

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS  
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA UMA  
APLICAÇÃO DE COLETA DE QUESTIONÁRIOS CUSTOMIZADOS**

LUANA BATISTA DA CRUZ

PICOS - PI

2016

LUANA BATISTA DA CRUZ

MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA UMA  
APLICAÇÃO DE COLETA DE QUESTIONÁRIOS CUSTOMIZADOS

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Dennis Sávio Martins da Silva.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí

Biblioteca José Albano de Macêdo

**C957m** Cruz, Luana Batista da.  
Modelagem de um sistema de informação geográfica para uma aplicação de coleta de questionários customizados. / Luana Batista da Cruz. – 2016.  
CD-ROM : 4 ¾ pol. (59f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Piauí.  
Orientador (a): Prof. Dennis Sávio Martins da Silva.

1. Sistema de Informação Geográfica. 2. Banco de Dados. 3. Modelagem de Sistema. I. Título.

**CDD 005.75**

MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICO PARA UMA  
APLICAÇÃO DE COLETA DE QUESTIONÁRIOS CUSTOMIZADOS

LUANA BATISTA DA CRUZ

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI, 15 de julho de 2016.

*Dennis Sávio Martins da Silva*

---

Prof. Esp. Dennis Sávio Martins da Silva  
Orientador

*Márcio Alves de Macêdo*

---

Prof. Me. Márcio Alves de Macêdo  
Membro

*Frank César Lopes Vêras*

---

Prof. Me. Frank César Lopes Vêras  
Membro

A Deus,  
Por tamanha gratidão, e por dar propósito  
a minha vida. Por ter estruturado tudo o  
que sou, o que tenho e o que espero. Mas  
não devo nada, por que Ele pagou por isso.  
Aos Meus Pais,  
Isabel Maria da Conceição e José Batista  
da Cruz, que me proporcionaram uma boa  
infância e vida acadêmica, e por terem  
formados os fundamentos do meu caráter  
e me apontar uma vida eterna.

## **AGRADECIMENTOS**

“Confia ao SENHOR as tuas obras, e os teus desígnios serão estabelecidos.”

Provérbios 16:3.

Com estas palavras, que me confortaram quando realizava uma etapa desse trabalho, as utilizo novamente para agradecer a Deus por ter mantido Sua promessa. A Ele por manter-se ao meu lado durante toda a minha vida, por ter tornado possível meu sonho, por me acompanhar em todas as fases do meu viver, por agir no momento correto e por ter me confortado em situações difíceis. A Deus toda a minha gratidão.

A minha família, que lutou junto comigo por essa conquista, o apoio da minha mãe, Isabel Maria da Conceição, que todos esses anos trabalhou e me apoiando em tudo me ajudou a chegar até aqui. Ao meu pai, José Batista da Cruz, que mesmo não tendo me acompanhado no decorrer da minha vida acadêmica, juntamente com minha mãe forneceram a base para tudo, o amor e a dedicação, desde o começo da minha vida. E ao meu irmão, José Lucas Batista da Cruz, pelos incentivos.

Ao meu orientador, Esp. Dennis Sávio Martins da Silva, pela infinita paciência, pelo constante incentivo, pelo total comprometimento, pelas críticas, ideias e sugestões valiosas e pelas inúmeras horas dispensadas para a conclusão deste trabalho, sempre indicando a melhor direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade.

À Universidade Federal do Piauí – UFPI, e todos os funcionários que me ajudaram de forma direta ou indireta.

A todos os meus professores, que com dedicação proporcionaram o conhecimento, a manifestação de caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

Aos meus amigos de curso, Emerson de Sousa Silva, Gabriel Carvalho Moura e Leonardo de Sousa Santos, que em equipe conseguimos concretizar mais uma etapa de nossas vidas, compartilhando todos os bons e maus momentos que passamos.

Aos amigos mais chegados, pelo amor e preocupação demonstrados através de ligações, visitas, orações, abraços, downloads e e-mails. Obrigada, vocês que aliviaram minhas horas difíceis, me alimentando de certezas, força e alegria.

A todos vocês, muito obrigada! Peço a Deus que os recompense à altura.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém nunca viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”*

*(Arthur Schopenhauer)*

## RESUMO

A valorização da informação geoespacial, decorrente da crescente popularização dos dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, possibilitou aos usuários o acesso a informações de localização geográfica por meio das tecnologias de GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global) e SIG (Sistemas de Informação Geográfica - *Geographic Information Systems*). Isto torna o uso do Geoprocessamento um poderoso aliado na análise e tomada de decisões em uma variada gama de atividades. Este trabalho visa descrever a modelagem e implementação de um SIG para o desenvolvimento de uma aplicação que coleta questionários em pesquisa de campo, com uso de informações geográficas para contextualização espacial de resultados e dados.

**Palavras-chave:** Sistemas de Informação Geográficas. Pesquisa de Campo. Banco de Dados Geográficos.

## **ABSTRACT**

The value of geospatial information, due to the growing popularity of mobile devices such as smartphones and tablets, allowed users to access geographical location information through GPS technology (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global) and GIS (Geographic Information System – Sistema de Informação Geográfica). This makes the use of GIS a powerful ally in the analysis and decision making in a wide range of activities. This work aims to describe the modeling and implementation of a GIS for the development of an application that collects questionnaires in research field, using geographic information for spatial contextualisation of results and data.

**Keywords:** Geographic Information Systems. Field Research. Geographic Database.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica .....	21
Figura 2	- Arquitetura <i>Dual</i> .....	22
Figura 3	- Arquitetura Integrada .....	23
Figura 4	- Elementos das representações vetoriais em duas dimensões ....	26
Figura 5	- Elementos da estrutura matricial .....	27
Figura 6	- <i>Interfaces</i> de ferramentas digitais para coleta de dados. (a) <i>Interfaces</i> do <i>QuickTapSurvey</i> ; (b) <i>Interface</i> do <i>Data Goal</i> .....	29
Figura 7	- Logo PostGIS .....	30
Figura 8	- <i>Interface</i> do PostgreSQL .....	30
Figura 9	- <i>Desktop</i> gvSIG .....	30
Figura 10	- <i>Desktop</i> QGIS .....	31
Figura 11	- Logo ArcGIS .....	32
Figura 12	- Diagrama Entidade Relacionamento .....	34
Figura 13	- Representação de um algoritmo e questionário .....	37
Figura 14	- <i>Login</i> do sistema .....	38
Figura 15	- Informações das pesquisas do pesquisador .....	39
Figura 16	- Questionários da pesquisa do pesquisador .....	39
Figura 17	- Informações das pesquisas do entrevistador .....	40
Figura 18	- Questionários da pesquisa do entrevistador .....	40
Figura 19	- Localizações dos questionários aplicados .....	41
Figura 20	- Questionário e localização geográfica .....	42
Figura 21	- Seleção da busca por filtro .....	42
Figura 22	- Resultados da funcionalidade busca por filtro. (a) Busca através da alternativa; (b) Busca através da caixa de texto .....	43

Figura 23	- Resultados das verificações de localizações dentro de algum polígono. (a) Localizações e polígono Sussuapara; (b) Localizações e polígono Picos .....	44
Figura 24	- Seleção da localização para verificação de proximidade .....	44
Figura 25	- Resultados da funcionalidade consulta de proximidade. (a) Localização selecionada; (b) Consulta com valor do raio determinado .....	45
Figura 26	- Consulta SQL realizada na funcionalidade de proximidade .....	45
Figura 27	- Localização dos questionários e polígono do município de Picos .....	46
Figura 28	- Formas de consultar o polígono. (a) Opções de consulta e localização; (b) Exemplo por verificação automática .....	47
Figura 29	- Consulta SQL que retorna <i>true</i> o polígono que contém o objeto espacial no seu interior .....	47
Figura 30	- Consulta SQL realizada na funcionalidade para visualizar questionários com polígono .....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
BLOB	<i>Binary Large Object</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DER	Diagrama Entidade Relacionamento
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
JS	<i>JavaScript</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SGBDOR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SQL	<i>Structured Query Language</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	Objetivo Geral	16
1.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Organização do Trabalho	16
<b>2</b>	<b>ESTADO DA ARTE</b>	<b>18</b>
2.1	Geoprocessamento	18
2.2	Sistemas de Informação Geográfica	19
2.3	Gerência de Dados em um SIG	21
2.4	Armazenamento de Dados em SIG	24
2.5	Universo Estrutural	26
2.3	Atividade de Coleta de Dados	27
2.4	Instrumentos Digitais para Coleta de Dados	28
2.5	Ferramentas SIGs	29
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>33</b>
3.1	Descrição da Aplicação	33
3.1.1	Diagrama Entidade Relacionamento	34
3.2	Estrutura da Aplicação	37
3.3	Demonstração das Funcionalidades da Aplicação	40
3.4	Softwares SIGs	48
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>51</b>
5.1	Trabalhos Futuros	51
	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICE A – Função para visualizar a localização do questionário selecionado, utilizando o Google Maps JavaScript API	56
	APÊNDICE B – Função para visualizar todas as localizações dos questionários aplicados, tanto para o entrevistador quanto pesquisador, utilizando o Google Maps JavaScript API	57
	APÊNDICE C – Função para visualizar a localização do questionário selecionado com o polígono, utilizando o Google Maps JavaScript API	59

<b>APÊNDICE D – Parte do código de criação do banco de dados geográfico .....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE E – Parte dos códigos das funções de consultas de questionários do pesquisador e entrevistador .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a demanda por informação geoespacial tem crescido exponencialmente até mesmo em operações rotineiras. Com a popularização de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, é fácil encontrar aplicativos sofisticados que se valem da localização espacial de seus usuários, como o *Google Maps*, o *Waze*, e até mesmo mídias sociais, como o *Foursquare* e o *Facebook*. Assim, para gerenciar essas informações, técnicas de tratamento computacional de dados geográficos têm sido bastante utilizadas em vários contextos, com o intuito de melhorar o processo de tomada de decisões e resoluções de problemas.

Geoprocessamento consiste em armazenar a geometria e os atributos de dados georreferenciados. Dados georreferenciados são dados que estão localizados na superfície terrestre numa projeção cartográfica (CÂMARA, 1995). Geoprocessamento também descreve características, limitações de mapas ou imagens, tornando assim, qualquer forma de informação geográfica conhecida em um banco de dados. Esse processo de armazenamento e manipulação de informações geográficas inicia no ato de obter as coordenadas pertencentes ao objeto que se deseja georreferenciar.

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos (CÂMARA, 1995). Mediante uma base de informações espaciais, um conjunto de dados incluindo as localizações de coordenadas referenciadas no espaço, permite a interpretação dos dados segundo diferentes perspectivas, possibilitando uma visão melhor das informações e apresentando resultados, através do uso de suas ferramentas para recolher, armazenar, manipular, analisar e modelar informações.

A atividade de pesquisa de campo está diretamente ligada ao estudo de indivíduos, grupos, sociedades, instituições, dentre outros, visando compreender os vários aspectos dentro do contexto social de comunidades, para conseguir realizar um levantamento de informações acerca de um determinado problema ou assunto (FREITAS *et al.*, 2000). Os principais métodos utilizados para a coleta de dados em campo são: questionários, entrevistas, grupos focais, registros institucionais e observação direta (BARBOSA, 1998). No entanto, é bastante importante escolher adequadamente o método mais apropriado a cada situação, para que a qualidade dos dados obtidos não seja comprometida.

O presente trabalho visa modelar e implementar um SIG para um sistema de coleta de dados de questionários através de uma aplicação para dispositivos móveis, cuja finalidade é a criação de questionários customizados de pesquisa de campo. Os dados dos questionários fictícios já previamente coletados e armazenados em um banco de dados geográficos, deram suporte para continuar a execução do trabalho. Acessando as informações dos questionários e realizando consultas espaciais com auxílio das tecnologias do SIG.

### **1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é a criação de um Sistema de Informação Geográfica, que oferecerá funcionalidades de acesso a um Banco de Dados Geográficos, que será utilizado em uma aplicação de coleta de questionários customizados.

### **1.2 Objetivos Específicos**

1. Estudar, analisar e compreender conceitos de Geoprocessamento, Banco de Dados Geográficos e Sistema de Informação Geográfica;
2. Pesquisar ferramentas disponíveis para modelar os dados geográficos referentes a coleta de questionários, e escolher uma que se adeque à criação do sistema proposto;
3. Desenvolver e implementar um Sistema de Informação Geográfica para coleta de questionários customizados e georreferenciados de acordo com as ferramentas encontradas.

### **1.3 Organização do Trabalho**

O trabalho está estruturado da seguinte forma: No capítulo 2, são apresentados os conceitos relacionados ao Geoprocessamento, Banco de Dados Geográficos e Sistemas de Informação Geográfica fornecendo a sustentação teórica da proposição. No capítulo 3, são apresentados e descritos os materiais e métodos utilizados para a concretização desse trabalho. No capítulo 4, são apresentados e discutidos os

resultados encontrados no desenvolvimento da aplicação. No capítulo 5, são apresentadas as considerações finais do trabalho e indicações de trabalhos futuros.

## 2 ESTADO DA ARTE

Nesta seção, serão apresentados os conceitos relacionados aos principais itens que abordam o Sistema de Informação Geográfica, que serão empregados no desenvolvimento de uma aplicação de coleta de questionários customizados.

### 2.1 Geoprocessamento

Geoprocessamento é uma tecnologia transdisciplinar que, através da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias tecnologias para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados (ROCHA, 2000). Em um país de dimensão continental como o Brasil, com carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA *et al.*, 2001).

O conjunto de tecnologias do Geoprocessamento operando sobre base de dados geocodificados ou sobre bancos de dados geográficos, executa análise, reformulações e sínteses sobre os dados disponíveis, através da coleta e tratamento de informações espaciais com determinado objetivo, executadas por sistemas específicos para cada aplicação (KRIEGER *et al.*, 2003).

O Geoprocessamento surgiu devido ao elevado crescimento das tecnologias de *software* e *hardware* aplicadas ao gerenciamento de informações e processamento de dados e imagens geográficas. O objetivo era automatizar parte do processamento de dados com características espaciais, diminuindo custos de produção e manutenção de mapas, principalmente quando comparados ao da produção manual, uma vez que esta emprega mídias físicas como o papel, que podem se tornar caras principalmente considerando os aspectos de armazenamento e atualização parte do processamento de dados (RECKZIEGEL, 2009).

Os dados manipulados pelas aplicações de Geoprocessamento são chamadas de dados georreferenciados. Esses dados consistem em descrever fenômenos geográficos cuja localização está relacionada a uma posição sobre a superfície terrestre, ou seja, dentro de um sistema de coordenadas geográficas (ex.: latitude/longitude) (FILHO, 2011).

Devido às características das aplicações de Geoprocessamento, a obtenção desses dados geralmente é feita a partir de fontes brutas de dados, ou seja, as aplicações trabalham com entidades ou objetos físicos distribuídos geograficamente como, por exemplo, montanhas, ruas, rios, lotes, etc., o que torna o processo de obtenção de dados uma das tarefas mais difíceis e importantes no desenvolvimento e qualidade de um sistema (RODRIGUES, 1990).

O GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global) é um sistema de posicionamento por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição geográfica. Ao partir de sua utilização, observa-se um grande interesse científico na criação de bancos de dados georreferenciados de grande precisão (BERNARDI; LANDIM, 2002). Portanto, é uma ferramenta indispensável para a coleta de dados, devido a sua precisão.

O processo de coleta de informação geográfica é necessário e importante, pois possibilita que seus dados sejam analisados e sirvam de guia para decisões futuras. A qualidade dos dados está diretamente associada com o posicionamento correto de um objeto e a veracidade das análises utilizadas em cima deste mapeamento. Qualquer erro na padronização dos dados com relação à projeção utilizada, escala e/ou sistema de coordenadas, pode influenciar negativamente uma tomada de decisão (RECKZIEGEL, 2009).

## **2.2 Sistemas de Informação Geográfica**

Segundo Câmara *et al.* (2001) os SIGs são ferramentas computacionais para geoprocessamento, que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados, possibilitando a compreensão da geografia e a tomada eficaz de decisões. SIGs organizam os dados geográficos, de modo que uma pessoa que lê um mapa pode selecionar dados necessários para um projeto ou tarefa específica (COSTA; SILVA, 2009).

Os SIGs podem integrar em uma única base de dados informações espaciais provenientes de diferentes áreas do conhecimento, e são capazes de oferecer mecanismos para combinar essas várias informações, por meio de algoritmos de manipulação e análise, para consultar, recuperar, visualizar e plotar a impressão do conteúdo da base de dados geográficos (THOMÉ, 1998). Os dados georreferenciados, quando processados pelos SIGs, tornam-se dados espaciais, cuja

dimensão espacial está associada à sua localização na superfície terrestre, espacial e temporal (CRUZ; CAMPOS, 2005).

Silva e Souza (1987) relatam que os SIGs constituem o tipo de estrutura mais importante em termos de viabilização do geoprocessamento. Logo, é uma ferramenta de grande utilidade e crescente disponibilidade, que provê facilidade de acesso e análise de dados mediante sistemas computacionais. Sendo capaz de integrar diversas operações, como captura, armazenamento, manipulação, seleção e busca de informação, análise e apresentação de dados, auxiliando o processo de entendimento da ocorrência de eventos, predição, tendência, simulação de situações, planejamento e definição de estratégias no campo de diversas áreas (BARCELLOS *et al.*, 2008).

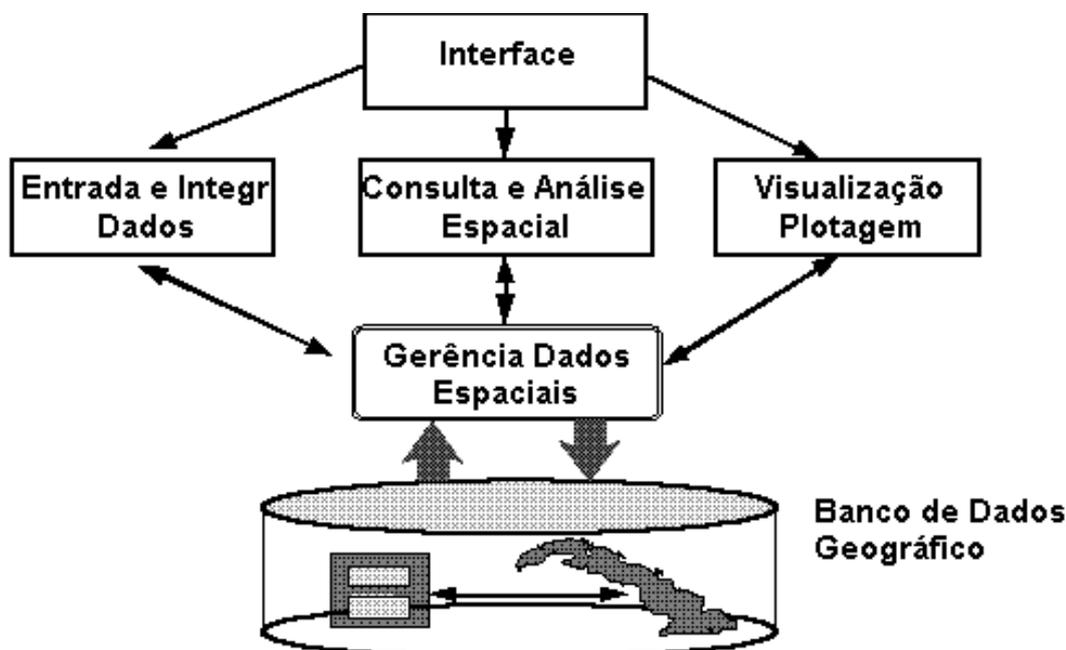
As entidades geográficas tratam-se de objetos identificáveis no mundo real, com características espaciais e relacionamentos espaciais com outras entidades geográficas. A sua representação espacial é caracterizada por objetos geográficos que são descrições de sua forma geométrica associada à posição geográfica (CRUZ; CAMPOS, 2005). Desta maneira, a abstração de conceitos e suas entidades são partes importantes para a criação de SIGs. Contudo, irá depender da qualidade da transposição de entidades e suas interações com um banco de dados informatizado, para que haja sucesso em sua implementação (BORGES *et al.*, 2005).

Existem pelo menos três principais maneiras de utilizar um SIG: como ferramenta para a produção de mapas; como suporte para a análise espacial de fenômenos; e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Estes três aspectos refletem a importância referente ao tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição (CASANOVA, 2005).

Câmara (1995) considera que um SIG apresenta os seguintes elementos (Figura 1):

- *Interface* com o usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados.

Figura 1 – Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.



Fonte: Câmara (1995).

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, encontra-se a *interface* que define como o sistema é manuseado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve apresentar mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). E no nível mais interno, oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus respectivos atributos, a partir de um sistema gerenciador de banco de dados geográficos (CÂMARA, 1995).

### 2.3 Gerência de Dados em um SIG

Atualmente, a principal diferença entre os SIGs está na maneira como os dados geográficos são gerenciados. Existem basicamente duas principais formas de integração entre os SIGs e os SGBDs (Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados), são elas: a arquitetura *dual* e a arquitetura integrada.

#### Arquitetura *Dual*

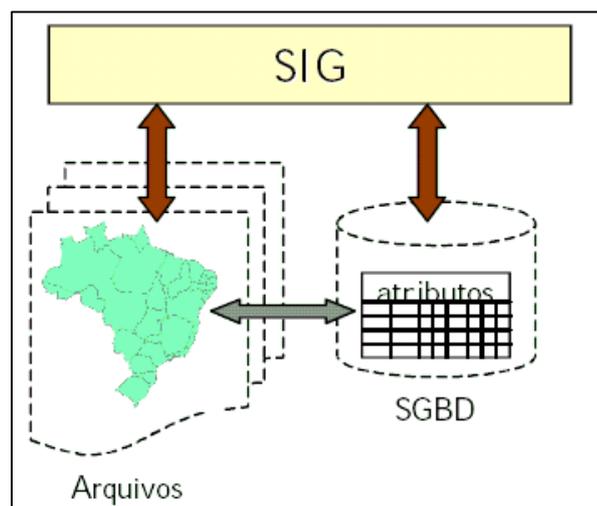
Na arquitetura *dual* (Figura 2), os componentes espaciais dos objetos são

armazenados em separado, utilizando arquivos com formato proprietário; e os componentes convencionais, ou alfanuméricos, são armazenados em um SGBD relacional.

Câmara *et al.* (2001) afirma que essa estratégia tem como principal vantagem a possibilidade de utilização dos SGBDs relacionais do mercado. Entretanto, as principais desvantagens dessa arquitetura são:

- Dificuldade de equacionamento das questões de otimização de consultas, gerência de transações e controle de integridade e concorrência relacionada, já que as representações geométricas dos objetos espaciais não possuem controle do SGBD;
- Dificuldade em manter a integridade entre os elementos espaciais e elementos alfanuméricos;
- Dificuldade na manipulação e no controle dos elementos espaciais;
- Separação entre o processamento da parte espacial, realizado pelo aplicativo usando os arquivos proprietários e o processamento da parte convencional, realizado pelo SGBD, tornando assim as consultas mais lentas;
- Dificuldade de interoperabilidade entre os dados, visto que cada sistema trabalha com arquivos com formato proprietário.

**Figura 2 – Arquitetura Dual.**

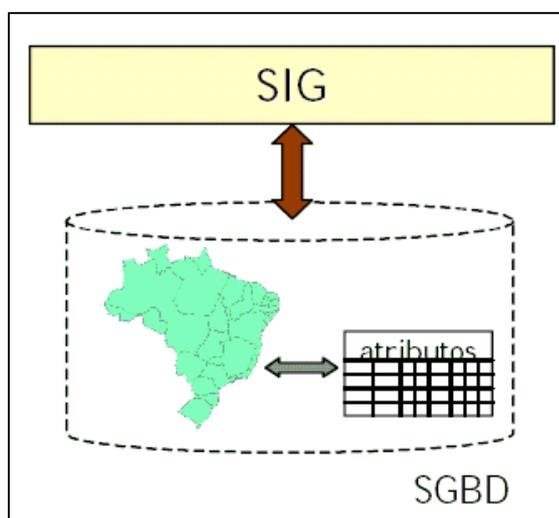


Fonte: Câmara *et al.* (2001).

## Arquitetura Integrada

A arquitetura integrada (Figura 3) consiste em armazenar tanto o componente espacial quanto a alfanumérico em um SGBD. Sua principal vantagem é a utilização dos recursos de um SGBD para controle e manipulação de objetos espaciais, como gerência de transações, controle de integridade, concorrência e linguagens próprias de consulta (CÂMARA *et al.*, 2001). Portanto, a manutenção de integridade entre os componentes espaciais e alfanuméricos é realizada pelo SGBD.

Figura 3 – Arquitetura Integrada.



Fonte: Câmara *et al.* (2001).

Esta última arquitetura ainda pode ser subdividida em outras três: Arquitetura baseada em campos longos; Arquitetura baseada em extensões espaciais; e Arquitetura combinada.

A **arquitetura integrada baseada em campos longos** utiliza BLOBs (*Binary Large Object* – Objeto Grande Binário), um conjunto de dados binários armazenados como uma única entidade, para armazenar o elemento espacial dos objetos. Esta arquitetura possui algumas desvantagens:

- Um BLOB não possui semântica;
- Um BLOB não possui métodos de acesso;
- SQL (*Structured Query Language* – Linguagem de Consulta Estruturada) apresenta apenas operadores elementares de cadeias para tratar BLOBs.

Conseqüentemente, os dados espaciais codificados em BLOBs tem a sua semântica opaca para o SGBD. Ou seja, passa a ser responsabilidade do SIG implementar os operadores espaciais, capturando a semântica dos dados, e métodos de acesso que possam ser úteis no processamento de consultas, embora seja bastante difícil incorporá-los ao sistema de forma eficiente.

A **arquitetura integrada com extensões espaciais** consiste em utilizar extensões espaciais desenvolvidas sobre um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional (SGBD-OR). Algumas vantagens:

- Permite definir tipos de dados espaciais, equipados com operadores específicos (topológicos e métricos);
- Permite definir métodos de acesso específicos para dados espaciais.

No caso de aplicativos SIG que manipulam objetos com geometrias tanto matriciais quanto vetoriais, é possível a utilização de uma **arquitetura integrada combinada**, formada pela combinação das duas últimas. Ou seja, as geometrias vetoriais são armazenadas utilizando-se os recursos oferecidos pelas extensões e as geometrias matriciais são armazenadas em BLOBs. As funcionalidades para manipulação de geometrias matriciais são fornecidas por uma camada externa ao SGBD, de modo a complementar os recursos ausentes, até o momento, nas extensões.

## 2.4 Armazenamento de Dados em SIG

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser empregados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (ELMASRI; NAVATHE, 2004). Os modelos de dados são utilizados para a atividade de modelagem, buscando sistematizar o entendimento que é desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado. No entanto, os objetos e fenômenos reais são complexos demais para permitir uma representação completa em um banco de dados que considera os recursos computacionais à disposição dos SGBDs atuais (BORGES *et al.*, 2005).

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real auxilia a concepção do sistema, dividindo-o em componentes. Cada um desses componentes pode ser visualizado em diferentes níveis de complexidade, de acordo com a

necessidade de compreensão e representação das diversas entidades de interesse do sistema de informação e suas interações (BORGES *et al.*, 2005).

Os primeiros modelos de dados para as aplicações geográficas eram direcionados para as estruturas internas dos SIGs. Os usuários adequavam os fenômenos espaciais às suas estruturas disponíveis. Conseqüentemente, o processo de modelagem não oferecia mecanismos para a representação da realidade de forma mais próxima ao modelo apresentado pelo usuário (BORGES *et al.*, 2005). Portanto, a modelagem de dados geográficos necessitava de modelos mais adequados, capazes de capturar a semântica dos dados geográficos, oferecendo mecanismos de abstração mais elevados e independência de implementação.

Atualmente, os modelos de dados são classificados de acordo com o nível de abstração empregado (BORGES *et al.*, 2005). Para aplicações geográficas, são considerados quatro níveis distintos de abstração:

- **Nível do mundo real** – Contém os fenômenos geográficos reais que deverão ser representados no sistema, como ruas, rios, cobertura vegetal, etc.
- **Nível de representação conceitual** – Proporciona um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário, em um alto nível de abstração. Neste nível são definidas as classes básicas, contínuas ou discretas, que serão criadas no banco de dados. Essas classes estão associadas a classes de representação espacial, que variam de acordo com o grau de percepção que o usuário tem sobre o assunto.
- **Nível de apresentação** – Oferece ferramentas que podem especificar os diversos aspectos visuais que as entidades geográficas têm de admitir ao longo de seu uso em aplicações.
- **Nível de implementação** – Define padrões, estruturas de dados e formas de armazenamento para implementar cada tipo de representação, os relacionamentos entre elas e as necessárias funções e métodos.

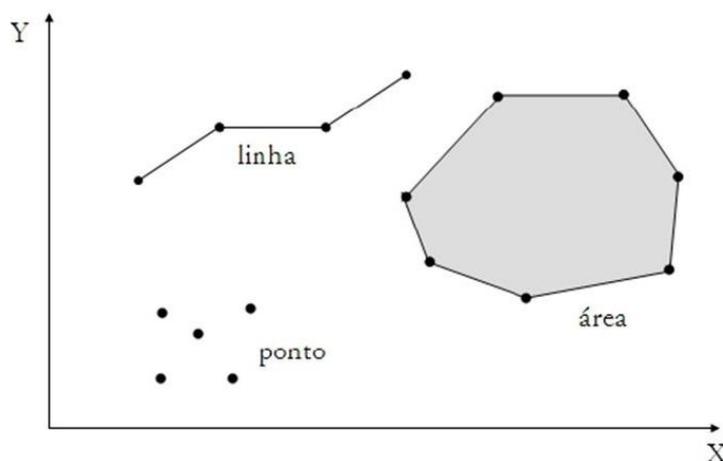
Portanto, a modelagem do mundo real é uma atividade complexa, por envolver a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando obter representações adequadas aos fenômenos geográficos. Faz-se necessária uma abstração de fenômenos e objetos do mundo real que se adeque ao nível de abstração empregado, de modo a obter uma forma de representação gráfica dos elementos que, embora simplificada, seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados.

## 2.5 Universo Estrutural

As estruturas de dados espaciais amplamente utilizadas em bancos de dados geográficos podem ser divididas em duas grandes classes: estruturas vetoriais e estruturas matriciais (*raster*).

Na estrutura vetorial, a localização e a aparência gráfica de cada objeto são representadas por um ou mais pares de coordenadas das fronteiras de cada entidade geográfica através de três formas básicas: pontos, linhas, e áreas (ou polígonos), determinadas por suas coordenadas cartesianas (Figura 4).

**Figura 4** – Elementos das representações vetoriais em duas dimensões.



Fonte: Câmara (2005).

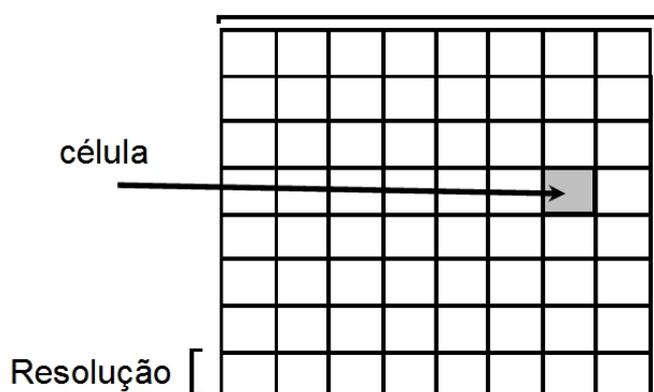
Um ponto é uma coordenada espacial de um par ordenado  $(x, y)$ . Podem ser utilizados para identificar ocorrências no espaço ou localizações, tais como: ocorrências de doenças, localização de crimes e espécies vegetais. Uma linha é um conjunto de pontos interligados, e é utilizada para arquivar aspectos unidimensionais, associadas a uma topologia arco-nó. Uma área (ou polígono) é uma região do plano limitada por uma ou mais linhas poligonais interligadas de maneira que o último ponto de uma linha seja igual ao primeiro da linha seguinte. A fronteira do polígono divide o plano em duas regiões: o exterior e interior. Portanto, os polígonos são usados para representar unidades espaciais individuais (municípios, cidades, bairros, zonas de endereçamento postal, dentre outros) (CÂMARA, 2005).

As estruturas matriciais utilizam uma grade regular, apresentando célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula, um código referente ao atributo analisado é atribuído, de tal forma que o computador reconheça a que

objeto ou elemento pertence determinada célula. O espaço é representado como uma matriz  $P$  ( $m, n$ ) composto de  $m$  colunas e  $n$  linhas, sendo que, cada célula possui um número de linha, coluna e um valor correspondente ao atributo analisado e, cada célula é particularmente acessada por suas coordenadas (CÂMARA, 2005).

A representação matricial pressupõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está agregada a uma porção do terreno. A resolução é dada pela associação entre o tamanho da célula no documento ou mapa e a área por ela coberta no terreno (Figura 5).

**Figura 5** – Elementos da estrutura matricial.



Fonte: Câmara (2005).

### 2.3 Atividade de Coleta de Dados

Questionários são formulários impressos ou online contendo perguntas que os usuários e os demais participantes devem responder, com o objetivo de fornecer os dados necessários em uma pesquisa, avaliação ou análise (BARBOSA; SILVA, 2010). Tais questionários permitem coletar dados de um grande número de pessoas, independentemente do nível de dispersão geográfica (MARCONI; LAKATOS, 1996).

Os questionários podem conter perguntas abertas e fechadas. As perguntas abertas permitem ao usuário construir a resposta com as suas próprias palavras, e melhor expressar sua opinião. As perguntas fechadas são aquelas em que o usuário apenas seleciona opções (dentro um conjunto de opções apresentadas) que mais se adequem à sua opinião. Quando aparecem questões dos dois tipos no mesmo questionário, este é considerado um questionário misto.

Os usuários podem responder questionários independente de restrições espaciais e temporais. Entretanto, a formulação das perguntas deve ser desenvolvida

de forma cuidadosa, evitando ambiguidades e mal-entendidos, pelo fato do usuário nem sempre poder tirar dúvidas sobre as perguntas no momento da resolução do questionário (BARBOSA; SILVA, 2010). Além disso, um questionário deve ter instruções bastantes claras sobre como responder cada pergunta, indicando explicitamente se tal pergunta admite uma única resposta ou até mesmo múltiplas, sempre exibindo algo informativo de forma consistente.

Questionários típicos iniciam com a seguinte estrutura: informações demográficas básicas (ex., sexo, idade, nome) e detalhes relevantes sobre sua experiência na determinada pesquisa. No entanto, essas informações devem estar limitadas àquelas que forem relevantes aos objetivos do estudo da pesquisa. As perguntas gerais costumam preceder perguntas específicas (BARBOSA; SILVA, 2010).

Deste modo, os questionários são as técnicas de investigação mais utilizadas nas pesquisas de campo. Aplicados como uma maneira de coletar informações para investigar populações sobre um determinado assunto, auxiliar no acesso a eventos ocorridos, definir perfis socioeconômicos, caracterizar hábitos e comportamentos, entre outros fins (OMOTE, 2005). Portanto, os questionários são utilizados como recursos instrumentais em pesquisas sobre assuntos específicos, com o objetivo de auxiliar o pesquisador em diversos diagnósticos.

## 2.4 Instrumentos Digitais para Coleta de Dados

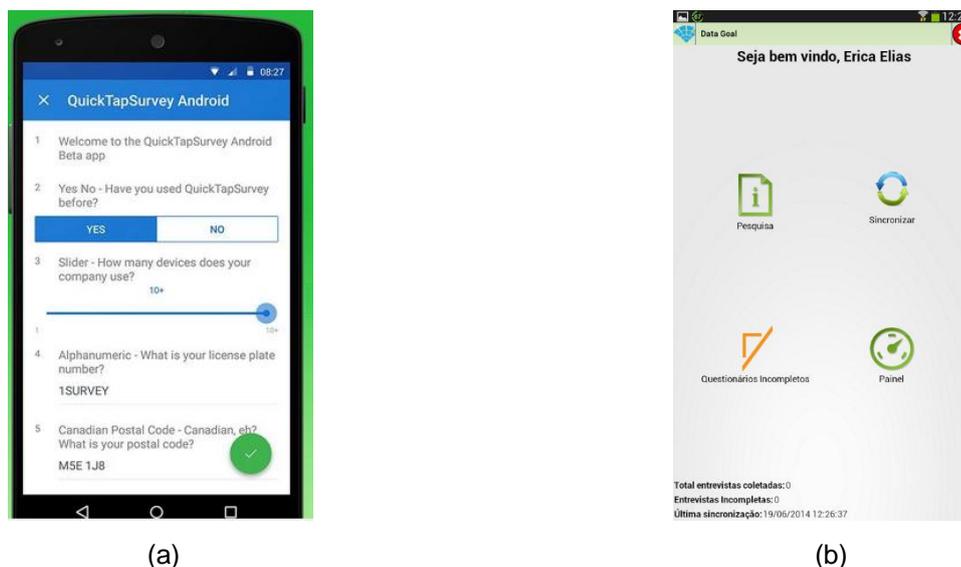
Para aprimorar os métodos que auxiliam na coleta de dados, ferramentas digitais têm sido amplamente utilizadas, como aplicativos em dispositivos móveis, tais como: *QuickTapSurvey*<sup>1</sup> (Figura 6 (a)), que facilita a criação de questionários e coletas de dados de forma interativa, permitindo que os usuários criem seus próprios questionários e colem respostas sem depender de conexão à *internet*, ou o *Data Goal*<sup>2</sup> (Figura 6 (b)), que trabalha com questionários digitais, enviando imediatamente, se houver conexão à *internet*, as coletas de dados em campo para o servidor da base de dados das entrevistas, para acompanhamento em tempo real.

---

<sup>1</sup> <http://www.quicktapsurvey.com/>

<sup>2</sup> <http://datagoal.com.br/>

**Figura 6** – Interfaces de ferramentas digitais para coleta de dados. (a) Interface do QuickTapSurvey; (b) Interface do Data Goal.



Fontes: quicktapsurvey.com (2006); datagoal.com.br (2005).

Portanto, a obtenção dos dados é pré-requisito indispensável para a construção de um SIG. A precisão dos mapas e análises gerado por um SIG está diretamente relacionado com os métodos utilizados na captura e tratamento dos dados originais (FORTES, 2007). Deste modo, a aquisição dos dados é realizada através da tecnologia do GPS. Este sistema possibilita a realização de levantamentos de campo com alto grau de acurácia e com o registro dos dados podendo ser efetivado diretamente em meio digital.

## 2.5 Ferramentas SIGs

Um bom *software* de SIG é capaz de processar dados geográficos a partir de uma variedade de fontes, e integrá-lo em um projeto de mapa (COSTA; SILVA, 2009). Como exemplos de ferramentas de SIG, podemos citar:

O PostGIS<sup>3</sup> que é uma extensão espacial gratuita e de código fonte livre (Figura 7). Sua construção é feita sobre o SGBDOR PostgreSQL<sup>4</sup> (Figura 8), que permite o uso de objetos de SIG armazenados em um banco de dados. O PostGIS inclui suporte para índices espaciais diversos, além de funções para análise básica e processamento de objetos espaciais.

<sup>3</sup> <http://postgis.net/>

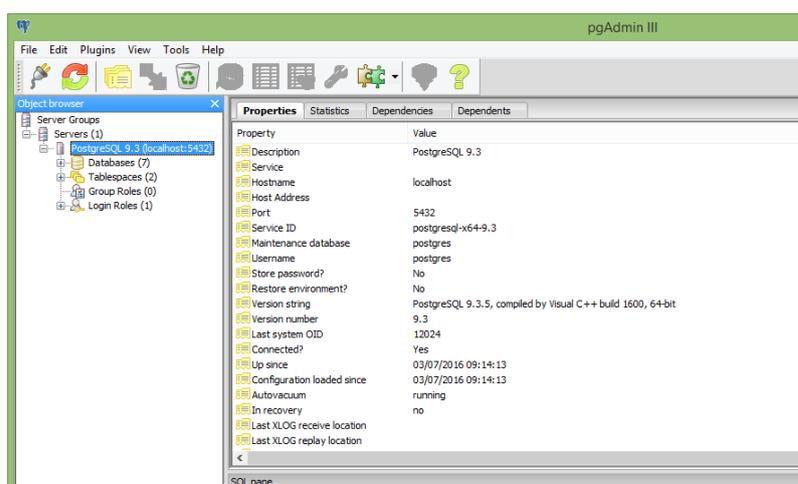
<sup>4</sup> <http://postgresql.org/>

Figura 7 – Logo PostGIS.



Fonte: postgis.net (2001).

Figura 8 – Interface do PostgreSQL.

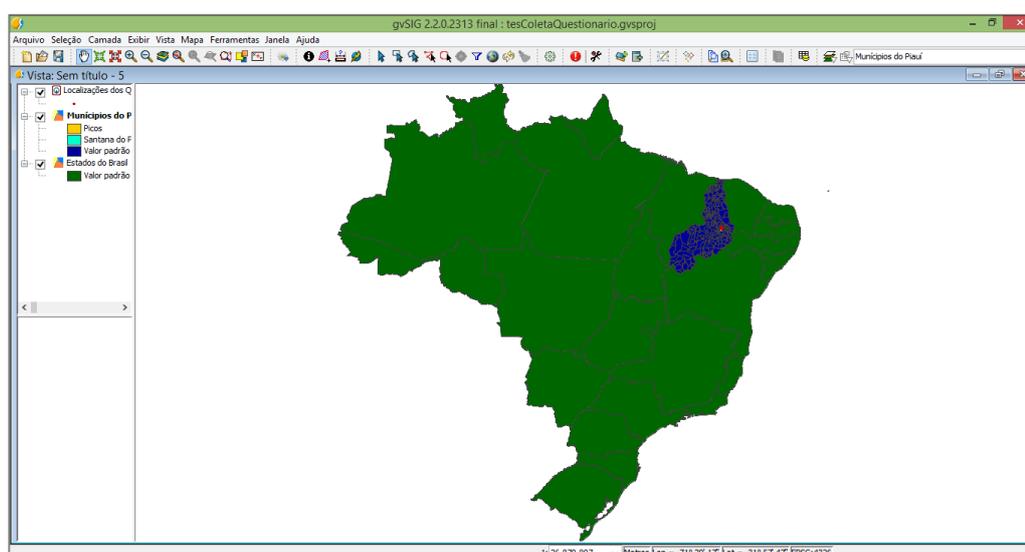


Fonte: Autora.

As consultas e resultados no PostGIS não se apresentam de forma gráfica. Quem deseja visualizar os dados expressando certos detalhes com mais clareza pode utilizar algum *software* à parte, como o gvSIG, QGIS ou ArcGIS.

- O gvSIG<sup>5</sup> (Figura 9) representa informações gráficas sob a forma de vetores e matrizes, bancos de dados e serviços remotos, e trabalha em uma variedade de formatos. Com a instalação da extensão *Geoprocessing*, permite oferecer uma série de funções para realizar análises espaciais, tais como: intersecção, união, merge, etc. Assim, permite melhorar continuamente a aplicação e o desenvolvimento de soluções sob medida (GVSIG ASSOCIATION, 2009).

Figura 9 – Desktop gvSIG.

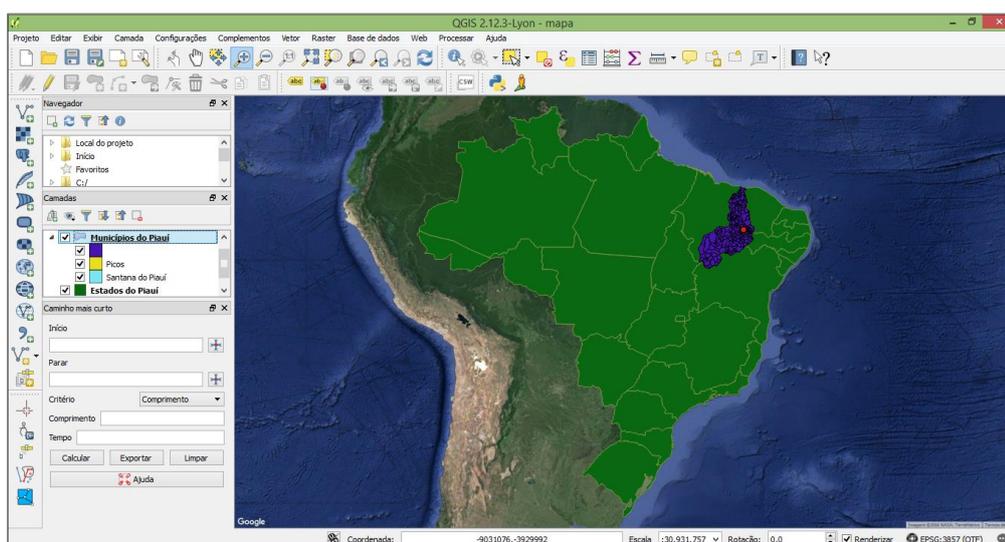


Fonte: Autora.

<sup>5</sup> <http://gvSIG.com/en/products>

- O QGIS<sup>6</sup> (Figura 10) é um de sistema de georreferenciamento livre/*open source* multiplataforma. Proporciona visualização, edição, análise de dados, publicações de informações georreferenciados e criação de mapas com várias camadas usando diferentes projeções de mapa, possibilitando ser montados em diferentes formatos e para diferentes usos. Além de suas *features* (funcionalidades) padrão, conta ainda com numerosos *plug-ins* disponíveis, que expandem as principais funcionalidades do *software* (QGIS, 2002). Tem suporte a dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) para representar o mundo real e matricial, que tem como base a dimensão de um determinado espaço, compartimentando-o em células e organizando cada célula por ordem de precisão (FERREIRA, 2006).

Figura 10 – Desktop QGIS.



Fonte: Autora.

---

<sup>6</sup> <http://qgis.org/>

- O ArcGIS<sup>7</sup> (Figura 11) é um pacote de *softwares* da ESRI (*Environmental Systems Research Institute* – Instituto de Pesquisa de Sistema Ambiental) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. Disponibiliza diversas ferramentas, de forma integrada e de fácil utilização, voltado para a elaboração de mapas, consultas e análises geocomputacionais, entre outras funcionalidades (SANTOS, 2009).

**Figura 11** – Logo ArcGIS.



Fonte: [arcgis.com](http://arcgis.com) (2015).

---

<sup>7</sup> <http://desktop.arcgis.com/en/>

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, são apresentados e descritos os materiais e métodos utilizados neste trabalho para a modelagem e implementação do SIG. Inicialmente, há uma descrição breve da abordagem do sistema, posteriormente, como foi realizado a modelagem, descrevendo de forma detalhada os passos seguidos.

#### 3.1 Descrição da Aplicação

Inicialmente, para modelagem da aplicação SIG, foi necessária a modelagem e implementação do banco de dados geográficos que deu suporte à execução do projeto (ROCHA, 2016). Assim, com o banco já previamente implementado, foram feitos testes que envolveram a criação de questionários fictícios. Dessa maneira, a aplicação foi desenvolvida utilizando as seguintes tecnologias:

- Para modelagem do banco, foi utilizado o PostgreSQL, na versão 9.3.5 com a utilização da ferramenta PgAdmin III na versão 1.18.1, que compõe a parte administrativa para o banco PostgreSQL. Além disto, foi empregada a extensão PostGIS para tornar possível a construção do banco de dados geográficos, permitindo o uso de objetos do SIG.
- Para o ambiente de teste da aplicação foi empregado um servidor local através do *Wamp Server*<sup>8</sup> 2.5, que é um ambiente de desenvolvimento *web* do *Windows*. Ele permite criar aplicações utilizando o servidor *web Apache*, a linguagem de programação PHP (*Hypertext Preprocessor* – Pré-processador de Hipertexto) e um banco de dados MySQL<sup>9</sup> (WAMP SERVER, 2016). Nesta versão estão disponíveis o *Apache* 2.4.9, PHP 5.5.12 e MySQL 5.6.17. Porém, o PostgreSQL teve que ser instalado separadamente e ativado a extensão do mesmo no *Wamp Server*.
- A linguagem de programação PHP<sup>10</sup> é um *script open source*, e foi especialmente escolhida por se adequar ao desenvolvimento *web*, além de poder ser mesclada dentro do HTML (*HyperText Markup Language* – Linguagem de Marcação de Hipertexto), permitindo escrever páginas geradas

---

<sup>8</sup> <http://www.wampserver.com/en/>

<sup>9</sup> <https://www.mysql.com/>

<sup>10</sup> <http://php.net/manual/en/>

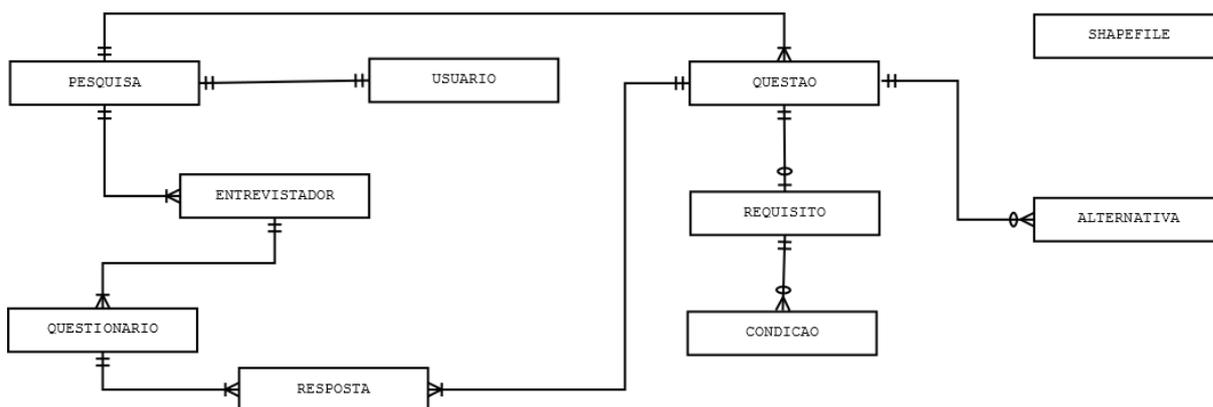
dinamicamente de forma rápida (MANUAL PHP, 2001). Para personalizar a aparência da página foi utilizado o CSS<sup>11</sup> (*Cascading Style Sheets* – Folha de Estilo em Cascata), que é uma linguagem de estilos (CSS, 1999).

- A API do *Google Maps*<sup>12</sup> (*Application Programming Interface* – Interface de Programação de Aplicativos) foi a ferramenta utilizada para visualizar mapas e acessar recursos avançados de mapeamento, como exibição de polígonos, pontos, dentre outros. Para isso, foi necessário o *Google Maps JavaScript API*<sup>13</sup>, que faz uso dos recursos do JS<sup>14</sup> (*JavaScript*), que é uma linguagem de programação baseada em *scripts* (JAVASCRIPT, 1999).
- Para aprofundar nos conhecimentos dos recursos dos SIGs, e colocar em prática na API do *Google Maps*, foram utilizadas algumas ferramentas de *software* SIG: o gvSIG e QGIS.

### 3.1.1 Diagrama Entidade Relacionamento

Para representação gráfica da aplicação, foi instituído o Diagrama Entidade Relacionamento (DER) (Figura 12), que descreve o modelo de dados do sistema com alto nível de abstração.

**Figura 12** – Diagrama Entidade Relacionamento.



Fonte: Autora.

<sup>11</sup> <http://www.w3schools.com/css/>

<sup>12</sup> <https://developers.google.com/maps/>

<sup>13</sup> <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/>

<sup>14</sup> <http://www.w3schools.com/js/>

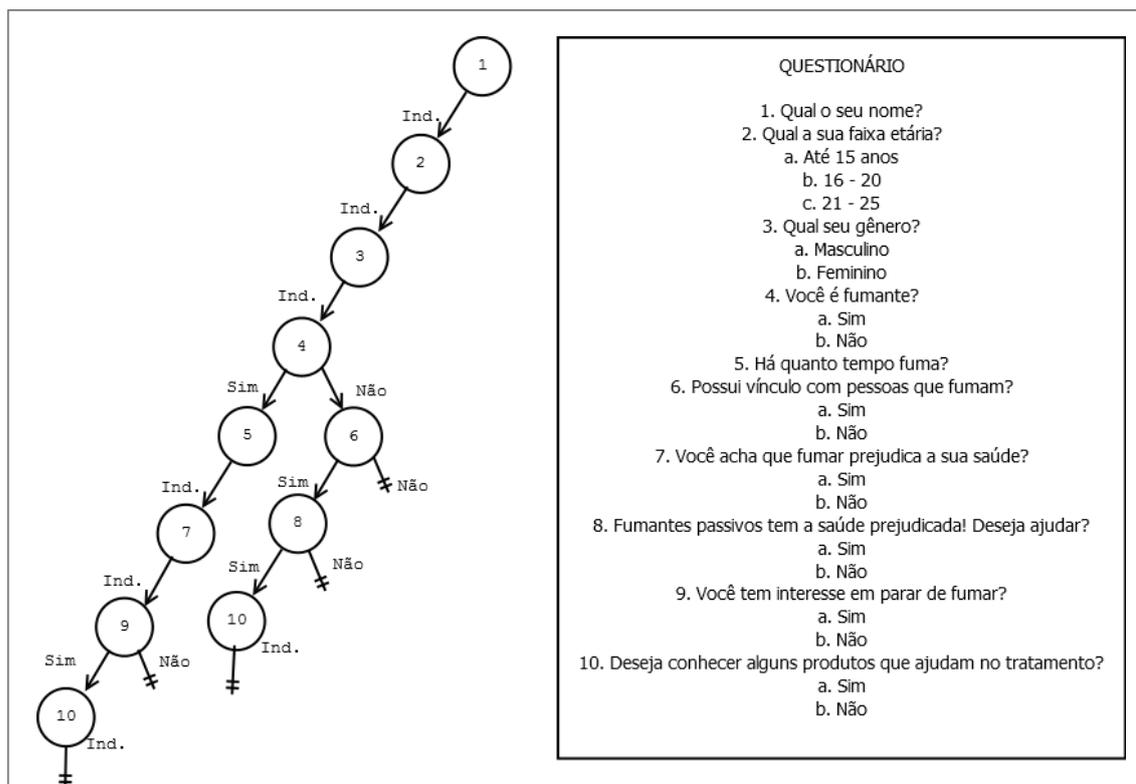
Adiante, será explicada a modelagem e tabelas utilizadas pelo sistema de questionário. Sendo assim, o sistema encontra-se distribuído da seguinte forma:

- **Usuário** – O sistema está organizado em níveis de acesso e restrições para os tipos de usuários presentes. Nesta tabela é realizado um simples cadastro de usuário, com seus dados, sendo de suma importância, visto que o e-mail e senha são definidos para autenticação do sistema posteriormente, sendo possível o acesso de seus questionários e dados. Além disso, é dela que derivam os tipos de usuários existentes, sendo eles: o pesquisador ou entrevistador.
- **Pesquisa** – Uma pesquisa é a atividade do pesquisador, e não deve ser confundida com o questionário. Essa tabela define o nome e descrições da pesquisa que será desenvolvida pelo pesquisador. Posteriormente, desenvolverá o questionário (perguntas, alternativas e restrições) referente a pesquisa que criou.
- **Entrevistador** – Este usuário tem a função de aplicar questionários referentes às pesquisas associadas. Além disso, possui acesso restrito apenas aos questionários que aplicou.
- **Questionário** – O questionário é a aplicação da pesquisa desenvolvida pelo pesquisador. É definido o entrevistador que aplicará os questionários, a data de suas realizações e estabelece a localização geográfica, através das coordenadas espaciais do local onde está sendo aplicado o questionário. Há restrições de acesso aos questionários, o pesquisador, por exemplo, tem acesso ilimitado, podendo visualizar todos os questionários realizados pelos entrevistadores das suas pesquisas.
- **Questão** – Para o desenvolvimento das questões, o pesquisador deve estar ciente da lógica do desenvolvimento das questões das suas pesquisas. A ordem das perguntas das questões deve ser cuidadosamente elaborada, pois, no nosso sistema, a sequência de perguntas pode ser influenciada por respostas anteriores. Esta lógica considera os requisitos e condições de cada pergunta. Há suporte à criação de questões fechadas e abertas.
- **Alternativa** – As alternativas estão ligadas às questões do tipo fechada. Não há limite para a quantidade de alternativas para cada questão.

- **Requisito** – No requisito encontra-se parte da lógica para a transição entre as questões durante a aplicação do questionário. Nesta tabela, está localizada a origem e o destino das questões. A origem é a questão que tem condições que, quando satisfeitas, direcionam a aplicação à próxima pergunta, que é o destino. Estes requisitos devem ser cuidadosamente implementados, para que não haja falhas de condições.
- **Condição** – A condição é uma restrição que deve ser satisfeita em uma resposta a uma questão, para que haja transição para a próxima questão. Cada questão pode ter vários tipos de requisitos, ou seja, mais de um requisito pode ser elaborado, podendo existir diferentes tipos de condições para cada requisito. Além disso, pode existir a possibilidade de uma questão possuir mais de uma origem, dessa forma a construção deve ser bastante rigorosa.
- **Resposta** – São as respostas de cada pergunta referente ao questionário aplicado pelo entrevistador. Por exemplo, caso seja uma questão aberta, será aqui apresentada a resposta descritiva do entrevistado em relação a pergunta. Caso seja uma questão fechada, será armazenada a alternativa escolhida. Apenas as perguntas respondidas são armazenadas e disponíveis para exibição pelos questionários aplicados.
- **Shapefile** – Esta tabela está à disposição para receber os *shapefiles*, que é o formato de armazenagem de dados vetoriais para armazenar a posição, formato e atributos de feições geográficas. Ele irá receber *shapefiles* de múltiplos polígonos, que futuramente estarão disponíveis para fazer *upload* pelos entrevistadores e pesquisadores.

O sistema deve ser cuidadosamente desenvolvido para que não venha a ter falhas futuras em relação a lógica para saltar as questões. Por exemplo, uma pesquisa que tem como objetivo realizar uma estatística sobre fumantes em uma determinada área e futuramente ajudar no tratamento para parar de fumar, com vendas de seus produtos. Inicialmente, os questionários devem conter pelos menos duas vertentes: fumante ou não, passivo ou ativo. Na Figura 13, a representação desse algoritmo é analisada.

**Figura 13** – Representação de um algoritmo e questionário.



Fonte: Autora.

Ao coletar os dados iniciais, por exemplo, nome (não obrigatório), idade e sexo, observa-se que não há condição para saltar de uma pergunta para outra, ela é independente (ind.) de sua resposta, e apenas saltará para a pergunta seguinte. As questões sucessivas são cruciais para partir para diferentes tipos de questões. Por exemplo, a quarta questão: “Você é fumante?”, mediante a resposta as condições dos requisitos são analisadas, caso seja respondida como “Sim” ou “Não”, satisfazendo a alguma dessas condições, saltará para a questão de destino do apresentado no requisito, considerando as vertentes desenvolvidas. E assim por diante, concretizando o questionário quando chegar a condição de parada, seguindo a lógica aplicada. Portanto, o usuário pesquisador deve ser bastante cauteloso no desenvolvimento dos questionários de suas pesquisas.

### 3.2 Estrutura da Aplicação

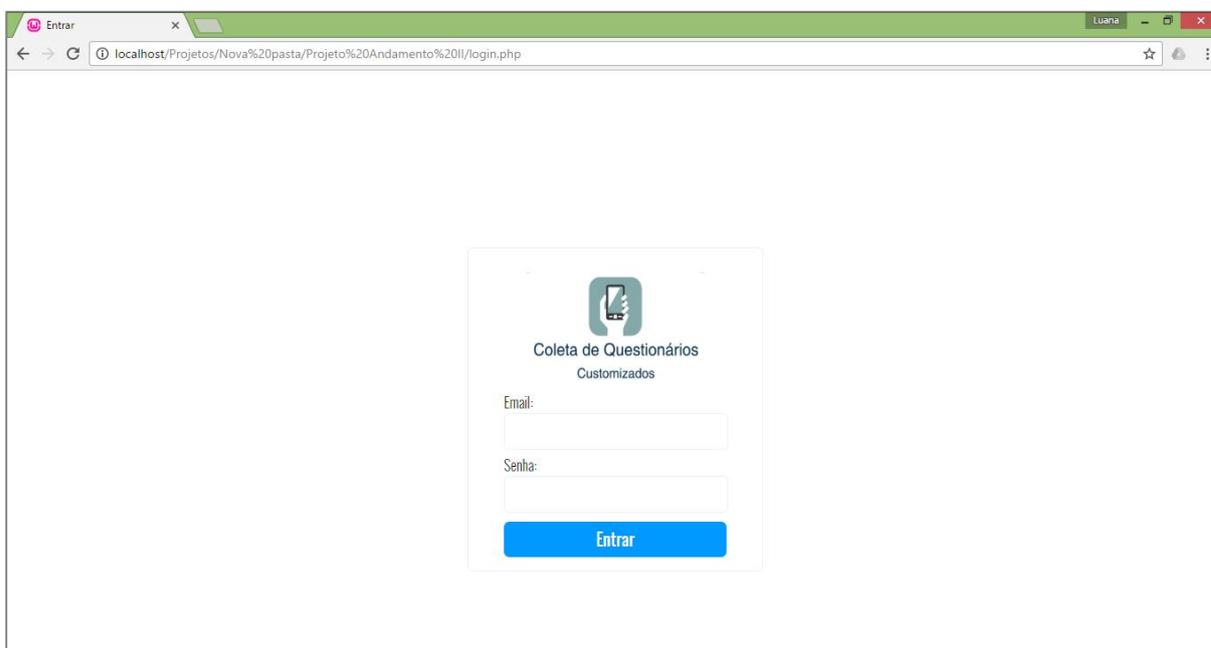
Com a modelagem do banco de dados geográficos desenvolvida, o passo seguinte foi a criação de uma aplicação que ofereceu suporte para visualização dos

questionários aplicados e proporcionando uma série de funções para análise espacial através da localização geográfica obtida nos questionários, demonstrando assim, a capacidade da ferramenta SIG.

Para análise e testes da aplicação, foram desenvolvidos cadastros fictícios de usuários (pesquisador e entrevistador), pesquisas e questionários. Além disso, foi respondida uma quantidade considerável de questionários, para melhor analisar as funcionalidades do sistema. Antes da apresentação das funcionalidades, faremos uma breve demonstração de acesso dos usuários a aplicação.

O acesso inicial ao sistema deve ser feito por uma conta cadastrada, necessitando do e-mail do entrevistador ou pesquisador e a sua senha para *login* (Figura 14). Caso seja um usuário pesquisador, ele terá acesso a todos os questionários respondidos pelos entrevistadores que aplicaram questionários das suas pesquisas. Porém, se for o tipo de usuário entrevistador, ele terá acesso aos questionários que aplicou de determinadas pesquisas.

**Figura 14** – *Login* do sistema.

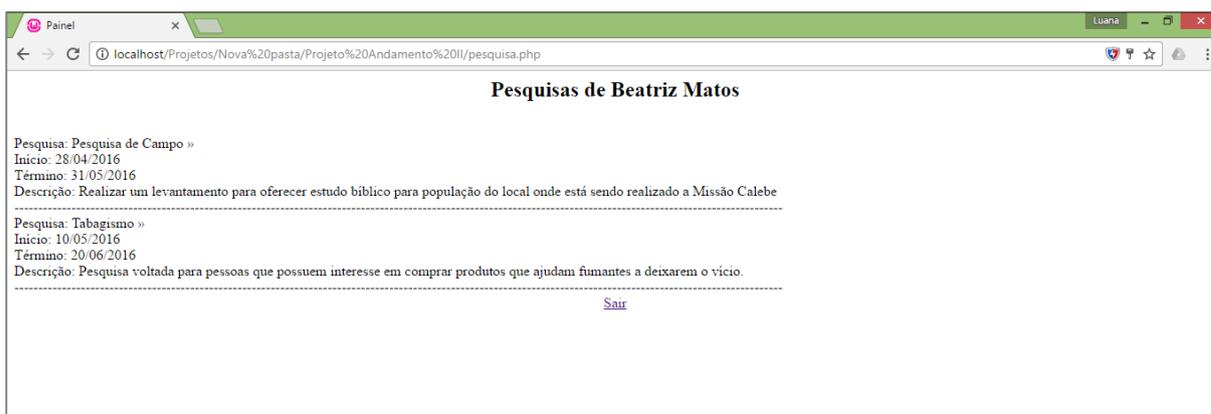


A imagem mostra uma captura de tela de um navegador web. No topo, há uma barra de endereço com a URL `localhost/Projetos/Nova%20pasta/Projeto%20Andamento%20II/login.php`. O conteúdo principal da página é um formulário de login centralizado. No topo do formulário, há um ícone de um smartphone. Abaixo dele, o texto "Coleta de Questionários Customizados" é exibido. Seguem dois campos de entrada: "Email:" e "Senha:". Abaixo dos campos, há um botão azul com o texto "Entrar".

Fonte: Autora.

Primeiramente, foi executado o *login* de um pesquisador. Observa-se (Figura 15) que este já havia cadastrado duas pesquisas, com títulos: pesquisa de campo e tabagismo, e suas respectivas descrições.

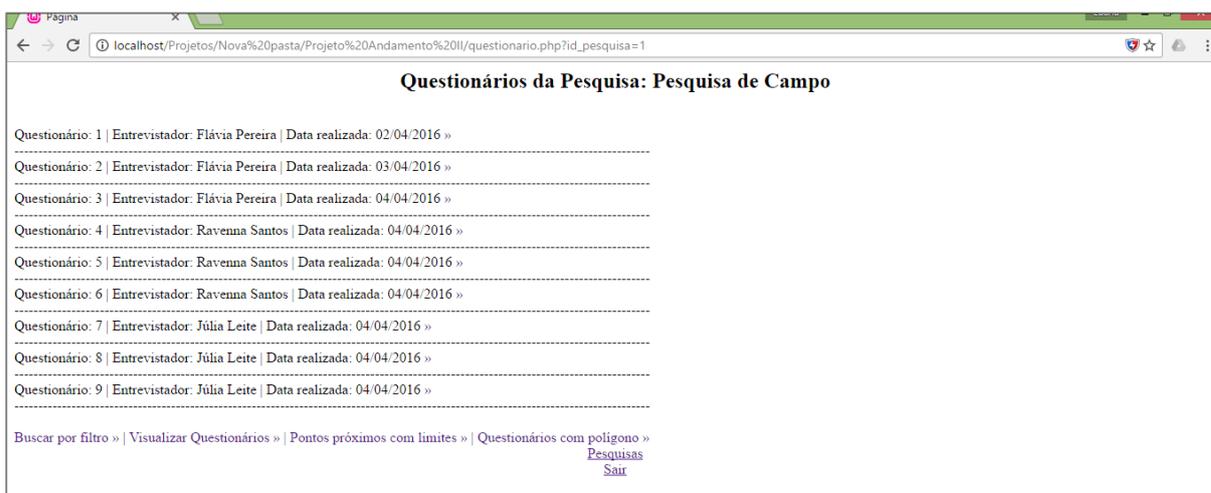
**Figura 15** – Informações das pesquisas do pesquisador.



Fonte: Autora.

Foram demonstradas duas situações, a primeira está relacionada a pesquisa de campo, a mesma possui todos os questionários aplicados até então, com datas de realização e o entrevistador responsável (Figura 16), a segunda é uma pesquisa tabagismo, que não há questionários aplicados até o presente momento, o que é bastante comum, pois uma pesquisa pode ser apenas criada e disponível para ser aplicada seus questionários, mas que ainda não foram. Porém, há um prazo para que a pesquisa seja encerrada, ou seja, os questionários devem ser aplicados durante o espaço de tempo disponível que o pesquisador limita.

**Figura 16** – Questionários da pesquisa do pesquisador.



Fonte: Autora.

Abaixo (Figura 17) encontra-se a página das informações das pesquisas de um entrevistador após execução do *login*. Ele está relacionado apenas a uma pesquisa

por título pesquisa de campo, podemos analisar que esta pesquisa foi criada pelo pesquisador já mencionado acima.

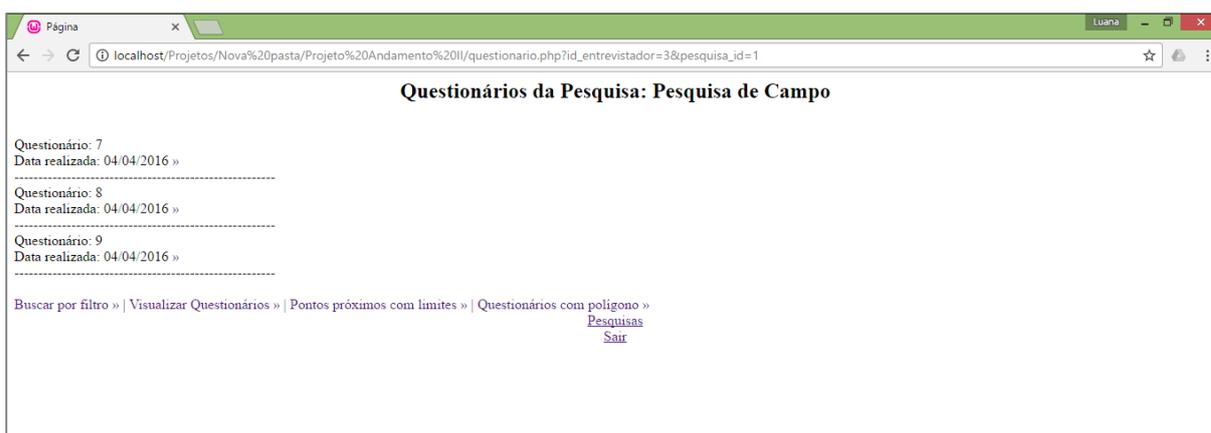
**Figura 17** – Informações das pesquisas do entrevistador.



Fonte: Autora.

Neste exemplo, analisa-se que o entrevistador aplicou três questionários (Figura 18) dos nove que já foram concluídos até o momento, podemos observar quais os questionários e suas datas de aplicação.

**Figura 18** – Questionários da pesquisa do entrevistador.



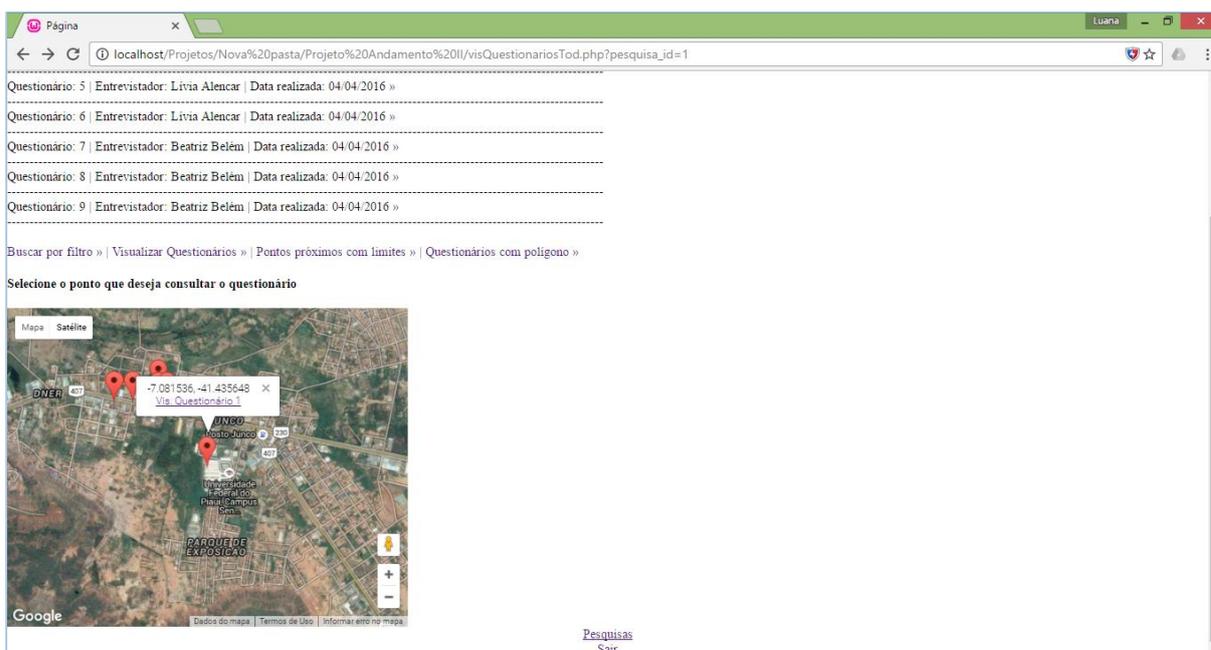
Fonte: Autora.

### 3.3 Demonstração das Funcionalidades da Aplicação

Após as demonstrações de níveis de acesso ao sistema, serão agora executadas e explicadas as funcionalidades da aplicação. Inicialmente, os questionários dos usuários estão disponíveis para exibição das perguntas

respondidas pelos entrevistados. Logo, se inicia a análise espacial das coordenadas geográficas obtidas no momento da realização dos questionários, exibindo por meio da API do *Google Maps*, as localizações (pontos geográficos) dos questionários aplicados pelos entrevistadores (Figura 19).

**Figura 19** – Localizações dos questionários aplicados.

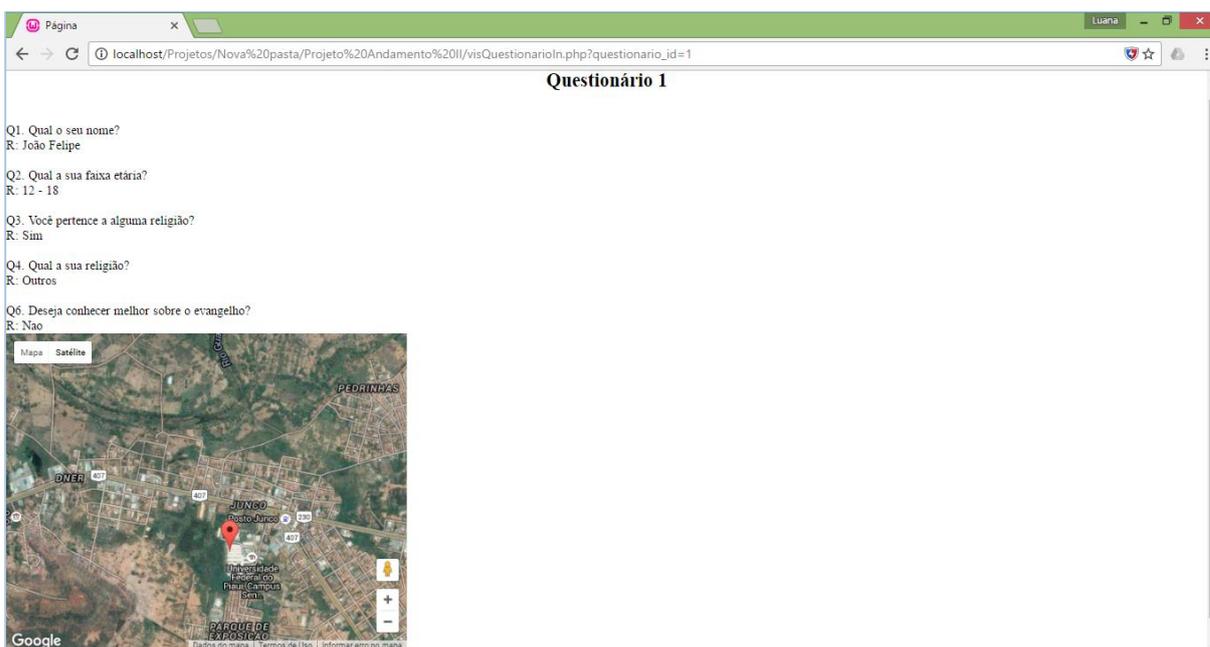


Fonte: Autora.

A API do *Google Maps* permitiu a comunicação da aplicação com funções pré-programadas de exibição de imagens geográficas definidas pelo fornecedor, o *Google*. Esta API permite a criação de mapas com locais definidos, controle de zoom, tipos de mapa, geração de rotas, visualização de polígonos e muito mais (FERNANDES, 2009).

Nesse sentido, a utilização de SIGs tem se tornado mais visível e comum em sistemas e sites com as funcionalidades da API do *Google Maps*, permitindo a criação de mapas com localizações armazenadas no banco de dados geográficos, facilitando a visualização, consulta e análise dos dados. A aplicação apresenta algumas funcionalidades oferecidas dos SIGs para a API do *Google Maps*, uma delas mencionada anteriormente é a localização dos questionários aplicados no mapa, que após a escolha do questionário, é exibido as suas respostas em conjunto com a localização (Figura 20).

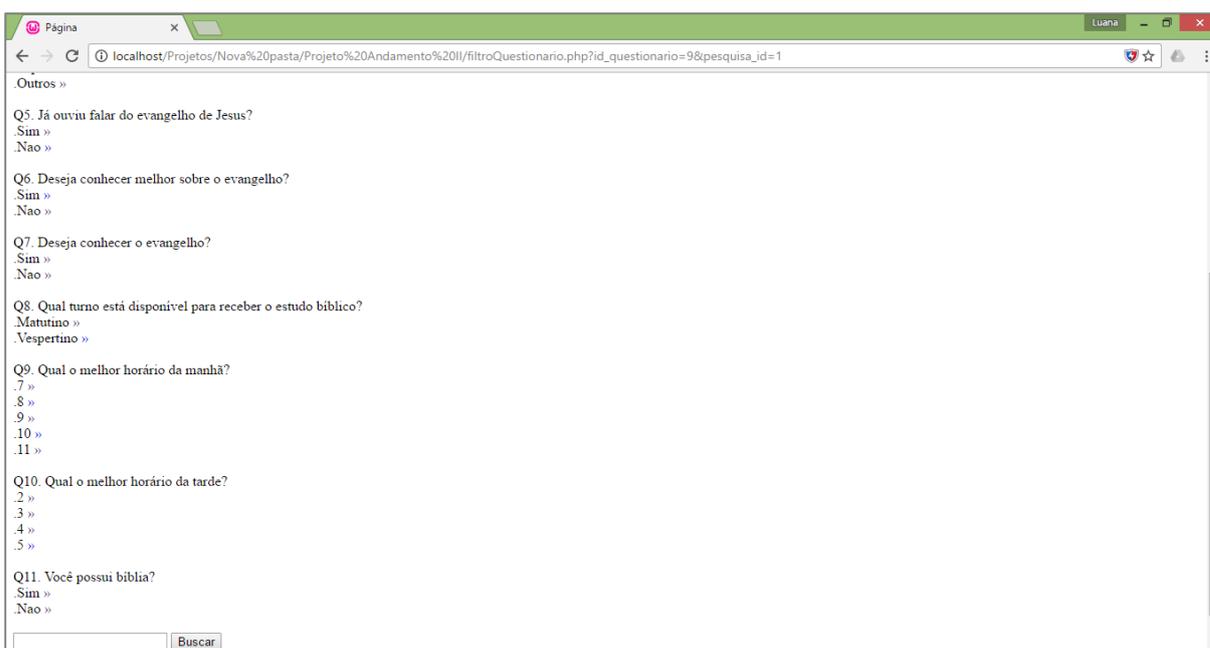
**Figura 20** – Questionário e localização geográfica.



Fonte: Autora.

Outra funcionalidade é a busca por filtro, escolhendo está opção, é apresentado o questionário da pesquisa com suas respectivas questões e alternativas (Figura 21), deixando acessível ao usuário selecionar dentre as alternativas apresentadas o filtro que deseja. Além disso, uma opção de caixa de texto é disponibilizada para buscar por textos dentro das respostas dos questionários.

**Figura 21** – Seleção da busca por filtro.



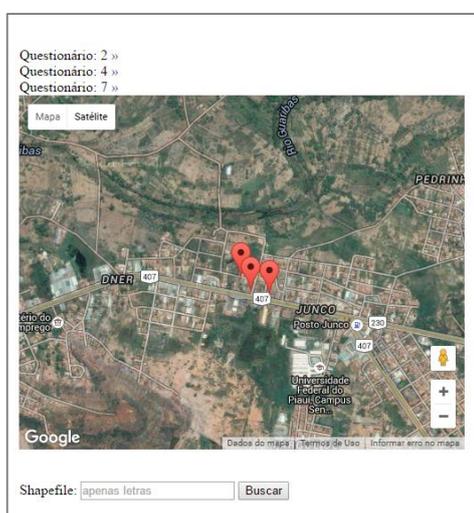
Fonte: Autora.

Foram realizados dois tipos de buscas, a primeira foi através da seleção da alternativa “Matutino” contida na oitava questão, que é referente as pessoas que estão disponíveis para receber estudo bíblico pelo turno da manhã. Com a efetivação do filtro, três questionários dentre os da pesquisa foram encontrados que satisfizeram esse tipo de filtro (Figura 22 (a)), as suas localizações são exibidas no mapa, disponíveis para seleção e, posteriormente, a exibição do questionário aplicado.

Além disso, é oferecido uma caixa de texto para realização de buscas, verificando se os pontos estão contidos dentro de algum município no Piauí. Isso é feito através do *shapefile* de múltiplos polígonos dos municípios do Piauí, armazenado de forma manual o seu *upload* no banco de dados geográficos, adicionando um arquivo.zip contendo os arquivos .shp, .shx, .dbf e .prj, o que tornou possível as análises das consultas realizadas.

A outra forma de busca, foi através da caixa de texto, a palavra “Vespertino” foi buscada entre as respostas dos questionários, e então filtrada, retornando quatro questionários que encontraram a palavra sugerida (Figura 22 (b)).

**Figura 22** – Resultados da funcionalidade busca por filtro. (a) Busca através da alternativa; (b) Busca através da caixa de texto.



(a)



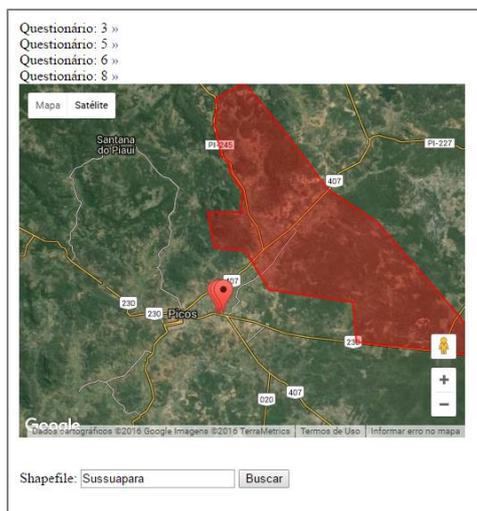
(b)

Fonte: Autora.

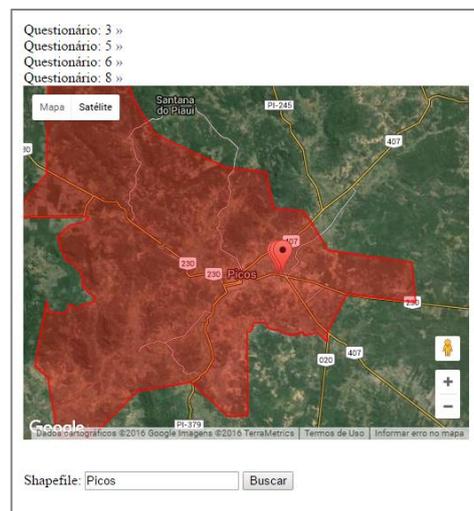
Nessa busca também foi verificado se as localizações dos questionários estão contidas dentro de algum município do Piauí. Primeiro, foi feito o teste com a busca pelo município de Sussuapara (Figura 23 (a)), pode-se observar que as localizações estão fora do polígono que representa o município. Porém, ao realizar o teste com o

polígono do município de Picos (Figura 23 (b)), é observado que as localizações encontram-se presente dentro desse polígono, ou seja, os questionários foram aplicados no município de Picos.

**Figura 23** – Resultados das verificações de localizações dentro de algum polígono. (a) Localizações e polígono Sussuapara; (b) Localizações e polígono Picos.



(a)

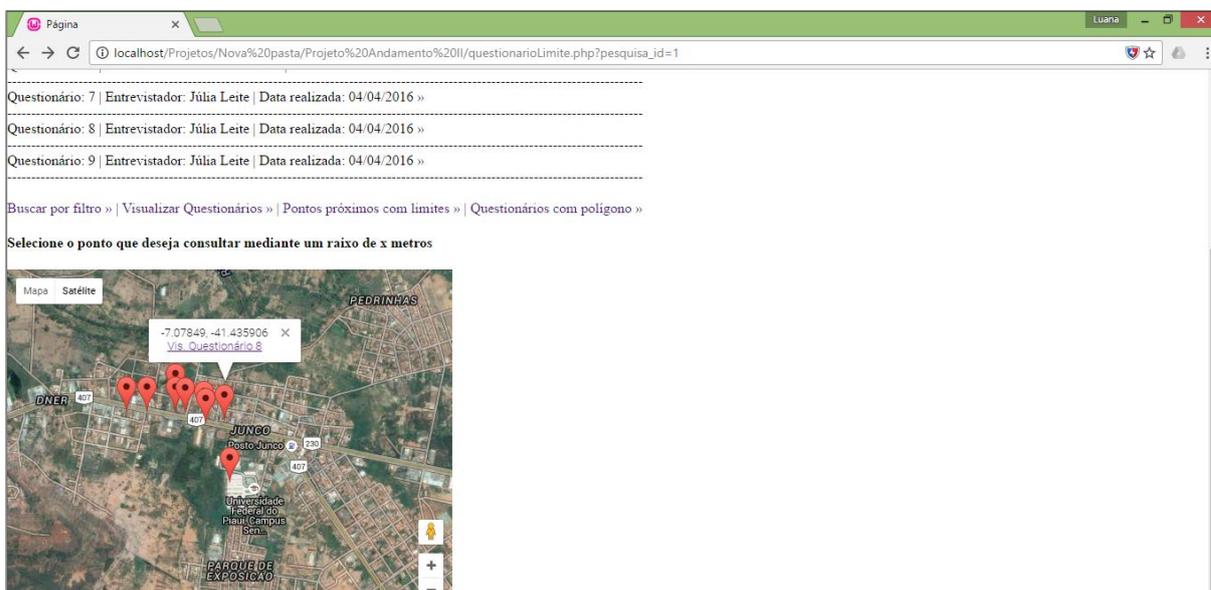


(b)

Fonte: Autora.

Pode-se também realizar consultas de proximidade, por exemplo, ao selecionar a localização dentre as apresentadas no mapa (Figura 24), é possível realizar consultas geográficas que retornaram as localizações mais próximas ao ponto escolhido, apenas digitando o valor de interesse do raio em metros.

**Figura 24** – Seleção da localização para verificação de proximidade.



Fonte: Autora.

Após a seleção da localização do questionário (Figura 25 (a)), é disponível uma caixa de texto para digitar a quantidade de metros que verificará a possibilidade de questionários dentro desse raio. Na Figura 25 (b), o valor do raio foi digitado (250 metros), conseqüentemente, as localizações mais próximas ao questionário selecionado (questionário 8) são exibidas. Esse processo pode ser repetido de acordo com a necessidade, sendo possível também exibir os questionários de qualquer localização, apenas selecionando dentre elas a que preferir.

**Figura 25** – Resultados da funcionalidade consulta de proximidade. (a) Localização selecionada; (b) Consulta com valor do raio determinado.



(a)

(b)

Fonte: Autora.

A consulta SQL do PostGIS apresentada abaixo (Figura 26), realiza as possíveis consultas de proximidade. Ela retorna os seguintes atributos: latitude e longitude das coordenadas, ou seja, a localização e a identificação dos questionários que estão dentro do raio de interesse. A função `ST_DWITHIN` faz todo o trabalho, retornando `true` (verdade) se as geometrias estão dentro da distância especificada.

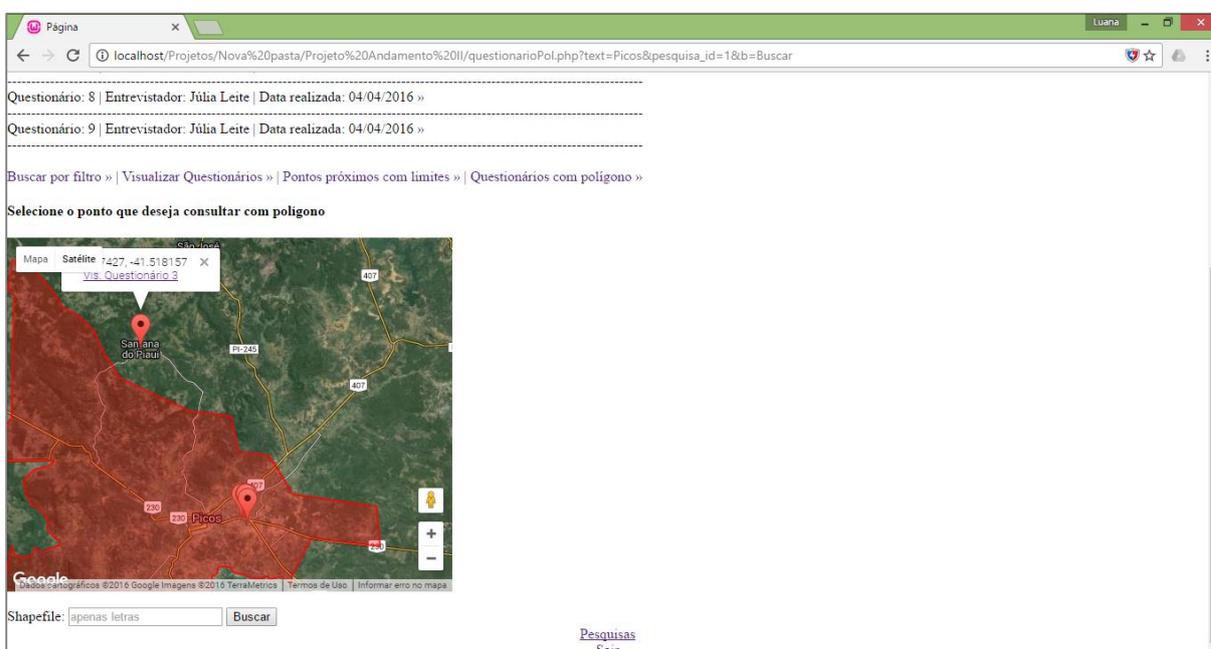
**Figura 26** – Consulta SQL realizada na funcionalidade de proximidade.

```
select st_x(the_geom), st_y(the_geom), id_questionario from questionario
where ST_DWITHIN (Geography (questionario.the_geom), Geography
(ST_GeographyFromText ('SRID=4326;POINT($lng $lat)'),$raio) and
pesquisa_id = $pesquisa_id;
```

Fonte: Autora.

A funcionalidade para visualização de questionários com polígono, é bastante similar com a funcionalidade de busca por filtros. Ela funciona da seguinte forma: inicialmente as localizações dos questionários referentes a alguma pesquisa são exibidas, e desde então, pode-se buscar o polígono de interesse, apenas digitando-o na caixa de texto. Assim, é possível verificar se os pontos estão ou não contidos dentro do polígono. Observe que na Figura 27, foi possível verificar que as localizações dos questionários aplicados foram realizadas dentro de municípios diferentes, já que o polígono do município de Picos que foi pesquisado, contém uma parte dos questionários e apenas uma localização encontra-se fora desse município.

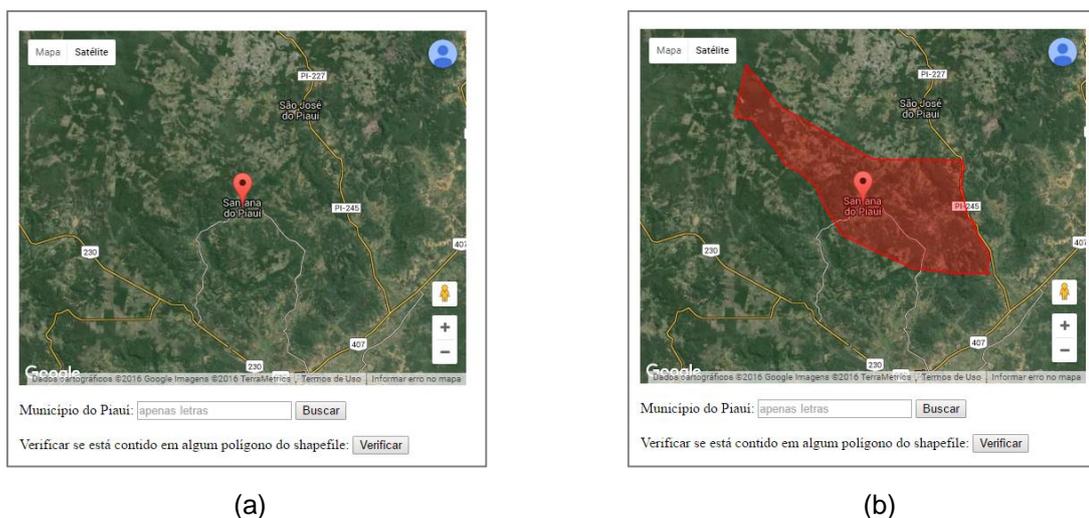
**Figura 27** – Localização dos questionários e polígono do município de Picos.



Fonte: Autora.

Há a possibilidade de verificar um único questionário de interesse, e então fazer as análises. Foi selecionando o questionário que não está dentro do município de Picos. São possíveis duas maneiras para consultar o polígono com a localização (Figura 28 (a)): digitando o município (já demonstrado), de forma manual ou por meio da verificação automática. O exemplo da verificação automática é demonstrado na Figura 28 (b), nela consta que a localização encontra-se dentro do município de Santana do Piauí.

**Figura 28** – Formas de consultar o polígono. (a) Opções de consulta e localização; (b) Exemplo por verificação automática.



Fonte: Autora.

Esse processo de verificar de forma automática, é realizado na consulta SQL mostrado na Figura 29. Essa consulta é possível por causa da função `ST_CONTAINS`, que determina se um objeto espacial (ponto selecionado) está inteiramente dentro de outro objeto espacial (polígono), caso esteja, a consulta retorna `true` o polígono (ou polígonos) que contém o ponto no seu interior.

**Figura 29** – Consulta SQL que retorna `true` o polígono que contém o objeto espacial no seu interior.

```
select nm_municip, ST_CONTAINS(geom, ST_GeomFromText('POINT($lng
$lat)', 4326)) from municipio;
```

Fonte: Autora.

A Figura 30, apresenta a consulta SQL empregada nas consultas de questionários com polígono. Ela retorna um conjunto de fileiras de todos os pontos que compõem uma geometria, no caso, os pontos do polígono de interesse. Isso foi possível por causa da função `ST_DUMPPOINTS`. Além disso, a consulta também trata o caso da construção do polígono, que deve retornar o último vértice do polígono sendo obrigatoriamente igual ao primeiro.

**Figura 30** – Consulta SQL realizada na funcionalidade para visualizar questionários com polígono.

```
With foo as (select (ST_DUMPPOINTS(geom)).path[3], gid, nm_municip as
pt, (ST_DumpPoints(geom)).geom as geom from municipio where
nm_municip = upper('$municipio')) select pt, gid, st_x(foo.geom) as lon,
st_y(foo.geom) as lat from foo;
```

Fonte: Autora.

As funções do PostGIS que foram expostos e analisados (ST\_DWITHIN, ST\_DWITHIN e ST\_DUMPPOINTS), retornam resultados que dão continuidade ao objetivo da aplicação. Conseqüentemente, colocando em seguida em prática a ferramenta da API do *Google Maps*, visualizando no mapa os resultados das funcionalidades apresentadas no decorrer das análises.

Portanto, essas são as funcionalidades disponíveis na aplicação do projeto de coleta de dados customizados. Foram construídas visando proporcionar ao usuário uma maneira prática de análise de dados e consultas espaciais, apresentando de forma instantânea resultados geográficos através da elaboração de mapas.

### 3.4 Softwares SIGs

Antes da implementação da aplicação, alguns *softwares* SIGs foram experimentados e testados, e tiveram a extensão de suas funcionalidades e de seu desempenho expostos e analisados. Os SIGs considerados para o desenvolvimento foram o QGIS e o gvSIG. Eles realizaram os mesmos testes, que serão apresentados a seguir.

Para testar as funcionalidades e a aplicabilidade do sistema, foram utilizados alguns *shapefiles* contendo polígonos. Em ambos os *softwares*, estes *shapefiles* foram empregados para permitir que as localizações geográficas dos questionários fossem integradas com os testes.

Inicialmente, os arquivos e a conexão com o banco de dados foram implantados no *software* gvSIG, na versão 2.2.0.2313. Este *software* possui manual do usuário<sup>15</sup> com documentação explicando todo o sistema e suas ferramentas. Os mesmos passos foram realizados pelo *software* QGIS, na versão 2.12.3-Lyon. Ele apresentou

<sup>15</sup> <http://www.gvsig.com/pt/produtos/gvsig-desktop/documentacao>

uma ampla documentação do sistema<sup>16</sup>. Portanto, adicionar camadas vetoriais (*shapefiles*), executar a conexão com PostGIS foi realizado de forma prática em ambos os *softwares*. Além das documentações dos SIGs, a *internet* apresentou uma vasta gama de informações e tutoriais para as mais diversas funcionalidades dos SIGs.

Com base nos resultados, pode-se considerar que o QGIS apresentou melhor usabilidade e documentação. Em relação ao design do desenvolvimento de mapas, a ferramenta QGIS obteve melhor êxito. De maneira geral, independente das limitações encontradas, os resultados obtidos contribuíram para o desenvolvimento e concretização da aplicação de coleta de questionários customizados, pois suas funcionalidades foram conhecidas e exploradas, gerando melhor compreensão da ferramenta SIG.

---

<sup>16</sup> [http://docs.qgis.org/2.6/pt\\_BR/docs/](http://docs.qgis.org/2.6/pt_BR/docs/)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados encontrados durante o desenvolvimento da aplicação. Para isso, foram realizados testes com exemplos fictícios de usuários, pesquisas e questionários.

Para que o projeto possa seguir para as próximas etapas, o SIG passou por algumas avaliações preliminares. Elas consistiram em avaliações da aplicação de questionários, com base em exemplos fictícios de questionários desenvolvidos. Esses exemplos testavam a sequência de realização dos questionários e as possibilidades de perguntas, apresentando situações de casos de questionários. As avaliações foram testadas por pessoas do projeto, e algumas que não participaram do desenvolvimento do mesmo.

As funcionalidades que são ligadas às informações geográficas, foram testadas com as ferramentas do SIG, e por meio delas, permitiram exibir as visualizações dos resultados através da interação dos mapas com os questionários. Além disso, houveram testes mais aprofundados para as consultas que envolveram filtros relacionados à questão e à geografia simultaneamente. Portanto, o SIG implementado, apresentou funcionalidades que obtiveram o mesmo desempenho em comparação com as funcionalidades apresentadas nas ferramentas de *softwares* SIGs.

Assim, a aplicação dos testes nas avaliações das funcionalidades e as escolhas das ferramentas para construção do sistema, apresentaram sucesso para o que foi proposto. Nesse sentido, o sistema proporciona aos usuários que possuem interesses na elaboração, aplicação e análise de seus questionários uma boa escolha de aplicação.

Vale ressaltar que estes são testes preliminares, e que o sistema apresentado serve como base para um sistema maior. A aplicação como um todo será testada com experimentos mais rígidos e pesquisas reais, conforme o sistema de pesquisa e a *interface web* estiverem funcionando corretamente. Assim, permitindo que testes futuros possam delinear novas possibilidades, necessidades e funcionalidades do SIG. Entretanto, o SIG implementado está apto a suportar o básico do sistema que está sendo desenvolvido.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é perceptível nas mais diversas áreas existentes, e sua aplicação está se difundindo cada vez mais no cotidiano das pessoas. Por exemplo, em pesquisas de campo, o pesquisador pode se beneficiar da utilização de SIGs em suas atividades de campo, observando diretamente os fenômenos geográficos sob diferentes pontos de vista.

Este trabalho apresentou a modelagem e implementação de um SIG para uma aplicação de coleta de questionários customizados, oferecendo suporte para visualizações, análises e consultas, por meio dos dados georreferenciados coletados e armazenados no banco de dados geográficos.

Os resultados dos testes das consultas geográficas realizadas através dos questionários fictícios, mostraram no decorrer da modelagem e implementação do SIG na aplicação, eficiência e agilidade nas ferramentas de dados espaciais do banco de dados. Podendo ser observado, que reagiram de forma adequada e apropriada ao objetivo da aplicação, concretizando com êxito o problema em questão.

### 5.1 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, estão planejados o desenvolvimento da aplicação do sistema *Android* para os dispositivos móveis, que dará suporte à coleta de questionários customizados, permitindo aos usuários a criação dos questionários e a coleta dos dados. Além disso, será concluída a aplicação *web*, que apresentará como objetivo principal a realização de consultas e visualização dos resultados através das funcionalidades implementadas do SIG desenvolvido.

## REFERÊNCIAS

- ARCGIS. **ArcGIS for Desktop**. 2015. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/>>. Acesso em: 14 maio 2015.
- BARBOSA, E. F. **Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais**. Educativa, out, 1998.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. Elsevier Editora Ltda, 2010.
- BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. M.; GRACIE, R.; MAGALHÃES, M. D. A. F.; FONTES, M. P.; SKABA, D. **Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, 17(1), p. 59-70, 2008.
- BERNARDI, J. V. E.; LANDIM, P. M. B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatématica, Texto Didático, v. 10, n. 31, p. 2002, 2002.
- BORGES, K. A. V.; DAVIS, C.; LAENDER, A. H. F. **Banco de Dados Geográficos: Modelagem conceitual de dados geográficos**. Curitiba: MundoGEO, p. 503, 2005.
- CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. 1995. 237 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos. 1995.
- CÂMARA, G. **Representação Computacional de Dados Geográficos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 2005.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE, São José dos Campos. p. 345, 2001.
- CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: MundoGEO, p. 503, 2005.
- COSTA, H. C.; SILVA, M. V. A. **Apostila de Introdução ao gvSIG**. 2009. Goiânia, CEFET. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/bestpractices/essays-on-geography-gis.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2015.
- CRUZ, I.; CAMPOS, V. B. G. **Sistemas de Informações Geográficas aplicados à análise espacial em transportes, meio ambiente e ocupação do solo**. Rio de Transportes III, Rio de Janeiro, 2005.
- CSS. **CSS Tutorial**. 1999. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/css/>>. Acesso em: 21 junho 2016.
- DATA GOAL – Sistema para coleta de dados em campo. **O que é?**. Disponível em: <<http://datagoal.com.br/#s0>>. Acesso em: 12 junho 2015.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**. Pearson Education, 2004.

FERNANDES, P. **Entendendo um pouco a API Google Maps**. 2009. Disponível em: <<http://imasters.com.br/artigo/13893/apis-google/entendendo-um-pouco-a-api-google-maps?trace=1519021197&source=single>>. Acesso em: 16 junho 2016.

FERREIRA, C. S. **Introdução ao POSTGIS**. Instituto Nacional de Tecnologia da Informação – ITI. Brasília, DF, p. 57, 2006.

FILHO, J. L. **Projeto de banco de dados para sistemas de informação geográfica**. Revista Eletrônica de Iniciação Científica-REIC/SBC, v. 1, n. 2, p. 12, 2001.

FORTES, M. F. J. R. F. **Sistema de informação geográfica na gestão do cadastro urbano municipal aplicado ao município da praia**. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica) – Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Nova Lisboa. 2007.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. **O método de pesquisa survey**. Revista de administração, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

GOOGLE MAPS APIS. **Google Maps para todas as plataformas**. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/>>. Acesso em: 21 junho 2016.

GOOGLE MAPS JAVASCRIPT APIS. **Personalize mapas com conteúdo e imagens próprios**. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/>>. Acesso em: 16 junho 2016.

GVSIG ASSOCIATION. **Documentação**. 2009. Disponível em: <<http://www.gvSIG.com/pt/produtos/gvSIG-desktop/documentacao>>. Acesso em: 21 junho 2016.

GVSIG ASSOCIATION. **Get to know gvSIG Desktop, the Open Source Geographic Information System**. 2009. Disponível em: <<http://www.gvSIG.com/en/products>>. Acesso em: 14 maio 2015.

JAVASCRIPT. **JavaScript Tutorial**. 1999. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/js/>>. Acesso em: 21 junho 2016.

KRIEGER, N.; CHEN, J. T. WATERMAN, P. D.; REHKOPTF, D. H.; SUBRAMANIAN, S. V. **Race/ethnicity, gender, and monitoring socioeconomic gradients in health: a comparison of area-based socioeconomic measures. The public health disparities geocoding project**. American Journal of Public Health, 93(10), p. 1655-1671, 2003.

MANUAL PHP. **Preface**. 2001. Disponível em: <<http://www.php.net/manual/en/preface.php>>. Acesso em: 10 maio 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e**

**execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MYSQL. **The world's most popular open source database.** Disponível em: <<https://www.mysql.com/>>. Acesso em: 21 junho 2016.

OMOTE, S.; PRADO, P. S. T.; CARRARA, K. **Versão eletrônica de questionário e o controle de erros de resposta.** Estudos de Psicologia, v. 10, n. 3, p. 397-405, 2005.

PHP. **PHP Manual.** Disponível em: <<http://php.net/manual/en/>>. Acesso em: 21 junho 2016.

POSTGIS - Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. **About PostGIS.** 2001. Disponível em: <<http://PostGIS.net/>>. Acesso em: 14 maio 2015.

POSTGRESQL. **About.** Disponível em: <<http://www.postgresql.org/about/>>. Acesso em: 14 maio 2015.

QGIS. **A Free and Open Source Geographic Information System.** 2002. Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em: 13 abril 2016.

QGIS. **Discover QGIS.** Disponível em: <<http://qgis.org/en/site/about/index.html>>. Acesso em: 14 maio 2015.

QGIS. **Documentação do QGIS.** Disponível em: <[http://docs.qgis.org/2.6/pt\\_BR/docs/](http://docs.qgis.org/2.6/pt_BR/docs/)>. Acesso em: 21 junho 2016.

QUICKTAPSURVEY. **Take a Tour.** Disponível em: <<http://www.quicktapsurvey.com/tour.php>>. Acesso em: 12 junho 2015.

RECKZIEGEL, M. **Sistemas de Informação Geográfica.** 2009. Porto Alegre – RS. Disponível em: <<http://mauricioreckziegel.blogspot.com.br/2012/06/sistemas-de-informacao-geografica.html>>. Acesso em: 02 março 2016.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar.** Juiz de Fora, Edição do Autor, p. 220, 2000.

ROCHA, L. M. A. **Modelagem de um banco de dados geográfico para uma aplicação móvel de coleta de questionários.** 2016. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Piauí, Picos – PI. 2016.

RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento.** In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, p. 1-26, 1990.

SANTOS, R. P. **Introdução ao ArcGIS:** conceitos e comandos. Brasília, DF, p. 43, 2009.

SILVA, J. X.; SOUZA, M. **Análise ambiental.** Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 1987.

THOMÉ, R. **Interoperabilidade em Geoprocessamento**: conversão entre modelos conceituais de sistemas de informação Geográfica e Comparação com o Padrão Open GIS. 1998. 196 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – INPE, São José dos Campos. 1998.

WAMP SERVER. **Wamp Server a Windows web development environment**. Disponível em: <<http://www.wampserver.com/en/>>. Acesso em: 21 junho 2016.

## APÊNDICE A – Função para visualizar a localização do questionário selecionado, utilizando o Google Maps JavaScript API

```
<script type="text/javascript">
  function initMap() {
    var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
      zoom: 15,
      center: {lat: -7.078330, lng: -41.436909},
      mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID
    });
    setMarkers(map);
  }
  function setMarkers(map) {
    for (var i = 0; i < person.length; i++) {
      var marker = new google.maps.Marker({
        position: new google.maps.LatLng(person[i].lat, person[i].lng),
        map: map,
      });
    }
  }
</script>
```

## APÊNDICE B – Função para visualizar todas as localizações dos questionários aplicados, tanto para o entrevistador quanto pesquisador, utilizando o Google Maps JavaScript API

```

<script type="text/javascript">
    var entrevistador = "<?php echo $id_entrevistador;?>";
    function initMap() {
        var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
            zoom: 11,
            center: {lat: ponto[0].lat, lng: ponto[0].lng},
            mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID
        });
        setMarkers(map);
    }
    function setMarkers(map) //função que seta os marcadores
        for (var i = 0; i < ponto.length; i++) {
            questionario[i].id;
            var marker = new google.maps.Marker({
                position: new google.maps.LatLng(ponto[i].lat, ponto[i].lng),
                map: map,
            });
            visualizarLink(marker, ponto[i].lat, ponto[i].lng, questionario[i].id);
        }
    }if(entrevistador == 0){
        function visualizarLink(marker, lat, lng, questionario) {
            var pesquisa = "<?php echo $pesquisa_id;?>";
            var infowindow = new google.maps.InfoWindow({
                content: ""+lat+", "+lng+"<br /><center><a
href=visQuestionarioPonto.php?lat="+ lat + "&lng=" + lng + "&pesquisa_id=" + pesquisa +
"&id_questionario=" + questionario + ">Vis. Questionário "+questionario+"</a></center>"
            });
            marker.addListener('click', function() {
                infowindow.open(marker.get('map'), marker);
            });
        }
    }else{
        function visualizarLink(marker, lat, lng, questionario) {
            var infowindow = new google.maps.InfoWindow({

```

```
        content: ""+lat+", "+lng+"<br /><center><a  
href=visQuestionarioPonto.php?lat="+ lat + "&lng=" + lng + "&entrevistador_id=" + entrevistador +  
"&id_questionario=" + questionario + ">Vis. Questionário "+questionario+"</a></center>"  
    });  
    marker.addListener('click', function() {  
        infowindow.open(marker.get('map'), marker);  
    });  
    }  
    }  
</script>
```

## APÊNDICE C – Função para visualizar a localização do questionário selecionado com o polígono, utilizando o Google Maps JavaScript API

```

<script>
    function initMap() {
        var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
            zoom: 11,
            center: {lat: ponto[0].lat, lng: ponto[0].lng},
            mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID
        });
        setMarkers(map);
        function setMarkers(map) {
            for (var i = 0; i < ponto.length; i++) {
                questionario[i].id;
                var marker = new google.maps.Marker({
                    position: new google.maps.LatLng(ponto[i].lat, ponto[i].lng),
                    map: map,
                });
                visualizarLink(marker, ponto[i].lat, ponto[i].lng, questionario[i].id);
            }
        }
        function visualizarLink(marker, lat, lng, questionario) {
            var infowindow = new google.maps.InfoWindow({
                content: ""+lat+", "+lng+"<br /><center><a
                href=visQuestionarioPonto.php?lat="+ lat + "&lng=" + lng + "&id_questionario=" + questionario + ">Vis.
                Questionário "+questionario+"</a></center>"
            });
            marker.addListener('click', function() {
                infowindow.open(marker.get('map'), marker);
            });
        }
        var visPoligono = new google.maps.Polygon({
            paths: poligono,
            strokeColor: '#FF0000',
            strokeOpacity: 0.8,
            strokeWeight: 2,
            fillColor: '#FF0000',
            fillOpacity: 0.35
        });
        visPoligono.setMap(map);
    }
}

```

## APÊNDICE D – Parte do código de criação do banco de dados geográfico

```
create table usuario (id_usuario serial PRIMARY KEY, nome varchar (100), idade int, telefone  
varchar(15), email varchar (50) NOT NULL, senha varchar(30) NOT NULL);
```

```
create table pesquisa (id_pesquisa serial PRIMARY KEY, tipoPesquisa varchar (50), descricao  
varchar (1000), dataInicio varchar(12), dataTermino varchar(12), usuario_id int NOT NULL, FOREIGN  
KEY (usuario_id) REFERENCES usuario (id_usuario));
```

```
create table entrevistador (id_entrevistador serial PRIMARY KEY, experiencia varchar (30), usuario_id  
int NOT NULL, FOREIGN KEY (usuario_id) REFERENCES usuario (id_usuario));
```

```
create table questionario (id_questionario serial PRIMARY KEY, pesquisa_id int NOT NULL, data  
varchar(12), entrevistador_id int NOT NULL, FOREIGN KEY (pesquisa_id) REFERENCES pesquisa  
(id_pesquisa), FOREIGN KEY (entrevistador_id) REFERENCES entrevistador (id_entrevistador));
```

```
SELECT addGeometryColumn ('public', 'questionario', 'the_geom', '4326', 'POINT', 2);
```

## APÊNDICE E – Parte dos códigos das funções de consultas de questionários do pesquisador e entrevistador

```

public function questionarioPesquisador($id_pesquisa){
    $conectar=new DB;
    $conectar=$conectar->conectar();
    $buscar=pg_query($conectar, "select tipopesquisa from pesquisa where id_pesquisa =
$id_pesquisa;");
    $dados=pg_fetch_array($buscar);
    $valorQ="Questionários da Pesquisa: ".$dados["tipopesquisa"];
    echo "<center><h2>$valorQ</h2></center>";
    $buscar=pg_query($conectar, "select id_questionario, data, nome from questionario,
entrevistador, usuario where pesquisa_id = $id_pesquisa and entrevistador_id = id_entrevistador and
usuario_id = id_usuario order by id_questionario;");
    if(pg_num_rows($buscar) > 0){
        while($dados=pg_fetch_array($buscar)){
            $id_questionario = $dados["id_questionario"];
            echo "<br />Questionário: ".$dados["id_questionario"];
            echo " | Entrevistador: ".$dados["nome"];
            echo " | Data realizada: ".$dados["data"]."<a
href='visQuestionarioIn.php?questionario_id=$id_questionario' style='text-decoration:none'>
&raquo;</a>"; }
        }else
            echo "Não há questionários realizados no momento!"; }
public function questionarioEntrevistador($id_entrevistador, $pesquisa_id){
    $conectar=new DB;
    $conectar=$conectar->conectar();
    $buscar=pg_query($conectar, "select tipopesquisa from pesquisa where id_pesquisa =
$pesquisa_id;");
    $dados=pg_fetch_array($buscar);
    $valorQ="Questionários da Pesquisa: ".$dados["tipopesquisa"];
    echo "<center><h2>$valorQ</h2></center>";
    $buscar=pg_query($conectar, "select * from questionario where entrevistador_id =
$id_entrevistador and pesquisa_id = $pesquisa_id;");
    if(pg_num_rows($buscar) > 0){
        while($dados=pg_fetch_array($buscar)){
            $id_questionario = $dados["id_questionario"];
            echo "<br />Questionário: ".$dados["id_questionario"];
            echo "<br />Data realizada: ".$dados["data"]."<a
href='visQuestionarioIn.php?questionario_id=$id_questionario' style='text-decoration:none'>
&raquo;</a>"; }
        }else
            echo "Não há questionários realizados no momento!"; }

```



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

**Identificação do Tipo de Documento**

- ( ) Tese  
( ) Dissertação  
(X) Monografia  
( ) Artigo

Eu, **Luana Batista da Cruz**, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação **Modelagem de um Sistema de Informação Geográfica para uma Aplicação de Coleta de Questionários Customizados** de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 02 de agosto de 2016.

Luana Batista da Cruz  
Assinatura