

**Vanoir Guarezi Zacaron Júnior**

# Ambiente para Auxílio ao Diagnóstico das Displasias Esqueléticas Fetais

Universidade Federal de Santa Catarina

Julho, 2014

**Vanoir Guarezi Zacaron Júnior**

# Ambiente para Auxílio ao Diagnóstico das Displasias Esqueléticas Fetais

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação

Orientador:

Prof. Dr. rer. nat. Aldo von Wangenheim

Co-orientador:

Dr. Roberto Noya Galluzzo

Universidade Federal de Santa Catarina

Julho, 2014

## **Resumo**

As displasias esqueléticas são um grupo de doenças que impressiona por sua variedade e dificuldade de diagnóstico. Diferenciar esses transtornos no período pré-natal pode ser um desafio, porque eles são raros e muitos dos achados feitos através de exames de ultrassonografia não são necessariamente patognomônicas para um transtorno específico.

O foco do trabalho está em desenvolver um ambiente para auxiliar no diagnóstico e tratamento deste grupo de doenças, sustentado sobre três pilares básicos: auxílio ao diagnóstico, acompanhamento e biblioteca de dados. O auxílio ao diagnóstico é alimentado com as medidas fetais e achados ultrassonográficos e exibe uma espécie de laudo com gráficos, relações entre as medidas e displasias suspeitas. O acompanhamento consiste no cadastro de clientes e seus respectivos exames para o qual o médico cria um usuário para administrar. Por último, uma biblioteca de dados que trás informações, referências e imagens relevantes ao assunto.

O desenvolvimento, que começou com uma revisão da literatura sobre o diagnóstico da displasia, contou com diversas interações com um especialista do domínio durante todas as suas etapas. A usabilidade do sistema foi questão central do desenvolvimento, como de maneira geral ela define a qualidade de uma ferramenta, a usabilidade do sistema pronto foi avaliada como forma de validar a qualidade do programa.

Palavras Chaves: Auxílio diagnóstico, Acompanhamento, Achados ultrassonográficos, Displasias esqueléticas fetais.

## Sumário

Resumo .....	3
Sumário .....	4
Lista de Figuras .....	6
1. Introdução.....	7
1.1 Apresentação do tema .....	7
1.2 Motivação.....	7
1.2.1 Cenários de Aplicação.....	8
1.3 Objetivo Geral .....	11
1.3.1 Objetivos Específicos .....	11
1.4 Análise de Requisitos.....	12
1.4.1 Requisitos Funcionais.....	12
1.4.2 Requisitos não-Funcionais .....	12
1.5 Metodologia.....	13
1.6 Estrutura do Trabalho.....	13
1.7 Cronograma .....	14
2. Fundamentação teórica .....	15
2.1 Displasia Esquelética e seu Diagnóstico.....	15
2.2 Tabelas de Referência Fetal .....	16
2.3 PHP e Outras Linguagens de Programação .....	17
2.4 Twitter Bootstrap .....	18
3 Desenvolvimento .....	19
3.1 Modelagem do problema.....	19
3.2 Algoritmo de análise.....	20
3.3 Desenvolvimento do ambiente .....	21
4 Validação .....	22
4.1 Heurística de Nielsen .....	22

## Ambiente para Auxílio ao Diagnóstico das Displasias Esqueléticas Fetais

4.2 Medindo a usabilidade com o MATCH.....	25
4.3 Aplicação do System Usability Scale .....	26
5 Conclusão e Considerações finais.....	28
5.1 Trabalhos futuros .....	28
5.2 Integração com o Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde.....	28
5.3 Conclusão .....	30
6. Referências Bibliográficas .....	31
Anexo A – Questionário System Usability Scale.....	33
Anexo B – Perguntas do domínio .....	36

## **Lista de Figuras**

Figura 1 – Cenário de aplicação 1 .....	9
Figura 2 – Cenário de aplicação 2 .....	10
Figura 3 - Representação de uma displasia no sistema .....	16
Figura 4 - Gráfico de medida .....	17
Figura 5 - Elemento "Thumbnail" .....	19
Figura 6 - O exame no banco de dados .....	19
Figura 7 - Elemento "breadcrumb" na tela de novo exame .....	22
Figura 8 - Problema no posicionamento do ícone .....	23
Figura 9 - Elemento "slider" .....	24
Figura 10 - Classificação no SUS .....	27

## **1. Introdução**

### **1.1 Apresentação do tema**

As displasias esqueléticas compreendem um grupo de mais de 350 doenças nas quais se encontram alterações na forma, tamanho e constituição dos ossos e cartilagens. Além da variedade que impressiona também a quantidade de variáveis envolvidas no diagnóstico, estas normalmente obtidas por ultrassonografia e até mesmo por exame genético.

O diagnóstico pré-natal das displasias esqueléticas é tradicionalmente feito por meio de avaliação por ultrassom e dependendo do caso podem também ser realizados testes moleculares e biópsias para análise de ossos e cartilagens. Levando em consideração o número de parâmetros necessários para a identificação da anomalia, obter um diagnóstico preciso por ultrassom pré-natal pode ser um desafio, o procedimento padrão gira em torno de identificar elementos esqueléticos anormais e analisá-los a fim de identificar qual das displasias afeta o paciente.

O diagnóstico correto é importante, pois é a partir dele que o médico aconselha o paciente, inclusive orienta se é um caso letal ou não da doença. Esses cuidados vão desde a gestação, passando por cuidados pós-natais e aconselhamento genético (risco de recorrência para o casal). Em virtude de todas as dificuldades geradas pela natureza da doença, é proposto neste trabalho o desenvolvimento de um ambiente para auxiliar o diagnóstico e tratamento das displasias esqueléticas fetais.

### **1.2 Motivação**

O desenvolvimento do ambiente é interessante em vista à complexidade e o tempo investido pelo profissional para o diagnóstico da doença, que apesar de ser considerada rara afeta cerca de 3 em 10.000 nascidos (STOLL, C., 1989). Com a definição dos principais elementos do processo é possível estreitar o diagnóstico, com essa normatização damos ao profissional um conjunto de ferramentas e um ponto de partida para o diagnóstico.

## Ambiente para Auxílio ao Diagnóstico das Displasias Esqueléticas Fetais

O projeto também é justificado pela inexistência de uma ferramenta similar que seja capaz de auxiliar o profissional no diagnóstico, seja ela gratuita ou não. Em contrapartida ao tempo gasto por cada médico para diagnosticar a patologia, a implementação do sistema apresentado neste projeto é razoavelmente simples e será desenvolvida no escopo de projeto de TCC, possuindo como pontos-chaves a modelagem do problema, o algoritmo de diagnóstico e o desenvolvimento de um “produto”.

### **1.2.1 Cenários de Aplicação**

#### ***Cenário 1: Consulta para auxílio ao diagnóstico***

Um ginecologista obstetra trabalha num hospital que atende uma cidade com população de aproximadamente 60 mil pessoas. Junto a sua equipe existe mais 1 ginecologista, logo a tarefa de acompanhar pacientes grávidas é dividida entre os dois profissionais fazendo com que os mesmos não tenham demanda suficiente para exercer somente a obstetrícia.

Agregado a este cenário de “baixa demanda” está a baixa incidência da displasia esquelética, o que faz o médico em questão tratar cerca de dois a cinco casos da doença por ano, em contrapartida a pouca ocorrência, o mesmo despende muito tempo para poder diagnosticar corretamente seu paciente, isso se deve ao grande número de patologias, as múltiplas “variáveis” que devem ser analisadas e a pouca experiência que nosso profissional possui em tratar esta doença.

Atendendo uma nova suspeita de displasia esquelética o ginecologista decide usar o sistema que será apresentado neste documento a fim de obter sugestões de diagnósticos. Os mesmos poderão ser mais bem explorados em uma biblioteca de dados relacionada a patologia em apenas alguns minutos depois de realizar os exames, de modo a otimizar o tempo do profissional e melhorar todo o contexto de tratamento do paciente.

O cenário 1 também pode ser usado por profissionais que gostariam de apenas uma segunda opinião no seu diagnóstico ou ainda por aqueles que necessitem apenas de informações adicionais, imagens ou referências para apoiar seu diagnóstico na biblioteca do sistema.





**Figura 1-** Neste momento o profissional discute com seu colega comparando os resultados dos seus exames com uma imagem da biblioteca do sistema referente a patologia indicada pelo diagnóstico automatizado.

***Cenário 2: Acompanhamento de evolução do paciente através do sistema.***

Um ginecologista obstetra divide seu tempo entre duas clínicas privadas e um hospital público na cidade de São Paulo. Neste último ele faz consultas mais rápidas para atender a grande demanda de pacientes. Esse profissional atende cerca de um novo caso de displasia esquelética por mês fazendo com que, em média, ele esteja acompanhando duas ocorrências da patologia. Apesar de estar relativamente acostumado em diagnosticar e tratar a displasia esquelética, o profissional sente que não possui uma ferramenta ou método adequado para tratar a patologia, aliado a isto, o fato de trabalhar em hospitais e clínicas diferentes faz com que os documentos (exames, laudos, pacientes, etc.) relativos a patologia fiquem em lugares diferentes e em padrões diferentes.

Com o uso da ferramenta apresentada nesta proposta o profissional pode agora além de ter uma rápida sugestão de diagnóstico para cada exame feito, acompanhar a

## Ambiente para Auxílio ao Diagnóstico das Displasias Esqueléticas Fetais

evolução dos seus pacientes das diversas instituições numa base centralizada com o histórico de cada um e com gráficos baseados nos resultados dos.

O cenário 2 também pode ser usados por profissionais que não se sintam confortáveis em seguir o diagnóstico sugerido mas apenas busquem uma maneira melhor de acompanhar seus pacientes ou ainda por profissionais interessados em acompanhar o resultado de um tratamento assim dando mais atenção aos gráficos montados pelo sistema.

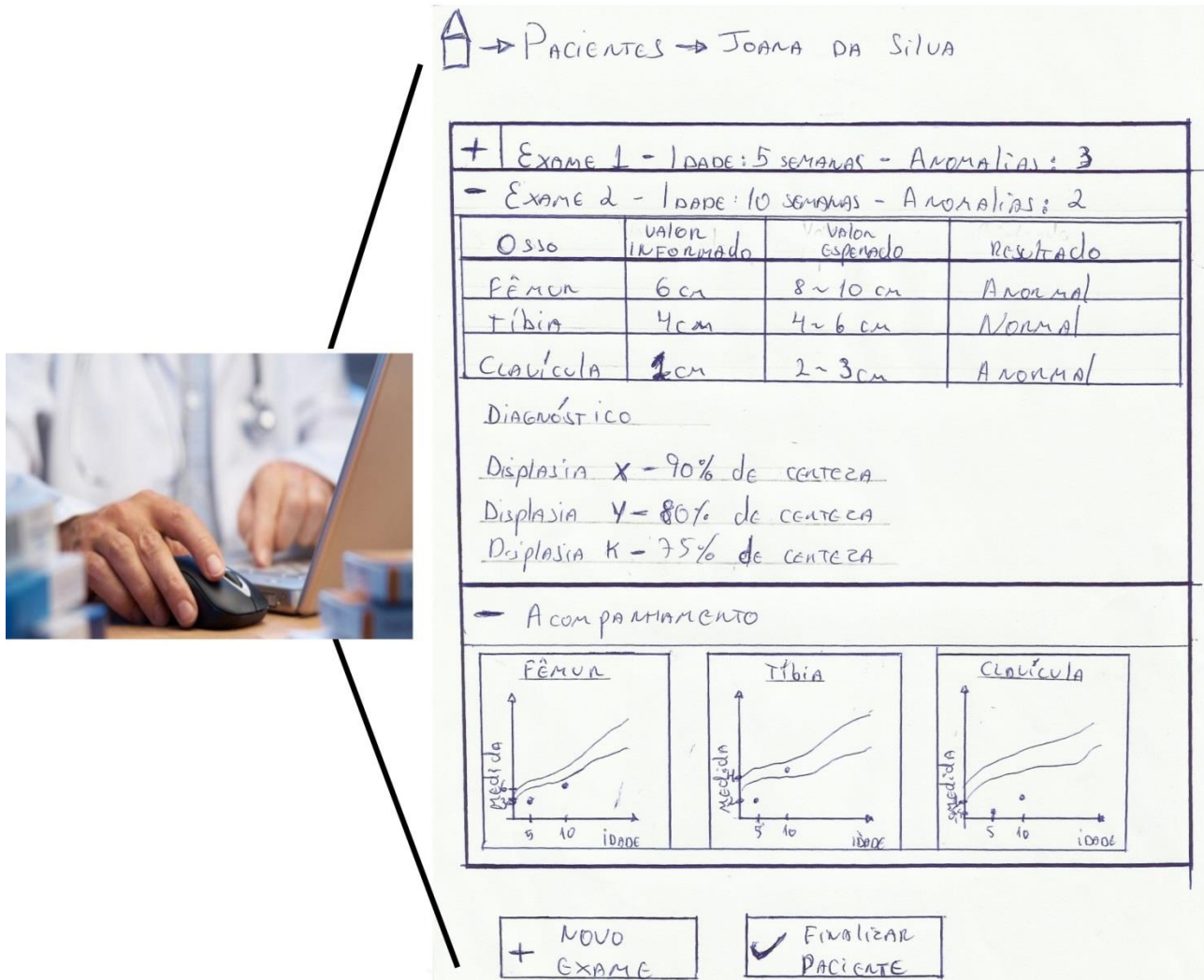


Figura 2 - Neste momento o profissional analisa a evolução de um dos seus pacientes após entrar os dados de seu segundo exame. A parte direita da imagem é um protótipo de baixa fidelidade da interface do sistema.

### **1.3 Objetivo Geral**

Desenvolver um ambiente que suporte o profissional no diagnóstico e no tratamento das displasias esqueléticas fetais.

#### **1.3.1 Objetivos Específicos**

O primeiro objetivo é a implementação de um apurado algoritmo que com os dados dos exames seja capaz de sugerir qual das displasias é a apresentada pelo paciente. Entretanto, mais que apenas criar um ranking das possíveis doenças, o sistema exibe uma análise do cruzamento das informações do exame para cada displasia sugerida. O segundo objetivo é agregar no sistema uma biblioteca abordando tópicos relevantes ao assunto, dispondo de informações, referências e imagens das displasias, ossos e anomalias. Por último, o objetivo é de fato a criação de um “produto” para uso profissional, composto por mecanismos e recursos que justifiquem a adoção do sistema. Para isso, junto aos recursos do domínio do problema (gráficos e análises), o sistema contará com gerenciamento de pacientes e de seus respectivos exames. Porém, há uma grande ressalva que permeia todo o projeto, este software não almeja substituir o sistema de gerenciamento hospitalar do profissional. Como implicação dessa decisão, o sistema foi projetado para facilitar a sua integração em outros sistemas. Funcionalidades não relacionadas com o domínio do problema, como a gerência de pacientes, foram tratadas de forma secundária no desenvolvimento do projeto.

É importante salientar que uma importante parte do desenvolvimento do produto é a sua usabilidade, isto é, a facilidade com que as pessoas podem empregar uma ferramenta ou objeto a fim de realizar uma tarefa específica e importante. Visando garantir uma boa usabilidade para dispositivos móveis e PCs, a interface será desenvolvida seguindo o conceito minimalista, tendência no mundo dos smartphones. Ainda buscando um produto de qualidade, serão feitas validações em forma de heurísticas e aplicação de um questionário de satisfação para profissionais da área.

## **1.4 Análise de Requisitos**

### **1.4.1 Requisitos Funcionais**

- O médico deve ter uma conta para acessar as informações dos seus pacientes.
- ❖ Gerência de paciente
  - O médico pode adicionar, alterar ou remover um paciente.
- ❖ Gerência de exames
  - O médico pode adicionar, alterar ou remover um exame.
- ❖ Análise de exame
  - O sistema deve oferecer uma análise baseada nos dados fornecidos.
- ❖ Biblioteca dinâmica
  - O sistema deve oferecer ao usuário acesso fácil a uma biblioteca rica e integrada ao sistema.

### **1.4.2 Requisitos não-Funcionais**

- ❖ O sistema deve ser desenvolvido em PHP
  - A linguagem PHP foi escolhida devido a sua afinidade para aplicações WEB e a experiência que o desenvolvedor possui com a mesma.
- ❖ Deve ser usado o MySQL como SGBD do sistema.
  - Esta escolha se deve ao fato do SGBD ser gratuito e consolidado no mercado.
- ❖ O sistema deve suportar mais de um idioma.
  - Com isso buscamos atender médicos de diferentes nacionalidades.
- ❖ O sistema deve usar o framework Twitter Bootstrap para desenvolver sua interface gráfica.
  - Esta ferramenta será utilizada com o intuito de prover ao usuário de dispositivos móveis uma interface de qualidade.

## 1.5 Metodologia

Serão executados os seguintes procedimentos metodológicos:

- ❖ **Pesquisa Bibliográfica:** Revisão sistemática da literatura na área do diagnóstico em displasia esquelética fetal.
- ❖ **Desenvolvimento:** Modelar o problema, projetar o sistema e implementá-lo com ciclos de interação com o Dr. Roberto Noya, ginecologista obstetra que estará auxiliando durante todas as etapas do desenvolvimento.
- ❖ **Análise de Resultados:** Coleta de informações durante o processo de desenvolvimento, aplicação de testes e análise dos dados. Levantamento final sobre os resultados obtidos.
- ❖ **Validação:** Validação da eficácia do ambiente usando heurísticas e aplicação de um questionário de satisfação a especialistas do domínio.
- ❖ **Documentação:** Etapa de confecção do documento escrito final do TCC e preparo de artigo para publicação.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

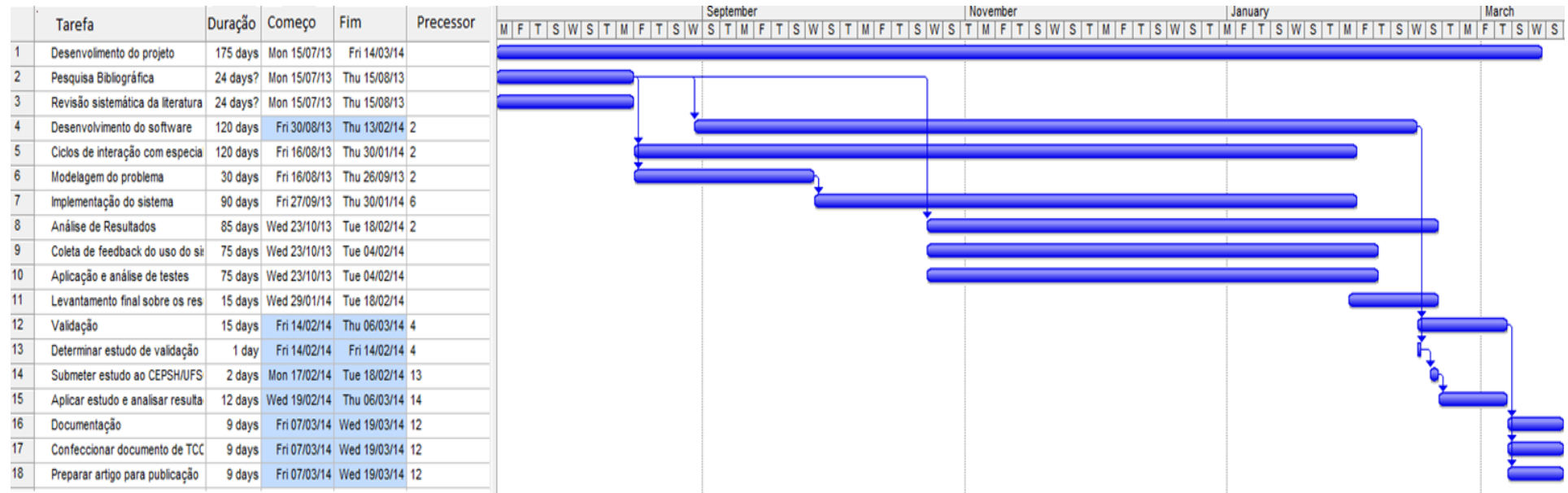
No primeiro capítulo foi apresentada uma introdução ao trabalho, com o objetivo de contextualizar o tema foi feita uma breve descrição da desordem, sua problemática e levantado diretrizes para o desenvolvimento do trabalho, como objetivos e análise de requisitos. No segundo capítulo encontramos a fundamentação teórica para o desenvolvimento do projeto. São apresentados os elementos do domínio do problema e as tecnologias usadas para o desenvolvimento do produto.

No terceiro e quarto capítulo é documentado todo o processo de desenvolvimento do sistema até a sua validação. São abordadas questões básicas de arquitetura de software, discutido sobre elementos chave do sistema e detalhada a sua validação.

Por último temos o capítulo com as conclusões e resultados. Além de trazer as considerações finais do autor sobre o projeto, também fala sobre trabalhos futuros. Ainda sobre esse assunto, no subcapítulo 5.1, é apresentado um ensaio da integração do produto desenvolvido nesse projeto com o Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde.

# Ambiente para Auxílio ao Diagnóstico das Displasias Esqueléticas Fetais

## 1.7 Cronograma



## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Displasia Esquelética e seu Diagnóstico**

A displasia esquelética compõe um grupo de mais de 300 desordens onde ossos ou cartilagens não se desenvolvem como o esperado. Estas desordens resultam em problemas como: pequena estatura, ossos fracos, problemas no funcionamento de órgãos, desfiguração e problemas em ligamentos. Detectar a displasia não é uma tarefa fácil, enquanto algumas displasias são diagnosticáveis no período pré-natal outras apenas são observadas na infância com o amadurecimento do esqueleto.

Neste projeto vamos trabalhar no auxílio ao diagnóstico fetal por ultrassonografia, este sendo o método mais utilizado para o diagnóstico e acompanhamento da displasia. No escopo deste projeto, o diagnóstico da displasia se resume a identificar os “achados ultrassonográficos” nestes exames. Estes podem se apresentar de três maneiras diferentes: “medidas fetais” que podem estar acima ou a abaixo do normal, isso é verificado utilizando as tabelas de referência fetal, assunto abordado no próximo item. A relação entre alguma dessas medidas, como a relação do tamanho do fêmur com a circunferência abdominal indicando que o quadro do paciente pode ser letal. Por último estão achados “qualitativos”, estes apenas são constatados pelo médico e em primeiro momento não necessitam de futuras investigações, como exemplo, podemos citar a “ausência de fíbula” e “luxação das articulações”.

Como é possível ver na figura abaixo, para este software uma displasia é um grupo de anomalias representadas pelo seu código no sistema, este é um trecho de código real do sistema e é todo o necessário para que o sistema “assimile” a displasia. Estas anomalias são divididas em dois grupos, onde certa anomalia x é um forte indício para esta displasia. Nesta figura temos o código da “Osteodisplasia” onde a anomalia “Dilatação severa do sistema urinário” representada por “s1” aparece no sistema na classe de forte indício. A diferenciação da relevância da relação entre a displasia e suas anomalias é parte importante do diagnóstico por isso lhe é dada atenção especial dentro do sistema.

```
$osteodysplasty = array( 'anomalies' => array('a56', 'a562', 'a3', 'a7', 'a21', 'a35', 'a391', 'a46'),  
                        'highAnomalies' => array('s1'),  
                        'id' => 'idosteodysplasty');
```

**Figura 3 - Representação de uma displasia no sistema**

## 2.2 Tabelas de Referência Fetal

A biometria fetal é uma área dedicada ao estudo das medidas da anatomia do feto e seu conseqüente crescimento, seu objetivo é permitir ao profissional um estudo aprimorado do feto. Produto desta ciência são as Tabelas de Referência Fetal, nelas estão todas as medidas em tamanho normal de ossos e outras estruturas que são analisadas e comparadas a exames de ultrassom do paciente a fim de chegar ao diagnóstico da displasia.

Apesar de sofrer contradições e seus valores sofrerem variâncias por diversos fatores, como a etnia do paciente, as tabelas são frequentemente usadas pelos profissionais, quase essenciais para o diagnóstico de fetos. Em contrapartida aos pontos negativos podemos observar que a constante melhora nos equipamentos de ultrassom fazem com que cada vez mais as tabelas e os exames de ultrassom se consolidem como métodos eficientes para acompanhamento e diagnóstico. Sempre usados para obter informações confiáveis e importantes sobre o crescimento e bem estar do feto, este é um artefato indispensável no seqüente diagnóstico da displasia.

Buscando facilitar este aspecto do diagnóstico, o procedimento de consultas às tabelas é automatizado. A idade gestacional do feto, a medida informada no exame e a respectiva tabela fetal são convergidas em um gráfico simples, numa linguagem de fácil compreensão para os profissionais da área. Na figura abaixo temos um exemplo deste gráfico, onde os círculos azuis representam os percentis da tabela de referência para o osso rádio na 27ª semana de gestação. É interessante notar a ausência de legendas no gráfico, que apesar de ser padrão, foram retiradas em nome da qualidade da interface.



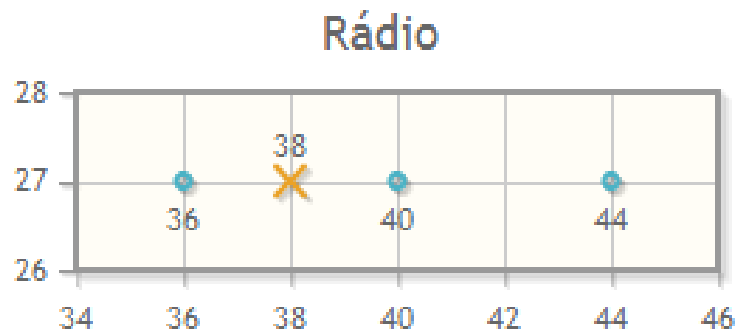


Figura 4 - Gráfico de medida

### 2.3 PHP e Outras Linguagens de Programação

O PHP é uma linguagem de programação desenvolvida para criar sites e sistemas para internet. Uma de suas características, o código ser executado apenas no servidor, o distingue de outras linguagens WEB como Javascript, gerando apenas um HTML que é então enviado para o cliente. O cliente recebe os resultados da execução desse script, mas não sabe como é o código fonte tão pouco precisa se preocupar com sua execução.

Além do fato do PHP ser código aberto, um fator decisivo para sua adoção é que o Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde também é escrito em PHP, utilizando a mesma linguagem facilitamos o processo de integração da ferramenta. Outro ponto interessante da linguagem PHP é sua grande comunidade e suas extensões. O suporte da comunidade para tirar dúvidas e ver trabalhos similares, extensões que suplementam as funcionalidades da linguagem, como por exemplo, fazer gráficos, será de grande ajuda para o desenvolvimento do projeto.

Para o desenvolvimento da interface foi usado o seguinte conjunto de linguagens e recursos: o CSS, linguagem padrão na estilização do HTML. O JavaScript, linguagem capaz de manipular e interagir com o conteúdo de uma página. O jQuery, uma ótima biblioteca JavaScript de código aberto, que simplifica e muito o desenvolvimento de aplicações web dinâmicas. O Twitter Bootstrap, um framework para criação de interface que será detalhado no próximo subcapítulo. Por último o jqPlot e

o Slider, dois plug-ins para jQuery usados respectivamente na criação dos gráficos e implementando o elemento “Slider”.

## **2.4 Twitter Bootstrap**

O Twitter Bootstrap tem como objetivo facilitar o desenvolvimento da interface (front-end) para páginas web. Ele disponibiliza padrões de estilização para os elementos HTML mais usados além de componentes personalizados. Além de favorecer o desenvolvimento de uma interface de qualidade, o Bootstrap foi especialmente desenvolvido para a criação de páginas responsivas, atendendo assim usuários de dispositivos móveis sem perder a usabilidade do site.

O framework consiste de diversos componentes de UI incluindo os usuais botões, campos de entrada, rótulos e listas. O Bootstrap usa JavaScript para alguns componentes ou fornece funcionalidades específicas - transição, caixas de dialogo, tooltips, alertas, entre outros - os respectivos arquivos de scripts são plugins do jQuery. É válido observar que o Bootstrap é composto pelas mesmas linguagens escolhidas para o desenvolvimento da interface, essa “homogeneidade” entre as linguagens ajuda no uso do framework e consequentemente no resultado final.

Finalizando o capítulo, faremos uma breve análise de como o Bootstrap se encaixa na linha geral que rege o desenho da interface do sistema. Como já dito nesse relatório, o sistema foi desenvolvido para ser usado em dispositivos móveis e posteriormente como um módulo dentro de outro sistema maior. Estes dois requisitos nos levam ao desenvolvimento de uma interface minimalista. Uma das características do minimalismo é o uso de ícones, para isso o framework conta com uma biblioteca com 200 ícones prontos para serem usados. Ainda demonstrando o uso do Bootstrap vemos na figura 5 o componente “Thumbnail” que além de ter um visual agradável faz com que toda a área do elemento funcione como link, facilitando a usabilidade em dispositivos com tela sensível ao toque.



Figura 5 - Elemento "Thumbnail"

### 3 Desenvolvimento

#### 3.1 Modelagem do problema

A modelagem do problema se mostrou uma tarefa mais simples que a própria compreensão do domínio do problema e o levantamento de suas informações. Com as diretrizes já expostas neste relatório foi escolhida a arquitetura MVC para a codificação do sistema, dentre suas características está a simplicidade e a modularidade.

Aprofundando nesta arquitetura temos os modelos, no domínio do problema deste programa eles são dois. A displasia, elemento já detalhado no capítulo 2.1. Os exames, estes por sua vez estão no banco de dados do sistema. A figura a seguir trás parte da tabela de um exame no banco de dados, observamos que medidas são armazenadas em colunas para números e que para cada anomalia do sistema existe uma coluna booleana com seu identificador.

examId	userId	patientID	anomallesCount	registerDate	gestAge	femur	foot	clrcChest	scapula	clavicle	humerus	a2	a3	a22	a39	a391	a6	a10	a11
34	1	16	7	2014-06-09 21:55:22	25	40	63	43	60	38	25	1	0	1	0	0	0	0	1

Figura 6 - O exame no banco de dados

A camada de controle é a responsável por controlar a comunicação entre o modelo e a visão, em outras palavras, por toda a parte lógica do programa. No caso de uma futura integração da ferramenta esta camada será a mais valiosa e modificada, pensando nisso, ela foi desenvolvida de forma simplificada em um único ar-

quivo. Por último a visão, um elemento muito importante e delicado do software, questões de desenho de interface e usabilidade serão mais bem abordados nos capítulos 3.2, 3.3 e 4. Do ponto de vista da modelagem do problema, cada tela do programa é um arquivo separado, dessa forma podemos isolar certos elementos da codificação da interface facilitando o reaproveitamento do software.

### **3.2 Algoritmo de análise**

Para falar sobre o algoritmo responsável pela análise dos exames é importante “desmistifica-lo”, muito mais que o “poder” de apontar alguma displasia, é este algoritmo que obtém toda a informação e desenha a página de exibição de exame. Lembrando que nesta tela está a parte principal deste programa, fica clara a sua influencia em quesitos básicos de desenvolvimento, como o conteúdo a ser exibido e a usabilidade final do sistema.

A usabilidade de um sistema vai além de boas práticas de desenvolvimento de interface, é preciso que o conteúdo faça sentido e seja apresentado de forma natural ao público alvo. Para isso, como detalhado no capítulo 2.2, tabelas fetais são exibidas com gráficos, entretanto, nem todas as melhoras advêm de recursos visuais. Na análise do exame com as displasias, foi observada a importância de que o sistema seja capaz de informar: quais anomalias estão presentes no exame e na dita displasia, anomalias da displasia mas que não foram informadas no exame e ainda anomalias que foram informadas no exame mas não possuem relação com a displasia.

Por último vamos falar da sugestão de displasias, parte importante do sistema que visa melhorar a eficiência no diagnóstico e poupar tempo do médico. Ela é feita contando os “achados ultrassonográficos” presentes no exame e na displasia sendo analisada, ordenando a classificação pelo número de achados correspondidos. Aqui as anomalias classificadas como “forte indício para esta displasia”, detalhado no capítulo 2.1, possuem um peso maior na ordenação.

### **3.3 Desenvolvimento do ambiente**

Como visto na metodologia deste projeto, o primeiro passo no desenvolvimento do ambiente foi a revisão sistemática da literatura. Apesar de não encontrar nada interessante sobre a displasia relacionada com softwares, essa pesquisa foi muito útil para entender como acontece o diagnóstico da displasia, levantar estatísticas e definir quais anomalias compunham as displasias.

O processo de desenvolvimento em si contou com muitas reuniões com o especialista do domínio, o constante feedback de um usuário do público alvo foi decisivo para definir o conteúdo abordado no sistema e o desenho da interface. Estes itens são elementos chaves para a usabilidade do sistema. Uma boa usabilidade é requisito básico para um software que faz parte de um trabalho de conclusão de curso e busca ser adotado pelos profissionais da área, ela será abordada com mais detalhes no capítulo quatro. Por hora, lembramos que a interface foi desenhada com uma abordagem minimalista e zelando por princípios da área.

Concluído o software começa a sua fase de validação, processo que está detalhado no próximo capítulo. O principal objetivo desta etapa é garantir um software de qualidade, uma boa avaliação é consequência de um trabalho bem feito. Serão usados os seguintes métodos para isso: aplicação das dez heurísticas de usabilidade de Nielsen, aplicação do questionário System Usability Scale e avaliação da usabilidade móvel usando o MATCH.

## 4 Validação

É neste momento que todo o cuidado com a usabilidade e interface relatado neste documento é posto à prova. A seguir veremos os métodos escolhidos e seus resultados.

### 4.1 Heurística de Nielsen

Criada por Jakob Nielsen em 1994, as heurísticas foram baseadas em 294 tipos de erros de usabilidade que o Nielsen comumente encontrava em suas análises. Ela consiste em 10 itens que devem ser checados a fim de evitar erros comuns de usabilidade num dado sistema. No parágrafo a seguir veremos uma análise de cada heurística.

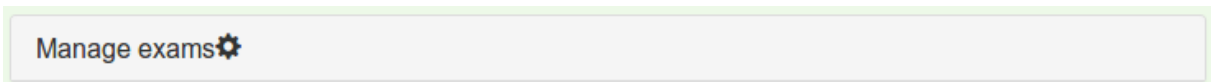
“Visibility of system status - The system should always keep users informed about what is going on, through appropriate feedback within reasonable time”, existe o elemento “breadcrumb” que serve de menu e permite ao usuário saber exatamente onde ele está situado no sistema, na figura a seguir vemos que através deste elemento é possível inferir que o médico está adicionando um novo exame para a paciente “Maseta Maso”.



**Figura 7 - Elemento “bredcrumb” na tela de novo exame**

Somado a isso, as transições são feitas de forma rápida, sem animações e seguindo uma lógica linear. “Match between system and the real world - The system should speak the users' language, with words, phrases and concepts familiar to the user, rather than system-oriented terms. Follow real-world conventions, making information appear in a natural and logical order.”, o desenho da interface e a terminologia usada tiveram forte influencia das interações com o especialista do assunto. O sistema representa instrumentos e métodos praticados dia-a-dia pelos médicos, exemplo disso são as tabelas de crescimento fetal e a análise dos achados ultrassonográficos. Fo-


ram escolhidas palavras, conceitos e terminologias da literatura e do dia-a-dia dos médicos que participaram de alguma forma no desenvolvimento do projeto. “User control and freedom - Users often choose system functions by mistake and will need a clearly marked "emergency exit" to leave the unwanted state without having to go through an extended dialogue. Support undo and redo”, apesar da função principal do sistema, que em suma é apresentar gráficos e análise dos dados informados, não possuir interações, o sistema suporta também a edição e remoção de exames e pacientes. No caso de remoção todas as informações são completamente removidas, entretanto, é pedido ao usuário que dados reais não sejam apagados a fim de ajudar a melhorar o sistema. É válido lembrar que o usuário usará o sistema por um navegador para internet logo também dispõe dos seus recursos de navegação. “Consistency and standards - Users should not have to wonder whether different words, situations, or actions mean the same thing. Follow platform conventions”, como já dito, o sistema foi feito pensando em "refletir" o mundo real. Junto ao cuidado com a linguagem já descritos neste documento está o uso de ícones, facilitando a compreensão do usuário perante a interface. Como exemplo veja a figura 8, ela mostra um "bug" que existia na versão móvel do sistema, o que torna essa quebra de padronização ainda mais grave.



**Figura 8 - Problema no posicionamento do ícone**

“Error prevention - Even better than good error messages is a careful design which prevents a problem from occurring in the first place. Either eliminate error-prone conditions or check for them and present users with a confirmation option before they commit to the action”, além de soluções triviais de prevenção de erro, toda a interface foi desenhada e implementada levando em consideração a prevenção e a facilidade de uso para todos os tipos de dispositivos. Exemplo é o elemento escolhido para informar as medidas do feto, pode ser visto na figura 9 é conhecido como "slider", além de limitar a entrada do usuário com dados aceitos pelo sistema, o elemento é uma forma mais eficiente para o usuário que utiliza o sistema com dispositivos touchscreen.

Gestational age: 25



**Figura 9 - Elemento "slider"**

“Recognition rather than recall – Minimize the user's memory load by making objects, actions, and options visible. The user should not have to remember information from one part of the dialogue to another. Instructions for use of the system should be visible or easily retrievable whenever appropriate”, novamente aparece o elemento “breadcrumb” permitindo ao usuário saber exatamente onde ele está situado no sistema. Informações adicionais são exibidas de forma clara, com textos limpos, bem organizados e quando necessário com auxílio de ícones. “Flexibility and efficiency of use - Accelerators -- unseen by the novice user -- may often speed up the interaction for the expert user such that the system can cater to both inexperienced and experienced users. Allow users to tailor frequent actions”, o sistema foi desenvolvido para ser simples e objetivo, da tela inicial até adicionar um novo exame para um usuário existente é uma atividade com apenas 5 cliques. Devido a raridade nos casos da displasia espera-se que a frequência de uso do sistema seja baixa, logo o conceito de "experienced user" não representa grande peso no desenvolvimento. É mais sensato desenvolver uma interface simples e intuitiva em que o usuário sempre tenha a confiança de que vai obter seu resultado sem muita dor de cabeça. “Aesthetic and minimalist design - Dialogues should not contain information which is irrelevant or rarely needed. Every extra unit of information in a dialogue competes with the relevant units of information and diminishes their relative visibility”, o conceito de design minimalista 1. "A palavra minimalismo se refere a uma série de movimentos artísticos, culturais e científicos que percorreram diversos momentos do século XX e preocuparam-se em fazer uso de poucos elementos fundamentais como base de expressão" exerce forte influencia no desenho da interface. Estes foram os principais motivos para a sua adoção: naturalmente leva a um resultado mais limpo, o fato do sistema ser pensado para ser usado como um módulo num sistema maior e a tendência do minimalismo na interface dos principais sistemas operacionais móveis, como Android e iOS. “Help users recognize, diagnose, and recover from errors - Error messages should be expressed in plain language (no codes), precisely indicate the problem, and constructively suggest a solution”, o sistema é simples e blindado contra erros, o uso do sistema não deve levar o usuário a nenhum erro rotineiro. Entre-



tanto, o usuário possui uma página explicando o funcionamento do programa e é encorajado a entrar em contato caso ache necessário. “Help and documentation – Even though it is better if the system can be used without documentation, it may be necessary to provide help and documentation. Any such information should be easy to search, focused on the user's task, list concrete steps to be carried out, and not be too large”, visando prover algum tipo de suporte ao usuário final, foi feita uma página usando textos e imagens do sistema de "como usar o sistema", ela trás: uma breve introdução ao sistema, todas as funcionalidades disponíveis no sistema com um pequeno guia e uma explicação da página de exame.

Destrinchada as heurísticas e sua análise perante o sistema, concluímos que o mesmo atende de forma satisfatória as heurísticas. No próximo subcapítulo o sistema será novamente avaliado, dessa vez num método capaz de medir e classificar a usabilidade.

1.Minimalismo aberto. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Minimalismo>> Acesso em: 2 Jun 2014.

## **4.2 Medindo a usabilidade com o MATCH**

O MATCH, que literalmente quer dizer “Medindo a usabilidade de aplicações para telefones touchscreen, consiste em responder um questionário com 48 perguntas a fim de atingir uma pontuação. Criado pelo GQS UFSC, ele é baseado nas 10 heurísticas de Nielsen, por exemplo, na parte “Heurística 7: Estética e design minimalista” temos a pergunta: “34.O aplicativo exhibe quantidades pequenas de informações em cada tela? Sem texto ou imagens em excesso.”.

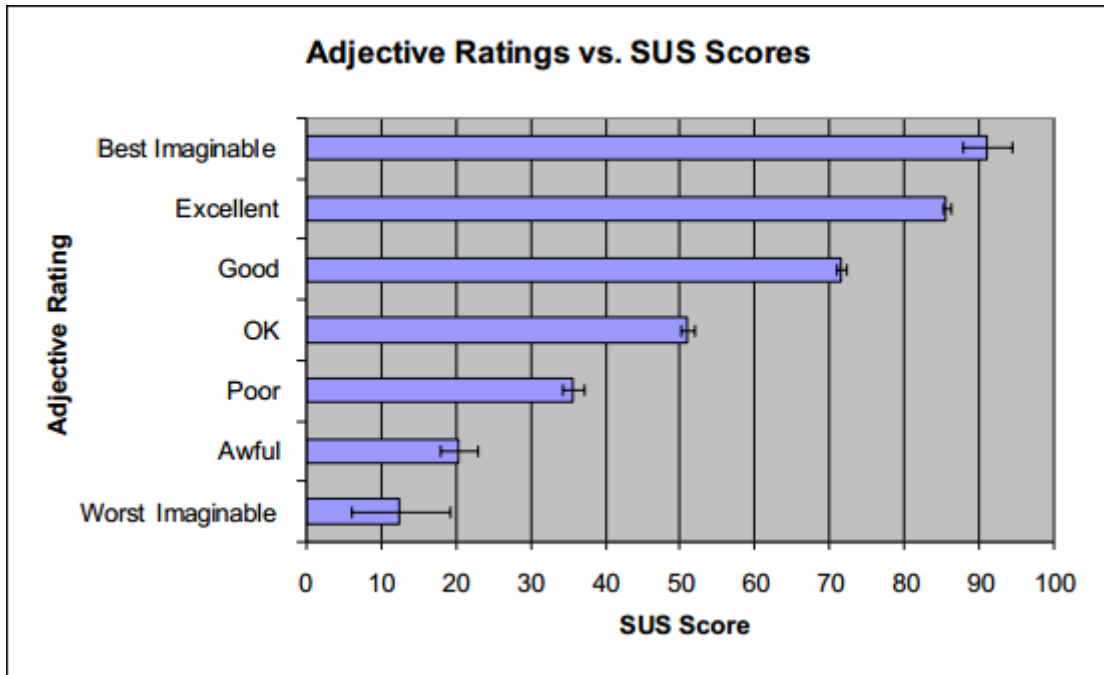
A pontuação do sistema foi ótima, atingindo 63.3 pontos. Ele ficou classificado no maior nível de usabilidade da escala do MATCH, considerado de “usabilidade muito alta”, categoria para pontuações acima dos 60 pontos. Esse bom resultado é fruto do trabalho já exaustivamente abordado nos capítulos anteriores deste relatório, no contexto da usabilidade de um sistema todos os seus aspectos influenciam o resultado.

### **4.3 Aplicação do System Usability Scale**

O System Usability Scale foi criado em 1986 por John Brooke para avaliar as aplicações que desenvolvia. Diferente dos métodos anteriores o SUS mede a usabilidade do ponto de vista do usuário. Conceitualmente ele preza os seguintes aspectos: a eficácia, diz respeito ao resultado obtido com o uso do software. A eficiência, representando o quanto de esforço o usuário precisa fazer para alcançar o seu objetivo. A satisfação, equivalente a impressão do usuário ao uso do software.

O teste consiste a aplicar um questionário de 10 perguntas para membros do público alvo do produto após o uso do programa. O resultado da pesquisa deve ser interpretado seguindo a metodologia a fim de obter uma pontuação que indica o desempenho do software. Nesta mesma pesquisa foram adicionadas outras 4 perguntas sobre o domínio do problema, essas serão analisadas separadamente.

A aplicação do teste foi via internet e foi respondida por 4 profissionais da área. A pontuação final do programa foi de 86,25 pontos, utilizando a escala publicada no artigo “Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale” a usabilidade do software é considerada excelente. Novamente o bom resultado reflete o cuidado com a usabilidade do problema e o compromisso em desenvolver um produto para uso profissional. Todas as perguntas e suas respostas são encontradas nos anexos deste relatório.



**Figura 10 - Classificação no SUS**

A análise das respostas para as perguntas do domínio nos mostram que existe sim espaço para um software de auxílio ao diagnóstico para a displasia esquelética fetal. Também são reforçados pontos abordados neste relatório, como a dificuldade para o diagnóstico. A última pergunta nos trás uma informação importante, dois dos quatro médicos usaram dispositivos móveis para realizar o teste, isso mostra que a boa usabilidade do sistema é mantida para estes dispositivos.

## **5 Conclusão e Considerações finais**

### **5.1 Trabalhos futuros**

Um dos objetivos deste projeto é o desenvolvimento de um produto para uso profissional, isto é, ter qualidade e funcionalidades suficientes para ser adotado pelo público. Entretanto, um software de auxílio ao diagnóstico para um domínio específico deveria se apresentar como um módulo dentro de um sistema médico completo que o profissional está acostumado a usar no seu dia-a-dia. Numa futura integração o programa pode ser reaproveitado de diversas maneiras, por exemplo, é possível separar as partes do programa já que tabelas fetais e outros tipos de análises de medidas não são exclusivos do domínio da displasia esquelética. No subcapítulo a seguir veremos um ensaio da integração do programa com o STT/SC.

Quanto ao programa como se encontra vou citar algumas melhorias possíveis. A biblioteca do sistema pode ser substituída por um sistema “wiki”. Melhorar a tela de exame com a adição de novos elementos. Executar um apurado estudo sobre os casos da displasia a fim de melhorar o algoritmo de sugestão, isso é possível estudando a base de dados do programa desde que garantida a qualidade dos dados. Na verdade, é possível melhorar em muitos aspectos, mas a indefinição sobre como o software será reaproveitado não permite um posicionamento tão firme sobre o assunto.

### **5.2 Integração com o Sistema Catarinense de Telemedicina e Telessaúde**

Para discutir a integração deste sistema ao STT/SC é preciso entender o que é um laudo e como ele é representado nos dois sistemas. Resumidamente, é o documento onde fica registrado o diagnóstico, observações do médico e informações do paciente, como as medidas e achados ultrassonográficos. É no laudo que encontramos uma diferença fundamental, enquanto neste programa ele é estruturado no STT/SC ele é totalmente não estruturado, um simples “campo de texto”. A implica-

ção disso é a impossibilidade de recuperar informações do laudo, assim limitando a integração.

Tendo em mente que a atualização de um software é um processo custoso e complexo, é possível fazer a integração de forma simplificada. Uma sugestão mantendo o escopo deste projeto é na tela de edição de laudo do STT/SC adicionar um menu “ferramentas de auxílio ao diagnóstico”. Neste menu o médico encontra os seguintes itens: “sugestão para displasia”, onde o médico marca os achados encontrados e recebe a sugestão. “Consulta a tabela de crescimento fetal”, onde o médico entra com os parâmetros (idade gestacional, qual osso e o dado do paciente) e visualiza o gráfico. Para melhorar a interação dos elementos do sistema as ferramentas seriam capazes de “colar” o seu resultado no texto do laudo, no caso das tabelas fetais isto criaria uma simples imagem.

Concluo este capítulo ressaltando os dois diferentes caminhos para fazer a integração entre os sistemas. A primeira consiste em repensar a forma como o STT/SC trata os laudos, implicando em grandes alterações. Apesar de mais custosa, fazer essa alteração abre espaço para que novas funcionalidades sejam implementadas no sistema. A segunda, já descrita no parágrafo acima, busca trazer as funcionalidades causando o menor impacto possível. Qual destes métodos escolher e como implementá-lo depende de mais estudo e do planejamento da equipe do STT/SC.

### **5.3 Conclusão**

Ao fim deste projeto temos o software pronto em forma de website para auxiliar no diagnóstico da displasia esquelética fetal, facilmente acessível para todo o mundo via internet. Todos os objetivos descritos neste documento foram alcançados e a qualidade do software devidamente garantida e validada.

O domínio da displasia esquelética fetal é relativamente simples, a parte crítica é levantar corretamente as anomalias de cada uma delas. Boa parte do esforço de desenvolvimento está na usabilidade do programa, princípios e soluções usados neste projeto também podem ser reaproveitados na construção de outros softwares médicos.

## 6. Referências Bibliográficas

HALL, Christine.; OFFIAH, Amaka.; FORZANO, Francesca. Fetal And Perinatal Skeletal Dysplasias - an atlas of multimodality imaging. Oxford: Radcliffe Publishing Ltd, 2012.

KRAKOW, Deborah.; LACHMAN, Ralph.; RIMOIN, David. Guidelines for the prenatal diagnosis of fetal skeletal dysplasias. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2832320/>>. Acesso em: 10 de junho 2014.

JEANTY, Philippe.; VALERO, Gloria. The assessment of the fetus with a skeletal dysplasia. Disponível em <[http://www.sonoworld.com/Client/Fetus/files/skeletal\\_eng.pdf](http://www.sonoworld.com/Client/Fetus/files/skeletal_eng.pdf)>. Acesso em: 20 de julho 2014.

SCHRAMM, T.; GLONING, K. P.; MINDERER, S.; DAUMER-HAAS, C.; HORTNAGEL, K.; NERLICH, A.; TUTSCHEK, B. Prenatal sonographic diagnosis of skeletal dysplasias. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/101002/uog6359/pdf>>. Acesso em: 20 de julho 2014.

GONÇALVES, L. F.; ESPINOZA, J.; MAZOR, M.; ROMERO, R. Newer imaging modalities in the prenatal diagnosis of skeletal dysplasias. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/101002/uog1712/abstract>>. Acesso em: 20 de julho 2014.

STOLL, C.; DOTT, B.; ROTH, MP.; ALEMBIK, Y. Birth prevalence rates of skeletal dysplasias. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2785882>>. Acesso em: 20 de julho 2014.

DIGHE, M.; FLIGNER, C.; CHENG, E.; WARREN, B.; DUBINSKY, T. Fetal skeletal dysplasia: an approach to diagnosis with illustrative cases. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18635629>>. Acesso em: 20 de julho 2014.

Brook, John. SUS - A quick and dirty usability scale. Disponível em <<http://www.usabilitynet.org/trump/documents/Suschapt.doc>>. Acesso em: 20 de julho 2014.

BANGOR, Kortum.; MAY, Millher. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. Disponível em <[http://www.usabilityprofessionals.org/upa\\_publications/jus/2009may/JUS\\_Bangor\\_May2009.pdf](http://www.usabilityprofessionals.org/upa_publications/jus/2009may/JUS_Bangor_May2009.pdf)>. Acesso em: 20 de julho 2014.

C Krone. Validação de Heurísticas de Usabilidade para Celulares Touchscreen. Working Paper WP\_GQS\_01-2013\_v10, GQS/INCoD/UFSC, 2013.

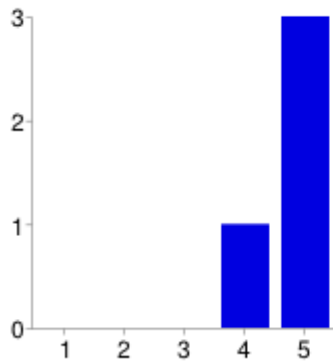
NIELSEN, Jakob. 10 Usability Heuristics for User Interface Design. Disponível em <<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>. Acesso em: 20 de julho 2014.



## Anexo A – Questionário System Usability Scale

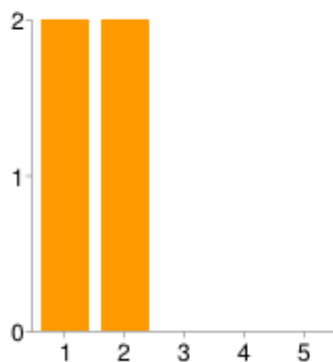
Considere “1” como “discordo plenamente” gradualmente até “5” como “concordo plenamente”.

**Eu acho que usaria este sistema freqüentemente:**



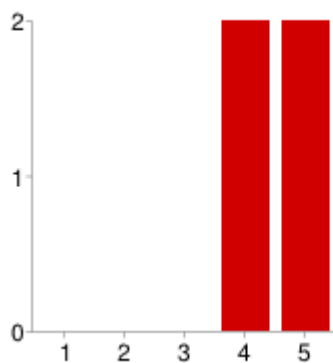
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	25%
5	3	75%

**Eu achei este sistema desnecessariamente complexo:**



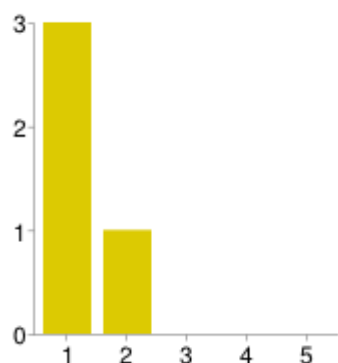
1	2	50%
2	2	50%
3	0	0%
4	0	0%
5	0	0%

**Eu achei que o sistema foi fácil de usar:**



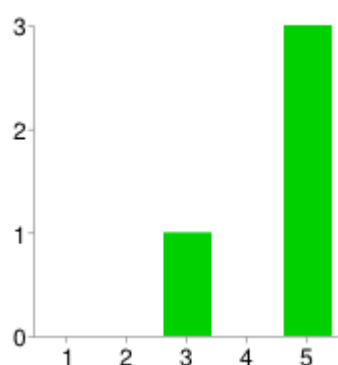
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	50%
5	2	50%

**Eu acho que precisaria de um suporte técnico para conseguir usar este sistema:**



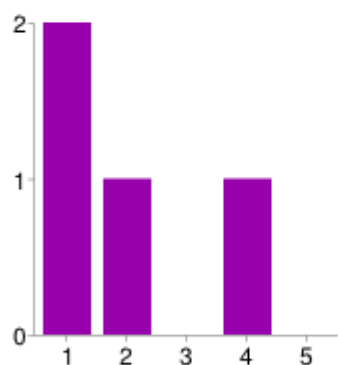
1	3	75%
2	1	25%
3	0	0%
4	0	0%
5	0	0%

**Eu achei que as várias funções deste sistema estavam muito bem integradas:**



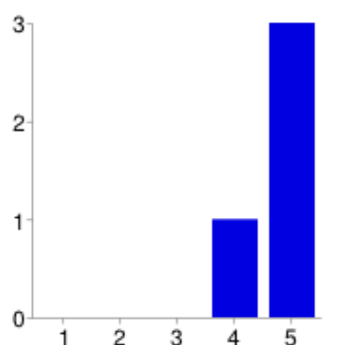
1	0	0%
2	0	0%
3	1	25%
4	0	0%
5	3	75%

**Eu achei que havia muita inconsistência neste sistema:**



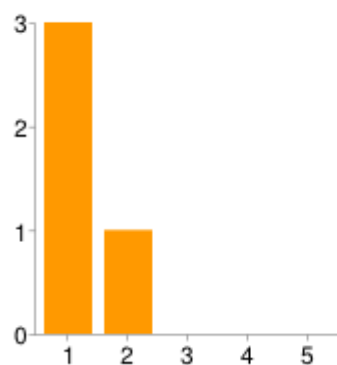
1	2	50%
2	1	25%
3	0	0%
4	1	25%
5	0	0%

**Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderiam a usar este sistema bem rapidamente:**



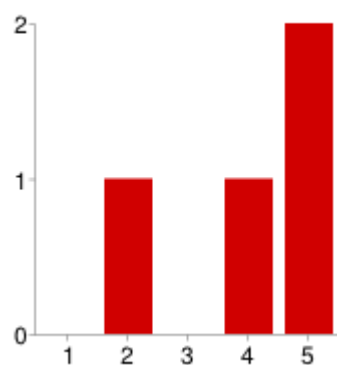
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	25%
5	3	75%

**Eu achei o sistema bem incômodo de se usar:**



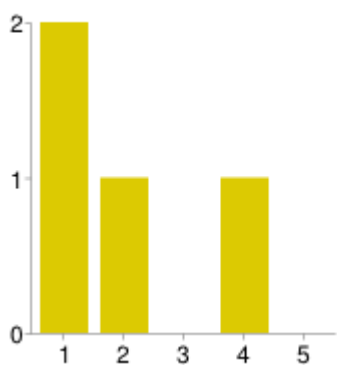
1	3	75%
2	1	25%
3	0	0%
4	0	0%
5	0	0%

**Eu me senti bem seguro usando o sistema:**



1	0	0%
2	1	25%
3	0	0%
4	1	25%
5	2	50%

**Eu precisei aprender um monte de coisas antes que pudesse usar este website:**

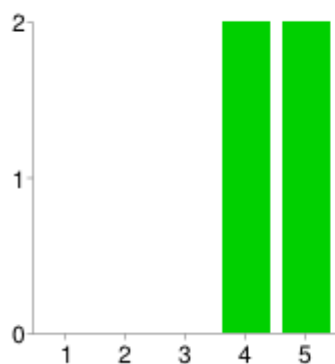


1	2	50%
2	1	25%
3	0	0%
4	1	25%
5	0	0%

## Anexo B – Perguntas do domínio

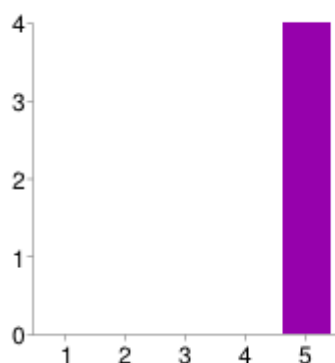
Considere “1” como “discordo plenamente” gradualmente até “5” como “concordo plenamente”.

### Você acha difícil diagnosticar displasia esquelética no pré natal?



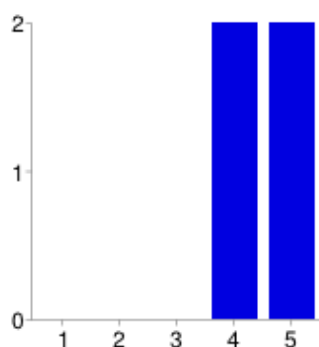
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	50%
5	2	50%

### Os programas de ajuda diagnóstica são ferramentas de auxílio?



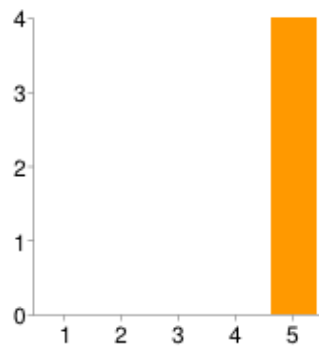
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	4	100%

### Você acha que um programa de ajuda diagnóstica em displasia esquelética é necessário?



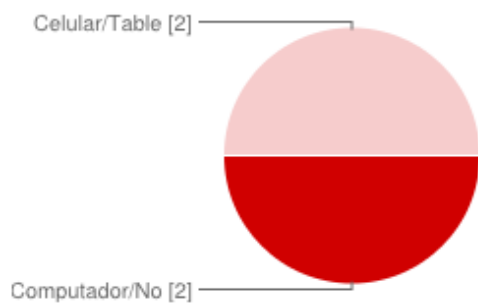
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	50%
5	2	50%

**Um programa de auxílio diagnóstico em displasia esquelética tem lugar na prática diária?**



1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	4	100%

**Você testou o sistema utilizando que tipo de dispositivo?**



Computador/Notebook	2	50%
Celular/Tablet	2	50%