



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO  
COORDENADORIA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DO CAMPUS ARACATI  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Lindemberg Barbosa Nascimento Filho**

**MAPEAMENTO DE INDICADORES ESPAÇO-TEMPORAIS PARA  
APOIO À DECISÃO EM SISTEMAS PARA GESTÃO DE  
ATENDIMENTO A PACIENTES COM CÂNCER INFANTO-JUVENIL**

**ARACATI-CE  
2017**

Lindemberg Barbosa Nascimento Filho

MAPEAMENTO DE INDICADORES  
ESPAÇO-TEMPORAIS PARA APOIO À DECISÃO EM  
SISTEMAS PARA GESTÃO DE ATENDIMENTO A  
PACIENTES COM CÂNCER INFANTO-JUVENIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenadoria de Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Aracati como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de pesquisa: Sistema de Informação

Orientadora: Profa. Dra. Carina Teixeira de Oliveira

Aracati-CE  
2017



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ  
COORDENADORIA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DO CAMPUS ARACATI  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

LINDEMBERG BARBOSA NASCIMENTO FILHO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação, sendo aprovado pela Coordenadoria de Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Aracati e pela banca examinadora:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carina Teixeira de Oliveira', written over a horizontal line.

Profa. Dra. Carina Teixeira de Oliveira  
(Orientadora)  
Instituto Federal do Ceará - IFCE

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Guilherme Diniz Irffi', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi  
Universidade Federal do Ceará - UFC

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Reinaldo Bezerra Braga', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Reinaldo Bezerra Braga  
Instituto Federal do Ceará - IFCE

Aracati, 20 de Abril de 2017

---

# Agradecimentos

---

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Lindemberg Barbosa e Sandra Maria, por tudo que fizeram e fazem por mim, pela determinação e luta durante toda minha formação. Agradeço a minha irmã, Lizandra, pelo simples fato de ser minha irmã e por sempre estar ao meu lado.

Agradeço a minha segunda família durante a graduação, meus companheiros de moradia, Arthur, Djavam e Ivomar, pelos bons momentos vividos, pelo incentivo e apoio e por todos os momentos de dedicação e alegria em nossa República.

Agradeço a minha querida orientadora, Profa. Dra. Carina Oliveira que, com paciência, conseguiu me orientar, não só durante o trabalho final, mas durante a maior parte da minha graduação e por ser uma excelente professora e profissional, a qual me espelho.

Agradeço à banca, Prof. Dr. Reinaldo Braga e Prof. Dr. Guilherme Irffi, pela disponibilidade e atenção dada ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de curso com quem compartilhei momentos de concentração, dedicação e de alegria ao longo destes anos.

Agradeço a todos os meus companheiros do Laboratório de Redes de Computadores e Sistemas (LAR), que de alguma forma deram sua contribuição para este trabalho.

Agradeço a todos os funcionários do Instituto Federal do Ceará - Campus Aracati. É uma honra estar me formando nesta Instituição, onde conheci professores extremamente competentes. Deixo meu agradecimento a todos eles que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

---

# Resumo

---

É previsto um grande crescimento de novos casos de câncer infanto-juvenil para os próximos anos, o que torna essa doença um importante problema de saúde pública no Brasil. Por exemplo, estima-se que ocorrerão aproximadamente 12.600 novos casos de câncer em crianças e adolescentes no Brasil nos próximos anos. Uma das principais abordagens para combate ao câncer é o diagnóstico precoce de alta qualidade. Para se alcançar essa alta qualidade, é necessária uma utilização efetiva das informações disponíveis para um melhor aproveitamento das ações de diagnóstico precoce. Levando em consideração os obstáculos existentes no gerenciamento de informações de saúde, é importante mencionar a dificuldade de grande parte dos gestores e profissionais de saúde na tomada de decisão com base em informações de diferentes fontes. Esta dificuldade surge, principalmente, devido ao baixo nível de cobertura das informações, bem como o longo atraso entre a captura e a análise de dados. Este trabalho foi elaborado com o propósito de apresentar um serviço de associação das incidências de câncer infanto-juvenil à localidades específicas por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), objetivando melhorias no processo de gestão hospitalar e maior facilidade nos procedimentos que envolvem o tratamento do público infanto-juvenil diagnosticado com câncer. Apresenta-se três propostas para visualização e representação dos dados no formato de mapa. Como estudo de caso, a proposta foi implementada na Associação Peter Pan (APP). A APP é um hospital especializado no tratamento de câncer infanto-juvenil que, ao longo dos últimos vinte anos, desenvolve ações que envolve o tratamento médico especializado, com atendimento humanizado e um processo de diagnóstico precoce. Para isto, coleta uma gama de informações sobre as mais variadas ocorrências de câncer infanto-juvenil. Porém, enfrenta desafios para conseguir uma cobertura efetiva das informações. Como resultado, espera-se fomentar a gestão de organizações de combate ao câncer, como a APP, com informações visando a eficiência do diagnóstico precoce e, consequentemente, elevando tanto o índice de cura quanto a qualidade de vida de crianças e adolescentes portadores de câncer e de suas famílias.

**Palavras-chaves:** Sistema de Informação Geográfica. Apoio à decisão. E-Health.

---

# Abstract

---

It is expected a considerable growth in new cases of childhood and juvenile cancer over the next years, which makes this disease an important public health problem in Brazil. For instance, it is estimated that approximately 12,600 new cases of cancer will occur in children and adolescents in Brazil in the coming years. One of the main approaches to combat cancer is a high-quality early diagnosis. In order to achieve this high quality, an effective use of available information is necessary to make better use of the early diagnosis actions. Taking into consideration the obstacles in health information management, it is important to mention the difficulty of most of the managers and health professionals in decision-making based on independent information. This difficulty arises mainly due to the low level of information coverage, as well as the long delay between capture and data analysis. This work was elaborated with the purpose of presenting a service to associate the incidence of children and adolescents diagnosed with cancer to specific locations through Geographic Information Systems (GIS), aiming for improvements in the hospital management process and greater ease in the procedures that involve the treatment of children and adolescents diagnosed with cancer. We present three proposals for viewing and representing the data through maps. As a case study, the proposal was implemented at the Peter Pan Association (APP). APP is a hospital specialized in the treatment of children and adolescents diagnosed with cancer that, over the last twenty years, develops actions related to specialized medical treatment, with humanized care and an early diagnosis process. To achieve this goal, the system collects a set of information on the most varied occurrences of children and adolescents diagnosed with cancer. However, it faces challenges in order to achieve effective relations between information. As a result, we promote an optimized management of cancer organizations, such as APP, with information aiming the effectiveness of early diagnosis, as well as raising both the cure rate and the improvement in the quality of life of children and adolescents diagnosed with cancer and their families.

**Keywords:** Geographic Information Systems. Decision Making. E-Health.

---

# Sumário

---

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>13</b>
1.1	Motivação	13
1.2	Objetivos	15
1.3	Estrutura do Trabalho	16
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>17</b>
2.1	Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	17
2.1.1	Anatomia de um SIG	18
2.1.2	Geoprocessamento	19
2.1.3	Geovisualização	20
2.1.4	Análise de Dados Espaciais	21
2.1.5	SIG Aplicado à Saúde	21
2.2	Tecnologias	22
2.2.1	Java & Java EE	22
2.2.2	JSF & Primefaces	23
2.2.3	Spring Security	24
2.2.4	JPA & Hibernate	24
2.2.5	Javascript, JSON e GeoJSON	25
2.2.6	Google Maps x OpenStreetMap	26
2.2.7	Leaflet	28
2.3	Trabalhos Relacionados	29
<b>3</b>	<b>Proposta</b>	<b>32</b>
3.1	Fluxo de Interação da Proposta	32
3.1.1	Coleta de dados	33
3.1.2	Extração e Transformação de Dados	34
3.1.3	Geovisualização	35
<b>4</b>	<b>Estudo de Caso</b>	<b>37</b>
4.1	Associação Peter Pan (APP)	37
4.2	SISAPP	38

4.2.1	Diagnóstico Precoce . . . . .	38
4.2.2	Ambulatório de Nutrição Clínica . . . . .	41
4.2.3	Ensino, Pesquisa e Extensão . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Resultados . . . . .</b>	<b>44</b>
5.1	Mapa de Marcadores . . . . .	44
5.2	Mapa de Calor . . . . .	45
5.3	Mapa de Densidade . . . . .	46
5.3.1	Número de óbitos por neoplasias malignas . . . . .	47
<b>6</b>	<b>Conclusões . . . . .</b>	<b>50</b>
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>51</b>

---

# Lista de figuras

---

Figura 1 – Evolução do Número de Óbitos por Câncer no Brasil em Função do Ano. . . . .	14
Figura 2 – Representação dos componentes de um SIG. . . . .	18
Figura 3 – Exemplo de componentes da biblioteca PrimeFaces . . . . .	23
Figura 4 – Exemplo de um arquivo no formato GeoJSON . . . . .	26
Figura 5 – Exemplo de busca usando o Mapa da Google Maps . . . . .	27
Figura 6 – Exemplo de busca usando o Mapa da OpenStreetMap . . . . .	28
Figura 7 – Exemplo de Mapa da Biblioteca Leaflet . . . . .	29
Figura 8 – Healthmap - Alertas sobre Chicungunha na Brasil, durante o período de 01/01/2017 a 01/04/2017. . . . .	30
Figura 9 – Interface do trabalho de Hughes <i>et al</i> de geovisualização indicando um ponto quente e casos individuais de icterícia. . . . .	30
Figura 10 –Fluxo de interação da Proposta . . . . .	32
Figura 11 –Exemplo de formulário de cadastro de paciente. . . . .	33
Figura 12 –Modelagem do banco de dados do SISAPP com foco nas informações geográficas. . . . .	34
Figura 13 –Painel de indicadores do módulo de diagnóstico precoce do SISAPP	39
Figura 14 –Gráfico de Escore Z de Altura por Idade do Módulo de Nutrição do SISAPP . . . . .	42
Figura 15 –Painel de indicadores do módulo de nutrição do SISAPP . . . . .	42
Figura 16 –Painel de indicadores do módulo de ensino, pesquisa e extensão do SISAPP . . . . .	43
Figura 17 –Exemplo de Mapa de Marcadores de pacientes em função da procedência. . . . .	45
Figura 18 –Exemplo de Mapa de Calor de pacientes em função da procedência.	46
Figura 19 –Exemplo de Mapa de Densidade de pacientes em função da procedência. . . . .	47
Figura 20 –Exemplo de Mapa de Óbito por Neoplasia Maligna por Procedência.	49

---

# Lista de tabelas

---

Tabela 1 – Porcentagem de casos de câncer infanto-juvenil por neoplasia maligna no Brasil .....	48
---	----

---

# Lista de abreviaturas e siglas

---

APP	Associação Peter Pan
CID	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde
JPA	Java Persistence API
JSF	JavaServer Faces
JSON	Notação de Objetos JavaScript
JVM	Máquina Virtual Java
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
INCA	Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva
KML	<i>Keyhole Markup Language</i>
LBS	<i>Location-Based Services</i> (Serviços Baseados em Localização)
HQL	<i>Hibernate Query Language</i>
GPHIN	<i>Global Public Health Intelligence Network</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
ORM	<i>Object Relational Mapper</i>
OSM	<i>OpenStreetMap</i>
POO	Programação Orientada a Objetos
SARS	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

TIC            Tecnologias da Informação e da Comunicação

UTI            Unidade de Terapia Intensiva (UTIs)

# INTRODUÇÃO

---

## 1.1 Motivação

Câncer é um termo genérico utilizado para definir um conjunto de doenças caracterizadas pelo crescimento de células anormais que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se para outras regiões do corpo (INCA, 2016). O câncer pode se originar em todo e qualquer tecido humano e em qualquer idade. Outros termos comuns utilizados são tumores malignos e neoplasias. Existem mais de cem tipos de câncer e, geralmente, eles são nomeados para órgãos ou tecidos que se formam os tumores.

Muitas são as causas de câncer, podendo ser externas ou internas ao organismo. As causas externas estão relacionadas ao meio ambiente, como por exemplo a exposição ao sol que pode causar o câncer de pele, e aos hábitos de uma sociedade, como o cigarro que pode causar o câncer de pulmão. As causas internas são, na maioria das vezes, geneticamente pré-determinadas e estão ligadas à capacidade do organismo de se defender das agressões externas (INCA, 2017b).

Com o passar dos anos, o câncer ganhou preocupações em proporções globais. Segundo a Organização Mundial de saúde (OMS) (WHO, 2017b), atualmente, uma a cada seis mortes no mundo é causada por câncer. A estimativa é de que mais de 14 milhões de pessoas desenvolvam algum tipo câncer todos os anos e que esse cenário apresente um índice crescente, alcançando um número de 21 milhões de pessoas no ano de 2030. Com relação aos óbitos, ainda segundo a OMS, dados indicam que a cada ano 8,8 milhões de pessoas morrem de câncer, a maioria em países de baixa e média renda (WHO, 2017a).

No Brasil, o cenário não é muito diferente. Dados apontam o câncer como a segunda principal causa de morte na população adulta, atrás apenas das doenças cardiovasculares. De acordo com o Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde, no ano de 2005, 142,6 mil brasileiros morreram por causa da doença. Ao final de 2015, essa taxa chegou a 208,7 mil. Um crescimento de mais de 46% em 10 anos. A Figura 1 mostra essa evolução no número de óbitos. Destaca-se ainda que, a cada ano, estima-se a ocorrência de mais de 600 mil casos da doença

no País (INCA, 2016).

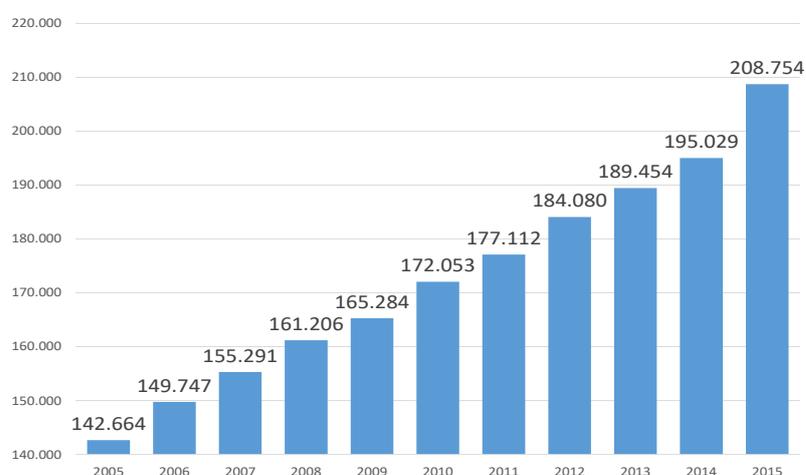


Figura 1: Evolução do Número de Óbitos por Câncer no Brasil em Função do Ano.

Fonte: Dados obtidos do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)

Como é possível perceber, o câncer, apesar dos avanços da medicina, continua crescendo de forma alarmante com o passar dos anos. Além disso, esta doença não está presente somente em adultos. Apesar da incidência das neoplasias malignas em crianças e adolescentes não ser tão alta como em adultos, no Brasil dados do SIM (BRASIL, 2009) apontam como a segunda causa de morte na faixa etária entre 1 e 19 anos, perdendo apenas para causas externas, como acidentes e assassinatos. Diante desta perspectiva, segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA) (INCA, 2016), 12 mil novos diagnósticos de câncer infanto-juvenil são registrados a cada ano no Brasil. Além disso, foram registradas 2.724 mortes por câncer infanto-juvenil em 2014<sup>1</sup>. Apesar disso, o índice de cura pode chegar a 80% dos casos se houver diagnóstico precoce e tratamento em centros especializados (INCA, 2017a).

O diagnóstico do câncer em fase avançada vem sendo apontado como a provável causa dos seus altos índices de mortalidade (BEGHINI et al., 2006). O diagnóstico realizado em fases iniciais possibilita um tratamento menos agressivo, quando a carga da doença é menor, com maiores possibilidades de cura e menores sequelas da doença ou do tratamento (RODRIGUES; CAMARGO, 2003). De fato, são necessárias equipes da área da saúde treinadas e capacitadas para realizar a detecção precoce da doença, e, assim, evitar que o diagnóstico e tratamento não ocorram em estágios avançados da doença.

Ações efetivas de diagnóstico precoce estão diretamente ligadas à capacidade das instituições utilizarem de maneira inteligente as informações disponíveis para

<sup>1</sup> Ano mais recente com informações compiladas

uma tomada de decisão bem-sucedida. Gestores e profissionais de saúde enfrentam inúmeros desafios no processo de tomada de decisão. Eles necessitam de diversos tipos de informações para que possam visualizar de maneira realística as vantagens, os problemas, os riscos e as prioridades em suas ações. Como exemplos de informações relevantes na gestão de saúde, pode-se destacar as epidemiológicas, financeiras, legais, normativas, socioeconômicas, demográficas, sobre recursos físicos e humanos, etc. Neste cenário, a informação é, sem dúvidas, o alicerce para o desenvolvimento do conhecimento em saúde, sendo fundamental para guiar a gestão de serviços de saúde com eficiência (relação entre produtos e recursos empregados), eficácia (atingir os objetivos estabelecidos) e efetividade (resolver os problemas identificados).

Partindo da premissa de que nos últimos anos os principais sistemas e disponibilização de informações utilizam tecnologias baseadas na Internet, é importante que os gestores e profissionais de saúde envidem esforços para que as novas tendências das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) se tornem, efetivamente, suas aliadas. Graças à sua capacidade de interagir com profissionais da saúde e apoiar gestores na tomada de decisão, as TICs apresentam qualidades importantes para auxiliar os profissionais e gestores da saúde na melhoria da assistência à saúde. Um exemplo são os sistemas *web* de saúde motivados pela evolução crescente do acesso à Internet, disponibilização de plataformas tecnológicas avançadas e novas arquiteturas de informação em saúde.

## 1.2 Objetivos

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo apresentar propostas de mapeamentos a serem agregados à sistemas de gestão no atendimento a portadores do câncer infanto-juvenil. Com o propósito de melhorar o acompanhamento de indicadores importantes na tomada de decisão para o bom desempenho do diagnóstico precoce.

Como estudo de caso, a proposta foi implantada na Associação Peter Pan (APP), também conhecida como Associação de Combate ao Câncer Infanto-Juvenil, um centro de excelência e referência no tratamento do câncer que está localizado em Fortaleza-CE. Neste trabalho, apresenta-se propostas de mapeamento a ser agregado ao SISAPP. O SISAPP é um sistema *web* usado pela APP que permite que profissionais de saúde e gestores da associação acompanhem indicadores importantes na tomada de decisão através de três módulos principais: diagnóstico precoce, ambulatório nutricional e ensino/pesquisa/extensão.

Em particular, o presente trabalho propõe soluções simples e eficazes para representação dos dados em três formas de mapa: i) mapa de marcadores; ii) mapas de

calor (*heat map*); e, iii) mapas de densidade. Todos os mapas permitem visualizações espaço-temporais que serão utilizadas para a melhoria na gestão de atendimento a portadores de câncer infanto-juvenil. Destaca-se que esta proposta é flexível no sentido que atende a demanda de outras entidades com o mesmo perfil da APP.

### 1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica, que tem por objetivo apresentar os principais conceitos, tecnologias e trabalhos relacionados necessários para o bom entendimento da proposta. O Capítulo 3 apresenta a proposta do trabalho. O Capítulo 4 apresenta o Estudo de Caso, onde é apresentada a Associação Peter Pan e o sistema usado pela instituição, o SISAPP. O Capítulo 5 apresenta os resultados e, por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões deste trabalho.

---

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica, que tem por objetivo apresentar temas que auxiliaram o desenvolvimento deste trabalho. Foram abordados os seguintes assuntos: Sistema de Informação Geográfica (SIG) e suas definições, sua classificação, alguns conceitos de análise de dados dentro de SIG, além de mostrar o SIG aplicado à saúde. Além disso, são introduzidas algumas tecnologias importantes para o entendimento da proposta. Finalizando o referencial teórico, são apresentados os trabalhos relacionados, que têm a função de servir de base e dar sustentação à pesquisa.

## 2.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

A possibilidade de visualização otimizada dos resultados de análises de dados em um mapa facilita a tomada de decisão de gestores e profissionais de saúde. Esse tipo de visualização, comumente chamada de *geovisualização*, é um dos exemplos de SIG. Dentre suas várias definições, pode ser definido como um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuários), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação (FILHO; IOCHOPE, 1996). Portanto, dissocia-se um SIG da cartografia e da produção de mapas pelo fato deste usar um ambiente computacional interativo para exploração de dados, implicando na criação de múltiplas representações de dados espaciais e permitindo a representação de mudanças ao longo do tempo.

Os SIGs são sistemas computadorizados feitos para armazenar e processar informações geográficas, geralmente combinando-as com outras informações sensorizadas. Eles podem ser usados nos mais variados tipos de ambientes, desde o processamento de uma larga quantidade de dados (*Big Data*) bem como na realização de operações analíticas em mapas (LONGLEY, 2012).

Assim, nos ambientes de SIG, os dados geográficos e numéricos são capazes de alimentar sistemas computacionais para prover um ambiente rico em dados para a

análise e solução de problemas críticos. Pode-se modelar um SIG para possibilitar a visualização espaço-temporal de dados por meio de interfaces gráficas como mapas.

Portanto, os SIGs são ferramentas promissoras capazes de combinar informações de diferentes fontes. Além disso, eles fornecem mecanismos eficientes para examinar dados, identificando padrões, relações e anomalias de difícil detecção quando os dados são analisados de forma independente.

### 2.1.1 Anatomia de um SIG

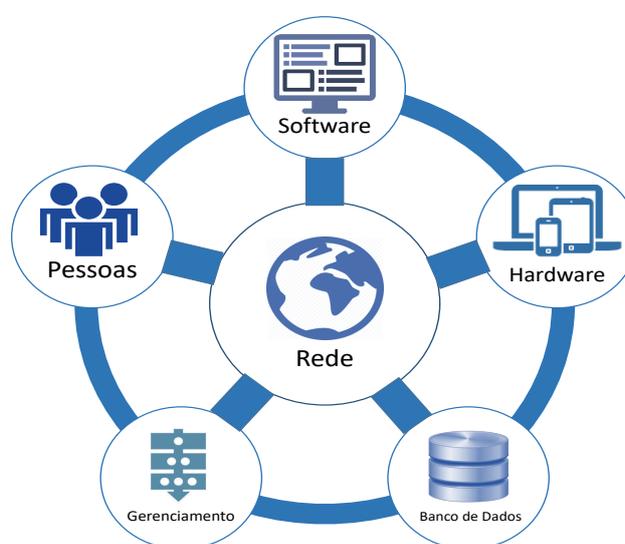


Figura 2: Representação dos componentes de um SIG.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Um SIG tem seus componentes bem definidos. Como pode ser visto na Figura 2, são seis componentes principais que servem como base para o desenvolvimento de um SIG. O componente central e fundamental para o bom funcionamento de um SIG é a *Rede* (LONGLEY, 2012). Somente com a rede, é possível fazer o relacionamento entre os demais outros componentes, por exemplo usar um banco de dados online ou a possibilidade de acessar de qualquer lugar. Além do que é a rede necessária para algum tipo de comunicação ou compartilhamento de informação. A Internet se tornou um meio popular e de grande importância para distribuição de aplicações de SIG. Hoje em dia grande parte das aplicações deste tipo são disponibilizadas na Internet, para serem acessadas por diversos usuários em qualquer lugar. Permitindo que um maior número de usuários tenha acesso aos dados, de forma hábil e atraente.

O segundo elemento da anatomia de um SIG é o *software* que roda no dispositivo do usuário. Ele é o responsável pela interface entre o sistema e o usuário.

Grande parte dos SIG's, hoje em dia, são acessados pelos navegadores da Internet, mas ainda existem softwares, que rodam inteiramente no dispositivo do usuário. O software provê as ferramentas necessárias para armazenar, analisar, e visualizar as informações geográficas para o usuário.

A terceira peça é o *hardware* do usuário, o dispositivo com o qual o usuário interage diretamente na realização de operações de SIG, digitando, apontando ou clicando, e que retorna informação através de visualização em tela. Atualmente, com o avanço tecnológico, os principais meios de acesso a aplicações SIG são dispositivos móveis (*notebook's* e celulares) (LONGLEY, 2012).

A quarta peça da anatomia é o *banco de dados*, que consiste em armazenar uma representação digital de áreas geográficas. Uma única base de dados pode guardar informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo, imagens de satélite entre outras informações. Porém aplicações SIG's costumam usar banco de dados externos de diferentes fontes para combinar um maior número de informações sem precisar armazenar em seu próprio banco, deixando a aplicação mais leve. Portanto um banco de dados de SIG pode ser tão pequeno quanto alguns poucos *megabytes* ou tão grande como *terabytes*.

Adicionalmente a esses quatro componentes - rede, hardware software e banco de dados - um SIG também tem como elemento o *gerenciamento*. Para o sucesso de uma aplicação SIG, é necessário um gerenciamento por parte da organização que está usando a aplicação. Planejamento e regras bem especificadas e definidas para atingir suas necessidades com eficiência, sem perder a qualidade ou ultrapassar o orçamento. Finalmente, um SIG é inútil sem as *pessoas*. Uma pessoa que o desenvolva, o alimente com dados e interprete seus resultados. A gama de usuários SIG abrange desde especialistas que mantêm o sistema operando, até aqueles que usam o sistema como ajuda para o seu trabalho diário.

### 2.1.2 Geoprocessamento

Com o desenvolvimento tecnológico das TIC, tornou-se possível armazenar e representar informações em ambientes computacionais, abrindo espaço para o surgimento do geoprocessamento. Para (FONSECA; SANTOS; HERMANO, 2014), geoprocessamento corresponde a técnica que utiliza ferramentas matemáticas e computacionais com objetivo de representar o espaço geográfico e seus diversos contextos. O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional (MEDEIROS; CÂMARA, 2001). As ferramentas computacionais permitem realizar análises

complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Segundo Câmara e Davis (CÂMARA et al., 2000), é possível dizer de forma genérica: “Se *onde* é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”. Sempre que o *onde* aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG. Em um país como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os diversos problemas, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente quando baseado em tecnologias de baixo custo. (CÂMARA et al., 2000)

### 2.1.3 Geovisualização

Um apoio efetivo à decisão por meio de SIG requer que as representações em computador sejam facilmente interpretáveis pelos usuários para tomar decisões. Técnicas de geovisualização oferecem a perspectiva de torná-las inteligíveis aos usuários e evitar a sobrecarga de informações, eliminando detalhes irrelevantes ou desnecessários. A geovisualização é definida por (LORENZI et al., 2014) como um processo de criação e manipulação de mapas e seus conjuntos de dados associados.

Em tais casos, a geovisualização fornece o contexto e a estrutura para construir representações, algumas vezes a partir de registros esparsos. Esta técnica é diferente da cartografia e da produção de mapas pelo fato de usar um ambiente computacional interativo para exploração de dados, implicando na criação de múltiplas representações de dados espaciais ou permitindo a representação de mudanças ao longo do tempo (LONGLEY, 2012).

A geovisualização atual é muito mais do que a criação de mapas. Ela se desenvolveu em uma área aplicada da atividade que potencializa recursos de dados geográficos para atender a uma gama muito ampla de necessidades científicas e sociais, bem como em um campo de pesquisa que está desenvolvendo novos métodos visuais e ferramentas para facilitar a interação do usuário com esses dados.

Sistemas de geovisualização altamente interativos não apenas incorporam mais tipos de interatividade, mas combinam diferentes tipos de interatividade para permitir pesquisas mais sofisticadas. A visualização de dados espaciais requer o uso de mapas em que ao menos duas dimensões são utilizadas para representar o espaço físico, o que diferencia da simples visualização de informações que lida apenas com dados numéricos (LONGLEY, 2012).

Esses sistemas através de um conjunto de ferramentas e técnicas possibilita

a análise de dados geoespaciais. Esta é uma área que está em grande desenvolvimento e pode ser vista como uma ótima forma de visualização da informação que realça e facilita a exploração, apresentação da informação georreferenciada, à análise e tomadas de decisões.

#### 2.1.4 Análise de Dados Espaciais

Entender a distribuição espacial de dados vindo de acontecimentos ocorridos no espaço cria hoje um grande desafio para a esclarecer questões em diversas áreas do conhecimento. A maioria dos usuários restringe o uso de sistema de informação geográfica a operações de visualização, tirando conclusões intuitivas. Mas é possível ir além disso. Quando percebemos um padrão espacial, é muito útil transformar em considerações objetivas.

A análise espacial é o ponto crucial dos SIG, pois ela inclui todas as transformações, manipulações e métodos para apoiar decisões e para revelar padrões e anomalias não óbvias à primeira vista. É o processo pelo qual são transformados dados brutos em informação útil na busca pela descoberta científica ou por uma tomada de decisão eficiente.

O foco da Análise da Dados Espacial é considerar propriedades e relacionamentos, levando em consideração a localização espacial do fenômeno em estudo de forma clara. Ou seja, a ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer (DRUCK et al., 2014).

Fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço são denominados padrões pontuais. Nesse caso, o objeto de interesse é a própria localização espacial dos eventos em estudo. A análise espacial pode ser usada para avançar nos objetivos da ciência, revelando padrões que não haviam sido previamente reconhecidos e que fornecem pistas sobre generalidades e leis ainda desconhecidas. Os padrões na ocorrência de uma doença podem ser uma pista dos mecanismos que causam a doença.

O objetivo aqui é estudar a distribuição espacial destes pontos, testando hipóteses sobre o padrão observado: se é aleatório ou ao contrário se apresenta em aglomerados ou regularmente distribuído. Outro caso é estabelecer o relacionamento de ocorrência de eventos com características do indivíduo, tendo a possibilidade de haver algum fator ambiental, do qual não se tem dados (DRUCK et al., 2014).

#### 2.1.5 SIG Aplicado à Saúde

Nos últimos anos uma ferramenta de extrema importância para o setor da saúde são os SIG's. Sua capacidade de realizar um grande número de operações

(i.e., coleta, armazenamento, busca de dados e informações) é o motivo dessa popularidade. Uma ferramenta SIG tem também a capacidade de analisar dados, simular uma situação, ajudar na definição de estratégias a serem adotadas para a tomada de decisão na saúde.

Um dos objetivos de um SIG aplicado a saúde se trata de compreender a forma que uma doença se propaga, com objetivo de perceber como elas se difundem no espaço e o tempo de propagação, para uma tomada de decisão mais eficiente. Desse modo, Barcellos e Ramalho ([BARCELLOS; RAMALHO et al., 2002](#)) apontam que o principal desafio dessa área é o desenvolvimento de métodos específicos para a análise de riscos à saúde, subsidiados pela disponibilidade e qualidade dos dados existentes, a partir do estabelecimento de perguntas precisas que serão respondidas pelo sistema.

Deste modo, com a ajuda de um SIG existe a possibilidade do cruzamento de diversos dados (i.e., socioeconômicos, demográficos e ambientais) ocasionando um relacionamento de informações de diferentes bancos de dados. Para isto, é necessário que as informações sejam localizáveis, ou seja, os elementos sejam capazes de mostrar problemas do território. Através de um mapa que podemos compreender mais detalhadamente as condições de saúde pública, pois ele concede uma melhor visualização espacial e uma análise das áreas com maiores probabilidades de ocorrência de problemas de saúde.

## 2.2 Tecnologias

Nesta seção, são detalhadas algumas das principais tecnologias escolhidas para o desenvolvimento da proposta que precisam ser mencionadas, para o bom entendimento da proposta. O objetivo é permitir que o leitor tenha uma visão introdutória sobre os conceitos de cada um dos elementos fundamentais do sistema.

### 2.2.1 Java & Java EE

O Java é uma linguagem de programação orientada a objetos, um paradigma de programação de sistemas no qual todos os elementos inseridos são objetos. Como qualquer linguagem de programação, a linguagem Java tem sua própria estrutura, regras de sintaxe e paradigma de programação. Aplicações em Java normalmente podem ser executadas em qualquer plataforma, basta apenas que a plataforma que possua a Máquina virtual Java (JVM) instalada, independente da arquitetura do dispositivo ([GONÇALVES, 2007](#)).

A linguagem Java evoluiu e muitas implementações foram criadas com o objetivo de incluir novas tecnologias. Hoje, é possível utilizá-la em aplicações *desktop*,

páginas para a internet ou até mesmo em aplicativos em celulares. Para o desenvolvimento de aplicações web, a tecnologia disponibiliza um conjunto de tecnologias e ferramentas agrupadas chamado de Java EE.

Java EE se trata de um conjunto de especificações destinadas a facilitar a criação de aplicações em Java (GONÇALVES, 2007). Assim, o Java EE define um modelo de programação para criação de aplicações, onde diversas tarefas como persistência de dados, validações, transações, entre outras são especificadas para todos lerem, implementarem e usarem. O grupo que determina as especificações é aberto e qualquer pessoa pode participar.

## 2.2.2 JSF & Primefaces

Conforme a popularidade e importância do software foi crescendo no mundo, a comunidade de programadores vem constantemente desenvolvendo tecnologias que tornem mais fácil e rápido o desenvolvimento de aplicações de qualidade. (PRESSMAN, 1995)

JavaServer Faces (JSF) é uma tecnologia para criação de aplicações *Web* em *Java* (JAVAAE, 2017). É um *framework* web que tem como objetivo simplificar o desenvolvimento de interfaces de sistemas para aplicações na web. (FARIA, 2015) Com a utilização de componentes pré-prontos o desenvolvedor não precisa se preocupar com a parte cliente da aplicação (parte visual da aplicação). Basta adicionarmos os componentes e eles serão renderizados e exibidos na página em formato HTML.

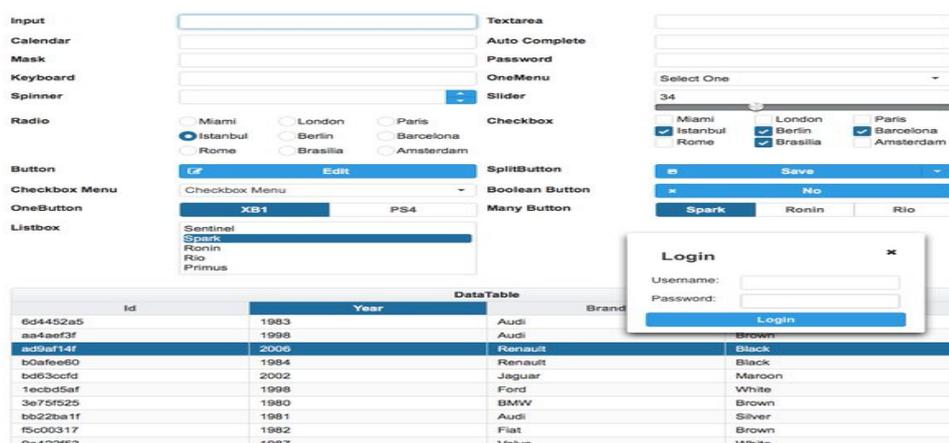


Figura 3: Exemplo de componentes da biblioteca PrimeFaces

Fonte: Extraído pelo autor do site *primefaces.org*. Abril, 2017

Porém, somente com o uso de JSF, a interface de usuário pode parecer um pouco obsoleta. Para deixar a aplicação mais sofisticada, há várias extensões do JSF que exercem essa função. Uma dessas extensões é o PrimeFaces que se trata de uma biblioteca de componentes para as aplicações web baseadas em JSF (PRIME-

[FACES, 2017](#)). Com o PrimeFaces é possível melhorar a experiência do usuário com a aplicação, além de aumentar a produtividade do desenvolvedor, pois é possível criar aplicações que funcionem corretamente em diversos dispositivos.

A biblioteca de componentes inclui diversos componentes como mostrado na Figura 3 campos de entrada, botões, tabelas, gráficos, diálogos, etc. O framework permite muitas possibilidades de criação de layout para aplicações web e temas gráficos que podem ser alterados facilmente, evitando a necessidade de utilizar componentes baseados em outras tecnologias. ([CARMISINI; VAHLICK, 2012](#))

### 2.2.3 Spring Security

Sobre a segurança da aplicação da proposta, foi utilizado o Spring Security. Ele consiste em um framework para Java que tem por finalidade facilitar na autenticação e autorização dos usuários das aplicações. ([SPRING, 2017](#)) A autenticação é a verificação das credenciais (login e senha) no momento da conexão com a aplicação. A Autorização é usado para verificar se um usuário específico, autenticado anteriormente, possui permissão para usar, manipular ou executar um recurso em questão. Uma das vantagens de usar Spring Security é a possibilidade de integração com vários outros sistemas de autenticação que podem aparecer como necessidade durante o desenvolvimento.

Iniciado em 2003 por Ben Alex, o Spring Security é distribuído sob a licença Apache. Ele oferece diversos recursos que permitem muitas práticas comuns de segurança sejam declaradas ou configuradas de uma forma direta. ([MULARIEN, 2010](#)) O Spring Security possui uma abordagem para a segurança baseada em papéis (*roles*). Por exemplo, uma aplicação de uma pizzaria poderia ter dois papéis: um "admin", que possui permissão para cadastrar todas as pizzas e fazer pedidos, e um "comum", que possui permissão apenas para fazer pedidos.

### 2.2.4 JPA & Hibernate

Um banco de dados em uma aplicação é o que permite o sistema armazenar e obter dados e informação. Para da área de geoprocessamento é mais importante o conceito de banco de dados relacional (BDR). O que torna um banco relacional é a maneira que os dados são armazenados e organizados. Um BDR, é uma base onde dados são armazenados na forma de tabelas relacionáveis entre si e os relacionamentos ocorrem por meio de chaves de identificação entre as tabelas ([SILBERSCHATZ et al., 2006](#)).

Quando falamos em banco de dados aqui neste trabalho, estamos nos referindo a banco de dados relacional ou mais especificamente a um Sistema Gerenciador

de Banco de Dados Relacional (SGBDR). Os sistemas de banco de dados são projetados para gerenciar grandes blocos de informação. O gerenciamento de dados envolve definir estruturas para armazenamento de informação e fornece mecanismos para a manipulação de informação (SILBERSCHATZ et al., 2006).

Para guardamos informações no banco de dados, utilizamos registros em tabelas e os relacionamentos ocorrem por meio de chaves de identificação entre as tabelas. Quando trabalhamos com orientação a objetos, representamos as informações por meio de classes e atributos e os relacionamentos ocorrem por meio de composição ou herança. Portanto durante o desenvolvimento de um sistema estamos sempre transformando objetos em registros e registros em objetos.

Ferramentas que auxiliam a tarefa de traduzir objetos em registros tornaram-se popular. São conhecidas como ferramentas de mapeamento objeto-relacional (ORM). *Hibernate* é uma dessas ferramentas ORM escrita na linguagem Java. O principal objetivo é diminuir a complexidade durante o desenvolvimento de aplicações que trabalham com banco de dados relacional. Esta ferramenta realiza a mediação entre o banco de dados e a aplicação, evitando que o desenvolvedor precise se aprofundar com algum banco de dados específico (FARIA, 2015).

Diversos frameworks de mapeamento objeto/relacional como o Hibernate implementam a *Java Persistence API* (JPA). A JPA é uma API padrão da linguagem Java que descreve uma interface comum para *frameworks* de persistência de dado. (FARIA, 2015). Entre outras vantagens do *Hibernate* está a capacidade de realizar cache das operações, aumentando a performance do seu software. Possibilidade de migrar para outro Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), apenas modificando o arquivo de configuração do *framework*, sem necessidade de alterar código da sua aplicação. Além do uso do HQL (*Hibernate Query Language*) um dialeto SQL para o *Hibernate*. Uma poderosa linguagem de consulta que se parece muito com a SQL, mas totalmente orientada a objetos.

### 2.2.5 Javascript, JSON e GeoJSON

Hoje em dia, as principais bibliotecas de visualização de dados são disponibilizadas em bibliotecas, conjunto de funções pré-escritas que podem ser acessadas e utilizadas no desenvolvimento do sistema, na linguagem Javascript. Por esta razão, mesmo o sistema principal sendo desenvolvido na linguagem de programação Java, para serem desenvolvidas as visualizações propostas, foi escolhida a linguagem Javascript. Além disso, para leitura de dados é necessário o uso de um formato que facilite a troca de dados em diferentes linguagens, como o JSON.

Javascript é uma linguagem de programação que foi concebida inicialmente



Maps e OpenStreetMap. Essas são tecnologias que possuem muitas similaridades que permitem mais flexibilidade ao desenvolvedor ao trabalhar com algum tipo de localização ou apenas posicionar um mapa na aplicação. A principal diferença entre esses dois ambientes de mapeamento está na forma que os dados são coletados e distribuídos, que ficam entre "fechado" e "aberto".

O Google Maps ([GOOGLE, 2017](#)) é, ainda hoje, a tecnologia mais utilizada pelos desenvolvedores em consequência do grande poder de mercado que a empresa google possui. No entanto, tem suas limitações para quem decide usá-lo gratuitamente. Apesar de ser gratuito, o número de requisições é limitado, e caso seja necessário um maior número de acessos, é preciso pagar por isso. O google hoje tem o monopólio em relação a mapeamento e conforme vai crescendo, vai deixando mais a empresa no controle de tudo. Embora seja possível colaborar com o google, depois que as informações são inseridas, estas ficam na propriedade da empresa. E a empresa que vai decidir quanto você precisa pagar para ter acesso a todas as funcionalidades. É preciso então uma alternativa aberta, uma dessas alternativas é o OpenStreetMap (OSM).

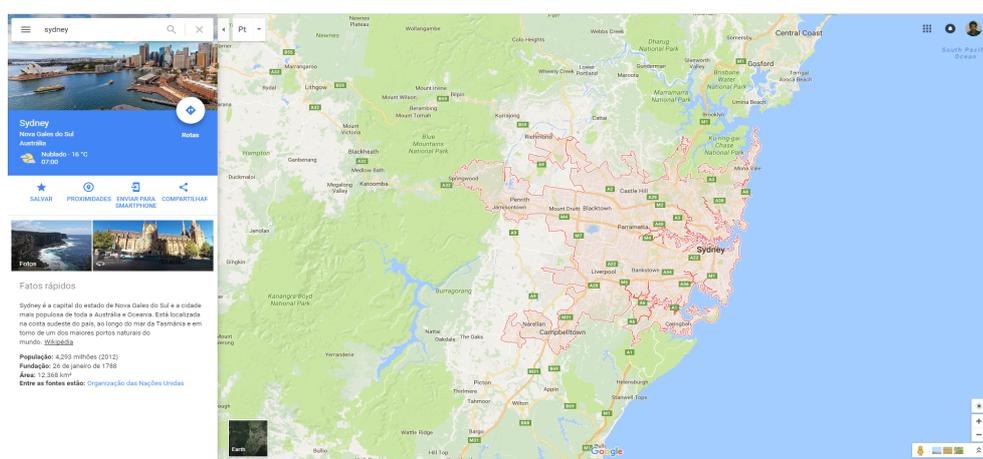


Figura 5: Exemplo de busca usando o Mapa da Google Maps

Fonte: Extraído pelo autor do site [maps.google.com](https://maps.google.com). Abril, 2017

O OpenStreetMap (OSM) ([OSM, 2016](#)) é um mapa colaborativo que qualquer um pode editar. Por exemplo, o dono ou consumidor pode adicionar um estabelecimento que esteja faltando no mapa. Em termos de exibição, cada usuário que cria um mapa está livre para mostrá-lo como quiser. O OSM usa software livre e de código aberto para renderização e qualquer um pode utilizá-lo. Em outras palavras, quem estiver interessado pode criar seus próprios mapas usando os dados já existentes. Com relação aos dados do OpenStreetMap, um usuário está livre para baixar alguns ou até mesmo todos os mapas. Isto significa que é possível usar os dados sem estar conectado à Internet, nem precisar informar sua localização.

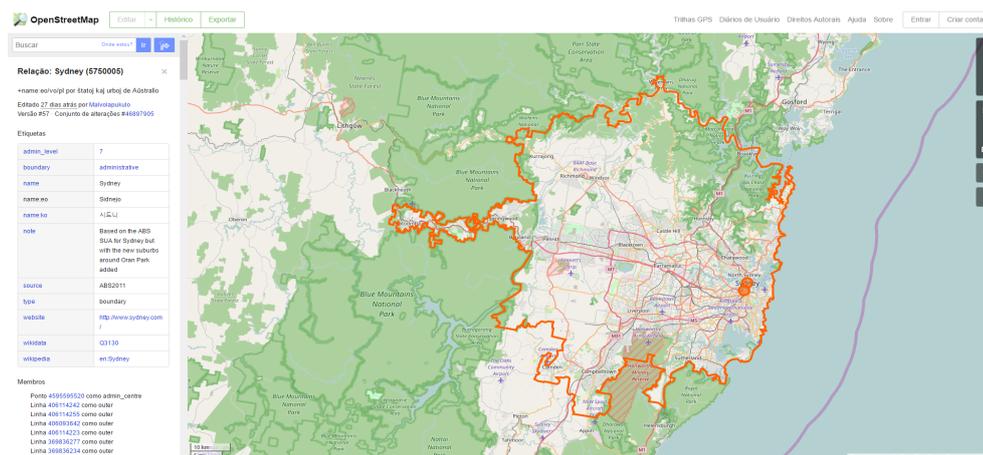


Figura 6: Exemplo de busca usando o Mapa da OpenStreetMap

Fonte: Extraído pelo autor do site [openstreetmap.org](http://openstreetmap.org). Abril, 2017

A comunidade OSM possui milhares de colaboradores de todo o mundo estão atualizando o mapa conforme necessário. Cada atualização é visível para todos os outros usuários imediatamente para controle. Não há ciclos de *release* ou aprovações que são característicos em grandes organizações. O objetivo do OSM é disponibilizar um mapa gratuito e editável por qualquer pessoa que conheça uma região e esteja disposta a contribuir com informações da mesma.

### 2.2.7 Leaflet

*Leaflet* é uma biblioteca livre desenvolvida por Vladimir Agafonkin para mapas interativos na linguagem Javascript ([AGAFONKIN, 2017](#)). Destaca-se pela sua simplicidade, performance, usabilidade e suporte em todos os navegadores atuais. Portanto, funciona com eficiência na maioria dos dispositivos móveis e *desktop*. Além de ser fácil de usar, tem uma boa documentação, juntamente com códigos para ajudar no desenvolvimento. Os mapas são bonitos e agradáveis baseados no *OpenStreetMap* como pode ser visto na Figura 7.

Soluções baseadas em *OpenStreetMap* permitem uma grande quantidade de usos que não seriam possíveis com o *Google Maps*, como acesso *off-line*, mapas vetoriais, personalização de aparência do mapa etc.

Um das vantagens de usar o *Leaflet* é ter a liberdade de usar fontes de dados de mapas de diferentes fontes através de uma mesma sintaxe. Por exemplo, se quisermos inserir mapas em nosso sistema web baseado no *Google Maps* teremos que estudar toda a documentação específica para o serviço da Google. Caso sentirmos a necessidade de utilizarmos outra fonte de dados, teremos de estudar toda a documentação específica deste outro serviço e refazer todo nosso código. Logo, quando

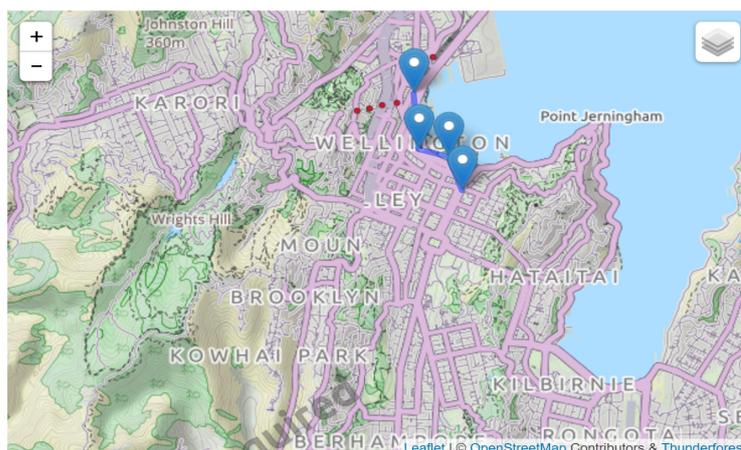


Figura 7: Exemplo de Mapa da Biblioteca Leaflet

Fonte: Extraído pelo autor do site *leafletjs.com*. Abril, 2017

se utiliza o *Leaflet*, tem-se a liberdade de escolher a fonte de mapas que melhor se adapta a sua necessidade, mantendo a mesma sintaxe e os mesmos comandos seja qual for o serviço de mapas escolhido.

Outra vantagem se trata de contar com uma grande comunidade de usuários que publicam tutoriais e extensões na Internet. Através de extensões desenvolvidas pela comunidade pode-se dar ainda mais poder aos mapas gerados com Leaflet (i.e., incluir um conjunto de ferramentas no mapa que permite ao usuário desenhar de forma livre no mapa, exportar e imprimir a imagem do mapa, habilitar ferramentas para o usuário poder realizar medições a partir de interações com o mapa, etc).

## 2.3 Trabalhos Relacionados

Nessa seção, são apresentados trabalhos relacionados que lidam com soluções de apoio à decisão com uso de SIG dentro de sistemas de saúde. É apresentado a relevância do uso de sistemas inteligentes no tratamento e acompanhamento de doenças.

A literatura apresenta alguns trabalhos de SIG aplicados à saúde. Health-map (FREIFELD et al., 2008) é um destes trabalhos. A aplicação fornece um mapeamento global de alertas de doenças como mostrado na Figura 8. O sistema tem por objetivo aumentar a vigilância de doenças infecciosas através da integração de um conjunto de dados, incluindo dados da OMS, ProMED-mail e notícias na Internet. Com esse cruzamento de dados a aplicação aumenta a utilidade de cada conjunto de dados caso fosse analisado individualmente. Por meio de um sistema automatizado de processamento de texto, os dados são separados por doença e exibidos por locali-

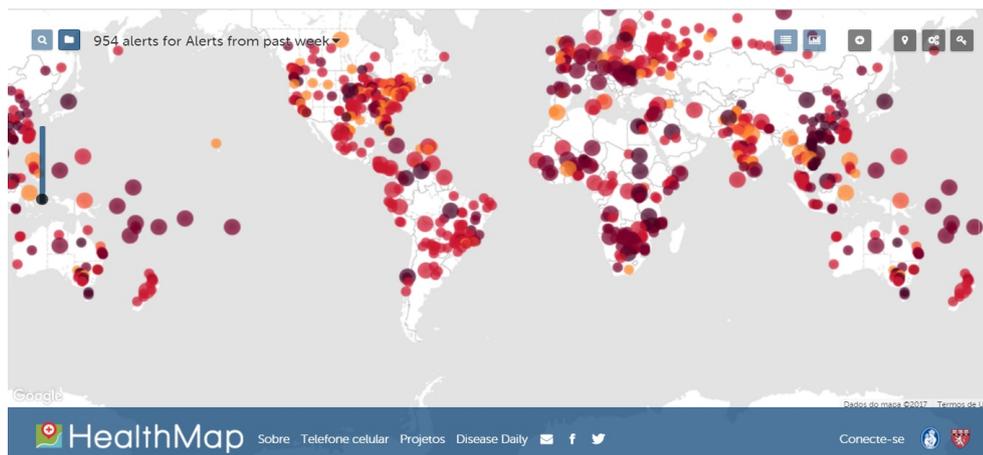


Figura 8: Healthmap - Alertas sobre Chicungunha na Brasil, durante o período de 01/01/2017 a 01/04/2017.

Fonte: Extraído pelo autor do site *healthmap.org*. Abril, 2017

dade, fornecendo assim um ponto de partida para a informação em tempo real sobre doenças infecciosas emergentes. Este projeto é o resultado da Divisão *Harvard-MIT* de Ciências da Saúde e Tecnologia

Hughes *et al* (HUGHES *et al.*, 2014) apresentam uma aplicação de vigilância em tempo real de doenças transmitidas pela água na cidade de Ahmedabad na Índia, como mostrado na Figura 9 A aplicação proposta faz uso de várias tecnologias, partindo da coleta usando *tablets* Android até a análise usando *Pysal*, um framework da linguagem *python* para conversão da base de dados em camada *Keyhole Markup Language* (KML), cujos resultados são guardados em uma base de dados em nuvem para auxiliar a visualização de mapas por meio do *OpenStreetMap* (OSM, 2016).

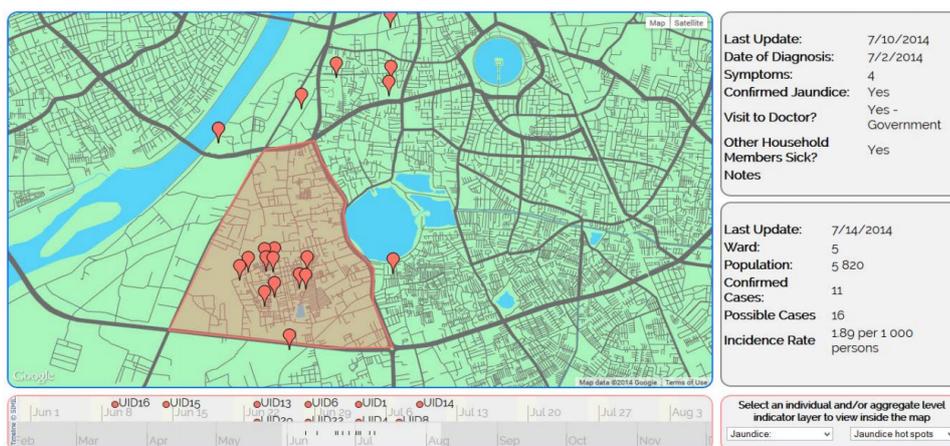


Figura 9: Interface do trabalho de Hughes *et al* de geovisualização indicando um ponto quente e casos individuais de icterícia.

Fonte: (HUGHES *et al.*, 2014)

Das e Alam (DAS; ALAM, 2014) apresentam um sistema baseado em localização para auxiliar serviços de emergência médica. O objetivo é uma solução para apresentar os centros médicos mais próximos após a ocorrência de um acidente. O sistema foi implementado usando o OpenStreetMap (OSM, 2016) e uma aplicação para dispositivos *Android*. Durante uma situação de emergência, a aplicação mostra os marcadores com todos os centros de saúde próximos, juntamente com informações de áudio para deficientes visuais.

Um outro exemplo do uso das tecnologias para aplicações de saúde é o *Global Public Health Intelligence Network* (GPHIN) (MAWUDEKU; BLENCH, 2006). O GPHIN é um sistema do governo canadense que coleta dados da internet sobre eventos relacionados a saúde em sete idiomas (i.e., inglês, espanhol, francês, árabe, russo, chinês simplificado e tradicional). As informações coletadas são agrupadas por relevância e analisadas por funcionários do governo canadense, para então serem disponibilizadas para os usuários. Eventos graves são enviados imediatamente aos usuários. O GPHIN demonstrou que o monitoramento extensivo e análise de notícias em todo o mundo pode efetivamente ajudar na detecção precoce de ameaças de doenças emergentes. O GPHIN pôde identificar o surto de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) bem antes de relatórios oficiais no ano de 2002-2003 (MAWUDEKU; BLENCH, 2006).

Em (FEI et al., 2016), os autores fazem uma relação espaço-temporal dos casos de câncer de tireoide e de mama na cidade de Hangzhou, China. Eles utilizaram o critério integrativo de previsibilidade da doença (PDI) para observar a relação entre estes dois tipos de câncer nas bases de conhecimento de mapeamento da doença, informando melhores previsões de incidência espaço-temporal de uma ou de outra na mesma região. Ou seja, é realizada uma avaliação da variação espaço-temporal da incidência da doença para melhorar a compreensão das associações entre câncer de tireoide e de mama no nível populacional, por meio da combinação da teoria da Entropia Máxima Bayesiana (BME).

Portanto os SIGs surgem como excelentes ferramentas para combinar informações de diferentes fontes bem como apresentar informações de apoio à decisão em sistemas para saúde. Além disso, eles fornecem mecanismos eficientes para examinar dados, identificando padrões, relações e anomalias de difícil detecção quando os dados são analisados de forma independente.

# PROPOSTA

A proposta deste trabalho consiste em estender sistemas de gestão no atendimento a portadores do câncer infanto-juvenil com um módulo de mapas, que usará dados extraídos pelos sistemas e os transformará em informações relevantes a serem usadas pelos gestores e profissionais de saúde.

## 3.1 Fluxo de Interação da Proposta

Nesta seção, apresentamos o fluxo de interação da proposta, desde a entrada de dados no sistema até a integração final com a proposta do trabalho, como mostrado na Figura 10. Para atingir tal objetivo de maneira didática, a seção está dividida em três etapas principais: (i) coleta de dados, (ii) extração e transformação de dados e, por fim, (iii) a geovisualização.



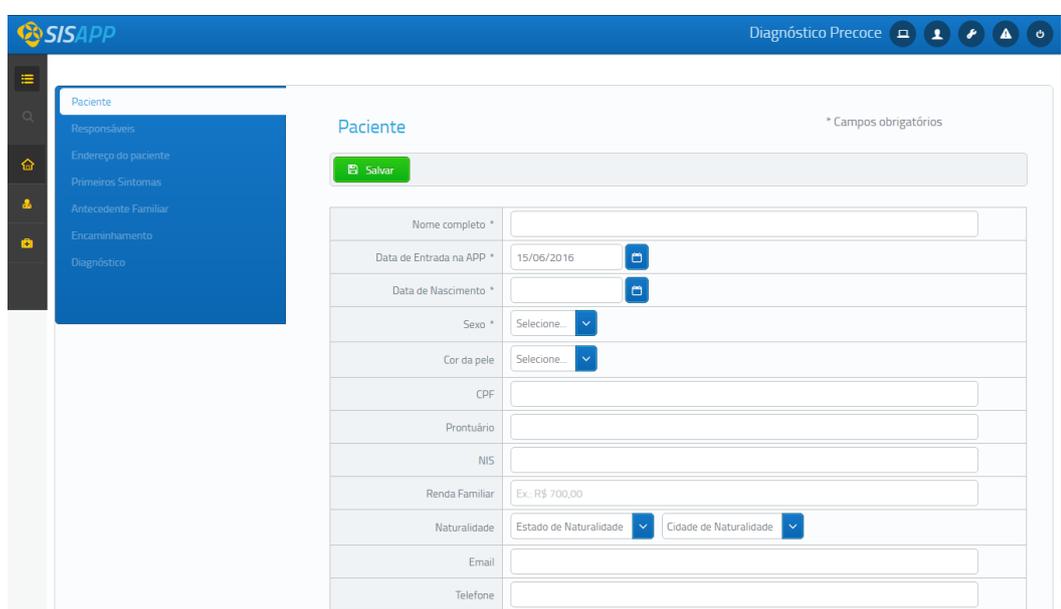
Figura 10: Fluxo de interação da Proposta

Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.1.1 Coleta de dados

O primeiro passo consiste na coleta de dados. Destaca-se que, em ambiente hospitalares, os bancos de dados tendem a ser alimentados diariamente dado o acompanhamento médico e nutricional que deve ser dado aos pacientes. Os dados usados nas etapas seguintes são provenientes do banco de dados alimentado nesta etapa.

Destacamos que sistema hospitalares também costumam ser diariamente alimentado por atividades desenvolvidas dentro do hospital, tais como projetos sociais, de ensino, pesquisa e extensão. Portanto, esse banco de dados permite uma vasta combinação de informações capazes de influenciar o resultado final (geovisualização).



A imagem mostra a interface de usuário do sistema SISAPP para o cadastro de um paciente. O formulário é dividido em seções e contém os seguintes campos:

- Nome completo \*
- Data de Entrada na APP \* (15/06/2016)
- Data de Nascimento \*
- Sexo \* (Selecione...)
- Cor da pele (Selecione...)
- CPF
- Prontuário
- NIS
- Renda Familiar (Ex: R\$ 700,00)
- Naturalidade (Estado de Naturalidade e Cidade de Naturalidade)
- Email
- Telefone

Um botão verde "Salvar" está localizado no topo do formulário. À esquerda, há um menu de navegação com opções como "Paciente", "Responsáveis", "Endereço do paciente", "Primeiros Sintomas", "Antecedente Familiar", "Encaminhamento" e "Diagnóstico".

Figura 11: Exemplo de formulário de cadastro de paciente.

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 11 ilustra um exemplo de formulário de cadastro de um paciente em um sistema de gestão em saúde. Além das informações pessoais básicas do paciente (ex: nome, sexo, naturalidade, data de nascimento etc), também são cadastrados os endereços do paciente, os dados sobre seu encaminhamento (casos em que o paciente vem encaminhado de outros hospitais), dados sobre seus antecedentes familiares (i.e., para estudo do impacto genético nos indicadores de câncer), primeiros sintomas da doença e, por fim, o diagnóstico.

A Figura 12 apresenta uma modelagem de parte do banco de dados com foco nas informações geográficas. Nota-se que essa modelagem flexibiliza a interação com informações geográficas. Por exemplo, as cidades são referenciadas com dados geográficos. Assim, no ato do cadastro da naturalidade e endereços de um paciente é realizada uma busca via *Web service* da latitude e longitude correspondentes para

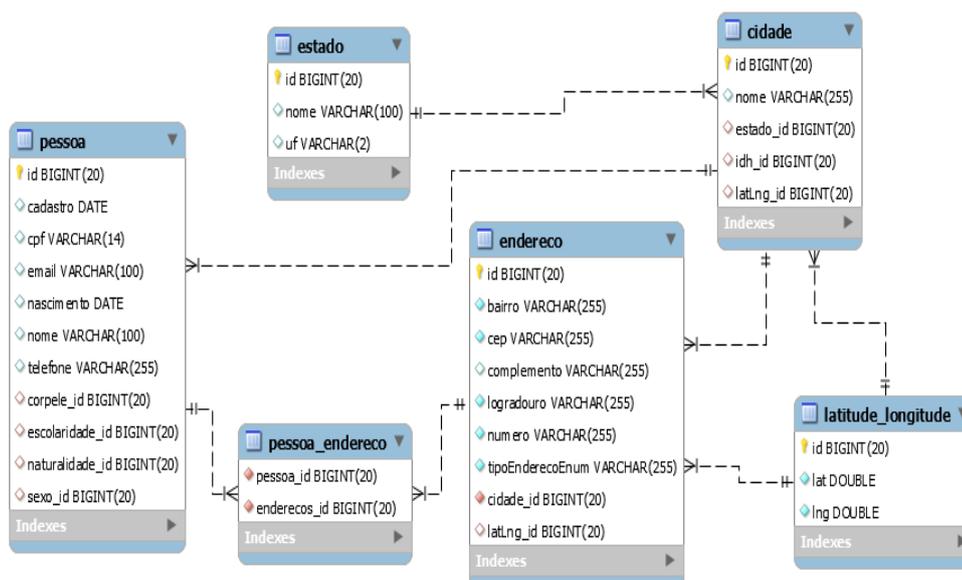


Figura 12: Modelagem do banco de dados do SISAPP com foco nas informações geográficas.

Fonte: Elaborada pelo autor

uso posterior no sistema.

Um paciente pode ser associado a vários pontos geográficos: cidade onde nasceu, endereço de procedência (i.e., local que paciente residia quando a doença foi diagnosticada) e, por fim, endereço atual (i.e., local que o paciente reside durante o tratamento).

Conforme apresentado a seguir, o foco principal das análises aqui propostas levam em conta a naturalidade, o endereço atual e de procedência do paciente, além das localidades onde são realizadas ações de diagnóstico precoce.

Nota-se que toda *pessoa* com um endereço cadastrado no sistema pode ser analisada geograficamente já que todo endereço tem um relacionamento direto com a latitude e a longitude. Através da utilização de *scripts* e *Web services*, os dados geográficos são salvos automaticamente no ato de cadastro do endereço. O mesmo ocorre com *cidade*: latitude e longitude são salvos automaticamente e todas as entidades relacionadas podem ser analisadas geograficamente. Em um sistema, como muitas das entidades têm relação com *pessoa* e/ou *cidade*, torna-se mais fácil a análise e geovisualização.

### 3.1.2 Extração e Transformação de Dados

A etapa de Extração e Transformação de Dados ocorre após a etapa de Coleta de Dados. O principal objetivo da extração é adquirir somente os dados do sistema necessários para trabalhar nas atividades do hospital e prepará-los com o propósito de gerar uma base de dados separada para a análise de acordo com as principais

necessidades. A limpeza auxilia no descarte de inconsistências da base, como tratar valores nulos e eliminar registros irrelevantes para análise.

O próximo passo é a extração e a transformação dos dados. Extrair do banco os dados necessários e transformá-los em um formato aberto como serviço. Conforme citado no Capítulo 2, o *JavaScript Object Notation* (JSON) é um modelo para disponibilização de informações na *web*. Apesar de simples, o JSON vem sendo bastante utilizado por muitas aplicações *web* dada a sua capacidade de estruturar informações em uma forma mais compacta e legível, tornando assim mais fácil a análise dessas informações.

Primeiramente, os dados desejados são pesquisados utilizando a linguagem de programação nativa de desenvolvimento do sistema. Após o resultado da pesquisa do banco de dados, é necessária a transformação para o formato JSON, pois todos os dados utilizados na etapa seguinte são em formato JSON ou GeoJson. Somente dados relevantes que serão usados na geovisualização são filtrados para o arquivo JSON.

Como exemplo, para obter a visualização de um mapa que tem por objetivo mostrar a relação dos treinamentos realizados pelo hospital em outras cidades sobre câncer infantil. Para esta visão será extraído do banco de dados informações que têm relevância com o tema como o nome da cidade, a quantidade de treinamentos por cidade, latitude e longitude da cidade, data, e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Somente esses dados são passados para o arquivo JSON, onde data e IDH podem ser usados como filtros de informações.

### 3.1.3 Geovisualização

A geovisualização dá apoio à tomada de decisão e determina um curso de ação apropriado, incluindo a seleção de locais para acompanhamento e alertando para a formulação de novas estratégias para diagnóstico precoce.

A geovisualização é um componente baseado em *HTML*, feita utilizando *JSF* e *PrimeFaces*. Para os mapas foi utilizada a biblioteca *JavaScript* de código aberto denominada *Leaflet*. Conforme detalhado no Capítulo 2, o *Leaflet* permite manipular mapas interativos em projetos *web* de maneira simples, com alta performance e usabilidade, juntando em apenas uma biblioteca todas as ferramentas necessárias para a criação de aplicações geoespaciais.

Após a coleta e transformação dos dados, a página recebe os dados no formato JSON e representa os dados no mapa. Usando o Leaflet existem duas maneiras de adicionar dados no mapa como foi mostrado na Figura 7. Adicionando marcadores individuais, a solução para adicionar vários marcadores seria percorrer o JSON

e ir atribuindo as coordenadas de latitude e longitude nos marcadores. Outra maneira, mais rápida e fácil, é formatar o JSON para GeoJSON e apenas atribuir ao mapa. Destaca-se que uma das funcionalidades da página consiste na aplicação de filtros customizados e interativos que possibilitam a atualização dos dados contidos no mapa.

---

## ESTUDO DE CASO

---

A administração dos hospitais lida com dificuldades para gerenciar grande volume de dados. É necessária uma extração de informações relevantes para melhorar o processo de tomada de decisão, poupando tempo para prevenção e tratamento. Neste perfil, um estudo de caso foi realizado, implantando a solução proposta na Associação Peter Pan (APP) (APP, 2016).

### 4.1 Associação Peter Pan (APP)

A APP é um centro de excelência e referência no tratamento do câncer infanto-juvenil localizado em Fortaleza-CE. É uma entidade civil - pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sem caráter religioso e político, reconhecida como de utilidade Pública Federal, Estadual e Municipal, tendo autonomia administrativa e financeira.

A Associação visa ser referência nacional no tratamento do câncer infanto-juvenil e na tecnologia do conhecimento biopsicossocial de modo autossustentável, para viabilizar de forma sistêmica: o diagnóstico precoce, o tratamento especializado e o atendimento humanizado, em consonância com a Organização Mundial de Saúde (OMS).

Ciente de que o câncer não se trata apenas com Quimioterapias, Radioterapias e Cirurgias, a APP vem reunindo os três Setores Econômicos, mobilizando Estado, pessoas e empresas, com o objetivo de viabilizar Tratamento Especializado, Atendimento Humanizado e Diagnóstico Precoce para aqueles que já na mais tenra infância amargam o câncer e suas consequências. Durante seus 20 anos de existência, a Associação Peter Pan vem realizando um voluntariado responsável, transparente e empreendedor, que se tornou um grande Projeto Social, representando uma significativa rede de ações em vários segmentos sociais, com foco na cura do câncer infanto-juvenil e na qualidade de vida no Ceará, em parte do Nordeste e em todo o Norte do país, no que concerne à Atenção Especializada, transformando a história do câncer infanto-juvenil.

A APP atende, em média, aproximadamente 2.300 pacientes, com apoio de

250 voluntários e 100 colaboradores por meio de mais de 20 programas sociais, educacionais e de pesquisa implantados (APP, 2016). A APP é composta por uma área de 3.270 m<sup>2</sup>, 71 leitos (7 UTI's especializadas), Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), enfermarias, consultórios médicos, brinquedoteca, sala do voluntariado, e atendimento psicológico. Outros serviços hospitalares, a decoração temática e os jardins e parques reforçam a filosofia de atendimento humanizado proposta pela Associação Peter Pan. Tudo distribuído em cinco pavimentos.

A associação tinha como desafio a complexidade em gerenciar e processar o seu grande volume de dados, proveniente de vários setores, projetos e sistemas, o que então acarreta um baixo nível de cobertura de todas as informações dentro do hospital, além da demora de todo o processo da coleta até a análise manual de dados. Com isso, a administração e profissionais de saúde do hospital enfrentam desafios no uso desses dados e relatórios estrategicamente e tomar decisões em tempo hábil. A partir dessa problemática, surge então o SISAPP, sistema de gestão para o hospital.

## 4.2 SISAPP

O SISAPP é um sistema *web* de apoio à gestão, com foco nos processos de acompanhamento do hospital e seus pacientes que desde 2014 vem sendo desenvolvido por alunos e professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) para a Associação Peter Pan <sup>1</sup> Um dos objetivos do sistema é permitir a rastreabilidade do paciente: o acompanhamento vai desde as primeiras consultas, passando pelas diversas etapas do tratamento da doença, até depois do tratamento. Os processos internos geram informações sobre o paciente e sua família, que serão utilizadas por profissionais da saúde e gestores no processo de tomada de decisão, que poderão identificar anomalias nos processos internos das organizações e tomar medidas corretivas.

O sistema permite que profissionais de saúde e gestores da APP acompanhem indicadores importantes na tomada de decisão através de três módulos principais: 1) Diagnóstico Precoce, 2) Ambulatório Nutricional, 3) Ensino, Pesquisa, Extensão, detalhados a seguir. **Por questão de privacidade dos pacientes, os indicadores apresentados neste trabalho são todos fictícios.**

### 4.2.1 Diagnóstico Precoce

O módulo de diagnóstico precoce é o principal módulo do sistema, nele são cadastradas as informações de todos os pacientes que dão entrada na APP. Além

<sup>1</sup> O projeto conta com a parceria da Universidade Federal do Ceará (UFC).

disso, informações referentes as ações de diagnóstico precoce do hospital, como treinamentos e campanhas publicitárias sobre o câncer infantil que são conduzidos pelo hospital também são cadastradas.

Ao entrar no hospital, o paciente é cadastrado no sistema. As seguintes informações são inseridas sobre o paciente:

- Dados Gerais (Nome, sexo, data de nascimento, prontuário, Número de Identificação Social (NIS), cor de pele e etc)
- Dados do Responsável
- Endereços
- Situação Habitacional (Abastecimento de água, material das paredes, pisos e telhados e etc)
- Histórico de Câncer (Detalhes do primeiro sintoma, registro de antecedente com a doença, registro das consultas e etc)
- Diagnóstico (Etapa da doença, tratamentos atuais e anteriores, grau de desenvolvimento da doença e etc.)

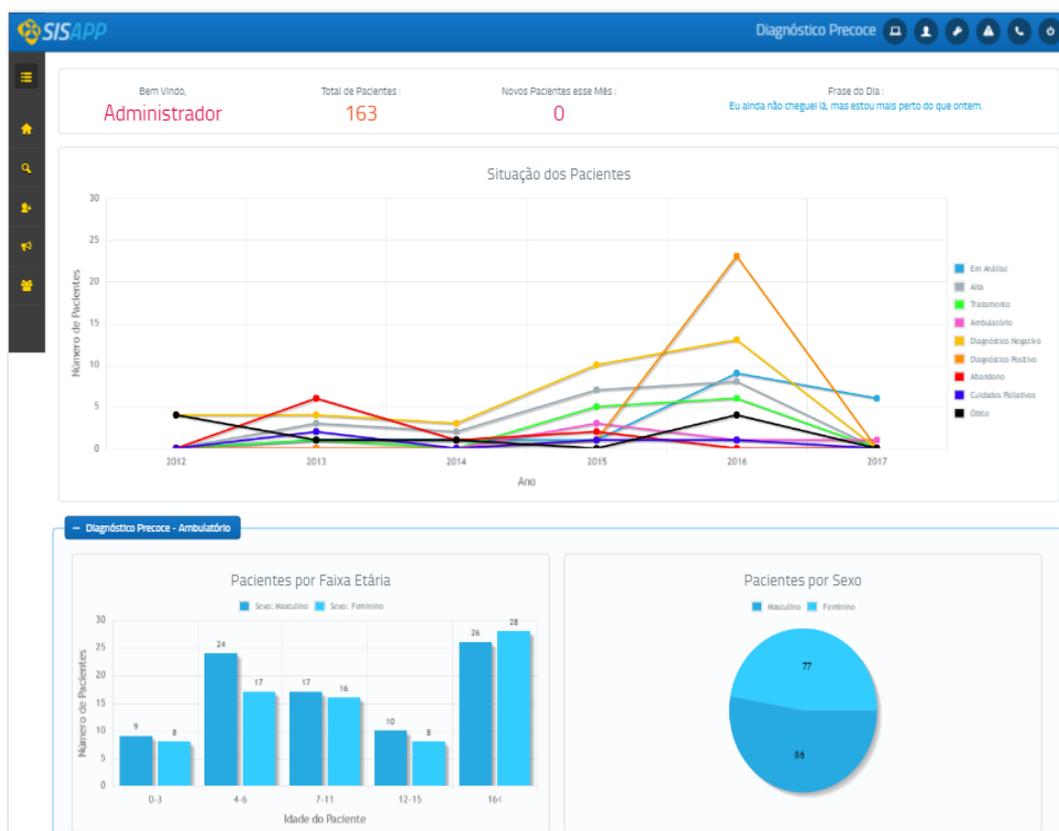


Figura 13: Painel de indicadores do módulo de diagnóstico precoce do SISAPP

Fonte: Elaborada pelo autor

Todas essas informações cadastradas podem servir para gerar indicadores para os gestores e administradores do sistema por meio de buscas simples e dinâmicas, relatórios e painéis de indicadores. Cada módulo do sistema, tem seu respectivo painel, com os principais indicadores que foram requisitados pelos gestores do hospital. A Figura 13, apresenta alguns gráficos do painel de indicadores do módulo de diagnóstico precoce.

Um dos gráficos mais importantes para esse módulo, apresenta o número de pacientes agrupados pela situação dentro do hospital, em função do ano. Dentro do hospital, existem nove possíveis estados que um paciente pode se encontrar cadastrado no sistema: Em Análise, situação em que o paciente acabou de entrar no hospital, ele permanece nesse estado enquanto realiza todos os exames antes do diagnóstico. Diagnóstico Positivo e Diagnóstico Negativo, dependendo de qual será o resultado dos exames para a descoberta do câncer. Tratamento e Ambulatório, quando o paciente dá continuidade ao tratamento. Cuidados Paliativos, caso a doença já se apresente em estágio avançado. E por fim, Abandono e Óbito.

O gráfico de situação dos pacientes, portanto mostra a quantidade de pacientes agrupados por situação, dando uma visão mais rápida de indicadores importantes, como por exemplo quantos pacientes vieram a óbito nos anos anteriores ou quantos pacientes estão no ano atual ainda sem diagnóstico.

Além de toda a parte relacionada aos pacientes, no módulo de diagnóstico precoce também são coletadas e armazenadas as informações sobre treinamentos e campanhas publicitárias.

Estudos feitos em São Paulo (ANTONELI et al., 2004) mostraram uma redução no número de pacientes com diagnóstico avançado e no tempo de encaminhamento após a realização de campanhas de diagnóstico precoce para retinoblastoma. Isso mostra que estratégias de divulgação de informações para profissionais e para a população, ressaltando a importância do diagnóstico precoce são realmente importantes.

O conhecimento sobre o câncer infantil por parte do profissional de saúde é fundamental para um diagnóstico seguro e rápido. Partindo dessa premissa o hospital, com toda sua equipe capacitada, pode realizar treinamentos e campanhas em outras cidades para treinar e conscientizar profissionais da saúde. Essas informações também são registradas no sistema, para futuras buscas, relatórios e estudos por parte do hospital.

## 4.2.2 Ambulatório de Nutrição Clínica

Esse é o módulo responsável por controlar todas as informações nutricionais dos pacientes cadastrados anteriormente no módulo de diagnóstico precoce. As formas mais comuns de tratamento do câncer, incluem a radioterapia, a quimioterapia, a cirurgia e o transplante de medula óssea. O tratamento, assim como a própria doença, tem efeitos agressivos para a criança, deixando o organismo vulnerável e debilitado, aumentando o risco de comprometimento nutricional (GARÓFOLO, 2005).

De fato, o câncer é uma doença catabólica, em que o tumor maligno atua de forma a consumir as reservas nutricionais da criança, levando ao prejuízo nutricional. A desnutrição é o principal distúrbio nutricional na criança e no adolescente com câncer, e quando acontece, agrava ainda mais o quadro clínico do paciente (PEDROSA et al., 2000).

Estudos mostram que pacientes com câncer desnutridos demonstram prolongar os dias de hospitalização (DUCHINI et al., 2010). Portanto, é feito necessário um acompanhamento rigoroso por partes dos nutricionistas do hospital. Todo o acompanhamento dos pacientes costumava ser registrado em papéis e os cálculos necessários com a ajuda de alguns sistemas sem nenhuma sincronização entre eles.

Logo, o objetivo deste módulo, é centralizar todas as informações e cálculos nutricionais em um só módulo. Depois de cadastradas todas as informações necessárias, o sistema automaticamente calcula os indicadores necessários para o apoio a decisão do nutricionista.

Um dos cálculos mais importantes para os nutricionistas baseia-se nas curvas de crescimento estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS). As curvas de crescimento constituem um importante instrumento técnico para medir, monitorar e avaliar o crescimento de todas as crianças e adolescentes de 0 a 19 anos (ORGANIZATION et al., 1999).

O cálculo do *Escore Z* é feito como mostra a Equação 4.1. A OMS considera desnutridas crianças com índices inferiores a  $-2$  escores Z abaixo da mediana de referência. Crianças abaixo de  $-3$  escores Z ou menos de 70% de adequação em relação à mediana são consideradas desnutridas graves (ORGANIZATION et al., 1999)

$$\text{Escore Z} = \frac{(\text{Medida da criança} - \text{Mediana de referência})}{\text{Desvio Padrão (para idade e sexo)}} \quad (4.1)$$

O sistema calcula os *Escore Z* recomendados para a idade e sexo da criança e armazena os resultados para permitir uma análise da evolução da criança. A Figura 14 mostra um dos gráficos apresentados para a nutricionista. Depois de calculado o *Escore Z* levando em conta a altura e idade da criança, exemplo da Figura 14, o



Figura 14: Gráfico de Escore Z de Altura por Idade do Módulo de Nutrição do SISAPP

Fonte: Elaborada pelo autor

gráfico é renderizado, mostrando em que ponto nas curvas a criança se encontra.

Assim, como no módulo de diagnóstico precoce, todas as informações cadastradas geram indicadores para os usuários sistema por meio de buscas simples, relatórios e painel de indicadores. A Figura 15, que apresenta alguns dos gráficos do painel de indicadores do módulo de nutrição.

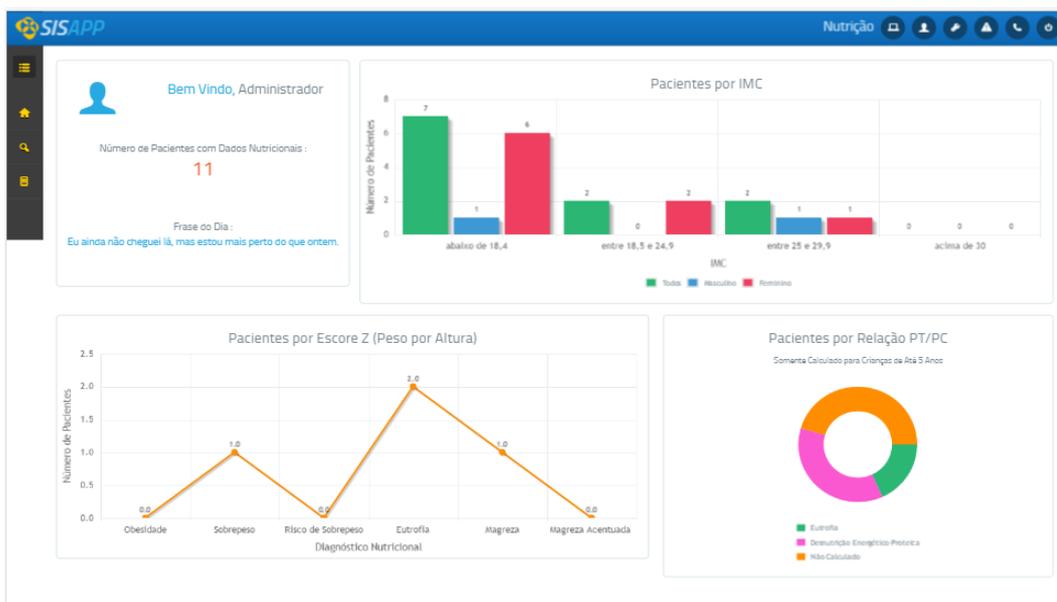


Figura 15: Painel de indicadores do módulo de nutrição do SISAPP

Fonte: Elaborada pelo autor

### 4.2.3 Ensino, Pesquisa e Extensão

Este módulo tem por objetivo controlar todos os projetos de ensino, pesquisa e extensão que são realizados no hospital. O hospital é uma referência no ensino e

na pesquisa, colaborando na formação de qualidade de profissionais em pediatria.

Os cursos que são ministrados pela APP são registrados no sistema. Informações como carga horária e número de participantes são importantes para o controle dos cursos. Além disso, também são registrados os projetos de pesquisa, que inclui o cadastro dos pesquisadores envolvidos no projeto e congressos que participaram. Além dos projetos de extensão, que guardam informações como número de participantes, número de bolsistas, parceiros envolvidos e etc.

Assim, como nos outros módulos, todas as informações cadastradas geram indicadores para os usuários sistema por meio de buscas, relatórios e painel de indicadores. Como mostrado na Figura 16, que apresenta alguns dos gráficos do painel de indicadores do módulo de ensino, pesquisa e extensão.

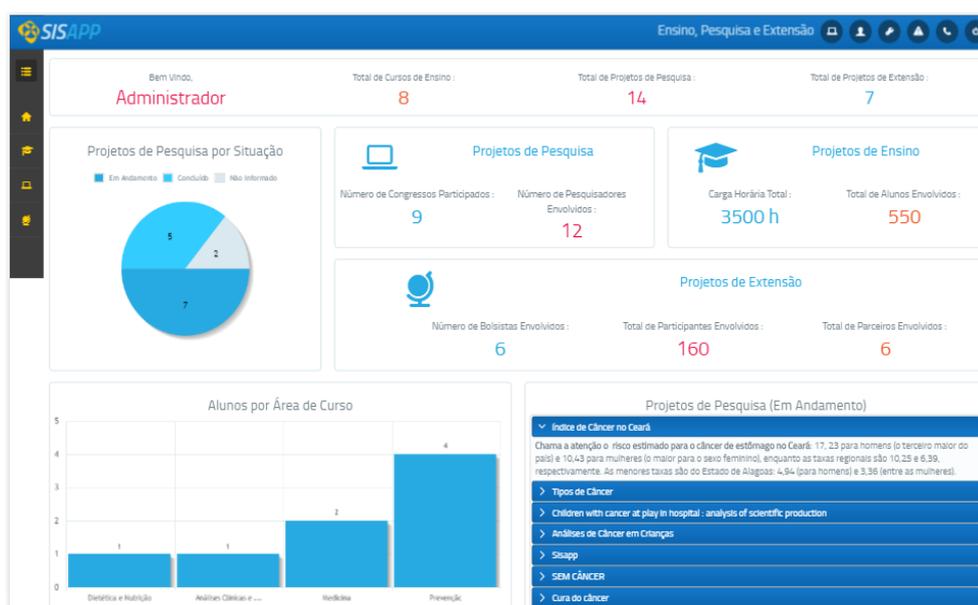


Figura 16: Painel de indicadores do módulo de ensino, pesquisa e extensão do SISAPP

Fonte: Elaborada pelo autor

---

## RESULTADOS

---

No estudo de caso proposto, visou-se oferecer uma nova camada de serviços com o objetivo de gerar informações enriquecidas a partir de dados provenientes do SISAPP. Estes dados requerem métodos escaláveis de análise, pois precisam considerar as características particulares do espaço geográfico, tais como heterogeneidade, diversidade de características e relacionamentos, além de similaridades espaço-temporais. As soluções de mapeamento aqui propostas auxiliam a tomada de decisão efetiva de curto e longo prazo através de mecanismos de geovisualização.

As visualizações aqui propostas para representação dos dados estão em três formas de mapa: mapa de marcadores, mapas de calor (*heat map*) e mapas de densidade. Além disso três análises de dados: número de pacientes por procedência, número de pacientes por naturalidade, número de óbitos por procedência e treinamentos.

Um dos indicadores mais importantes para a APP tem por finalidade analisar o número de pacientes por procedência. Apesar da APP estar localizada na cidade de Fortaleza-CE, muitos dos pacientes atendidos são oriundos de outras cidades, principalmente do interior do estado do Ceará, já que em suas cidades não existe um hospital especializado em câncer infanto-juvenil. O objetivo é visualizar áreas de maiores incidências (o que pode ser visualizado mais facilmente pelos mapas de calor e densidade) para oferecer uma maior atenção pelo hospital.

### 5.1 Mapa de Marcadores

A Figura 17 apresenta uma proposta de mapa com o uso de marcadores (i.e., logomarca da APP). O mapa ilustra as cidades com pelo menos um paciente atendido pela APP de acordo com o filtro temporal aplicado. Assim, a representação dos dados no mapa será realizada de acordo com o ano que o paciente dá entrada no hospital.

Além disso, também é possível selecionar uma cidade  $X$  e visualizar informações específicas dessa cidade e seus pacientes; por exemplo, o número dos pacientes diagnosticados. Neste caso, a Equação 5.1 apresenta a forma como o quantitativo de cada marcador é definido, ou seja, ele corresponde ao total de paciente diagnosticado

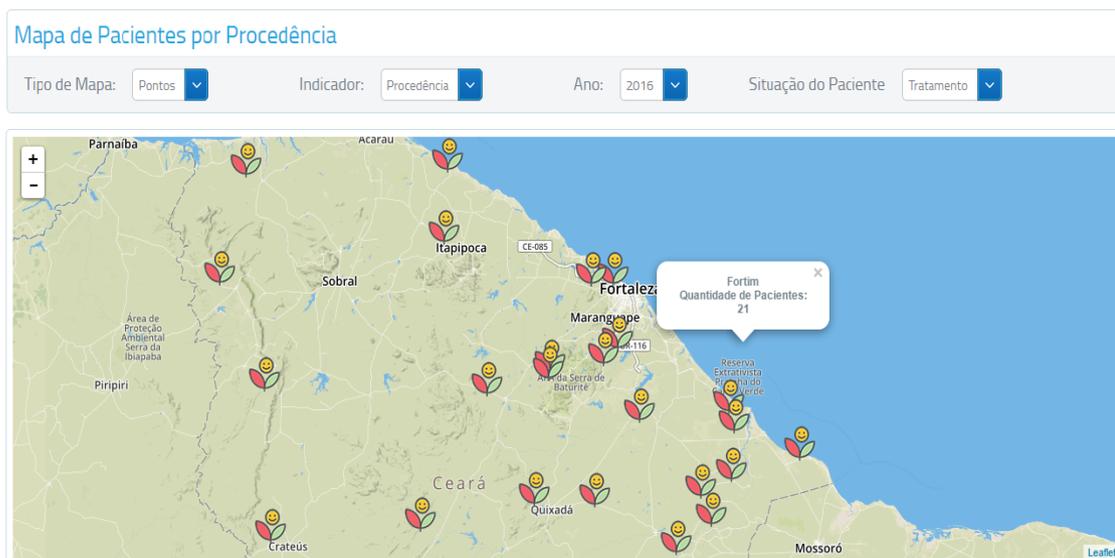


Figura 17: Exemplo de Mapa de Marcadores de pacientes em função da procedência.

com câncer na cidade  $X$ .

$$\text{marcador}(X) = \text{totalPacientesCidade}X, \quad (5.1)$$

Além disso, é possível filtrar pela situação do paciente (Ver Seção 4.2.1), com objetivo de mostrar apenas pacientes em uma situação específica. Por exemplo, pacientes que receberam diagnóstico positivo, negativo, ou em análise. Outra possibilidade é cruzar as informações, por exemplo, mostrar todos os pacientes que tiveram diagnóstico positivo no ano de 2015.

Outra possível visualização deste mapa tem por objetivo mostrar o número de treinamentos realizados em outras cidades pela APP. Também sendo possível selecionar uma cidade  $X$  e visualizar informações específicas dos treinamentos feitos na cidade (i.e., número de profissionais treinados, número de equipes treinadas e etc).

## 5.2 Mapa de Calor

Quando um mapa contém um grande número de pontos, mostrar cada um individualmente no mapa, nem sempre é muito eficaz. Os pontos costumam se sobrepor, tornando difícil a distinção entre eles. Mesmo quando os pontos não se sobrepõem, é difícil extrair informação significativa quando centenas de pontos são exibidos de uma só vez.

Uma abordagem para solucionar este problema consiste em gerar um mapa de calor (*heat map*). A visualização em um mapa de calor consiste em um cálculo de densidade de pontos de dados por região e, em sequência, uma aplicação de cor

a partir de uma gama de cores predefinida para esta região (MEIER; HEIDMANN, 2014).

Tal visualização permite um entendimento rápido do estado e o impacto de um grande número de elementos de uma só vez. O mapa de calor utilizado faz parte de um *plug-in* da *API Leaflet* e funciona como uma camada sobreposta ao mapa padrão.

Para ser definido o gradiente que será aplicado para cada ponto, é utilizada a Equação 5.2, sendo esta capaz de determinar o valor na matriz de gradientes, com base no raio  $r$  informado em *pixels*.

$$\text{gradiente} = \frac{\text{sum}(\text{totalPacientesCirculo})}{r^2 * \pi} \quad (5.2)$$

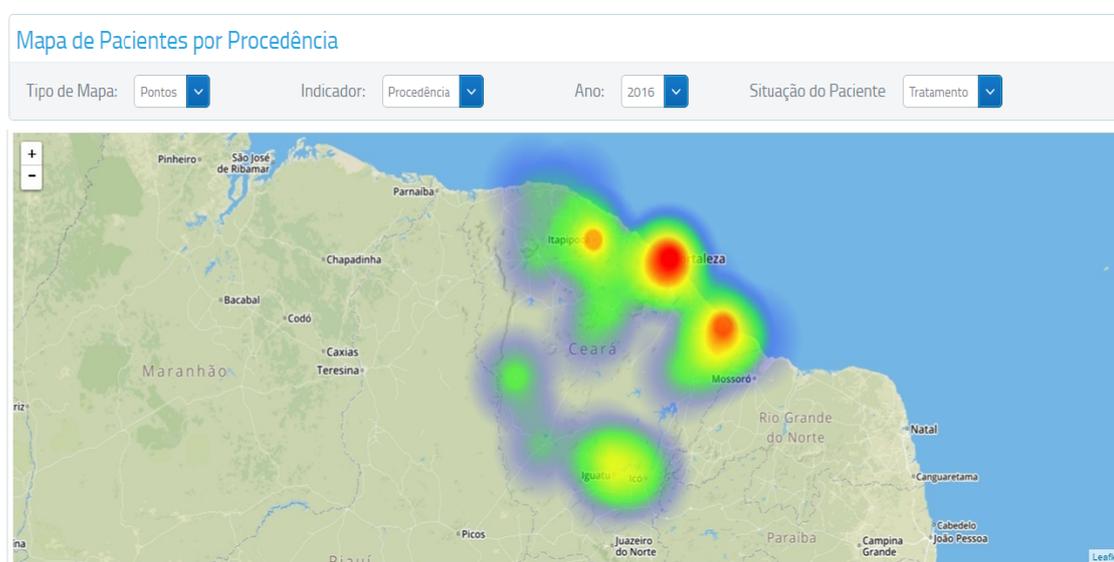


Figura 18: Exemplo de Mapa de Calor de pacientes em função da procedência.

Assim, a Figura 18 apresenta uma análise dos pacientes advindos de outras cidades levando em consideração o endereço de procedência dos pacientes. Nota-se que o mapa de calor apresenta uma abordagem bem diferente da ilustrada no mapa anterior. No exemplo proposto, é possível perceber um padrão, ou seja, um maior número de ocorrências nas cidades na região nordeste do Ceará, onde se encontra a capital do estado. A partir desses padrões é possível, por exemplo, direcionar treinamentos ou estudos por parte do hospital nas cidades analisadas.

### 5.3 Mapa de Densidade

Nesta seção, propõe-se um mapa de densidade. Utilizando a mesma base de dados dos mapas anteriores, o mapa de densidade é produzido para que se obtenha uma visualização mais refinada de cada município do estado. Neste caso, pode-se

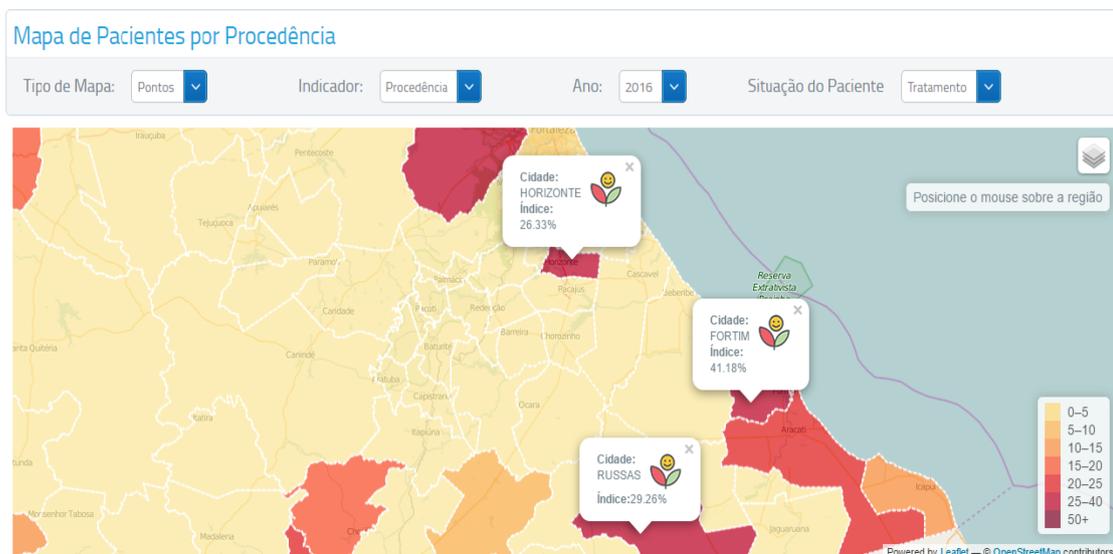


Figura 19: Exemplo de Mapa de Densidade de pacientes em função da procedência.

usar a demarcação estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017). A Figura 19 apresenta um exemplo.

Utiliza-se a Equação 5.3 para obter o índice de densidade. Nesta equação  $totalPacientesCidadeX$  corresponde à quantidade de pacientes com procedência da cidade  $X$  e  $totalPacientes$  a quantidade total de pacientes para o filtro temporal aplicado. O índice é calculado pela razão entre esses valores.

$$densidade(X) = \frac{totalPacientesCidadeX}{totalPacientes} * 100, \quad (5.3)$$

A coloração do mapa ocorre de acordo com a densidade de  $X$ , de forma que as regiões com cores mais escuras apresentam maiores índices e regiões mais claras, conseqüentemente, apresentaram menores índices. A visualização do mapa de densidade permite uma visão ampliada e possibilita a identificação de áreas com maior ocorrência da doença. De modo geral, a análise do mapa aponta onde se concentraram os casos por cidade, do mesmo modo como foi possível concluir no mapa de calor da Figura 18. Mas diferente do mapa de calor, as regiões neste tipo de mapa são delimitadas geograficamente, oferecendo uma maior precisão da densidade de pacientes por município.

### 5.3.1 Número de óbitos por neoplasias malignas

Outro mapa relevante para a APP mostra o número de óbitos por neoplasias malignas por 100 mil habitantes na população residente (na faixa de 0 a 18 anos) em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

Segundo o DATASUS (OSTORINO et al., 2002), este tipo de representação tem por objetivo:

- Analisar variações populacionais, geográficas e temporais da mortalidade específica por neoplasias malignas em segmentos populacionais, identificando situações de desigualdade e tendências que demandem ações e estudos específicos.
- Contribuir na avaliação dos níveis de saúde e de desenvolvimento socioeconômico da população, correlacionando a ocorrência e a magnitude do dano a fatores associados ao ambiente, a estilos de vida e à predisposição individual.
- Subsidiar processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas de promoção, proteção e recuperação da saúde, concernentes às neoplasias malignas.

O cálculo para obter o índice por neoplasias malignas por município é mostrado na equação 5.4.

$$X = \frac{(\text{Número de óbitos de residentes por neoplasia maligna})}{\text{População total residente}} * 100.000 \quad (5.4)$$

Baseado no Registro de Câncer de Base Populacional (RCBP) levantado pelo INCA (INCA, 2016), os mais frequentes tipos de neoplasias malignas em crianças são os mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Porcentagem de casos de câncer infanto-juvenil por neoplasia maligna no Brasil

<b>Tipo de Câncer</b>	<b>Porcentagem (%)</b>	<b>CID 10</b>
LEUCEMIA	30	C92
TUMORES DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL	20	D43
LINFOMA NÃO HODGKIN	12	C83
NEUROBLASTOMA	8	C74
SARCOMAS DE PARTES MOLES	6	C49
TUMORES ÓSSEOS	5	C41
RETINOBLASTOMA	3	C69.2

Portanto o mapa a ser visualizado leva em consideração os principais tipos de câncer infantil para mapeamento. Como mostrado na figura 20, para ter acesso a essa visualização é preciso primeiro escolher o tipo de câncer que se deseja ver os dados. Após escolhido vai ser possível visualizar onde estão ocorrendo os maiores índices por neoplasia maligna agrupados por município levando em consideração a população da região.

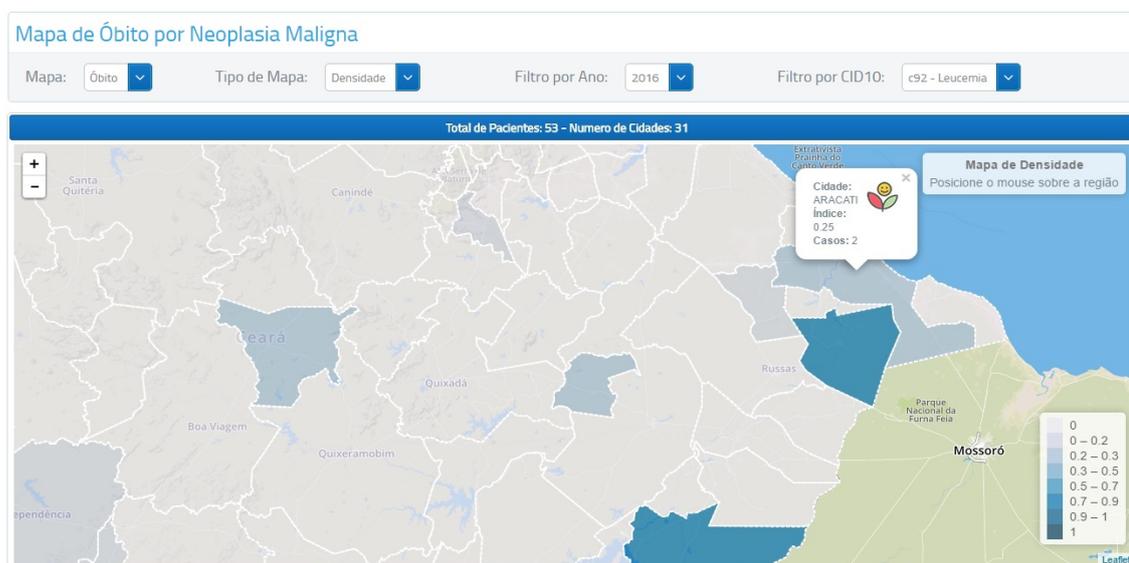


Figura 20: Exemplo de Mapa de Óbito por Neoplasia Maligna por Procedência.

## CONCLUSÕES

---

Ao serem agregados à sistemas de gestão em saúde, os mapeamentos propostos neste trabalho proporcionaram uma melhoria técnica e administrativa significativa na gestão de organizações que lutam contra o câncer infanto-juvenil. Os mapeamentos desenvolvidos podem ajudar no monitoramento e avaliação do programa de Diagnóstico Precoce, além de auxiliar na campanha de divulgação de informações sobre o câncer infanto-juvenil.

Com um sistema de mapeamento, os gestores e profissionais de saúde adquirem uma maior independência e conseguem realizar as consultas de forma intuitiva e amigável. Independente da origem dos dados ou da forma de extração, transformação, o mais importante é que a informação deve ser apresentada aos usuários finais em uma linguagem que seja compreensível para eles, sem a necessidade de intérpretes. A análise dos resultados indica os fatores de risco de câncer, aspectos que podem subsidiar programas para a prevenção e controle do câncer. Conclui-se que os profissionais da saúde podem efetuar consultas e relacionamentos entre os dados de maneira fácil, sem a necessidade de um profissional da área de informática.

Por fim, é de se destacar que o sistema proposto juntamente com os mapeamentos propostos, podem atender, de imediato, a demanda de outras entidades com o mesmo perfil da Associação Peter Pan, uma vez que a automatização do processo de gestão é claramente vantajosa, em especial quando a disponibilidade da informação para a tomada de decisão afeta vidas.

Como trabalho futuro, o objetivo é realizar estudos cruzando múltiplas variáveis do sistema com a finalidade de validar relações entre o número de óbitos e treinamentos de equipes, número de óbitos e fatores sanitários, dentre outros indicadores.

---

## Referências

---

- AGAFONKIN, V. *Leaflet - a JavaScript library for interactive maps*. 2017. <https://developers.google.com/maps/>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 28.
- ANTONELI, C. B. G. et al. O papel do pediatra no diagnóstico precoce do retinoblastoma. *Rev Assoc Med Bras, SciELO Brasil*, v. 50, n. 4, p. 400–2, 2004. Citado na página 40.
- APP. *Associação Peter Pan*. 2016. <http://www.app.org.br>. [Online; accessed 01-April-2016]. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.
- BARCELLOS, C. d. C.; RAMALHO, W. M. et al. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no brasil. 2002. Citado na página 22.
- BEGHINI, A. B. et al. Adesão das acadêmicas de enfermagem à prevenção do câncer ginecológico: da teoria à prática. *Texto e Contexto - Enfermagem*, scielo, v. 15, p. 637 – 644, 12 2006. ISSN 0104-0707. Citado na página 14.
- BRASIL. *Sistema de informações sobre mortalidade: SIM*. 2009. [www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701](http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701). [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 14.
- CÂMARA, G. et al. Geoprocessamento: teoria e aplicações. *São José dos Campos: INPE. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>.* Acesso em, v. 22, 2000. Citado na página 20.
- CARMISINI, A.; VAHLDICK, A. Comparativo entre frameworks de javaserver faces: apache tobago, primefaces e richfaces. *Revista eletrônica do Alto Vale do Itajai*, p. 30, 2012. Citado na página 24.
- DAS, R. C.; ALAM, T. Location based emergency medical assistance system using openstreetmap. In: *Informatics, Electronics Vision (ICIEV), 2014 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–5. Citado na página 31.
- DRUCK, S. et al. Análise espacial. In: *Análise Espacial de Dados Geográficos*. [S.l.]: EMBRAPA, 2014. Citado na página 21.
- DUCHINI, L. et al. Avaliação e monitoramento do estado nutricional de pacientes hospitalizados: uma proposta apoiada na opinião da comunidade científica. *Revista de Nutrição*, scielo, v. 23, p. 513 – 522, 08 2010. ISSN 1415-5273. Citado na página 41.
- FARIA, T. Java ee 7 com jsf, primefaces e cdi. *SI sn*, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 25.

- FEI, X. et al. Spatiotemporal co-existence of female thyroid and breast cancers in Hangzhou, China. In: *Nature - Scientific Reports*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 6. Citado na página 31.
- FILHO, J. L.; IOCHOPE, C. Introdução a sistemas de informações geográficas com Ênfase em banco de dados. In: *Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados*. [S.l.: s.n.], 1996. Citado na página 17.
- FONSECA, S. F. D.; SANTOS, D. C. dos; HERMANO, V. M. Geoprocessamento aplicado á análise dos impactos socioambientais urbanos: estudo de caso do bairro santo expedito em buritizeiro/mg geoprocessing applied analysis to environmental and social impacts of urban: a case study of the neighborhood in santo exp. *Revista de Geografia (Recife)-ISSN: 2238-6211*, v. 30, n. 3, p. 178–191, 2014. Citado na página 19.
- FREIFELD, C. C. et al. Healthmap: global infectious disease monitoring through automated classification and visualization of internet media reports. *Journal of the American Medical Informatics Association*, The Oxford University Press, v. 15, n. 2, p. 150–157, 2008. Citado na página 29.
- GARÓFOLO, A. Diretrizes para terapia nutricional em crianças com câncer em situação crítica. *Revista de Nutrição*, scielo, v. 18, p. 513 – 527, 08 2005. ISSN 1415-5273. Citado na página 41.
- GEOJSON. *GeoJSON*. 2017. <http://www.geojson.org>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 26.
- GONÇALVES, E. Desenvolvendo aplicações web com jsp, servlets, javaserver faces, hibernate, ejb 3 persistence e ajax. *Rio de Janeiro: Ciência Moderna*, p. 1–187, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- GOOGLE. *Google Maps APIs*. 2017. <https://developers.google.com/maps/>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 27.
- HUGHES, C. et al. Geovisualization for cluster detection of Hepatitis A & E outbreaks in Ahmedabad, Gujarat, India. In: *ACM SIGSPATIAL International Workshop on the Use of GIS in Public Health (HealthGIS)*. [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 30.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)*. 2017. <http://www.ibge.gov.br>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 47.
- INCA. Estimativa/2016 - incidência de câncer no brasil. In: *Estimativa/2016 - Incidência de Câncer no Brasil*. [S.l.]: INCA, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 48.
- INCA. *Cancêr - Tipo - Infantil*. 2017. <http://www.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/infantil>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 14.
- INCA. *O que é?*. 2017. <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/cancer/site/oquee>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 13.

- JAVAE. *JavaServer Faces Technology - Oracle*. 2017. <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/javaserverfaces-139869.html>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 23.
- JAVASCRIPT. *JavaScript*. 2017. <https://www.javascript.com>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 26.
- JSON. *JSON*. 2017. <http://www.json.org>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 26.
- LONGLEY, P. A. Sistemas e ciência da informação geográfica. In: *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica 3.ed.* [S.l.]: Bookman, 2012. p. 560. Citado 4 vezes nas páginas 17, 18, 19 e 20.
- LORENZI, D. et al. Enhancing the government service experience through qr codes on mobile platforms. *Government Information Quarterly*, Elsevier, v. 31, n. 1, p. 6–16, 2014. Citado na página 20.
- MAWUDEKU, A.; BLENCH, M. Global public health intelligence network (gphin). In: *7th Conference of the Association for Machine Translation in the Americas*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 8–12. Citado na página 31.
- MEDEIROS, J. S. de; CÂMARA, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. 2001. Citado na página 19.
- MEIER, S.; HEIDMANN, F. Too many markers, revisited: An empirical analysis of web-based methods for overcoming the problem of too many markers in zoomable mapping applications. In: *Computational Science and Its Applications (ICCSA), 2014 14th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 121–125. Citado na página 46.
- MULARIEN, P. *Spring Security 3*. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2010. Citado na página 24.
- ORGANIZATION, W. H. et al. *Management of severe malnutrition: a manual for physicians and other senior health workers*. [S.l.]: World Health Organization, 1999. Citado na página 41.
- OSM. *OpenStreetMap*. 2016. <http://www.openstreetmap.org/>. [Online; accessed 8 April-2016]. Citado 3 vezes nas páginas 27, 30 e 31.
- OSTORINO, R. et al. *Indicadores básicos de saúde no Brasil: conceitos e aplicações*. [S.l.]: OPS, 2002. Citado na página 48.
- PEDROSA, F. et al. Effect of malnutrition at the time of diagnosis on the survival of children treated for cancer in el salvador and northern brazil. *Journal of pediatric hematology/oncology*, LWW, v. 22, n. 6, p. 502–505, 2000. Citado na página 41.
- PRESSMAN, R. S. Engenharia de software; tradução josé carlos barbosa dos santos. *São Paulo: Makron*, 1995. Citado na página 23.
- PRIMEFACES. *UI Framework for Java EE*. 2017. <https://www.primefaces.org/>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 24.

RODRIGUES, K. E.; CAMARGO, B. de. Diagnóstico precoce do câncer infantil: Responsabilid responsabilidade de todos. *Rev Assoc Med Bras*, SciELO Brasil, v. 49, n. 1, p. 29–34, 2003. Citado na página 14.

SILBERSCHATZ, A. et al. *Sistema de banco de dados*. [S.l.]: Elsevier, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.

SPRING. *Spring Security*. 2017. <https://projects.spring.io/spring-security/>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 24.

WHO. *Guide to cancer early diagnosis*. [S.l.]: World Health Organization, 2017. ISBN 9789241511940. Citado na página 13.

WHO. *World Health Organization (WHO)* . 2017. <http://www.who.int>. [Acesso em: 2 mar. 2017]. Citado na página 13.