

Development an Application for Mobile Devices to Aid in Diagnosis and Training of Radiologists in Detection of Pneumonia in Childhood – STRadio

Diego Nunes Brunet, Fabrizio Alphonso Alves de
M. Soares, Ronaldo Martins da Costa, Anderson Silva
Soares, Leandro L. G. Oliveira
Instituto de Informática
Universidade Federal de Goiás
Goiânia, GO, Brasil
Email: {diegonunes, fabrizio, ronaldocosta, anderson,
leandroluis}@inf.ufg.br

Ana Lúcia S. Andrade
Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública
Universidade Federal de Goiás
Goiânia, GO, Brasil
Email: alssandrade@gmail.com

Abstract—The Variations and errors in the interpretation of radiological images have been studied by researchers and the interobserver agreement is a necessary component in a diagnosis, especially in suspected cases of childhood pneumonia. Only the interobserver agreement does not ensure certain accuracy in diagnosis, therefore, the agreement needs to be systematically reviewed and assessed. Computational tools carry fundamental roles in studies related to interpretation of radiological images in order to measure and assess the quality of interpretation. In this context, this article presents the development of a computational tool for mobile devices for analysis/interpretation studies of variations (intra and inter-observer), as well as assist in the education/training of the readings of chest radiographs for pneumonia in childhood.

I. INTRODUÇÃO

Os benefícios da computação móvel aplicado à área da saúde é um assunto bem conhecido [6]. Diversas pesquisas relatam a diminuição de erros como consequência do uso da tecnologia, além disso, maior eficácia em ambientes hospitalares, melhora na dinâmica e aprendizado de estudantes de medicina e residentes e facilidade no acesso as informações médicas.

A tecnologia da informação tem sido utilizada nas mais diversas áreas da medicina, dentre elas está à radiologia. No campo da radiologia vários estudos são conduzidos a fim de medir e avaliar a qualidade da interpretação de imagens radiológicas por meio de ferramentas computacionais.

A radiografia de tórax é considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como o melhor método atualmente disponível para o diagnóstico de pneumonia na prática clínica diária [22]. Os estudos sobre variação inter-observador são comuns em todas as áreas da medicina, no entanto, predominam nos estudos de imagens, haja vista que, nessa área, o desempenho do observador representa a parte suscetível a erros, contrapondo-se ao avanço tecnológico, obtido na última década [15]. As interpretações que diferem de um “consenso” obtido por um comitê de especialista podem ser

chamadas de “erro”. A variação entre observadores ocorre quando existe erro por parte de um observador, mas, também, inclui casos em que existe uma diferença de opinião geral sobre o que representa uma interpretação correta. Erros e variações têm sido estudados notadamente na interpretação de radiografias [15].

A concordância inter e intra-observador são componentes necessários da precisão do diagnóstico de presença ou não de pneumonia, principalmente em casos na infância. Essas variações de interpretações devem ser sistematicamente revistas. A concordância inter-observador não garante a precisão no diagnóstico [20]. Portanto, o acordo precisa ser examinado, inclusive avaliando as variâncias dos observadores e identificando características de diferentes cenários que, de alguma forma, possam intervir no diagnóstico. Com o conceito de computação móvel agregados em seus dispositivos (tablets e smartphones) é possível desenvolver aplicativos que irão auxiliar os profissionais médicos nestas análises.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional móvel para análise/estudos de variações de interpretações (intra e inter-observadores), bem como auxiliar no ensino/treinamento das leituras de radiografias de tórax de pneumonia na infância. A ferramenta produzida deverá trabalhar em diferentes cenários e podendo lidar com múltiplos contextos, com espaços de interação variados como hospitais, clínicas e/ou lugares fora do ambiente hospitalar.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os principais conceitos utilizados para o desenvolvimento da ferramenta: a plataforma Android, a linguagem de programação Java; o Android SDK; a plataforma tecnológica de desenvolvimento, o Eclipse; o *plug-in* Android Developer Toolkit; a biblioteca de armazenamento local; a origem, as características e a quantidade de imagens radiológicas digitais utilizadas.

A. Android

O Android é uma plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis como *smarthphones*, e detém de um sistema operacional desenvolvido com base no sistema Linux, além disso, ele contempla uma interface visual rica, um ambiente de desenvolvimento bastante poderoso, inovador e flexível [4].

A escolha do Android, dentre os motivos, o mais importante é por ser *open source*, ou seja, possui código fonte aberto, e de ser o sistema operacional móvel mais utilizado no mundo [10] que contempla uma ampla variedade de dispositivos móveis (tablets e smartphones), caracterizados pela capacidade de processamento, armazenamento local, acesso a tecnologia de transmissão de dados como Wifi (*Wireless Fidelity*) e 3G (*3rd Generation of Mobile Telecommunications Technology*).

B. Java

O Java é uma linguagem de programação orientada a objeto, que ao ser compilado gera um *bytecode* que representa um conjunto instruções que serão executadas em uma máquina virtual Java (*JVM – Java Virtual Machine*) [17].

A linguagem Java é utilizada para construir aplicações para a plataforma Android. Ao desenvolver aplicações para plataforma Android podemos utilizar a linguagem Java e todos os seus recursos normalmente.

C. SDK Android

O Android SDK é um conjunto de bibliotecas, *scripts*, documentação, ferramentas necessários para construir, testar e depurar aplicativos para a plataforma Android. Além disso, oferece um suporte à criação de aplicativos compatíveis com diferentes níveis de API do Android [14].

No SDK temos um emulador que funciona como um aplicativo comum. O emulador, ao ser executado, funciona como um celular virtual, que pode ser usado para executar aplicações desenvolvidas para o Android [14].

D. IDE Eclipse

O Eclipse é uma plataforma tecnológica de propósito geral que, além de ser aplicada na criação de IDEs para diferentes linguagens, também pode ser utilizada na criação de IDEs personalizados para muitos SDKs especializados [5]. Mas em geral, é utilizado como um ambiente integrado de desenvolvimento capaz de escrever, testar e depurar software, especialmente software na linguagem de programação Java.

É possível desenvolver uma aplicação para a plataforma Android utilizando a linguagem Java no ambiente de desenvolvimento do Eclipse, por meio de um *plug-in* disponibilizado pela Google, o ADT (*Android development Tools*) [14].

E. Plug-in ADT – Android Development Tools

O ADT é um *plug-in* que permite a plataformas, como o Eclipse que compile, emule, depure aplicativos para o Android, além de permitir a edição de arquivos *xml* do Android e compilação de arquivos na Linguagem de Definição de

Interface do Android (*Android Interface Definition Language – AIDL*) [1].

Diretamente do Eclipse podemos controlar emulador, visualizar *logs*, simular envio de mensagens SMS, realizarem chamadas telefônicas, visualizar e enviar arquivos para emulador, executar o *garbage collector*, tudo graças ao *plug-in* ADT [14].

F. SQLite

O SQLite é uma biblioteca que foi desenvolvida na linguagem C e embutido com um banco de dados. Esta biblioteca já vem disponível no SDK do Android, motivo de sua escolha, além disso, por ser de fácil usabilidade e codificação e trabalha nativamente com um sistema de armazenamento de dados em aplicativo Android.

O SQLite é caracterizado pelo seu armazenamento seguro dos dados com transações ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade), não necessita de instalação, configuração ou administração, suporta bases de dados com tamanho acima de 2 *terabytes*, é de domínio público e multiplataforma.

G. Base de Dados - “padrão-ouro”

A base de dados utilizada neste trabalho é resultante do estudo populacional realizado em Goiânia por pesquisadores do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública – IPTSP da Universidade Federal de Goiás em julho de 1999. Vinte hospitais pediátricos participaram do estudo, cobrindo 85% das internações por pneumonia no município de Goiânia [2]. Crianças menores de cinco anos, atendidas pelos pediatras nos ambulatórios dos serviços de saúde, com diagnóstico clínico sugestivo de pneumonia, eram encaminhadas para radiografia de tórax. As radiografias eram avaliadas pelos próprios pediatras do ambulatório que encaminhavam para hospitalização as crianças com radiografias sugestivas de pneumonia com padrão bacteriano. Na admissão hospitalar, as radiografias de todos os casos potenciais eram fotografadas com câmeras digitais (Mavica FD90) de alta resolução, de acordo com especificações e configurações recomendadas pela Organização Mundial da Saúde/OMS [21] [22] [3]. Fotos digitais, com dimensões de 1024 x 768 pixels e padrão de armazenamento de 8 bits e 256 níveis de cinza, eram obtidas e imediatamente enviadas para os dois radiologistas treinados para interpretar as radiografias de acordo com procedimentos padronizados durante oficina realizada em Santiago – Chile, patrocinada pela OMS/PAHO [12].

A Figura 1 apresenta uma imagem típica com padrão compatível com pneumonia bacteriana (consolidação alveolar), que difere do padrão radiológico compatível com pneumonia viral, que se caracteriza por infiltrado intersticial [9, 11, 16, 19]. Portanto, imagens radiográficas compatíveis com padrão de pneumonia viral não foram contempladas neste trabalho. Assim, dispomos de uma base de dados com cerca de 10.000 imagens provenientes das radiografias de tórax de crianças com suspeita clínica de pneumonia.

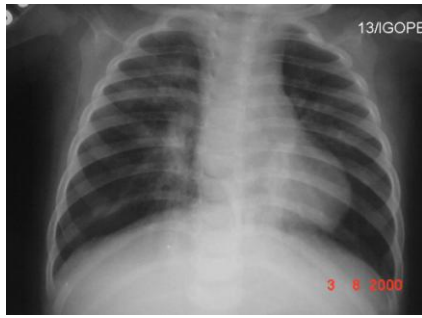


Fig. 1. Raio-x de pneumonia na infância.

III. STRADIO

Nesta seção são apresentados: o processo de desenvolvimento da ferramenta, que consiste nas fases de requisitos, análise, projeto, codificação e teste; uma definição do sistema, suas camadas, arquitetura e fluxo de interação.

A. Processo de Desenvolvimento

As fases de desenvolvimento de aplicações móveis são semelhantes a outras aplicações. A maioria dos projetos de desenvolvimento de aplicações consiste em fases semelhantes, o que não diferencia deste projeto [13]. Dessa forma, as fases do processo de desenvolvimento desta ferramenta foram:

- Fase de levantamento de requisitos.
- Fase de análise dos requisitos.
- Fase do Projeto.
- Fase de Codificação.
- Fase de Testes.

Os requisitos são necessários, pois ajudou a formular e determinar o que a ferramenta deveria ter. Apenas um tipo de requisito foi colhido, ou seja, o requisito do usuário. Em geral o requisito do usuário especifica a sua interação com o sistema, que pode gerar possíveis idéias de interfaces e documentação.

Para reunir os requisitos usou-se o método de *perguntar às pessoas chave*, pois a aplicação é direcionada ao profissional da área da saúde (Radiologistas), dessa forma, as perguntas foram dirigidas a um especialista do assunto.

Com as informações colhidas durante a fase de requisitos, foram criados os documentos de especificação dos requisitos. Com isso, dentro da fase de análise dos requisitos, criaram-se os casos de uso do sistema e os protótipos de interface.

Após capturar um conjunto de documentos com informações do projeto, foram definidos alguns pontos importantes dos componentes da arquitetura do sistema, esses pontos são:

- Tecnologias móveis a serem usadas.
- Componentes de hardware da tecnologia.
- Componentes de software da tecnologia.
- Linguagem de programação.

- A base de dados.
- Avaliação da interface.
- A característica da aplicação.

As discussões foram realizadas de forma presencial e não presencial, sendo que a não presencial ocorreu por meio das ferramentas Google Talk [7] e teleconferências via Skype [18]. Todas as reuniões foram pré-agendadas e registradas no Google Agenda [8] e compartilhada com os membros do projeto. Por fim, ficou decidido o uso da tecnologia Java como sendo a linguagem de programação e a plataforma Android como tecnologia móvel para o desenvolvimento e execução da ferramenta.

Após escolhido o local e equipamento para se trabalhar no processo de construção da ferramenta, foi configurado o ambiente de desenvolvimento e iniciado a fase de codificação. Durante esta fase todas as telas foram criadas e suas instruções lógicas codificadas. Toda aplicação executada na plataforma Android é baseado em eventos, e a forma de interação com o usuário é determinada pelo toque na tela do dispositivo. Sendo assim, toda instrução de interação é comandada por um evento.

A cada finalização de codificação de um caso de uso, um teste de unidade era realizado. Esses testes são usados para avaliar segmentos funcionais de partes de códigos, examinar o código fonte linha por linha, com intuito de diagnosticar e corrigir erros. Outros testes realizados foram de funcionalidade e usabilidade, que visa respectivamente, testar a funcionalidade total do sistema e interagir com o sistema de modo a verificar se a ferramenta é de fácil manipulação.

B. A Ferramenta

A ferramenta é composta pelo módulo cliente. Esse módulo trabalha em conjunto com um banco de dados local, uma base que armazena as imagens de *raios-X* de tórax digitalizadas. A aplicação é dividida em camadas, que representam o modelo MVC (*Model View Controller*), que organiza aplicações com tecnologias orientadas a objeto em camadas, que são importantes na modularização dos componentes da aplicação. No padrão MVC uma aplicação é dividida em:

- Modelo – Camada lógica do negócio.
- Visão – Camada de interface com usuário.
- Controle – Camada que transforma os eventos gerados pela interface em ações de negócio.

Dessa forma, a ferramenta é dividida em três camadas que são representadas da seguinte forma:

- Camada de visão – é a camada de interface com o usuário, onde se encontra os elementos de interface, como um botão, uma caixa de texto, um *radio button*, etc. Esta camada pode gerar e receber algum evento, que serão controlados pela camada lógica. Os componentes de interface são criados em uma estrutura de arquivos *xml*, que representa o layout de interface do sistema.

- Camada lógica – é a camada que controla e mapeia as ações, onde se encontra as atividades (*Activity*), ou seja, classes Java estendidas a uma classe nativa do Android que controlam a parte lógica dos componentes estruturados no arquivo *xml*. Todos os eventos de interface são controlados por esta classe.
- Camada de dados – é a camada que se preocupa com o armazenamento e manipulação dos dados, onde se encontra a base de dados, que tem por finalidade registrar e dispor todo seu conteúdo armazenado, através da biblioteca SQLite.

A figura 2 mostra a estrutura de divisão das camadas da ferramenta:

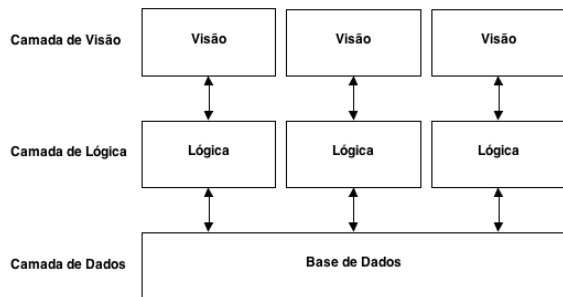


Fig. 2. As camadas da ferramenta.

A arquitetura do STRadio pode ser visualizada na Figura 3. A ferramenta tem uma estrutura arquitetônica distribuída entre o usuário, o dispositivo móvel e a base de dados local. A arquitetura pretende proporcionar aos profissionais de saúde consultas na base de dados para recuperação das imagens de *raio-X* de supostos casos de pneumonia que estão armazenados no banco de maneira rápida e eficiente, sem a necessidade de aguardar um serviço de download e *stream* de imagem.



Fig. 3. A arquitetura da ferramenta.

As duas principais funcionalidades do STRadio são auxiliares no diagnóstico de supostos casos pneumonia e prover treinamento na leitura de casos suspeitos de pneumonia. Com o contexto de mobilidade o usuário terá maior facilidade de acesso à informação com um menor tempo de busca.

O profissional entra no sistema através de um *login* e senha, de modo a se ter um registro inicial armazenado no banco como: nome, data, localização geográfica, hora, minuto e segundo. Em seguida, após ser autenticado, o usuário é levado para a tela de *menu*, que é composta por 4 botões. Os principais botões são “Iniciar Diagnóstico” e “Iniciar Treinamento”. Ambos carregam uma interface de interação com imagem digitalizadas de *raios-X* de supostos casos de pneumonia na infância. As interfaces diferem apenas em suas funcionalidades.

Ao iniciar um diagnóstico, o sistema carrega 20 imagens de *raios-X* de tórax de supostos casos de pneumonia, que serão

visualizadas por meio de uma componente interface que se encontra centralizadas verticalmente na tela. Através de um pop-up o usuário deverá marcar, em um *checkbox*, sua conclusão em relação à interpretação da imagem supostamente analisada. Ao final da análise de todas as imagens, o usuário será informado sobre erros, acerto, tempo de conclusão, tempo de interpretação de cada imagem analisada e os diagnósticos corretos. Além disso, outras informações serão registradas, sendo estas primordiais para o futuro estudo de variabilidade inter e intra-observador.

O sistema detém de outras funcionalidades que são:

- Ferramenta de controle da intensidade de brilho, contraste e saturação – o usuário pode manipular a intensidade de brilho, contraste e saturação na tela do dispositivo, de forma a ajudar na leitura da imagem de *raios-X*.
- Imagem mais “+” com borda vermelha – um botão com o símbolo “+” que tem a ação de abrir o *pop-up* da conclusão de cada análise.
- Imagem mais “+” com borda branca – um botão com símbolo de “+” que tem a ação de abrir o componente de interface que mostra as imagens digitalizadas para uma possível escolha.
- Controle de *zoom* da imagem do plano de fundo – o usuário pode aumentar ou diminuir o tamanho do *raio-X* escolhido.

C. Fluxo de Interação

Nesta subseção serão apresentadas as telas da ferramenta.

A primeira tela é a de autenticação. Caso o usuário não tenha um registro, ele poderá registrar-se clicando no texto registre-se. Em seguida ele vai preencher um formulário com campos de texto e por fim ao finalizar o preenchimento ele é levado novamente à tela de autenticação. Com o usuário registrado, podemos recuperar dados e características importantes de cada usuário, como por exemplo, data, local do acesso, tempo de acesso, quantidade de diagnóstico e treinamento, informações importantes para o estudo da variação intra-observador. Outra ação da tela de autenticação é a recuperação de sua senha registrada. A Figura 4 mostra a tela de autenticação da ferramenta.



Fig. 4. Tela de autenticação da ferramenta.

Na Figura 5 mostra a tela *menu* e seus componentes de interface. O usuário, por meio de evento dos botões que estão

dispostos na tela, pode escolher qual tipo de interação/ação quer iniciar. A tela *menu* é composta por 4 botões, de acordo com a interface temos o botão iniciar diagnóstico, o botão iniciar treinamento, o botão sobre que tem a simples ação de informar aos usuários as principais funcionalidades do sistema, e o botão sair que emite um alerta ao usuário antes de encerrar a aplicação.



Fig. 5. Tela menu da ferramenta

A Figura 6 mostra a forma de interação do usuário com as imagens digitalizadas de *raios-X* de pneumonia na infância. O usuário, ao carregar os componentes de interface, se depara com uma Gallery, uma classe do SDK Android responsável por montar uma galeria de imagens. Esta galeria deve estar disposta no centro horizontal da tela, e para visualizar as imagens carregadas o usuário deve fazer um arraste da galeria para a esquerda. Serão carregadas 20 imagens de *raio-X* de pulmão. Cada imagem carregada deverá ser diagnosticada. Ao final do diagnóstico a sessão será finalizada e o resultado disposto na tela. Têm-se outros componentes de interface, a esquerda, por exemplo, pode-se notar uma barra vertical, que ao ser arrastado abre um *menu* que disponibiliza ferramentas para o controle do brilho, contraste e saturação na imagem, esta ferramenta tem como objetivo melhorar as condições de análise visual da imagem pelo usuário.

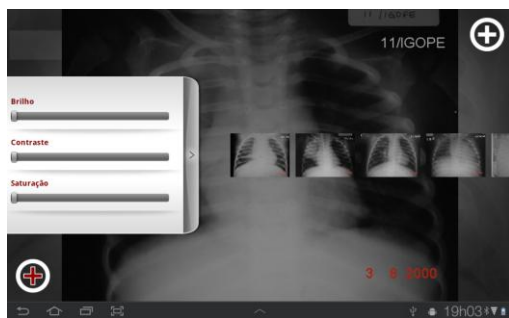


Fig. 6. Tela de auxílio ao diagnóstico

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o objetivo, os conceitos e o processo de desenvolvimento da construção de uma ferramenta computacional para dispositivos móveis, o STRadio, um aplicativo desenvolvido para a plataforma Android que auxiliará profissionais da área da saúde, e servirá como ferramenta tecnológica no estudo de variações de interpretações (intra e inter-observadores).

O contexto de computação móvel modificou as relações existentes entre homem e máquina. Um novo contexto de tecnologia, capaz de interagir com as pessoas em ambientes dinâmicos. O usuário têm acesso a serviços de maneira remota independentemente de sua localização geográfica, inclusive podendo estar em movimento. Um novo paradigma, em que o acesso à informação é feitos de qualquer lugar e a qualquer momento.

Este contexto de computação móvel trouxe mudanças para o nosso dia a dia, e principalmente para o profissional da área da saúde, que ganham novos recursos e benefícios como: facilidade de manuseio; comodidade; acesso rápido as informações; conectividade; ambiente dinâmico; compartilhamento de dados em diversos ambientes. Através de dispositivos móveis médicos realizam exames, consultas, e são auxiliados no diagnóstico e monitoramento de pacientes.

Dentre as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do STRadio destacam: a forma em que a imagem do *raio-X* do tórax deveria se dispor na tela, como se trata de uma imagem de 1024px por 768px teve-se que fixar a aplicação na posição horizontal, não sendo possível o uso de acelerômetro.

Como trabalhos futuros, este aplicativo será utilizado em estudos de variações de interpretações (intra e inter-observadores) de leituras de *raio-X* de pneumonia na infância. A ferramenta computacional móvel desenvolvida trabalha em diferentes cenários e pode lidar com múltiplos contextos, com espaços de interação variados como hospitais, clínicas e/ou lugares fora do ambiente hospitalar. Com isso, podemos gerar uma análise quantitativa da discordância nas interpretações inter-observadores, e através de um estudo intra-observador determinar possíveis causa/efeito destas discordâncias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da UFG (IPTSP) e a FAPEG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás) pelo apoio financeiro recebido para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Ableson, W. Frank; Sen, Robi. King, Chris, Ortiz, C. Enrique (2012). Android em Ação. 3ª edição. Editora Campus.
- [2] Andrade ALSS, Andrade JG, Martelli CM, Silva SA, Oliveira RM, Costa MS, Laval CB, Ribeiro LH, Di Fabio JL (2004). Effectiveness of Haemophilus influenzae b conjugate vaccine on childhood pneumonia: a case-control study in Brazil. Int J Epidemiol 33(1):173-81.
- [3] Cherian T, Mulholland K, J. CB, Ostensen H, Amin R, Campo M, Greeberg D, Lagos R, Lucero M, Madhi SA, O'brien KL, Obaro S, Steinhoff MC, Group WRW (2005). Standardized Interpretation of Pediatric Chest Radiographs for the Diagnosis of Pneumonia in Epidemiological Studies. Bulletin of the World Health Organization 83(5):353-359.
- [4] Developer, Google Android (2012). "Google Android Developer". Disponível em: <http://developer.android.com/sdk/index.html> Acessado em março de 2012.
- [5] Eclipse - The Eclipse Foundation open source community website (2012). Disponível em: <http://www.eclipse.org/> Acessado em março de 2012.
- [6] Geissbuhler A, Kulikowski C (2008); editors. IMIA Yearbook of Medical Informatics. Methods Inf Med; 47 Suppl 1:157-64.

- [7] Google Inc. (2011). "Google Talk". Disponível em: <<http://www.google.com/talk/intl/pt-BR/>> Acessado em agosto de 2012.
- [8] Google Inc. (2011). "Google Agenda". Disponível em: <<https://www.google.com/calendar/render/>> Acessado em agosto de 2012.
- [9] Grossman LK, Caplan SE (1988). Clinical, laboratory, and radiological information in the diagnosis of pneumonia in children. *Ann Emerg Med* 17(1):43-6.
- [10] InfoGraphic Labs. (2012). "Android vs iPhone". Disponível em: <<http://infographiclabs.com/infographic/best-of-the-smartphones-android-vs-iphone-4/>>. Acessado em Janeiro de 2012.
- [11] Kiekara O, Korppi M, Tanska S, Soimakallio S (1996). Radiological diagnosis of pneumonia in children. *Ann Med* 28(1):69-72.
- [12] Lagos R, di Fabio JL, Moenne K, Munoz MA, Wasserman S, de Quadros C (2003). [The use of chest X-rays for surveillance of bacterial pneumonias in children in Latin America]. *Rev Panam Salud Publica* 13(5):294-302.
- [13] Lee, Valentino; Schneider, Heather; Schell, Robbie (2005). *Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento*. Pearson, Makron Books.
- [14] Lecheta, Ricardo R. (2010). *Google Android, Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK*. 2ª edição. Novatec Editora.
- [15] Robinson PJ (1997). Radiology's Achilles' heel: error and variation in the interpretation of the Rontgen image. *Br J Radiol* 70(839):1085-98.
- [16] Simpson W, Hacking PM, Court SD, Gardner PS (1974). The radiological findings in respiratory syncytial virus infection in children. II. The correlation of radiological categories with clinical and virological findings. *Pediatr Radiol* 2(3):155-60.
- [17] Schildt, Herbert (2007). *Java: A Beginner's Guide, Fourth Edition*. McGraw-Hill.
- [18] Skype. (2012). "Skype". Disponível em: <http://www.skype.com/>>. Acessado em agosto de 2012.
- [19] Swischuk LE, Hayden CK, Jr. (1986). Viral vs. bacterial pulmonary infections in children (is roentgenographic differentiation possible?). *Pediatr Radiol* 16(4):278-84.
- [20] Swingler, George H (2001). Observer variation in chest radiography of acute lower respiratory infections in children: a systematic review, Acessado em julho de 2012, Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2342/1/1>.
- [21] W. H. Organization (2011). "pneumonia is the leading cause of death in children".
- [22] World Health Organization (2001). Standardization of interpretation of chest radiographs for the diagnosis of pneumonia in children. Geneva. Acessado em 15/10/2012, Disponível em: <http://www.who.int/vaccines-documents/DocsPDF01/www616.pdf>.