

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Gerson dos Santos Fonseca Junior

Desenvolvimento de um software para dispositivos móveis visando auxiliar no manejo de indivíduos doentes, utilizando imagens digitais para estudo de sua evolução

Uberaba

2018

Gerson dos Santos Fonseca Junior

Desenvolvimento de um software para dispositivos móveis visando auxiliar no manejo de indivíduos doentes, utilizando imagens digitais para estudo de sua evolução

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de mestre em inovação tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. David Calhau Jorge

Uberaba

2018

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro**

F744d Fonseca Junior, Gerson dos Santos  
Desenvolvimento de um software para dispositivos móveis visando  
auxiliar no manejo de indivíduos doentes, utilizando imagens digitais para  
estudo de sua evolução / Gerson dos Santos Fonseca Junior. -- 2018.  
51 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) -- Uni-  
versidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018  
Orientador: Prof. Dr. David Calhau Jorge

1. Leishmaniose visceral. 2. Diagnóstico por imagem. 3. Fotografia. 4.  
Aplicativos móveis. I. Jorge, David Calhau. II. Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro. III. Título .

CDU 616.993.161

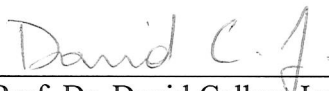
GERSON DOS SANTOS FONSECA JUNIOR

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS  
VISANDO AUXILIAR NO TRATAMENTO DE DOENÇAS, UTILIZANDO  
IMAGENS DIGITAIS PARA ESTUDO DE SUA EVOLUÇÃO

Trabalho de conclusão apresentado ao  
Programa de Mestrado Profissional em  
Inovação Tecnológica da Universidade Federal  
do Triângulo Mineiro, como requisito para  
obtenção do título de mestre.

Uberaba, 21 de fevereiro de 2018

Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. David Calhau Jorge  
Orientador – PMPIT – UFTM



---

Profa. Dra. Luciana de Almeida Silva Teixeira  
Membro Titular – UFTM



---

Prof. Dr. Marcelo Ponciano da Silva  
Membro titular – IFTM

## AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. David Calhau pela sua orientação e ensinamentos, tornando possível a realização deste trabalho.

À prof.<sup>a</sup>. Luciana de Almeida e sua equipe pelo projeto e o *feedback* proporcionado neste trabalho.

À minha esposa que esteve sempre ao meu lado, me apoiando em todas as etapas desta trajetória.

À toda minha família pelo suporte sem o qual não seria possível nenhuma das minhas conquistas.

## RESUMO

Regiões pobres ao redor do mundo tem problemas com um sistema de saúde ruim ou inexistente. Alguns desses locais sofrem com as chamadas doenças tropicais negligenciadas. Essas enfermidades acometem principalmente regiões tropicais sem saneamento básico, isoladas e pobres; e conseqüentemente recebem pouco ou nenhum suporte político e financeiro. Em contrapartida, algumas pesquisas demonstram que o uso da tecnologia móvel pode ajudar no acompanhamento e diminuir as distâncias entre os pacientes e os especialistas. Pensando nisso, esse projeto visa o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis para auxiliar no acompanhamento de pacientes por profissionais de saúde. O software desenvolvido foi feito para funcionar em *smartphones* com sistema operacional Android, e foi dimensionado para ser usado em *smartphones* com poucos recursos para possibilitar seu uso em regiões pobres e com pouca infraestrutura. O sistema consta de manuais de referência de enfermidades e de locais endêmicos, cálculos de escore médicos, cadastro de pacientes e cadastro de consultas. Dentro da tela de consultas ficam registradas a descrição escrita da anamnese, fotografia dos sinais e recurso para tirar e visualizar fotos em sequência. E por último, foi desenvolvida a funcionalidade para compactar e compartilhar as informações das consultas com outros profissionais da saúde de forma rápida, prática e organizada. O aplicativo faz parte do projeto: “Otimização do diagnóstico precoce e do manejo de indivíduos com leishmaniose visceral em áreas endêmicas com diferentes perfis de transmissão e endemicidade”, e será utilizado nas áreas endêmicas de leishmaniose como uma ferramenta para auxiliar o acompanhamento dos enfermos pelos profissionais de saúde.

**Palavras-chave:** Android, programação Java, tratamento de doenças.

## ABSTRACT

Poor regions around the world have problems with a poor or non-existent health system. Some of these sites struggle from Neglected Tropical Diseases (NTD). These diseases affect mainly tropical regions without basic sanitation, with poor and isolated people; and consequently these regions receive few or none political and financial support. In contrast, some researches shows that the mobile technology can support the medical monitoring, decreasing distances between patients and medical specialists. With this in mind, this project aims to develop a mobile device application to support medical monitoring of the patients by healthcare professionals. The software was developed for *smartphones* with Android operating system, and it was designed to use few resources, enabling its use in poor regions with little infrastructure. The app consists of reference manuals for diseases and endemic sites, calculations of medical scores, and registration of consultations and patients. On Consultation Screen, the user can record the anamnesis description and photographs of the signs; it is also available a resource to take and view sequential photos. And finally, a functionality was developed for compressing and sharing the information of consultations with other health professionals in a fast, practical and organized way. This app is part of the project: "Optimization of early diagnosis and management of information with visceral leishmaniasis in endemic areas with different transmission profiles and endemicity", and will be used in the endemic areas of leishmaniasis as a tool to assist the healthcare professionals in the medical monitoring of the patients.

**Keywords:** Android, Java programing, treatment of diseases.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Foto dos primeiros <i>smartphones</i> a se destacarem.....	15
Figura 2 - Foto de sinais de LT, em (a) tem-se uma úlcera única, em (b) úlcera múltipla e em (c) a forma mucosa já cicatrizada. ....	18
Figura 3 - Gráfico dos casos de Leishmaniose Tegumentar por ano em todo território brasileiro, de 1990 até 2014.....	19
Figura 4 - Gráfico de casos de Leishmaniose Visceral por ano em todo território brasileiro, de 1990 até 2014 .....	20
Figura 5 - Identificação dos Promastigotos, em (a) a foto capturada pelo microscópio, em (b) os Promastigotos identificados depois do processo de segmentação da imagem.....	23
Figura 6 - Processo de análise 3D da lesão para obtenção do seu volume, perímetro e profundidade .....	24
Figura 7 - Print do software Android Studio executando um aplicativo de teste em um emulador. ....	26
Figura 8 - Fluxograma da estrutura geral do aplicativo.....	27
Figura 9 - Diagrama Entidade Relacionamento do aplicativo.....	30
Figura 10 - Leitura de um XML pela API SAX, em (a) tem-se o modelo do XML, em (b) são mostrados os eventos de leitura do documento pelo SAX. ....	31
Figura 11 - Imagem binária, onde cada quadrado representa um pixel.....	32
Figura 12 - Filtro que implementa o <i>Global Thresholding</i> aplicado a uma imagem. Em (a) tem-se a imagem em tons de cinza, em (b) tem-se a mesma imagem após a utilização do filtro....	33
Figura 13 - Utilização do filtro <i>Bradley Thresholding</i> , em (a) tem-se a imagem de entrada, em (b) tem-se a imagem após a utilização do filtro.....	34
Figura 14 - Telas iniciais do aplicativo. Em (a) a tela de login, em (b) a tela de Boas Vindas, em (c) o menu principal.....	35
Figura 15 - Telas do paciente. Em (a) Tela da Lista De Pacientes, em (b) Tela de Cadastro de pacientes, em (c) Tela da Lista de Consultas do Paciente. ....	37
Figura 16 - Tela de Consultas.....	38
Figura 17 - Telas de captura de imagem. Em (a) pré-visualização da câmera, em (b) visualização da imagem fotografada. ....	39
Figura 18 - Demonstração de seleção de imagens.....	40
Figura 19 - Aplicação dos filtros. Em (a) a imagem sem alteração, em (b) a imagem em tons de cinza, em (c) a imagem após a aplicação do filtro <i>Bradley Local Threshold</i> .....	41



Figura 20 - Sincronização da imagem fantasma com a imagem real. ....	42
Figura 21 - Telas de Cálculo de Escore e Manuais. Em (a) a tela de Cálculo de Escore de Leishmaniose Visceral, em (b) o resultado do escore a partir de dados fictícios, em (c) Tela da lista de manuais disponíveis nessa versão do aplicativo. ....	43
Figura 22 – Passos para compartilhamento das informações cadastradas no aplicativo.....	44
Figura 23 - Modelo de arquivo XML criado a partir de dados fictícios cadastrados no aplicativo. ....	45
Figura 24 - Compartilhamento dos dados do paciente. Em (a) a mensagem de exportação dos dados, em (b) as opções de serviços de compartilhamento disponível no aparelho.....	46
Tabela 1 - Modelos de prognóstico construídos pela adição de variáveis clínicas ou de variáveis clínicas e laboratoriais, ponderadas pela força da associação estatística para a morte em pacientes com mais de 2 anos de idade diagnosticados com leishmaniose visceral .....	21

## **LISTA DE SIGLAS**

ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line  
AIDS - Acquired Immunodeficiency Syndrome  
CFM - Conselho Federal de Medicina  
DTN - Doenças Tropicais Negligenciadas  
GIF - Graphics Interchange Format  
HIT - Health Information Technology  
HIV - Human Immunodeficiency Virus  
IDE - Integrated Development Environment  
LT - Leishmaniose Tegumentar  
LV - Leishmaniose Visceral  
OHA - Open Handset Alliance  
PDAs - Personal digital assistants  
PDF - Portable Document Format  
RGB – Red Green Blue  
SDK - Software Development Kit  
SQL - Structured Query Language  
WHO - World Health Organization  
XML - eXtensible Markup Language

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1 DISPOSITIVOS MÓVEIS .....	14
3.2 USO DE SMARTPHONES NA AREA DE SAUDE .....	15
3.3 LEISHMANIOSES .....	17
<b>3.3.1 Leishmaniose Tegumentar</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2 Leishmaniose Visceral</b> .....	<b>19</b>
<b>3.3.3 Dificuldade no tratamento</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3.4 Tecnologias recentes aplicadas à leishmaniose</b> .....	<b>22</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>25</b>
4.1 ANDROID .....	25
4.2 PROJETO DO SOFTWARE .....	27
<b>4.2.1 Estrutura do aplicativo</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2.2 Dados no aplicativo</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2.3 Banco de dados SQLite</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2.4 XML e a biblioteca SAX XML</b> .....	<b>31</b>
4.3 IMAGEM DIGITAL E PROCESSAMENTOS .....	32
<b>4.3.1 Técnica <i>Threshold</i></b> .....	<b>32</b>
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
5.1 ESTRUTURA DE TELAS .....	35
5.2 TELAS DE PACIENTES E CONSULTAS .....	36

5.3 FOTOGRAFIA DOS SINAIS E VISUALIZAÇÃO .....	38
5.4 USANDO UMA FOTOGRAFIA COMO REFERÊNCIA.....	40
5.5 MANUAIS E ESCORE .....	42
5.6 COMPARTILHAMENTO DOS DADOS .....	43
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A era dos dispositivos móveis chegou, e está se consolidando como opção no desenvolvimento de soluções inovadoras. Segundo Myers e Beigl (2003), a tecnologia móvel se tornaria o paradigma de computação dominante, ganhando cada vez mais funções. A tecnologia móvel representa uma forma de levar a tecnologia a qualquer local, acompanhado de comunicação sem fio e processamento. Essas características juntas possibilitam uma infinidade de usos para os dispositivos móveis, além de flexibilizar atividades que antes eram travadas à presença de um computador fixo.

Os dispositivos móveis mais usados atualmente são os *smartphones*. Já em 2014 um quarto da população mundial usava *smartphones*, e a previsão é que em 2017 mais de um terço das pessoas ao redor do mundo já sejam usuários desses dispositivos. Em mais de 15 países o uso de *smartphones* já ultrapassa mais da metade da população, grande parte deles localizados na Ásia-Pacífico (EMARKETER, 2014).

Além da quantidade de pessoas que usam *smartphones*, o papel desses aparelhos no cotidiano já está enraizado. Dos usuários de *smartphones*, aproximadamente 61% utilizam o aparelho pelo menos 1 minuto depois de acordarem, 43% o utilizam enquanto assistem televisão e 70% usam enquanto estão na cama. Quanto às diversas plataformas disponíveis, o Android é o mais utilizado dentre os usuários com 71% dos aparelhos, restando 26% para o IOS, 2% para o Windows Fone e 2% para o Symbian (ADNEWS, 2013).

É fato que os dispositivos móveis já são parte da vida das pessoas, inclusive na área profissional. Na área da saúde o uso de *smartphones* dinamizou a comunicação entre profissionais, e apesar da ética no uso dessas ferramentas ainda estar em desenvolvimento, vários desses profissionais já usam seus benefícios (LO et al., 2012; KUNDE; MCMENIMAN; PARKER, 2013). A interação entre os profissionais de saúde de diferentes locais torna-se fundamental para o compartilhamento de informações e experiências sobre as enfermidades. Atualmente essa interação acontece principalmente através de *smartphones*, e eles são utilizados para diminuir as distâncias e compartilhar experiências, como constata Kunde, McMeniman e Parker (2013).

A tecnologia móvel mostra grande potencial em diminuir fronteiras e facilitar o acesso à saúde em locais pobre e com pouca disponibilidade de profissionais e infraestrutura. No caso das doenças negligenciadas, que normalmente ocorrem em locais pobres e com menos estrutura, a comunicação entre agentes de saúde e médicos do local com profissionais especialistas que

estão distantes é ainda mais relevante. Nesse caso nota-se a necessidade de uma ferramenta específica que se adapte a essa realidade, onde possa ser utilizada com *smartphones* de baixo custo, seja de simples manuseio e eficiente.

Ao utilizar *smartphones* para facilitar seu trabalho, os profissionais da área da saúde utilizam aplicativos de redes sociais como o Whatsapp e Facebook, criam grupos para discutir diagnósticos trocando informações e até fotos dos sinais observados nos pacientes (AL-KAMEL, 2017). Para uma discussão de possível diagnóstico as fotos são importantes para registrar os sinais (úlceras de leishmaniose tegumentar ou local de picada de ofídio por exemplo). Porém ao compartilhar informações de pacientes, os profissionais de saúde podem incorrer em questões éticas, uma vez que segundo o artigo 75º do Código de Ética Médica é vedado ao médico:

Fazer referência a casos clínicos identificáveis, exibir pacientes ou seus retratos em anúncios profissionais ou na divulgação de assuntos médicos, em meios de comunicação em geral, mesmo com autorização do paciente. (CFM, 2010)

Esse artigo demonstra a preocupação por parte do Conselho Federal de Medicina (CFM) em relação ao direito à confidencialidade do paciente. Por esse motivo, mesmo que o aplicativo possua mecanismos de segurança em criptografia, ainda é da responsabilidade do médico discriminar o que pode ou não ser compartilhado com seus colegas.

Um aplicativo para *smartphone* que reúna características como: coletar informações das consultas, tirar fotos dos sinais tratando as imagens, salvar os exames e salvar os dados de forma organizada facilitaria muito o trabalho desses profissionais. Além disso, as informações salvas poderiam ser compartilhadas com outros especialistas, para serem discutidas as hipóteses de diagnóstico. Esse aplicativo descrito é o objeto deste trabalho, e as informações coletadas por ele criará estatísticas que poderão ser usadas por pesquisadores da área de saúde.

O desenvolvimento do aplicativo ainda servirá de apoio e passou por testes no projeto de pesquisa coordenado pela Profª Drª Luciana de Almeida Silva Teixeira, intitulado “Otimização do diagnóstico precoce e do manejo de indivíduos com leishmaniose visceral em áreas endêmicas com diferentes perfis de transmissão e endemicidade”. O projeto (que ainda está em andamento) visa identificar a situação epidemiológica nos últimos anos da leishmaniose visceral nos municípios de Montes Claros, Paracatu e Lavras, assim como implementar ferramentas que melhore o diagnóstico da doença nessas áreas. Uma dessas ferramentas é o aplicativo para dispositivos móveis desenvolvido neste trabalho.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto tem como objetivo desenvolver um *software* para *smartphone* disponibilizando ferramentas que facilitem o trabalho de profissionais de saúde para catalogar os sinais observados nos pacientes, registrando-os em fotografias, compartilhando os registros e informações entre profissionais para auxiliar no tratamento das doenças, assim como também acompanhar os pacientes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver no aplicativo uma forma organizada de cadastrar, consultar e compartilhar as informações dos pacientes com simplicidade e segurança;
- Criar formulário no aplicativo para o cálculo dos escores médicos;
- Estudar a melhor forma de fotografar corretamente os sinais com a câmera do *smartphone*, padronizando e visando facilitar o acompanhamento das enfermidades;
- Criar um espaço adequado de um manual sobre doenças, com dados sobre as áreas endêmicas para a consulta dentro do aplicativo;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 DISPOSITIVOS MÓVEIS

A primeira demonstração da viabilidade de um telefone móvel, foi quando o engenheiro elétrico Lars Magnus Ericsson, em 1910, construiu um telefone no carro de sua esposa. Ele utilizou a já existente tecnologia de telégrafo sem fio inventado por Guglielmo Marconi. Apesar de a invenção não ter criado um mercado para telefones móveis naquele momento, ela mostrou um novo paradigma que mudaria a vida das pessoas no futuro (AGAR, 2013).

Após vários anos de aperfeiçoamento da tecnologia de comunicação sem fio e melhora na capacidade das baterias, em 1973 foi apresentada a patente do primeiro telefone celular por Martin Cooper da Motorola. Em abril de 1973, Cooper fez a primeira ligação de um telefone celular, em um protótipo chamado DynaTAC que pesava aproximadamente 800 gramas (BELLIS, 2016).

Desde o telefone celular até os *smartphones* tal como conhecemos hoje, houve um longo caminho. Decidir qual foi o primeiro *smartphone* da história depende da definição que se usa da palavra *smartphone*. Considerando *smartphone* como um telefone móvel que possui algumas funções de computadores, se destacaram: IBM Simon de 1994, Palm Pilot de 1996, Ericsson R380 de 2000 e o RIM Blackberry de 2000 (Figura 1). Esse último foi o primeiro a se tornar uma febre entre os usuários, porém ainda muito focado no ramo empresarial (BELLIS, 2016).

Mas foi o iPhone que criou um novo paradigma para *smartphones*. Ele foi lançado em 2007 pela empresa Apple e seu co-fundador Steve Jobs, e contava com o sistema operacional iOS contendo uma loja de aplicativos bem vasta. A sua interface intuitiva, boa performance e recursos conquistaram os usuários e criou a necessidade das pessoas em consumirem telefones inteligentes (BELLIS, 2016).

O iPhone popularizou o uso dos *smartphones*, porém foi a plataforma Android que permitiu a massificação desses aparelhos. O Android faz parte da Open Handset Alliance (OHA), um grupo formado por grandes empresas como Motorola, Samsung, Sony Ericsson e outras, com a intenção de padronizar as características dos aparelhos facilitando o desenvolvimento. Essa característica fez com que fosse disponibilizado uma vasta quantidade de aparelhos diferentes no mercado, dos mais variados preços e recursos, possibilitando chegar a uma quantidade maior de pessoas (LECHETA, 2013).



Android é um pacote de softwares criado pela empresa Google que inclui um sistema operacional, um conjunto de bibliotecas e outros aplicativos chaves, que são utilizados para controlar diversos dispositivos, mas principalmente *smartphones* (DEVELOPERS, 2011). A plataforma Android é baseada no sistema operacional Linux, contendo vários recursos prontos e um ambiente de desenvolvimento bastante flexível e poderoso (LECHETA, 2013).

Figura 1- Foto dos primeiros *smartphones* a se destacarem.



Fonte: (a) Androidauthority (2012), (b) Nbcnews (2006), (c) Gsmhistory (2013), (d) Wikispaces ([20-?])

### 3.2 USO DE SMARTPHONES NA AREA DE SAUDE

O desenvolvimento tecnológico na área da saúde é eminente e são inúmeros os benefícios colhidos através dele, como pode ser visto nos diversos aparelhos e técnicas utilizadas na saúde hoje em dia. Nesse cenário, a tecnologia da informação tem uma presente participação neste desenvolvimento, por ser possível utilizá-la em praticamente todos os processos de saúde, desde a gestão dos hospitais, passando pela comunicação e até a auxílio aos diagnósticos. O aumento apropriado do uso de tecnologia de informação na área de saúde, principalmente na decisão clínica diminui os erros médicos e melhora a segurança do paciente (BATES et al, 2001). Esta área tem até um termo próprio, chamado de HIT (Health Information Technology, ou Tecnologia da informação de Saúde, em tradução livre).

O HIT consiste em uma diversidade de tecnologias para transmitir e gerenciar informações de saúde. De forma geral, os sistemas englobam desde tecnologias que são mais comuns como armazenamento computacional e relatórios de resultados dos laboratórios, até sistemas mais complexos que permitem que os médicos compartilhem informações sobre pacientes entre instituições (BLUMENTHAL; GLASER, 2007).

Com o surgimento e popularização dos *smartphones* e com a melhora do seu poder de processamento, estes aparelhos passaram a chamar a atenção como substitutos dos antigos PDAs (Personal digital assistants, assistente pessoal digital). Com isso, o uso destes dispositivos passaram a ser incorporado nas várias áreas profissionais, inclusive nos tratamentos de saúde (PUTZER; PARK, 2010).

Atualmente é possível encontrar várias pesquisas buscando benefícios e malefícios do uso dos *smartphones* na área de saúde. Em uma pesquisa feita em um hospital no Canadá visando definir o uso dos dispositivos móveis nas profissões de saúde, foram identificados que os usos mais comuns são: comunicação entre os membros do time médico; suporte de decisão; referencial médico; e documentação através de fotografias médicas. Das fotografias tiradas pelos profissionais, 89% foram de imagens radiográficas dos pacientes, que posteriormente foram trocadas com outros médicos por SMS. Os autores concluíram que a tecnologia tem grande potencial de melhorar a eficiência dos profissionais (KAMEDA-SMITH et al., 2017). Outra pesquisa parecida constatou que, dos médicos e residentes que possuem *smartphones*, 75,5% utilizam o aparelho para procurar informações sobre medicamentos, 57,9% fazem cálculos clínicos e 51,6% tomam notas (BORUFF; STORIE, 2014).

Um das pesquisas mais frequentes em relação ao uso dos *smartphones* na medicina, é voltada para a discussão sobre a melhora da comunicação e da eficiência após a adoção do uso desses aparelhos por equipes médicas dentro dos hospitais (OZDALGA; OZDALGA; AHUJA, 2012). Foi constatado, sem grandes surpresas, que os *smartphones* podem melhorar a comunicação dentro dos hospitais, principalmente evitando chamadas telefônicas desnecessárias que acabam quebrando a concentração dos profissionais que estão realizando outras tarefas (WU et al., 2010; VIVIAN et al., 2012).

É possível observar também alguns problemas no desenvolvimento tecnológico na medicina. Alguns autores argumentam que a tecnologia, apesar de benéfica, trouxe também efeitos colaterais negativos quando não utilizada de forma adequada, devido a formação excessivamente técnica e pobre em conteúdo humanístico. Essa característica distanciou a relação entre médico e paciente, dificultando que o profissional faça um tratamento mais humanizado e conseqüentemente mais completo e preciso (SIQUEIRA, 2009; SBCM, [201-?]).

Também foi encontrado problemas no uso dos dispositivos móveis para comunicação entre os profissionais dentro dos hospitais. Verificou-se nesses casos, como efeito colateral negativo, a ocorrência de problemas com as relações interprofissionais por causa do distanciamento provocado pelo uso excessivo dos *smartphones* (OZDALGA; OZDALGA; AHUJA, 2012). Em outro estudo feito com residentes e médicos de um hospital estadunidense, 18% disseram que já perderam alguma informação clínica importante devido a distração com *smartphone*. Neste estudo a vasta maioria dos entrevistados acreditam que os *smartphones* podem ser uma grande distração durante o atendimento e que os hospitais deveriam desenvolver regras para limitar seu uso (KATZ-SIDLOW, 2012).

Em relação aos *smartphones* na medicina, várias pesquisas na área já foram feitas, porém dada a recenticidade desta tecnologia, ainda são necessários maiores estudos para entender por completos suas reais vantagens em seus variados usos.

### 3.3 LEISHMANIOSES

As leishmanioses são um grupo de doenças causadas por várias espécies de parasitos protozoários do gênero *Leishmania* (WHO, 2016a). A apresentação clínica das Leishmanioses depende diretamente da relação entre a espécie do protozoário e a resposta imune do hospedeiro. Existem 4 classificações clínicas geralmente aceitas da doença: Leishmaniose visceral (LV), e as formas da Leishmaniose Tegumentar (LT) sendo cutânea, difusa e mucocutânea (KEVRIC; CAPPEL; KEELING, 2015).

A transmissão das leishmanioses se dá através da picada dos insetos denominados flebotomíneos, que podem ser chamados de mosquito palha, birigui, tatuquira ou outros dependendo da região. Os hospedeiros do parasito podem ser algumas espécies de roedores, marsupiais, edentados e canídeos silvestres. Os flebotomíneos picam os hospedeiros infectados com a *Leishmania* e assim podem transmitir tanto para outros hospedeiros ou infectar os seres humanos (BRASIL, 2007).

### 3.3.1 Leishmaniose Tegumentar

A Leishmaniose Tegumentar (LT), é uma doença infecciosa e não contagiosa, que compromete a pele ou mucosa dos infectados (BRASIL, 2007). A LT produz na pele um grande espectro de lesões, porém as mais frequentes são ulcerações com bordas elevadas, endurecidas e fundo com tecido de granulação grosseira (Figura 2a) (GONTIJO; CARVALHO, 2003). Essas ulcerações aparecem no local de inoculação do parasito, podendo haver também múltiplas inoculações com múltiplas ulcerações conforme mostrado na Figura 2b. A doença tem baixa taxa de mortalidade, e somando-se ao fato de normalmente ocorrer em áreas remotas, são considerados os principais motivos de permanecer à parte na prioridade das autoridades. Os próprios enfermos se afastam do tratamento por causa do estigma social causado pelas deformidades e cicatrizes em decorrência da doença (Figura 2c) (WHO, 2016b). A certeza sobre o diagnóstico só se obtém através de vários métodos, onde a chance de se encontrar o parasito é inversamente proporcional ao tempo de duração da lesão (GONTIJO; CARVALHO, 2003).

Figura 2 - Foto de sinais de LT, em (a) tem-se uma úlcera única, em (b) úlcera múltipla e em (c) a forma mucosa já cicatrizada.



Fonte: Brasil (2007)

Em contraposição a baixa letalidade, os casos de LT são muito frequentes. Na Figura 3 é mostrada a série histórica de casos de LT no Brasil, sendo que nos últimos 10 anos o número variou entre 19 mil e 26 mil casos confirmados. Apesar das oscilações, é notável uma diminuição dos casos desde o ano 2000.

Figura 3 - Gráfico dos casos de Leishmaniose Tegumentar por ano em todo território brasileiro, de 1990 até 2014



Fonte: Adaptado de Brasil (2016)

### 3.3.2 Leishmaniose Visceral

A Leishmaniose Visceral (LV) é uma doença muito perigosa com uma alta letalidade, sendo que os casos não tratados têm 90% de chance de levarem a óbito (MAIA-ELKHOURY et. al, 2008). O número de casos anuais de LV varia de 0,7 a 1,5 milhão, sendo que, mais de 90% ocorrem em apenas 6 países: Índia, Bangladesh, Sudão, Sudão do Sul, Brasil e Etiópia (ALVAR *et al.*, 2012).

No Brasil a quantidade de casos LV tem variado nos últimos 10 anos entre 3 mil e 4 mil casos. Na Figura 4 é mostrada a linha do tempo com quantidade de casos de LV de 1990 até 2015 no Brasil, sendo que em 1990 houve quase 2 mil casos confirmados e 2015 houve um pouco mais de 3 mil. Diferentemente dos casos de LT, os casos de LV vem tendo um leve aumento no Brasil na última década.

Figura 4 - Gráfico de casos de Leishmaniose Visceral por ano em todo território brasileiro, de 1990 até 2014



Fonte: Adaptado de Brasil (2016)

### 3.3.3 Dificuldade no tratamento

As doenças do gênero *Leishmania* são classificadas como doenças tropicais negligenciadas (DTN) (WHO, 2013). Segundo Feasey *et al.* (2009), nesse grupo se encontram doenças infecciosas que impactam majoritariamente as pessoas mais pobres do mundo, normalmente sem saneamento básico ou isoladas. Essas doenças são chamadas de negligenciadas porque ficaram em segundo plano nas políticas de saúde, onde são priorizadas enfermidades como HIV/AIDS, tuberculose e malária (MOLYNEUX, 2004).

Por serem enfermidades características de locais pobres, não atraem suporte político e financeiro suficiente para apoiar o adequado desenvolvimento de pesquisas de medidas efetivas, que previna ou trate essas condições. Basicamente as DTNs predominam nos trópicos e em locais quentes, mas além do clima, é justamente nessa região onde se localizam mais comunidades remotas rurais, favelas, e pessoas sem teto; esses lugares reúnem as características comuns para a proliferação dos mosquitos transmissores da doença (FEASEY *et al.*, 2009).

Os dados corroboram a negligência das autoridades em relação às Leishmanioses. Segundo a Organização Mundial da Saúde, WHO (2016b), em apenas 32 dos 88 países afetados pela doença a sua notificação é compulsória; sendo o Brasil um deles (BRASIL, 2014). A falta de notificação dos casos da doença pode dificultar o desenvolvimento de estudos estatísticos, e atrapalhar também o planejamento de estratégias para o combate da Leishmaniose.

No Brasil as áreas endêmicas de LV e LT, que antes se concentravam exclusivamente em regiões rurais, agora vem se expandindo também para áreas urbanas de grande e médio porte. Com esse fenômeno, ocorreu também uma expansão da Leishmaniose pelo Brasil. Nos anos 90, aproximadamente 90% dos casos notificados de LV ocorriam no Nordeste. Hoje com a expansão da LV para outros estados, o nordeste apresenta 77% dos casos do país (BRASIL, 2014).

Sendo a Leishmaniose uma enfermidade que avançou para novas regiões do país, muitos profissionais de saúde não estão habituados a reconhecerem a doença. A dificuldade de se chegar a um diagnóstico tanto de LV quanto de LT é grande até mesmo para especialistas em Leishmaniose. O diagnóstico clínico fica complexo pois os sintomas de LV podem ser confundidos com algumas doenças linfoproliferativas, e com a esquistossomose mansônica associada à enterobacteriose septicêmica prolongada (SOUZA et al, 2012). Já a LT pode ter as úlceras confundidas com úlceras traumáticas, úlceras de estase, úlcera tropical, úlceras de membros inferiores por anemia falciforme, piodermites, paracoccidiodomicose entre outras (BRASIL, 2005).

Para auxílio no diagnóstico de LV é utilizado um sistema de escore resultado de um estudo de 2008. Nesse estudo foi construído um modelo de prognóstico com uma boa eficiência de predição de morte nos pacientes acometidos da doença. Na tabela 1 é mostrada as variáveis analisadas para a avaliar o risco de morte do paciente. Nesse modelo, os pacientes com pontuação maior ou igual a 4 nos critérios clínicos, ou com pontuação maior ou igual a 6 nos critérios clínicos e laboratoriais, apresentam risco alto do quadro evoluir para óbito (BRASIL, 2011).

Tabela 1 - Modelos de prognóstico construídos pela adição de variáveis clínicas ou de variáveis clínicas e laboratoriais, ponderadas pela força da associação estatística para a morte em pacientes com mais de 2 anos de idade diagnosticados com leishmaniose visceral

Variável	Peso da variável no modelo clínico	Peso da variável no modelo clínico e laboratorial
Idade		

2-20 anos	-	-
20-40 anos	1	1
>40 anos	2	2
<b>Sangramento</b>		
1-2 sítios	1	1
3-4 sítios	2	2
5-6 sítios	3	3
Aids	2	3
Edema	1	1
Icterícia	1	1
Dispneia	1	1
Infecção bacteriana	1	1
Leucócitos abaixo de 1.500/mm <sup>3</sup>	-	2
Plaquetas abaixo de 50.000/mm <sup>3</sup>	-	3
Insuficiência renal	-	3
Pontuação máxima	11	20

Fonte: Brasil, 2011

### 3.3.4 Tecnologias recentes aplicadas à leishmaniose

Após uma pesquisa, foi encontrado alguns trabalhos que utilizaram tecnologias recentes para melhorar o tratamento das leishmanioses.

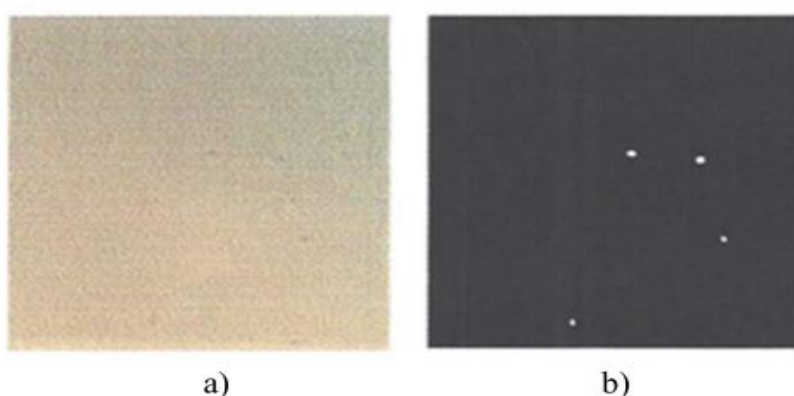
Uma pesquisa realizada por Zenteno et al. (2017), buscou a criação de um protocolo integrado de monitoramento de LT. Os pesquisadores utilizaram ferramentas para automatizar a análise em laboratório dos parasitos e padronizou um novo protocolo de monitoramento e tratamento não invasivo. Para automatizar as análises eles adaptaram um microscópio ótico para obter uma captura rápida de imagem e utilizaram uma segmentação automática do espaço da cor verde no RGB discriminando os elementos por área. Esse processo permitiu automatizar a identificação dos promastigotas (Figura 5). Já na padronização do protocolo de monitoramento, os pesquisadores acompanharam o evolução do tratamento da doença dividindo o processo em três estágios: modelagem e reconstrução da pele superficial, exploração subcutânea por características de textura e segmentação volumétrica. Eles



utilizaram um scanner HD 3D e um Scanner Ultrassônico seguindo o processo mostrado na Figura 6. A pesquisa demonstrou que a técnica além de não ser invasiva ao paciente, permitiu colher informações tanto da parte superficial quanto da subcutânea da lesão. A implementação do sistema também possibilitou a diminuição da variedade dos resultados tornando-os mais confiáveis (ZENTENO et al., 2017).

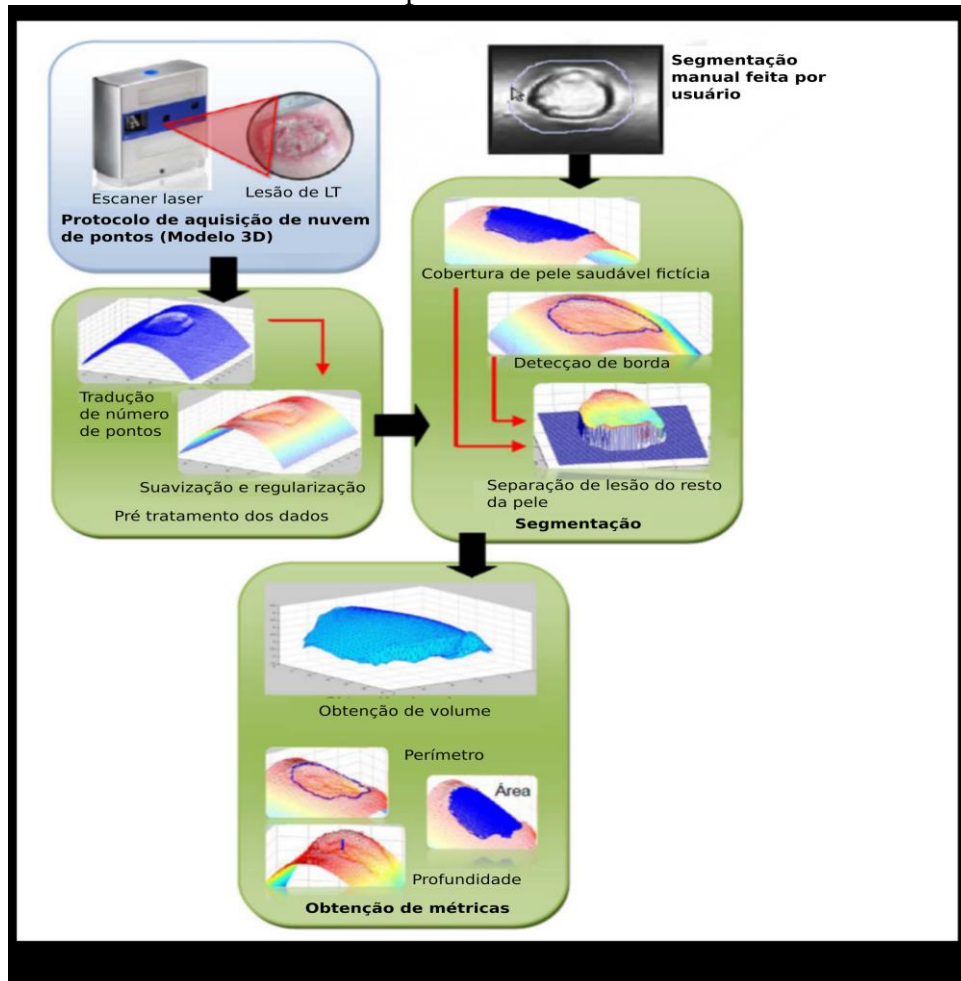
Em outra pesquisa, realizada por Al-Kamel (2017), foram utilizados *smartphones* e conexão com internet para realizar tratamentos em pacientes com leishmaniose no país asiático Iémen. No trabalho foram utilizados apenas aplicativos comuns de comunicação de redes sociais, SMS, chamadas telefônicas e e-mails para realizar consultas com especialistas remotamente. Não obstante as dificuldades encontradas no Iémen, como recursos financeiros escassos; ADSL e 3G de baixa velocidade; falta de eletricidade; e baixa disponibilidade de computadores e *smartphones*; mesmo assim o projeto melhorou a vida dos pacientes e como consequência auxiliou em diversos estudos sobre a enfermidade conduzido no país. Essa pesquisa é equiparável a este trabalho, pois usa os recursos dos *smartphones* para acompanhar pacientes afetados pela leishmaniose. Porém ao invés de utilizar aplicativos diversos como feito pela pesquisa citada, foi proposto neste trabalho o desenvolvimento de um aplicativo já próprio para realizar os acompanhamentos aos pacientes, esperando assim otimizar e aproveitar melhor os recursos dos aparelhos.

Figura 5 - Identificação dos Promastigotos, em (a) a foto capturada pelo microscópio, em (b) os Promastigotos identificados depois do processo de segmentação da imagem.



Fonte: Zenteno et al. (2017)

Figura 6 - Processo de análise 3D da lesão para obtenção do seu volume, perímetro e profundidade



Fonte: Zenteno et al. (2017)

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 ANDROID

O software deste projeto foi desenvolvido para executar em *smartphones*. A motivação para o uso desses dispositivos é por causa das vantagens que trazem suas várias características combinadas. A grande quantidade de aparelhos disponíveis atualmente foi fundamental para a escolha, pois torna o aplicativo mais acessível. Foi escolhido também a plataforma Android, justamente por ser a mais utilizada, e também ter uma grande comunidade de desenvolvedores com muito material de referência (APPFIGURES, 2014).

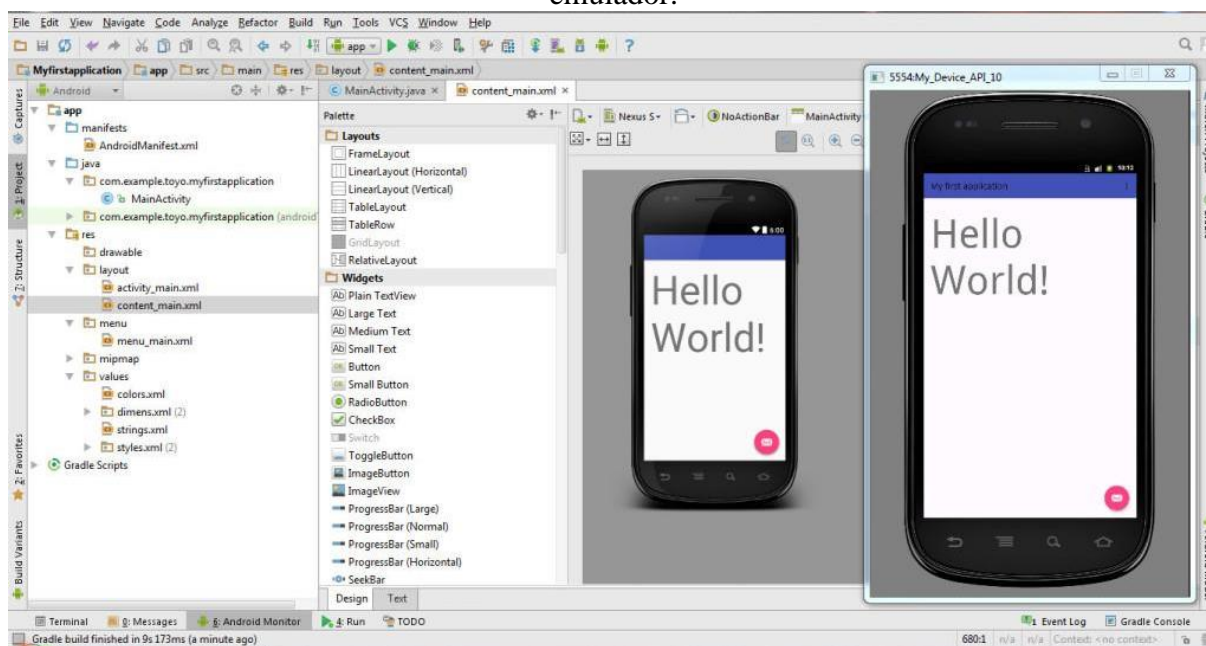
Outra vantagem de se usar *smartphones* com Android, é que esse sistema é atualmente o mais vendido no mundo, e abrangem desde os aparelhos mais simples até os mais sofisticados (GARTNER, 2016). Ao desenvolver o software desse projeto para o *smartphone*, não foi analisada apenas na grande quantidade de pessoas que utilizam esses aparelhos atualmente, mas também sua mobilidade, poder de processamento e recursos. Na mobilidade o destaque é a utilização do software não apenas no consultório, mas em qualquer outro lugar, até mesmo por agentes de saúde que visitam as casas dos pacientes. As especificações mínimas dos aparelhos para que o software funcione são: uma câmera com pelo menos 2 megapixels, sistema operacional Android 4.4, processador 800mhz, tela de 3,5 polegadas e acelerômetro. Os recursos extras recomendados para um melhor aproveitamento são Bluetooth e acesso à internet, ambos utilizados para o compartilhamento de informações.

A principal ferramenta para o desenvolvimento em Android é o pacote chamado de Android SDK, e está disponível para ser instalado em Windows, Mac e Linux. Esse pacote utiliza a linguagem de programação Java em uma versão simplificada para dispositivos móveis, juntamente com ferramentas, exemplos e documentação necessárias para o desenvolvimento (ANDROID, [201-]). Neste projeto está sendo utilizada a versão 25.2 do Android SDK.

Existem também versões mais atuais do sistema Android, onde quanto mais recente é a versão mais recursos são disponíveis, e conseqüentemente maior poder de hardware é requerido. Como *smartphones* com hardware mais robusto normalmente são mais caros, procurou-se um equilíbrio entre recursos dos aparelhos e a versão do sistema Android, para evitar que o uso do aplicativo fosse restringido pelo preço do aparelho. De acordo com os recursos necessários funcionamento do software já descritos neste trabalho, e o poder de

processamento que aplicativos que utilizam recursos similares precisam, foi escolhido como versão mínima a de número 4.4 (conhecida também pelo apelido de KitKat). Apesar de o Android ser um sistema que funciona em uma vasta gama de dispositivos, o aplicativo em desenvolvimento funciona corretamente apenas em *smartphones* ou *tablets*.

Figura 7 - Print do software Android Studio executando um aplicativo de teste em um emulador.



Fonte: Do Autor, 2017

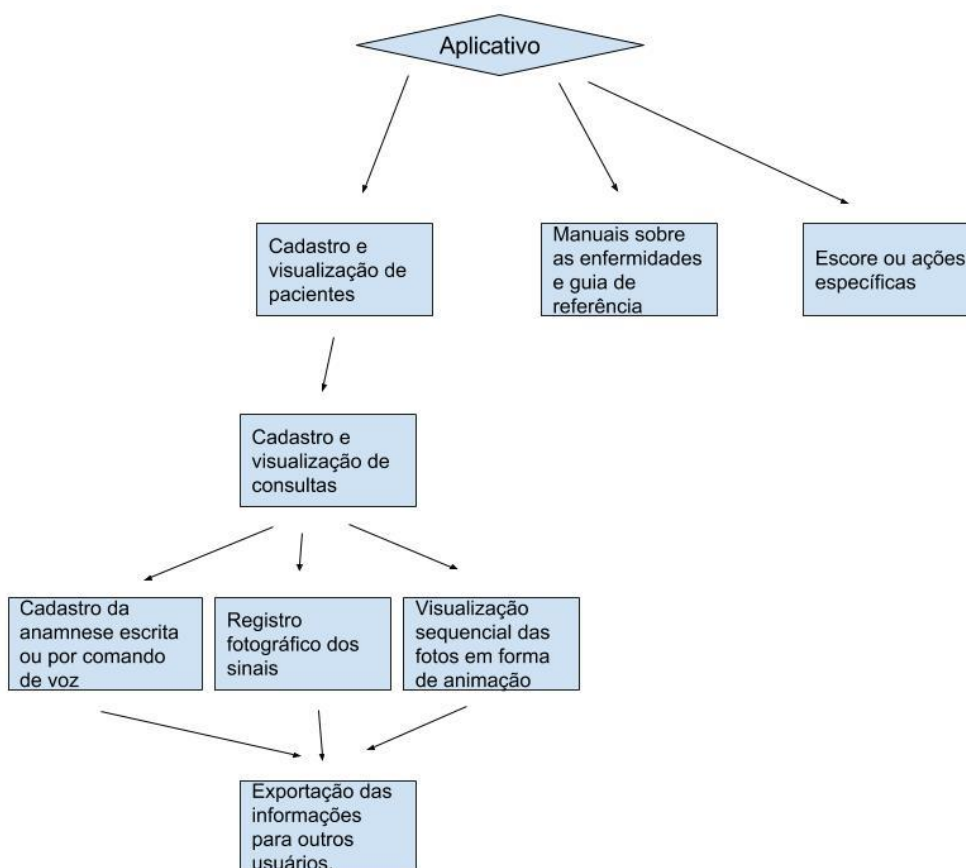
Para iniciar o desenvolvimento do aplicativo foi optado pelo uso da IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) chamada Android Studio. O Android Studio é a IDE oficial para desenvolvimento de aplicativos Android, e possui editor de código, ferramentas de *debug*, ferramenta para atualizar o aplicativo sem compilar o código, ambiente unificado possibilitando o desenvolvimento para vários dispositivos e outras ferramentas padrões em IDEs (ANDROID, [201-]). O Android Studio também disponibiliza várias opções de emuladores que possibilita testar o aplicativo em diversas configurações de aparelhos em um mesmo lugar. Na Figura 7 é mostrado a IDE Android Studio e uma emulação de aparelho Android. Para o desenvolvimento do projeto deste trabalho foi utilizada a versão 2.2.2 do Android Studio e executando em um computador com Windows 10 64 bit, 10GB de RAM e processador Intel I7 2,9 GHz.

## 4.2 PROJETO DO SOFTWARE

### 4.2.1 Estrutura do aplicativo

Como produto deste trabalho, foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis que utilizam o sistema operacional Android. O aplicativo teve como foco principal atender a demanda de uma ferramenta prática que pudesse ser utilizada por agentes de saúde no atendimento de pacientes, principalmente nas áreas endêmicas citadas.

Figura 8 - Fluxograma da estrutura geral do aplicativo.



Fonte: Do Autor, 2017

Na Figura 8 é mostrada a estrutura do aplicativo desenvolvido neste trabalho. Os três primeiros blocos representam as funções gerais do aplicativo. No Bloco mais à direita, que está o “Escore ou ações específicas”, representa as funções específicas que serão usadas para cada

enfermidade. No caso do tratamento de leishmaniose visceral é utilizado uma tela que recebe dados do paciente e calcula o escore da doença, auxiliando a tomada de decisão pelo profissional de saúde.

No bloco do meio chamado de “Manuais sobre as enfermidades e guia de referência” representa as telas onde é possível consultar informações sobre as enfermidades utilizando manuais oficiais do Ministério da Saúde ou criados por especialistas nas áreas. Além dos manuais também é possível cadastrar guias de referência sobre áreas específicas ou dados relevantes de áreas endêmicas. Como exemplo de documentação, foi inserido no aplicativo vários documentos elaborados pelos pesquisadores do projeto de pesquisa “Otimização do diagnóstico precoce e do manejo de indivíduos com leishmaniose visceral em áreas endêmicas com diferentes perfis de transmissão e endemicidade”.

O bloco da esquerda chamado “Cadastro e visualização de pacientes” é onde é possível visualizar, inserir e editar os dados dos pacientes. A partir desta tela derivam todas as funcionalidades relacionadas a pacientes. A primeira logo abaixo é o “Cadastro e visualização de consultas, onde é possível listar e visualizar as consultas do paciente que está sendo acessado. Dentro da consulta é possível registrar a anamnese de forma escrita ou por reconhecimento de voz. Também dentro da consulta pode ser feito o registro fotográfico dos sinais observados, juntamente com a visualização das imagens de forma individual, ou em sequência em forma de animação.

A última função do aplicativo, representado no bloco mais abaixo “Exportação das informações” é a funcionalidade que permite compartilhamento de informações. Através dele é possível compactar os dados de um paciente, e enviá-lo através de e-mail, Bluetooth ou qualquer outra forma de compartilhamento, e posteriormente descompactá-lo em outro dispositivo. Essa função facilita o envio de informações já organizadas possibilitando a comunicação entre profissionais de saúde e auxiliando nas hipóteses de diagnóstico. Para auxiliar na segurança e privacidade dos pacientes, o aplicativo troca a informação do campo “Nome” pela informação “Importado”, com a função de evitar a identificação do paciente.

#### **4.2.2 Dados no aplicativo**

Os dados são tratados de várias formas dentro do aplicativo desenvolvido, visando tornar seu uso mais versátil. Para salvar os dados dentro do aplicativo de modo *off-line*, foi utilizado

o banco de dados chamado SQLite, que permite guardar informações organizadas e recuperá-las de forma simples e eficiente. Para a transmissão das informações foi utilizado do padrão XML, que utiliza *tags* para organizar os dados facilitando na compactação e compartilhamento. Já as imagens e os arquivos extras como PDFs são salvos diretamente na memória interna do *smartphone*, podendo ser acessados externamente por outros aplicativos instalados.

No geral, todas as informações ficam salvas no próprio *smartphone*. No uso dos dados, as funcionalidades englobam realizar cadastro dos pacientes; registrar consultas, anamneses, e imagens; e pesquisar informações anteriores registradas pelo próprio profissional de saúde. É possível também compartilhar as informações cadastradas no aplicativo, exportando os dados compactados, transmitindo por e-mail ou Bluetooth, e importando no dispositivo de destino.

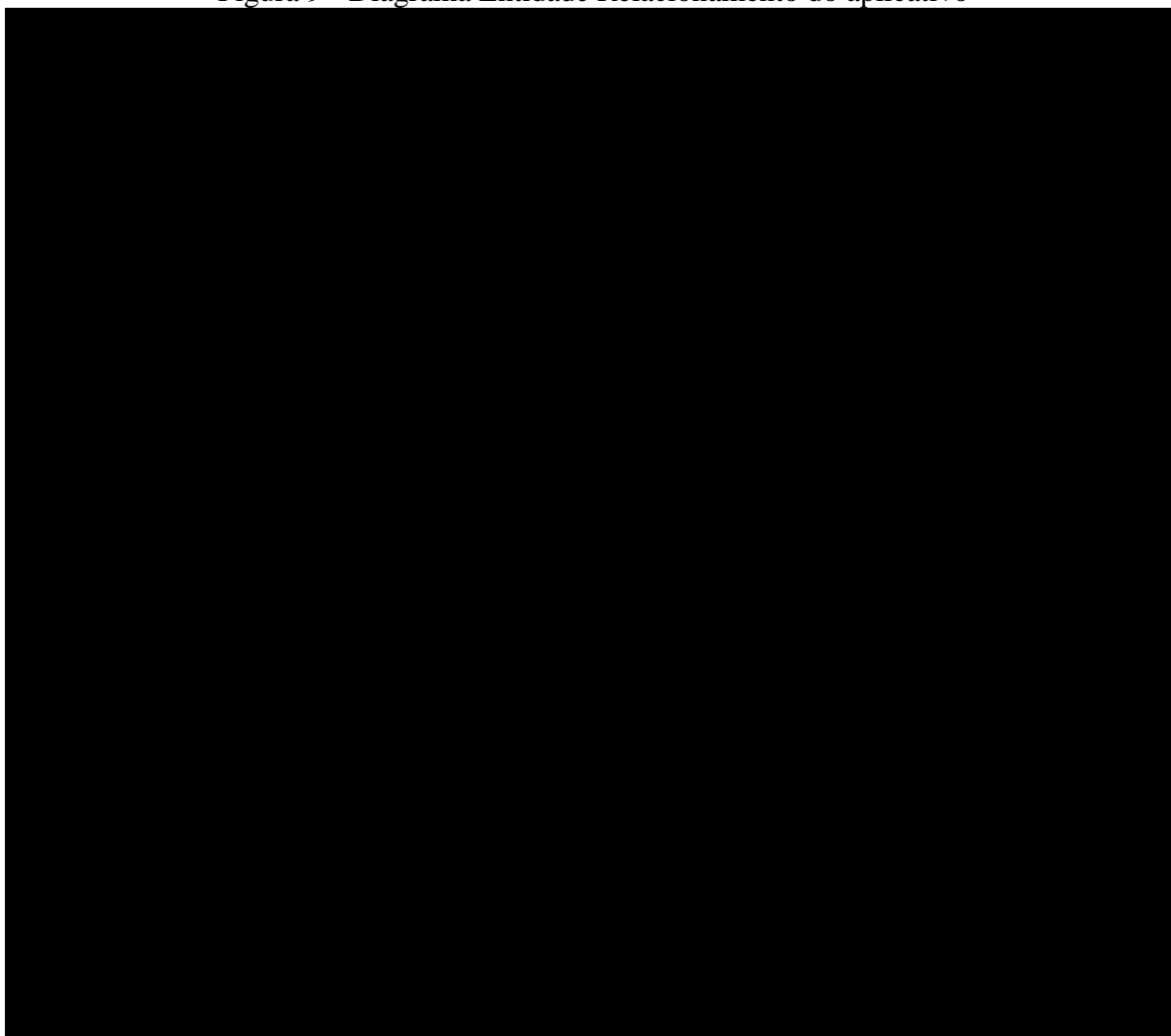
#### 4.2.3 Banco de dados SQLite

O objetivo do banco de dados é salvar as informações que são cadastradas no aplicativo. Para permitir que o software guarde as informações no próprio aparelho, foi utilizado o banco de dados SQLite. O SQLite é uma biblioteca de código aberto que implementa um mini gerenciador de banco de dados, podendo ser utilizado na plataforma Android. As grandes vantagens desse banco de dados são: não usar bibliotecas extras, não precisar de servidor, não precisar de configuração e utilizar o padrão SQL, que já é consolidado para uso em banco de dados (SQLITE, [200-]).

O aplicativo está foi desenvolvido de forma que possa ser estendido para outras áreas médicas. Por esse motivo, a organização das informações no sistema foi pensada para que não comprometa a flexibilização do seu uso.

Na Figura 9 é mostrado o Diagrama Entidade Relacionamento (DER) que representa o banco de dados implementado no aplicativo. Na formulação do diagrama, usou-se como convenção a utilização do nome das tabelas no plural, representando o conjunto de dados. Nas chaves primárias, onde é registrado o código único do registro foi utilizada a palavra “id”.

Figura 9 - Diagrama Entidade Relacionamento do aplicativo



Fonte: Do Autor, 2017

No DER, na tabela “pessoas” ficam registrados todos os dados das pessoas em geral. A partir do registro principal em “pessoas” derivam mais três tabelas: “usuarios”, onde fica os dados de login do sistema; “profissionais\_saude”, que guardam as informações dos profissionais que utilizam o sistema; e “pacientes”, que complementam os dados com informações específicas dos pacientes.

Na tabela “consultas” são guardadas a informações das consultas, nela se faz referência ao paciente tratado, ao profissional que está realizando o atendimento e também as imagens que são registradas dos sinais observados ou dos exames. Por fim, na tabela “imagens” ficam os dados que permitem localizar dentro do aparelho as fotos tiradas pelo aplicativo, identificando o nome e a data do registro.



#### 4.2.4 XML e a biblioteca SAX XML

O uso do padrão SQL dentro do aplicativo facilita a inserção, edição, e exclusão dos dados porém essas facilidades deixam a estrutura dos dados muito complexa para a transferência da informação. Para facilitar o compartilhamento das informações, foi criada uma biblioteca para conversão dos dados em SQL para XML.

O XML é um padrão simples e flexível de formatação de dados. Por ser baseado em texto, o formato melhora a compressão das informações facilitando a transferência. O formato tem como desvantagens a dificuldade na manipulação dos dados, como buscas, inserções e atualizações. Por esse motivo o padrão XML é utilizado neste projeto apenas para transferência dos dados para outros aparelhos, sendo convertido novamente para o padrão SQL quando recebido pelo aparelho de destino.

Para acessar conteúdo dentro de estruturas XML é necessário utilizar umas das várias bibliotecas disponíveis. Uma delas é a biblioteca SAX (Simple API for XML), criada para ser utilizada na linguagem Java. A SAX é uma API baseada em eventos, ou seja ela permite que sejam implementadas ações para cada um dos seus eventos separadamente. A leitura dos dados é feita de forma sequencial, sendo um evento por vez. Esse tipo de característica diminui drasticamente a quantidade memória requisitada para a leitura dos documentos, permitindo ler informações até maiores que a memória disponível no dispositivo (SAXPROJECT, [200-]). A Figura 10 mostra como é feito a leitura de um documento de exemplo, onde em (a) tem-se o exemplo de estrutura XML. Na Figura 10b tem-se a sequência da leitura, onde primeiramente é iniciado o documento e é lido a abertura da *tag* “doc”, e posteriormente a abertura da *tag* “para”. Dentro da *tag* “para” são identificados os caracteres “Hello, world!”, e por fim são lidos o fim dos elementos iniciados.

Figura 10 - Leitura de um XML pela API SAX, em (a) tem-se o modelo do XML, em (b) são mostrados os eventos de leitura do documento pelo SAX.

```

<?xml version="1.0"?>
<doc>
<para>Hello, world!</para>
</doc>

```

```

start document
start element: doc
start element: para
characters: Hello, world!
end element: para
end element: doc
end document

```

Fonte: SaxProject ([200-])

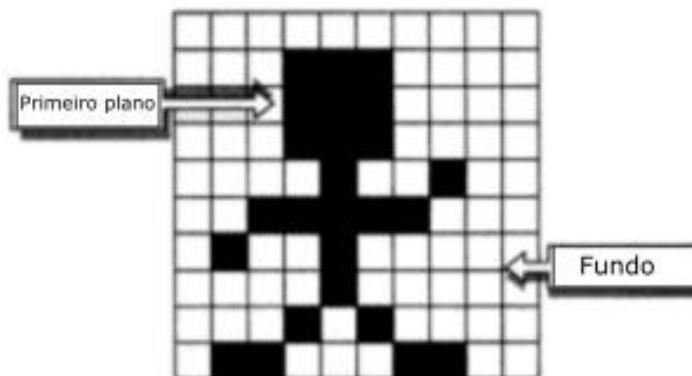
### 4.3 IMAGEM DIGITAL E PROCESSAMENTOS

Uma imagem, no geral, é uma representação 2D de uma cena tridimensional, onde cada ponto representa a medida de algumas características como brilho ou cor de uma cena. As imagens analógicas, como por exemplo uma fotografia em papel, são definidas por uma série de valores que representam posição e intensidade. Já uma imagem digital é basicamente uma representação numérica de um objeto. Existem 2 tipos básicos de imagem digital, vetorial e raster. A imagem raster, que é a utilizada neste trabalho, é a mais comum atualmente. Esse tipo de imagem digital é composta elementos de imagem chamados pixels, que são a menor amostra e indivisível da imagem (EFFORD, 2000).

#### 4.3.1 Técnica *Threshold*

Na área de processamento de imagens, uma das técnicas mais comuns e mais utilizada é o *thresholding*. Usando uma técnica *threshold*, é possível transformar imagens que estão em tons de cinza em imagens binárias, ou seja, em apenas duas cores, preto e branco. A Figura 11 mostra o exemplo de uma imagem binária, onde em primeiro plano os pixels são pretos e no fundo são brancos.

Figura 11 - Imagem binária, onde cada quadrado representa um pixel

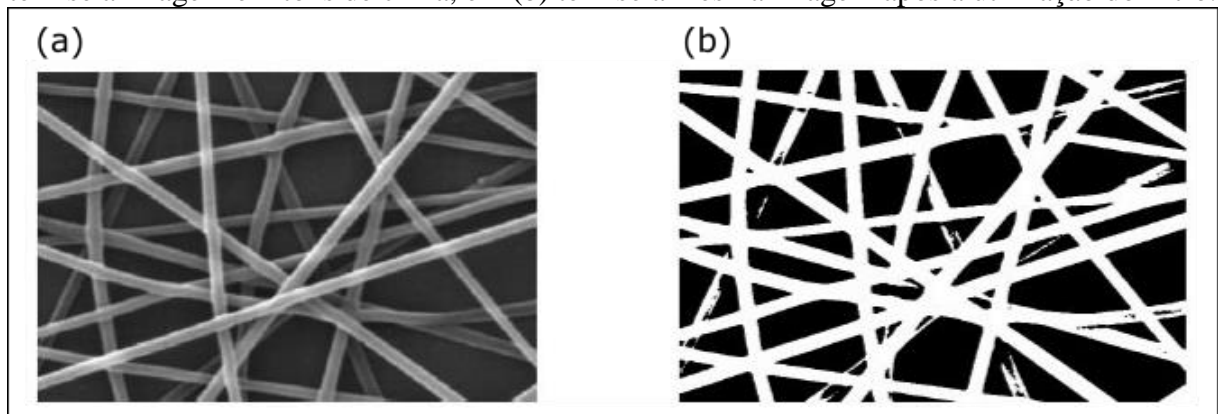


Fonte: Jayaraman, Esakkirajan, Veerakumar (2009)

O *threshold* pode ser implementado na forma local ou global. Converter uma imagem em tons de cinza para uma imagem binária da forma mais simples é usando a técnica *Global Thresholding* (Figura 12). Nesta técnica é definido um valor qualquer de referência de tom de cinza, a partir daí o filtro utiliza um algoritmo que percorre todos os pixels da imagem um por um comparando com o valor de referência. Todos os pixels que tiverem o valor de cinza maior que o valor referência são transformados em preto e os pixels que tiverem o valor menor são transformados em branco (JAYARAMAN; ESAKKIRAJAN; VEERAKUMAR, 2009). Na Equação (1) é mostrado representação matemática, onde o valor selecionado foi 20 e todos os pixels  $f(m,n)$  maior ou igual a 20 serão 1 (escuro) e os menores que 20 receberão 0 (claro).

$$f(m,n) \begin{cases} \text{0 senão} \\ \text{1 caso contrário} \end{cases} \quad (1)$$

Figura 12 - Filtro que implementa o *Global Thresholding* aplicado a uma imagem. Em (a) tem-se a imagem em tons de cinza, em (b) tem-se a mesma imagem após a utilização do filtro.



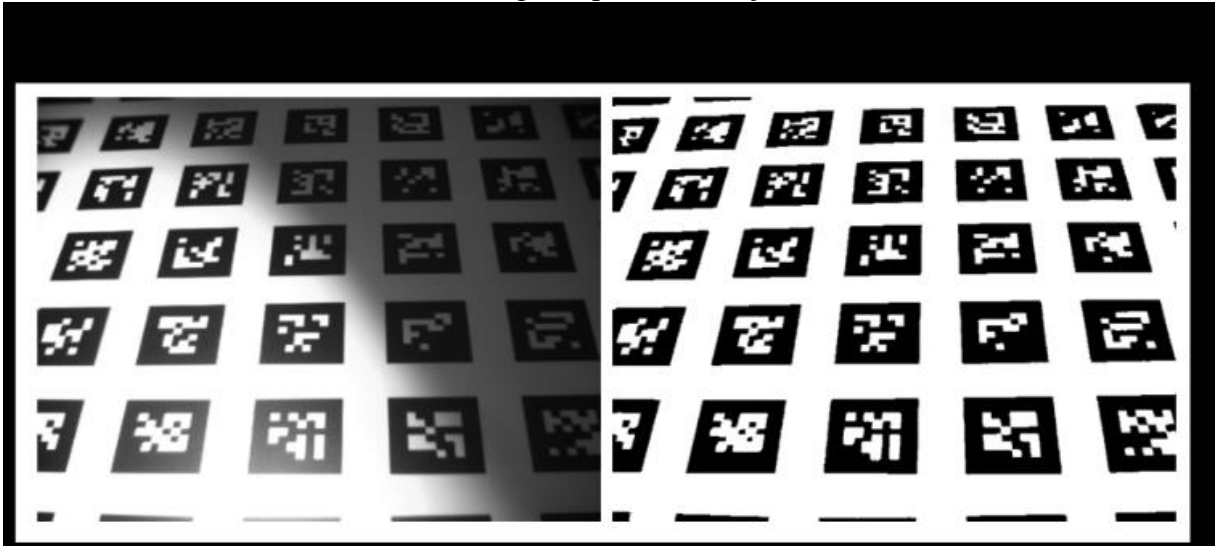
Fonte: Adaptado de Ziabari; Mottaghitlab; Haghi (2009)

Já a técnica *Local Threshold* utiliza o mesmo princípio do *Global Threshold* com algumas variações. O *Local Threshold* é uma técnica adaptativa que computa cada pixel utilizando valores de referência diferentes em cada ponto da imagem. Essa é uma técnica mais robusta em imagens com muitas mudanças de iluminação.

Existem muitos métodos que implementam alguma forma o *Local Threshold*, porém o algoritmo utilizado neste trabalho foi o Bradley Local Thresholding. Nesta técnica o algoritmo examina a área ao redor de cada pixel ajustando o brilho para a cor preta caso o brilho dos pixels tiverem uma certa percentagem menor que a média do brilho dos pixels ao redor (BRADLEY; ROTH, 2007).

Na Figura 13 temos o filtro Bradley Thresholding aplicado a uma imagem que está sombreada. Ao fazer a conversão da imagem por região, a técnica consegue tratar cada pixel da imagem de acordo com a região que está inserida, conseguindo assim contornar o fator de sombreamento sem precisar de calibragem. Este é um dos usos mais notáveis do Bradley Threshold, sendo este o motivo de ter sido utilizado no aplicativo. Nele, este algoritmo é usado para criar imagens binárias a partir das imagens tiradas pela câmera do celular. Como as fotografias tiradas estarão expostas a diversas variações de luz e sombra, a intenção é extrair a melhor limiarização da imagem. O uso completo será explicado mais à frente.

Figura 13 - Utilização do filtro Bradley Thresholding, em (a) tem-se a imagem de entrada, em (b) tem-se a imagem após a utilização do filtro.



Fonte: Bradley, Roth (2007)

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ESTRUTURA DE TELAS

Para que as informações inseridas no aplicativo sejam protegidas foi implementado um sistema de *login*, onde cada alteração nos dados é associado ao usuário logado. Logo que o aplicativo for aberto aparecerá a tela de *login*, demonstrado na Figura 14a.

Após inserir os dados e entrar no aplicativo o usuário tem acesso à tela de boas-vindas, de acordo com a Figura 14b. O aplicativo foi estruturado para que as telas principais possam ser acessadas através do menu principal, que pode ser aberto clicando no ícone na parte cima a esquerda mostrado na Figura 14b. Na Figura 14c é mostrado como é o menu, e a partir dele poderá ser acessado a tela de lista de pacientes, o cálculo do escore (no caso de Leishmaniose Visceral) e o guia de referência.

Figura 14 - Telas iniciais do aplicativo. Em (a) a tela de login, em (b) a tela de Boas Vindas, em (c) o menu principal.



Fonte: Do Autor, 2017

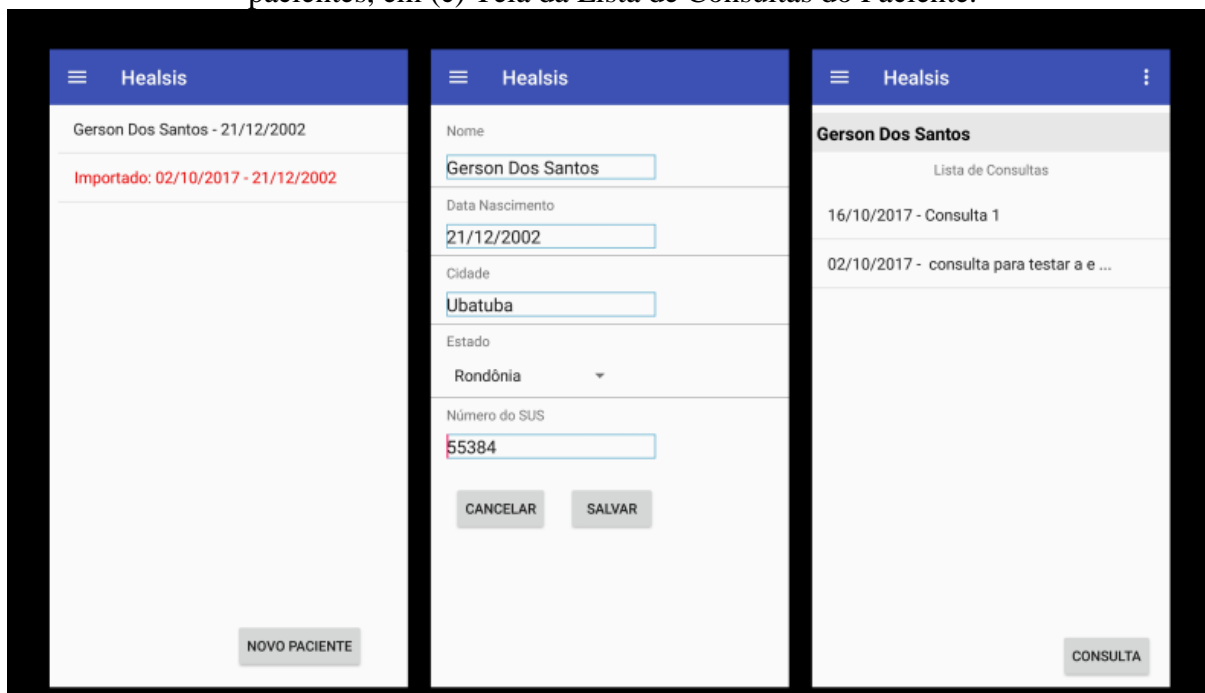
## 5.2 TELAS DE PACIENTES E CONSULTAS

A clicar no item “Pacientes” no menu, o sistema redireciona para a tela com a lista de pacientes que o usuário cadastrou ou que ele importou de outro usuário (Figura 15a). Na lista, o nome cadastrado pelo profissional de saúde aparece junto com a data de nascimento, ambos em fonte de cor preta. Nos pacientes importados, aparece a informação “Importado” mais data que o paciente foi importado, e a fonte é na cor vermelha para diferenciar os pacientes cadastrados dos importados. A palavra importado aparece no lugar do nome para não haja a identificação do paciente pelo profissional que recebeu os dados externamente. Nesta tela existe a opção de cadastrar um novo paciente no botão “Novo Paciente”, ou clicar em um dos itens da lista de pacientes para abrir sua lista de consultas.

A tela de cadastro de novo paciente é mostrada na Figura 15b. Na tela de cadastro são inseridas as informações mínimas necessárias dos pacientes para facilitar o uso da tela.

Na tela de lista de pacientes (Figura 15a), ao clicar em algum dos itens listados o aplicativo direciona para de Lista de Consultas, indicada na Figura 15c. A tela lista todas as consultas criadas para aquele paciente, mostrada por ordem de data da consulta. Nesta tela existe a opção de cadastrar uma nova consulta, clicando no botão “Consulta”, ou editar uma consulta anterior clicando em algum item da lista. Em ambos os casos o sistema mostrará a tela de consulta, sendo na nova consulta a tela estará vazia, e na edição da consulta a tela estará preenchida com as informações da consulta escolhida.

Figura 15 - Telas do paciente. Em (a) Tela da Lista De Pacientes, em (b) Tela de Cadastro de pacientes, em (c) Tela da Lista de Consultas do Paciente.

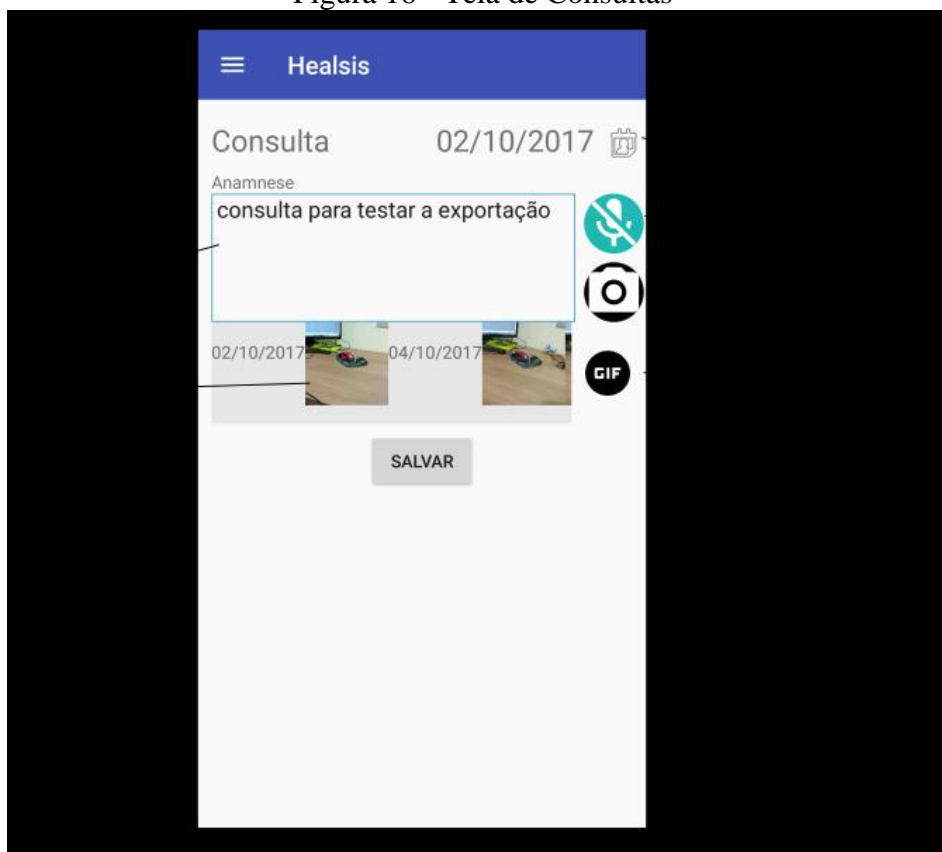


Fonte: Do Autor, 2017

A tela de consulta foi projetada para ser o mais simples possível, objetivando facilitar seu uso e pensando que o contato do profissional de saúde com o paciente é um momento dinâmico e breve. Na Figura 16 é tem-se a imagem da tela de Consultas, onde no topo é mostrado a data da consulta e o título da tela.

Na caixa de texto é descrito a anamnese, podendo esta ser descrita por meio do teclado do aparelho ou através do botão verde com desenho de microfone ao lado. Este botão inicia a biblioteca de reconhecimento de voz do Google chamado Speech Recognition. A biblioteca Speech Recognition após ser iniciada começa a ouvir o microfone do aparelho gravando o áudio e enviando os dados para os servidores do Google que automaticamente transcrevem o que foi dito pelo usuário. Esse processo pode ser feito sem conexão com internet, pois alguns aparelhos permitem que se baixe a biblioteca para ser usada de modo *off-line*.

Figura 16 - Tela de Consultas



Fonte: Do Autor, 2017

Abaixo do botão de reconhecimento de voz está o botão de tirar fotografia que abre a câmera do dispositivo permitindo tirar fotos. Por último, abaixo da caixa de descrição da anamnese fica as miniaturas das fotografias tiradas na consulta, e ao seu lado fica o botão “GIF”, usado para visualizar as imagens em sequência. As funcionalidades referentes a fotografia será descrita no próximo tópico.

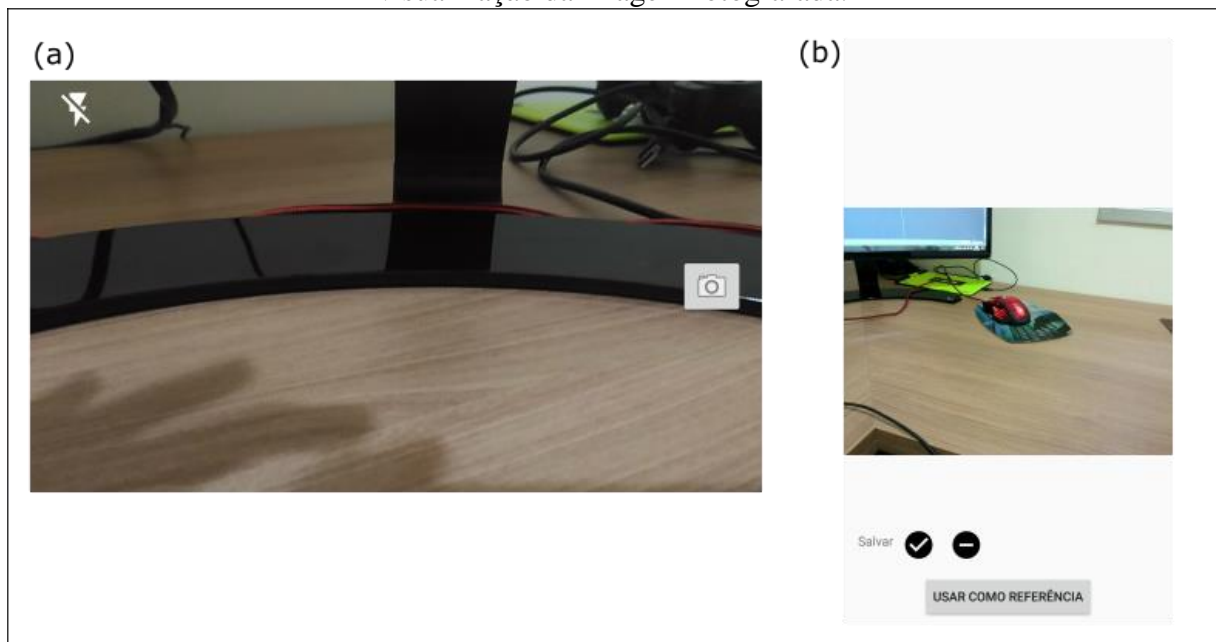
### 5.3 FOTOGRAFIA DOS SINAIS E VISUALIZAÇÃO

Dentro da tela de consulta existe a opção de tirar fotografias dos sinais observados no paciente através do ícone de câmera fotográfica indicado na Figura 16. Ao clicar no ícone indicado o aplicativo abre câmera do dispositivo, mostrando a pré-visualização da captura conforme a Figura 17a. Na visualização da câmera tem-se o botão de capturar a imagem e o ícone de habilitar o flash, caso o aparelho tenha este recurso.



Ao tirar a fotografia, o aplicativo automaticamente redireciona para a tela de visualização, conforme a Figura 17b. Nesta tela existem três opções de ações: salvar a imagem, excluir, ou usar a imagem como referência para outra fotografia. Ao salvar a imagem, a tela de visualização fechará e a imagem ficará salva naquela consulta. Ao excluir a imagem ela é removida do *smartphone* e a tela de visualização é fechada.

Figura 17 - Telas de captura de imagem. Em (a) pré-visualização da câmera, em (b) visualização da imagem fotografada.



Fonte: Do Autor, 2017

Para visualizar a imagem novamente é só clicar nas miniaturas das fotografias mostrada na Figura 16. Para que sejam visualizadas as imagens em forma de animação, basta pressionar a miniatura até que apareça a imagem de seleção, conforme mostrado na Figura 18. Após selecionar todas as imagens basta clicar no botão escrito “GIF”.

Figura 18 - Demonstração de seleção de imagens.



Fonte: Do Autor, 2017

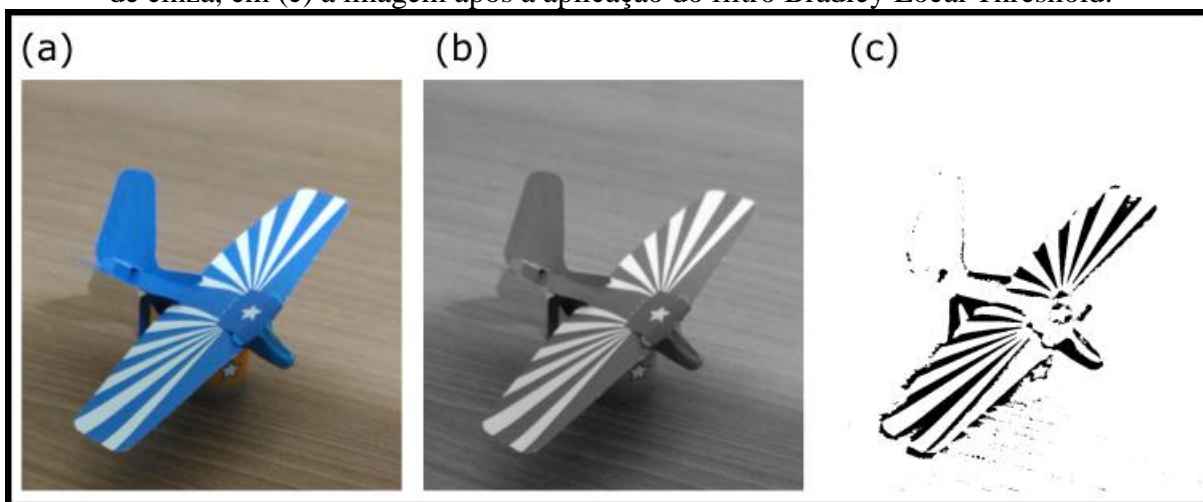
O aplicativo disponibiliza também um recurso para que seja possível tirar fotos parecidas. Na tela de visualização, mostrada na figura 17b, ao clicar no botão “Usar como referência” o sistema faz uma série de processamentos na imagem criando um fantasma por cima da câmera. O próximo tópico demonstra como é feito tecnicamente essa operação.

#### 5.4 USANDO UMA FOTOGRAFIA COMO REFERÊNCIA

Para fazer as transformações na imagem é utilizada a biblioteca Catalano Framework, que é própria para aplicar filtros em imagens e otimizada para funcionar em Android.

Será usado como exemplo a imagem da Figura 19a. Primeiramente a imagem é convertida para tons de cinza e fica de acordo com a Figura 19b. A partir do momento que a imagem está em tons de cinza é possível utilizar o filtro Threshold para converter a imagem em binária, ou seja, apenas 2 cores. O filtro utilizado foi o Bradley Local Threshold tendo como resultado a imagem na Figura 19c. Depois desse processo é configurado o alfa da imagem para que ela fique semitransparente podendo assim ser colocada em cima do *preview* da câmera.

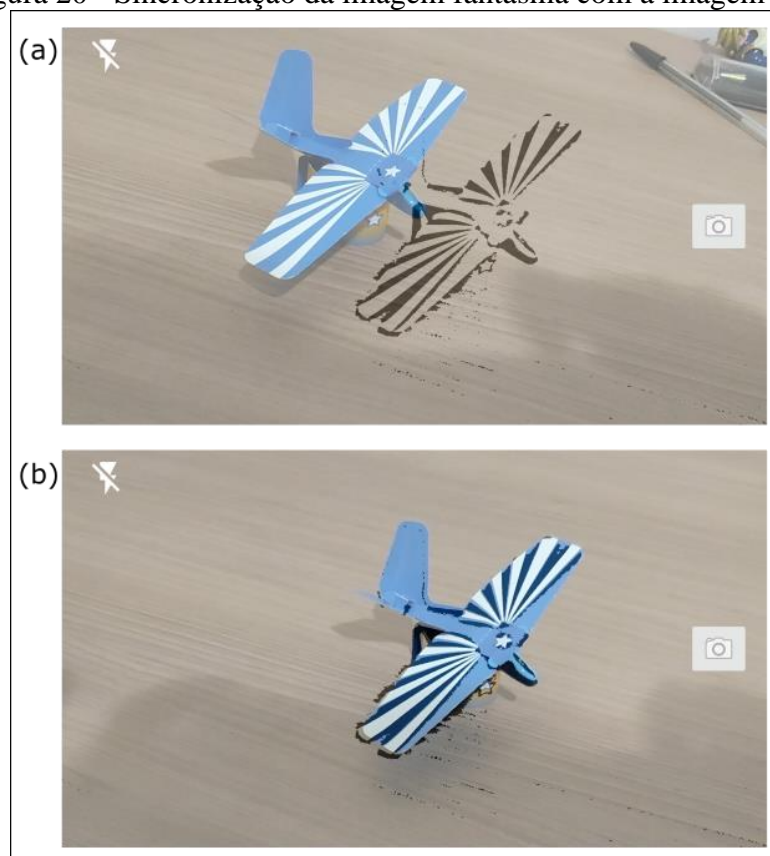
Figura 19 - Aplicação dos filtros. Em (a) a imagem sem alteração, em (b) a imagem em tons de cinza, em (c) a imagem após a aplicação do filtro Bradley Local Threshold.



Fonte: Do Autor, 2017

O efeito desejado é que a imagem anterior forme uma espécie de fantasma onde é possível encaixar manualmente com a imagem atual, conseguindo uma fotografia muito parecida com a anterior. A Figura 20 demonstra o efeito após todos os processos. A partir desse fantasma é possível sincronizar manualmente a foto que está sendo tirada nesse momento com uma foto tirada anteriormente. Esse recurso pode ser utilizado, por exemplo, para acompanhar o processo de cicatrização de uma lesão de LT, disponibilizando futuramente um catálogo de imagens sequenciais de melhora ou piora do quadro.

Figura 20 - Sincronização da imagem fantasma com a imagem real.



Fonte: Do Autor, 2017

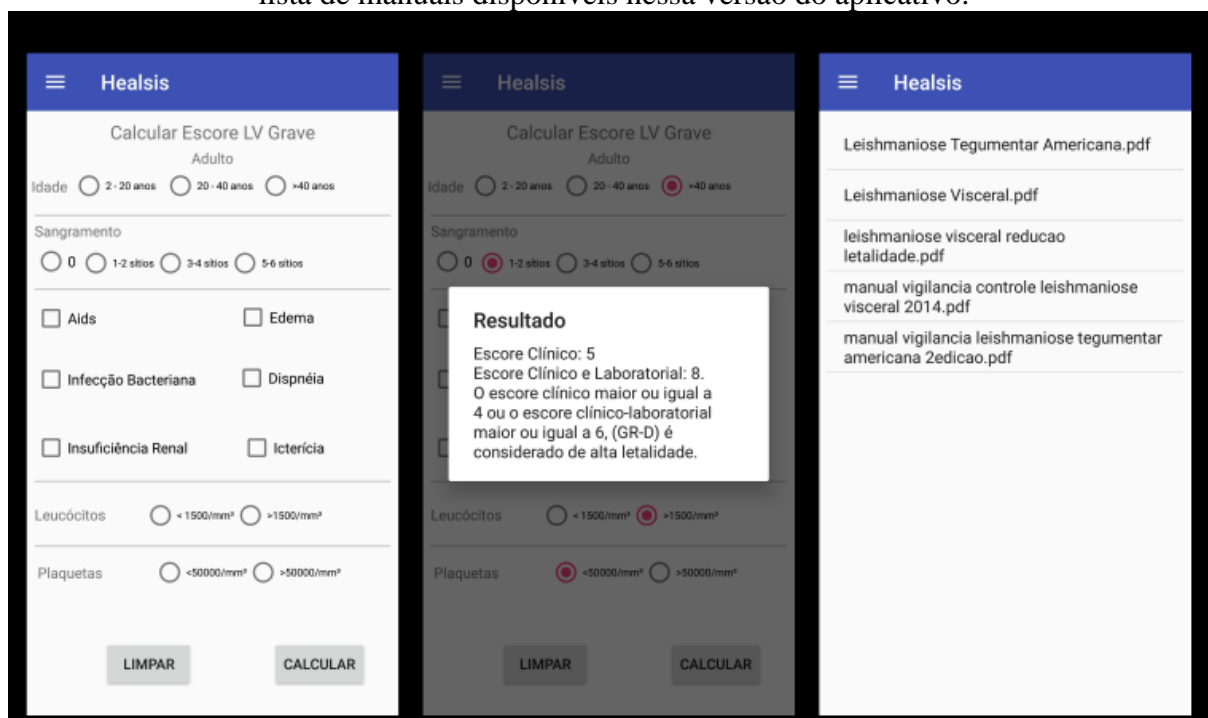
## 5.5 MANUAIS E ESCORE

O conceito do aplicativo favorece a automatização de procedimentos que ajudam no levantamento de hipóteses de diagnósticos. Neste projeto foi implementado uma tela para automatizar o cálculo de Escore de leishmaniose Visceral, apresentado no início deste trabalho. A tela em questão é mostrada na Figura 21a, onde é possível marcar as opções de acordo com a entrevista com o paciente, ou informações dos exames. Uma vez preenchido os dados, ao clicar no botão calcular, o sistema contabiliza o valor do escore calculado de acordo com os parâmetros do ministério da saúde. Na Figura 21b tem-se um resultado de teste utilizando valores fictícios.

A Figura 21c ilustra a tela de documentos, onde é listado vários arquivos de áreas diversas. O objetivo desta tela é disponibilizar para o usuário manuais de referência das enfermidades que possam auxiliar com informações confiáveis. Nestes manuais podem conter

também material de pesquisa, como no exemplo deste trabalho são disponibilizados trabalhos de pesquisa contendo dados específicos de locais endêmicos da leishmaniose.

Figura 21 - Telas de Cálculo de Escore e Manuais. Em (a) a tela de Cálculo de Escore de Leishmaniose Visceral, em (b) o resultado do escore a partir de dados fictícios, em (c) Tela da lista de manuais disponíveis nessa versão do aplicativo.



Fonte: Do Autor, 2017

## 5.6 COMPARTILHAMENTO DOS DADOS

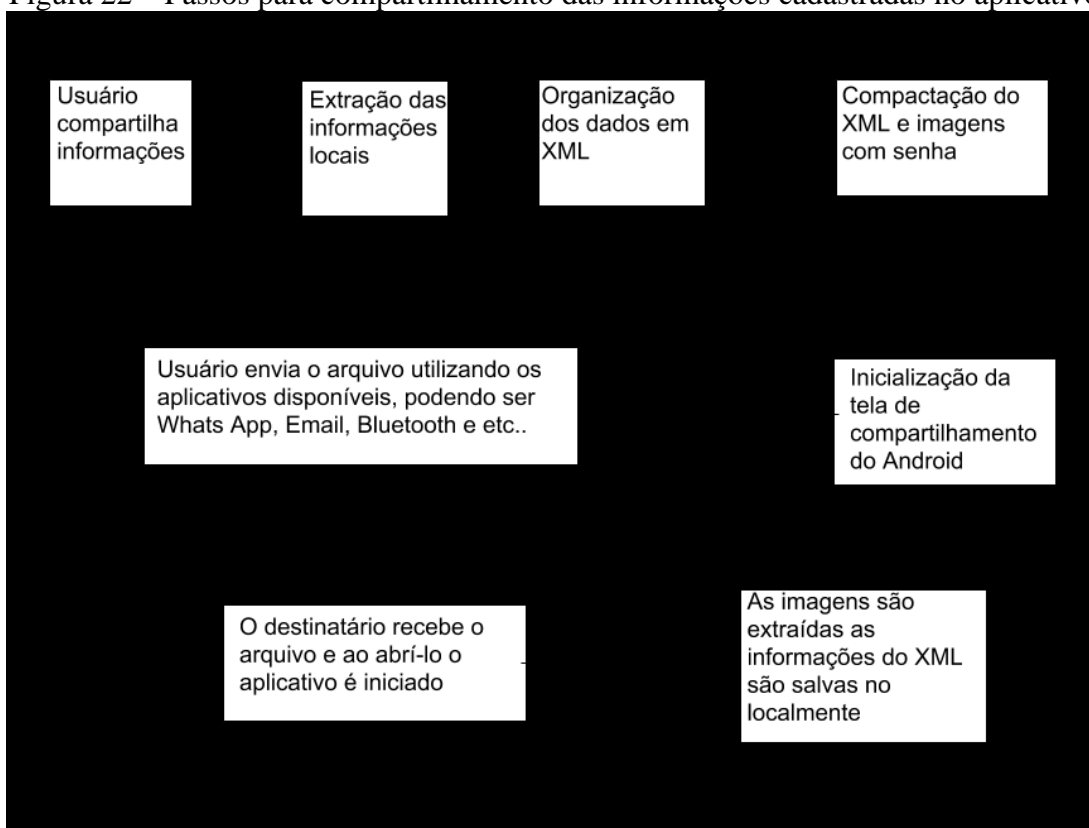
Um dos objetivos do uso do aplicativo é facilitar a interação entre os profissionais de saúde, auxiliando o tratamento. Para viabilizar o compartilhamento de informações foram considerados algumas técnicas e tecnologias que serão descritas.

Uma opção levantada para o compartilhamento foi o uso de um Web Service. Web Service é uma solução utilizada para fazer integração entre duas ou mais aplicações diferentes, sendo muito poderosa e vastamente utilizada. Consiste basicamente em disponibilizar um servidor Web que recebe solicitações e retorna dados em formato padronizado, podendo ser XML, JSON, CSV entre outras (W3C, 2002). Nesse tipo de abordagem seria necessário manter um servidor web funcionando com uma estrutura física própria ou alugada. Uma outra dificuldade é que mesmo que as informações inseridas no aplicativo sejam autorizadas pelos

pacientes, haveria a necessidade da implementação de uma camada de segurança extra, para evitar que uma invasão ao servidor exponha todas as informações dos usuários dos aplicativos e seus pacientes.

A opção escolhida para compartilhar os dados foi compactar as informações e transmitir usando os próprios recursos do *smartphone*, podendo ser email, Whats app ou Bluetooth por exemplo. O processo de compartilhamento é demonstrado na Figura 22. Na exportação, primeiramente são extraído os dados das consultas do paciente e os dados do cadastro (exceto o campo nome, evitando identificar o paciente) que estão salvos localmente (Figura 22 – passo 2). Na sequência são convertidos para a estrutura em XML, juntamente com os dados de consultas e imagens (Figura 22 – passo 3). Para isso é utilizada a classe XMLSerializer que já vem no pacote de bibliotecas do Android. O resultado após a conversão é parecido com o exemplo mostrado na Figura 23. Na estrutura criada em XML, é possível perceber que foram mantidos os nomes das *tags* iguais ao nome das tabelas e dos campos criados no banco SQLite.

Figura 22 – Passos para compartilhamento das informações cadastradas no aplicativo



Fonte: Do Autor, 2018

Figura 23 - Modelo de arquivo XML criado a partir de dados fictícios cadastrados no aplicativo.

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8' standalone='yes' ?>
<database version="1.0">
  <persons>
    <row id="3">
      <date_of_birth>2002-12-21</date_of_birth>
      <id>3</id>
      <city>Ubatuba</city>
      <name>Gerson Dos Santos</name>
      <state>RO</state>
    </row>
  </persons>
  <patients>
    <row id="1">
      <id_pessoa reference="persons">3</id_pessoa>
      <numero_sus>55384</numero_sus>
      <type>0</type>
      <id>1</id>
    </row>
  </patients>
  <consultations>
    <row id="4">
      <id_patient reference="patients">1</id_patient>
      <date>2017-10-16</date>
      <id>4</id>
      <id_healthcare_profissional reference="healthcareprofessionals">1
      </id_healthcare_profissional>
      <notes>Consulta 1</notes>
    </row>
  </consultations>
  <image>
    <row id="6">
      <name>consult_4_6</name>
      <date>1508178755466</date>
      <extension>jpg</extension>
      <description>primeira imagem</description>
      <id>6</id>
      <path>/storage/emulated/0/Android/data/com.ufm.gerson.healsis/files/images</path>
    </row>
  </image>
  <image_consultation>
    <row id="6">
      <id_image reference="image">6</id_image>
      <id_consultation reference="consultations">4</id_consultation>
    </row>
  </image_consultation>
</database>

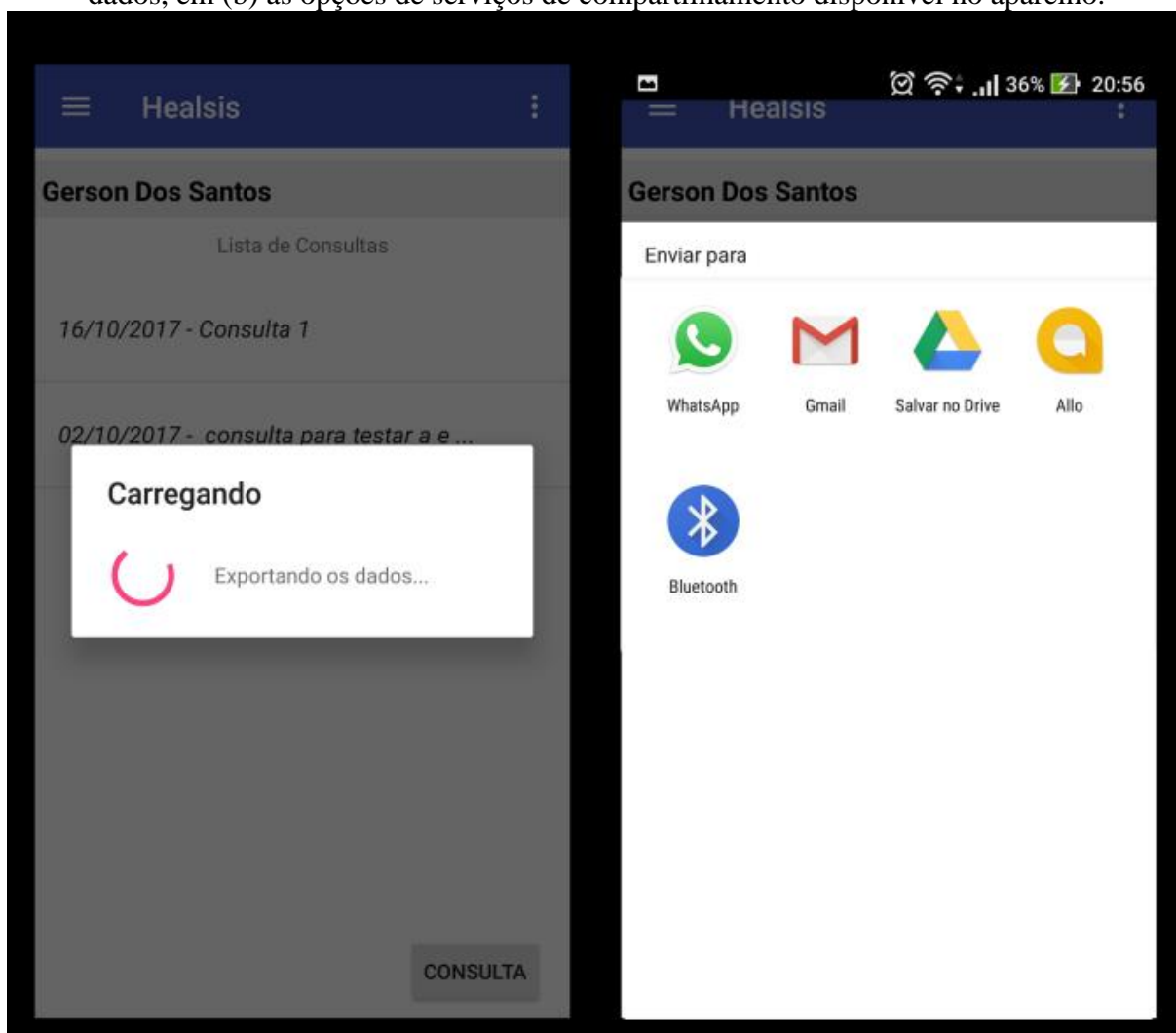
```

Fonte: Do Autor, 2017

Para fazer a compactação foi utilizada a biblioteca externa e de código aberto zip4j, que oferece suporte a arquivos zipados com criptografia (LINGALA, [200-?]). O arquivo XML com as informações são compactados com as imagens registradas nas consultas cadastradas (Figura 22 – passo 4). O arquivo é gerado com um formato personalizado para uso do aplicativo, e também é protegido por senha.

Após a compactação o aplicativo inicia a tela para compartilhamento do arquivo gerado, que varia de acordo com a versão do Android (Figura 22 – passo 5). Na Figura 24b é mostrado a tela de compartilhamento, onde pode ser visto as opções de serviços que suportam o compartilhamento de dados no formato exportado pelo aplicativo.

Figura 24 - Compartilhamento dos dados do paciente. Em (a) a mensagem de exportação dos dados, em (b) as opções de serviços de compartilhamento disponível no aparelho.



Fonte: Do Autor, 2017

Após escolher o serviço de compartilhamento, o arquivo é enviado para o contato escolhido (Figura 22 – passo 6). O contato então recebe o arquivo, e após baixa-lo sistema Android reconhece automaticamente o formato e abre o aplicativo (Figura 22 – passo 7). Ao abrir o arquivo, o aplicativo extrai as fotografias salvando-as na memória do dispositivo; e as informações contidas XML são salvas no bancos de dados local (Figura 22 – passo 8). Este último passo finaliza todo ciclo de uso do aplicativo.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta neste projeto foi desenvolver um aplicativo que funcione em *smartphones*, e que possa auxiliar os profissionais de saúde a coletar informações, tratá-las e compartilhá-las visando melhorar os tratamentos aos enfermos. Grande parte do conceito dessa ferramenta foi pensada levando em consideração seu uso em locais negligenciados, onde pode haver pouca estrutura e acesso limitado a internet.

Do ponto de vista de usabilidade a expectativa é que o aplicativo execute de forma fluida devido a otimização de recursos. De acordo com o seu projeto, o uso de botões grandes, informações claras, conceito limpo e fluxo simples deve facilitar seu manuseio.

A interação entre profissionais da saúde dentro do aplicativo foi propositalmente reduzida por causa da delimitação do escopo do trabalho. Para compartilhar informações, os usuários devem exportar um arquivo gerado pelo software e enviar para outro usuário, podendo ser por e-mail, WhatsApp, ou qualquer outro aplicativo que permite o compartilhamento de arquivos. Ao receber o arquivo, o destinatário deve abrir o aplicativo e importar as informações. Como aprimoramento futuro, poderá ser implementado um Web Service, ou seja, um servidor que poderá gerenciar a comunicação entre os vários usuários, deixando o aplicativo mais dinâmico.

O aplicativo está em processo de registro no NIT-INPI e já está em uso no projeto “Otimização do diagnóstico precoce e do manejo de indivíduos com leishmaniose visceral em áreas endêmicas com diferentes perfis de transmissão e endemicidade”, sob tutoria da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana de Almeida Silva Teixeira. Sua utilização está sendo focada nas áreas endêmicas de leishmaniose do interior de Minas, e após a conclusão do projeto será possível avaliar e extrair os resultados do seu uso.

É interessante que trabalhos futuros possam usar a estrutura já organizada de dados para encontrar padrões e gerar conhecimento através dos dados dos pacientes.

## REFERÊNCIAS

- ADNEWS. **Pesquisa revela dados sobre o uso de smartphones**. 2013. Disponível em: <<http://www.adnews.com.br/index.php?url=tecnologia/pesquisa-revela-dados-sobre-o-uso-de-smartphones>>. Acesso em: 19 abr. 2016.
- AGAR, Jon. **Constant Touch: A Global History of the Mobile Phone**. London: Icon Book Ltd, 2003. Disponível em: <<http://discovery.ucl.ac.uk/12285/>>. Acesso em: 23 fev. 2017.
- AL-KAMEL, Mohamed Ahmed. Feasibility of Teledermatology - PDF. *Glob Dermatol*, v. 4, n. 1, p. 1–3, 2017.
- AL-KAMEL, Mohamed Ahmed. **Feasibility of teledermatology in the eradication of leishmaniasis from Yemen project**. *Glob Dermatol*, v. 4, n. 1, p. 1–3, 2017.
- ALVAR, Jorge et al. **Leishmaniasis Worldwide and Global Estimates of Its Incidence**. *Plos One*, Austrália, v. 7, n. 5, p.671-675, 31 maio 2012. Public Library of Science (PLoS).
- ANDROID. **Conheça o Android Studio | Android Studio**. [201-]. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/intro/index.html>>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- ANDROIDAUTHORITY. **IBM Simon: World's first smartphone is now 20 years old** - Android Authority. 2012 Disponível em: <<https://www.androidauthority.com/ibm-simon-birthday-134255/>>. Acesso em: 1 fev. 2018.
- APPFIGURES. **App Stores Growth Accelerates in 2014**. 2014. Disponível em: <<http://blog.appfigures.com/app-stores-growth-accelerates-in-2014/>>. Acesso em: 19 abr. 2016.
- BATES, D. W. et al. **Reducing the Frequency of Errors in Medicine Using Information Technology**. *Journal of the American Medical Informatics Association*, v. 8, n. 4, p. 299–308, 1 jul. 2001.
- BELLIS. Mary. **The History of Cellular Phones - Who Invented the Cell Phone?** Disponível em: <<https://www.thoughtco.com/history-of-cellular-phones-4072557>>. Acesso em: 14 mar. 2017.
- BLUMENTHAL, David; GLASER, John P. **Information Technology Comes to Medicine**. *New England Journal of Medicine*, v. 356, n. 24, p. 2527–2534, 14 jun. 2007.
- BORUFF, Jill T; STORIE, Dale. **Mobile devices in medicine: a survey of how medical students, residents, and faculty use smartphones and other mobile devices to find information**. *Journal of the Medical Library Association : JMLA*, v. 102, n. 1, p. 22–30, jan. 2014.
- BRADLEY, Derek; ROTH, Gerhard. **Adaptive Thresholding using the Integral Image**. *Journal of Graphics Tools*, v. 12, n. 2, p. 13–21, 2007.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Casos confirmados de Leishmaniose visceral, Brasil, Grandes regiões e Unidades federativas**. 1990 a 2012. Ministério da Saúde. p. 0, 2016.

Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/novembro/08/LV-Casos.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. **Casos de Leishmaniose Tegumentar. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas. 1990 a 2015.** Ministério da Saúde. p. 0, 2016. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/novembro/07/LT-Casos.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. **Leishmaniose Tegumentar Americana** - Guia de Vigilância Epidemiológica. Secretaria de Vigilância em Saúde, v. Caderno 11, n. 6, p. 1–30, 2005.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. **Manual de vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana.** Editora MS. Brasília. 2007.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. **Leishmaniose Visceral: Recomendações clínicas para redução da letalidade.** Editora MS. Brasília. 2011.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. **Portaria Nº 1.271, de junho de 2014.** Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt1271\\_06\\_06\\_2014.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt1271_06_06_2014.html)>.

CFM, Conselho Federal de medicina. **Código de Ética Médica.** Brasília, Brasil: [s.n.], 2010.

DEVELOPERS. **A Developer's first look at Android.** Linux for you, p. 50, jan. 2018.

EFFORD, Nick. **Digital image processing.** [S.l.]: Tata McGraw Hill Education, 2000.

EMARKETER. **Worldwide Smartphone Usage to Grow 25% in 2014.** 2014. Disponível em: <http://www.emarketer.com/Article/Worldwide-Smartphone-Usage-Grow-25-2014/1010920>. Acesso em: 18 abr. 2016.

FEASEY, Nick et al. **Neglected tropical diseases.** British Medical Bulletin, Londres, v. 93, n. 1, p.179-200, 10 dez. 2009. Oxford University Press (OUP).<http://dx.doi.org/10.1093/bmb/ldp046>.

GARTNER. **Market Share: Final PCs, Ultramobiles and Mobile Phones, All Countries, 3Q16.** . [S.l: s.n.], 2016. Disponível em: <<https://www.gartner.com/doc/3513918/market-share-final-pcs-ultramobiles>>. Acesso em: 5 fev. 2017.

GONTIJO, Bernardo; CARVALHO Maria de Lourdes Ribeiro de. **Leishmaniose tegumentar americana.** Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 36:71-80, 2003.

GSMHISTORY. **Fig 24 ericsson-r380 rev1 | GSM History:** History of GSM, Mobile Networks, Vintage Mobiles. 2013. Disponível em: <<http://www.gsmhistory.com/vintage-mobiles/fig-24-ericsson-r380-rev1/>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

JAYARAMAN, S.; ESAKKIRAJAN, S.; VEERAKUMAR, T. **Digital image processing.** [S.l.]: Tata McGraw Hill Education, 2009.

KAMEDA-SMITH, M.M. et al. **Smartphone usage patterns by Canadian neurosurgery residents** – A national cross-sectional survey. *World Neurosurgery*, 22 dez. 2017.

KATZ-SIDLOW, Rachel J. et al. **Smartphone use during inpatient attending rounds: Prevalence, patterns and potential for distraction.** *Journal of Hospital Medicine*, v. 7, n. 8, p. 595–599, 1 out. 2012.

KEVRIC, Ines; CAPPEL, Mark A.; KEELING, James H. **New World and Old World Leishmania Infections.** *Dermatologic Clinics*, [s.l.], v. 33, n. 3, p.579-593, jul. 2015. Elsevier BV.<http://dx.doi.org/10.1016/j.det.2015.03.018>.

KUNDE, Lauren; MCMENIMAN, Erin; PARKER, Malcolm. **Clinical photography in dermatology: Ethical and medico-legal considerations in the age of digital and smartphone technology.** *Australasian Journal of Dermatology*, v. 54, n. 3, p. 192–197, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23713892>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android - Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis.** [S.l.]: Novatec Editora, 2013.

LINGALA. **About.** 200-?. Disponível em: <<http://www.lingala.net/zip4j/about.php>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

LO, Vivian et al. **The use of smartphones in general and internal medicine units: A boon or a bane to the promotion of interprofessional collaboration?** *Journal of Interprofessional Care*, v. 26, n. 4, p. 276–282, 9 jul. 2012.

MAIA-ELKHOURY, Ana Nilce Silveira et al. **Visceral leishmaniasis in Brazil: trends and challenges.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 24, n. 12, p. 2941–2947, dez. 2008.

MOLYNEUX, David H. **“Neglected” diseases but unrecognised successes: challenges and opportunities for infectious disease control.** *The Lancet, Liverpool*, v. 364, n. 9431, p.380-383, jul. 2004. Elsevier BV.[http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(04\)16728-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(04)16728-7).

MYERS, Brad A.; BEIGL, Michael. **Handheld Computing.** *IEEE Computer Magazine*, 2003.

NBCNEWS. **The Palm Pilot turns 10** - Technology & science - Tech and gadgets | NBC News. 2006. Disponível em: <[http://www.nbcnews.com/id/11945300/ns/technology\\_and\\_science-tech\\_and\\_gadgets/t/happy-birthday-palm-pilot/#.WnNkPKinEdV](http://www.nbcnews.com/id/11945300/ns/technology_and_science-tech_and_gadgets/t/happy-birthday-palm-pilot/#.WnNkPKinEdV)>. Acesso em: 1 fev. 2018.

OZDALGA, Errol; OZDALGA, Ark; AHUJA, Neera. **The smartphone in medicine: a review of current and potential use among physicians and students.** *Journal of medical Internet research*, v. 14, n. 5, p. e128, 27 set. 2012.

PUTZER, Gavin J; PARK, Yangil. **The effects of innovation factors on smartphone adoption among nurses in community hospitals.** *Perspectives in health information management*, v. 7, n. Winter, p. 1b, 1 jan. 2010.

SAXPROJECT. [200-]. **About**. Disponível em: <<http://www.saxproject.org/about.html>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

SBCM, Sociedade Brasileira de Clínica Médica. **A importância da Relação Médico-Paciente**. [201-?].

SIQUEIRA, José Eduardo de. **Tecnologia e medicina entre encontros e desencontros**. 3 nov. 2009, [S.l.]: Conselho Federal de Medicina, 3 nov. 2009.

SOUZA, Marco Antônio de Souza et al. **LEISHMANIOSE VISCERAL HUMANA: DO DIAGNÓSTICO AO TRATAMENTO**. Rev. Cien. Saúde Nov. Esp, v. 10, n. 2, p. 61–69, 2012.

SQLITE. **About SQLite**. [200-]. Disponível em: <<http://www.sqlite.org/about.html>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

W3C. **Web Services Activity Statement**. 2002. Disponível em: <<https://www.w3.org/2002/ws/Activity>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

WHO. **Leishmaniasis Facts Sheets**. 2016a. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs375/en/>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **Leishmaniasis: Magnitude of the problem**. 2016b. Disponível em: <[http://www.who.int/leishmaniasis/burden/magnitude/burden\\_magnitude/en/](http://www.who.int/leishmaniasis/burden/magnitude/burden_magnitude/en/)>. Acesso em: 15 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **SIXTY-SIXTH WORLD HEALTH ASSEMBLY Neglected tropical diseases**. 2013, [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <[http://www.who.int/neglected\\_diseases/mediacentre/WHA\\_66.12\\_Eng.pdf?ua=1](http://www.who.int/neglected_diseases/mediacentre/WHA_66.12_Eng.pdf?ua=1)>. Acesso em: 14 mar. 2017.

WIKISPACES. **CWtejP1 - 1999- Blackberry**. [20-?]. Disponível em: <<https://cwtej1.wikispaces.com/1999+Blackberry>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

WU, Robert C. et al. **The use of smartphones for clinical communication on internal medicine wards**. Journal of Hospital Medicine, v. 5, n. 9, p. 553–559, 1 nov. 2010.

ZENTENO, Omar et al. **An Integrated Protocol for the Research and Monitoring of Cutaneous Leishmaniasis**. v. 15, n. 11, p. 2164–2170, 2017.

ZIABARI, M.; MOTTAGHITALAB, V.; HAGHI, A. K. **Application of direct tracking method for measuring electrospun nanofiber diameter**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 26, n. 1, p. 53–62, mar. 2009.