

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
CENTRO DE PESQUISAS AGGEU MAGALHÃES
MESTRADO ACADÊMICO EM SAÚDE PÚBLICA

ONICIO BATISTA LEAL NETO

SCHISTO TRACK: UM SISTEMA PARA COLETA E MONITORAMENTO DE
INQUÉRITOS EPIDEMIOLÓGICOS CONECTANDO SISTEMAS DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS EM TEMPO REAL

RECIFE

2014

ONICIO BATISTA LEAL NETO

SCHISTO TRACK: UM SISTEMA PARA COLETA E MONITORAMENTO DE
INQUÉRITOS EPIDEMIOLÓGICOS CONECTANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS EM TEMPO REAL

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Acadêmico em Saúde
Pública do Centro de Pesquisas
Aggeu Magalhães, Fundação
Oswaldo Cruz para a obtenção do
grau de mestre em Ciências.

Orientadora: Dra. Constança Simões Barbosa

Coorientador: Dr. Jones Oliveira de Albuquerque

Recife

2014

Catálogo na fonte: Biblioteca do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

L435s Leal Neto, Onicio Batista.

Schisto Track: um sistema para coleta e monitoramento de inquéritos epidemiológicos conectando sistemas de informações geográficas em tempo real/ Onicio Batista Leal Neto. — Recife: [s.n.], 2014.

25 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 2014.

Orientadora: Constança Simões Barbosa; Coorientador: Jones Oliveira de Albuquerque.

1. Esquistossomose - epidemiologia. 2. Inquéritos Epidemiológicos. 3. Software. 4. Sistemas de Informação. 5. Inovação. I. Barbosa, Constança Simões. II. Albuquerque, Jones Oliveira de. III. Título.

ONICIO BATISTA LEAL NETO

SCHISTO TRACK: UM SISTEMA PARA COLETA E MONITORAMENTO DE
INQUÉRITOS EPIDEMIOLÓGICOS CONECTANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS EM TEMPO REAL

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Acadêmico em Saúde
Pública do Centro de Pesquisas
Aggeu Magalhães, Fundação
Oswaldo Cruz para a obtenção do
grau de mestre em Ciências.

Aprovado em: 31/03/2014

BANCA EXAMINADORA

Dra. CONSTANÇA SIMÕES BARBOSA
CPqAM-FIOCRUZ

Dr. RAFAEL DA SILVEIRA MOREIRA
CPqAM-FIOCRUZ

Dra. KARINA CONCEIÇÃO ARAÚJO
UFS

Dedico este trabalho às
mulheres da minha vida: Karla Martins e Luiza Leal.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Karla Martins, pelo carinho, cuidado e compreensão das minhas ausências para atividades relacionadas a este trabalho;

À minha filha, Luiza Leal, por me mostrar que para tudo isso havia um motivo muito especial;

Aos meus pais Antonio Carlos e Ivanilda pelo suporte incondicional das etapas que me fizeram chegar até aqui;

À minha orientadora, Constança Barbosa, por todos os ensinamentos que contribuíram substancialmente para a conclusão desta etapa;

À meu coorientador, Jones Albuquerque, pela motivação em continuar pisando em solo desconhecido para um profissional de saúde;

A Elaine Gomes pela parceria e amizade neste e em outros trabalhos que incrementaram minha vida acadêmica;

À Cesar Martins por toda ajuda no desenvolvimento técnico deste trabalho;

À todos que fazem o Laboratório e Serviço de Referência em Esquistossomose do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães.

"Think globally, act locally"

David Brower

LEAL-NETO, O. B. Schisto Track: Um sistema para coleta e monitoramento de inquéritos epidemiológicos conectando sistemas de informações geográficas em tempo real. 2014. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2014

RESUMO

A evolução da epidemiologia abrange também instrumentos que são utilizados para a condução de rotinas nos serviços de saúde. Com o desenvolvimento dos recursos tecnológicos aplicáveis à saúde, é possível incorporar nos estudos epidemiológicos plataformas como os sistemas móveis Android para sua adaptação e utilização nos serviços de vigilância epidemiológica e ambiental. A modernização dos processos de coleta de dados, além de diminuir substancialmente o número de erros de transcrição, favorece uma maior velocidade na consolidação dos dados e promove aprimoramento da qualidade de informação gerada. O objetivo deste trabalho é apresentar uma solução para a modernização da condução de inquéritos epidemiológicos em esquistossomose baseado em tecnologia móvel. A aplicação desenvolvida chamada de Schisto Track, é uma ferramenta para captura e análise em tempo real de dados baseados em inquéritos epidemiológicos tradicionais. Para sua implementação foram seguidas as tendências globais no desenvolvimento de instrumentos de coleta de dados, tendo seu arcabouço tecnológico modulado em app nativa e servidor web. A app nativa foi desenvolvida em linguagem Java e otimizada para uso em smartphones e tablets com Android 4.0 ou superior, com sua transmissão de dados feita por rede 3G, via http. O servidor conta com arquitetura backend em linguagem php com banco de dados My SQL. O Frontend foi baseado em linguagem HTML 5, com estruturas de bootstrap e janelas modais atendendo a melhor usabilidade do sistema por parte de técnicos do serviço. O Schisto Track demonstra ser uma potencial ferramenta para substituir processos de coleta de dados e geração de informação na rotina dos serviços de saúde, sendo sua implantação tangível devido ao baixo custo. O aplicativo moderniza a operação de inquéritos epidemiológicos, unindo Sistemas de Informação Geográfica com coleta de dados e transmissão em tempo real e trazendo possibilidades reais de aplicação nos serviços de vigilância em saúde.

Palavras-chave: 1. Esquistossomose. 2. Epidemiologia. 3. Inovação em Saúde

LEAL-NETO, O. B. Schisto Track: A System for Gathering and Monitoring Epidemiological Surveys by Connecting Geographical Information Systems in Real Time. 2014. Master's degree dissertation (Academic Masters in Public Health) - Aggeu Magalhães Research Center, Oswaldo Cruz Foundation, Recife, 2014

ABSTRACT

The evolution of epidemiology also includes instruments that are used for improvement routines in the public health services. With the development of technological resources applicable to health, it is possible to incorporate epidemiological studies on platforms like Android mobile systems for adaptation and utilization in health surveillance services. The modernization of the processes of data collection, in addition to substantially reduce the number of transcription errors, favors a higher speed in data consolidation and consequent improvement in the quality of information generated. The objective of this work is to present a solution for the modernization of conducting surveys in schistosomiasis based on mobile technology. The developed application called Schisto Track, is a tool for capturing and analyzing in real-time data based on traditional epidemiological investigations. To implement global trends in the development of instruments for data collection were followed, taking their technological framework modulated native app and web server. The native application is optimized for use on smartphones and tablets with Android 4.0 (or superior) and its transmission data taken by the 3G network via http. The server architecture includes backend in php language with database My SQL database. The frontend is based on HTML 5 language with structures and bootstrap modal windows serving better usability of the system by service technicians. The Schisto Track proves to be a potential tool to replace processes of data collection and information generation in routine health care services and their tangible deployment due to low cost. The application aligns with global trends in the modernization of epidemiological surveys, linking GIS with data collection and real-time transmission and bringing real possibilities of implementation and modernization of health services surveillance.

Keywords: 1. Schistosomiasis, 2. Epidemiology, 3. Health Innovation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2 ARTIGO - SCHISTO TRACK–A SYSTEM FOR GATHERING AND MONITORING EPIDEMIOLOGICAL SURVEYS BY CONNECTING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN REAL TIME.....	14
3 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Nos aspectos tradicionais das estruturas de estudos na saúde pública, a informação é apresentada como elemento fundamental no planejamento e execução das ações. Com o movimento global de novas tecnologias em diversos segmentos, a saúde pública ganha aliados que incorporam novas ferramentas para que a informação se torne mais dinâmica e possa ser cada vez mais acessível ao indivíduo/usuário dos sistemas de saúde (BULKLEY, 2010). Para isso, os serviços necessitam ter essas informações a curto tempo para que as estratégias de intervenção nas doenças possam ser construídas, o que essas novas tecnologias também são capazes de oferecer (ARDANZA, 2010).

Com o crescimento da internet ao redor do mundo, um novo modelo de tratamento da informação foi desenvolvido utilizando a inteligência e os conhecimentos coletivos e voluntários para a resolução de problemas e incorporação de tecnologias nos diversos ambientes de uma sociedade (HOWE, 2006). Segundo Brabham (2008) este movimento conhecido como *Crowdsourcing*, permite que um espaço de discussão seja consolidado através das contribuições de qualquer indivíduo que faça uso da internet e possa compartilhar seus conhecimentos para soluções de problemas através de novas tecnologias. Focado no setor da saúde pública, o *Crowdsourcing* se habilitaria com diversos elementos requeridos para o uso nesta área, agregando a construção de novos conteúdos para desenvolvimento dos sistemas de saúde a um baixo custo. Este modelo foi construído através de um senso coletivo compartilhado, que ao mesmo tempo em que resgata as primícias do controle social na organização dos sistemas, remete indiretamente aos conceitos de emponderamento da comunidade para melhoria da sua saúde, consolidando a abordagem da epidemiologia participativa. Um exemplo disso são os sistemas participativos de informação, com dados recolhidos ou gerados pela população, que têm sido utilizados para o entendimento da transmissão de doenças, com destaque para a compreensão de agravos zoonóticos (JOST, 2007).

Aliando a Informação e seu uso para a epidemiologia, Eysenbach (2009) propõe dois novos conceitos: *Infodemiology* e *Infoveillance*. Ambos são contrações da palavra “Informação” (*Information*) com segmentos dos sistemas de saúde pública. O primeiro descreve a junção da Informação com Epidemiologia (*Epidemiology*) e o segundo une a

Informação com a Vigilância em saúde (*Surveillance*). A diferença destes novos conceitos para os termos tradicionais é a integração evidente com o meio eletrônico, especificamente no que diz respeito à disponibilização de dados para informar a população sobre as situações de saúde (EYSENBACH, 2009).

Os instrumentos que compõem parte dessa matriz de novas tecnologias aplicadas são os sistemas móveis, liderados pelos smartphones (FREIFELD, 2010). Estes são aparelhos de telefonia celular e acesso remoto à internet que possuem outras atribuições, tais: como receptores de sinal do Sistema de Posicionamento Global (GPS), armazenamento em memória *flash* de arquivos e dados, manipulação de texto e demais funções. Com a evolução das tecnologias móveis e dos smartphones, foi possível o desenvolvimento de plataformas *opensource*, isto é, códigos de programação abertos, onde usuários com conhecimentos em programação de software podem desenvolver aplicativos específicos para a área da saúde e disponibilizá-los online para download. Adicionalmente, a crescente utilização de redes sociais como *Twitter*®, mensagens de texto (SMS) e outras formas de interação virtual para a comunicação entre os indivíduos, favoreceu o desenvolvimento de elementos que contribuem na comunicação e notificação de casos de doenças, surtos e epidemias (KELLER et al., 2009).

Morris (2009) demonstra que no ano de 2008 alguns programas financiados por instituições sem fins lucrativos utilizavam telefones celulares como coletores de informações na saúde pública. O uso desses aparelhos apresentam, como grande vantagem, o contato direto entre as autoridades de saúde e os usuários, estes considerados os participantes dos processos territoriais onde as manifestações de saúde e doença se desenvolvem. Ardanza (2010) apresenta outras experiências de profissionais com o uso de telefonia móvel na saúde pública, sendo este instrumento o promotor de informação da situação de saúde em áreas remotas de países africanos.

A evolução dos smartphones e suas plataformas operacionais como Android, iOS e Windows Mobile está permitindo o uso para diversas aplicações na saúde pública, especificamente no âmbito da epidemiologia pois a integração com o GPS e Google Maps permitem a espacialização e geolocalização dos eventos ou dados incluídos em suas interfaces de cadastro (AANENSEN et al., 2009; BOULOS et al., 2011; LEAL-NETO et al., 2011; ZOLFO et al., 2010). O uso da plataforma Android (sistema operacional para smartphones desenvolvido pela Google) tem sido uma nova alternativa para a informatização dos estudos

epidemiológicos, facilitando o processo de coleta dos dados nos inquéritos de campo, reduzindo erros e criando uma comunicação remota e instantânea entre a informação coletada na área do trabalho e um banco de dados virtual online (FREIFELD, 2010).

Os inquéritos de bases populacionais costumam ser onerosos devido ao lento processo para o mapeamento, cadastramento das famílias e coleta dos dados em campo (preenchimento manual de fichas e formulários), o que demanda tempo e deslocamento sistemático de recursos humanos para a área de estudo, além dos eventuais erros nas transcrições dos dados para planilhas eletrônicas. O inquérito epidemiológico censitário realizado na localidade de Porto de Galinhas – PE (BARBOSA et al., 2011) fez-se necessário cadastrar cerca de 6.000 indivíduos e preencher manualmente aproximadamente de 7.000 formulários para as atividades operacionais e coletas de campo. Todo o processo levou oito meses para ser concluído, utilizando mão de obra de onze técnicos com deslocamento diário para a localidade do estudo e um altíssimo custo financeiro. A falta de uma alternativa informatizada e com mobilidade para um estudo semelhante ao citado reforça a importância da construção de novas ferramentas que unam baixo custo, praticidade, organização e precisão na coleta de informações.

Estudos epidemiológicos como este são sistemáticos em localidades onde a esquistossomose está se expandindo a exemplo do estado de Pernambuco que exibe 14.4% de prevalência para esquistossomose na área endêmica rural (BARBOSA et al. 2006) com 15 novos focos do molusco vetor em localidades litorâneas (BARBOSA et al., 1996, 1998, 2000, 2001, 2004, 2010) onde a presença e manutenção da doença está relacionadas às características locais do meio ambiente (ARAÚJO et al., 2007; SILVA et al., 2006) e aos padrões de comportamento, atividades econômicas, de lazer e domésticas da população (BARBOSA et al., 1998). Para o acompanhamento e registro deste processo de expansão da esquistossomose em Pernambuco, é necessário o entendimento dos contextos epidemiológicos e ambientais locais ressaltando a importância da produção social do espaço onde a transmissão se materializa (ARAÚJO et al., 2007) e sistemas que integrem informação epidemiológica à espacialidade regional são uma carência no controle da esquistossomose, embora se demonstrem ferramentas valiosas para a compreensão dos cenários onde esta endemia ocorre (BAVIA et al., 1999; BROOKER et al., 2007 CÂMARA et al., 1996; MALONE et al., 2001;).

A ocorrência de vários focos e criadouros do caramujo vetor da esquistossomose no litoral de Pernambuco podem oferecer riscos para a população nativa e para os turistas que visitam a região litorânea do estado (ARAÚJO et al., 2007; BARBOSA et al., 2001, 2010; PAREDES, 2008). Desde 2010, uma parceria entre pesquisadores do Laboratório e Serviço de Referência em Esquistossomose (CPqAM/FIOCRUZ-PE) e do Departamento de Informática (UFRPE), permitiu a construção do ambiente ANKOS (A New Kind of Simulator) que trata-se de uma matriz de tecnologias para o incremento das atividades de campo em doenças parasitárias. Essa matriz é composta por recursos tecnológicos que abordam as áreas de coleta e transmissão de dados em tempo real, análise de informação, predição de cenários epidemiológicos e diagnóstico. Baseado nisto, a proposta de customização da plataforma de coleta para inquéritos em esquistossomose foi desenvolvida, compreendendo a informatização de todas as etapas relacionadas ao cadastramento de indivíduos, geolocalização de domicílios e criadouros, interface para inclusão dos resultados e geração de laudos em campo. O aplicativo chamado de Schisto Track teve seu arcabouço planejado para atender as necessidades dos técnicos de campo, visando aumentar a produtividade, redução de custos, melhoria da qualidade dos dados e rapidez na consolidação das informações.

2 ARTIGO - SCHISTO TRACK: A SYSTEM FOR GATHERING AND MONITORING EPIDEMIOLOGICAL SURVEYS BY CONNECTING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN REAL TIME

O presente artigo trata-se da apresentação da ferramenta Schisto Track, plataforma android para dispositivos móveis, que objetiva a modernização da condução de inquéritos epidemiológicos. Com a evolução das tecnologias, cada vez mais penetrando em diversos segmentos da sociedade, a saúde pública tem a oportunidade de atualizar seus instrumentos de coleta de dados, visando a redução de custos, segurança de informações e potencializando a capacidade de cobertura do território, com uma consolidação mais ágil dos dados. O artigo demonstra como o Schisto Track pode ser substituído pelos métodos tradicionais, apresentando seu fluxo de trabalho e arquitetura informacional, algumas telas tanto da aplicação móvel como o website, além da descrição das variáveis a serem coletadas.

Original Paper

The Schisto Track: A System for Gathering and Monitoring Epidemiological Surveys by Connecting Geographical Information Systems in Real Time

Onício B Leal Neto^{1*}, MSc; Cesar M Albuquerque^{1*}, MSc; Jones O Albuquerque^{2*}, PhD; Constança S Barbosa^{1*}, PhD

¹Aggeu Magalhães Research Center, Schistosomiasis Reference Service, Oswaldo Cruz Foundation, Recife, Brazil

²PPGIA, Department of Statistics and Informatics, Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil

*all authors contributed equally

Corresponding Author:

Onício B Leal Neto, MSc
 Aggeu Magalhães Research Center
 Schistosomiasis Reference Service
 Oswaldo Cruz Foundation
 Professor Moraes Rego Avenue, Cidade Universitária,
 Recife, 50670420
 Brazil
 Phone: 55 21012572
 Fax: 55 21012572
 Email: onicio@gmail.com

Abstract

Background: Using the Android platform as a notification instrument for diseases and disorders forms a new alternative for computerization of epidemiological studies.

Objective: The objective of our study was to construct a tool for gathering epidemiological data on schistosomiasis using the Android platform.

Methods: The developed application (app), named the Schisto Track, is a tool for data capture and analysis that was designed to meet the needs of a traditional epidemiological survey. An initial version of the app was finished and tested in both real situations and simulations for epidemiological surveys.

Results: The app proved to be a tool capable of automation of activities, with data organization and standardization, easy data recovery (to enable interfacing with other systems), and totally modular architecture.

Conclusions: The proposed Schisto Track is in line with worldwide trends toward use of smartphones with the Android platform for modeling epidemiological scenarios.

(JMIR Mhealth Uhealth 2014;2(1):e10) doi:[10.2196/mhealth.2859](https://doi.org/10.2196/mhealth.2859)

KEYWORDS

epidemiological survey; schistosomiasis; public health

Introduction**New Tools for Public Health Studies**

Among the traditional aspects of the structures of public health studies, information is a fundamental element in planning and carrying out the actions. With the worldwide movement toward new technologies, new tools are being incorporated within public health studies in order to make information more dynamic and increasingly accessible to health care system users [1].

The growth of the Internet has popularized information within health care as mobile systems like smartphones have become more accessible among the population [2]. Mobile phones with remote access to the Internet also have other functional features; they can receive signals from the global positioning system, store files and data in flash memory, and manipulate text, among other functions. With the evolution of open source development platforms for smartphones, users with knowledge of software programming can develop specific applications for these devices

<http://mhealth.jmir.org/2014/1/e10/>

JMIR Mhealth Uhealth 2014 | vol. 2 | iss. 1 | e10 | p. 1
 (page number not for citation purposes)

and make them available on the Internet for download. Using these applications for health care services has the great advantage of direct contact between the administration and the population, taking these parties to be participants in the processes at the locations where the manifestations of health and illness develop.

The Android Platform

The Android platform (the operating system for smartphones developed by Google) has provided a new alternative for computerizing epidemiological studies, through using this, the data gathering process in the field is facilitated, errors are reduced, instantaneous communication is enabled, and a virtual database can be stored on the Internet [2]. The advances among operating systems, computing platforms, programming languages, and development frameworks are becoming integrated and being reapplied to mobile devices. This is improving the way in which epidemiological investigations are conducted, thereby supplying scenarios and responses for resolving public health problems [3]. The Epi Schisto Risk Modeling research group has been working on the development platform called "A New Kind of Simulator", in which a variety of computing tools form instruments for routine use in public services that deal with epidemiological and environmental surveillance. In this regard, one of the products conceived for exploitation of these services was developed with the aim of gathering and transmitting epidemiological data on schistosomiasis in real time, using the Android platform, with a view to future use of electronic tools to optimize the routine of health surveillance sectors.

Schistosomiasis as a Case Study for the Instruments

Schistosomiasis was chosen as a backdrop and case study on using and validating these instruments since it has considerable epidemiological representation in relation to diseases occurring in different regions of Brazil, and its control and elimination is a challenge. Snails of the genus *Biomphalaria* transmit this disease, and its etiological agent is the parasite *Schistosoma mansoni* [4]. In Pernambuco, this disease is expanding to coastal areas used for vacations and tourism. Several studies on these

areas have diagnosed human cases and new concentrations of the vector mollusks of the disease [5,6], and have shown that there is a need for investments in tools for rapid and precise epidemiological diagnosis that might prevent or minimize outbreaks of acute cases.

Aim of the Study

The aim of the present study was to construct and present a tool to be used by field workers for use in epidemiological surveys in order to collect and transmit data in real time. In this manner, emerging technologies and their application to public health would become aligned and greater security and speed in consolidating and storing the data would be promoted. The "schistosomiasis model" was used to construct this tool, and its system was fed with all the variables (biological, environmental, and operational) used in epidemiological surveys that would be related to the parasite, vector mollusk, and human cases. This study was conducted through a partnership between the Department of Information Technology of the Federal Rural University of Pernambuco and the Schistosomiasis Reference Services and Laboratory of the Aggeu Magalhães Research Center, Oswaldo Cruz Foundation.

Methods

The Schisto Track Application

The Schisto Track application is a data capture and analysis tool comprising a combination of a mobile application and a server. Its construction was designed to meet the needs of a traditional epidemiological survey. Hence, it was planned in four segments: (1) registration of homes/individuals, (2) registration of breeding sites, (3) consultation of registered data, and (4) registration of paths followed. The first two of these segments used the *SQLite* database model. This database was fed with variables that had been validated in other epidemiological surveys that had aimed to identify foci of vector mollusks, diagnose human cases, and spatially locate information relating to schistosomiasis occurrences [5-8]. For each set of variables, information fields were set up (Tables 1 and 2).

Table 1. Variables to be gathered for registering breeding sites and foci of vector mollusks.

Field of information	Description	Epidemiological relevance
Photography	Direct observation and visual storage of macro-environmental elements.	Evaluation of the vegetation type, substrate, water surface dimensions, and proximity to homes and sewage ditches.
Number of snails collected	Quantification of the number of mollusk specimens collected.	Analysis on the snail population density per breeding site.
Collection station number	Coded register of each component station of the breeding site.	Reference for mapping each breeding site and systematizing collections.
Location	Recording of a pair of coordinates for each breeding site.	Composing of georeferenced points in the geographical information system, available on the Internet.
Observation	Open field for recording additional information on the location and completing the address.	Social representation of the area through localization recognized by people living nearby.
Breeding site classification	Permanent or temporary	Identification of whether the breeding site structure allows flooding or continual water collection, or whether it is of limited nature regarding its permanence in the environment (for example, only existing during rainy periods).
Type of breeding site	Ditch/canal; stream/small river; marsh/bog; lake/river	Identification of the type of snail habitat.
Water level	Deep; medium; low; dry	Viability of mobility and permanence of snails in the breeding sites.
Salinity level	0 to 0.4; 0.5 to 0.8; > 0.8	Snail resistance in habitats of low, medium, and high salinity.
pH	< 7; = 7; > 7	Snail resistance in acidic or basic environments.

Table 2. Variables to be gathered for registering homes and individuals participating in the study.

Field of information	Description	Epidemiological relevance
Municipality	Identification for simultaneous surveys in several municipalities.	Study territory
Locality	Identification of official and unofficial geographical territories.	Identification of areas covered by the Family Health Strategy, Community Health Agent Program, or Endemic Disease Agent Program.
Home number	Specific identification for each home participating.	Registration for mapping the area.
Number of receptacles handed out	Quantity of collecting receptacles handed out to participants.	Analysis to estimate prevalences and sample losses.
Name	Identification of study participants by name.	Preparation of parasitological reports.
Date of birth	Identification of participants' ages.	Data for analyses according to age group, descriptive statistics, and other analysis models.
Sex	Male or female	Data for analysis according to sex, descriptive statistics, and other analysis models.
Sample number	Registration of the epidemiological sample to be analyzed.	Coding in the database.

The Structure of the System

The structure of the system was divided into two modules: (1) the application (app), and (2) the server, thus making it possible to add and extract functional features in accordance with the needs imposed by the study in question. For this to be developed, the Android software development kit had to be used, and the Java language was used with a view to optimizing the results. This language was used because of its properties of robustness,

security, distribution, portability, neutral architecture, and interpretability, while also presenting high performance [9,10].

The app was constructed in the Eclipse environment (Helios version), by means of the Android development tools (ADT) plugin, in order to facilitate production, tests, and project compilation. By using the ADT, it was possible to perform Android emulation directly from Eclipse, making use of all its resources, such as debug. It was also possible to control the

emulator, view logs, and simulate sending text messages, or to make telephone calls, in addition to the capacity to view and send files, run the garbage collector, and view the heap memory, along with other possibilities intrinsic to the functioning of the Android platform in the device [11].

As the data were registered, they were instantaneously transferred through the Internet by means of a third generation (3G) or wireless network to the Web server, where the information would form the MySQL database, with the option of generating spreadsheets in the Microsoft Excel format for use in spatial analysis programs by means of ArcGIS (Environmental Systems Research Institute).

The Schisto Track framework enabled interfacing with other systems and had totally modular architecture. It was integrated with the Web mapping service app Google Maps and a three dimensional (3D) cartographic platform, and the app programming interface (API) was available for all the sites that could be accessed, free of charge, by users and developers, thereby facilitating viewing of the spatially distributed data [12].

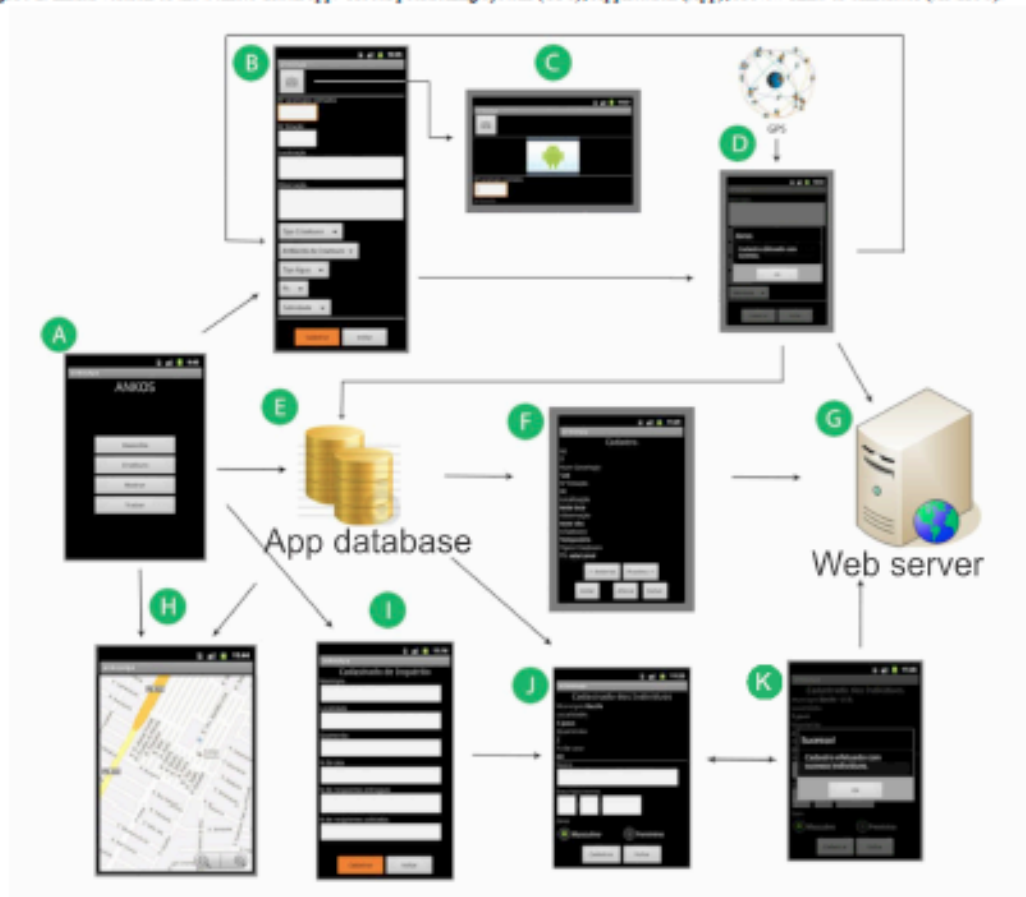
For remote data reception, the Web environment server was divided into a front end or presentation layer, and a back end or administrator panel. Both of these were developed using Hypertext Markup Language 4.01 and Ajax. To view the trails that were generated from the paths followed by the technicians, Google Maps JavaScript API V3 was used.

Results

The Schisto Track Application

The Schisto Track was shown to be a tool capable of automating the activities of registering breeding sites and homes, organizing and standardizing the data, and facilitating information recovery. It enabled interfacing with other systems and had totally modular architecture. It was integrated with Google Maps, and the API was available for all the sites that could be accessed, free of charge, by users and developers, thereby facilitating viewing of the spatially distributed data [12]. An initial version of the Schisto Track app was developed and tested between March and December 2011, using real situations and simulations for epidemiological surveys on schistosomiasis. Figure 1 shows the workflow.

Figure 1. Initial version of the Schisto Track app. Global positioning system (GPS); Application (App); A New Kind of Simulator (ANKOS).

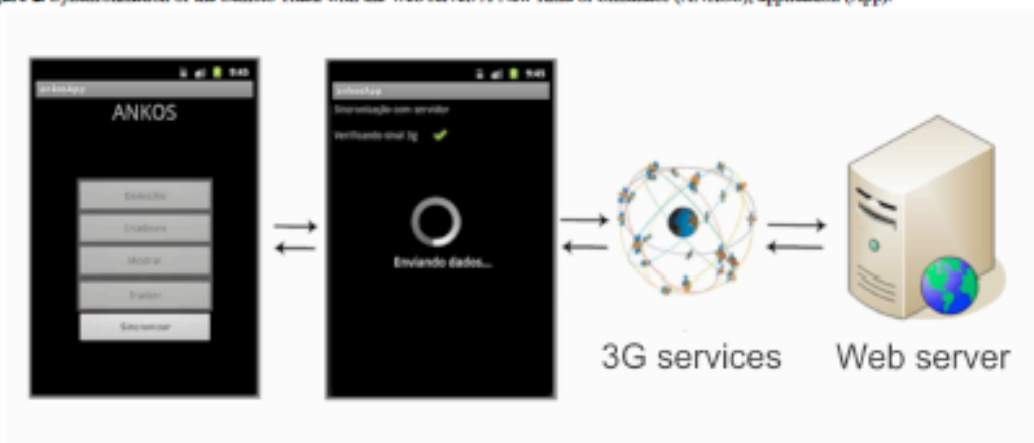


Web Server

To view the information registered in the field that was sent remotely to the Web server, two access levels were created: (1) open access for ordinary users, and (2) restricted access for project researchers. The information made available through open access related to the spatial distribution of the breeding site points that had been demarcated, which were viewed on the 3D cartographic platform of Google Earth. Restricted access, obtained through a registration module with identification using a log-in and password, enabled consultation and editing of the database containing all of the information from the study, and

also allowed exporting of files to specific formats that could be used in geostatistical analysis software. The Schisto Track was designed for use by several users and in several locations at the same time. The different access levels ensured that the information stored in the database remained secure and trustworthy, thus avoiding inclusion of false information or access by unregistered individuals. This information was stored in databases located inside the device (SQLite) and, when a 3G mobile network or equivalent (EDGE, HSPDA) was present, the data were synchronized and sent to the Web server (Figure 2 shows this synchronization).

Figure 2. Synchronization of the Schisto Track with the Web server. A New Kind of Simulator (ANKOS); application (App).



Registration of Mobiles and Field Technicians

To ensure data identification and security, the functional features of the system required registration of the smartphones by means of the standard number of each device on the Android platform (identification-ID and serial). In addition, the ID of each field technician who was going to conduct the epidemiological survey was linked to the work tool. Thus, it was possible to make an association with the person responsible for the data collection.

From the initial screen of the Schisto Track, one can see that the data gathered in the field were transmitted and could be viewed in real time by any individual who wished to access the electronic address of the study. This artifice promoted dissemination of information warning about the areas at risk that had been identified, thereby ensuring that the communities were empowered and mobilized to take the individual and collective preventive measures that might be needed (see Multimedia Appendix 1).

Discussion

Operational Stages of Data Gathering

The operational stages for data gathering in epidemiological surveys constitute an arduous and onerous process involving a large amount of manpower for manually filling in record cards and data sheets that are later on transcribed in order to enter the data into computerized spreadsheets. This is a tiresome practice that is liable to involve transcription errors and information bias.

An epidemiological survey conducted in the coastal locality of Porto de Galinhas, in the municipality of Ipojuca [6], registered 5800 participants and, for this, it was necessary to maintain a workforce of 10 data gatherers in the field for 11 months. This demonstrates that managing the process of field data acquisition, consolidation, and analysis is an exhausting challenge. In light of situations like this, the Schisto Track app constitutes a valuable tool since it imprints dynamism, speed, and precision on the data gathered, thereby avoiding transcription errors and bringing greater benefits to population based studies, in terms of security and logistics.

The Schisto Track Proposal

The Schisto Track proposal is in line with the worldwide trend toward using smartphones with the Android platform for modeling epidemiological scenarios [1,13,14]. Moreover, use of mobile phones has already been highlighted as a solution for transmitting health care information from remote areas, and as a tool for managing logistic processes, as well as serving as a tool for producing crowdsourcing and other health care activities [2,15-19].

The Google Maps platform, which is included in the app, provides immediate spatial positioning of the events, the vector foci that are detected, and the human cases that are diagnosed. The use of this platform as the base map for epidemiological and environmental studies is considered to be a modern trend. This platform has also been used by researchers around the world who have done so from the perspective of constructing

dynamic epidemiological scenarios [20-22]. The information technology used in epidemiology and surveillance of health problems has evolved from concepts such as "Infodemiology" and "Infoveillance". In addition to the integration with electronic media [23,24] that is represented by open platform mobile devices, the Internet, and social networks, information technology promotes the dissemination of information by the health care system, service agents, and users because of the speed and quality of the information generated. These advances in health care information technology are in line with the proposal for participative epidemiology, in which it is recommended that indicators and situations should be made available on social networks, so that these can be explored by health care sector administrators and users. In this manner, a

set of new tools and trends for coping with public health problems is enabled [25].

In Brazil, few tools for this purpose are available, and none of them present the robust characteristics that are as suitable for health care services as the Schisto Track proposal. This app brings together the practicality of a low cost tool that is easy to use with the importance of a public health instrument that aims to improve the processes of data capture and spatial environmental diagnosis in epidemiological surveys. For epidemiology, this is an instrument that is also applicable to other disease models, thus constituting an alternative for improving routine practice in health care and health surveillance services.

Acknowledgments

This study is part of the project Infodemiology & Infoveillance applied to the study of Schistosomiasis - Use of the Android platform for epidemiological surveys, funded by VI Strategic Program to Support Health Research (Papes) / Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), registrant 407683/2012-7. We want to thank the support of field activities and the technicians of the Schistosomiasis Laboratory Reference Service.

Conflicts of Interest

None declared.

Multimedia Appendix 1

Screenshot from the ANKOS website, showing the possibility of making real time consultations for each breeding.

[PNG File, 816KB - [mhealth_v2ile10_app1.png](#)]

References

1. Bulkley K. The Guardian. Mobile phones bring revolution to developing world: A wave of mobile technology spreading across the third world promises more efficient disaster relief, cheaper energy and a faster route out of poverty URL: <http://www.guardian.co.uk/activate/phones-revolution-developing-world> [accessed 2012-07-25] [WebCite Cache ID:69Qz4Cl6d]
2. Freifeld CC, Chunara R, Mekaru SR, Chan EH, Kass-Hout T, Ayala Iacucci A, et al. Participatory epidemiology: Use of mobile phones for community-based health reporting. *PLoS Med* 2010;7(12):e1000376 [FREE Full text] [doi: [10.1371/journal.pmed.1000376](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000376)] [Medline: [21151888](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21151888/)]
3. Komatineni S, MacLean D, Hashimi S. Pro Android 3. United States: Apress; 2011.
4. Carvalho OS, Coelho P, Lenzi HL. Schistosoma mansoni: Esquistossomose, uma visão multidisciplinar. 1st Edition. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 2008. URL: <http://pide.cpqm.fiocruz.br/boletim/Schistosoma%20mansoni%20e%20esquistossomose%20uma%20visao%20multidisciplinar.pdf> [accessed 2014-03-05] [WebCite Cache ID:6NqdyXJQ]
5. Barbosa CS, Araújo KC, Sevilla MA, Melo F, Gomes EC, Souza-Santos R. Current epidemiological status of schistosomiasis in the state of Pernambuco, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2010 Jul;105(4):549-554 [FREE Full text] [Medline: [20721507](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20721507/)]
6. Barbosa CS, Leal-Neto OB, Gomes EC, Araújo KC, Domingues AL. The endemisation of schistosomiasis in Porto de Galinhas, Pernambuco, Brazil, 10 years after the first epidemic outbreak. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2011 Nov;106(7):878-883 [FREE Full text] [Medline: [22124561](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22124561/)]
7. Paredes H, Souza-Santos R, Resendes AP, Souza MA, Albuquerque J, Bocanegra S, et al. Spatial pattern, water use and risk levels associated with the transmission of schistosomiasis on the north coast of Pernambuco, Brazil. *Cad Saude Publica* 2010 May;26(5):1013-1023 [FREE Full text] [Medline: [20563401](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20563401/)]
8. Souza M, Barbosa VS, Albuquerque JO, Bocanegra S, Souza-Santos R, Paredes H, et al. Aspectos ecológicos e levantamento malacológico para identificação de áreas de risco para transmissão da esquistossomose mansoni no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool* 2010 Mar 30;100(1):19-24. [doi: [10.1590/S0073-47212010000100003](https://doi.org/10.1590/S0073-47212010000100003)]
9. Arnold K, Gosling J, Holmes DR. The Java programming language 3rd edition. Boston: Addison-Wesley; 2000.
10. Anselmo F. Aplicando lógica orientada a objeto em Java. 2nd edition. Florianópolis: Visual Books; 2005.
11. Lancheta, RR. Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o android SDK. 2nd edition. Brazil: Novatec; 2010.

12. Google developers. Google maps/Google earth APIs terms of service URL: <https://developers.google.com/maps/terms> [accessed 2012-07-25] [WebCite Cache ID 69Qrfis2g]
13. Aanensen DM, Huntley DM, Feil EJ, al-Owaini F, Spratt BG. EpiCollect: Linking smartphones to web applications for epidemiology, ecology and community data collection. *PLoS One* 2009;4(9):e6968 [FREE Full text] [doi: [10.1371/journal.pone.0006968](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006968)] [Medline: [19756138](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19756138/)]
14. Brownstein JS, Freifeld CC. HealthMap: The development of automated real-time internet surveillance for epidemic intelligence. *Euro Surveill* 2007 Nov;12(11):E071129.5 [FREE Full text] [Medline: [18053570](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18053570/)]
15. Boulos MN, Wheeler S, Tavares C, Jones R. How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: An overview, with example from eCAALYX. *Biomed Eng Online* 2011;10:24 [FREE Full text] [doi: [10.1186/1475-2875-10-24](https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-24)] [Medline: [21466669](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21466669/)]
16. Zolfo M, Iglesias D, Kiyari C, Echevarria J, Fucay L, Llacahuanga E, et al. Mobile learning for HIV/AIDS healthcare worker training in resource-limited settings. *AIDS Res Ther* 2010;7:35 [FREE Full text] [doi: [10.1186/1742-6405-7-35](https://doi.org/10.1186/1742-6405-7-35)] [Medline: [20825677](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20825677/)]
17. Morris RR. Managing sound sensitivity in autism spectrum disorder: New technologies for customized intervention, Master's thesis Tese de Doutorado. Massachusetts (EUA): Massachusetts Institute of Technology; 2009. URL: http://affect.media.mit.edu/pdfs/09_Morris-thesis.pdf [accessed 2014-03-05] [WebCite Cache ID 6NqjxuNJT]
18. Ardanza N. Voice of America. Physician uses cell phones to bring health care to the poor URL: <http://www.voanews.com/content/physician-uses-cell-phones-to-bring-health-care-to-the-poor-82403437/162815.html> [accessed 2012-07-25] [WebCite Cache ID 69QqxOm18]
19. Keller M, Blench M, Tolentino H, Freifeld CC, Mandl KD, Mawudeku A, et al. Use of unstructured event-based reports for global infectious disease surveillance. *Emerg Infect Dis* 2009 May;15(5):689-695 [FREE Full text] [doi: [10.3201/eid1505.081114](https://doi.org/10.3201/eid1505.081114)] [Medline: [19402953](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19402953/)]
20. Boulos MN. British internet-derived patient information on diabetes mellitus: Is it readable? *Diabetes Technol Ther* 2005 Jun;7(3):528-535. [doi: [10.1089/dia.2005.7.528](https://doi.org/10.1089/dia.2005.7.528)] [Medline: [15929685](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15929685/)]
21. Lozano-Fuentes S, Elizondo-Quiroga D, Farfan-Ale JA, Loroño-Pino MA, Garcia-Rejon J, Gomez-Carro S, et al. Use of Google Earth to strengthen public health capacity and facilitate management of vector-borne diseases in resource-poor environments. *Bull World Health Organ* 2008 Sep;86(9):718-725 [FREE Full text] [Medline: [18797648](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18797648/)]
22. Chang JT, Boyd-Graber J, Gerrish S, Wang C, Blei DM. University of Maryland Institute for advanced computer studies. 2009. Reading tea leaves: How humans interpret topic models URL: <http://www.umiacs.umd.edu/publications/reading-tea-leaves-how-humans-interpret-topic-models> [accessed 2014-03-05] [WebCite Cache ID 6NqjwdXho]
23. Eysenbach G, Wyatt J. Using the Internet for surveys and health research. *J Med Internet Res* 2002;4(2):E13 [FREE Full text] [doi: [10.2196/jmir.4.2.e13](https://doi.org/10.2196/jmir.4.2.e13)] [Medline: [12554560](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12554560/)]
24. Eysenbach G. Infodemiology and infoveillance: Framework for an emerging set of public health informatics methods to analyze search, communication and publication behavior on the Internet. *J Med Internet Res* 2009;11(1):e11 [FREE Full text] [doi: [10.2196/jmir.11.57](https://doi.org/10.2196/jmir.11.57)] [Medline: [19329408](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19329408/)]
25. Jost JT, Ledgerwood A, Hardin CD. Shared reality, system justification, and the relational basis of ideological beliefs. *Social Pers Psych Compass* 2008 Jan;2(1):171-186. [doi: [10.1111/j.1751-9004.2007.00056.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2007.00056.x)]

Abbreviations

- 3D: three dimensional
- 3G: third generation
- ADT: android development tools
- ANKOS: A New Kind of Simulator
- API: app programming interface
- app: the application
- ID: identification
- GPS: global positioning system

3 CONCLUSÃO

A esquistossomose está em expansão em diversas áreas no Brasil e lançar mão de novos instrumentos favorece a melhoria das estratégias de controle da doença. O Programa de Controle da Esquistossomose atualmente conta com um sistema obsoleto de registro de dados, prejudicando as informações que são geradas. Ademais, a rotina tradicional da coleta de dados *in loco* fica sujeita à erros de transcrição de dados, eventuais perdas documentais e demora na consolidação das informações.

Os Sistemas de Informações Geográficas como instrumento dos serviços de saúde já são realidade em diversos municípios e estados, o que demonstra uma abertura para a combinação desta metodologia com propostas inovadoras, como a presente plataforma tecnológica.

O aplicativo Schisto Track segue tendências tecnológicas globais, se demonstrando um sistema robusto para ser incorporado na rotina dos serviços de vigilância em saúde, por atender adequadamente as necessidades existentes nestes serviços, além de possuir viabilidade de incorporação no cotidiano. A geolocalização dos elementos de pesquisa favorece a compreensão dos cenários epidemiológicos, enriquecendo a informação gerada e trazendo um melhor entendimento de como o espaço se relaciona com o modelo de transmissão da doença. A integração com o Google Maps proporciona uma experiência agradável para os usuários, já que esta tecnologia já se encontra em um nível avançado de popularização em dispositivos móveis pessoais. A transmissão das informações em tempo real garante facilidades logísticas no gerenciamento dos recursos humanos que estão desempenhando as atividades de campo, além de permitir o acompanhamento remoto por qualquer lugar com acesso a internet. Sua estrutura modulável permite flexibilidade e adaptação de uso para qualquer situação que demande inquéritos epidemiológicos, sendo útil para diversas atividades desempenhadas nos principais programas de controle de doença existentes no país. Além disto, também pode ser adaptado para atividades relacionadas a atenção básica, como rotinas de cadastramento de populações adscritas na estratégia de saúde da família.

Esta solução traz para a epidemiologia o acompanhamento da modernização dos diversos setores da sociedade, e por todo o contexto explanado anteriormente, se habilita como elemento promotor de melhorias significativas dos processos de trabalho no âmbito do Sistema Único de Saúde.

REFERÊNCIAS

- AANENSEN, D. M. et al. Epicollect: Linking smartphones to web applications for epidemiology, ecology and community data collection. Plos One, São Francisco, v.4, n.9, p. 1-7, 2009.
- ARAÚJO, K. et al. Análise Espacial dos Focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose em Porto de Galinhas, Pernambuco. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, p. 409-418, 2007.
- BARBOSA, C. S.; SILVA, C. B.; BARBOSA, F.S. Esquistossomose: Reprodução e Expansão da Endemia no Estado de Pernambuco no Brasil. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 30, n. 6, 609-616, 1996.
- BARBOSA, C. S.; BARBOSA, F. S. Padrão epidemiológico da esquistossomose em comunidade de pequenos produtores rurais de Pernambuco, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 14, n.1, p. 129-138, 1998.
- BARBOSA, C.S. et al. Urban Schistosomiasis in Itamaracá Island, Brazil: Epidemiological Factors Involved in the Recent Endemic Process. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.93, n. 1, p. 265-266, 1998.
- BARBOSA, C. S.; PIERI, O.; BARBOSA, F.S. Ecoepidemiologia da Esquistossomose urbana na Ilha de Itamaracá. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v.34, n.4 p. 337-341, 2000.
- BARBOSA, C. S. et al. Epidemia de Esquistossomose Aguda na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.725-728, 2001.
- BARBOSA, C. S. et al. Spatial distribution of schistosomiasis foci on Itamaracá Island, Pernambuco, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 99, p. 79-83, 2004.
- BARBOSA, C. S. et al. Assessment of schistosomiasis through scholl surveys in the forest zone of Pernambuco, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.101, p. 55-62, 2006.
- BARBOSA, C.S. et al. Current epidemiological status of schistosomiasis in the state of Pernambuco, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 105, n.4, p. 549-554, 2010.
- BARBOSA, C.S. et al. The Endemisation of Schistosomiasis in Porto de Galinhas Pernambuco, Brazil: 10 years after the first outbreak. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.1067, n.7, 878-883, 2011.
- BAVIA, M.E. et al. Geographic information systems and the environmental risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Deerfield, v. 60, n.4, p. 566–572, 1999.
- BECK-WÖRNER, C. et al. Bayesian spatial risk prediction of *Schistosoma mansoni* infection in western Côte d'Ivoire using a remotely-sensed digital elevation model. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Deerfield, v.76, n.5, 956-963, May 2007.

BOULOS, M.N.K.; et al. How Smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: an overview, with example from eCAALYX. Biomedical Engineering Online, London, v.10, n.24, 1-14, 2011.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica. 2. ed. Brasília, 2007. 178p.

BROOKER, S. Spacial epidemiology of human schistosomiasis in África: risk models, transmission dynamic and control. Transaction of Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, Oxford, v.101, p.1-8, 2007.

BULKLEY, K. Mobile phones bring revolution to developing world. The Guardian, Londres, 18 Jun 2010. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/activate/phones-revolution-developing-world>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

CÂMARA, G. et al. SPRING Integrating Remote Sensing and GIS with Object Oriented Data Modeling. Computers & Graphics, Dordrecht, v. 15, n.6, p. 13-22, 1996.

CLEMENTS, A.C.A. et al. Bayesian spatial analysis of a national urinary questionnaire to assist geographic targeting control in Tanzania, East Africa. International Journal of Parasitology, Melbourne, v. 38, n. 3, p. 401–415, 2008.

DRUCK, S. et al. Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: Embrapa, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

EYSENBACH, G. Infodemiology and infoveillance: framework for an emerging set of public health informatics methods to analyze search, communication and publication behavior on the Internet. Journal of Medical Internet Research, Toronto, v.11, n. 11, p. 1-7, 2009.

FREIFELD, C.C.; et al. Participatory Epidemiology: Use of Mobile Phones for Community-Based Health Reporting. PloS Medicine, São Francisco, v. 7, n.12, p. 1-5, 2010.

HOWE, J. The rise of crowdsourcing. Wired Magazine. Disponível em: <http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds_pr.html>. Acesso em: 12 Jul. 2010.

IBGE. Malhas Digitais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/bases_malhas.php>. Acesso em: 10 Maio 2011.

JOST, C. C. et al. Participatory epidemiology in disease surveillance and research. Revue Scientifique et technique, Paris, v. 26, p.537–549, 2007.

KATZ, N.; CHAVES, A.; PELEGRINO, J. A simple device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, São Paulo, v. 14, p.397-400, 1972.

KELLER, M. et al. Use of Unstructured Event-Based Reports for Global Infectious Disease Surveillance. Emerging Infectious Diseases, Atlanta, v.15 n.5, p.1-6, 2009.

LEAL- NETO, O. B. et al. Estratégias do Futuro para enfrentar problemas do passado. Scientific American Brasil, São Paulo, v.106, p.48-51, 2011.

MALONE, J. B. et al. Health-Maps, a Global Network for Control of Snail Borne Disease using satellite Surveillance and GIS. Acta Tropica, New York, v. 79, n. 2 p. 7-12, 2001.

MORRIS, K. Mobile phones connecting efforts to tackle infectious disease. The Lancet, London, v.9. n. 5, p. 274-275, 2009.

OLIVIER, L. J.; SCHEINDERMAN M. A method for estimating the density of aquatic snail population. Experimental Parasitology, London, v.5, p.109-117, 1956.

PAREDES, H. Indicadores de Risco para Esquistossomose Mansoní na Localidade de Carne de Vaca, Goiana, Pernambuco: Análise do Padrão Espacial. 2008. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

PELLEGRINO, J.; MACEDO, D.G. A simplified method for the concentration of cercariae. Journal of Parasitology, Blacksburg, v.41 p. 329-330, 1955.

PRESSMAN, S.P. Engenharia de Software. 6. ed. New York: McGraw Hill, 2006. 752 p.

SILVA, P. B. et al. Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados a ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos de esquistossomose em Pernambuco. Química Nova, São Paulo, v. 29, p. 901-906, 2006.

ZOLFO, M. et al. Mobile learning for HIV/AIDS healthcare worker training in resource-limited settings. Aids research and therapy, Denver, v.7, n. 35, p.1-6, 2010.

