar acreditando nos meus ideias. E é claro, agradeço a todos meus amigos e pessoas, que diretamente ou indiretamente, ajudaram, torceram e apoiaram para que tudo ocorresse bem.

*“E esta é a confiança  
que temos nele, que, se  
pedimos alguma coisa,  
segundo a sua vontade,  
ele nos ouve.” 1 João*

*5:14*

## RESUMO

O avanço tecnológico tem ocorrido em ritmo acelerado, e com ele o mercado de dispositivos móveis evolui. Hoje, os *smartphones* estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Esses aparelhos ganharam novas características, como barra de rolagens, que facilita o acesso à internet, interfaces atraentes e câmeras com altas resoluções. Com isso, incentiva o usuário a fazer uso dessa tecnologia com maior frequência. Com essas novas características dos *smartphones* há uma preocupação, referente à usabilidade da interface. Desenvolver aplicações para dispositivos móveis requer uma certa atenção, além de considerar atributos diferentes de um computador, há uma variedade de usuários e não se conhece o usuário final. Com a abordagem proposta, foi criada uma aplicação móvel para a plataforma Android, que realizou a análise dos dados obtidos e avaliou a eficiência e a eficácia da ferramenta. Os dados dos testes técnicos realizados, indicam que realizar teste de usabilidade em dispositivos móveis é uma abordagem viável, porém os dispositivos móveis podem ter algumas limitações quando executados em segundo plano. No entanto, o foco principal do presente trabalho, não é o de realizar teste de usabilidade, e sim coletar dados usando recursos do *smartphone*, para verificar se o dispositivo móvel suporta armazenar longos vídeos, áudios e capturar inúmeros *snapshots* de tela, sem consumir muita memória interna e sem diminuir o desempenho do celular. Considerando que foi possível implementar o recurso de gravação de vídeo, gravação de áudio, notificações e capturas de tela, então o *smartphone* se mostrou viável para a utilização, no quesito consumo de bateria e armazenamento dos dados.

**Palavras-chave:** *Smartphone*. Teste de Usabilidade. Dispositivos móveis.

## ABSTRACT

The technological advance has occurred at an accelerated pace, and with it the mobile device market evolves. Today, smartphones are increasingly present in people's lives. These handsets have gained new features, such as scroll bar, which facilitates access to the internet, attractive interfaces and cameras with high resolutions. This encourages the user to make use of this technology more frequently. With these new features of smartphones there is a concern regarding the usability of the interface. Developing applications for mobile devices requires a certain amount of attention, in addition to considering different attributes of a computer, there are a variety of users and the end user is not known. With the proposed approach, a mobile application was created for the Android platform, which performed the analysis of the data obtained and evaluated the efficiency and effectiveness of the tool. Technical testing data indicates that performing usability testing on mobile devices is a viable approach, but mobile devices may have some limitations when running in the background. However, the main focus of this work is not to perform usability testing, but to collect data using smartphone resources to verify that the mobile device supports storing long videos, audios and capturing countless screen snapshots without consuming too much Internal memory and without decreasing the performance of the phone. Considering that it was possible to implement video recording, audio recording, notifications and screen captures, then the smartphone proved to be viable for use in terms of battery consumption and data storage.

**Keywords:** Smartphone. Usability Testing. Mobile devices.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de teste realizado em laboratório de usabilidade. (Coleti, 2014) .....	23
Figura 2 – Samsung Galaxy. (Pixabay, 2016) .....	27
Figura 3 - Exemplo de teclado QWERTY. (Engadget, 2016).....	28
Figura 4 - Exemplo de teclado <i>Suretype</i> . (Morimoto, 2009).....	28
Figura 5 – Teste de usabilidade em dispositivos móveis. (AMSTEL, 2008).....	30
Figura 6 - Diagrama de caso de uso da ferramenta proposta. (Elaborado pelo autor) .....	36
Figura 7 - Captura de tela da aplicação gerada para cadastro no aplicativo.....	39
Figura 8 - Captura de tela da segunda tela da aplicação.....	40
Figura 9 - Captura de tela da aplicação da tela de iniciar o teste de usabilidade. ....	41
Figura 10 – Alto consumo de memória RAM. (Elaborada pelo Autor) .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Primeiro teste técnico realizado no aplicativo. ....	44
Tabela 2 – Segundo teste técnico realizado no aplicativo. ....	44
Tabela 3 – Terceiro teste técnico realizado no aplicativo. ....	45

## LISTA DE SIGLAS

APPS	<i>Applications</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
LEDs	<i>Light Emitter Diode</i>
SDHC	<i>Secure Digital High Capacity</i>
SDRAM	<i>Synchronous Dynamic RAM</i>
SDXC	<i>Secure Digital Extended Capacity</i>
SRAM	<i>Static Random Access Memory</i>

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1 OBJETIVOS .....	12
1.1.1 Objetivo Geral .....	12
1.1.2 Objetivos Específicos .....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
1.3 METODOLOGIA .....	14
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 USABILIDADE .....	16
2.2 AVALIAÇÃO DA USABILIDADE.....	19
2.2.1 Teste de Usabilidade.....	20
2.2.2 Verbalização .....	23
2.2.3 Filmagem.....	24
2.2.4 Teste de Usabilidade com dispositivos Móveis.....	26
2.3 APLICATIVOS MÓVEIS .....	30
2.4.1 Recursos de Dispositivos Móveis .....	31
2.4.2 Capacidade de Armazenamento em Dispositivos Móveis .....	32
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS – FERRAMENTAS DE APOIO AOS TESTES DE USABILIDADE EM DISPOSITIVOS MÓVEIS .....	33
3. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA .....	35
3.1 Ambiente de Apoio aos Testes de Usabilidade em Dispositivos Móveis .....	36
4. VALIDAÇÃO.....	43
4.1 Verificação da Infraestrutura .....	43
4.2 Restrições da Aplicação.....	46
5. RESULTADOS .....	49
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	50
REFERÊNCIAS .....	52

## 1. INTRODUÇÃO

No início da era da computação os usuários que tinham contato com os computadores eram somente pessoas especializadas, pois a tecnologia era limitada e bem específica. Com o passar dos anos e a evolução tecnológica, os computadores passaram a fazer parte da vida das pessoas com mais naturalidade, auxiliando na execução de várias tarefas. Com isto, se tornou comum ter um computador em casa, e, além de tudo, este recurso proporcionou inúmeros benefícios para a população tais como; poder pagar várias contas sem mesmo precisar sair de casa e enfrentar filas, facilitando a vida das pessoas (CAMPOS; SILVA, 2008).

Com o avanço tecnológico outro mercado que se destacou foi o de dispositivos móveis. Hoje o *smartphone*, que em tradução literal significa “um telefone inteligente”, é a evolução do celular e uma mistura com o computador. Um telefone não tem um hardware que se compara a um computador, porém, não é tão simples quanto um celular, pois possuem inúmeros recursos como: mensagens, acesso à internet, *Global Positioning System* (GPS), gravação e reprodução de vídeos. Conseqüentemente, surgiu o *tablet*, que é um dispositivo que podemos associar a um computador portátil, é de tamanho pequeno e sua tela é sensível ao toque (*touch screen*) (JESUS; SOUZA; MARTINS, 2011).

Os primeiros celulares traziam quase nada de cores nas interfaces. O primeiro celular tinha quatro mil cores, para um aparelho com poucos recursos populares na época. Não demorou muito para que os celulares ganhassem *displays* de 64 mil cores e por seqüência visores com até 256 mil cores, deixando as imagens mais interativas (MORIMOTO, 2009). Com a popularização da tecnologia surgiu a tela sensível ao toque, que atualmente é usada em diversos aparelhos, como computadores, consoles de jogos, celulares, entre outros. *Touch screen* não é uma tecnologia da Apple, mas, foi ela que inovou essa tecnologia, com o iPhone.

Os *smartphones* ganharam novas características, foram introduzidos recursos como a barra de rolagem para facilitar o acesso à internet do dispositivo móvel, as interfaces ficaram mais atraentes, aplicativos foram criados e as câmeras, que ao contrário nos primeiros celulares, que nem existiam, hoje possuem altas resoluções e, assim, cada vez mais instigando o usuário a fazer uso dessa tecnologia com maior frequência. Na atualidade, existem sistemas operacionais para celulares, dentre eles o Android. O Android é um sistema operacional criado pelo Google que é utilizado

para bilhões de *smartphones* e *tablets* no mundo. É um sistema aberto e acessível a todos os interessados, ele foi baseado no núcleo Linux. Desde então conquistou espaço, mercado, e passou a ser o sistema operacional de aparelhos mais usado entre a população.

As novas características dos *smartphones* trouxeram uma preocupação, sendo esta a usabilidade da interface. Desenvolver aplicações para aplicativos móveis requer atenção para alguns critérios, como, por exemplo, o tamanho reduzido das telas pode deixar a leitura mais difícil, demandando novos modos de apresentar o conteúdo. Isso gera um impacto na forma com que as pessoas interagem com estes dispositivos, pois existe uma variedade de usuários, então, não se conhece o usuário final.

A usabilidade é o principal fator em empresas para adquirir novos usuários, afinal eles dão preferência à sistemas que sejam fáceis de aprender e utilizar, tornando-se mais agradáveis, atraentes, com funcionalidades mais simples e de manipulação menos complexa (CYBIS; BETION; FAUST, 2010). A usabilidade é definida como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, dentro de um determinado contexto, de realizar suas tarefas com eficácia (completude), eficiência (melhores recursos) e satisfação (bem-estar do usuário) (ISO9241, 2002).

Mesmo que a usabilidade seja uma característica de qualidade que os usuários conseguem ter uma percepção quando o sistema está sendo utilizado, ela é desenvolvida e trabalhada ao longo do desenvolvimento do software para que o software alcance o que é esperado.

A avaliação da usabilidade pode ocorrer por técnicas que são baseadas em verificações e inspeções e podem ser classificadas como: avaliações analíticas, que verifica a complexidade ou calcula o tempo das interações. Avaliações heurísticas, que tem um foco principal na interface e tem como base conhecimentos ergonômicos e a experiência dos avaliadores; e inspeções por lista de verificação, que envolve uma ferramenta de inspeção e pessoas sem conhecimento específico em ergonomia (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Verificar a capacidade de interação de um sistema com o seu usuário na proporção que eles fazem uso do aplicativo de software, é o que consiste em verificar um teste de usabilidade. Sendo seu principal objetivo o de testar se o produto que está em desenvolvimento irá trazer satisfação ao usuário ao fim da realização das tarefas para o qual foi traçado (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

A avaliação da usabilidade consiste em métodos e técnicas para inspecionar a interface ou testar a capacidade de interação e como impactam na utilização do software pelo usuário. Observar o usuário durante um teste é fundamental para entender o que o levou a uma hesitação, a um bloqueio ou a uma situação de erro. Assim, descobrindo como o usuário realiza a interação e gerando medidas do impacto de suas atividades, é possível identificar as causas de possíveis problemas na usabilidade (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Atualmente os usuários esperam por sistemas fáceis e agradáveis, que os deixam envolvidos. Logo, investir em avaliação da usabilidade está se tornando uma tarefa importante, antes de colocar o produto à venda. Interfaces com qualidade deixam os usuários satisfeitos com o sistema que estão utilizando, conseqüentemente, realizar a avaliação da usabilidade em dispositivos móveis é um fator crítico, pois os smartphones apresentam características diferentes dos computadores de mesa, como: tamanho de tela reduzida e teclados pequenos para a entrada de dados (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Assim, este projeto propõe um ambiente para observar os usuários por meio de testes de usabilidade voltados para dispositivos móveis, sendo o objetivo do projeto verificar como esse ambiente se comporta na coleta dos dados. Nos testes, registra-se a interação do usuário por meio de vídeo, áudio e capturas de *snapshots* de telas. Com isso, podem surgir possíveis limitações no *smartphone*, como: a duração da bateria, se ela irá suportar gravar longos períodos de vídeos, sem que acabe a memória interna, se ela vai suportar armazenar os dados gerados no teste de usabilidade. Dessa forma, espera-se melhorar/facilitar a utilização de testes de usabilidade para celular.

## **1.1 OBJETIVOS**

Esta seção apresenta os objetivos do trabalho.

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de uma abordagem e um ambiente de teste de usabilidade para apoiar testes de usabilidade com base em observação de usuário para a plataforma Android.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Compreender as características dos testes de usabilidade com a observação de usuário;
- Determinar uma abordagem de teste de usabilidade com observação para ser aplicada em dispositivos móveis;
- Determinar quais serão as aplicações utilizadas para implementar a ferramenta;
- Implementar a ferramenta em ambiente Android; e
- Avaliar a eficiência e a eficácia da ferramenta e da abordagem proposta, em verificar como o ambiente se comporta na coleta de dados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O constante crescimento do mercado de desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis, acompanhado do crescimento das vendas de *smartphones* e do número de usuários de dispositivos móveis motivaram este trabalho. Nesta nova fase, a taxa de crescimento dos aplicativos de celulares se elevou e com isso se tem uma maior diversidade de características dos usuários, na medida em que cada pessoa é única com seus conhecimentos e expectativas.

É crescente o número de usuários que utilizam celular e suas tecnologias. Existem ferramentas externas que exigem “pendurar” câmeras no celular, ou então usar emuladores para apoiar os testes de usabilidade realizados em celulares. Pretende-se com a criação do aplicativo melhorar/facilitar a utilização de testes para celular, com o uso da ferramenta de observação de usuário para teste de usabilidade em dispositivos móveis. Com a realização dos testes, cria-se um apoio deixando-os mais aceitáveis e com uma melhor usabilidade para os usuários.



### 1.3 METODOLOGIA

A pesquisa proposta é de caráter experimental, que segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, e definir as formas de controle e de observação dos efeitos produzidos por essa variável no objeto. A pesquisa proposta foi realizada seguindo os conceitos de Usabilidade, Avaliação da Usabilidade, Testes de Usabilidade, Verbalização, Filmagem, Teste de Usabilidade com dispositivos móveis, Aplicativos Móveis, Recursos de Dispositivos Móveis, Capacidade de armazenamento em dispositivos móveis e trabalhos relacionados.

Foi escolhida a plataforma Android para o desenvolvimento da ferramenta e validação da proposta, a qual compõe a aplicação do dispositivo móvel de métodos de gravação de vídeo, áudio e a observação do usuário para realizar testes de usabilidade.

Para esta pesquisa as seguintes atividades foram realizadas:

- Fundamentação Teórica
- Desenvolvimento da ferramenta
- Testes de Usabilidade com observação de usuário
  - Verbalização
  - Filmagem
  - Snapshots de tela
- Validação
- Análise dos Resultados

A fase do desenvolvimento contém todo o processo abordado desde da fase inicial do projeto. Inicialmente foram levantados requisitos para o planejamento do projeto, ou seja, da ferramenta que seria desenvolvida em ambiente Android, seguindo do conhecimento adquirido descritos na revisão bibliográfica, materiais e ideias que foram executadas em uma pesquisa de caráter experimental, para possibilitar responder as questões propostas.

Foram analisadas como seriam as projeções das telas do aplicativo, visando uma primeira prototipação das telas que o usuário utilizaria. Posteriormente, foi definida a tecnologia utilizada, o Android, com intuito de ser acessível e compatível com uma maior gama de usuários atualmente. E por fim, foram levantadas as

principais funcionalidades a serem implementadas. Desenvolvendo o aplicativo para realizar testes de usabilidade em dispositivos móveis.

Na fase de validação da abordagem e do aplicativo, foram realizados três testes técnicos, onde foram levantadas informações dos dados que utilizaram a capacidade de memória interna do smartphone. Após a avaliação da abordagem, foi possível concluir o trabalho, apresentando a efetividade da abordagem proposta.

#### **1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Neste projeto foi proposto um ambiente para a observação de usuários em testes de usabilidade em dispositivos móveis que permite realizar testes no dispositivo móvel independente do ambiente usado.

No capítulo 2 do documento é apresentada a Fundamentação Teórica do trabalho, que contém uma introdução ao conceito de dispositivos móveis, usabilidade, avaliação da usabilidade e testes de usabilidade, verbalização, filmagem, teste de usabilidade com dispositivos móveis, aplicativos móveis, recursos de dispositivos móveis, capacidade de armazenamento em dispositivos móveis e trabalhos relacionados. Seguindo dos capítulos de desenvolvimento da ferramenta, validação, resultados e considerações finais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentadas introduções dos conceitos de Usabilidade, Avaliação da Usabilidade, Teste de Usabilidade, Verbalização, Filmagem, Teste de Usabilidade com Observação de usuário, Teste de Usabilidade com dispositivos móveis, Aplicativos Móveis, Recursos de dispositivos móveis, Capacidade de armazenamento em dispositivos móveis e Trabalhos relacionados.

### 2.1 USABILIDADE

A usabilidade está relacionada à eficácia, eficiência e satisfação do usuário quando seus objetivos são alcançados em relação ao sistema no qual está interagindo. Por exemplo, no caso de um motorista perdido, a usabilidade do serviço de orientação (*GPS*) é algo significativo, pois o mesmo deve de fato ajudar o motorista a se localizar rapidamente, localizando o destino pretendido e evitando maiores incidentes (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Os três fatores que sustentam a usabilidade são definidos como:

- Eficácia: Refere-se à completude, exatidão em que uma tarefa é executada;
- Eficiência: Forma de utilização de recursos, como por exemplo, tempo e esforço físico para o usuário atingir seu objetivo na utilização do sistema; e
- Satisfação: É relacionada à sensação que o sistema proporciona ao usuário, as atitudes e resultados positivos obtidos para alcançar seus objetivos.

Garantindo o objetivo de conciliar sistemas e dispositivos à maneira como o usuário pensa, comporta-se e trabalha, podemos proporcionar a usabilidade. Deste modo, é necessário desenvolver interfaces simples, intuitivas e fáceis de usar (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Interfaces com qualidade deixam os usuários confiantes e satisfeitos por alcançarem seus objetivos com pouco esforço, menos tempo e menos erros.

Acredita-se que usuários que estejam satisfeitos com o sistema que estão utilizando, o indicarão para seus amigos. Com isso, o retorno de investimento das empresas que se preocupam com a usabilidade, vem por meio do aumento de produtividade, de vendas e uma melhoria de sua imagem no mercado. Já empresas que desenvolvem sistemas e aplicativos sem usabilidade verão seu mercado diminuir, pois os usuários estão exigentes e cientes dos benefícios que uma boa interface pode proporcionar (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

De tal forma, um sistema que possui problema de usabilidade ou interface ruim, pode ocasionar perda de tempo, de comprometimento da qualidade das tarefas ou até mesmo acabar impedindo a realização das tarefas. Como consequência desses problemas, as pessoas que estão utilizando o sistema interativo podem se sentir constrangidas e até traumatizadas e isso pode afetar diretamente a qualidade de vida do usuário e indiretamente a tarefa que está sendo realizada. Com isso, gera-se uma repetição da tarefa e perda de dados (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Segundo Norman (2004), o sistema emocional altera a maneira como o sistema cognitivo funciona, ou seja, se a aparência de um produto altera o estado emocional do usuário, isso também pode afetar seu sistema cognitivo e o modo de como o ser humano soluciona os problemas (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Sistemas difíceis de usar podem provocar erros e perda de tempo, implicando na perda de clientes e de oportunidades. Algumas pessoas se sentem menores ou limitadas por não saberem utilizar o sistema ou a aplicação, no caso de o uso ser profissional, pode acabar acarretando perda de produtividade do funcionário, levando ao estresse por se ter obrigação de utilizar o sistema imposto. Em casos mais graves, onde o estresse é oprimido, pode-se ocorrer problemas piores, como irritações, depressões, levando as pessoas a ficarem ignorantes até mesmo com os colegas, deixando o ambiente de trabalho ruim e menos produtivo (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

A usabilidade é a qualidade que define o uso dos programas e aplicações. Portanto, ela não é uma característica intrínseca de um sistema, mas uma combinação entre as características de interface e as características de seus usuários ao buscarem objetivos em certas situações de uso. Uma mesma interface pode harmonizar boas interações para usuários experientes, mas, quando utilizada por usuários novatos acaba deixando a desejar (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

A essência da usabilidade é a junção da interface, usuário, tarefa e ambiente. Assim, ela envolve a produtividade na interação, que são conectados ao prazer do usuário em seu contato com o sistema. Além disso, os usuários são diferentes uns dos outros, possuem características diferentes, então o desafio é grande, pois há estratégias e contextos de operações variados. Ficando ainda mais complexo, se for considerado que essas estratégias e situações possuem um ciclo de constante evolução conforme o uso do sistema (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

A qualidade de um sistema é o grau em que o sistema satisfaz as necessidades explícitas e implícitas de seus diversos públicos e, portanto, fornece o valor esperado. Essas necessidades das partes interessadas (funcionalidade, desempenho, segurança, facilidade de manutenção, dentre outras.) são precisamente o que está representado no modelo de qualidade, que categoriza a qualidade do produto em características e sub-características (ISO 25010).

Recentemente o termo usabilidade recebeu uma atualização em sua definição. Na ISO 25010, o termo usabilidade ficou definido como estado que um produto ou sistema pode ser usado por usuários específicos para atingir metas específicas com eficácia e satisfação em um contexto específico de atuação.

Foi acrescentado na norma ISO 25010 mais duas características relacionadas à Flexibilidade e Segurança. A característica de Flexibilidade é a capacidade do sistema de se adequar a diferentes formas e maneiras de uso de uma atividade em um determinado contexto e a Segurança é a medida que um produto ou sistema preserva suas informações e dados, de forma que exista nível de autorização apropriados de acesso, protegendo a integridade dos dados e evitando quaisquer erros que comprometam o sistema ou o usuário.

Em resumo, a usabilidade não é apenas só um componente em tela, mas sim uma composição de vários fatores. É também um requisito de qualidade de software exigido para que se obtenha qualidade em um sistema, tornando-o utilizável e de fácil aprendizado, facilitando a memorização e no geral reduz a carga do operador que está utilizando. Todas as atividades devem ser realizadas envolvendo o usuário de forma adequada, pois o usuário é a fonte de informação e até mesmo responsável por certas decisões do projeto.

Desta forma a interação humano-computador é um processo em contínua

evolução. Para o processo da usabilidade a avaliação é fundamental. A avaliação da usabilidade pode ser feita utilizando os testes de usabilidade.

## 2.2 AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

A avaliação da usabilidade pode ser definida como um processo organizado de coleta de dados, que permite informar o modo como um usuário ou um grupo de usuários deve utilizar um produto ou software para uma determinada tarefa em um ambiente (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Atualmente os usuários esperam muito mais do que somente um sistema usável, ou seja, buscam sistemas fáceis e agradáveis, que os deixam envolvidos. A avaliação é necessária para assegurar que os usuários possam utilizar o produto e apreciá-lo. Logo, investir em avaliação está se tornando uma tarefa importante, é como estar um passo à frente, prevendo problemas e corrigindo o produto antes dele estar disponível para a venda. Existe uma diversidade de produtos interativos, que variam de protótipos de baixa tecnologia à sistemas completos. Com isso é um desafio saber o que se deve avaliar em cada produto, a grande tendência é de se observar como as pessoas interagem com o produto em variados ambientes para se chegar à conclusão de como esse produto será utilizado (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

O que está sendo desenvolvido pode se tratar de algo totalmente novo ou em uma melhoria de algo que já existe. Então definir em qual fase do ciclo de vida do produto devemos realizar o processo de avaliação varia de produto para produto.

A avaliação no início, na fase de análise, pode ser feita uma pesquisa de mercado ou estabelecer requisitos do usuário para que possa ser feito um esboço inicial. Depois de criar um protótipo, estes são avaliados podendo ser comparados com algum projeto parecido já existente, e assim verificando se os designers entenderam de forma correta os requisitos dos usuários e os integraram de forma correta em seu *design*. Já a avaliação final do produto pode ser realizada por diferentes técnicas, como: testes de usabilidade, inspeção, entre outras.

A avaliação é parte que se inclui no processo de *design*. A diretriz básica do design centrado no usuário é que o que for necessário para o usuário, seja levado em conta em todo o processo de design e de desenvolvimento, desta maneira tornando possível verificar se o *design* é correto e aceitável para a maioria dos usuários (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Existem dois tipos de avaliações que são realizadas durante o *design*:

- Avaliação formativa: Realiza a verificação se o produto atende ou não as necessidades dos usuários e abrange desde do desenvolvimento inicial até um *design* quase finalizado;
- Avaliação somativa: Mede o sucesso do produto final. Caso o produto esteja sendo atualizado, ela verifica o que tem que ser melhorado.

As técnicas de avaliação são baseadas em verificações, inspeções e testes de usabilidade, que oferecem suporte ao *design*. Elas podem ser classificadas como:

- Avaliações analíticas: Verificam a complexidade ou realizam estimativas do tempo das interações propostas. É realizada nas primeiras etapas de geração de uma interface;
- Avaliações heurísticas: O foco é voltado na qualidade da interface do sistema. Consiste na experiência dos avaliadores e nos conhecimentos ergonômicos;
- Inspeções por lista de verificação: Possui o mesmo objetivo das avaliações heurísticas, mas, ao contrário, tem o foco na qualidade da ferramenta, pois utilizam e dependem da ferramenta de inspeção escolhida;
- Testes de usabilidade: O foco principal de avaliação é a qualidade das interações que existem entre o usuário e o sistema. Constatam problemas e medem o impacto negativo que esse problema pode trazer para a interface.

No próximo tópico será explicado como funciona e como aplicar a técnica de teste de usabilidade.

### **2.2.1 Teste de Usabilidade**

Um teste de usabilidade consiste em verificar a capacidade de interação de um sistema interativo com seu usuário, na proporção que eles fazem o uso do aplicativo de software. Testando esse software em um contexto real ou o mais próximo possível, e avaliando a qualidade das interações do usuário com o sistema

(CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

O objetivo geral de um teste de usabilidade é testar se o produto que está em desenvolvimento irá trazer satisfação para o usuário ao realizar as tarefas para o qual foi traçado (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

No começo, os testes de usabilidade eram dirigidos para avaliar características específicas de uma interface. Atualmente não se trata mais de realizar uma análise, e sim contabilizar o problema e medir seu impacto negativo. Uma preocupação é o número de usuários que é necessário para compor um estudo de usabilidade (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

O teste é composto de etapas, sendo o primeiro passo é o ajuste de roteiros e das condições do ambiente que depende do tipo de usuários que participará dos testes. Por seguinte, tem que reservar e preparar o local e os equipamentos que serão usados (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Para se executar com sucesso um teste de usabilidade é necessário ter um plano, que seria saber o que realmente você está querendo fazer. Por exemplo, se o aplicativo desenvolvido for para celular, não entregue somente o celular para o usuário ver se ele gosta ou não, mas organize um questionamento que englobe medições, assim você pode assegurar que os dados coletados são viáveis (TRAVIS). Para isso, existem o que chamamos de protocolos de testes de usabilidade, que servem como um documento que conduz as atividades da avaliação, tanto para inspeção quanto para testes.

Um teste de usabilidade envolve usuários reais ou apenas representantes, que realizam tarefas específicas em operação real ou simulado. Os usuários reais são aqueles que mantêm contato direto com o sistema que será testado, e os representantes são aqueles que não são considerados população-alvo. Existem algumas características que devem ser refletidas quando realizar um planejamento de teste de usabilidade. São elas: a verbalização do usuário, qual ambiente vai ser realizado, os resultados esperados e o constrangimento (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

O constrangimento do usuário possui uma relação no teste de usabilidade, diminuindo a percepção e a dificuldade na formulação de planos. Quanto mais à vontade o usuário estiver, maior vai ser a interação dele com o sistema. Portanto, o



dever do analista é buscar métodos e técnicas que restringem esse nível, para a validação dos resultados obtidos (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Os testes de usabilidade podem ser realizados em dois ambientes: no local de trabalho ou em um laboratório de usabilidade. Fazer esses testes em laboratório ou em ambiente controlado admitir que os avaliadores possuam um controle sobre os usuários (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Na avaliação feita em laboratório encontram-se dispositivos e aparelhos de registros variados, a sala de teste é equipada com vidros espelhados e um telefone. Esse tipo de avaliação preza que o usuário que está realizando o teste fique menos constrangido. Os analistas ficam na sala de controle e observação que se encontra ao lado, eles podem fazer alterações no ambiente ou nas tarefas que serão realizadas, sendo assim conseguem ter um maior poder de controle e de observação da interação. O usuário fica na sala de teste onde encontra-se um facilitador, as câmeras e microfones. O facilitador é a pessoa que pode acompanhar as tarefas a serem realizadas e controlar o ritmo das suas ações, mas para obter ajuda ou em caso de dúvida o usuário tem que fazer a utilização de um telefone, que servirá como se estivesse ligando na central da empresa do software no qual está usando (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Já o teste realizado no próprio local de trabalho do usuário coloca uma operação mais próxima do real, porém, é saturado de situações difíceis, o usuário acaba sendo interrompido várias vezes ao decorrer do teste, essas interferências podem levar às situações de erro na interação com o sistema (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Os resultados de testes de usabilidade podem acomodar dois resultados, são eles, qualitativos e quantitativos:

- Qualitativos: Menciona o conhecimento das estratégias empenhadas pelos usuários no tempo das interações e a lista de problemas de ergonomia da interface. Com esses resultados, podem ser revelados os comportamentos esperados ou que não são esperados, pelos usuários (CYBIS; BETION; FAUST, 2010);
- Quantitativos: Esses resultados possuem uma natureza bem mais objetiva, uma vez que classifica e contabiliza a frequência e duração

do que acontece em relação a eficácia e eficiência dos usuários ao realizarem as simulações. Consegue-se determinar a proporção de usuários que tiveram sucesso, qual o tempo foi levado para atingir sucesso na tarefa, quanto desse tempo o usuário ficou comprometido, entre outros informativos de usabilidade (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Depois de realizar os testes com observação no usuário, como mostrado na Figura 1, os analistas devem rever todos os registros, procurando os dados para justificar ou afastar as suspeitas anteriormente estabelecidas. Além disso, é necessário verificar as situações de erros que foram reproduzidas durante o teste. Com isso, uma nova análise de problemas de ergonomia de interface será gerada (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

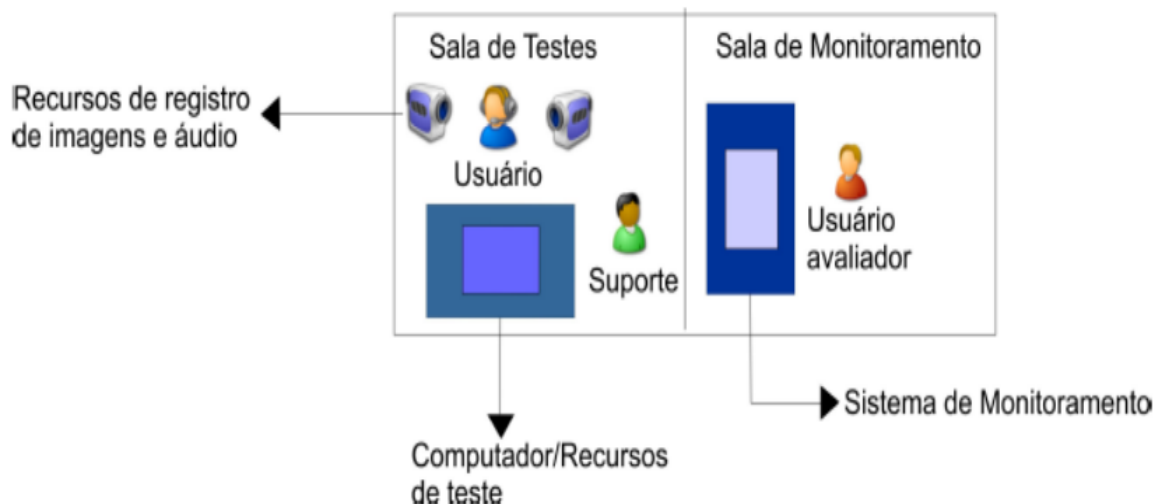


Figura 1- Exemplo de teste realizado em laboratório de usabilidade. (Coleti, 2014)

### 2.2.2 Verbalização

Na mente dos participantes encontra-se todo o conteúdo. Saber sobre esse conteúdo é fundamental para compreender o que levou o usuário a realizar certos comportamentos, como um bloqueio, um desvio ou uma situação de erro. Deste modo é importante que os usuários verbalizem seus pensamentos durante ou após a interação. A verbalização é um método que convida os usuários envolvidos no teste

a verbalizar seus pensamentos. Existem duas técnicas de verbalização que são defendidas por Cybis, Betion e Faust (2010), Nielsen (1993), Preece, Borges e Sharp (2005) que são elas: Verbalização Simultânea e Verbalização Consecutiva.

- Verbalização Simultânea: nessa técnica o usuário verbaliza os seus pensamentos no decorrer da tarefa, enquanto a interação ocorre, o analista vai impondo questões ao usuário. As respostas são registradas e depois revistas. Com essa técnica o foco de atenção do usuário é dividido para a execução das tarefas e verbalizar a palavra, o que pode ser um problema, de acordo com o perfil de pessoa;
- Verbalização Consecutiva: nessa técnica é realizada uma entrevista, as sessões são gravadas em vídeo registrando as respostas do usuário. O vídeo gravado da interação ao realizar o teste de usabilidade é mostrado ao usuário após o termino do teste. Ela pode dar a entender ao usuário que comente características da interface, e tem como objetivo de lembrar as expectativas de cada procedimento que está acontecendo. Vale ressaltar que com essa solução o tempo de teste pode aumentar e pode ter a necessidade de equipamentos específicos para reproduzir o vídeo (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Por fim, atualmente a verbalização é um dos métodos mais utilizados para teste de usabilidade, pois deixa o usuário mais à vontade para opinar sobre o sistema. A maneira como vai ser usada depende do usuário convidado e varia de acordo com o teste que vai ser aplicado, contudo não foge do critério de que o usuário deve verbalizar, ou seja, dizer o que pensa sobre o ambiente que está avaliando (BOREN; RAMEY, 2000; HAAK; JONG; SCHELLENS, 2003; HERTZUM; HANSEN; ANDERSEN, 2009; NIELSEN, 1993).

### **2.2.3 Filmagem**

A observação abrange ver e ouvir os usuários interagindo com os softwares ou aplicativos, e é algo construtivo a qualquer momento durante um desenvolvimento. Ela fornece métricas e medições de dados para se obter hipóteses. No início do design, a observação pode ajudar a entender o que os usuários desejam, e adiante averiguam se o protótipo feito satisfaz o usuário. Quando se observa consegue-se

perceber o que está sendo feito, o ambiente que está, se a tecnologia usada está proporcionando o apoio necessário ou se precisa de outra base (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Podemos realizar um teste com observação de usuário de duas formas: executando o estudo no ambiente do usuário, ou seja, em um cenário real que o aplicativo é usado ou um estudo de campo. O objetivo é identificar a eficiência de um recurso ou de vários recursos que o aplicativo possui. O modo como a observação é realizada depende da abordagem usada e do porque estão fazendo. As ferramentas usadas em estudos em laboratórios e de campo podem ser as mesmas, porém as maneiras como são utilizadas são diferentes (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Em laboratório o destaque está no que os usuários fazem e o equipamento é configurado antes deixando tudo pronto para o uso. A tarefa do observador é de coletar os dados e depois fazer a verificação, quando se está em um ambiente controlado. Portanto, se tem um problema, que é o de não saber o que o usuário está pensando, podendo ter suposições somente a partir do que vê (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

No campo, o foco está voltado em como os usuários interagem uns com os outros usando aquela tecnologia, os equipamentos normalmente se alternam de lugares, assim como os eventos tendem a ser complexos e mudam rapidamente. Com isso, os especialistas possuem um *framework* para auxiliar e direcionar suas observações, estes são úteis para organizar a coleta de dados (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Há várias técnicas de observação que podem ser usadas separadamente ou em combinações, que o avaliador pode optar para realizar o teste de usabilidade, dentre elas temos: gravação de áudio e a filmagem (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Utilizar a gravação de áudio pode ser uma boa maneira de guardar dados, além de se ter uma boa mobilidade e flexibilidade quando não se tem uma câmera. É uma ferramenta de apoio barata e importante, mas, existem problemas em gravar apenas o áudio.

O primeiro problema é a falta de registros visuais e o segundo é a maneira como os dados recolhidos serão escritos, podendo se tornar uma tarefa muito trabalhosa para o avaliador. Porém, em muitos estudos o nível de precisão dos

avaliadores é apenas de utilizar a gravação do áudio para lembrar de detalhes que acontecem no momento de interação do usuário com o aplicativo durante o teste de usabilidade que está sendo realizado, e então depois transcrevendo esses detalhes para relatórios sem que se deixe passar no momento da observação (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Utilizar a filmagem tem a vantagem de ser a combinação de áudio e vídeo em um só. Além de ser uma técnica fundamental quando se deseja obter detalhes em pequenos intervalos de tempo. Atualmente as câmeras são bastante móveis e comumente utilizadas, tornando essa técnica bastante usada, pois com uma única câmera você pode realizar todo o teste de usabilidade e identificar os problemas. Com a melhoria do hardware e software essa técnica foi melhorada, dispositivos como os celulares já possuem recursos que facilitam o registro desses dados, tais como câmera frontal e principal integrada e com alta resolução (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

Mas, assim como no áudio, na filmagem também se encontra um problema, que é a atenção ficar voltada para o que é visto através das lentes, podendo não captar outras coisas que acontecem em torno no ambiente. As análises dos dados em vídeo podem ser bastante demoradas, pois tem muito o que se anotar na análise da gravação, cada gesto ou expressão do usuário feito na hora da interação é importante e são analisados. É comum usar de mais de 100 horas de análise para uma hora de gravação (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

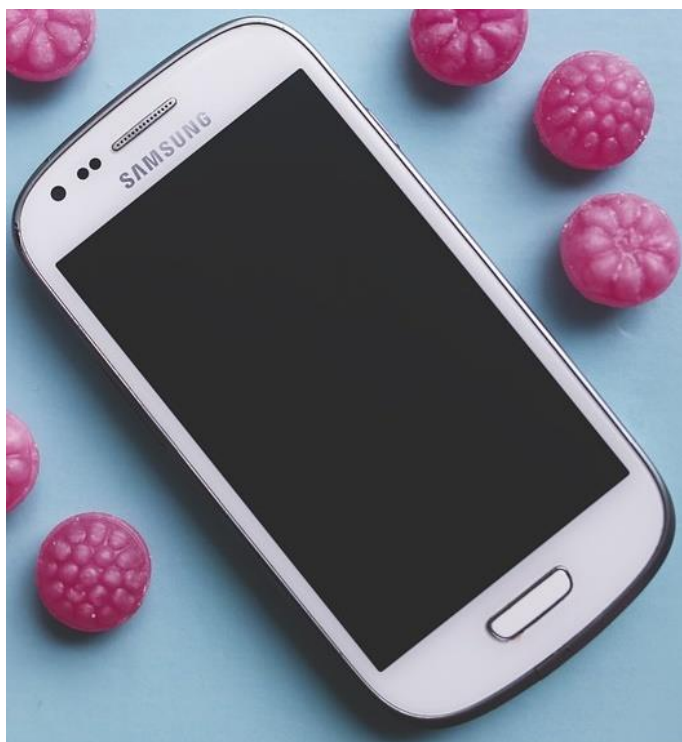
Portanto, a filmagem é uma técnica utilizada de apoio para identificar problemas encontrados nos testes de usabilidade, que gravam as ações do usuário durante a interação. É utilizada em laboratórios de usabilidade e também está se espalhado para avaliações em ambiente real de trabalho (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

#### **2.2.4 Teste de Usabilidade com dispositivos Móveis**

A telefonia celular cresce no mercado brasileiro e em vários países. Apesar de não terem algumas características dos computadores de mesa, os computadores de mão ganham destaque por serem menores e leves facilitando a utilização para o usuário. Além de útil o principal requisito de projeto para que as aplicações acatem as

necessidades dos usuários móveis é a usabilidade de suas interfaces. As técnicas usadas para desktop para realizar essa avaliação precisam ser adaptadas, pois as características do usuário móvel são diferentes. Duas dessas características são: telas pequenas e entrada de dados em teclados pequenos (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

O tamanho pequeno da tela, como pode-se observar na Figura 2, pode dificultar a leitura, com isso é necessário que o conteúdo fique de forma maior e não sobrecarregue a visualização. Pesquisas em telas mais largas, em ambientes controlados, comprovaram que é mais rápida a leitura do que em tela original. Sendo assim, telas mais largas teriam uma usabilidade mais aceitável (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).



**Figura 2 – Samsung Galaxy. (Pixabay, 2016)**

No que se refere ao teclado do dispositivo móvel não se tem um padrão, podendo-se diferir na forma, tamanho e botões de um equipamento para outro. Como por exemplo nos aparelhos mostrados na figura Figura 3 e na figura Figura 4. Essa característica tem grande influência na eficiência de digitação dos usuários.



**Figura 3 - Exemplo de teclado QWERTY. (Engadget, 2016)**



**Figura 4 - Exemplo de teclado *Suretype*. (Morimoto, 2009)**

Os computadores de mão (celulares) têm um foco maior em aplicações rápidas, executadas em um tempo mais curto e focadas. Realizar a análise do usuário móvel e como ele está inserido nesse contexto é um ponto importante. Assim como o tempo, que também é um fator importante, pois os usuários móveis buscam rapidez nos serviços, são impacientes e exigentes e tendem a dar preferência a interface rápida com número reduzido de passos (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

O ambiente de um celular é diferente em relação ao uso de um computador de mesa, sendo mais ativo, podendo conter diversas interferências em uma determinada tarefa que está sendo realizada, podendo ocorrer atividades acontecendo simultaneamente diminuindo a atenção do usuário, e ficar dividida entre a interação com o equipamento e outras atividades que estejam ocorrendo no ambiente ao seu redor. É importante ressaltar que o dispositivo móvel pode ser designado a qualquer tipo de usuário, independentemente de faixa etária ou grau de experiência no uso, sendo assim o desafio da interação pode-se tornar algo complexo (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

A tarefa de testar e medir a usabilidade da interação móvel possui vários desafios. Muitos pesquisadores (JOHNSON, 1998; PETRIE, 1998; BREWSTER, 2002; WATERSON, 2002) questionam as técnicas tradicionais de teste de usabilidade que existem para computadores de mesas, dizendo que essas técnicas precisam ser revistas e adaptadas à interação móvel (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Podemos realizar os testes de usabilidade para dispositivos móveis em dois ambientes: teste realizados no laboratório e testes realizados em campo.

Realizar o teste de usabilidade para dispositivos móveis no laboratório favorece o avaliador, que tem o total domínio da avaliação, pois os laboratórios de usabilidade são ambientes controlados. O laboratório é um local mais apropriado para avaliações, é seguro, silencioso e já possui os equipamentos prontos (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

No laboratório podem ser utilizados emuladores ou equipamentos. O uso de emuladores é indicado quando não se tem acesso ao equipamento real. Há pesquisas sobre o uso de emuladores nas avaliações de interface com o usuário, e se o contexto de avaliação for aproximado de como será o contexto de uso real, então pode-se obter resultados satisfatórios, porém, os emuladores possuem algumas limitações (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

No entanto, sempre que possível é indicado realizar os testes de usabilidade em equipamentos reais. Na avaliação de laboratório é bem difícil de exibir com total fidelidade as situações como interrupções, barulho, que ocorrem no cotidiano real do usuário móvel (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Já os testes realizados fora do laboratório em dispositivos móveis atualmente, como mostrado na Figura 5, trazem a interação do usuário para um contexto bem mais próximo de seu ambiente de uso real e para a realização dos testes são necessários equipamentos que não precisem estar conectados à rede elétrica. Avaliação da usabilidade de dispositivos móveis em campo não é algo comum, pois é difícil controlar o teste, não se tem controle nenhum sobre o usuário. Do ponto de vista do avaliador o campo é um ambiente desconfortante. Sendo assim, o teste de campo é indicado quando se precisa fazer uma avaliação do comportamento do usuário (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).





Figura 5 – Teste de usabilidade em dispositivos móveis. (AMSTEL, 2008)

A pesquisa de novas técnicas que viabilizem o usuário a utilizar um dispositivo móvel em diversos ambientes, ou seja, em movimento, ficando expostos a interrupções, interferências e sem a presença do avaliador, juntamente registrando a interação, são importantes temas para estudo (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

## 2.3 APLICATIVOS MÓVEIS

Os aplicativos, conhecidos como *apps*, são softwares que carregam nos dispositivos móveis funcionalidades específicas para simplificar determinadas aplicações que já existem ou novas. Os aplicativos podem ser gratuitos ou pagos e são criados para complementar a vida das pessoas (NASCIMENTO; MARTINS; VICTER, 2013).

Um dos passos quando se pensa em criar uma aplicação móvel é pensar na interface do dispositivo, que vai ser o guia do usuário ao utilizar. Para isso, existem padrões para auxiliar os desenvolvedores. O guia do Android, que é o “Android Styleguide”, segue três requisitos básicos: encantar, simplificar a vida e surpreender. Espera-se que todo aplicativo Android seja construído seguindo essas três características. Aplicando os conceitos disponibilizados pelos guias, os aplicativos Android possuem grande chance de obter sucesso no mercado (MEDEIROS, 2013).

Quando projetamos nosso aplicativo, devemos definir o(s) sistema(s) operacional(is) em que ele será desenvolvido. Atualmente, há um grande número de sistemas operacionais para dispositivos móveis, com isso, há um desafio entre decidir construir aplicativos para uma certa plataforma ou construir aplicativos genéricos. O

principal deles é o Google Android, que está presente na maioria dos *smartphones* nos dias de hoje (GASPAROTTO, 2014). Se realizarmos uma análise podemos perceber que o Android é um sistema que cresce bastante a cada ano que passa, pois os *smartphones* estão aderindo ao sistema operacional da Google, por transmitir uma confiança no mercado (MEDEIROS, 2013).

É importante saber o que sua aplicação precisará, quando se vai construir uma aplicação móvel, além de tudo isso as aplicações móveis possuem uma preocupação relacionada às questões de energia, gasto de bateria e potência. Existem basicamente três categorias de aplicativos: aplicativos nativos, *web apps*, e aplicativos híbridos.

Os aplicativos nativos são representados em uma linguagem de programação padrão relativo ao sistema operacional usado. Há uma vantagem de se utilizar as aplicações nativas do sistema operacional, que a mesma pode se comunicar com os dispositivos do aparelho, como a câmera, microfone, entre outros (GASPAROTTO, 2014).

Os *web apps* são aplicações multiplataforma, que são acessadas via browser, que requerem acesso à internet e a informação de qual é o endereço web da aplicação. Já os aplicativos híbridos são aplicações que formam a junção de aplicações nativas e *web apps*. A vantagem é que o projeto pode ser conduzido à múltiplas plataformas (ZAMIM, FRANCISCATTO, PREUSS, 2014).

Os aplicativos móveis devem obter alguma experiência com o usuário para se tornar interessante e utilizável, por isso, é importante antes de começar o desenvolvimento realizar pesquisas de campo (GASPAROTTO, 2014).

#### **2.4.1 Recursos de Dispositivos Móveis**

Com relação à persistência de dados em ambientes que possuem recursos de armazenamento restrito e uma arquitetura de hardware e software bem diferente do que estamos acostumados em desktops, como é encontrado em dispositivos móveis, pode-se tornar uma tarefa complicada realizar essa operação. As diferenças encontradas entre o desktop e o dispositivo móvel, podem ser sentidas tanto pelo usuário, quanto pelo desenvolvedor.

Um dos recursos mais significativos em qualquer linguagem de programação é a persistência de dados. A persistência de dados para dispositivos móveis pode ser realizada de duas maneiras: Diretamente cliente (dispositivo móvel), com servidor ou local temporária. A persistência local temporária junto com as aplicações clientes instaladas em dispositivos móveis oferece mais agilidade e flexibilidade. A vantagem neste tipo é que se evita ficar estabelecendo conexões a todo momento, pois os dados já estão armazenados no dispositivo.

Outro recurso dos *smartphones* atualmente são as câmeras, que geralmente em vez de uma, agora os aparelhos se compõem por duas, uma frontal e uma traseira. As câmeras são compostas por sensores, lentes, flash, microfones e circuitos auxiliares. O custo e o seu tamanho são a principal diferença das câmeras de celulares, para as câmeras digitais propriamente ditas (MORIMOTO, 2009).

O sistema de iluminação de flash utiliza *LEDs* convencionais, que possuem um baixo consumo e é compatível com o tamanho do celular. Alguns *smartphones* possuem dois *LEDs*, com isso aumenta a capacidade de iluminação do *smartphone*, usualmente o flash é usado no *torch mode* (modo lanterna), onde permanece acesso de maneira contínua, mas com baixa intensidade, este modo é usado para realizar a gravação de vídeos (MORIMOTO, 2009).

#### **2.4.2 Capacidade de Armazenamento em Dispositivos Móveis**

Os dispositivos móveis apresentam hoje em dia capacidade de armazenamento razoável e podendo ter a sua memória estendida. Com isso, o usuário possui poder de decisão de como vai alocar a mídia, não necessitando apenas o armazenamento ser feito na memória interna do celular (QUINTA, LUCENA, 2010).

Nos antigos *smartphones* utilizava-se memória SRAM sendo a memória de armazenamento do dispositivo, essa memória tinha a vantagem de ser rápida, mas como desvantagem era volátil, ou seja, não podia retirar a bateria do aparelho senão ocasionaria perda de dados (MORIMOTO, 2009).

Desde de 2004 houve uma mudança do tipo de memória para Flash, a mesma permite que não se perca os dados caso a bateria precise ser removida, com isso foram desenvolvidos os primeiros *smartphones* com baterias removíveis (MORIMOTO, 2009).

O tipo de memória RAM atribuída à *smartphones* são a SDRAM, que são fabricadas com o objetivo de consumir menos energia. A memória RAM no dispositivo móvel é composta por um determinado número de memória Flash, que são produzidas com o fundamento de consumir pouca energia também. Ela é que determina a quantidade de programas e aplicativos em que o usuário pode fazer uso sem que falte memória (MORIMOTO, 2009).

Um dos problemas de aparelho com pouca capacidade de armazenamento é limitar o usuário ao número de aplicações que pode baixar e instalar, assim como também o limitando no armazenamento de fotos, vídeos e contatos.

Para os aparelhos que permitem um armazenamento expansível, temos o cartão SD de memória, que permite armazenar uma maior quantidade de músicas, vídeos, aplicativos, fotos, variando do tamanho de memória disponível que o cartão alcança (QUINTA, LUCENA, 2010).

A partir dos cartões microSD, foi criado o padrão SDHC, que foi quando o sistema de arquivos FAT32 passou a ser usado oficialmente. Por sequência, houve uma atualização desse padrão para o padrão SDXC. Com todos os *smartphones* suportando e sendo compatíveis com esse padrão, a capacidade suportada pode chegar até à 32 GB. Com isso, utilizar cartões micros acaba sendo mais vantajoso, pois oferecem uma capacidade maior de armazenamento nos *smartphones*, com custos acessíveis (MORIMOTO, 2009).

## **2.4 TRABALHOS RELACIONADOS – FERRAMENTAS DE APOIO AOS TESTES DE USABILIDADE EM DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Dentre os trabalhos em que se aplica testes de usabilidade, o trabalho de (AMÂNCIO, 2012) tem por objetivo realizar um mapeamento sistemático para identificar quais são os tipos de teste de usabilidade, as principais aplicações e técnicas que estão sendo utilizadas no contexto de aplicações móveis. Foi utilizada uma metodologia de mapeamento sistemático tomando como base práticas do método de revisão sistemática de Kitchenham (2007). O resultado do mapeamento sistemático forneceu uma interpretação de como as técnicas de teste de usabilidade estão sendo utilizadas para avaliar aplicações móveis, com isso percebeu-se que as técnicas, geralmente, são utilizadas em conjunto. Como resultado, conclui que as técnicas utilizadas nas aplicações móveis apresentadas nos artigos levantados são

as mesmas utilizadas em aplicações desktop, não existindo nenhuma técnica específica para este tipo de aplicação.

O trabalho de (SANTOS, ROCHA, 2011) tem por objetivo averiguar a influência do contexto móvel da aplicação, assim como iluminação, movimentação e local onde estão sendo realizados os testes de usabilidade com dispositivos móveis. Para isso, foi desenvolvido o aplicativo ContextCollector, que captura a interação do usuário através de sensores do dispositivo móvel que está sendo usado. Logo esse aplicativo pode ser usado para obter dados tanto por desenvolvedores quanto por testadores, sem precisar estar na presença do avaliador, e também diminuindo os custos existentes para realizar testes de usabilidade, pois, não precisa deslocar o usuário para um ambiente específico de teste em laboratório. Como resultados obtidos, percebe-se que, de maneira geral, a influência do ambiente pouco iluminado afetou o desempenho dos usuários. Assim, uma avaliação de usabilidade feita com o usuário parado e em um ambiente bem iluminado apresentaria melhores resultados.

O trabalho de (FACCIO, 2014) desenvolveu um conjunto de heurísticas e um *checklist* para medir a usabilidade de aplicativos em celulares, chamado MATcH. O objetivo é de validar essas heurísticas através de um estudo empírico comparativo entre os resultados gerados na aplicação criada, com os resultados dos testes de usabilidade, para garantir uma confiança no MATcH. Foram realizadas interações e nos resultados obtidos encontra-se uma incerteza quando comparados, percebendo que o MATcH avalia com uma maior firmeza a usabilidade ligada ao projeto e design de interface, diferente dos testes de usabilidade que avaliam o usuário no geral. Portanto, é necessário um aprimoramento do MATcH para que aconteça uma aproximação dos resultados, tornando a aplicação mais confiável.

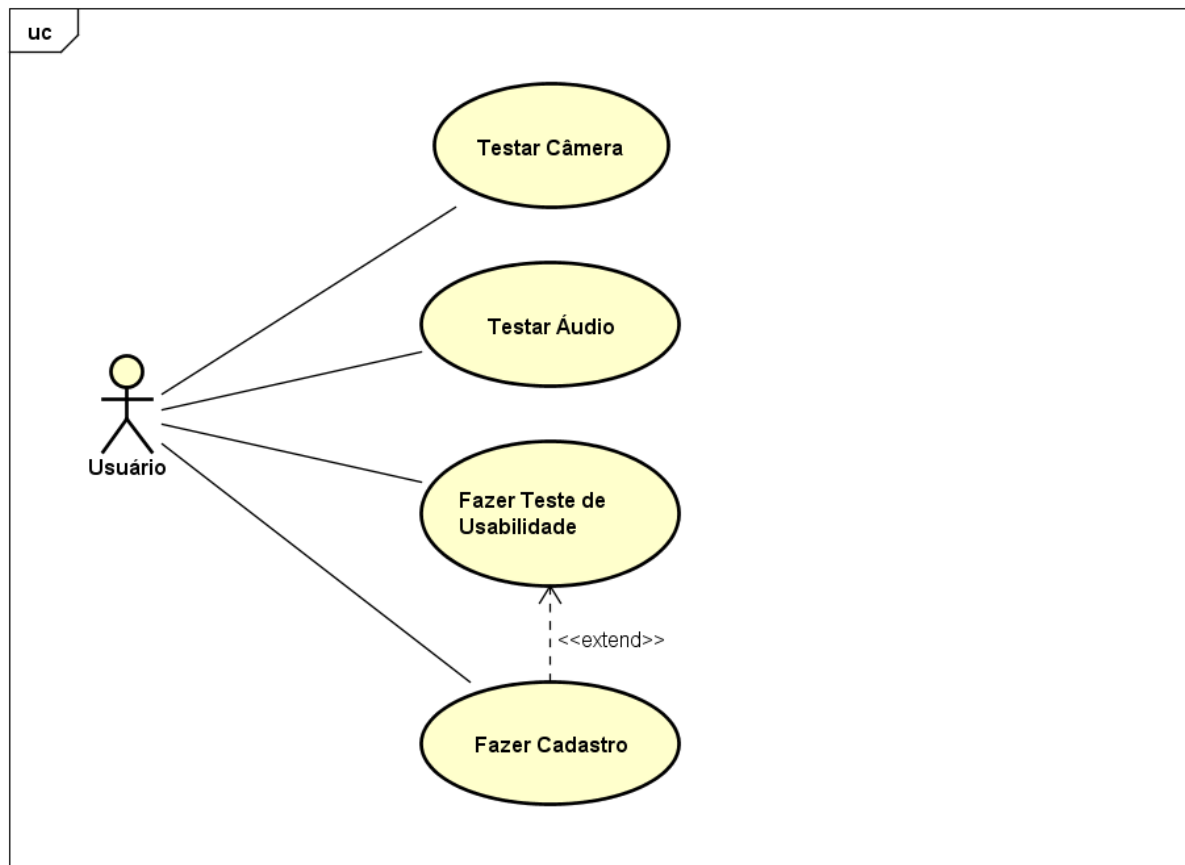
### 3. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

Um teste de usabilidade consiste em verificar a capacidade de interação de um sistema interativo com seu usuário, na proporção que eles fazem o uso do aplicativo de software. Realizando o teste de usabilidade desse software em um contexto real ou o mais próximo possível e avaliando a qualidade das interações do usuário com o sistema (CYBIS; BETION; FAUST, 2010).

Como o objetivo do teste de usabilidade é o de testar se o produto que está em desenvolvimento irá trazer satisfação para o usuário, ao realizar as tarefas para o qual foi traçado, podemos então, realizar testes com a observação no usuário. Dessa forma, observar o usuário no momento do teste pode ser um fator fundamental para entender o que está ocorrendo no momento da interação, do usuário com *software* (PREECE; BORGES; SHARP, 2005).

A ferramenta desenvolvida foi projetada utilizando os recursos de áudio, vídeo, notificação e segundo plano do *smartphone*. Com o intuito de filmar o usuário ao realizar o teste de usabilidade, por meio da câmera frontal do celular e capturar *snapshots* da tela que o mesmo encontra-se navegando no momento da interação.

Dessa forma o desenvolvimento da ferramenta, ilustrado pelo caso de uso na Figura 6, foi esboçado seguindo os conceitos de teste de usabilidade com observação no usuário. A Figura 6, retrata a interação do usuário com o *software*, no qual o mesmo pode interagir com as funcionalidades de testar câmera, testar áudio, fazer teste de usabilidade e realizar cadastro do aplicativo implementado. O usuário realiza os testes e também verbaliza sua opinião do site ou aplicativo que está avaliando.



powered by Astah

Figura 6 - Diagrama de caso de uso da ferramenta proposta. (Elaborado pelo autor)

### 3.1 Ambiente de Apoio aos Testes de Usabilidade em Dispositivos Móveis

Esta pesquisa propõe uma abordagem baseada em testes de usabilidade com observação de usuário, para aplicativos e/ou sites de dispositivos móveis. Para tal, foi desenvolvida uma ferramenta na plataforma Android que abrange recursos para a execução da abordagem proposta e foi batizada de *ErgoMobile*.

A primeira versão do Android chegou no mercado no ano de 2008, com o T-Mobile G1, que foi o primeiro celular a rodar o Android, sistema operacional móvel mais utilizado no mundo atualmente (LECHETA, 2015).

Sobre o Android, podemos dizer que cada versão é apelidada com um nome de um doce, gerando uma grande expectativa no mercado, por parte dos usuários. Atualmente já estamos na versão 6.0, chamada de *Marshmallow* (LECHETA, 2015).

Por esse motivo, a questão inicial abordada na implementação foi a de compreender sobre as versões da plataforma Android, pois oferecem compatibilidades diferentes.

O processo de desenvolvimento dessa abordagem e da ferramenta foi dividido em quatro fases: Definição da estrutura do sistema, Coleta de dados, validação e análise final dos dados.

Para atingir um dos objetivos propostos neste trabalho, que era a implementação da ferramenta, foi necessário identificar e selecionar as ferramentas e componentes para serem utilizados.

O primeiro desafio encontrado no processo de desenvolvimento foi realizar estudos para compreender e entender sobre a linguagem de programação escolhida para implementar o aplicativo proposto.

O ambiente de desenvolvimento escolhido integrado foi o Android Studio, que oferece ferramentas para a criação de aplicativos em todos os tipos de dispositivos Android. Após a escolha do ambiente de desenvolvimento integrado, o próximo passo foi realizar o *download* e instalação do mesmo. A obtenção da ferramenta foi feita no site <https://developer.android.com/studio/index.html?hl=pt-br> na v2.2.2, 2016. A gratuidade da ferramenta, a compatibilidade com o sistema operacional que obtinha e o amplo material de apoio disponibilizado pelos seus criadores contribuíram para sua escolha.

O próximo passo foi a prototipação, ou seja, quando foram definidos esboços das telas que iriam conter no aplicativo. Neste momento, foi realizada a organização do projeto, de forma com que cada tela assumiria funcionalidades, então, os recursos que necessitaria são identificados e distribuídos. Com os recursos que seriam utilizados já definidos, que é métodos como: vídeo, áudio, notificação e *background*, avançamos para a próxima fase que foi definir classes que se adequariam para que permitisse o uso desses recursos no *smartphone*. Então, foram estabelecidas algumas classes como:

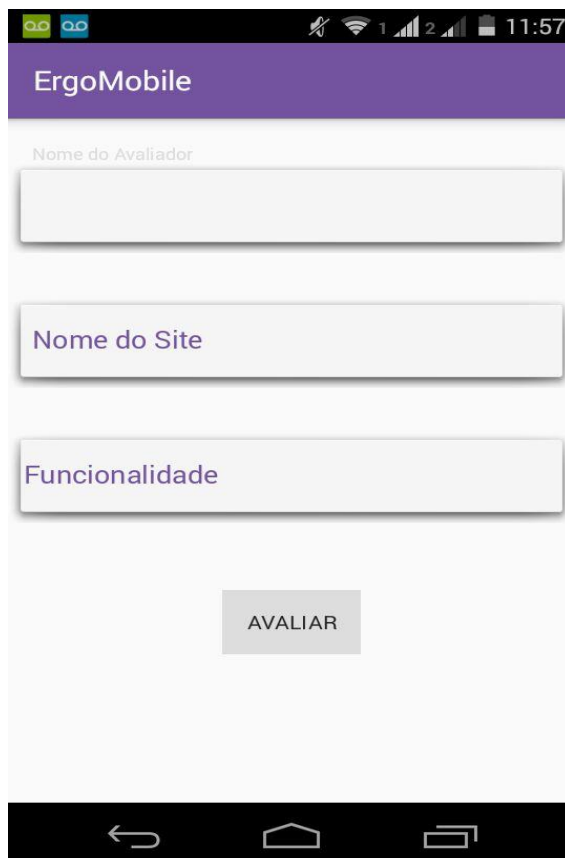
- *Media Recorder*: é utilizada para gravar áudio e vídeo. O funcionamento sobre a gravação, funciona como uma máquina de estados simples, na qual é necessário definir toda a configuração de fonte de áudio, formato de saída, codificação de vídeo, entre outras. Há uma diversa disponibilidade de métodos públicos, com



os quais podemos realizar chamadas e ter um total controle sobre a aplicação. Portanto, o evento de gravar áudio e vídeo foi implementado utilizando os recursos que essa classe disponibiliza (DEVELOPERS, 2016).

- *Service*: foi necessário para que o aplicativo rodasse em segundo plano. Um serviço pode lidar com transações de rede, reproduzir músicas, interagir com um provedor de conteúdo, tudo a partir do segundo plano. Por exemplo, um serviço iniciado tem um ciclo de vida independente do componente que o iniciou, além do que ele pode ser executado em segundo plano indefinidamente, mesmo que o elemento que o iniciou seja eliminado (DEVELOPERS, 2016).
- *Notification Manager*: é utilizado para notificar o usuário de eventos que acontecem, ou seja, avisar o usuário que alguma coisa aconteceu em segundo plano. As notificações podem ser exibidas em diferentes formas: ícone na barra de status, ligar ou piscas LEDs no dispositivo, tocar um som ou vibrar (DEVELOPERS, 2016).
- *Media Projection Manager*: token que permite ao aplicativo realizar a captura do conteúdo da tela. É essa classe inclui uma observação de compatibilidade de versão pois só é permitido fazer o uso da mesma na versão 5.0 do Android ou superior (DEVELOPERS, 2016).

A primeira tela implementada foi a tela de cadastro, como mostrado na Figura 7, na qual é definido o nome do avaliador, nome do site a ser avaliado e a funcionalidade.



The screenshot shows the registration screen of the ErgoMobile application. At the top, there is a purple header with the text "ErgoMobile". Below the header, there are three input fields: "Nome do Avaliador", "Nome do Site", and "Funcionalidade". Each field is a light gray rectangle with a thin border. Below these fields is a gray button labeled "AVALIAR". At the bottom of the screen, there is a black navigation bar with three white icons: a back arrow, a home icon, and a recent apps icon. The status bar at the very top shows the time as 11:57 and various system icons.

**Figura 7 - Captura de tela da aplicação gerada para cadastro no aplicativo.**

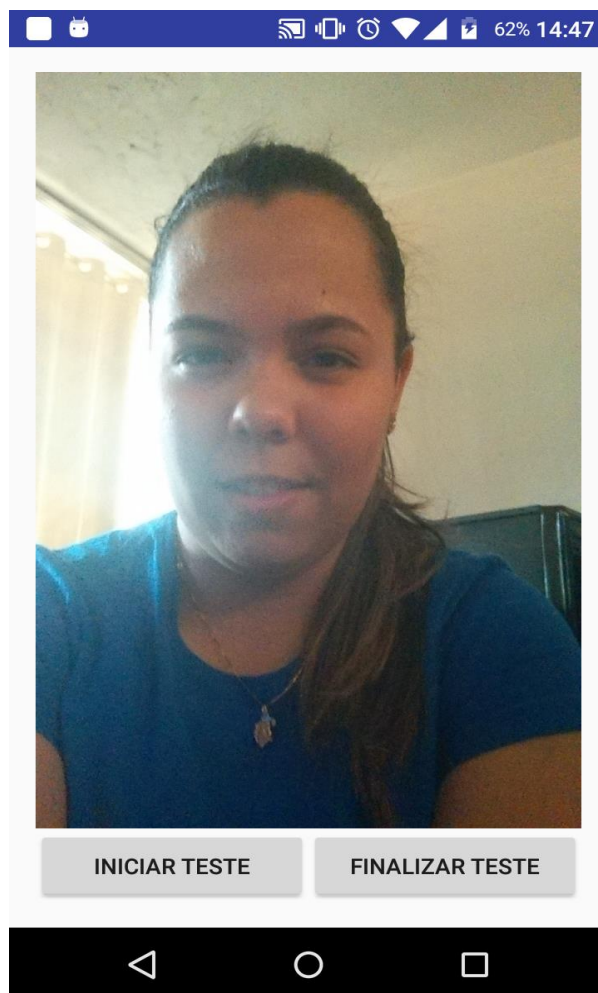
Na segunda tela, mostrada na Figura 8, encontram-se todas as funcionalidades que o aplicativo possui, sendo:



Figura 8 - Captura de tela da segunda tela da aplicação.

- Testar câmera: funcionalidade que permite ao usuário a sua visualização por meio da câmera frontal do *smartphone*. Com isso, o usuário verifica se a câmera está funcionando corretamente e também se posiciona da forma correta antes de iniciar o teste de usabilidade;
- Testar áudio: nesta funcionalidade é possível verificar se o microfone do dispositivo encontra-se funcionando corretamente e permite realizar uma gravação teste de um áudio para entender o funcionamento; e
- Teste de usabilidade: nesta funcionalidade inicia-se o teste de usabilidade, como mostrado na Figura 9, nesse momento o ErgoMobile pede permissão para começar a capturar *snapshots* da tela, e o aplicativo começa a rodar em segundo plano, ou seja, o serviço é iniciado, a câmera do dispositivo móvel é ligada, as capturas de tela são iniciadas e a notificação é criada na barra de status superior, até que o usuário termine de realizar o teste de usabilidade e o finalize. Dessa forma, o usuário sai da tela do aplicativo e começa a navegar

pelo site e/ou aplicativo escolhido para ser avaliado. Foi definido que os *snapshots* de tela seriam capturados no intervalo de tempo entre um e um segundo.



**Figura 9 - Captura de tela da aplicação da tela de iniciar o teste de usabilidade.**

A gravação do vídeo pode ser em resolução alta ou baixa, que é definido no código e as imagens são salvas em formato de jpg, em um diretório chamado ErgoMobile criado no dispositivo móvel e para cada teste realizado, criam-se subpastas com a data e a hora em que o teste foi feito, então, são armazenadas as informações. É possível que o usuário realize um novo teste sem que feche a aplicação, porém, sempre é necessário que ele cadastre o teste que será feito.

Como restrição, a ferramenta necessita que o *smartphone* possua a versão do Android 5.0 ou superior para que seja executada, isso acontece pelo fato de que a classe *Media Projection Manager*, que é responsável por capturar os *snapshots* de tela, necessita desta compatibilidade. Em versões inferiores, só é permitido fazer o

uso da classe e as capturas de tela fazendo acesso como *root* no sistema. Fazer o *root* no aparelho significa torna-se o administrador do sistema e ter acesso a partes do Android que antes ficavam inacessíveis para um usuário comum. No entanto, isso pode ser um problema, pois arquivos do sistema ficam expostos e podem até mesmo ser excluídos, ou então, ocasionar uma inutilização do aparelho. Conseqüentemente, chegamos à conclusão de que utilizar a ferramenta em versões do Android inferiores a 5.0, seria inviável, pois se tornaria um problema para o usuário podendo ocasionar um caos na utilização do aplicativo.

## 4. VALIDAÇÃO

As próximas subseções apresentarão detalhes do aplicativo ErgoMobile, a fim de apoiar testes de usabilidade com observação de usuário, para aplicativos e/ou sites de dispositivos móveis, assim como suas restrições estabelecidas.

### 4.1 Verificação da Infraestrutura

As atividades de coleta dos dados foram efetuadas pelo aplicativo desenvolvido ErgoMobile, criado na linguagem de programação Java, no qual foram integrados os recursos de áudio, vídeo, notificação e captura de *snapshots* de tela, executando em segundo plano. Como o objetivo do presente trabalho foi verificar o comportamento do dispositivo móvel na coleta de dados de teste de usabilidade, então foram realizados testes técnicos na aplicação. Quando se inicia o teste, a gravação do vídeo pela câmera frontal é iniciada e a captura de *snapshot* de tela, que é realizada no intervalo de tempo de um em um segundo, que é configurado no código fonte da aplicação, também é iniciada.

Para os testes, foram selecionadas duas pessoas com conhecimentos básicos sobre teste de usabilidade e três *smartphones* de modelos e configurações diferentes. Tendo em vista verificar a eficiência da infraestrutura do *smartphone*, em relação à memória que os dados ocupariam, foram realizados testes técnicos. Porém, nesses testes a ferramenta era ligada e ficava coletando imagens, mas não alternava entre telas, permanecia na tela mostrada na Figura 9, rodando apenas em primeiro plano, para que fosse possível realizar o teste sem que o aplicativo fosse finalizado e fosse possível obter os dados que foram gerados. Com a realização dos testes com o aplicativo, pode-se perceber resultados de como o aplicativo se comportou.

O primeiro teste, apresentado na Tabela 1, foi realizado em um *smartphone* Motorola® Moto g – geração 2, Android 6.0, com 8 Gb de memória interna. O tempo de teste foi de 31 segundos em baixa qualidade e 30 segundos em alta qualidade. Na Tabela 1, podemos visualizar um comparativo sobre os dados gerados no teste que foi feito.

Tabela 1 – Primeiro teste técnico realizado no aplicativo.

Qualidade	Tempo de teste	Número de snapshots	Dados snapshots	Dados do vídeo	Total
<b>Baixa</b>	31 seg.	28	470 KB	550 KB	1020 KB
<b>Alta</b>	30 seg.	31	9, 70 MB	37, 3 MB	47 MB

Fonte: Elaborada pelo Autor.

O segundo teste, apresentado na Tabela 2, foi realizado em um *smartphone* Samsung®, Android 5.0.2, com 8GB de memória interna. O tempo de teste foi de 2 minutos e 34 segundos em baixa qualidade e 2 minutos e 32 segundos em alta qualidade. Na Tabela 2, é possível visualizar um comparativo sobre os dados gerados no teste que foi feito.

Tabela 2 – Segundo teste técnico realizado no aplicativo.

Qualidade	Tempo de teste	Número de snapshots	Dados snapshots	Dados do vídeo	Total
<b>Baixa</b>	2 min. 34 seg.	157	38,9 MB	9, 47 MB	48,37 MB
<b>Alta</b>	2 min. 32 seg.	149	22,7 MB	91 MB	113,7 MB

Fonte: Elaborada pelo Autor.

O terceiro teste, apresentado na Tabela 3, foi realizado em um *smartphone* Motorola® Moto G – geração 2, Android 6.0, com 4 GB de memória interna. O tempo de teste foi de 17 minutos e 12 segundos em baixa qualidade e 17 minutos e 05 segundos em alta qualidade. Na Tabela 3, é possível visualizar um comparativo sobre os dados gerados no teste que foi feito.

Tabela 3 – Terceiro teste técnico realizado no aplicativo.

Qualidade	Tempo de teste	Número de snapshots	Dados snapshots	Dados do vídeo	Total
<b>Baixa</b>	17 min. 12 seg..	996	401 MB	17,6 MB	418,6 MB
<b>Alta</b>	17 min. 05 seg..	426	167 MB	1,20 GB	1395,8 MB

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Os resultados apontaram que as qualidades definidas em código, para a gravação do vídeo e para os snapshots de tela, influenciam altamente no consumo total de dados utilizados em memória. Com relação aos três testes feitos, foi possível concluir que em qualidade baixa atingiu um uso total de 542, 77 MB da memória do *smartphone* e em qualidade alta atingiu um uso total de 1,82 GB da memória do *smartphone*, ou seja, com um total de 20 minutos e 17 segundos de teste, podemos afirmar que realizando em qualidade alta consome-se três vezes mais memória interna do *smartphone* para armazenar os dados obtidos pelo teste, mas a diferença de uma qualidade para outra, não produz um grande impacto na qualidade da imagem visualizada pelo usuário, tanto as imagens de capturas de tela, quanto a imagem gravada do vídeo.

Levando em consideração que o tempo médio de teste de usabilidade realizado em *desktop* é em média quinze minutos, podemos dizer que é considerado satisfatório o percentual apresentado na avaliação do aplicativo e da abordagem desta pesquisa. Podemos concluir que embora tenha apresentado limitações o aplicativo, em relação a ser executado em segundo plano, se possuir memória interna disponível, o teste pode ser realizado com sucesso. Pois no quesito bateria e desempenho, não houve um grande impacto. O percentual de bateria utilizada no momento de realização dos testes, continuou o mesmo, de quando é utilizado o *smartphone* em outros aplicativos. Obtendo os dados e realizando uma análise, gera-se um ponto positivo para esta pesquisa, no qual o dispositivo suportara gravar longos períodos de testes sem que acabe a bateria



## 4.2 Restrições da Aplicação

O Android é uma plataforma para *smartphones* baseada no sistema operacional *Linux*, possui inúmeros componentes, com diversas disponibilidades de bibliotecas e interface gráfica. Sua arquitetura é dividida em *Kernel*, *runtime*, bibliotecas, *framework* e aplicativos. O *kernel* faz a união do *hardware* com o *software*, tendo como principal objetivo gerenciar e permitir que os aplicativos sejam executados e façam uso dos recursos disponíveis. Outro fator importante que se refere ao núcleo, é garantir que a memória *RAM* seja usada em seu potencial sem riscos (SIMÕES, PEREIRA, 2014).

Com isso, podemos definir os processos como unidades independentes de execução gerenciadas pelo sistema operacional e *threads*, como pequenas unidades de execução, ou seja, tarefas, que são executadas dentro de um processo na qual a sua área de memória é compartilhada entre outros *threads* do mesmo processo, permitindo a comunicação entre si (FERRARINI, 2012).

Quando uma aplicação Android é inicializada, o sistema operacional cria um processo que gerencia seu estado e sua memória, que é o primeiro *Thread* da aplicação, denominado de *Main Thread*. O *Thread* principal é o responsável por atualizar a aplicação em um loop infinito, então qualquer rotina iniciada dentro dessa *Thread* bloqueará as atualizações da interface até que sua execução seja finalizada. Caso a rotina se prolongue, pode ocasionar por congelar a interface, caso congele por mais de 5 segundos, o sistema sugere ao usuário forçar a finalização da aplicação.

O Android pode decidir encerrar um processo em algum ponto, quando a memória é baixa e exige-se recuperar memória para outros processos que necessitam mais imediatamente o usuário. A aplicação executada nesse processo que é morto é destruída, então um novo processo é iniciado novamente para os componentes quando há trabalho para eles fazerem. A decisão de qual processo matar, o sistema Android pesa pela importância relativa para o usuário. Por exemplo, é mais fácil encerrar um processo de atividades que não se encontra visível na tela, do que um processo de atividade visível na tela. Um processo em segundo plano é uma atividade não visível no momento para o usuário, esses processos podem ser mortos a qualquer instante pelo sistema para recuperar memória de um processo de primeiro plano (DEVELOPER, 2016).

No ErgoMobile, foram implementadas as atividades de capturar tela, gravação de vídeo, segundo plano e notificação, executadas em segundo plano no aplicativo. Relacionando os conceitos de processo e threads citados acima, podemos dizer que o processo criado da aplicação é da categoria de segundo plano, não visível na tela, pois o usuário inicia o teste de usabilidade e sai da *activity* atual para acessar o *browser* ou navegar por um aplicativo para realizar a avaliação.

No momento de realizar os testes de usabilidade, nos deparamos com a restrição de que a aplicação só consegue executar 30 segundos de teste, sem que o Android mate a aplicação atual. Isso acontece porque o sistema está encerrando o processo e reiniciando a atividade, não permitindo dar continuidade à gravação do vídeo e nem das capturas de telas a partir de 30 segundos após o início do teste, pelo motivo que o aplicativo consome uma elevada quantidade de memória RAM em momento de execução, como apresentado na Figura 10, com isso o sistema mostra a caixa de diálogo, dando a opção para o usuário de forçar a finalização da aplicação ou então ele congela a tela, matando o processo da aplicação, dando prioridade para outro processo que necessita de memória no momento.



**Figura 10 – Alto consumo de memória RAM. (Elaborada pelo Autor)**

Para ser possível realizar os testes técnicos, descritos na verificação da infraestrutura o aplicativo foi executado da seguinte maneira: o aplicativo foi inicializado, o teste de usabilidade foi iniciado, porém, quando a caixa de diálogo apareceu perguntando se desejava encerrar o aplicativo, foi clicado em aguardar,

então continuou a gravação do vídeo e as capturas de tela normalmente, só que permanecendo na mesma tela, ou seja, na mesma *activity* do Android, e isso foi repetido inúmeras vezes, a cada 30 segundos a caixa de diálogo surgia, para alcançar um período maior nos testes. Dessa forma, não foi possível realizar a interação por meio dos testes de usabilidade, para avaliar um site/ou aplicativo.

A explicação se dá pelo fato de que enquanto o usuário permanece na mesma tela de iniciar o teste, mostrado na Figura 9, Figura 9 - Captura de tela da aplicação da tela de iniciar o teste de usabilidade. o aplicativo neste momento roda apenas em primeiro plano e por isso o sistema não mata a aplicação quando há um aumento da memória RA. Mesmo aparecendo a mensagem que o aplicativo não está respondendo, é possível forçar o sistema a dar prioridade para o processo atual do ErgoMobile. Por consequência, foi possível gravar um tempo maior de testes técnicos para gerar dados e fazer a análise, que é o foco principal do projeto, comparando qualidades e modelos diferentes de *smartphones*, para verificar se influenciariam e suportariam gerar e armazenar grande quantidade de dados.

## 5. RESULTADOS

Os dados oriundos dos testes técnicos realizados, indicam que realizar teste de usabilidade em dispositivos móveis é uma abordagem viável, porém, podem ocorrer algumas limitações relacionadas com os dispositivos móveis quando executados em segundo plano.

Nos testes técnicos realizados, apesar das limitações, eles tiveram um período longo de duração, e o consumo de bateria não se alternou, do normal consumido por aplicativos diferentes já instalados no sistema. O *smartphone* perdeu um pouco em desempenho, porque rodar o aplicativo em segundo plano foi o problema, como citado em capítulos anteriores

No entanto, vale ressaltar que o foco deste trabalho não é o de realizar teste de usabilidade, e sim a coleta dos dados, ou seja, se o dispositivo móvel suporta gravar longos vídeos, áudios e inúmeros *snapshots* de tela sem consumir muita memória interna e sem diminuir o desempenho do celular ao ponto de não ser possível executar o aplicativo e avaliar um site/ou aplicativo. Levando em conta que foi possível implementar o recurso de gravação de vídeo através da câmera frontal, gravação de áudio, notificações e capturas de tela, é possível colocar em evidência que o *smartphone* se mostrou viável para a utilização, no quesito consumo de bateria e armazenamento dos dados em memória interna.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, para verificar se é possível realizar testes de usabilidade no *smartphone*, foram propostas uma abordagem e uma ferramenta de teste de usabilidade para apoiar testes de usabilidade com observação de usuário para a plataforma Android. Para o desenvolvimento do aplicativo e da abordagem, foram propostos alguns objetivos específicos como:

- Compreender as características de teste de usabilidade com observação de usuário;
- Determinar uma abordagem de teste de usabilidade com observação para ser aplicada em dispositivos móveis;
- Determinar quais serão as aplicações utilizadas para implementar a ferramenta;
- Implementar a ferramenta em ambiente Android;
- Verificar condições para armazenamento de dados de teste no celular; e
- Avaliar a eficiência e eficácia da ferramenta e da abordagem proposta.

Seguido desses objetivos, o processo de desenvolvimento dessa abordagem e da ferramenta foi dividido em quatro fases: Definição da estrutura do sistema, Coleta de dados, Validação, e Análise final dos dados. O ambiente para o desenvolvimento escolhido integrado foi o Android Studio, a gratuidade da ferramenta, a compatibilidade com o sistema operacional que obtinha e o amplo material de apoio disponibilizado contribuíram para sua escolha.

O desenvolvimento foi projetado para utilizar os recursos de áudio, vídeo, notificação e segundo plano do *smartphone*, com o intuito de filmar o usuário ao realizar o teste de usabilidade e capturar *snapshots* da tela em que o usuário navega no momento da interação. Na fase de prototipação foram definidos esboços das telas que contém no aplicativo e as funcionalidades que cada tela assumiria.

Visando avaliar a abordagem e verificar a eficiência da infraestrutura do *smartphone*, foram realizados três testes técnicos, que faz uso de três aparelhos de *smartphones* de modelos diferentes. Analisando os dados, conclui-se que a qualidade do vídeo gravado e a qualidade das imagens capturadas de *snapshots* de tela

influenciam no consumo total de dados utilizados na memória interna do celular. Embora, haja a necessidade de possuir memória interna disponível no *smartphone*, pode-se considerar satisfatório o percentual de consumo de dados no disco apresentado na avaliação do aplicativo e na abordagem desta pesquisa. Pois, o consumo de bateria utilizada no período de gravação dos testes, foi suportado de maneira eficiente, não alterando em relação a porcentagem que outros aplicativos consomem diariamente. Sendo assim, é possível realizar longos períodos de teste, sem que o dispositivo fique sem bateria e necessite ser recarregado.

Finalmente, após a análise desses dados e do aplicativo em si, identifica-se algumas restrições para se aplicar o teste de usabilidade com a duração maior que um minuto. Dessa maneira, como trabalho futuro para essa pesquisa, necessita-se do desenvolvimento de uma técnica para gerenciamento de memória para este tipo de aplicação no Android. Atualmente, o aplicativo não suporta gravar teste de usabilidade com a duração maior que um minuto. Em outras palavras, o aplicativo rodando em *background* consome muita memória RAM do sistema, obrigando o Android a matar a aplicação após esse intervalo de tempo, para priorizar outros aplicativos que necessitam de memória naquele momento.

Portanto, para a pergunta: será que é possível realizar teste de usabilidade no *smartphone*? Sim, com os estudos realizados nessa pesquisa, podemos dizer que é possível. Mas, no aplicativo é necessário estender o estudo e fornecer uma alternativa para melhorar o gerenciamento da memória. Um exemplo de tal medida, é a implementação do segundo plano do aplicativo em uma rotina separada. Sendo assim possível que o service da aplicação ErgoMobile, fique independente da *thread* principal do Android, podendo diminuir o risco do sistema matar a aplicação toda vez que o aplicativo for executado em segundo plano.

## REFERÊNCIAS

ADRIANO COLETI, T; **Um ambiente de avaliação da usabilidade de software apoiado por técnicas de processamento de imagens e reconhecimento de fala.** 2014. 156p. Dissertação de título de mestrado – Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidade, São Paulo.

AMÂNCIO, F. D. S. **Um mapeamento sistemático da literatura de testes de usabilidade em aplicações móveis.** 2012. 53p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Ceará, Quixadá.

BOREN, M. T.; RAMEY, J. **Thinking aloud: Reconciling theory and practice.** IEEE Transactions on Professional Communication, p. 261-278, 2000.

CAMPOS, F.F; SILVA, J.W.C. **INTERFACE HOMEM-MÁQUINA: Melhores Práticas de Usabilidade.** 2008. 96p. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Tecnologia Termomecânica, São Bernardo do Campo.

CYBIS, W.; BETION, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade - Conhecimentos, Métodos e Técnicas.** [S.I.]: Novatec Editora, 2010.

DEVELOPERS. Disponível em: < <https://developer.android.com/index.html>>. Acesso em 22 de novembro de 2016.

ELERO JUNIOR, R. **Um Framework para auxílio do desenvolvimento de aplicações móveis integradas com plataformas em nuvem.** 2015. 81p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes.

ENGADGET. Disponível em:< <https://www.engadget.com>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FACCIO, R. **Validação de heurísticas de usabilidade para celulares touchscreen por meio de testes de usabilidade.** 2014. 101p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FERRARINI, A. **Multithreading em Android e IOS.** 2012.

GASPAROTTO, H.M. **Aplicações Móveis: Nativas ou Web?** ,2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006, p. 175

ISO 25010: **Software engineering. Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuARE)**. Software and quality in use models.

LECHETA, R.R. **Google Android Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. [S.l.]: Novatec Editora, 2015.

LOWDERMILK, T. **Design Centrado no Usuário: um Guia Para Desenvolvimento de Aplicativos Amigáveis**. Novatec, 2013.

MEDEIROS, H. **Projetando e criando aplicativos para dispositivos móveis**, 2013.

MORIMOTO, C.E. **Smartphones Guia Prático**, GHD Press e Sul Editores, 2009.

NASCIMENTO, H.J; MARTINS, H.G; VICTER, E.F. **Aplicativos para dispositivo móvel: Entendendo o conceito de função matemática**, 2013.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1993.

PIXABAY. Disponível em:< <https://pixabay.com>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

PREECE, J.; BORGES, Y.; SHARP, H. **Design de Interação, Além da interação homem computador**. [S.l.]: Bookman, 2005.

QUINTA, M.R; LUCENA, F.N. **Problemas e soluções em u-learning e a adaptação de conteúdo de objetos de aprendizagem para diferentes dispositivos**. 2010. 10p. – Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SANTOS, R. M.; ROCHA, L. S. **Análise do contexto móvel nos testes de usabilidade de aplicações móveis**. ERCEMAPI. Piauí, 2011.



SCAPIN, D.; BASTIEN, C. **Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems**. Behaviour and Information Technology, v. 16, 1997.

SIMÕES, D.D; PEREIRA, C.J. **Sistemas operacionais móveis – android X ios**. 2014. 6p. – Universidade Paranaense – Unipar, Paranavaí, Pr.

VAN AMSTEL, F. Disponível em:< <http://pt.slideshare.net/usabilidoido/como-fazer-testes-de-usabilidade>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

ZAMIM, L.; FRANCISCATTO, R.; PREUSS, E. **Frameworks para criação de Web Apps para o Ensino Mobile**. Anais do EATI – Encontro Anual de tecnologia da Informação e Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação, p. 393-397, 2014.