

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO

Pedro van Rooij Costa

**Estudo de Caso: Design de Interface de um
Visualizador DICOM em iPad 2**

Florianópolis – Santa Catarina
2013/1

Estudo de Caso: Design de Interface de um Visualizador DICOM em iPad 2

Trabalho de conclusão de curso
submetido à Universidade Federal de Santa Catarina
como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Dr. rer. nat. Christiane Gresse von Wangenheim, PMP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA
2013/1

Agradecimentos

À professora e orientadora Christiane Gresse von Wangenheim por explicitar a importância da usabilidade em aplicativos e por sua dedicação e apoio durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Harley Miguel Wagner por incentivar o projeto e o suporte ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Aldo von Wangenheim pelo suporte nos testes de usabilidade e por ter aceitado participar da banca.

A Juliane Nunes e Thaísa Lacerda por me mostrarem os princípios de um teste de usabilidade na prática.

Aos professores do Curso de Ciências da Computação pela formação profissional proporcionada.

A Nathalie Ferreira por me ajudar sempre que necessário.

Aos meus amigos, por todo carinho e suporte.

Aos meus pais e irmã, pelo apoio incondicional, amor e compreensão.

Índice Remissivo

Resumo	6
1. Introdução	7
1.1 Contextualização	7
1.2. Objetivos	11
1.3. Metodologia	11
1.5 Estrutura do documento.....	12
2. Fundamentação teórica.....	13
2.1 Telerradiologia.....	13
2.1.1 Visualizadores de imagens radiológicas	16
2.2 iPad.....	17
2.2.1 iPad na radiologia.....	19
2.3 Usabilidade	20
2.3.1 Problemática de design de interface para iPad	23
3. Estado da Arte	25
3.1 Objetivo da Busca.....	25
3.2 Análise em relação a heurísticas de usabilidade em iPads	26
3.2.1 Realização da Busca de Artigos Científico	26
3.2.2 Extração de Informação de Artigos Científicos.....	26
3.2.3 Definição e Realização da busca em relação a guia de estilo	28
3.2.4 Extração da Informação do guia de estilo de design.....	28
3.2.5 Mapeamento	29
3.3 Análise em relação a heurísticas de aplicações de teleradiologia	31
3.3.1 Realização da Busca de Artigos Científico	31
3.3.2 Extração de Informação de Artigos Científicos.....	32
3.3.3 Mapeamento	33
3.4 Discussão	33
4. Realização de estudo de caso	34
4.1.1. Análise do contexto	34
4.2 Prototipação de design de interfaces.....	45
4.2.1 Prototipação iteração 1	45
4.2.2 Prototipação iteração 2	47
4.2.3 Prototipação iteração 3	48
4.3 Desenvolvimento do aplicativo	50
4.3.1 Análise de requisitos funcionais, não funcionais e de usabilidade ...	51
4.3.2 Modelagem da arquitetura do sistema	52
4.3.3 Implementação.....	54
4.3.4 Testes	58

5. Avaliação	61
5.1 Definição da avaliação.....	61
5.2 Planejamento da avaliação.....	63
5.2.1 Materiais da avaliação.....	63
5.2.2 Procedimento da coleta de dados	64
5.2.3 Etapas da avaliação	64
5.2.4 Equipamento	64
5.2.5 Papeis no teste	65
5.3 Execução da avaliação	65
5.5 Resultados da avaliação	67
5.6 Discussão	74
5.6.1 Ameaças a Validade.....	76
6. Conclusão	77
Referências	78
Anexos	81
Anexo A – Termo de consentimento da entrevista	81
Anexo B – Entrevista para elicitare perfil do usuário	81
Anexo C – Script para teste de usabilidade	84
Anexo D – Termo de consentimento teste de usabilidade	85
Anexo E – Descrição da tarefa do teste de usabilidade	86
Anexo F – Questionário pós-teste de usabilidade	87
Anexo G - Estrutura detalhada das tarefas.....	89
Anexo H – Respostas do questionário.....	92

Resumo

Dispositivos móveis estão se tornando cada vez mais populares e usuários de diferentes profissões estão adotando-os como ferramenta de trabalho. Isso também pode ser observado na área de saúde, como na teleradiologia, onde dispositivos móveis facilitam o acesso a informações de forma remota e portátil. No âmbito da teleradiologia, um dos principais softwares usados são visualizadores de imagens radiológicas, que atualmente são muito utilizados por médicos via *workstations* fixas. Ainda existe uma deficiência de aplicativos focados na área de visualização de imagens radiológicas em dispositivos móveis.

Uma questão chave em relação a aplicativos na área de saúde, incluindo visualizadores de imagens radiológicas é a usabilidade. A falta de usabilidade pode gerar erros de diagnóstico, por exemplo, devido a dificuldade de uso dos aplicativos disponíveis. Dessa forma existe a necessidade de melhorar a usabilidade desses aplicativos em termos de eficácia, eficiência e satisfação.

Dentro desse contexto o presente trabalho visa desenvolver as interfaces gráficas de um visualizador radiológico para iPad, levando em consideração diversos conceitos de usabilidade visando a eficácia, eficiência e satisfação no uso do aplicativo.

É realizado um estudo de caso executando sistematicamente um processo de engenharia de usabilidade para desenvolver e avaliar o design de interface de um visualizador DICOM para iPad 2. Como parte do trabalho também é implementado um aplicativo funcional.

Como resultado desse trabalho é criado o design de interface e um aplicativo funcional de visualização de imagens radiológicas no iPad 2, identificando pontos críticos de interface para visualizadores DICOM para iPad. O aplicativo será posteriormente integrado ao STT - Sistema de Telemedicina e Telessaúde de Santa Catarina.

Espera-se que as interfaces definidas sirvam como guia para a criação de visualizadores DICOM para *tablets* e que o aplicativo seja utilizado no cotidiano de trabalho de médicos do sistema catarinense de telemedicina.

1. Introdução

1.1 Contextualização

Enquanto tecnologias *wireless* evoluem, a revolução móvel trará mudanças drásticas e fundamentais para o mundo. Essa revolução já começou e está ganhando impulso. Ela afetará inúmeras facetas de nossas vidas diárias e a forma de fazer negócios. Essa revolução fornecerá dados importantes em tempo real para auxiliar tomadores de decisão, exercendo grande influência sobre comunicações entre empresas e seus clientes, transformando a maneira como vivemos nossas vidas (SIAU, 2004).

Dispositivos móveis possuem atualmente, alto poder de processamento, monitor de alta resolução e conexão a internet. Eles possuem a capacidade de poderem ser levados para diferentes locais garantindo assim sua portabilidade (TRESADERN, 2012). Um dispositivo móvel possui um sistema operacional, nele é possível instalar aplicativos específicos para o aparelho, entre os dispositivos móveis conhecidos, destacam-se o iPad e iPhone da Apple, o Nexus One (telefone) e Nexus 10 (*tablet*) da Google e o Windows Phone da Microsoft.

Também na área de tecnologia da informação (TI) da saúde estão surgindo aplicativos para dispositivos moveis (HEUSSNER, 2012), como p.ex. *TakeCare*¹ e *CGM Analytix*². Aplicativos desse tipo facilitam cada vez mais a integração e gerenciamento desses ambientes (hospitais, clínicas e consultórios), conseqüentemente trazem agilidade na obtenção de informações de pacientes, comunicação entre médicos e também melhor precisão nas informações passadas entre os colaboradores de um ambiente clínico (KAPIO, 2011).

Entre os sistemas de TI tipicamente utilizados na saúde se encontram os sistemas de telemedicina. Telemedicina usa tecnologias de informação e telecomunicação para distribuir informações ou especialidades necessárias. Providenciando assim serviços de saúde a pessoas separadas geograficamente incluindo médicos e pacientes (LOANE, 2002). O uso de telemedicina possibilita eliminar barreiras de distância e fornecer assistência médica a comunidades antes isoladas, como consequência os custos são reduzidos e a qualidade de assistência aumenta (MEDICINE, 1996).

Telemedicina possibilita o compartilhamento de estudos e laudos entre radiologistas e médicos localizados em diferentes localidades sem a necessidade de locomoção. A teleradiologia é uma das principais áreas da telemedicina assíncrona, ela engloba a troca de imagens radiológicas, sejam raio-x, ressonâncias magnéticas ou tomografias entre médicos, enfermeiros e

¹ <http://www.ne.compugroupmedical.com/products--services/public-hospitals/hospital-information-system.aspx>

² <http://www.ne.compugroupmedical.com/products--services/laboratories/analytix.aspx>

médicos criadores de laudos (WOOTTON; PATTERSON, 2006). Para operacionalizar a teleradiologia assíncrona necessita-se um sistema de software que permite em um lado fazer o *upload* das imagens de diversos dispositivos médicos (raio-x, tomografia) e no outro lado um sistema que permite visualizar as imagens, laudar o exame e registrar o laudo. Com esse processo concluído o médico requerente poderá visualizar o exame em sua totalidade, com o laudo definido e as imagens associadas.

Para possibilitar essa comunicação de dados foi criado o padrão DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) (ISO12052, 2006) para manipulação, armazenamento, impressão e transmissão de informações na área de imagens médicas. O uso de DICOM possibilita a integração de diversos dispositivos como scanners, servidores, *workstations* e impressoras de diferentes fabricantes em um sistema chamado de PACS (*Picture Archiving and Communication System*) (CHOPLIN, 1992). Um arquivo DICOM é gerado através de um escaneamento de uma parte do corpo de um paciente através de um equipamento captador de imagens, como, por exemplo, um aparelho de ressonância magnética. Durante o escaneamento de um paciente diversas imagens DICOM são criadas em sequencia a partir de dados crus. Com esse escaneamento de imagens concluído essas imagens são transferidas para um sistema de arquivamento. Com essas imagens salvas, um médico radiologista pode visualizar essas imagens e analisá-las. Esse fluxo de trabalho pode ser visto na Figura 1.

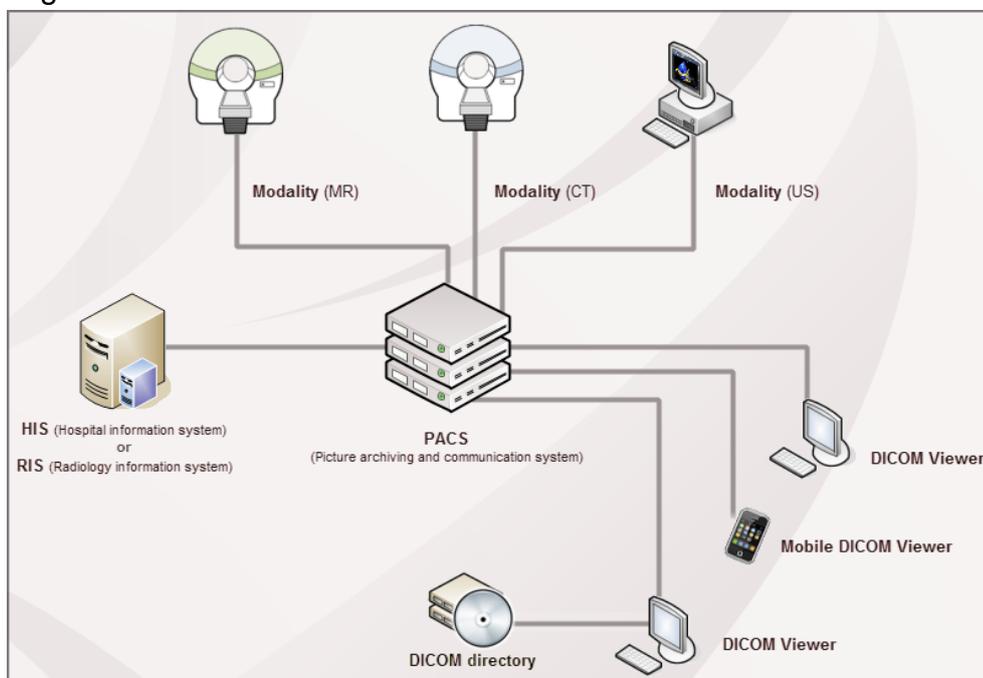


Figura 1, Diagrama PACS, Fonte: <http://www.dicom-viewer.org/img/dicom-viewer-diagram.png>

Atualmente existem diversos visualizadores DICOM, em sua maioria para *workstations*. Esses softwares muitas vezes são feitos pelas próprias empresas que comercializam o aparelho captador das imagens como por

exemplo a Philips³ e Siemens⁴, além de softwares independentes como por exemplo o OsiriX⁵ e ClearCanvas⁶. Outro exemplo é o DIMP⁷, um aplicativo para análise de imagens médicas desenvolvido pelo LabTelemed (Laboratório de informática médica e telemedicina)⁸, um laboratório da UFSC voltado para a telemedicina no âmbito do Sistema Unificado de Saúde (SUS). Esse aplicativo é baseado na web e possibilita a visualização e manipulação simplificada de imagens médicas no padrão DICOM integrado ao portal STT. Todos exames que possuem imagens DICOM disponibilizam o acesso a esse aplicativo, fornecendo uma interface especial somente para manipulação dessas imagens.

Os visualizadores DICOM para *workstations* são bem aceitos atualmente por médicos com enfoque em radiologia (SINDHU; TCHOYOSON, 2012). Recentemente foi identificada uma necessidade de possibilitar o acesso a essas imagens em qualquer local e hora, principalmente em cenários de emergência quando o médico radiologista não possui acesso rápido a uma workstation para análise das imagens e elaboração de um diagnóstico. Portanto, formas alternativas e eficazes de visualização dessas imagens devem ser criadas. *Tablets* por serem dispositivos portáteis com telas relativamente grandes podem ser uma boa alternativa para visualização remota de imagens DICOM (SINDHU; TCHOYOSON, 2012).

Seguindo essa tendência já existem atualmente alguns visualizadores DICOM para dispositivos móveis, oferecendo diversas funcionalidades e ferramentas (Figura 2). Alguns desses aplicativos são gratuitos mas possuem a limitação de se conectarem somente com um servidor PACS privado, acarretando um custo associado.

Aplicativo	Sistema Operacional	Custo	Conecta-se com servidor PACS comum	Aprovado pela FDA
OsirixHD ⁵	iOS	US\$ 29,99	Sim	Não
VueMe ⁹	iOS	Grátis	Não	Sim
ResolutionMD ¹⁰	iOS	Grátis	Não	Sim
Mobile MIM ¹¹	iOS	Grátis	Não	Sim
Droid Dicom Viewer ¹²	Android	Grátis	Não	Não

Figura 2. Visualizadores DICOM para dispositivos móveis.

Essa gama de aplicativos demonstra que há uma necessidade de oferecer também um aplicativo móvel integrado ao STT, visto que o atual DIMP

³ www.healthcare.philips.com/main/clinicalspecialities/radiology/

⁴ <http://healthcare.siemens.com/medical-imaging-it/radiology-information-systems/syngoworkflow>

⁵ <http://www.osirix-viewer.com>

⁶ <http://www.clearcanvas.ca/dnn/>

⁷ <http://www.lapix.ufsc.br/visualizacao-via-browser>

⁸ <http://www.telemedicina.ufsc.br/joomla/>

⁹ <http://www.mimsoftware.com/products/vueme/>

¹⁰ <http://www.calgaryscientific.com/resolutionmd/>

¹¹ <http://www.mimsoftware.com/products/mobile/>

¹² <http://code.google.com/p/droid-dicom-viewer/>

por ser baseado na web, não funciona em dispositivos móveis. Atualmente já existem ferramentas para dispositivos móveis dentro do STT como, por exemplo, o STT Laudos. Esse aplicativo permite visualizar imagens estáticas e laudar todos os exames do sistema, sendo os mesmos de diversas modalidades, o aplicativo opera tanto em iPad quanto em iPhone. Há a necessidade de evoluir esse aplicativo, por exemplo, pela adição de um visualizador radiológico integrado. Isso pode possibilitar a análise das imagens com mais detalhes, mesmo que o usuário esteja longe de uma workstation, adicionando uma boa funcionalidade ao já existente sistema.

Os sistemas voltados para a área da saúde deveriam suportar profissionais da saúde nas suas atividades diárias com pacientes. O que se observa é que existem muitas constatações de experiências negativas em relação a usabilidade nessa área (KAPIO, 2011). A falta de usabilidade na área médica pode provocar diversos problemas. Por exemplo, um estudo realizado em um sistema hospitalar detectou 22 problemas de interface do software que não se adequava ao modo de trabalho em um contexto (KOPPEL, 2005). Devido a falta de adequação, existe uma maior possibilidade de erros ocorrerem. Isso na área da saúde pode levar a consequências até fatais (SHNEIDERMAN, 2011). Através da usabilidade evitasse diversos erros que podem ser provenientes de uma interface mal projetada, consequentemente o trabalho do profissional do ramo se torna mais fácil e preciso (CORE, 2012).

Assim, um dos aspectos de qualidade mais importante, é a usabilidade. Usabilidade é uma medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso (NBR9241-11, 2002). Para desenvolver aplicativos com usabilidade deve-se seguir um processo sistemático de Engenharia de Usabilidade, com o objetivo de facilitar o aprendizado, e que sejam agradáveis para as pessoas (BARANAUSKAS; ROCHA, 2003). Tipicamente há uma abordagem centrada em humanos. O desenvolvimento é realizado de forma interativa e se concentra especificamente em fazer sistemas utilizáveis. Aplicar a engenharia de usabilidade para o design de sistemas envolve tomar conta de recursos humanos, competências, limitações e necessidades (ISO13407, 1999).

Desenvolver um aplicativo para visualização de imagens radiológicas para iPad com boa usabilidade, exige diversos cuidados em relação a esse quesito. O iPad possui uma tela pequena se comparado com os padrões de PCs/workstations e possui uma resolução estática, não possui mouse ou teclado e usa-se dos dedos para manipular botões e itens em sua tela o que acarreta a uma precisão menor comparada com um mouse. A tela não possui alguns artifícios que somente um monitor específico da área possui. Dessa forma há a necessidade de adaptar conceitos de design de interface tipicamente voltado para PCs para dispositivos como o iPad.

1.2. Objetivos

Objetivo Geral

Identificar questões críticas relacionadas ao design de interface para um visualizador radiológico para iPad 2 por meio de um estudo de caso desenvolvendo um aplicativo funcional.

Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

01. Analisar a fundamentação teórica na área de Telemedicina, visualizadores de imagens radiológicas, PACS e *DICOM*, usabilidade e o dispositivo;

02. Analisar o estado da arte de *design* de interface de visualizadores *DICOM*, heurísticas de usabilidade, radiologia e iPad 2;

03. Projetar interfaces para um visualizador de imagens radiológicas para iPad.

04. Implementar um visualizador radiológico para iPad 2 no contexto do Sistema de Telemedicina e Telessaúde do Estado de Santa Catarina.

05. Avaliar o design de interface e a usabilidade do aplicativo desenvolvido.

Limitações

Esse trabalho é focado no estudo de interfaces para um aplicativo visualizador de imagens radiológicas nas modalidades tomografia e ressonância magnética, funcionando em um iPad 2 da Apple.

1.3. Metodologia

Esse trabalho é realizado através de uma pesquisa exploratória envolvendo um estudo de caso, criando um conjunto de interfaces de usuário para uma aplicação de visualização de imagens radiológicas em um iPad 2 da Apple. A metodologia de desenvolvimento deste trabalho é dividida em quatro etapas:

Etapa 1: Essa etapa tem como foco a análise da literatura na área de visualizadores *DICOM* e sua implementação. Além disso haverá um estudo voltado para a área de design de interfaces de visualizadores *DICOM* em dispositivos móveis e heurísticas de usabilidade. Inicialmente é analisado como

funciona um arquivo DICOM e visualizadores radiológicos. Por fim é realizado um estudo sobre usabilidade em modo geral e especificamente para iPad 2.

Etapa 2: Analisar o estado da arte em relação a heurísticas de design de interfaces de visualizadores DICOM e Radiologia para dispositivos móveis. Para esta etapa é utilizada a técnica de revisão sistemática de literatura (KITCHENHAM, 1994). Nessa etapa é definida uma revisão do estado da arte, executando uma busca e extraíndo informações para análise.

Etapa 4: Realização de um estudo de caso através da criação de interfaces gráficas para um visualizador de imagens radiológicas para iPad 2. Nessa etapa segue-se os passos de engenharia de usabilidade. Inicialmente é definido o contexto onde a aplicação está inserida e em sequência é produzido soluções para a aplicação até alcançar boa usabilidade, levando em conta o contexto.

Etapa 5: Desenvolvimento de um aplicativo funcional. Nessa etapa ocorre o processo de software cascata, definindo inicialmente os requisitos, em uma etapa subsequente é feito a modelagem do aplicativo e logo após implementando o estudo de caso através do aplicativo funcional. Com o aplicativo funcionando é realizado testes de sistema.

Etapa 6: Avaliação do aplicativo desenvolvido por meio de testes de usabilidade com médicos especializados em radiologia. O planejamento e execução desses testes são feitos sistematicamente usando um processo de avaliação (WOHLIN, 2012).

1.5 Estrutura do documento

No capítulo 2 são apresentados os contextos de radiologia, usabilidade, descritivo do iPad e ainda comentários sobre usabilidade no iPad.

No capítulo 3 são apresentados estudos sobre o estado da arte no contexto de usabilidade em visualizadores de imagens médicas em iPad, esse estudo foi dividido em um estudo de usabilidade para *tablets* e em seguida um estudo no contexto de aplicativos visualizadores de imagens médicas.

No capítulo 4 inicia-se a parte de desenvolvimento do aplicativo como estudo de caso, definindo protótipos de telas e depois, a criação do aplicativo funcional.

No capítulo 5 define-se o processo de avaliação do aplicativo desenvolvido, com subsequente análise dos resultados.

2. Fundamentação teórica

Nesse capítulo é apresentada uma fundamentação teórica sobre telerradiologia, iPad e usabilidade.

2.1 Telerradiologia

Imagens radiológicas existem desde 1908 e desde aquele tempo raio-x de pacientes vem sendo feitos para posteriormente serem analisados. Radiologia, é uma especialidade médica que emprega o uso de imagens para diagnosticar e tratar doenças e problemas encontrados no corpo humano e não visíveis a olho nu. Radiologistas usam uma variedade de tecnologias de imagem (como o raio-X para radiografia, ultrassonografia (US), tomografia computadorizada (TC), medicina nuclear e ressonância magnética (RM)) para que, munidos dessas informações, seja possível diagnosticar ou tratar doenças (NOVELLINE, 2004)

Com o avanço da tecnologia exames radiológicos se tornaram cada vez mais requisitados e portanto, uma maior quantidade de exames foram realizados. Devido a isso, filmes das imagens radiológicas eram revelados em maior escala e a visualização dos mesmos se tornava cada vez mais difícil pois era necessário muito espaço para visualização e catalogação dos mesmos (Figura 3). Isso se agravou devido ao longo tempo de armazenamento de imagens radiológicas.



Figura 3. Exemplo de uma sala de armazenamento de imagens radiológicas, pré digitalização e automatização.

A telerradiologia foi criada devido necessidade de prover serviços de radiologia sempre que necessário sem necessitar de profissionais presentes, facilitando, por exemplo, situações com caráter emergencial (BUREAU OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF RADIOLOGY, 2004). A mesma pode ser definida como a habilidade de enviar imagens radiológicas de uma localização para a outra (BUREAU OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF RADIOLOGY, 2004). Para isso ocorrer é necessário haver uma estação de envio, uma rede de transmissão e uma estação de recebimento e análise.

Em telerradiologia usa-se do PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*). O mesmo é um sistema médico composto de hardware e software necessários desenvolvido para operacionalizar imagens digitais. Imagens eletrônicas e relatórios são transmitidos digitalmente através do PACS, reduzindo a necessidade de armazenamento, localização e transporte de filmes. PACS compreende dispositivos para captura de imagens digitais (como, por exemplo, tomógrafos computadorizados), armazenamento digital de imagens e estações de trabalho (para visualização das imagens) (CHOPLIN, 1992).

Um sistema PACS consiste em 4 áreas principais:

- Aquisição de imagens a partir de dispositivos captadores de imagens, principalmente radiológicas;
- Rede segura para transmissão de imagens e informações de pacientes através do protocolo TCP/IP;
- Estações de trabalho para interpretar e analisar as imagens;
- Locais para arquivar e localizar as imagens e relatórios e também para backup desses arquivos visto que o mesmo deve ser salvo por um longo período de tempo.

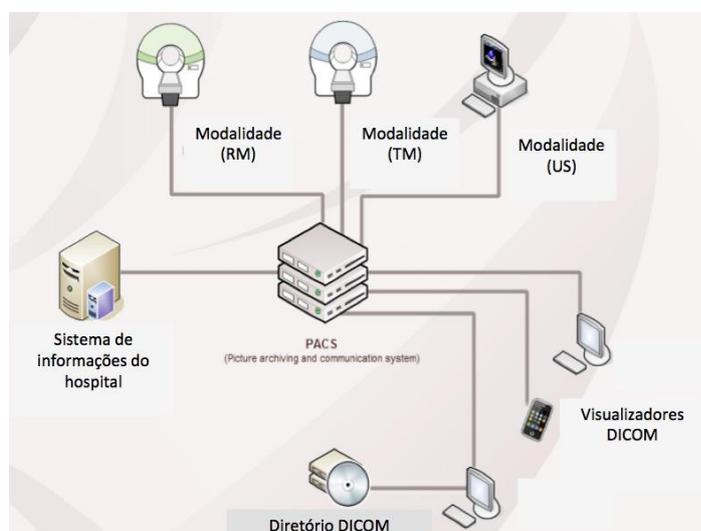


Figura 4. Diagrama PACS e DICOM, Fonte: <http://www.dicom-viewer.org/img/dicom-viewer-diagram.png>.

Para operacionalizar o PACS é necessário definir um padrão de arquivo e dessa necessidade surgiu o padrão DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), um padrão internacional para imagens médicas e informações relacionadas (ISO12052, 2006). Ele define um formato de imagem que contém além da imagem em qualidade necessária para uso clínico, dados que são importantes para uma análise completa. DICOM é implementado em quase todos dispositivos geradores de imagens radiológicas atuais, entre eles, ultrassom, raio-x e ressonância magnética. Atualmente esse padrão está sendo introduzido em ambientes de odontologia e oftalmologia (ISO12052, 2006).

O DICOM possui um formato padrão, o mesmo é um arquivo com a extensão .dcm e possui informações importantes para que uma imagem possa ser analisada em sua totalidade. É um arquivo binário que é organizado através de um dicionário de dados pré-estabelecido pelo padrão (PIANYKH, 2008). Existem 27 tipos de dados desenvolvidos para armazenar todos os possíveis dados médicos relacionados a exames com imagens, como, p.ex., primeiro nome do paciente, idade, entre outros. Isso inclui tanto dados referentes ao paciente quanto dados sobre a imagem, p.ex., marca, modelo do aparelho e versão do software (ISO12052, 2006). Cada item do dicionário possui uma chave que corresponde a 2 números hexadecimais na forma (grupo , elemento) e cada atributo possui sua chave única e padronizada otimizando e facilitando a leitura dos dados por um computador. A sequência de atributos é também padrão, assim qualquer dispositivo ou software que leia um arquivo .dcm poderá analisá-lo corretamente.

```
<element tag="0010,0010" vr="PN" vm="1" len="8" name="PatientName">AMNESIX</element>  
<element tag="0010,1010" vr="AS" vm="1" len="4" name="PatientAge">068Y</element>  
<element tag="0018,0010" vr="LO" vm="1" len="8" name="ContrastBolusAgent">APPLIED</element>  
<element tag="0018,0015" vr="CS" vm="1" len="8" name="BodyPartExamined">ABDOMEN</element>  
<element tag="0018,0050" vr="DS" vm="1" len="2" name="SliceThickness">2</element>
```

Figura 5. Exemplo de elementos dentro do dicionário DICOM

Todos os atributos referentes as chaves possuem tamanho par, logo, caso exista um valor de atributo com quantidade total de caracteres ímpar, o mesmo será acrescido de um caractere “espaço” chegando-se a um tamanho par. Isso é necessário pois o tamanho do arquivo sempre necessita ser um múltiplo de 2.

Como padrão os atributos pré-definidos são salvos em grupos de valor par. Existem também espaços livres em grupos ímpares que podem ser usados para salvar informações adicionais da imagem, como por exemplo nome do meio de um paciente. Todavia esse espaço não é regulamentado, ou seja, qualquer usuário ou empresa pode inserir informações nesses grupos. Há todavia, um problema nessa abordagem, devido a falta de controle podem

ocorrer conflitos quando uma aplicação salva informações diferentes em um grupo já usado.

Além de todos atributos importantes para contextualizar a imagem existe ainda o último atributo de um arquivo DICOM que é o *array* de pixels (elemento da imagem) que forma a imagem propriamente dita, esse *array* é uma sequência de *bytes* que pode ser analisado por qualquer programa DICOM para formar a imagem final.

Esse *array* é responsável por quase todo espaço que o arquivo ocupa, isso ocorre pois imagens médicas normalmente possuem alta resolução. Uma imagem DICOM por ser constituída em um *array* de pixels tem uma qualidade superior a imagens .jpeg ou .png e possui uma gama de tons muito maior. Outra vantagem do *array* de pixels é que a manipulação, ou seja mudança de janelamento e nivelamento, torna-se fácil pois ao realizar pequenos cálculos sobre cada pixel é possível obter uma imagem alterada, ferramenta essa que é importante para a análise minuciosa da imagem.

2.1.1 Visualizadores de imagens radiológicas

Um visualizador de imagens radiológicas tem como principal tarefa fornecer um mecanismo rápido e eficiente para que um médico possa analisar todas as imagens geradas por um dispositivo radiológico (PIANYKH, 2008). Um exame radiológico em sua maioria possui muitas imagens, todas essas imagens são chamadas de *study* (estudo) e se referem a um membro examinado. Esse estudo é dividido em diversas series, que são fatias do membro em questão onde cada fatia é uma imagem DICOM (Figura 6).



Figura 6. Organização de um conjunto de imagens dentro de um estudo

Devido a essa quantidade de imagens o aplicativo deve fornecer a possibilidade de ver todas as imagens de uma série em sequência, de preferência com um mecanismo de rolagem para que o medico possa analisar o membro em questão em sua completude e logo gerar um laudo mais preciso.

Algumas diretrizes que um aplicativo visualizador de imagens dentro do contexto PACS devem ter (BOARD OF THE FACULTY OF CLINICAL RADIOLOGY THE ROYAL COLLEGE OF RADIOLOGISTS, 2011):

- A aparência deve ser simples e fácil de navegar;
- Tarefas comuns e cotidianas devem ser realizadas em poucos passos;
- O aplicativo precisa ser simples para que seja operado por qualquer médico radiologista. Um grande número de ferramentas disponíveis na tela pode ser frustrante para um usuário. Deve haver um *display* inteligente de ferramentas de manipulação de imagem comumente usados entre eles, zoom e rolagem, e devem ser ativadas com apenas um passo (BOARD OF THE FACULTY OF CLINICAL RADIOLOGY THE ROYAL COLLEGE OF RADIOLOGISTS, 2011).
- A ferramenta quando configurada por um usuário para uma modalidade deve ser apresentada de forma consistente para cada modalidade, e também, ser mantida toda vez que o usuário efetuar um acesso como, por exemplo:
 - Radiografia: Janelamento, medida, *zoom*, e assim por diante;
 - Tomografia: Rolagem, predefinições janelas, os estudos da ligação, medida zoom, e assim por diante;
 - Ressonância Magnética: Sincronizada com a posição de deslocamento entre as séries em planos diferentes e assim por diante;
 - Miniaturas devem ser exibidas para cada série.

Hardwares de visualização de imagens radiológicas apesar de estarem fora do foco desse trabalho possuem como requisito mínimos boa resolução e nitidez, deve ser capaz de processar imagens de grande tamanho e possuir espaço de armazenamento suficiente para as imagens englobadas em um exame. Imagens radiológicas geralmente são em escalas de cinza, portanto, um monitor deve suportar até 3096 tons para conseguir representar uma imagem corretamente. Monitores comuns, normalmente, possuem capacidade de 256 tons, o que é muito abaixo do desejado.

2.2 iPad

O iPad 2 é um tablet *touchscreen* desenvolvido pela Apple. Ele possui uma tela de 9,7 polegadas com resolução de 1024 por 768 pixels, 2 câmeras (frontal e traseira) e um conector de 30 pinos para sincronização com o

computador. Ele ainda possui capacidade para conexão a internet via 3G e *wireless* e a tecnologia *Bluetooth*. Ele possui somente 2 botões (*Home* e *Sleep*) logo quase toda a interação com o dispositivo é feita através de toques em sua tela. O mesmo possui ainda um acelerômetro e um giroscópio, especificações técnicas podem ser vistas na figura 7.

Características técnicas do iPad 2	
Peso:	652 gramas
Dimensões:	24,1 x 18,5 x 0,94 centímetros
Tela:	Tela retina de 9,7 polegadas com LED e tecnologia IPS
Resolução:	1024 x 768 pixels
Pixels por polegada (PPI):	264 pixels
Processador:	Apple A5X dual core
Sistema operacional:	iOS 6
Armazenamento:	16, 32 e 64 GB
Conectividade:	Wi-Fi ou Wi-Fi + Celular e Bluetooth
Sensores:	Acelerômetro, Sensor de luz ambiente e giroscópio

Figura 7. Características técnicas do iPad 2.



Figura 8. O iPad.

O iPad possui como sistema operacional o iOS um sistema desenvolvido pela própria Apple para o iPhones, iPads e iPods. É possível desenvolver aplicativos para ele, sendo que os mesmos passam por um controle da Apple para depois serem disponibilizados através da App Store, uma loja de aplicativos do iPad incluso com o sistema operacional. O programa para desenvolver aplicativos em *Objective-C* chama-se *XCode*¹³ e também pode ser

¹³ <https://developer.apple.com/technologies/tools/>

baixado através do site ou via *Mac App Store*.

O iPad suporta gestos com 1 até 5 dedos, podendo esses provocar diferentes ações dependendo do aplicativo usado. Quando há a necessidade de digitar uma informação um teclado virtual se torna disponível para que algo seja digitado. O iPad possui suporte para 34 idiomas e diversos *layouts* de teclado, sendo assim adapta-se facilmente a quase todos os contextos onde o usuário está inserido. O mesmo é um dispositivo que possui dois métodos de visualização, tanto modo paisagem quanto modo retrato a transição entre os dois modos de visualização ocorrem através do acelerômetro interno.

2.2.1 iPad na radiologia

De acordo com a ACR (*American College of Radiology*) imagens de tomografia computadorizada (CT), ressonância magnética (MR) e ultrassom (US) requerem um monitor com no mínimo de 512 x 512 pixels e 8 pixels de profundidade (fornecendo 256 tons de cinza) para que não haja perda no processamento e manipulação das imagens (DRNASIN; GRGIC, 2010). O iPad 2 por possuir uma resolução de 1024 por 768 pixels fornece espaço de visualização acima do necessário para a maioria das imagens radiológicas, estudos mostram que a maioria das imagens DICOM possuem tamanho inferior a 512 pixels, conforme visto na Figura 9.

	Tamanho da imagem (px)	Imagens por exame	Espaço ocupado por um exame (MB)
Tomografia	512 x 512	40 – 3000	20+
Ultrassom	512 x 512	15 – 240	5 – 60
Ressonância Magnética	256 x 256	50 – 2000	8+

Figura 9. Tamanho médio de imagens médicas por modalidade (DRNASIN; GRGIC, 2010)

A Figura 9 mostra informações do tamanho em pixels de cada imagem, além de mostrar a média de quantidade de imagens por exame e o espaço ocupado pelo mesmo em *megabytes*.

Estudos indicam que o iPad quando usado como visualizador radiológico portátil oferece resultados similares aos encontrados em uma *workstation* para tomografia e ressonância magnética (SINDHU; TCHOYOSON, 2012). Devido a esse fato e outros mencionados anteriormente e ao fato de que o iPad é capaz de se conectar com servidores na internet, pode-se constatar que o iPad pode ser usado como um visualizador de imagens radiológicas (DRNASIN; GRGIC, 2010).

2.3 Usabilidade

Um fator que determina a aceitação ou a recusa de um sistema pelo o usuário é a qualidade da sua interface/interação (AGNER, 2009). Diante dessa citação, pode-se observar que usabilidade é um fator importante para que um software seja bem aceito. Em usabilidade existe o conceito de interação Humano-Computador (IHC), uma área de estudo que tem como enfoque o projeto, avaliação e implementação de um sistema de computador interativo para uso humano, ocorrendo ainda um estudo dos principais fenômenos relacionados. Caso a interface de um sistema seja ruim, um usuário deixará de usa-la (BARANAUSKAS; ROCHA, 2003).

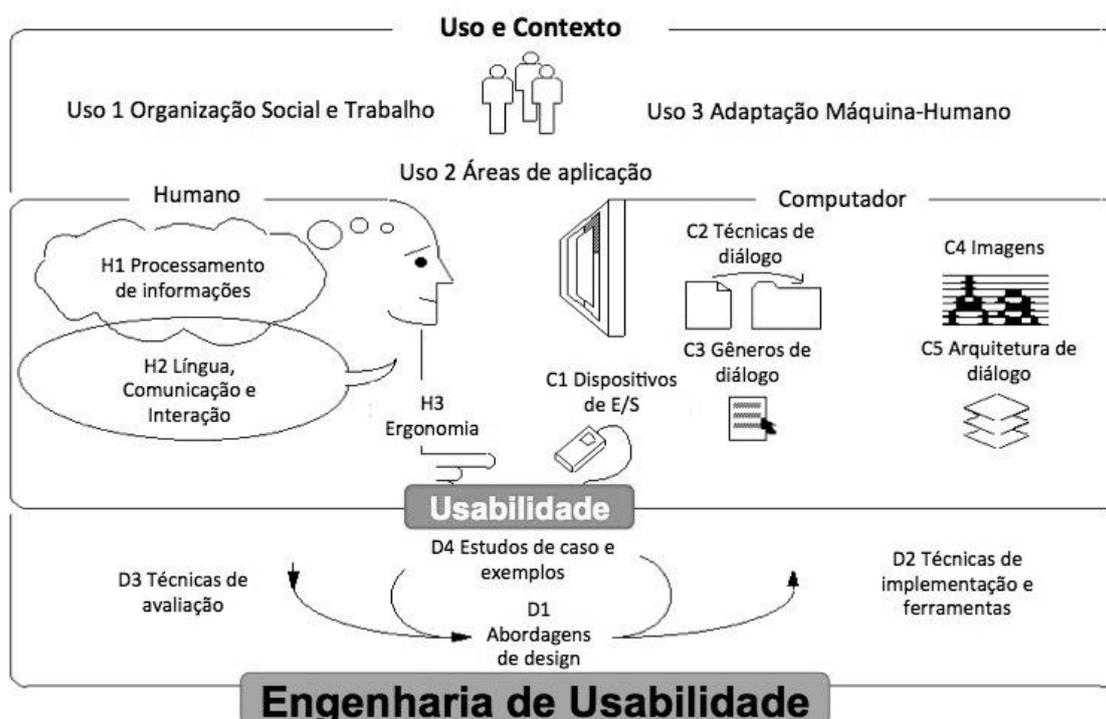


Figura 10. Relação de Contexto e uso de Interação Humano Computador com Usabilidade e Engenharia de Usabilidade (NBR9241-11, 2002).

Usabilidade pode ser definida como segue:

“Usabilidade é uma medida na qual um produto pode ser usado por usuários para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso (NBR9241-11, 2002)”. Usabilidade é um requisito que deve ser mensurado a partir de avaliações feitas com usuários e também a partir de problemas reportados por usuários em relação a facilidade de uso do sistema ou dificuldades. Fornecendo assim informações importantes para desenvolver um software aplicativo usável.

A usabilidade é um conceito que se aplica a qualquer tipo de aplicação seja ela para desktops, celulares ou *tablets*. Ela precisa ser interpretada dentro

do contexto de uso, incluindo os usuários, as tarefas, o equipamento e ambiente de uso (PREECE, 2005).

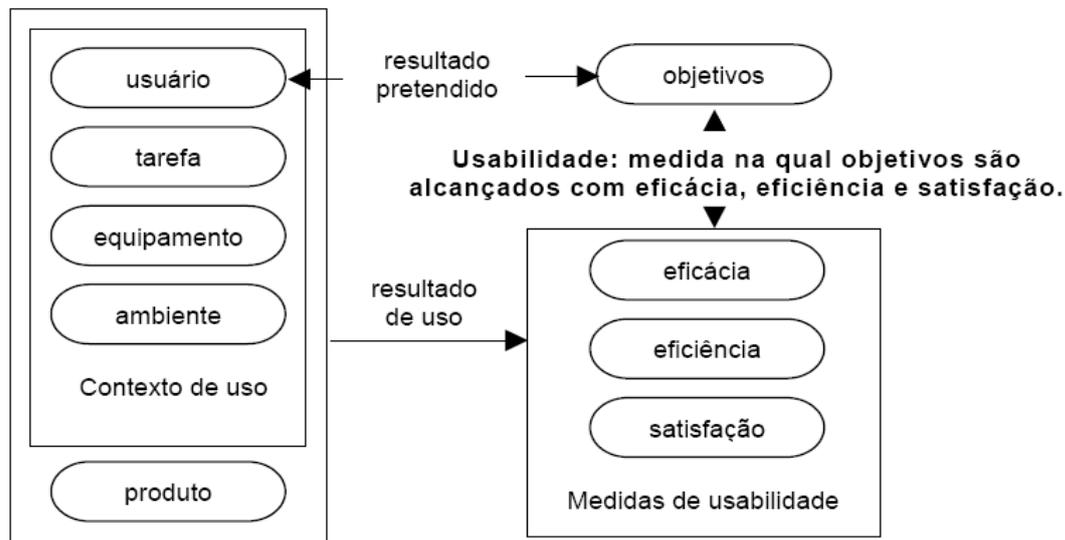


Figura 11. Usabilidade (NBR9241-11, 2002)

Na figura 11 pode-se observar os principais pontos de um contexto de uso:

- Usuário: a pessoa que está usando o produto;
- Tarefa: o que o usuário tem a atingir;
- Equipamento: o dispositivo utilizado;
- Ambiente: local onde o usuário está no momento;

Esses itens possuem como resultado pretendido o cumprimento dos objetivos do usuário em questão. Há três medidas de usabilidade existentes:

- Eficácia: A acurácia e completude que usuários alcançam seus objetivos;
- Eficiência: O tempo para completar uma tarefa;
- Satisfação: a ausência de desconforto e presença de atitudes positivas com o uso do aplicativo em questão.

Quando se trata de dispositivos móveis o conceito de usabilidade tem que ser adaptado. Esses dispositivos possuem diferentes entradas e saídas de informações, sendo normalmente *touchscreen*. Além do fato de que os mesmos podem ser usados em diversas posições e ambientes (MARCIAL, 2010).

Existe nesse contexto a engenharia de usabilidade que é uma área que define o processo de design de sistemas de software que objetivam a facilidade de aprendizado e uso, e que sejam agradáveis para as pessoas (BARANAUSKAS; ROCHA, 2003). A engenharia de usabilidade enfoca no design centrado em humanos que é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas interativos.



Figura 12. Fluxo de engenharia de usabilidade (ISO13407, 1999).

A figura 12 mostra o *workflow* de engenharia de usabilidade. Com a identificação de que se necessita um projeto centrado no usuário deve-se analisar o contexto de operação do *software* em questão e o mesmo deve ser analisado sempre que há uma adição ou alteração no *software*. Deve-se produzir soluções de projeto, ou seja, desenvolver as interfaces de acordo com as diretrizes pensadas anteriormente. É necessário avaliar o projeto de interface usando como parâmetros as exigências estipuladas pelos usuários, caso o mesmo satisfaça as exigências o mesmo estará pronto. Caso contrario, inicia-se o ciclo novamente.

Para guiar o design de interface são adotados heurísticas de usabilidade. Heurísticas são regras gerais que descrevem uma propriedade comum em interfaces usáveis (NIELSEN; MACK, 1994). Entre as heurísticas mais conhecidas, existem as 10 heurísticas genéricas de usabilidade de Jakob Nielsen propostas originalmente para sistemas de software em desktops, mas podem ser adaptadas para outros dispositivos. Essas heurísticas estão definidas abaixo (NIELSEN; MOLICH, 1990):

Heurística	Definição
Visibilidade do estado do sistema	A interface sempre deve informar ao usuário quais ações estão sendo tomadas, através de um <i>feedback</i> de cada ação.
Mapeamento entre o sistema e o mundo real	O sistema deve se comunicar através da linguagem do usuário ao invés de uma linguagem orientada a computador. Deve seguir convenções do mundo real e

	deve mostrar essas informações de forma natural.
Liberdade e controle ao usuário	Permitir ao usuário desfazer ou refazer suas ações no sistema para um ponto anterior, ou cancelar qualquer ação sem ter que passar por várias etapas.
Consistência e padrões	Todas as ações que tenham as mesmas funções devem ter os mesmos nomes ou os mesmos ícones, deve-se seguir os padrões definidos pela plataforma.
Prevenção de erros	Deve-se prevenir situações de erro para que eles não ocorram, caso não exista alternativa apresente uma mensagem de confirmação ao usuário para que o mesmo não faça algo sem seu consentimento.
Reconhecer em vez de relembrar	Minimizar o ato de relembrar vindo do usuário tornando objetos ações e opções visíveis. Um usuário não deveria lembrar as ações anteriores para executar as próximas, e caso necessite lembra-las deve-se tornar isso facilmente acessível.
Flexibilidade e eficiência de uso	O sistema precisa ser fácil para usuários leigos, mas flexível o bastante para se tornar ágil à usuários avançados.
Design estético e minimalista	As mensagens mostradas ao usuário devem ser simples somente com informações relevantes e evitando de o usuário ter que ler informações a mais sem necessidade.
Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros	As mensagens de erros devem ser expressas no idioma normal (sem códigos) e indicar o problema precisamente ajudando o usuário a resolver o problema.
Ajuda e documentação	Caso necessário a documentação e ajuda devem ser utilizadas para orientar o usuário em caso de dúvida em relação ao sistema, deve-se mostrar passos concretos para concluir a tarefa sem ser muito grandes.

Guias de estilo são definições de padrões que servem como base para o desenvolvimento das interfaces de um aplicativo. Essas guias geralmente são voltadas para uma plataforma específica. Por exemplo, a Apple criou o seu guia de estilo para o *iOS* intitulado *iOS Human Interface Guidelines*¹⁴. Esse guia tem como objetivo mostrar para o desenvolvedor formas de criar interfaces gráficas que sejam intuitivas e fáceis de usar seguindo algumas das diretrizes de usabilidade estudadas anteriormente.

2.3.1 Problemática de design de interface para iPad

O iPad por ser um *tablet* possui diversas questões diferentes de computadores *desktops* existentes. Nessa seção alguns desses problemas são descritos. Todas essas informações são baseadas na literatura e análise do relatório de usabilidade para iPads pelo instituto Nielsen (NIELSEN, 2012).

Manter consistência entre visualização em modo retrato e paisagem

Um iPad é um dispositivo que pode ser usado de 2 formas, modo retrato ou paisagem. Todas as interfaces de um aplicativo devem possuir os dois

¹⁴ <http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/Introduction/introduction.html>

modos de visualização, pois não é possível saber qual será o modo que o usuário o utilizará. É importante que todos os recursos estejam disponíveis nos dois modos, mesmo que o design tenha que mudar um pouco é vital que seja consistente para evitar de o usuário se perder ao mudar de posição.

No caso de existirem grandes diferenças entre as duas formas de visualizar o usuário tende a ficar em somente uma posição, o que pode provocar um certo desconforto e limita seu uso.

Interfaces gráficas para iPad devem ser diferentes das para iPhone

Um iPad possui uma tela grande (10 polegadas), portanto a interface gráfica do mesmo deve ser pensada diferentemente do iPhone. Os dois dispositivos possuem disponíveis diversas interfaces e botões padrões, todavia um aplicativo para iPad não pode possuir meramente uma interface para iPhone aumentada. Caso isso ocorra o aplicativo não será usável e muito menos bonito.

Um exemplo de problema que isso pode gerar é a *TabBar* (Barra de abas que se encontra na parte inferior de uma tela de aplicativo). Apesar de no iPhone se tornar uma ferramenta útil, no iPad, ela se torna esquecida devido a tela ser maior. Isso ocorre pois a tela possui mais pontos de interesse que levam o usuário para longe da Barra de abas, tornando essa barra muitas vezes esquecida.

Botões devem possuir *affordance*

As opções de customização de botões são diversas no processo de desenvolvimento de uma interface. Devido ao fato de o iPad ser um dispositivo sensível ao toque um problema existente é que dependendo da interface usada o usuário pode ser levado a não clicar em algo, mesmo que esse objeto seja um botão. Nesses casos não existe *affordance*, ou seja, o botão não possui características de algo clicável.

***Styleguides* da Apple devem ser seguidos**

Usuários tendem a se acostumar com um padrão definido pelos aplicativos próprios da Apple. Caso o aplicativo desenvolvido não siga esses padrões pode ocorrer uma necessidade de aprendizado para uso do mesmo.

Botões devem levar em consideração a falta de precisão do toque

Um fator característico de telas *touchscreen* em dispositivos moveis é a falta de precisão do toque, pois opera-se com um dedo e não com um mouse. Interfaces com muitos ícones tornam o ato de usa-la muito complicado e difícil devido a diferentes tamanhos de dedos.

Prevenção de erros

Telas que possuem grande área *touchscreen* provocam facilmente um toque acidental ocasionando a ativação de um comando oculto que possivelmente provocará uma mudança de interface deixando o usuário

surpreso ou perdido, logo um botão de “voltar” é interessante para possibilitar o retorno a situação em que o usuário se encontrava antes de ter gerado essa ação.

Esse capítulo teve como objetivo explicitar o contexto envolvendo imagens radiológicas, teleradiologia, visualizadores de imagens radiológicas e iPad. Em uma das seções foi explicado o conceito de usabilidade em um contexto geral e para dispositivos móveis, ainda foi demonstrado alguns problemas comuns em relação a usabilidade em iPads.

Todos esses itens foram explicitados em detalhes fornecendo fundamentação suficiente para execução dos próximos capítulos e o aplicativo.

3. Estado da Arte

Esse capítulo tem como objetivo mostrar pesquisas e estudos de usabilidade relacionados a visualizadores DICOM para iPad. Para isso foi realizado uma revisão sistemática de literatura usando o método definido por (KITCHENHAM, 2004).

3.1 Objetivo da Busca

A busca da literatura existente foi efetuada em bases de dados de artigos e bibliotecas digitais conceituadas. Foi realizado também uma pesquisa no *Google Scholar*, pois houve dificuldades de encontrar resultados relevantes nas bibliotecas pesquisadas. Foi feito um levantamento de todos os artigos publicados em bases de dados com acesso livre via Portal Capes que estivessem disponíveis na íntegra. Foram considerados somente artigos relacionados às pesquisas em heurísticas de usabilidade para iPads, focando nas áreas de visualizadores de imagens radiológicas e usabilidade. As palavras selecionadas para a busca foram *usability heuristics* e *teleradiology* delimitando o escopo pelas palavras *tablet* juntamente com as palavras *iPad* e *mobile device*.

Formulando assim a *Search String* genérica:

(tablet OR ipad OR "mobile device") AND "usability heuristics" AND teleradiology.

Em setembro de 2012 foi feita uma pesquisa usando essa string de busca no *Google Scholar* e não foi possível encontrar nenhum resultado relevante. Devido a falta de resultados usando essa *Search String* a busca foi ampliada e foi feita em duas etapas, a primeira busca heurísticas de usabilidade para iPads (apresentada na seção 3.2), em uma segunda etapa realizei uma busca de heurísticas para aplicações de teleradiologia (apresentada na seção 3.3).

3.2 Análise em relação a heurísticas de usabilidade em iPads

Para realizar essa busca foram usadas palavras chaves que envolvam o escopo desse trabalho. Como o mesmo envolve o iPad e usabilidade foram definidas essas duas palavras chaves, além do uso de *tablet* para conseguir maior abrangência. Com essas palavras chaves definidas foram realizadas pesquisas nas bases de dados e por fim os dados foram analisados para uso no desenvolvimento do estudo de caso. Essa busca foi realizada em bases de dados oficiais com livre acesso pelo Portal Capes, pois a mesma possui mais abrangência e portanto mais resultados.

Definição de *Search String*: (tablet OR ipad OR “mobile device”) AND “usability heuristics”

Tabela 1. Strings de busca de heurísticas de usabilidade para iPads nas bases de dados

IEEE XPLORE	(tablet OR ipad OR “mobile device”) AND “usability heuristics”
ACM Digital Library	(“usability heuristics”) and (ipad or tablet or “mobile device”) and (not web and not desktop)
Science Direct	“usability heuristics” and (ipad or tablet or “mobile device”)
Google Scholar	(tablet OR ipad OR “mobile device”) AND “usability heuristics”
Springer	“usability heuristics” and (ipad or tablet or “mobile device”)

3.2.1 Realização da Busca de Artigos Científico

As buscas foram realizadas em setembro de 2012 conforme especificadas na tabela 1.

Inicialmente foi retornado um total de 476 artigos. Analisando os resultados retornados pela leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, se verificou se os mesmos respeitavam os critérios de inclusão. Trabalhos irrelevantes e/ou duplicados foram removidos. Dos 4 artigos resultantes dessa etapa foi feita a leitura na íntegra para verificar, em detalhes, a relevância dos artigos. Como resultado, mais dois artigos foram excluídos, pois possuíam uma abordagem diferente do objetivo desse trabalho. Ao final foi possível identificar apenas dois artigos relevantes.

3.2.2 Extração de Informação de Artigos Científicos

A tabela 2 apresenta as informações extraídas dos 2 artigos encontrados. Os resultados dessa revisão mostram que já existe uma preocupação com dispositivos *touchscreen*, em particular *tablets* e *smartphones* em relação a usabilidade dos aplicativos. Também através do segundo artigo pode-se observar que já estão começando a surgir heurísticas voltadas para esses

dispositivos. No artigo SO2, a customização basicamente se limitou a reinterpretação das heurísticas de Nielsen para o contexto dos dispositivos móveis. Observa-se que o artigo SO1 mostrou ideias que foram implementadas e funcionaram, demonstrando assim padrões que devem ser seguidos para se alcançar maior usabilidade.

Tabela 2. Dados extraídos

ID	Referência	Heurísticas de Usabilidade	Metodologia	Contexto	Fonte
SO 1	(RAUCH, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Enfatizar conteúdo importante deixando-os maiores, com mais detalhes e mais brilhantes; • Fornecer acesso fácil aos botões e controles da tela e deixa-los fáceis de manipular através do uso do polegar; • Desenvolver aplicações que possam ser usadas com ambas as mãos; • Fornecer espaçamento suficiente entre botões para evitar ações indevidas; • Prover um campo de buscas e controles de navegação na pagina principal, usar auto-complete e sugestões para campos de texto; • Em formulários forneça descrições dos campos acima dos mesmos; • Usar controles um pouco mais complexos em casos em que a ação gerada seja irreversível, por ex, “Slide to Unlock” da Apple e Android; 	Usa-se dos problemas reportados por Nielsen em <i>Mobile Usability</i> que engloba diferentes problemas encontrados em aplicativos para tablets para demonstrar o que pode ser feito para melhorar a usabilidade	Dispositivos móveis como tablets e smartphones	Nielsen
SO 2	(INOSTROZA, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade e status do sistema: Deixar o usuário a par do que está acontecendo no sistema, em tempo razoável; • Relacionamento entre interface e o mundo real: Sistema deve seguir convenções do mundo real e leis da física, mostrando as informações de forma logica e natural; • Liberdade e controle do usuário: Sistema deve permitir ao usuário ações de refazer e desfazer e também deve fornecer saídas de emergência preferencialmente através de botões físicos; • Consistência e padrões: Usuário deve poder fazer coisas de forma familiar, padrão e consistente; • Prevenção de Erros: Interface gráfica e física devem ser muito bem pensadas para evitar erros, e usuários devem ser avisados caso erros possam ocorrer; • Reconhecimento invés de lembrança: Tornar objetos, ações e opções visíveis sempre que possível, instruções do sistema devem ser visíveis ou de fácil acesso; • Customização e atalhos: Fornecer configurações básicas e configurações avançadas para usuários mais experientes e fornecer atalhos para tarefas frequentes; • Estética e design minimalista: Evitar mostrar informações pouco usadas ou irrelevantes, qualquer informação extra reduz performance do sistema; • Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros: Deve-se reportar precisamente o erro e sugerir uma correção construtiva; 	Análise das 10 heurísticas de Nielsen e definição de 11 heurísticas adaptadas para dispositivos touchscreen.	Dispositivos touchscreen.	Nielsen

		<ul style="list-style-type: none"> • Ajuda e documentação: Ajuda e documentação de fácil acesso centrado na tarefa atual; • Interação Física e Ergonômica: Dispositivo deve fornecer botões físicos ou elementos de GUI similares para as principais funcionalidades. As dimensões, formato e elementos de interface devem ser confortáveis para uma postura natural da mão. 			
--	--	--	--	--	--

3.2.3 Definição e Realização da busca em relação a guia de estilo

Com a carência de trabalhos encontrados relacionados às heurísticas de usabilidade para *tablets touchscreen*, o foco do trabalho foi ampliado a guia de estilo. Essa guia apresenta em detalhes como deve ser o design de interface dos aplicativos desenvolvidos para uma determinada plataforma. Geralmente, descreve-se heurísticas de usabilidade num nível mais abstrato, também chamados de *principles*, que se aplicam ao design dos seus aplicativos. Com esse objetivo, foram estudados os guias de estilo de design em iOS desenvolvido pela Apple.

3.2.4 Extração da Informação do guia de estilo de design

A partir do guia de estilo de design foram extraídos informações referente às heurísticas de usabilidade mostradas na tabela 3.

Tabela 3. Dados extraídos

ID	Style Guide	Princípios	Metodologia	Contexto	Fonte
S03	iOS Human Interface Guidelines	<ul style="list-style-type: none"> • Integridade Estética: Em aplicativos que são feitos para atividades produtivas, elementos decorativos devem ser sutis e sem chamar muito atenção para eles; • Consistência: Permite que usuários consigam transferir conhecimento e habilidades entre aplicações, recomenda-se seguir padrões do iOS; • Manipulação Direta: Usar dos recursos oferecidos pelo uso de mais de um dedo, fornecer liberdade suficiente para o usuário ter maior controle sobre o aplicativo e usá-lo de forma mais natural; • <i>Feedback</i>: Fornecer avisos ou alterações na tela sempre que o usuário interagir com a interface, deixando o usuário a par das alterações que o mesmo está gerando; • Metáforas: Desenvolver ícones e tipos de interação que sejam similares com o mundo real para que o usuário interaja de forma intuitiva e natural; • Controle do Usuário: O usuário que deve provocar alterações na aplicação, a mesma não deve se alterar sozinha, aplicativo pode apenas avisar sobre possíveis erros; 	Não definida	iPhone e iPad	Apple

3.2.5 Mapeamento

Com base nas tabelas 2 e 3, foram unificadas as heurísticas de usabilidade identificadas, mapeando-as, em uma primeira etapa, para as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen, além de identificar heurísticas específicas para celulares *touchscreen*.

Tabela 4. Unificação e mapeamento das heurísticas de usabilidade

Heurística	Artigos Publicados		Guia de Estilo de Design da Apple
	S01	S02	S03
Interpretando as 10 Heurísticas de Nielsen			
Visibilidade e status do sistema	X	X	X
Correspondência entre o sistema e o mundo real	X	X	X
Controle do usuário e liberdade	X	X	X
Consistência e padrões	X	X	X
Prevenção de Erros	X	X	X
Reconhecimento em vez de recordação	--	X	X

Flexibilidade e Eficiência no Uso	X	X	X
Estética e Design minimalista	--	X	X
Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros	--	X	--
Ajuda e documentação	--	X	X
Heurísticas específicas			
Interação física e Ergonômica	--	X	--

Em princípio essas heurísticas são baseadas nas 10 heurísticas de Nielsen. Apenas um dos artigos criou uma nova heurística, a de interação física e ergonômica. Essa heurística informa que um dispositivo móvel deve ter botões físicos ou elementos similares da interface com o usuário para as funcionalidades principais. Os mesmos devem se situar em posições de fácil acesso. Ela ainda explica que um dispositivo deve ter dimensões, formato e interface apropriadas para a postura natural da mão.

Os resultados apresentados na tabela 4 mostram que, embora ainda não existam muitos artigos sobre heurísticas de usabilidade em dispositivos móveis, a própria Apple desenvolveu guias de estilo de design, a fim de dirigir em detalhe a concepção de interfaces para suas plataformas iOS. O foco principal deste guia de estilo é prescrever, em detalhes, um método para criar uma interface real ao invés de apresentar princípios abstratos de projeto. Estes princípios heurísticos, por sua vez, parecem ter sido desenvolvidos mais com base na experiência dos desenvolvedores do que nas "tradicionais" heurísticas de usabilidade.

Essas heurísticas encontradas fornecem informações importantes para se criar uma base de regras. Elas definem o que deve ser feito para se alcançar um bom nível de usabilidade para o aplicativo. Em algumas dessas heurísticas observa-se a preocupação com o uso de qualquer uma das mãos para manipulação do aplicativo, isso acarreta em um estudo de como distribuir os elementos interativos de forma que seja possível o uso dessa maneira. Há preocupação ainda com a falta de precisão que o toque de um dedo tem, portanto elementos interativos devem possuir espaços entre os mesmos, evitando ações indesejadas.

De maneira geral observa-se que todas heurísticas apesar de se basearem em Nielsen, e portanto para *desktops*, tem-se a preocupação com o modo de interação de um dispositivo *touchscreen*.

3.3 Análise em relação a heurísticas de aplicações de teleradiologia

Essa segunda parte da busca na literatura tem como objetivo específico buscar heurísticas próprias para aplicações de teleradiologia para, assim, definir o estado da arte nesse assunto. Após ser realizado a busca, foram analisados os artigos encontrados.

Definição de *Search String* (ehealth OR “medical imaging” OR DICOM OR teleradiology OR “health informatics” OR PACS OR “medical informatics”) AND “usability heuristics”)

Tabela 5. Strings de busca de heurísticas de usabilidade para iPads nas bases de dados

IEEE Xplore	(ehealth OR “medical imaging” OR DICOM OR teleradiology OR “health informatics” OR PACS OR “medical informatics”) AND “usability heuristics”
ACM Digital Library	(ehealth OR “medical imaging” OR DICOM OR teleradiology OR “health informatics” OR PACS OR “medical informatics”) AND “usability heuristics”
ScienceDirect	(ehealth OR “medical imaging” OR DICOM OR teleradiology OR “health informatics” OR PACS OR “medical informatics”) AND “usability heuristics”
Google Scholar	(ehealth OR “medical imaging” OR DICOM OR teleradiology OR “health informatics” OR PACS OR “medical informatics”) AND “usability heuristics”
Springer	(ehealth OR “medical imaging” OR DICOM OR teleradiology OR “health informatics” OR PACS OR “medical informatics”) AND “usability heuristics”

3.3.1 Realização da Busca de Artigos Científico

As buscas foram realizadas em setembro de 2012 conforme a tabela 5. Inicialmente foi retornado o total de 225 artigos. Analisando os resultados retornados pela leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, se verificou se eles respeitavam os critérios de inclusão. Trabalhos irrelevantes e/ou duplicados foram removidos.

Dos 4 artigos resultantes dessa etapa foi feita a leitura dos artigos na íntegra para verificar em detalhes a relevância dos mesmos. Como resultado, mais dois artigos foram excluídos, identificando apenas dois artigos relevantes.

3.3.2 Extração de Informação de Artigos Científicos

Tabela 6. Dados extraídos

ID	Referência	Heurísticas de Usabilidade	Metodologia	Contexto	Fonte
S04	(YEN, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenção de erros: Sistema oferece gerenciamento de erros, como por exemplo mensagens de erro e operações de undo, ou ainda instruções e avisos para ajudar usuários; • Plenitude: Sistema deve ajudar usuários a completar as tarefas com sucesso; • Memória: Usuários facilmente lembram como completar tarefas através do sistema; • Necessidades de informação: Informações fornecidas pelo sistema para rapidez em tarefas básicas ou para melhorar performance geral; • Flexibilidade/Customização: Sistema fornece mais de um meio de cumprir tarefas, autorizando o usuário a operar o sistema como preferir; • Aprendizado: Usuários são capazes de facilmente aprender a operar o sistema; • Performance: Usuários são capazes de usar o sistema eficientemente; • Competência: Usuários tem confiança em si mesmos em sua habilidade de realizar tarefas. 	Usa-se de um estudo feito em âmbito hospitalar e heurísticas definidas por autoridades na área	Aplicação s web na área médica	Nielsen, Shneiderman, Norman, Folmer, van Welie, IBM
S05	(CHAN, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade de status do sistema: Mostrar uma mensagem na forma de pop-up sempre que uma inserção de dados for submetida corretamente. • Correspondência entre o sistema e o mundo real: Deve-se seguir o mesmo layout de uma tabela de entrada de dados em papel. • Consistência e padrões: Usar somente um modo de sistema, não alterar estilos de visualização. • Estética e Design minimalista: Somente fornecer informações que o usuário necessita, e mostrar detalhes somente no caso do usuário precisar alterar a informação associada. • Reconhecimento em vez de recordação: Reduzir a diversas telas para somente uma, fornecendo uma interface muito similar do que é num papel. • Controle do Usuário e Liberdade: Uso de caixas de seleção, botões radiais e campos texto, pois assim ações podem ser facilmente e intuitivamente corrigidas. • Prevenção de Erros: Somente mostrar informações que são relevantes para o usuário, e antes da submissão mostrar uma mensagem alertando para possíveis erros. • Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros: Ajuda para decidir campos que devem ser marcados, quando realizado a submissão verificar os campos textos. • Ajuda e documentação: Usar ícones de fácil identificação e prover uma base de ajuda que seja pesquisável. • Flexibilidade e Eficiência no Uso: Fornecer uma lista predefinida de itens selecionados, que se baseia em informações que o usuário mais digita, ou fornecer recursos para criar as mesmas. 	Estudo de um sistema de entrada de dados de pacientes usando as 10 heurísticas de Nielsen.	Sistema de entrada de dados de pacientes	Nielsen

A tabela 6 apresenta as informações extraídas de 2 artigos encontrados. Os resultados dessa revisão mostram que existe uma preocupação com usabilidade em softwares desenvolvidos para medicina, principalmente quando se refere a prevenção de erro. Atividades realizadas dentro desse contexto não podem conter erros, e devem fornecer informações precisas sobre os pacientes em questão. Um segundo artigo encontrado faz uma avaliação de usabilidade em um sistema de entrada de dados de pacientes. Pode-se ver que existem diversos erros e violações de heurísticas no quesito usabilidade. Esse artigo reportou soluções para cada um dos itens mas não foi estabelecido um conjunto de heurísticas para evitar essas situações de problema.

3.3.3 Mapeamento

Com base na tabela 6, foram unificadas as heurísticas de usabilidade identificadas, mapeando-as para as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen além de identificar heurísticas específicas da área médica.

Tabela 7. Unificação e mapeamento das heurísticas de usabilidade

Heurística	Artigos Publicados	
	S04	S05
Interpretando as 10 Heurísticas de Nielsen		
Visibilidade e status do sistema	X	X
Correspondência entre o sistema e o mundo real	--	X
Controle do Usuário e Liberdade	X	X
Consistência e padrões	--	X
Prevenção de Erros	X	X
Reconhecimento em vez de recordação	X	X
Flexibilidade e Eficiência no Uso	X	X
Estética e Design minimalista	--	X
Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros	X	X
Ajuda e documentação	X	X
Heurísticas específicas		
Competência	X	--

3.4 Discussão

Após realizar os dois estudos do estado da arte em separado, pode-se concluir que ambos estudos se baseiam em heurísticas já conhecidas. Nesse caso 10 heurísticas de Nielsen são utilizadas para definir as heurísticas específicas para tablets e smartphones.

As diferenças que um *tablet* oferece, faz com que usabilidade se torne

um item extremamente importante, principalmente quando o âmbito da aplicação é a área médica. Aplicativos para essa área devem ser simples de usar, atingindo alto grau de eficiência e eficácia sem gerar erros. Depois dessa análise sistemática pude observar que há ainda uma carência em estudos de usabilidade para essa área e poucas heurísticas próprias para esse fim.

Observa-se diversas heurísticas que se preocupam com a efetividade do trabalho e execução dos mesmos de forma correta, algo importante na área médica. Há a preocupação também de manter uma relação com os métodos tradicionais de execução das tarefas, portanto não é recomendado muita inovação no desenvolvimento das interfaces do aplicativo, usa-se da ideia de manter semelhanças com o modo em papel ou similares.

4. Realização de estudo de caso

Nesse capítulo é apresentado o estudo de caso. esse estudo tem como objetivo aplicar os conceitos vistos anteriormente no design de interfaces gráficas a serem usadas em um aplicativo funcional que também faz parte desse estudo de caso. O mesmo é realizado através da análise do contexto em que o aplicativo está inserido, a prototipação iterativa do design de interface, a implementação do software aplicativo e a avaliação por meio de teste de usabilidade, usados para criar as interfaces e o aplicativo em si.

Esse estudo de caso tem como objetivo identificar questões críticas relacionadas ao design de interface do mesmo. O aplicativo será capaz de disponibilizar para o usuário estudos de imagens radiológicas para análise. Será possível realizar manipulações na imagem e medições sobre a mesma.

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) certificado de número 1051.

4.1.1. Análise do contexto

Essa análise define o contexto onde o aplicativo será inserido, tanto em relação a software e hardware quanto ao ambiente. Ela também tem como objetivo definir quais os perfis dos usuários que utilizarão a aplicação e as tarefas executadas pelos mesmos.

4.1.1.1 Levantamento de dados

Definição: Essa pesquisa teve como objetivo melhor conhecer o perfil de cada usuário do sistema e também analisar quais serão os usos do sistema. Com isso é possível desenvolver meios fáceis de executar as tarefas deixando o usuário mais a vontade ao utilizá-lo. Para levantar as informações necessárias

foi realizado uma serie de entrevistas com pessoas envolvidas no âmbito da radiologia, ou seja, médicos, dentistas e residentes. Esses perfis foram escolhidos pois são os usuários reais do aplicativo, logo terão mais informações sobre o uso do sistema por usuários com perfis similares.

A entrevista foi feita de forma semiestruturada usando um conjunto de questões formuladas para abranger todo o escopo do estudo. O roteiro na integra está documentado no anexo B. Para desenvolver as perguntas da entrevista, foram identificadas questões que pudessem caracterizar da melhor forma um usuário do portal STT, evidenciando também suas diferenças, para isso foi feito perguntas sobre sua idade, gênero, escolaridade e principal uso portal STT.

Execução das entrevistas

Foram realizadas 4 entrevistas em novembro de 2012 com representantes de médicos e residentes do SUS-SC (Sistema Único de Saúde de Santa Catarina).

Nº do entrevistado	Gênero	Faixa etária	Especialidade
1	Feminino	41 anos ou mais	Patologia Bucal
2	Feminino	31 a 40 anos	Radiologista
3	Feminino	21 a 30 anos	Residente
4	Masculino	21 a 30 anos	Residente

Figura 13. Dados demográficos dos 4 entrevistados, todos usuários do portal STT.

As entrevistas foram realizadas nos locais de trabalho de cada profissional, para que os mesmos se sintam mais confortáveis e seguros em suas respostas. Todas as entrevistas foram realizadas em Florianópolis, Santa Catarina. Antes da realização da entrevista, foi informado ao entrevistado os objetivos do estudo e ferramentas usadas para obter as informações. Logo após foi apresentado o termo de consentimento livre e esclarecido o qual foi lido e concordado pelos entrevistados antes do início da entrevista (Anexo A). Durante as entrevista foram usados um gravador de som e os dados coletados foram registrados pelo entrevistador.

4.1.1.2 Resultados da análise de contexto

Nessa seção é realizado a análise dos dados coletados durante as entrevistas para caracterização dos usuários. Mostrando através de gráficos e explicações as respostas coletadas pelo entrevistador.

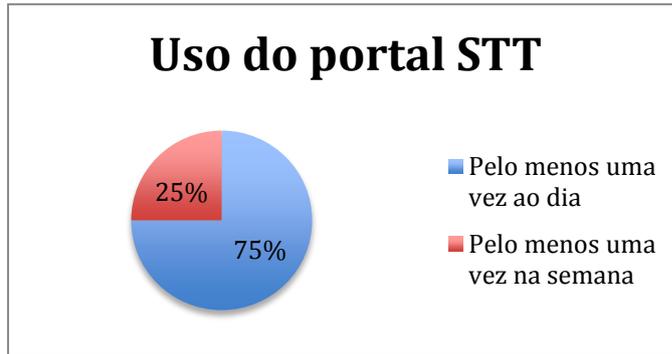


Figura 14. Uso do portal STT

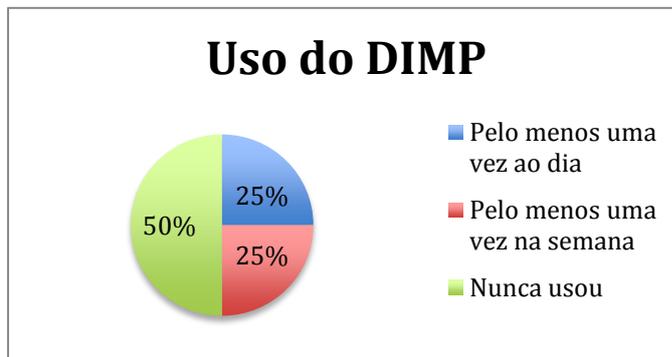


Figura 15. Uso visualizador DIMP

Os entrevistados usam o portal STT para visualizar exames e laudos do paciente do SUS, visualizar imagens radiológicas e gerar laudos de pacientes do entrevistado. Nesse contexto os médicos usam o atual visualizador radiológico do STT, o DIMP para os seguintes itens, todos relacionados a manipulação de imagens DICOM:

- Analisar as imagens em sequência;
- Realizar medidas;
- Aplicar janelamento e nivelamento;
- Zoom;
- MPR (Reconstrução Multiplanar);
- Reconstruções faciais;

Através das entrevistas foi constatado que médicos residentes não utilizam o DIMP e portanto não fazem parte do contexto desse estudo de caso.

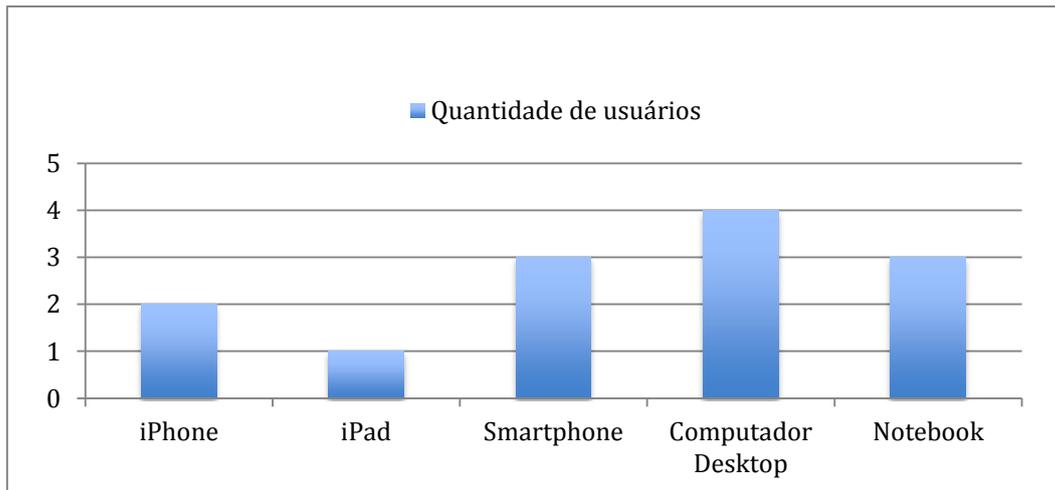


Figura 16. Dispositivos usados pelos entrevistados

A Figura 16 mostra no eixo X o dispositivo usado e no eixo Y a quantidade de usuários com cada um dos dispositivos. Isso indica que todos os usuários possuem algum dispositivo móvel (iPhone ou Smartphone) e portanto possuem conhecimento de interfaces *touchscreen*, mesmo apenas 1 possuindo um iPad.

5.1.1.3 Caracterização de usuários

Os usuários do aplicativo são médicos radiologistas e patologistas bucais do SUS, esses usuários fazem parte do contexto do STT e usam o portal web com frequência para visualizar exames e gerar laudos. Atualmente esses usuários costumam usar o STT em diversos ambientes, mas sempre com o uso de um computador, visto que atualmente esse é o único meio de acesso ao sistema.

Geralmente utilizam o portal quando estão de plantão, e podem utilizar o STT tanto quando estão no hospital quanto em outros locais. Nesse último caso o mesmo é utilizado apenas para gerar laudos quando requisitado por um médico do hospital. Os usuários em sua maioria já estão acostumados a usar sistemas de visualização de imagens DICOM em *workstations* e computadores desktops e estão habituados a manipular as imagens nesse ambiente.

Os usuários possuem em sua maioria *smartphones* e *tablets* e usam os mesmos no seu dia-a-dia sendo para trabalho ou lazer e de vez em quando acessam o sistema usando esses dispositivos mas de forma básica. Em geral médicos possuem uma preferência para dispositivos da Apple, especificamente o iPad (SAVEL, 2011). Por ser portátil e de tamanho adequado está cada vez mais adentrando o ambiente hospitalar (SAVEL, 2011).

Personas



Roberto: É um médico especializado em ultrassonografia, possui 35 anos, e a 15 anos trabalha na área médica, sempre procura se atualizar quanto a tecnologias emergentes e já é um usuário constante de dispositivos da Apple. Roberto gostaria de ter a possibilidade de usar um aplicativo para visualizar ressonâncias de seus pacientes rapidamente e de forma eficiente aonde ele estiver, evitando assim de ter que carregar seu computador por ai.



Fernanda: É uma dentista especializada em radiologia, possui 40 anos e a 20 anos trabalha com odontologia, costuma usar o DIMP para analisar radiografias de seus pacientes e gostaria de poder ter uma versão mais portátil desse serviço, possui um iPad mas usa-o apenas para lazer, todavia acha que com algum treino conseguiria se adaptar caso um serviço como DIMP fosse feito para um iPad.



Gabriela: É uma médica radiologista que há 15 anos vêm trabalhando em sua área, usa o DIMP com frequência quando em seus plantões nos hospitais de Florianópolis, todavia não gosta do mesmo, achando-o muito lento, está sempre conectada nas ultimas novidades tecnológicas e gostaria de ter um serviço mais rápido de análise das imagens radiológicas, capaz de suprir todas suas necessidades, acha que o iPad seria uma ótima aquisição caso exista um aplicativo capaz de analisar as imagens DICOM utilizadas em seu trabalho.

5.1.1.4 Caracterização das categorias de usuários

Características	Médico e dentistas radiologistas
Habilidades e conhecimentos	
Habilidade/Conhecimento do produto/sistema laudar/visualização de imagens	Muito boa, costuma usar sempre que está sobre aviso ou nos hospitais de Florianópolis
Nível de treinamento para usar o STT/ laudar/visualizar	Nenhum treinamento oferecido
Habilidades de linguagem	Português fluente.
Atributos Pessoais	
Idade	Adultos
Gênero	Feminino e Masculino
Limitações e incapacidades físicas	Poucas, muitas vezes há a necessidade

	de uso de óculos
Habilidade intelectual	Ensino superior completo com pós graduação em alguma área correlacionada
Atitude/Motivação	Motivado a usar o sistema, mas há necessidade de melhorias que serão bem vindas para seu uso com mais frequência

Figura 17. Caracterização das categorias de usuários.

5.1.1.5 Fluxo geral da aplicação

A aplicação seguirá o fluxo básico detalhado a seguir, o que pode ser visto de forma resumida no caso de uso mostrado na Figura 18.

Ao iniciar a aplicação será disponibilizado para o usuário uma tela de login. Essa tela oferecerá para o usuário campos para inserção de usuário e senha, após sua inserção e validação, o usuário será levado para a tela inicial da aplicação. A tela que aparece possui apenas duas ações ou efetuar *logout*, ou abrir o menu. O menu oferecerá uma lista de pacientes inicialmente em ordem cronológica, cada entrada dessa lista possuirá o nome do paciente, a data do exame, modalidade e parte do corpo examinada. Esse menu ainda oferece um campo de busca e um botão para ordenar a lista em ordem alfabética ou cronológica.

Ao selecionar um paciente o aplicativo se encarrega de carregar as imagens do estudo associado, possibilitando a visualização de todas as imagens de um exame. Existirá ainda botões/ações para visualizar mais informações do exame, selecionar outro paciente e voltar para tela inicial. Nessa tela de visualização das imagens, o usuário poderá efetuar medições, mudar o janelamento e nivelamento, medir ângulos e navegar em todas as imagens do estudo.

O aplicativo futuramente será inserido no contexto do STT. Especificamente junto com o aplicativo de Laudos já existente, integrando a funcionalidade de visualização de imagens DICOM com alta definição. O mesmo ajudará na visualização de estudos de modo portátil e terá papel auxiliar na geração de laudos. O fluxo desse contexto pode ser descrito como segue.

Inicialmente o usuário efetua login no STT na versão mobile (STT Laudos), seleciona um paciente e visualiza suas imagens em formato padrão.

Caso o usuário sinta necessidade de visualizar essas imagens com maior precisão o mesmo acessará uma interface para edição detalhada das imagens DICOM do estudo associado ao paciente em questão. Com isso feito, o mesmo poderá agora analisar em sua totalidade as imagens e assim poderá definir um laudo correto para o paciente.

Caso de uso essencial do fluxo geral

Etapa	Fluxo	
	Usuário	Sistema
1	Acessa o aplicativo de laudos do STT para iPad	
2	Realiza todos os passos necessários para acessar um exame	
3	Abre a visualização avançada das imagens do exame aberto	Abre interfaces responsáveis pela visualização de imagens em alta definição
4	Navega nas imagens do estudo	Altera a imagem sendo visualizada de acordo com comandos do usuário
5	Realiza manipulações na imagem	Altera janelamento e nivelamento conforme necessário
6	Realiza medições na imagem atual	Mostra linhas com distâncias conforme toques
7	Visualiza informações do estudo e do paciente	Mostra tabelas com informações do estudo e do paciente
8	Volta para tela anterior onde poderá assim efetuar a criação do laudo usando as interfaces já existentes do aplicativo de Laudos do STT	

Figura 18. Caso de uso essencial do fluxo geral.

Tarefas

- **Acessar o sistema:** Entrar na área restrita com acesso aos pacientes e exames.
- **Visualização da lista de exames:** Visualizar os pacientes disponíveis no aplicativo.
- **Pesquisar na lista de exames:** Realizar uma pesquisa caso o usuário deseje encontrar um paciente específico.
- **Visualização de imagens:** Visualizar imagens relacionadas ao paciente em questão.
- **Visualização de informações do paciente e exame:** Visualizar informações importantes para identificar um paciente e seu respectivo exame.
- **Visualização de imagens em sequência:** Ação de visualização das imagens em sequência de forma rápida.
- **Mudança de janelamento e nivelamento para visualização de outros tecidos:** Efetuar manipulações na imagem para visualização de diferentes tecidos da parte do corpo examinada.
- **Zoom da imagem:** Visualizar partes da imagem que necessitam ser ampliadas, esse zoom é feito continuamente, tanto para aumento ou diminuição do mesmo.
- **Navegação pela imagem:** Visualizar partes da imagem que não estão visíveis na tela.

- **Criar linhas:** Tarefa responsável pela criação de linhas para calcular dimensões de partes da imagem para auxiliar no processo de laudo.
- **Definir ângulos usando linhas:** Calcular ângulos de partes da imagem, para isso criasse linhas com três pontos.
- **Edição de linhas:** Alterar posicionamento de uma reta ou ângulo já inserido.
- **Deleção de linhas:** Deletar uma reta ou angulo já inserido.
- **Navegação entre series:** Alterar a série sendo visualizada dentro do mesmo estudo.

A estrutura detalhada das tarefas mostradas anteriormente podem ser vistas no anexo G.

A condição para utilização do aplicativo é que o usuário necessariamente deve efetuar login e selecionar um paciente na lista de pacientes. Com essa etapa inicial realizada o usuário irá visualizar as imagens do exame e efetuará a navegação nas mesmas. Será possível também mudar o numero da serie visualizada para conseguir analisar todas as imagens do paciente em questão.

Existem algumas tarefas que dependerão do objetivo do usuário:

- Ordenação da lista de pacientes
 - Usada somente quando o usuário necessita visualizar os pacientes em ordem especifica, podendo ser em ordem cronológica ou alfabética.
- Pesquisa de paciente
 - Usada quando o usuário já possui o nome do paciente ao qual o mesmo procura.
- Visualização das informações do paciente
 - Usado quando for necessário visualizar as informações adicionais do paciente, muitas vezes não será usado pois já foi visto essas informações antes de visualizar essa tela.

Tarefas como mudança de janelamento e nivelamento, zoom, criação de linhas para medidas e ângulos, manipulação de medidas e deleção das mesmas serão usadas com menor frequência. Isso se deve ao fato que muitas vezes o usuário somente irá visualizar as fotos.

Essas tarefas serão utilizadas quando for necessário gerar um laudo para o paciente em questão.

O aplicativo abrange imagens de tomografia, ressonância magnética e ultrassom, mais detalhes sobre a resolução das imagens e tamanhos podem ser vistos na Figura 9 na seção 2.2.1.

Equipamento

Esse aplicativo será desenvolvido para funcionar em um iPad 2 da Apple, mais detalhes do mesmo podem ser vistos na seção 2.2.

Ambiente

Descrição do sistema e do aplicativo de visualização de imagens radiológicas existente

Localizado no sul do Brasil, o Estado de Santa Catarina tem uma área física de 95,3 mil km², possui aproximadamente 6,2 milhões de pessoas e é dividido em 293 municípios (IBGE, 2012). Devido à centralização de profissionais no litoral, o paciente do interior do estado precisa ser transportado por vias terrestres ou aéreas quando necessita de tratamento especializado, o que acarreta um custo adicional ao sistema de Saúde do Estado. Essa migração de pacientes no sentido interior – litoral provoca também uma sobrecarga nos centros de saúde da região. Como consequência, temos superlotação e atraso no atendimento.

O sistema de telemedicina catarinense (STT)¹⁵ tem como objetivo fornecer um sistema de medicina assíncrono. Esse sistema tem como meta tornar possível o desenvolvimento de um diagnóstico de um paciente de forma remota, tornando a distância entre o médico especialista, paciente, e todas as pessoas envolvidas menor. Esse sistema ainda possibilita a colaboração de outros médicos na análise de exames, melhorando a qualidade de atendimento ao paciente.

Atualmente o sistema catarinense de telemedicina possui uma rede de comunicação entre instituições médicas que transmite de forma digital imagens para diagnóstico, elas englobam as modalidades de ressonância magnética, ultrassom, tomografia, raio-X, endoscopia e colonoscopia (MAIA, 2006).

Atualmente, o STT é acessado por meio de uma interface web, estando disponível aos profissionais de saúde 24 horas por dia, podendo ser acessado de qualquer navegador de internet (BARCELLOS JUNIOR, 2012). O STT/SC está em operação desde 2005 e nele são disponibilizados um número variado de modalidades de exames em mais de 287 municípios do estado, totalizando mais de 1,8 milhão de exames realizados desde o início da sua operação.

STT/SC possui também, servidores DICOM nos principais centros e os mesmos são usados como repositórios de imagens que são acessadas atualmente por um visualizador de imagens radiológicas baseado na web intitulado DIMP.

¹⁵ <https://www.telemedicina.ufsc.br/rctm/>

Santa Catarina State Telemedicine Network

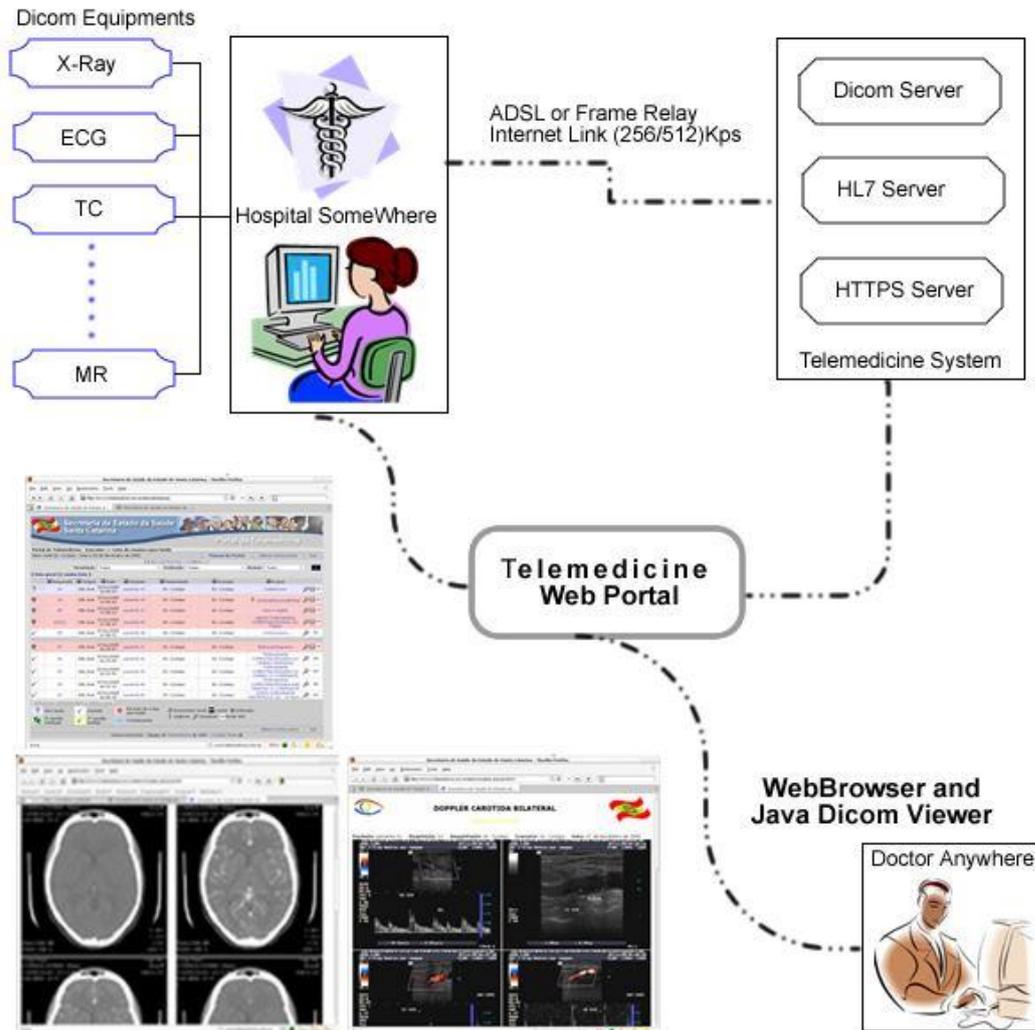


Figura 19: Workflow do sistema catarinense de telemedicina (WANGENHEIM et. al.,2011).

O DIMP atualmente se baseia totalmente na web e possui acesso a todas as imagens DICOM dentro do sistema do STT/SC. Ele possui ferramentas como, lupa, janelamento, nivelamento, scroll entre imagens, visualização de várias imagens em paralelo, anotações e desenhos.

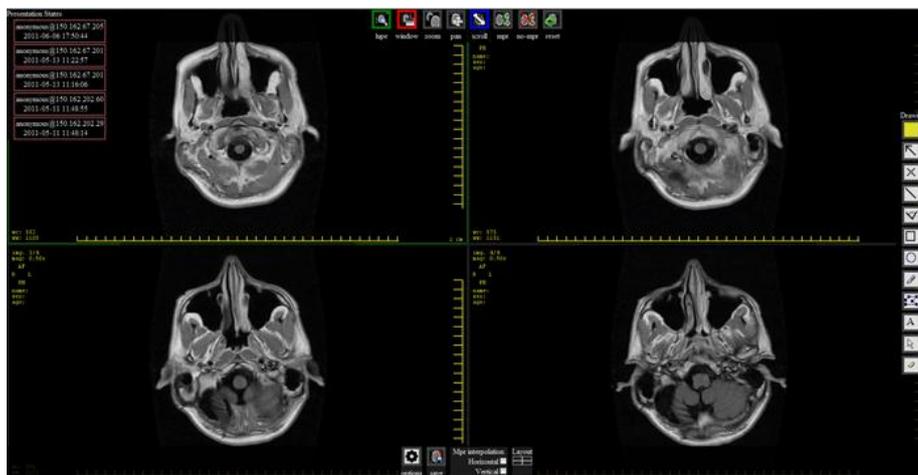


Figura 20: Visualizador DIMP

Um visualizador de imagens radiológicas tem como foco fornecer uma ferramenta para visualização de imagens DICOM coletadas através de exames que usam essa tecnologia, como por exemplo, tomografia e ressonância magnética. Um visualizador deve ser capaz de extrair informações dessa imagem, como por exemplo nome do paciente e hora da criação da imagem. Deve também fornecer recursos avançados para manipulação dessa imagem como janelamento e nivelamento. Esse aplicativo deve fornecer uma interface gráfica intuitiva diversas opções de manipulação usando de preferência todos os recursos fornecido por usar *touchscreen* (NARAYAN, 2004).

Esse aplicativo será usado quando médicos estiverem de plantão e estiverem sem acesso a um computador com uma ferramenta capaz de analisar imagens DICOM, ou ainda quando houver a necessidade de acessar as informações em movimento. O iPad, por ser um dispositivo portátil e móvel se torna disponível em salas cirúrgicas e consultórios médicos sem a estrutura fixa. O mesmo poderá ser manipulado com luvas cirúrgicas e sem, podendo ser usado com duas mãos ou somente uma.

O aplicativo tem também como objetivo fazer com que médicos não dependam apenas de *workstations* e possam usar o iPad como instrumento de trabalho. O software será integrado ao já existente sistema de visualização/geração de laudos do STT para iPad, auxiliando no processo de criação de um laudo. Como consequência o mesmo deverá seguir o design e identidade visuais já definidos para garantir assim uso consistente das aplicações disponíveis.

A identidade visual do site da telemedicina de Santa Catarina possui como cores predominantes o verde, azul, branco e cinza em todos seus sistemas *web* (portal STT). O DIMP possui cores escuras de fundo (preto e cinza) e botões em diversas cores entre elas, verde, vermelho, azul e amarelo. O aplicativo de STT Laudos para iPad possui as cores azul e branco,

facilitando a escolha das cores para o aplicativo atual.

Sendo o iPad um dispositivo da Apple, o design de interfaces também deve seguir o guia de estilo da Apple especificamente para iOS, pois é necessário manter um padrão com as *guidelines* definidas pela mesma para assim assegurar melhor entendimento e usabilidade.

4.2 Prototipação de design de interfaces

O design de interfaces do aplicativo foi realizado através de protótipos usando técnicas de engenharia de usabilidade levando em consideração todos os itens apontados na definição do contexto. Durante seu desenvolvimento foi pensado sempre em como deixar sua interface o mais simples possível levando em consideração o contexto onde o usuário está inserido.

Foram feitas no total 3 iterações, sendo uma de baixa fidelidade e outras duas feitas via computador utilizando o software *Balsamiq Mockups* (<http://www.balsamiq.com>), um software com ferramentas para o desenvolvimento de modelos de arame das interfaces de maneira rápida.

4.2.1 Prototipação iteração 1

Uma versão inicial das telas com baixa fidelidade foram desenhadas em papel como pode ser visto nas figuras a seguir. Elas remetem a uma tela inicial com opção de visualizar uma lista de pacientes e uma tela com informações do paciente. Assim que requisitado pelo usuário será mostrado uma tela contendo as imagens do paciente relacionado. Nessa tela o usuário poderá efetuar o janelamento e nivelamento de qualquer imagem, podendo ainda rolar através de todas elas, aplicar zoom, transitar entre séries, adicionar e deletar linhas e resetar a imagem.

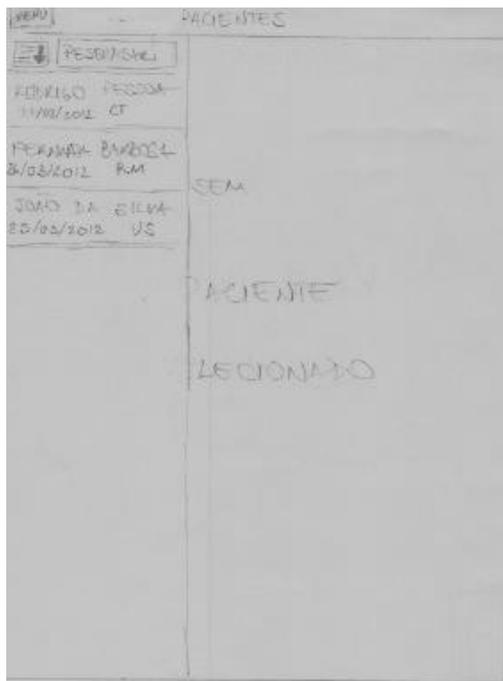


Figura 21. Tela inicial

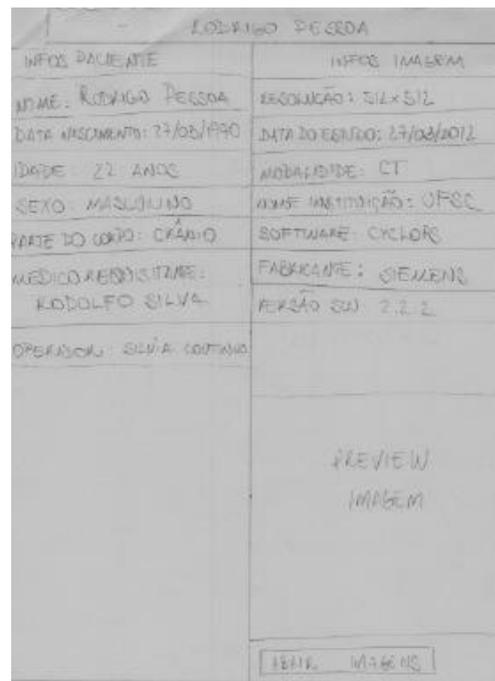


Figura 22. Tela com informações do paciente



Figura 23. Tela de visualização do estudo

4.2.2 Prototipação iteração 2

Após realizar algumas avaliações informais com as telas feitas em papel, houve o design/prototipação do design de interfaces para uma segunda versão.

Nessa versão houve uma pequena alteração na tela de informações do paciente. Essa alteração está relacionada ao posicionamento das informações e imagem (conforme mostra a figura 30 abaixo) pois foi constatado que a disposição anterior causaria um foco de atenção mais para as informações do paciente do que as imagens, que é o principal componente da aplicação. Houve também a redução de opções na barra inferior na tela de visualização das imagens. Isso ocorreu pois algumas funcionalidades como a deleção foram prototipadas para serem usadas diretamente sobre a imagem.

O botão de voltar foi passado para a barra superior para isolar sua função, que é de sair do aplicativo das funções de manipulação das imagens.

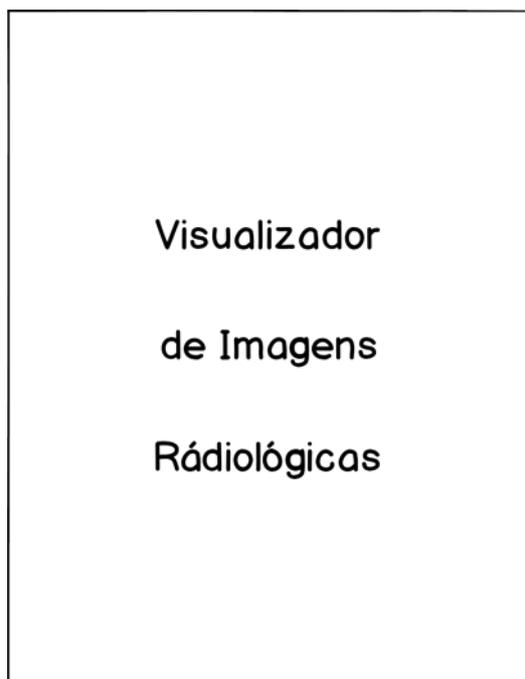


Figura 24. *Splashscreen*

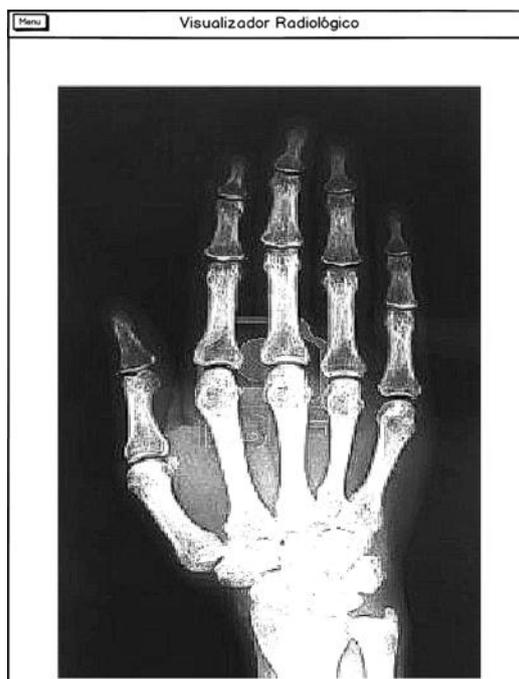


Figura 25. Tela inicial

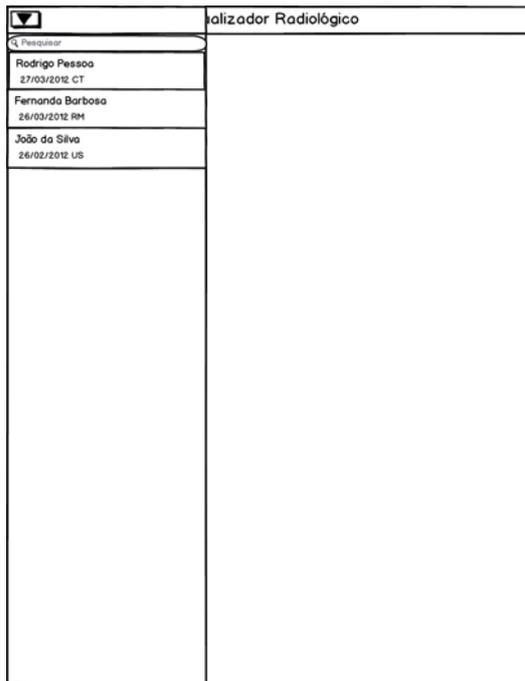


Figura 26. Tela lista de pacientes

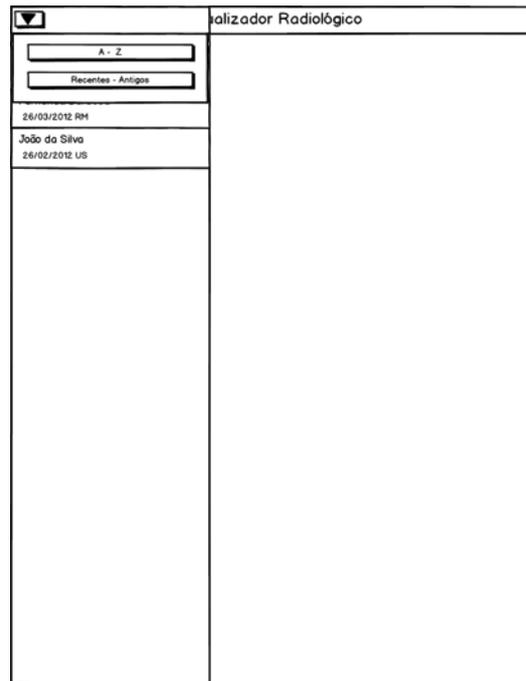


Figura 27. Tela com opções de ordenação

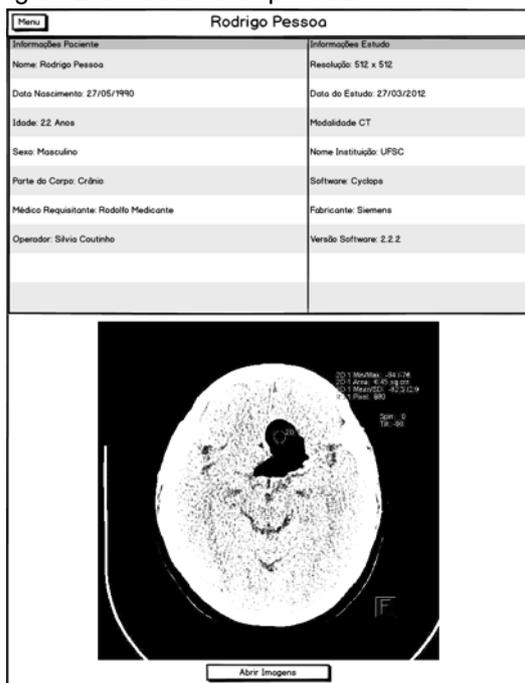


Figura 28. Tela informações do paciente

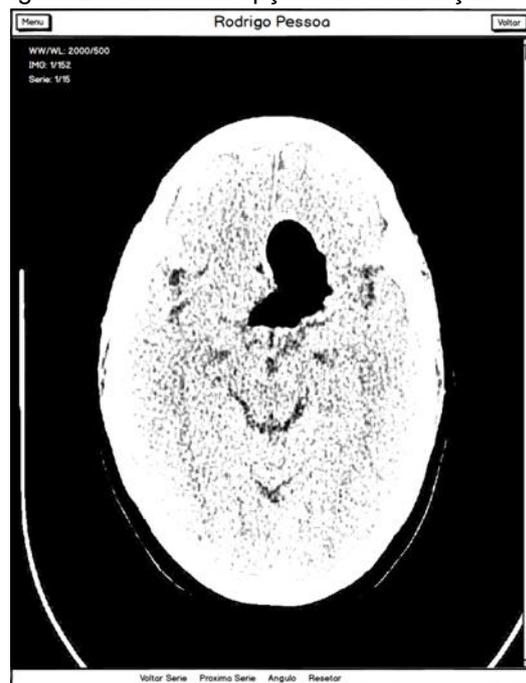


Figura 29. Tela visualização estudo

4.2.3 Prototipação iteração 3

Levando como base os resultados de avaliações informais realizados com os protótipos da iteração 2, uma terceira versão se tornou necessária. Essa versão conta com a inserção de uma tela de login. Essa tela deve existir pois o *software* fornece acesso a informações sensíveis. Somente pessoas autorizadas poderão ter acesso as imagens salvas no aparelho, para isso essa

nova tela possui um campo para inserção de um usuário e senha.

Outra alteração que se tornou necessária levou em consideração a necessidade de visualização rápida das imagens. Com uma melhor análise do contexto foi percebido que o que mais importa em um exame é suas imagens, no fluxo em que a aplicação está inserida já se sabe previamente as informações do paciente. Para alcançar isso a primeira tela após o login fornece o botão para habilitar o menu e seleção de um paciente, após selecioná-lo, na mesma tela mostra-se as imagens do paciente relacionado. As informações do exame em si estão também disponíveis nessa tela e podem ser acessadas arrastando uma tela que é “puxável” na parte superior da tela. Com essa alteração o médico tem acesso as informações sempre que necessário durante a visualização de um estudo.

Não houve alterações nas demais telas.

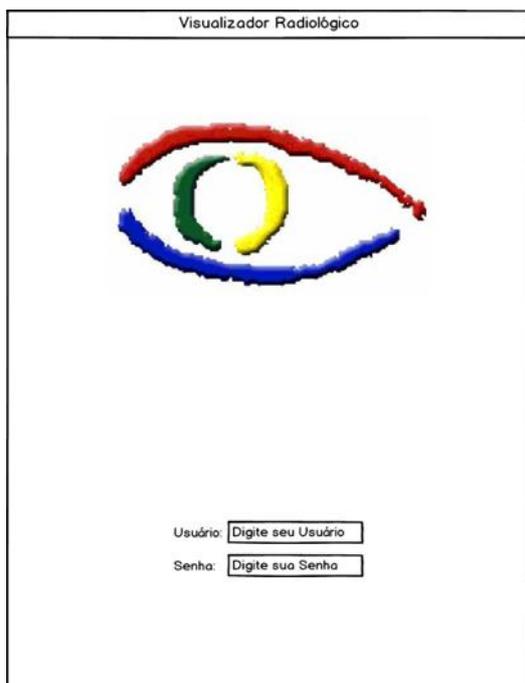


Figura 30. Tela inicial / login

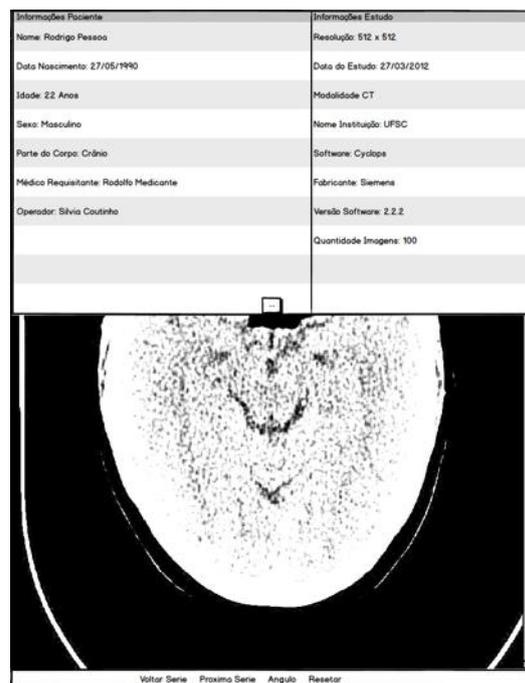


Figura 31. Tela visualização das imagens com informações do paciente

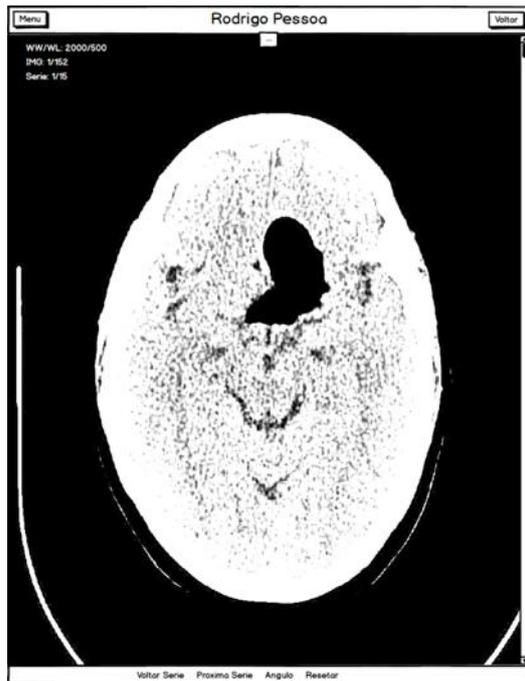


Figura 32. Tela de visualização das imagens

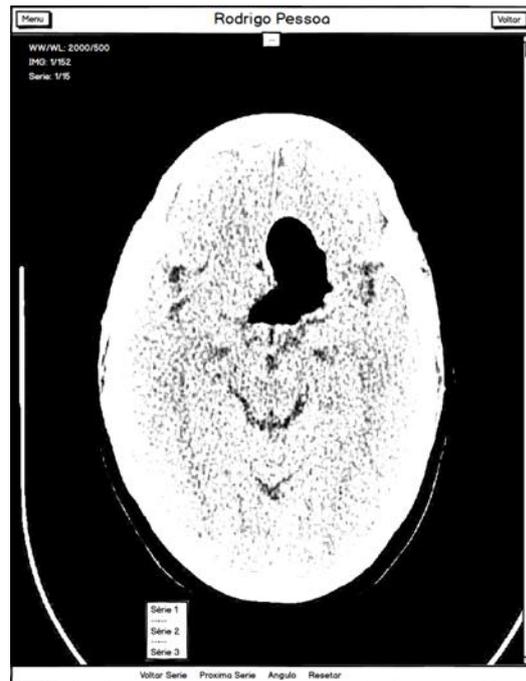


Figura 33. Tela visualização da imagem com lista séries

4.3 Desenvolvimento do aplicativo

Para o desenvolvimento do aplicativo foi usado o modelo de ciclo de vida em cascata da engenharia de software (ROYCE, 1987). Inicialmente foi realizado uma análise de requisitos funcionais e não funcionais com base na análise de contexto apresentada na seção 4.1.1.

A partir disso foi realizado a modelagem da arquitetura MVC e após uma modelagem do aplicativo. A implementação do modelo e controle da aplicação foi realizada usando como base um diagrama MVC e de classes, figura 34 e 35 respectivamente. Em seguida foi desenvolvido as interfaces da aplicação e integradas ao modelo através dos controles criados anteriormente.

Por fim testes unitários e de sistema foram realizados para verificar seu funcionamento.

4.3.1 Análise de requisitos funcionais, não funcionais e de usabilidade

Requisitos funcionais

- RF1. O processo de login deve ter tempo de resposta instantâneo pois a verificação do mesmo é feita localmente.
- RF2. Deve ser possível efetuar medições de distância e ângulos;
- RF3. Deve ser possível efetuar zoom na imagem e navegação da mesma;
- RF4. Deve se obrigatoriamente analisar as seguintes chaves DICOM:
 - Número da imagem dentro da série
 - Quantidade de imagens
 - Número de series
 - Identificador do estudo
 - Descrição do estudo
 - Data do estudo
 - Array de bytes da imagem
 - Modalidade
 - Nome do paciente

Requisitos não funcionais

- RNF1. O mesmo deve manter visível em quase sua totalidade a imagem sendo analisada, possibilitando maior enfoque na visualização delas;
- RNF2. O tempo de resposta de preparação de um estudo deve ser menor que 30 segundos;
- RNF3. Deve ser possível cancelar a preparação de um exame tendo em vista a abertura de um novo;
- RNF4. Deve existir uma sessão com informações da imagem como nome do paciente e hora de criação da imagem;
- RNF5. O aplicativo deve suportar a abertura de estudos com até 700 imagens;
- RNF6. Não deve ser possível acessar imagens sem a devida permissão;
- RNF7. Deve ser possível manipular a imagem mudando seu nivelamento e janelamento;

Requisitos de usabilidade

- RU1. O aplicativo deverá fornecer todas as ferramentas mais usadas por especialistas (medição, zoom, janelamento e nivelamento) através de no máximo 2 toques;
- RU2. Zoom deve ser feito através do movimento de pinça;
- RU3. Alcançar 75% de satisfação no questionário SUS;
- RU4. Garantir conclusão da tarefa com sucesso em 90% dos casos;

- RU5. Garantir um tempo necessário conclusão da tarefa definida menor que de 10 minutos, sem considerar o tempo de análise dos problemas encontrados no paciente atual;

4.3.2 Modelagem da arquitetura do sistema

Para documentar a modelagem do sistema foi feito 2 diagramas. O diagrama MVC mostra a interação entre modelo, controle e visão em alto nível.

A modelagem MVC foi adotada pois assim consegue-se alcançar maior flexibilidade do código e facilita o processo de desenvolvimento do aplicativo.

O diagrama de classes mostra os pacotes e classes detalhados, contendo ainda todos os atributos e funções.

4.3.2.1 Diagrama MVC

Esse diagrama mostra como foi feita a arquitetura MVC (*Model-View-Controller*) do programa implementado. O controle é responsável por realizar a comunicação entre o modelo e a visão, ele é responsável por garantir a execução correta do programa.

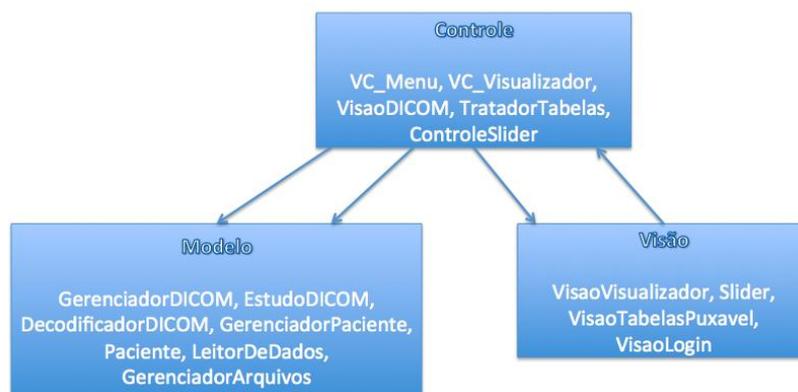


Figura 34. Diagrama MVC

4.3.2.2 Diagrama de classes

Esse diagrama mostra todos os componentes e funções do programa implementado, através dele pode-se ter uma visão geral do seu uso e quais funções cada classe fornece.

4.3.3 Implementação

4.3.3.1 Implementação do controle/modelo

Tendo os protótipos de interface definidos na seção 4.2, foi iniciado o processo de implementação do software aplicativo. O mesmo foi criado inteiramente em sistema operacional Mac OS X¹⁶ usando o programa de desenvolvimento intitulado XCode¹⁷.

A primeira etapa de desenvolvimento se deu através da criação do módulo de leitura de arquivos DICOM. Para iniciar essa etapa foi realizada uma pesquisa para verificar quais os códigos das chaves que remetem aos valores (descrição do estudo, nome do paciente e etc.) mencionados anteriormente (RF4). Com essas informações obtidas foi iniciado o processo de obtenção dessas chaves no arquivo, para assim, converter as mesmas para variáveis do programa. Essas variáveis foram posteriormente usadas para montar as interfaces de informação do paciente e do estudo, além de organizar o estudo em si.

Após concluir essa parte inicial foi necessário criar o modelo da aplicação responsável pela manipulação do *array* de *bytes*, que representam a imagem em si. Esse *array* de *bytes* é uma matriz de pixels que juntos formam uma imagem. O primeiro desafio encontrado foi extrair esses *bytes* do arquivo sem perder nenhuma informação, cada *byte* contém informação essencial para a montagem da imagem final. Para montagem da imagem foi necessário ler mais algumas chaves do arquivo DICOM como por exemplo, largura da imagem e altura da imagem, assim é possível converter o *array* corretamente para uma matriz.

Com essa matriz salva dentro da aplicação, iniciou-se o processo de manipulação do mesmo. O janelamento e nivelamento podem ser alcançados incrementando ou decrementando os valores de cada pixel. Cada pixel é um valor único numa escala de cinza, portanto alterando esse valor altera a tonalidade na imagem final. O último passo necessário para disponibilizar essa imagem para o usuário foi converter esse *array* de *bytes* para uma representação de imagem que o *iPad* possa ler. Para isso foi usado recursos da própria biblioteca do *Objective-C* para a criação de um bitmap que possa ser visualizado.

Após ser finalizado a leitura de uma imagem foi necessário organizar o estudo DICOM em sua totalidade. Isso foi alcançado através das chaves número da série e número da imagem dentro da série. Assim foi possível ordenar e organizar todas as imagens para a correta navegação pelo usuário. Todos os arquivos originais estão salvos dentro do espaço de armazenamento da aplicação portanto não foi necessário se preocupar com conexão a internet.

¹⁶ <http://www.apple.com/br/osx/>

¹⁷ <https://developer.apple.com/technologies/tools/>

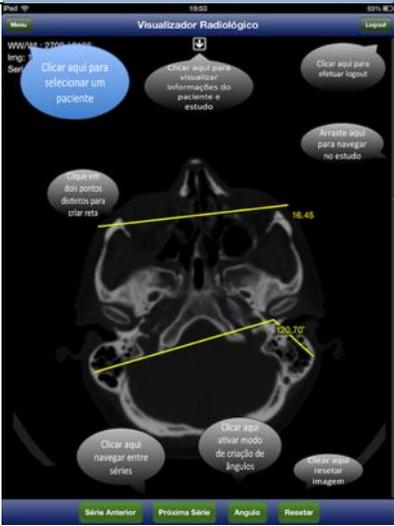
4.3.3.2 Implementação da interface

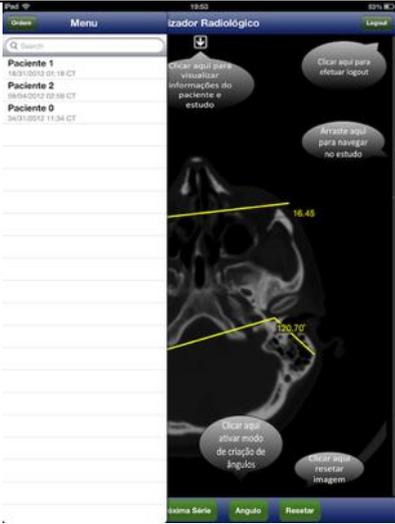
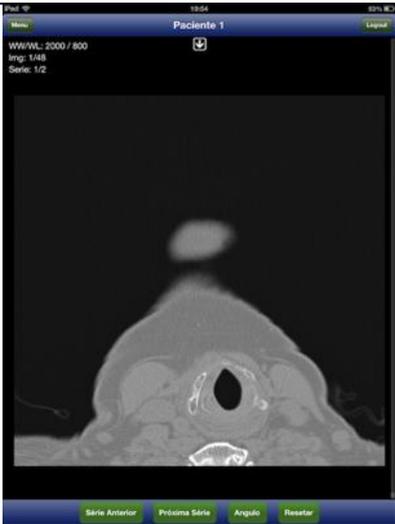
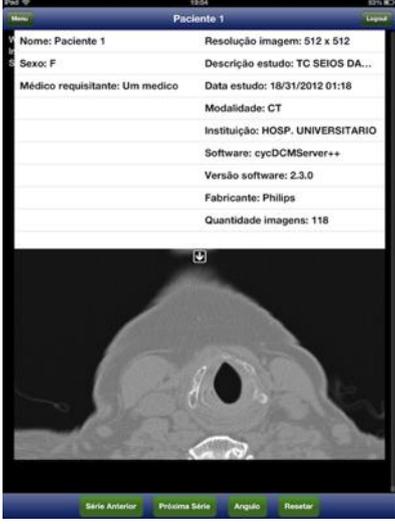
Para implementação da interface foi necessário primeiramente conectar todos os controles entre si, para criar assim, um fluxo de execução da aplicação.

Todas as telas foram implementadas usando os protótipos definidos nas etapas de prototipação (vide seção 4.2) e integradas aos respectivos controles para criar assim um programa funcional.

Essas telas podem ser vistas nas figuras a seguir.

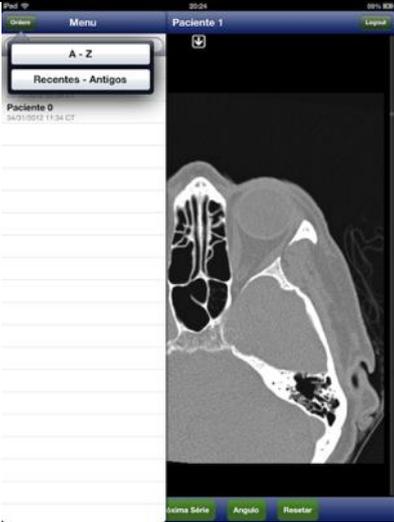
Diagrama de atividades do aplicativo - Fluxo principal

Etapa	Fluxo		Tela
	Usuário	Sistema	
1	Abre o aplicativo		
2		Fornece os campos de inserção de usuário e senha	
3	Usuário informa login e senha através do teclado virtual		
4		Valida as informações fornecidas e transita para a próxima tela	
5		Fornece tela com informações contendo o que pode ser feito usando a aplicação.	
6	Clica em Menu		
7		Fornece menu com lista de pacientes disponíveis	

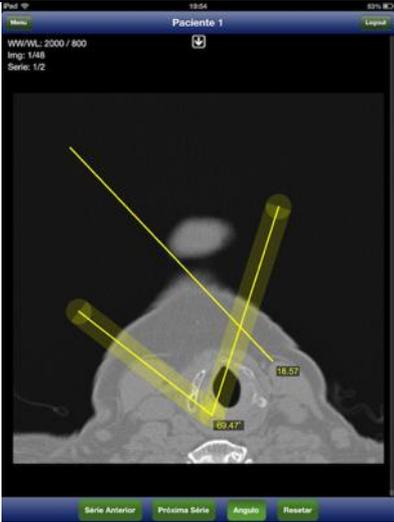
8	Escolhe um paciente		
9		Esconde lista e prepara o estudo relacionado ao paciente selecionado	
10		Mostra uma tela de carregando durante o carregamento do estudo	
11		Mostra primeira imagem do estudo	
12	Usuário navega no estudo para visualizar todas as imagens	Mudança da imagem sendo mostrada de acordo com movimento do usuário	
13	Efetua alterações no janelamento e nivelamento da imagem	Altera janelamento e nivelamento conforme necessidade do usuário	
14	Clica na seta no canto superior para visualização das informações do paciente e do estudo		
15		Mostra tabelas de informações do estudo e do paciente	
16	Clica novamente na seta para esconder informações		
17		Esconde tabelas	
18	Realiza toques na tela com intuito de		

	realizar medições		
19		Cria retas conforme toques do usuário	
20	Clica em "Logout"		
21		Efetua limpeza de informações temporárias e volta para tela de login	

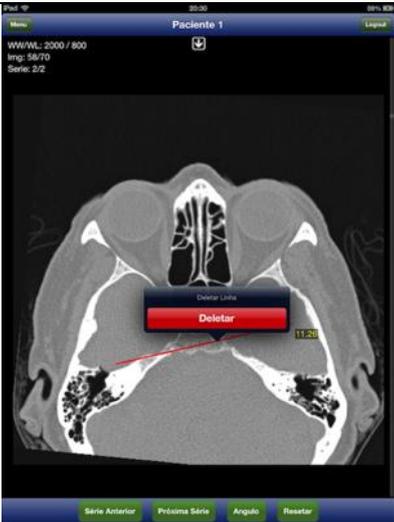
Alterando ordem da lista de pacientes

Etapa	Fluxo		Tela
	Usuário	Sistema	
1	Clica em "Ordem"		
2		Fornecer menu com escolhas de ordenação: "A - Z" e "Recentes - Antigos"	
3	Seleciona uma das opções		
4		Ordena lista conforme opção selecionada	

Alterando posicionamento de uma linha

Etapa	Fluxo		Tela
	Usuário	Sistema	
1	Toque sobre uma linha		
2		Seleciona a linha clicada	
3	Arrasta uma das pontas		
4		Efetua alterações na linha conforme necessidade do usuário	

Deletando uma linha

Etapa	Fluxo		Tela
	Usuário	Sistema	
1	Toque prolongado sobre uma linha		
2		Seleciona a linha clicada tornando-a vermelha e mostra menu com opção de deleção	
3	Clica em deletar a linha		
	Arrasta uma das pontas	Esconde menu de deleção e apaga a linha	

4.3.4 Testes

Os testes foram realizados durante o desenvolvimento do aplicativo, em todas suas etapas. Informalmente foram realizados testes de unidade junto com testes de sistema. Esse último foi feito sempre que o aplicativo possuísse uma nova funcionalidade implementada.

Os testes de sistema realizados são descritos a seguir

Durante o desenvolvimento do modelo e controle foram feitos alguns testes unitários para verificar a transferência correta dos arquivos de imagem DICOM para variáveis do programa.

No.	Dados do teste	Pré-requisitos	Passos	Resultado esperado	Status
1	Acessar o sistema.	Usuário deve possuir suas credenciais.	Usuário preenche os campos de "usuário" e de "senha" e clica em "Login".	Visualizar página com informações sobre as ferramentas e botão de menu.	Ok.
2	Clicar em menu	Estar logado.	Usuário clica em "menu".	Visualizar no canto esquerdo de forma sobreposta a lista de pacientes disponíveis para visualização.	Ok.
3	Clicar em "ordem" e selecionar ordem de "A-Z".	Estar com a lista de pacientes aberta.	Usuário clica em "ordem", clica em "A-Z".	A lista de pacientes se ordena de acordo com a ordem alfabética. Estando disponível para o usuário.	Ok.
4	Clicar no campo de busca e pesquisar por "paciente 1".	Estar com a lista de pacientes aberta.	Usuário clica no campo de busca e digita "paciente 1".	A lista de pacientes deve se atualizar a cada caractere digitado pelo usuário até sobrar somente o paciente que tenha o nome "paciente 1".	Ok.
5	Clicar em "paciente 1".	Estar com a lista de pacientes aberta.	Usuário seleciona um paciente da lista de pacientes e espera o processamento do aplicativo	A lista de pacientes desaparece, imagem de carregando aparece na tela, estudo associado ao paciente clicado é carregado, ao completar o carregamento, a imagem de carregando é retirada e o usuário pode visualizar as imagens do estudo.	Ok.
6	Arrastar a barra de rolagem no canto direito.	Ter um estudo carregado.	Usuário mantém pressionado o dedo em cima do campo de rolagem e realiza o movimento de arrasto para cima e para baixo.	É trocado a imagem sendo mostrada de acordo com a movimentação do dedo do usuário, as informações do estudo são atualizadas para mostrar o número da imagem atual.	Ok.
7	Clicar em "Próxima Série" durante 1 segundo.	Ter um estudo carregado.	Usuário mantém pressionado o dedo em cima de "Próxima Série" durante 1 segundo e seleciona uma das séries na lista de séries	Identifica-se a série clicada e carrega as imagens da série associada na área de visualização das imagens, atualizando ainda as informações do estudo.	Ok.
8	Clicar na seta que	Ter um paciente	Usuário clica na	Gera uma animação	Ok.

	se encontra na parte superior da tela.	selecionado.	seta.	para mostrar duas tabelas contendo informações do estudo e do paciente.	
9	Tocar duas vezes sobre a imagem em pontos distintos	Ter um estudo carregado.	Usuário toca sobre um ponto da imagem, retira o dedo da tela e clica sobre um outro ponto diferente do clicado anteriormente.	No primeiro toque gerasse um círculo sobre a imagem no ponto clicado, após o segundo clique, apaga-se o círculo e cria-se uma reta entre os dois pontos. Mostrando logo ao lado do segundo ponto o tamanho da reta criada.	Ok.
10	Clicar em “ângulo” e depois em três pontos distintos sobre a imagem.	Ter um estudo carregado.	Usuário clica no botão “ângulo” e realiza 3 toques em pontos distintos sobre a imagem.	Ativa o botão de ângulo, demarca os dois primeiros pontos com círculos e ao clicar sobre o terceiro cria 2 retas ligando o primeiro ao segundo e o segundo ao terceiro ponto. Mostrando logo acima do segundo ponto o ângulo entre as retas.	Ok.
11	Tocar na tela com dois dedos juntos e arrastar para cima/baixo e/ou direita/esquerda	Ter um exame carregado	Usuário toca na tela em um ponto qualquer da imagem com dois dedos juntos, a partir disso realiza movimentos para cima/baixo e direita/esquerda	Realiza mudanças no nivelamento e janelamento da imagem de acordo com a movimentação dos dedos do usuário. Sentido cima/baixo altera janelamento e direita/esquerda altera nivelamento.	Ok.
12	Tocar na tela com dois dedos juntos e realizar arrasto separando ou juntando os dedos (pinça)	Ter um exame carregado	Usuário toca sobre a imagem e arrasta os dedos separando-os ou juntando-os (pinça).	Realiza-se zoom na imagem sendo esse aumentando quando os dedos se separam ou diminuindo quando os dedos se juntam.	Ok.
13	Clicar em “resetar”	Ter um exame carregado	Usuário toca no botão “resetar”.	Reseta o janelamento e nivelamento da imagem, alterando também o zoom para o estado padrão. Fornecendo assim uma imagem do jeito que foi fornecida.	Ok.
14	Tocar sobre um reta.	Ter um exame carregado e ao menos uma reta feita.	Usuário toca sobre uma reta de forma rápida.	Detecta-se qual reta o usuário clicou e mostra que a mesma foi selecionada	Ok.

				mostrando uma camada colorida semitransparente a reta.	
15	Tocar e arrastar uma das pontas de uma reta selecionada	Ter um exame carregado com uma reta selecionada	Usuário arrasta ponta da reta para qualquer outra posição da imagem.	Realiza mudanças na reta para acomodar movimento do usuário, a cada mudança o tamanho da mesma é recalculado.	Ok.
16	Tocar sobre uma reta durante 1 segundo.	Ter um exame carregado com ao menos uma reta feita.	Usuário toca durante um segundo sobre uma reta	Mostra uma camada vermelha ao redor da reta, e disponibiliza um menu com a opção de deletar a reta selecionada. Ao clicar para deletar a mesma some.	Ok.

5. Avaliação

Nessa seção mostro como foi feita a avaliação do design de interface e a usabilidade do aplicativo desenvolvido.

5.1 Definição da avaliação

Essa avaliação tem como objetivo validar a usabilidade do design de interface desenvolvido e funcionalidades implementadas do ponto de vista de médicos geradores de laudos.

Para alcançar esses objetivos foi realizado um teste de usabilidade para identificar os pontos fortes e fracos e verificar se todas as funcionalidades implementadas são intuitivas e suficientes.

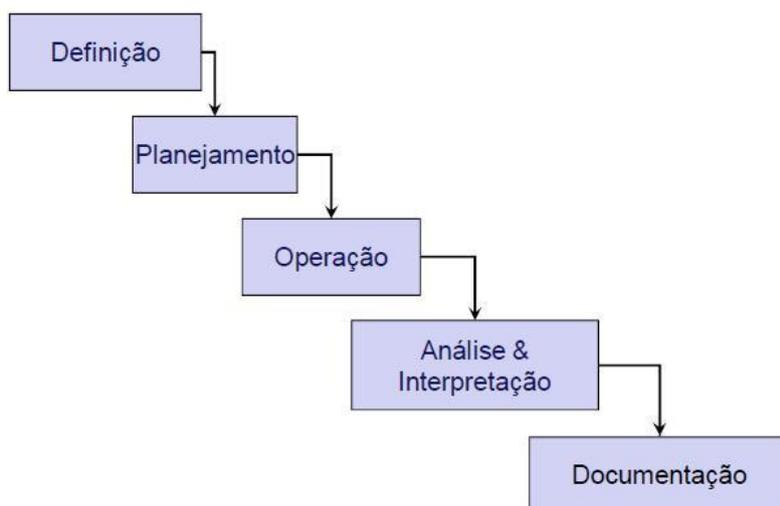


Figura 36. Etapas do processo de avaliação (WOHLIN, 2012)

Objetivo da avaliação

- Analisar a eficácia, eficiência e satisfação das interfaces e funcionalidades;
- Analisar se as funcionalidades desenvolvidas são suficientes;
- Validar o aplicativo como auxiliar na criação de um laudo;
- Identificar os pontos fortes e fracos do design elaborado a fim de melhorar o design;
- Verificar se os requisitos foram alcançados;

Medidas da avaliação

Meta	Modo de medição
1. O aplicativo deve fornecer todas as ferramentas mais usadas por especialistas (medição, zoom, janelamento e nivelamento) através de no máximo 2 toques;	Verificar através da observação do participante e comprovado através de vídeo.
2. Alcançar 75% de satisfação no questionário SUS;	Verificar através do preenchimento do questionário SUS por cada participante.
3. Os usuários devem conseguir concluir a tarefa com sucesso em 90% dos casos;	Verificar através da observação dos participantes e comprovado através de vídeo. Sendo: Eficácia total: Usuário consegue completar a tarefa com sucesso e consegue navegar nas imagens, realizar medições e mudanças de janelamento e nivelamento. Eficácia parcial: Usuário consegue visualizar as imagens navegar nelas mas não consegue realizar medições e mudanças de janelamento e nivelamento.
4. Tempo necessário de conclusão da tarefa	Verificar através da observação dos participantes e comprovado através de vídeo usando um cronometro.

definida menor que de 10 minutos.	
5. Analisar se as funcionalidades desenvolvidas são suficientes, a fim de verificar uma análise correta do contexto de uso.	Verificar através de uma questão feita no questionário aplicado a cada participante.
6. O aplicativo pode ser utilizado como auxiliar na criação de um laudo.	Verificar através de uma questão feita no questionário aplicado a cada participante.
7. Identificar os pontos fortes e fracos do design elaborado a fim de melhorá-lo.	Verificar através de gravações, conversa após teste e o questionário aplicado a cada participante.

5.2 Planejamento da avaliação

Essa seção mostra como foi feito a preparação dos testes de usabilidade, envolvendo todo o material necessário, ações do avaliador e questionários a serem preenchidos durante o teste.

5.2.1 Materiais da avaliação

Para a realização do teste de usabilidade foram elaborados os seguintes materiais.

Roteiro do avaliador Roteiro que serve como base para a apresentação do teste, a ordem a ser seguida e os formulários a serem utilizados. Ele também representa um script de introdução para ser usado no momento da realização do teste, para deixar o participante a par do que irá acontecer e ficar assim, mais tranquilo. Há ainda um questionário demográfico que deve ser preenchido para cada um dos entrevistados (Anexo C).

Termo de consentimento livre e esclarecido O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) é um documento que informa ao participante os objetivos da pesquisa e a assinatura do mesmo assegura o entendimento dos mesmos (Anexo D).

Tarefa A tarefa representa o trabalho que será realizado pelos participantes do teste ao utilizar o sistema. A mesma serve como guia para o participante executar o teste de usabilidade (Anexo E).

Questionário Aplicado logo após a realização do teste para coletar dados relacionados as medidas definidas (p.ex. referente a satisfação do usuário e verificar a aceitação do aplicativo como auxiliar no processo de geração de um laudo) (Anexo F).

5.2.2 Procedimento da coleta de dados

Coletar os dados é uma etapa importante e é realizado através de anotações, conversas, vídeos e áudios coletados durante a execução do teste.

Foi também coletado dados através do preenchimento de um questionário pelos participantes.

5.2.3 Etapas da avaliação

As etapas realizadas durante os testes foram as seguintes:

1. O executor recebe o participante, o cumprimenta e convida a se sentar na frente do dispositivo.

2. O executor explica quais os motivos de realizar esse teste e também o contexto de estudo. É explicado que será feito gravações durante a execução do teste e que o objetivo do teste é avaliar a interface e não o usuário.

É garantido o anonimato do participante e explicado que caso haja necessidade, o participante tem o direito de abandonar quando desejar sem necessidade de justificativa. Com isso explicado é verificado se o participante tem alguma pergunta.

3. É apresentado para o participante um termo de consentimento livre e esclarecido para ser lido e assinado pelo mesmo.

4. O executor preenche o questionário demográfico realizando perguntas ao participante conforme necessário.

5. O executor então, entrega para o participante a tarefa a ser realizada e é iniciado a gravação para posterior conferência.

6. Após a conclusão da tarefa é entregue para o participante um questionário de satisfação e aceitação do aplicativo que deve ser preenchido pelo mesmo.

7. Após o preenchimento do questionário o executor pergunta se o participante tem alguma dúvida ou comentário a fazer e caso existam comentários os mesmos são anotados.

8. Por fim, o executor agradece a presença e participação do participante e se despede.

5.2.4 Equipamento

O teste foi realizado em um iPad 2 fornecido pelo avaliador, o mesmo possui o sistema operacional iOS 6.1.4.

Como infraestrutura para os testes de usabilidade foram utilizados um conjunto de duas câmeras e um notebook, além de um suporte para fixar o iPad e as câmeras.

O notebook funciona como central armazenadora de informação captando ambas as câmeras simultaneamente.

Uma câmera fica voltada para o rosto do participante para capturar

expressões faciais. A segunda câmera fica voltada para a tela do iPad para captar a interação do participante com o dispositivo. O áudio é capturado através dos microfones das duas câmeras.

5.2.5 Papeis no teste

Durante o teste existem 2 papeis o participante e o executor/avaliador do teste.

Participante

O participante senta-se em frente ao iPad e deve interagir com o aplicativo desenvolvido executando a tarefa definida. Ele é responsável por realizar os testes do aplicativo.

Executor/Avaliador

O executor senta-se ao lado do participante e é responsável por conduzir o teste e interagir com o participante quando necessário.

Ele também tem a responsabilidade de verificar a execução do teste e constatar pontos fortes e fracos do seu uso.

5.3 Execução da avaliação

Os testes de usabilidade foram realizados entre os dias 6 e 10 de maio de 2013. Os mesmos foram feitos no Hospital Governador Celso Ramos (HGCR), Hospital Infantil e INE-CTC na UFSC.



Figura 37. Participante realizando o teste de usabilidade.

Ao todo foram 5 participantes, todos médicos do SUS-SC (Sistema Único de Saúde de Santa Catarina). Esses participantes representam os usuários do aplicativo. Os participantes foram escolhidos através de contato via telefone com auxílio do suporte técnico da telessaúde e telemedicina de Santa Catarina.

Dados demográficos

Nº do participante	Área de especialidade	Usuário do STT	Possui iPad
1	Radiologista	Sim	Sim
2	Patologia Bucal	Sim	Sim
3	Neurocirurgião	Sim	Sim
4	Obstetrícia	Sim	Não
5	Radiologista	Sim	Sim
6	Radiologista	Sim	Sim

Figura 38. Dados demográficos dos participantes

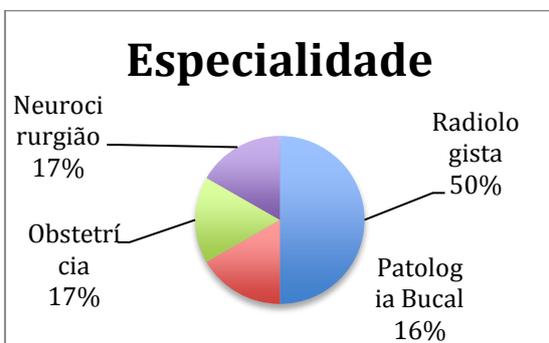


Figura 39. Área de especialidade

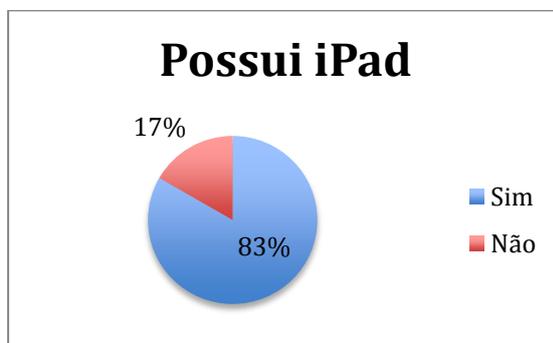


Figura 40. Usuários que possuem um iPad para uso no cotidiano

5.5 Resultados da avaliação

Nessa seção são detalhados todos os resultados levando em consideração os objetivos estipulados, as perguntas do questionário realizado com cada participante podem ser encontradas no anexo F. Todas as respostas definidas pelos participantes podem ser encontradas no anexo H. Para cada objetivo são discutidos as observações e conclusões tiradas.

1. O aplicativo deverá fornecer todas as ferramentas mais usadas por especialistas (medição, zoom, janelamento e nivelamento) através de no máximo 2 toques.

Foi observado durante os testes de usabilidade que os participantes não necessitaram efetuar mais de dois cliques para o uso das ferramentas.

2. Alcançar 60% de satisfação no questionário SUS.

Ao concluir a execução das tarefas todos os usuários responderam um questionário de satisfação SUS. Esse questionário tem como objetivo qual a satisfação do usuário em relação ao aplicativo.

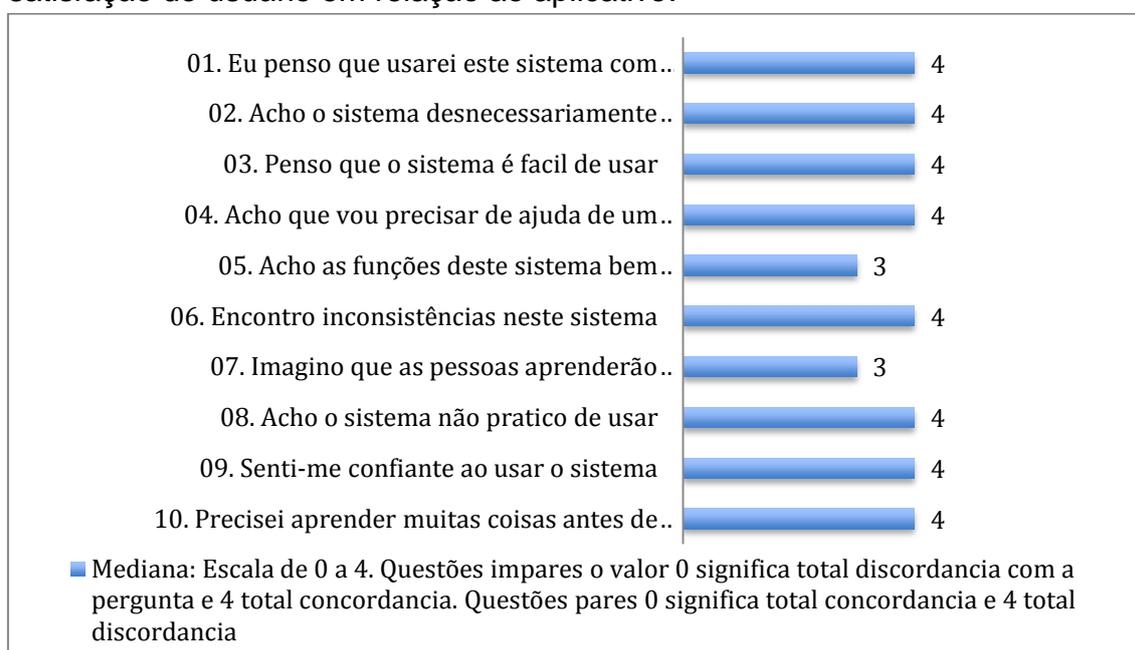


Figura 41. Gráfico da mediana das respostas por questão do questionário SUS.

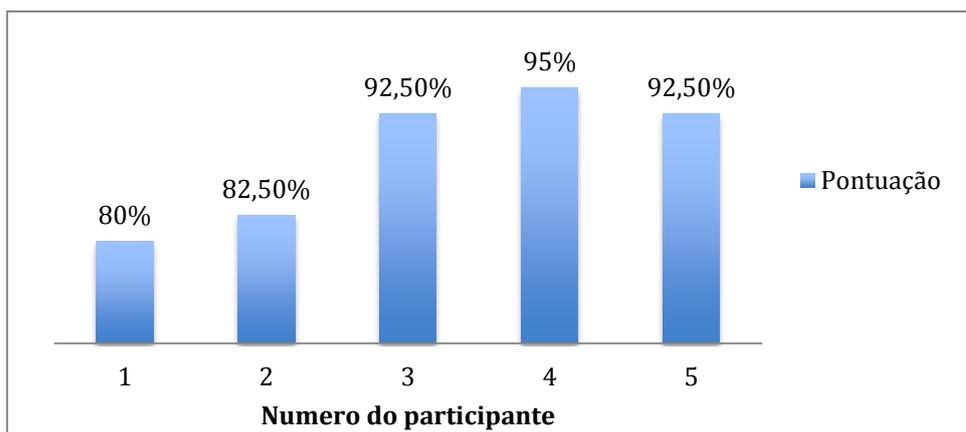


Figura 42. Pontuação do questionário SUS por participante.

Nas Figuras 41 e 42 pode-se observar que a pontuação mínima do questionário SUS foi 80% de satisfação. Era esperado um valor acima de 75% logo o resultado adquirido é considerado um ótimo valor, levando em consideração que o SUS possui valor mínimo 0% e valor máximo 100%. Valores bons também podem ser observados nas medianas por questão. A partir desses dados e confirmações verbais feitas ao final dos testes, pode-se concluir que o aplicativo foi bem aceito pelos participantes.

3. Conclusão da tarefa com sucesso em 90% dos casos.

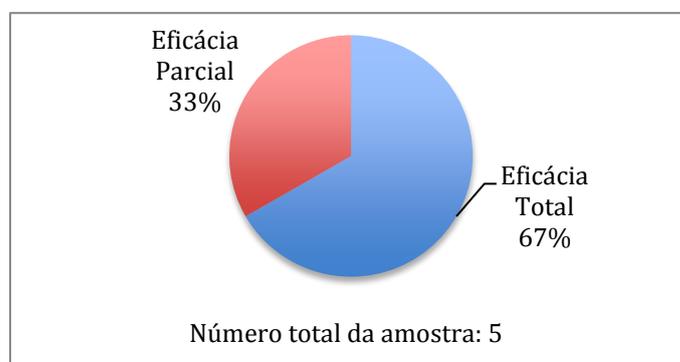


Figura 43. Eficácia da realização da tarefa.

Na figura 43 é possível ver que a maioria dos participantes conseguiram completar a tarefa com sucesso.

Parte dos participantes não conseguiu realizar manipulações na imagem devido a dificuldades em manipular a imagem usando os dedos como por exemplo zoom e janelamento. Isso ocorreu devido a desconhecimento do uso do iPad e falta de indicativos para seu uso, caracterizando uma falta de usabilidade.

Esses participantes com dificuldade em completar a tarefa passada também demonstraram possuir muito conhecimento do uso de visualizadores radiológicos por esse motivo procuravam ferramentas de criação de retas e ângulos em botões. O padrão em um *workstation* é o uso do mouse, o mesmo

é capaz de fazer apenas no máximo 2 operações diferentes em um dado momento (apenas 2 botões). Em uma *workstation* botões na tela devem existir para que funcionalidades diferentes sejam utilizadas.

Pode-se observar também que a primeira reação a visualização de uma imagem é realizar o janelamento e nivelamento das mesmas, mas usando apenas um dedo. Isso ocorre devido ao conhecimento de *workstations* pelos participantes, os mesmos estão acostumados a clicar com o botão esquerdo do mouse e arrastar sobre a imagem para mudar o janelamento e nivelamento.

4. Tempo necessário para conclusão da tarefa definida menor que de 10 minutos.

O tempo foi medido em minutos e começa com a entrega da tarefa e início da gravação do vídeo até o usuário considerar a tarefa concluída e conseqüentemente o termino do vídeo.

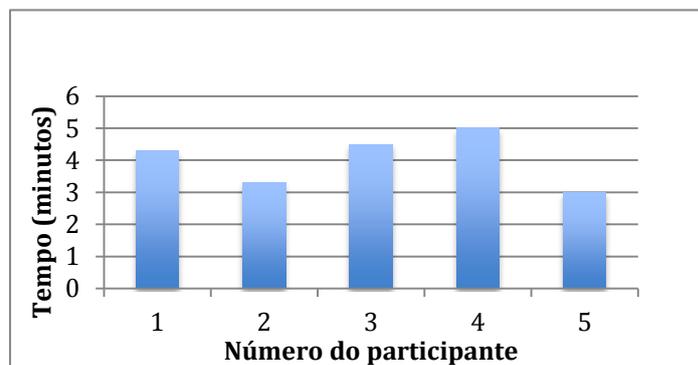


Figura 44. Tempo de realização da tarefa, a média foi de 4 minutos.

A diferença de tempo se deu devido ao nível de experiência com o iPad e o tempo necessário para encontrar e usar as ferramentas disponíveis e navegar no aplicativo.

Nesses próximos objetivos são detalhadas respostas a perguntas específicas para o aplicativo desenvolvido. O número de entrevistados é 5 e por esse motivo os gráficos vão de 0 a 5.

5. Analisar se as funcionalidades desenvolvidas são suficientes

Essa pergunta é voltada totalmente para a área médica, portanto não possui relação com usabilidade.

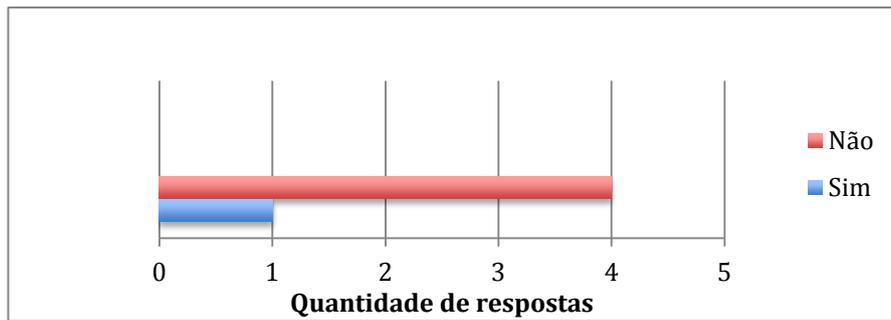


Figura 45. Pergunta em relação as funcionalidades desenvolvidas do aplicativo.

Foi reportado pela maioria dos médicos que existe a necessidade de mais ferramentas, incluindo:

- Densidade de ponto e região (ROI);
- Medições de estruturas pequenas;
- Uso de escala em milímetros;
- Predefinições de janelamento e nivelamento para diferentes tecidos;
- MPR (*Multi Planar Reconstruction*);
- Reconstrução dental;
- No mínimo divisão da tela em 2 para visualização de diferentes series em paralelo, com rolagem em ambas simultaneamente;

Portanto pode-se observar que há a necessidade de evolução do aplicativo para acomodar todas as funcionalidades faltantes.

6. Validar o aplicativo como auxiliar na criação de um laudo

Esse objetivo procura analisar o uso efetivo do iPad para visualização de exames e criação de laudos. Essa questão é importante pois, com ela, pode-se ter um indicio de confiança dos participantes em relação ao iPad, verificando se os mesmos confiam no iPad como visualizador radiológico. É possível ter somente um indicio pois a quantidade de participantes é muito pequena.

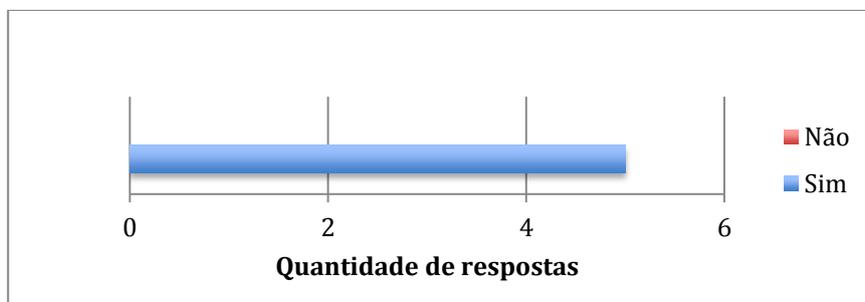


Figura 46. Respostas a pergunta “Você usaria o iPad em seu dia a dia para visualização de exames?”

Essa resposta trás bom *feedback* para o uso do iPad como visualizador radiológico.

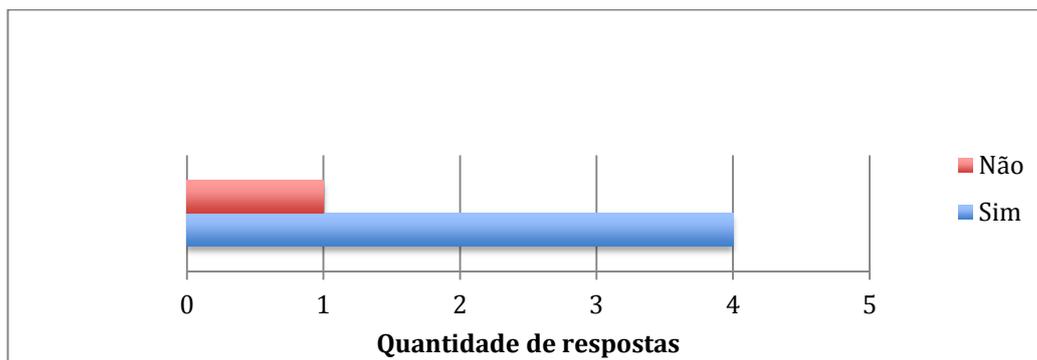


Figura 47. Você confia no *iPad* como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?

Foi reportado por um dos participantes um apreensão em relação a segurança dessas informações, levando em consideração a transferência das mesmas via rede. Devido a esse fato não respondeu positivamente a pergunta.

Mas como a maioria respondeu positivamente a pergunta da figura 46 é uma primeira indicação de que o mesmo poderá ser um instrumento alternativo, para auxiliar no processo de preparo de um laudo, podendo esses serem cenários de emergência.

7. Identificar os pontos fortes e fracos do design elaborado a fim de documenta-los e assim melhorar o design

Essa identificação dos pontos fortes e fracos é um dos principais objetivos do trabalho e procura identificar falhas e acertos do design desenvolvido, a fim de documenta-los. Em versões futuras será possível realizar as correções das falhas encontradas para que o mesmo se torne cada vez mais simples e prático.

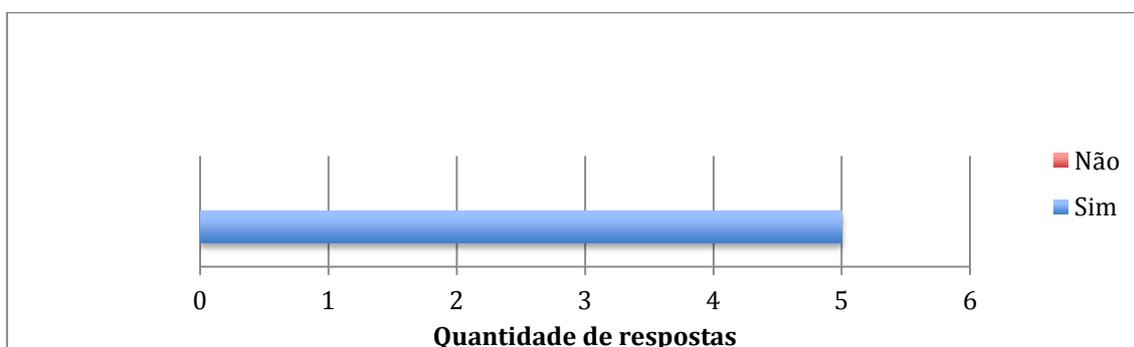


Figura 48. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?

Nessa questão não foi encontrado nenhuma resposta negativa, a visualização da lista de pacientes é a primeira ação para a abertura de um exame, e houve boa aceitação do mesmo.

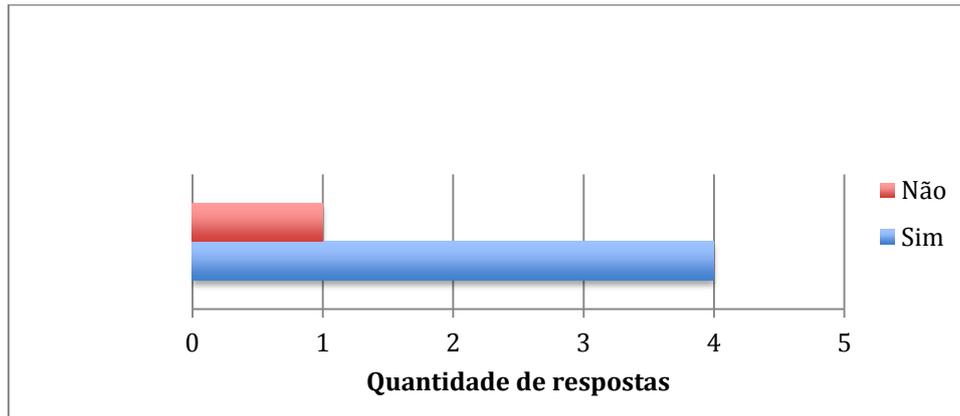


Figura 49. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente?

Em geral a maioria respondeu positivamente a pergunta, houve todavia, uma resposta negativa, isso ocorreu pois o participante não teve interesse em procurar mais informações do exame. Foi explicado pelo participante que o mesmo somente entraria para ver as imagens caso já soubesse tudo que necessitava saber sobre o exame associado.

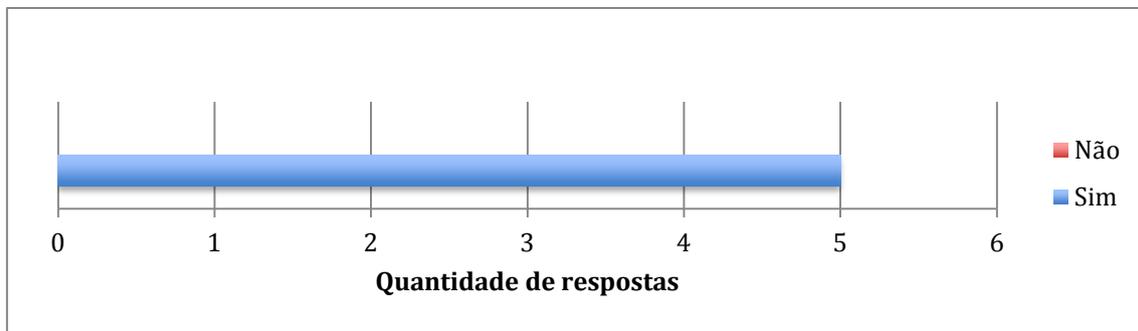


Figura 50. A visualização das imagens está na qualidade e resolução suficiente para análise correta das imagens?

Resposta obteve somente respostas positivas o que proporciona bons indicadores quanto a qualidade da imagem fornecida, e também, a qualidade do monitor do iPad.

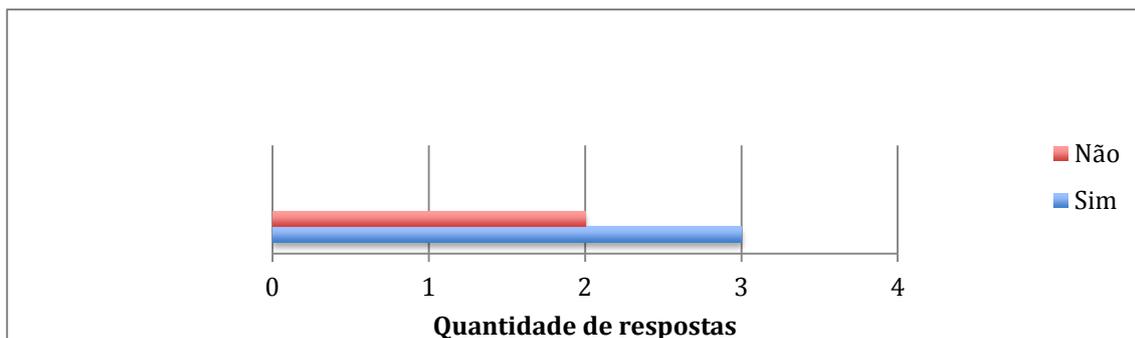


Figura 51. A manipulação das imagens está intuitiva, prática e rápida?

Essa pergunta obteve respostas negativas pelo fato que houve dificuldade por parte de alguns usuários em achar as ferramentas disponíveis. Eles explicaram que estão acostumados a utilizar visualizadores para *desktop* com botões para cada uma das ferramentas, logo encontraram dificuldades no seu uso em um monitor *touchscreen*, que possui um design de interface onde vários desses botões foram substituídos por toques múltiplos na tela.

Foi comentado por um participante a opção de inclusão de uma janela de orientação, contendo os métodos de manipulação da imagem, acessível sempre que necessário. Mesmo tendo a janela inicial do aplicativo que consta todas as ferramentas disponíveis na aplicação, se observou que nesse momento os usuários não analisam essa informação e só voltam a necessitar a mesma no momento em que carregam um exame. Deve-se avaliar a necessidade de inclusão da janela de orientação.

Pontos fortes

Como principais pontos fortes os participantes levantaram:

- Design possui cores parecidas com o aplicativo de Laudos (versão mobile do STT) para iPad, fazendo com que os participantes se acostumassem rapidamente;
- Interface de login é similar ao aplicativo de Laudos (versão mobile do STT) portanto é familiar para os participantes;
- Barra de rolagem funciona de forma bem intuitiva e foi rapidamente adotada;
- Menu com lista de pacientes possui fácil acesso e foi considerada prática;
- Zoom da imagem com dois dedos em movimento de pinça foi considerado intuitivo

Pontos fracos

Como principais pontos fracos os participantes levantaram:

- Manipulação da imagem (janelamento e nivelamento) com dois dedos simultâneos não foi captada rapidamente;
- Em imagens de ultrassom janelamento e nivelamento deve ter maior precisão, foi difícil para alguns participantes alcançar os valores necessários;
- Dificuldade em marcar medidas em partes do corpo muito pequenas;
- Inversão da rolagem das imagens, pois atualmente a mesma ocorre em ordem crescente de baixo para cima, mas todos os participantes automaticamente optaram por iniciar a rolagem na parte superior da tela.
- Na lista de pacientes foi reparado a necessidade de filtros por data e medico requisitante.
- Medidas em centímetros devem ser convertidas para milímetros.

5.6 Discussão

Essa seção discute os resultados obtidos nesse trabalho e realiza comparações com o que foi visto no estado da arte.

5.6.1 Discussão dos resultados dos testes de usabilidade

No contexto geral, os resultados dos testes de usabilidade fornecem uma primeira indicação de que o aplicativo pode cumprir com seu objetivo principal, que é funcionar como um auxiliar no processo de emissão de um laudo no sistema STT através da análise detalhada das imagens DICOM do laudo em questão. De acordo com os resultados o aplicativo foi considerado útil e objetivo.

O design das interfaces foi considerado muito bom pelos entrevistados, mantendo o padrão do design de interface com o aplicativo já existente para emissão de laudos, o STT Laudos. O acesso as imagens funcionou de forma intuitiva e rápida, o que foi elogiado pelos entrevistados, pois no contexto aonde os participantes estão inseridos exige facilidade e agilidade nas ferramentas usadas. A lista de pacientes foi considerada ideal, pois possui a maioria das ferramentas necessárias, houve algumas sugestões como filtro de pacientes por data. Essas sugestões devem ser implementadas em futuras versões. Percebeu-se uma deficiência em relação as ferramentas fornecidas para análise das imagens. todos os participantes contribuíram nesse quesito fornecendo feedback essencial para a continuação do desenvolvimento do aplicativo. Das ferramentas já implementadas foi constado a necessidade de ajustar a parte de manipulação da imagem. Foi observado uma certa dificuldade em iniciar o processo de janelamento e nivelamento, visto que

aparentemente é mais intuitivo utilizar somente um dedo ao invés de dois que é o que ocorre atualmente no aplicativo.

5.6.2 Identificação de questões críticas no design de interface

Aparentemente alguns elementos de design de interface são facilmente identificados e usados no design. Para alcançar isso deve-se seguir um padrão já conhecido de visualizadores DICOM para computadores, é importante também seguir guias de estilo da própria Apple. Todavia existem algumas questões que foram observadas e devem ser analisadas para que em futuras implementações de visualizadores radiológicos para iPad as mesmas sejam abordadas diferentemente.

Um dos pontos principais de um visualizador DICOM é a lista de pacientes, através dela o usuário poderá encontrar o paciente que o mesmo procura. No iPad, é necessário analisar como a mesma será inserida no programa devido a tela menor. Essa lista deve estar acessível sempre que necessário mas ao mesmo tempo oculta para que não atrapalhe a manipulação da imagem. Existem diversos filtros e ordenações que devem ser disponibilizadas para o usuário, como por exemplo, ordem cronológica e alfabética e filtros por pacientes do médico em questão. Deve-se otimizar o espaço disponível para a lista de pacientes adicionando opções de filtro de forma que sejam visíveis somente quando requisitado.

A mudança de uma interface acessível através de mouse para uma que possua somente *touchscreen* deve ser tomada com muita atenção, o toque com dedo possui muito menos precisão do que um clique feito a partir de um mouse, devido a isso, manipulações em imagens que exigem muita precisão devem ter a possibilidade de alteração e ajuste. Algumas imagens possuem elementos que necessitam ser demarcados e medidos que possuem tamanho milimétrico, com toques via dedo é difícil realizar essa medida, devido principalmente ao tamanho do dedo, para solucionar parcialmente esse problema deve ser permitido aplicar um zoom na imagem visualizada.

Médicos estão muito acostumados com *workstations* por esse motivo ao desenvolver para *tablets* deve-se sempre observar como certas ferramentas são usadas e acessadas através de uma *workstation*. Ao realizar a transição para um dispositivo móvel esse conhecimento deve ser usado como premissa para assim trazer facilidade de aprendizado e conseqüentemente uso do sistema por médicos.

Interfaces para visualização e manipulação das imagens devem ser intuitivas, deve-se mostrar para o usuário todas as funcionalidades existentes e como usa-las. Isso é necessário pois usuários de visualizadores radiológicos estão muito acostumados com *workstations* e portanto, usam botões para acessar funcionalidades. Para garantir que os usuários usem o aplicativo para *tablet* deve-se mostrar que todas ferramentas existentes na *workstation* também existem no *tablet*, mas de forma diferenciada e intuitiva usando a seu favor a interface *touchscreen*.

5.6.1 Ameaças a Validade

Em estudos empíricos existem itens que podem ameaçar a validade dos resultados. As ameaças relacionadas a este estudo são mostradas a seguir e podem ser classificadas em quatro categorias: validade interna, validade externa, validade de conclusão e validade de construção.

Validade interna: é a validação dos resultados apenas para a amostra considerada, nesse caso, as pessoas que participaram do estudo (TRAVASSOS, 2002). Neste estudo, uma ameaça à validade interna é o momento em que o teste se realizou. Os mesmos foram feitos, em sua maioria, nos locais de trabalho dos participantes, podendo ter ocorrido diferentes resultados devido a situações estressantes antes da aplicação do teste. Isso foi minimizado através de uma abordagem mais informal deixando os participantes mais calmos em relação ao teste. Não houve desistência no decorrer dos testes.

Validade externa: é a preocupação com a generalização dos resultados (TRAVASSOS, 2002). A principal ameaça externa ao estudo é que os ambientes onde foram realizados os testes não simulam totalmente as condições de ambiente onde o participante utilizará o sistema. Os testes em sua maioria foram realizados em locais onde existem computadores disponíveis, portanto os participantes provavelmente optariam pelos computadores. Para amenizar isso, tentou-se fazer com que os participantes se imaginassem em situações sem acesso a um computador. Outro ponto foi que houve poucos participantes e todos ligados a um único núcleo de saúde, então não se pode generalizar a partir dessa amostra pequena. Todavia os resultados encontrados podem representar uma boa indicação da aceitação do mesmo. É importante destacar que testes realizados com participantes de outros contextos podem acarretar em diferentes resultados, além do fato de que houve poucos participantes submetidos ao teste e logo não pode-se generalizar os resultados.

Validade de conclusão: é a relação entre o tratamento e o resultado (TRAVASSOS, 2002). Nesse estudo, o maior problema à validade de conclusão é o número reduzido da amostra. Devido a esse pequeno número de indivíduos, pode-se dizer que os resultados dos testes não são conclusivos e sim indícios. Devido a quantidade pequena de pontos de dados coletados foi realizado em princípio somente uma análise descritiva dos dados.

Validade de construção: considera os relacionamentos entre a teoria e o que foi observado (TRAVASSOS, 2002). Referente a esta ameaça foi considerado a

definição dos indicadores. O conceito abstrato de usabilidade foi decomposto conforme a norma ISO9241 em Eficiência, eficácia e satisfação. A partir disso esses fatores foram refinados medidas específicas. Para medir satisfação foi adotado o questionário SUS, um questionário. Para medir a eficácia foi usado a observação em tempo real e via filmagens. Para medir eficiência foi realizado a medida do tempo para completude da tarefa. Houve também perguntas específicas para o estudo para determinar questões importantes para validação do estudo de caso.

6. Conclusão

Esse trabalho teve como objetivo principal a identificação de questões críticas relacionadas ao design de interface para um visualizador radiológico para iPad 2. Para alcançar esse objetivo foi feita a fundamentação teórica em relação a telemedicina, visualizadores de imagens radiológicas e usabilidade em *tablets*. Essa fundamentação serviu como base para o desenvolvimento do trabalho. A partir disso foi realizado uma análise do estado da arte em relação a usabilidade de aplicativos de teleradiologia para *tablets* e iPad realizando uma revisão sistemática de literatura. A análise do estado da arte mostrou que ainda não existem muitas informações próprias para visualizadores radiológicos para iPad. Foi realizado então um estudo de caso, projetando interfaces para um visualizador DICOM no iPad 2 a ser integrado no STT seguindo um processo sistemático de engenharia de usabilidade. Foi implementado também o aplicativo funcional seguindo um processo de engenharia de software. Esse aplicativo foi avaliado ao final por uma serie de testes de usabilidade com médicos do SUS em Santa Catarina. O aplicativo foi considerado prático e eficiente e foi bem aceito entre os participantes do estudo.

Espera-se que esse aplicativo seja usado pelo Sistema Catarinense de Telemedicina para auxiliar e melhorar o atual fluxo de geração de laudos e que ajude os colaboradores a realizar seus trabalhos de forma mais rápida e prática pela portabilidade. Possibilitando dessa maneira a análise de exames em qualquer lugar e qualquer situação trazendo imagens radiológicas para médicos que não se encontram no momento em hospitais e em frente a uma *workstation*.

Como trabalhos futuros sugere-se o aperfeiçoamento do aplicativo implementando funcionalidades requisitadas pelos participantes dos testes e integrando esse aplicativo no atual contexto da telemedicina do Sistema Único de Saúde de Santa Catarina. Há ainda a sugestão de validar o aplicativo para ser aprovado como ferramenta para auxiliar na criação de um laudo.

Referências

- AGNER, L. **Ergodesign e Arquitetura de Informação: trabalhando com o usuário**. 2ª Edição. [S.l.]: Quartet Editora, 2009. 198 p.
- BARANAUSKAS, M. C.; ROCHA, H. V. D. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. 1ª Edição. Campinas: NIED/Unicamp, 2003. 241 p.
- BARCELLOS JUNIOR, C. L. **Concepção, desenvolvimento e implantação de uma ferramenta para uso de laudo estruturado no padrão DICOM SR em sistemas de telemedicina de larga escala**. p. 123 Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- BOARD OF THE FACULTY OF CLINICAL RADIOLOGY THE ROYAL COLLEGE OF RADIOLOGISTS. Guidelines and standards for implementation of new PACS/RIS solutions in the UK. **The Royal College of Radiologists**. 2011.
- BUREAU OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF RADIOLOGY, **Teleradiology**. Londres: ESR Board, 2004.
- CHAN, . Usability evaluation of order sets in a computerized provider order entry system. **BMJ Qual Saf**. v. 20, n. 11, p. 932-40, 2011.
- CHOPLIN, R. **Picture archiving and communication systems: an overview**. Department of Radiology, Bowman Gray School of Medicine, Winston-Salem, 1992.
- CORE, S. **The Importance of Usability in Electronic Health Records**. Core Solutions, Inc., Wayne, 2012.
- DRNASIN, I.; GRGIC, M. **The Use of Mobile Phones in Radiology**. Zadar: 2010 PROCEEDINGS OF ELMAR. 2010. p. 17-21.
- GRESSE VON WANGENHEIM, C. et al. Tailoring software process capability/maturity models for the health domain. **Journal on Health and Technology**. v. 3, n. 1, 2013.
- HEUSSNER, K. M. Mobile health in 2013: from the gym to the doctor's office. **Gigaom** Disponível em: <<http://gigaom.com/2012/12/24/mobile-health-in-2013-from-the-gym-to-the-doctors-office/>>. Acessado em: 27/12/2012.
- IBGE. Resultados. **IBGE** Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acessado em: 01/12/2012.
- INOSTROZA, R. **Usability Heuristics for Touchscreen-based Mobile Devices**. Las Vegas: Information Technology: New Generations (ITNG), 2012 Ninth International Conference on. 2012. p. 662-667.
- ISO12052. **Health informatics -- Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management**. International Organization for Standardization, Geneva, 2006.
- ISO13407. **Human-centred design processes for interactive systems**. International Organization for Standardization, Geneva, 1999.
- ISO9126. **Software engineering Product quality**. International Organization for Standardization, Geneva, 2001.
- KAIPIO, J. **Usability in Healthcare: Overcoming the Mismatch between Information Systems and Clinical Work**. Aalto University, Espoo, 2011.
- KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. p. 27 Technical Report N° 0400011T.1, Software Engineering Group Department of Computer Science Keele University, Keele, 2004.
- KOPPEL, R. Role of Computerized Physician Order Entry Systems in

Facilitating Medication Errors. **JAMA**. Philadelphia, 3/2005.

LOANE, M. A review of guidelines and standards for telemedicine. **J Telemed Telecare**. v. 8, n. 63, p. 71, 2002.

MARCIAL, L. H. **A comparison of screen size and interaction technique: Examining execution times on the smartphone, tablet and traditional desktop computer**. University of North Carolina at Chapel Hill School of Library and Information Science, Chapel Hill, 2010.

MEDICINE, I. O. **Telemedicine: A Guide to Assessing Telecommunications in Health Care**. [S.l.]: National Academy Press. 1996.

NARAYAN, M. A. **Usability of Tablet PC as a Remote Control Device for Biomedical Data Visualization Applications**. Virginia Tech, Blacksburg, 2004. NBR9241-11.

Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 11: Orientações sobre usabilidade. Comissão de Ergonomia de Software, Rio de Janeiro, 2002.

NIELSEN, J.; MACK, R. **Usability Inspection Methods**. New York City: CHI '94 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. 1994. p. 413-414.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. **Heuristic evaluation of user interfaces**. Toronto: CHI '90 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 1990. p. 249-256.

NIELSEN, N. G. Usability of iPad Apps and Websites. **Nielsen Norman Group** Disponível em: <<http://www.nngroup.com/reports/ipad-app-and-website-usability/>>. Acessado em: 01/12/2012.

NOVELLINE, R. **Squire's Fundamentals of Radiology**. 6ª Edição. [S.l.]: Harvard University Press., 2004. 660 p.

PIANYKH, O. S. **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide**. Berlin: Springer, 2008. 383 p.

PREECE, J. **Design de Interação**. São Paulo: Bookman, 2005. 548 p.

RAUCH, M. **Mobile Documentation Usability Guidelines, and Considerations for Providing Documentation on Kindle, Tablets, and Smartphones**. Cincinnati: Professional Communication Conference (IPCC), 2011 IEEE International. 2011. p. 1-13.

ROYCE, W. **Managing the development of large software systems: concepts and techniques**. Monterey: ICSE '87 Proceedings of the 9th international conference on Software. 1987. p. 328-338.

SAVEL, R. H. Scalpel, Stethoscope, iPad: The Future Is Now in the Intensive Care Unit. **American Journal of Critical Care**. v. 20, n. 4, p. 275-277, 2011.

SHNEIDERMAN, B. Tragic Errors: Usability and Electronic Health Records. **Interactions**. New York, 18, n. 6, 11/2011. 60-63.

SIAU, K. Mobile communications and mobile services. **International Journal of Mobile Communications**. v. 1, n. 1-2, p. 3-14, 2004.

SINDHU, J.; TCHOYOSON, L. The iPad Tablet Computer for Mobile On-Call Radiology Diagnosis? Auditing Discrepancy in CT and MRI Reporting. **J Digit Imaging**. p. 25:628-634, 2012.

TRAVASSOS, G. H. **Introdução a Engenharia de Software Experimental**. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

TRESADERN, P. A. **Real-Time Facial Feature Tracking on a Mobile Device**. Hingham: International Journal of Computer Vision, v. 96, 2012. 280-289 p.

WOHLIN, C. **Experimentation in Software Engineering**. Berlin: Springer, 2012. 236 p.

WOOTTON, R.; PATTERSON, V. **Introduction to Telemedicine Second**

Edition. [S.I.]: Royal Society of Medicine Press, 2006. 206 p.

YEN , P.-Y. **Health Information Tecnology Usability Evaluation: Methods, Models and Measures.** Ann Arbor: ProQuest, UMI Dissertation Publishing, 2011. 162 p.

Anexos

Anexo A – Termo de consentimento da entrevista

*** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ***

Eu, _____, aceito participar de uma entrevista que tem por fim determinar o perfil dos usuários de um aplicativo visualizador de imagens radiológicas para iPad 2. Recebi, esclarecimentos sobre a pesquisa e estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, seja mantido em sigilo.

Fui informado que a entrevista contém perguntas sobre o meu perfil pessoal e profissional.

Fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Assegurando assim a minha desistência durante toda pesquisa caso eu necessite.

Manifesto meu livre consentimento em participar.

Florianópolis, ___ de _____ de 2012

Assinatura: _____

Anexo B – Entrevista para elicitare perfil do usuário

1. Você é usuário do STT e/ou DIMP?

Sim

Não

Caso você tenha respondido NÃO para a primeira pergunta, não há necessidade de responder as perguntas que seguem.

2. Qual é o seu gênero?

Masculino

Feminino

Outro

3. Qual sua faixa etária?

Até 20 anos

de 21 a 30 anos

de 31 a 40 anos

41 anos ou mais

4. Qual a sua formação?

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Ensino superior incompleto.

Qual? _____

- Ensino superior completo. Qual?

- Pós-graduação

5. Em que categoria você se encaixa?

- Dentista radiologista
- Médico radiologista
- Técnico radiologista
- Residente

Outros. Qual? _____

6. Você possui alguma deficiência física que afete o uso de computadores?

Sim. Como isso afeta o

uso? _____

7. Você utiliza o STT com que frequência?

- Pelo menos uma vez por dia
- Pelo menos uma vez por semana
- Pelo menos uma vez por mês
- Pelo menos uma vez por ano
- Nunca usei

8. Você utiliza o DIMP com que frequência?

- Pelo menos uma vez por dia
- Pelo menos uma vez por semana
- Pelo menos uma vez por mês
- Pelo menos uma vez por ano
- Nunca usei

9. Qual seu uso do sistema STT ? (Assinale mais de uma caso necessário)

- Uso do sistema para gerar laudos para pacientes meus
- Uso o sistema para visualizar exames e laudos de pacientes do

SUS

- Uso do sistema para visualizar imagens radiológicas
- Outros. Qual? _____

10. Qual seu uso do sistema DIMP (ou similares)? (Assinale mais de uma caso necessário)

- Análise de imagens em sequência
- Realizar medições
- Análise mais precisa das imagens usando Janelamento e nivelamento
- Outros. Qual? _____

11. Você possui quais destes equipamentos? (Assinale mais de uma caso necessário)

- Tablet iPad
- Tablet Android
- iPhone
- Smartphone android
- Computador desktop
- Notebook

Caso tenha respondido Tablet *iPad* na pergunta anterior.

12. Como você classifica seu conhecimento em relação as funcionalidades do iPad, em uma escala de 0 a 10, sendo 0 a nota mínima e 10 a nota máxima.

Nota: ___

13. Quão bem você conhece o sistema para laudar e visualizar imagens do STT? em uma escala de 0 a 10, sendo 0 a nota mínima e 10 a nota máxima.

Nota: ___

14. Qual é seu nível de treinamento para uso do sistema STT para laudos e visualização de imagens? em uma escala de 0 a 10, sendo 0 a nota mínima e 10 a nota máxima.

Nota: ___

Anexo C – Script para teste de usabilidade

Script de Introdução

Olá _____. Eu Pedro estou realizando um TCC focado em usabilidade em um visualizador de imagens radiológica para iPad. Esse aplicativo tem como objetivo fornecer um acesso rápido a imagens DICOM de exames carregados para o STT. Este teste tem como objetivo avaliar o design da interface e identificar questões que precisam ser melhoradas.

Se você se sentir desconfortável, pode parar em qualquer momento durante o teste.

Por favor, após terminar de realizar a tarefa utilizando o protótipo, responda um questionário rápido de apenas 17 questões. Isto ajudará a avaliar a interface gráfica do mesmo. O teste levará aproximadamente 1 hora e será coletado imagens durante o processo. Você tem alguma dúvida?

Primeiro gostaria que você lesse e confirmasse o termo de consentimento livre e esclarecido.

Questionário demográfico

Medico especialista em: _____

Você usa o STT? () Tablet () Computador. Há quanto tempo?_____

Você possui/utiliza o iPad? ()Sim ()Não. Há Quanto tempo?_____

Anexo D – Termo de consentimento teste de usabilidade



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico – CTC
Departamento de Informática e Estatística – INE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para teste de usabilidade

Eu, _____, aceito participar, como voluntário, de um teste de usabilidade visualizador de imagens radiológicas para iPad.

Esta avaliação é parte do trabalho de conclusão de curso do Pedro van Rooij Costa com orientação da Prof. Dr. rer. nat. Christiane Gresse von Wangenheim, PMP na UFSC.

Recebi esclarecimentos sobre os objetivos desse trabalho e estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, assegurando assim a minha desistência durante toda pesquisa caso eu necessite.

Autorizo a gravar minha imagem em fotografia, veicular minha imagem e depoimentos em qualquer meio de comunicação para fins didáticos, de pesquisa e divulgação de conhecimento científico sem quaisquer ônus e restrições. Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação, não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Manifesto meu livre consentimento em participar.

Florianópolis, ___ de maio de 2013

Assinatura: _____

Assinatura: _____ (Pedro)

Anexo E – Descrição da tarefa do teste de usabilidade



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico – CTC
Departamento de Informática e Estatística – INE

Descrição da tarefa

A tarefa que deverá ser realizada segue o seguinte cenário:

Imagine que você está efetuando laudos de exames. Nesse momento você deve acessar **o aplicativo “DICOM” usando o usuário “medico” e senha “123”**.

Após entrar no aplicativo, procure o **“paciente 1”** para o qual você precisa fazer um laudo. Acesse e analise as imagens do exame via o aplicativo.

Após a sua análise, discuta os seus achados comigo. Já que esse protótipo ainda não foi integrado ao sistema para registrar os achados formalmente.

Preparado?

Anexo F – Questionário pós-teste de usabilidade



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico – CTC
Departamento de Informática e Estatística – INE

Parte 1 - Satisfação

1. Eu penso que usarei este sistema com frequência

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

2. Acho o sistema desnecessariamente complexo

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

3. Penso que o sistema é fácil de usar

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

4. Acho que vou precisar de ajuda de um técnico para usar este sistema

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

5. Acho as funções deste sistema bem integradas

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

6. Encontro muitas inconsistências neste sistema

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

7. Imagino que as pessoas aprenderão rapidamente a usar este sistema

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

8. Acho o sistema não prático de usar

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

9. Senti-me confiante ao usar o sistema

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

10. Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o sistema

Concordo completamente Concordo Neutro Discordo Discordo completamente

Parte 2 – Avaliação detalhada

01. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?

Sim Não, porque? _____

02. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente (nome, idade etc.)?

Sim Não, porque? _____

03. A visualização das imagens está em qualidade e resolução suficiente para permitir uma análise das imagens de forma correta?

Sim Não, porque? _____

04. A manipulação das imagens está, intuitiva, prática e rápida? (p.ex. para desenhar uma linha, navegar no estudo)

Sim Não, porque? _____

05. As funcionalidades implementadas são suficientes para laudar um exame?

Sim Não, o que falta? _____

06. Você usaria o *iPad* em seu dia a dia para visualização dos exames?

Sim Não, porque? _____

07. Você confia no *iPad* como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?

Sim Não, porque? _____

Anexo G - Estrutura detalhada das tarefas

Acessar o sistema	Responsabilidade do sistema
Digitar login no campo Usuário	
Digitar senha no campo Senha	
Clicar no botão "Login"	Validação do usuário e senha
	Mostrar tela inicial do programa com informações básicas de uso

Figura 53. Estrutura da tarefa: Acessar o sistema

Visualização da lista de exames	Responsabilidade do sistema
Clicar em botão "Menu"	Abrir tela lateral de listagem de exames
	Mostrar exames em ordem cronológica por padrão

Figura 54. Estrutura da tarefa: Visualização da lista de exames

Ordenar lista de exames	Responsabilidade do sistema
Clicar no botão "Ordem"	Mostrar menu com opções de ordenação (A-Z e Recentes-Antigos)
Clicar na opção "A-Z"	Fechar menu de opções e mostrar lista de exames em ordem alfabética
Clicar na opção "Recentes - Antigos"	Fechar menu de opções e mostrar lista de exames em cronológica

Figura 55. Estrutura da tarefa: Ordenar lista de exames

Pesquisar na lista de exames	Responsabilidade do sistema
Arrastar tabela para baixo	Mostrar campo de pesquisa
Clicar no campo de pesquisa	Mostrar teclado e botão de cancelar
Digitar texto	Realizar pesquisa com texto digitado
Clicar em "Cancelar"	Cancelar pesquisa e mostrar lista original

Figura 56. Estrutura da tarefa: Pesquisar na lista de exames

Visualização de imagens	Responsabilidade do sistema
Selecionar a partir da lista um paciente	Preparar visão de visualização de imagens carregando todas as imagens relacionadas ao paciente selecionado.

Figura 57. Estrutura da tarefa: Visualização de imagens

Visualização de informações do paciente e exame	Responsabilidade do sistema
Arrastar seta na parte superior da tela para baixo	Mostrar visão com informações do paciente e do exame
Clicar novamente na seta	Esconder visão com informações

Figura 58. Estrutura da tarefa: Visualização de informações do paciente e exame

Visualização de imagens em sequência	Responsabilidade do sistema
Arrastar barra de rolagem no canto direito da tela para cima e para baixo	Realizar mudança da imagem mostrada conforme movimento do usuário

Figura 59. Estrutura da tarefa: Visualização de imagens em sequência

Mudança de janelamento e nivelamento para visualização de outros tecidos	Responsabilidade do sistema
Arrastar com dois dedos juntos sobre a imagem	Efetuar mudança do janelamento e nivelamento de acordo com o movimento do usuário

Figura 60. Estrutura da tarefa: Mudança de janelamento e nivelamento para visualização de outros tecidos.

Zoom da imagem	Responsabilidade do sistema
Efetuar movimento de pinça sobre a imagem	Efetuar mudança do zoom conforme movimento do usuário, podendo ser aumentado ou diminuído.

Figura 61. Estrutura da tarefa: Zoom da imagem.

Navegação pela imagem	Responsabilidade do sistema
Efetuar movimento de rolagem com um dedo sobre a tela	Mudar posicionamento da imagem de acordo com movimento do dedo do usuário.

Figura 62. Estrutura da tarefa: Navegação pela imagem.

Efetuar medidas	Responsabilidade do sistema
Clicar sobre a imagem em qualquer ponto	Marcar ponto clicado com uma bola
Clicar novamente sobre a imagem em qualquer ponto diferente do primeiro	Traçar uma reta entre os dois pontos mostrando a medida da distancia entre os dois pontos

Figura 63. Estrutura da tarefa: Efetuar medidas.

Definir ângulos	Responsabilidade do sistema
Clicar sobre o botão “ângulo”	Mostrar botão ativado e ativar modo de zoom
Clicar sobre a imagem em qualquer ponto	Marcar ponto clicado com uma bola
Clicar novamente sobre a imagem em qualquer ponto diferente do primeiro	Marcar ponto clicado com uma bola
Clicar novamente sobre a imagem em ponto diferente dos dois primeiros	Traçar retas entre os 3 pontos mostrando o angulo entre os dois pontos extremos e o do meio.

Figura 64. Estrutura da tarefa: Definir ângulos.

Edição de Linhas	Responsabilidade do sistema
Clicar sobre uma linha qualquer	Trocar a cor da linha selecionada mostrando que a mesma foi clicada
Arrastar qualquer uma das extremidades da linha selecionada	Movimentar a linha seguindo movimentação do dedo.
Clicar sobre qualquer local menos na	Desmarcar linha trocando a sua cor para o estado original

linha	
-------	--

Figura 65. Estrutura da tarefa: Edição de Linhas.

Deleção de Linhas	Responsabilidade do sistema
Clicar por 0.5 segundos sobre uma linha qualquer	Trocar a cor da linha selecionada mostrando que a mesma foi clicada e mostrar menu com opção de deleção da mesma
Clicar sobre “deletar linha”	Deletar linha selecionada apagando da visão do usuário
Clicar sobre qualquer local menos na linha	Desmarcar linha voltando para estado original

Figura 66. Estrutura da tarefa: Deleção de Linhas.

Navegação entre series	Responsabilidade do sistema
Clicar sobre “próxima série” ou “Série Anterior”	Mudar para próxima série ou série anterior
Toque de 0.5 segundos sobre “Próxima série” ou “Série Anterior”	Mostrar lista sobre o botão clicado mostrando todas as series disponíveis para o usuário selecionar
Clicar sobre qualquer local menos na lista	Esconder lista das séries disponíveis

Figura 67. Estrutura da tarefa: Navegação entre series.

Anexo H – Respostas do questionário

Entrevistado 1

	Concordo completamente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo completamente
1. Eu penso que usarei este sistema com frequência	x				
2. Acho o sistema desnecessariamente complexo				x	
3. Penso que o sistema é fácil de usar		x			
4. Acho que vou precisar de ajuda de um técnico para usar		x			

este sistema					
5. Acho as funções deste sistema bem integradas		x			
6. Encontro muitas inconsistências neste sistema					x
7. Imagino que as pessoas aprenderão rapidamente a usar este sistema		x			
8. Acho o sistema não prático de usar					x
9. Senti-me confiante ao usar o sistema		x			
10. Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o sistema					x

	Sim	Não
11. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?	x	
12. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente (nome, idade etc.)?	X	
13. A visualização das imagens está em qualidade e resolução suficiente para permitir uma análise das imagens de forma correta?	X	
14. A manipulação das imagens está, intuitiva, prática e rápida? (p.ex. para desenhar uma linha, navegar no estudo)		Dificuldade em achar ferramentas
15. As funcionalidades implementadas são suficientes para laudar um exame?		Densidade, medida de estruturas pequenas
16. Você usaria o <i>iPad</i> em seu dia a dia para visualização dos exames?	x	
17. Você confia no <i>iPad</i> como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?	x	

Entrevistado 2

	Concordo completamente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo
--	------------------------	----------	--------	----------	----------

					completamente
1. Eu penso que usarei este sistema com frequência	x				
2. Acho o sistema desnecessariamente complexo				x	
3. Penso que o sistema é fácil de usar	x				
4. Acho que vou precisar de ajuda de um técnico para usar este sistema					x
5. Acho as funções deste sistema bem integradas		x			
6. Encontro muitas inconsistências neste sistema					x
7. Imagino que as pessoas aprenderão rapidamente a usar este sistema		x			
8. Acho o sistema não prático de usar					x
9. Senti-me confiante ao usar o sistema	x				
10. Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o sistema					x

	Sim	Não
11. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?	x	
12. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente (nome, idade etc.)?		Não foi necessária a informação no momento
13. A visualização das imagens está em qualidade e resolução suficiente para permitir uma análise das imagens de forma correta?	X	Visualmente sim
14. A manipulação das imagens está, intuitiva, prática e rápida? (p.ex. para desenhar uma linha, navegar no estudo)	X	
15. As funcionalidades implementadas são suficientes para laudar um exame?		Densidade, MPR, Facial
16. Você usaria o iPad em seu dia a dia para visualização dos exames?	x	

17. Você confia no iPad como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?		Necessárias pesquisas específicas, considerar resolução da tela, questões de segurança, qualidade da imagem de origem
---	--	---

Entrevistado 3

	Concordo completamente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo completamente
1. Eu penso que usarei este sistema com frequência		x			
2. Acho o sistema desnecessariamente complexo					x
3. Penso que o sistema é fácil de usar	x				
4. Acho que vou precisar de ajuda de um técnico para usar este sistema					x
5. Acho as funções deste sistema bem integradas		x			
6. Encontro muitas inconsistências neste sistema				x	
7. Imagino que as pessoas aprenderão rapidamente a usar este sistema	x				
8. Acho o sistema não prático de usar					x
9. Senti-me confiante ao usar o sistema	x				
10. Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o sistema					x

	Sim	Não
11. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?	x	
12. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente (nome, idade etc.)?	X	
13. A visualização das imagens está em qualidade e resolução suficiente para permitir uma análise das imagens de forma correta?	X	
14. A manipulação das imagens está, intuitiva, prática e rápida? (p.ex. para desenhar uma linha,		Menu de orientação

navegar no estudo)		
15. As funcionalidades implementadas são suficientes para laudar um exame?		Densidade
16. Você usaria o <i>iPad</i> em seu dia a dia para visualização dos exames?	x	
17. Você confia no <i>iPad</i> como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?	x	

Entrevistado 4

	Concordo completamente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo completamente
1. Eu penso que usarei este sistema com frequência	x				
2. Acho o sistema desnecessariamente complexo					x
3. Penso que o sistema é fácil de usar			x		
4. Acho que vou precisar de ajuda de um técnico para usar este sistema					x
5. Acho as funções deste sistema bem integradas	x				
6. Encontro muitas inconsistências neste sistema					x
7. Imagino que as pessoas aprenderão rapidamente a usar este sistema	x				
8. Acho o sistema não prático de usar					x
9. Senti-me confiante ao usar o sistema	x				
10. Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o sistema					x

	Sim	Não
11. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?	x	
12. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente	X	

(nome, idade etc.)?		
13. A visualização das imagens está em qualidade e resolução suficiente para permitir uma análise das imagens de forma correta?	X	
14. A manipulação das imagens está, intuitiva, prática e rápida? (p.ex. para desenhar uma linha, navegar no estudo)	X	
15. As funcionalidades implementadas são suficientes para laudar um exame?	X	
16. Você usaria o <i>iPad</i> em seu dia a dia para visualização dos exames?	x	
17. Você confia no <i>iPad</i> como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?	x	

Entrevistado 5

	Concordo completamente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo completamente
1. Eu penso que usarei este sistema com frequência	x				
2. Acho o sistema desnecessariamente complexo					x
3. Penso que o sistema é fácil de usar	x				
4. Acho que vou precisar de ajuda de um técnico para usar este sistema					x
5. Acho as funções deste sistema bem integradas		x			
6. Encontro muitas inconsistências neste sistema				x	
7. Imagino que as pessoas aprenderão rapidamente a usar este sistema		x			
8. Acho o sistema não prático de usar					x
9. Senti-me confiante ao usar o sistema		x			
10. Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o sistema		x			

	Sim	Não
11. Você achou prático e rápido a visualização da lista dos pacientes?	x	
12. Você achou informativo e prático a apresentação das informações sobre o paciente (nome, idade etc.)?	X	
13. A visualização das imagens está em qualidade e resolução suficiente para permitir uma análise das imagens de forma correta?	X	
14. A manipulação das imagens está, intuitiva, prática e rápida? (p.ex. para desenhar uma linha, navegar no estudo)	X	
15. As funcionalidades implementadas são suficientes para laudar um exame?		Predefinições, densidade
16. Você usaria o <i>iPad</i> em seu dia a dia para visualização dos exames?	x	
17. Você confia no <i>iPad</i> como instrumento para auxiliar o processo de preparo de um laudo?	x	