

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CAMPUS SENADOR HELVIDIO NUNES DE BARROS
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO PARA UMA
APLICAÇÃO MÓVEL DE COLETA DE QUESTIONÁRIOS.**

Lívia Maria Alencar Rocha

**PICOS – PIAUÍ
2016**

Lívia Maria Alencar Rocha

**MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO PARA UMA
APLICAÇÃO MÓVEL DE COLETA DE QUESTIONÁRIO.**

Monografia submetida ao Curso de Bacharelado de Sistemas de Informação como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dennis Sávio Martins da Silva

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

R672m Rocha, Livia Maria Alencar Rocha
Modelagem de um banco de dados / Melksedek Amorim
Santos Góis. – 2016.
CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (57 f.)

Monografia(Bacharelado em Sistemas de Informação) –
Universidade Federal do Piauí, Picos, 2016.
Orientador(A): Prof. Dennis Sávio Martins da Silva

1. Banco de Dados Geográfico. 2. Sistema de Informação Geográfico. 3. Dispositivos Móveis. I. Título.

CDD 005.2

MODELAGEM DE UM BANCO DADOS GEOGRÁFICO PARA UMA APLICAÇÃO
MÓVEL DE COLETA DE QUESTIONÁRIOS

LÍVIA MARIA ALENCAR ROCHA

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

Data de Aprovação

Picos – PI, 23 de Fevereiro de 2016

Dennis Sávio Martins da Silva

Prof. Esp. Dennis Sávio Martins da Silva
Orientador

Alcilene Dalília de Sousa

Profª. Ma. Alcilene Dalília de Sousa
Membro

Patricia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond

Profª. Ma. Patrícia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond
Membro

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais, Maria Zélia Alencar e Francisco das Chagas Rocha, por sempre acreditarem no meu potencial e me apoiarem durante todo o tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que me presenteou com o bem mais precioso que poderia receber um dia: A vida, e com ela a capacidade de pensar, amar e lutar pela conquista dos meus ideais, e que durante estes anos foi meu refúgio e fortaleza, me dando força perante as adversidades e obstáculos que eram impostos pelo destino.

Ao meu orientador Dennis Sávio, por toda a paciência e disposição em sempre repassar seus conhecimentos a cada um de seus alunos. Agradeço também pela paciência e apoio dado para a realização deste trabalho, ajudando sempre da melhor forma.

A todos os professores do curso de Sistemas de Informação. Em especial aos professores Patrícia Medyna, Alcilene Dalília, Leonardo Sousa e Ivenilton Alexandre, que mesmo não sendo meus orientadores estiveram sempre à disposição para tirar minhas dúvidas relacionadas a qualquer assunto, tornando-se para mim, exemplos de pessoas e profissionais. Agradeço também a dedicação com que coordenam o curso.

A minha família, pelo incentivo durante a caminhada, por todo o amor, carinho e confiança em mim depositados, além do esforço em proporcionar tudo de melhor para suas filhas. Vocês são meus alicerces, meu tudo.

Aos colegas e amigos que sempre me apoiaram e me fizeram crescer como pessoa e como profissional. Em especial a Viviane Araújo, Henrique Laronso, Kaio Cesar, Givanaldo Rodrigues, Gilberlon Rios, Rai Araújo, Israel Cardoso, Robério Carvalho, Taty Veloso e Willyams Saraiva, pois todos os momentos de descontração e reuniões que tivemos se fizeram essenciais nesta caminhada, tornando-a mais prazerosa e divertida.

Às minhas primas Elda Rocha e Eunice Rocha, que sempre estiveram ao meu lado nesse tempo de convivência e apoio dado sempre que precisei. Ao meu namorado Abílio Cesar, pelo amor, carinho e compreensão. E a minhas colegas de projeto que tiveram importância imprescindível para a realização desse trabalho, Érika Laiane e Luana Batista, sempre prestativas e competentes.

A todos vocês, meu muito obrigado!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e da persistência em se chegar a um objetivo”

José de Alencar

RESUMO

A popularização dos dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, possibilitou aos usuários de tecnologia o acesso a informações de natureza geográfica, por meio da tecnologia do *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global (GPS). Isso trouxe possibilidades à comunidade de desenvolvedores de *software*, que puderam agregar informação geoespacial às suas aplicações. As ferramentas para realização de pesquisas de campo também podem ser enriquecidas com o acréscimo de um contexto geográfico aos dados referentes à coleta. O presente trabalho modelou um Banco de Dados Geográfico, que dará suporte a uma aplicação para dispositivos móveis, cuja finalidade foi a criação e aplicação de questionários de pesquisa de campo, com uso de informação geográfica para contextualização espacial de resultados e dados. Sendo este trabalho, parte de um estudo maior, que ao ser concluído trará a possibilidade de um Sistema de Informação Geográfico manipular informações contidas em um Banco de Dados Geográficos, além uma aplicação *WEB* que permitirá o acesso a esses questionários a partir de dispositivos móveis.

Palavras-chave: Banco de Dados Geográficos, Sistemas de Informação Geográfico, Pesquisa de Campo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Estrutura básica de um SIG | 17 |
| Figura 2 – Paradigma dos quatro universos | 18 |
| Figura 3 – Elementos da representação de um ponto | 21 |
| Figura 4 – Diferentes representações de um ponto | 21 |
| Figura 5 – Aspectos tecnológicos de um SIG | 21 |
| Figura 6 – Modelos de dados na visão de campo | 24 |
| Figura 7 – Interface do <i>QuickTap Survey</i> | 31 |
| Figura 8 – Interface do <i>Data Goal</i> | 31 |
| Figura 9 – Interface do <i>PosgreSQL</i> | 33 |
| Figura 10 – Logotipo da ferramenta <i>PostGis</i> | 35 |
| Figura 11 – Diagrama de caso de uso | 38 |
| Figura 12 – Diagrama de Entidade e Relacionamento | 39 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Comparativo de técnicas de levantamentos de requisitos | 27 |
| Quadro 2 – Tabelas e suas relações | 40 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caso de Uso detalhado – Autenticação dos Usuários

38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| BD | Banco de Dados |
| BDG | Banco de Dados Geográficos |
| IHC | Interface Humano Computador |
| SIG | Sistemas de Informação Geográfica |
| SGBD | Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados |
| UFPI | Universidade Federal do Piauí |
| WEB | <i>World Wide Web</i> |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 OBJETIVO | 14 |
| 1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | 14 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA | 16 |
| 2.1.1 O Paradigma dos quatro universos | 18 |
| 2.2 UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA | 22 |
| 2.3 BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS | 24 |
| 2.3.1 Principais ferramentas e BDGS existentes no mercado | 25 |
| 2.4 ATIVIDADE DE COLETA DE DADOS | 26 |
| 2.5 QUESTIONÁRIO | 29 |
| 3 MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO PARA UMA APLICAÇÃO DE COLETA DE QUESTIONÁRIO | 32 |
| 3.1 MODELAGEM DA APLICAÇÃO | 32 |
| 3.1.1 PostgreSQL | 33 |
| 3.1.2 PostGIS | 34 |
| 3.1.3 SQL - Structured Query Language | 35 |
| 3.1.4 Java | 36 |
| 3.2 DIAGRAMAS | 36 |
| 3.2.1 Diagrama de caso de uso | 37 |
| 3.2.2 Diagrama ER (Entidade Relacionamento) | 39 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 41 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 42 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a demanda por ferramentas que manipulem informações geoespaciais tem crescido significativamente. Um número cada vez maior de sistemas de informação vem incluindo técnicas para tratamento computacional de dados geográficos. A aplicabilidade de informações geográficas no cotidiano pode se dar em diversas situações.

Nas lojas de aplicativos para *smartphones* e dispositivos móveis, podemos encontrar inúmeros utilitários que fazem uso de *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global (GPS). Como exemplos, podemos citar aplicativos para compartilhar a localização do usuário (como o mensageiro *Whatsapp*¹), para gravar rotas (como o *MyTracks*², da *Google*), para medição de áreas (como o *Distance and Area Measurement*³), e até mesmo jogos que façam uso da localização do jogador (como o *Ingress*⁴), dentre outras possibilidades.

Georreferenciamento consiste na descrição de características (como limitações de uma imagem ou mapa), e informações geográficas em um banco de dados. Esse processo inicia no ato de obter as coordenadas pertencentes ao objeto que se deseja georreferenciar. Estas coordenadas podem ser facilmente obtidas por meio de algum dispositivo de GPS, que funciona com o auxílio de pontos representativos, porém claramente identificáveis, que podem representar rios, estradas e edifícios, servindo de base para aplicações que façam uso de informações geográficas.

Os dados geográficos são manipulados através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que serve de interface para o armazenamento dos dados em um Banco de Dados Geográficos.

A atividade de pesquisa de campo está diretamente voltada para o estudo de indivíduos, grupos ou comunidades, buscando melhor compreender os diversos aspectos da sociedade, além de realizar o levantamento de informações sobre um determinado problema ou assunto. São métodos qualitativos, onde as informações são colhidas de forma direta e intensiva. Dentre os métodos mais utilizados na coleta de informação qualitativa, pode-se citar os questionários, entrevistas, a

¹ <https://www.whatsapp.com/>

² <http://www.mytracks4mac.info/>

³ <http://www.androidpit.com.br/>

⁴ <https://www.ingress.com/>

observação direta, a análise de registros institucionais e grupos focais. Porém, é de suma importância ressaltar que, para qualquer tipo de pesquisa ou dado que se queira colher, é requerida atenção para que a escolha do método de coleta seja adequada à situação, e a qualidade dos dados obtidos não seja comprometida.

Um dos procedimentos mais usuais para a coleta de dados é a realização de questionários (também chamado de *surveys*), por apresentar vantagens como custo razoável, uniformidade na apresentação das questões a todos os entrevistados, preservação da identidade das pessoas entrevistadas, e pela possibilidade de conter questões que atendam a uma necessidade específica da pesquisa. Se adequadamente formulados, em uma linguagem apropriada à realidade do respondente, podem se tornar a espinha dorsal de qualquer levantamento.

O objetivo deste trabalho é a modelagem de um Banco de Dados Geográfico, que servirá como repositório para os dados de uma ferramenta de pesquisa de campo, ainda em fase de implementação. Quando pronta, a ferramenta permitirá ao pesquisador a criação de questionários totalmente customizáveis, e o pesquisador poderia determinar as questões, de vários tipos, bem como modificar a sequência de realização das perguntas de acordo com respostas anteriores; que armazenariam, além dos dados referentes ao questionário, dados geoespaciais obtidos na ocasião da coleta.

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral desse trabalho é modelar e implementar um Banco de Dados capaz de armazenar dados geográficos, para ser utilizado por uma aplicação de coleta de questionários para dispositivos móveis.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado da seguinte forma:

- **Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica:** Fornece o embasamento teórico para o trabalho. São mostrados conceitos relacionados a Sistemas de Informação Gerenciais e Bancos de Dados Geográficos, e à atividade de coleta de dados.

- **Capítulo 3 – Modelagem de um banco de dados geográfico para uma aplicação de coleta de questionários:** Será mostrada a análise de requisitos, os diagramas produzidos para o entendimento do problema e o desenvolvimento da aplicação.
- **Capítulo 4 – Resultados e Discussões:** Traz os resultados obtidos com o desenvolvimento do referido trabalho.
- **Capítulo 5 – Considerações Finais:** Apresenta a conclusão e possibilidades de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreensão do trabalho, é essencial ter um bom entendimento dos conceitos que vão aparecer ao longo do estudo, com isso percebe-se três conceitos importantes que inicialmente devem ser destacados, ao longo da elaboração escrita os demais serão enfatizados.

Lisboa (1996, p. 08) afirma que:

Banco de dados espaciais são sistemas gerenciadores de banco de dados capazes de administrar dados com representações geométricas. Esse conceito é bastante utilizado não somente no estudo de geoprocessamento, como também em medicina, astronomia, e outros campos.

Sistemas de geoprocessamento são aqueles sistemas capazes de capturar, processar e gerenciar dados georreferenciados, sendo esses dados atributos relacionados às informações do domínio da aplicação que estão conexos a requisitos referentes a suas respectivas localizações geográficas.

Bancos de dados geográficos é o termo empregado para designar sistemas de bancos de dados espaciais utilizados em aplicações de Geoprocessamento; ou seja, são uma especialização do banco de dados voltada à administração de dados vinculados a parâmetros geoespaciais (LISBOA, 1996 *apud* CÂMARA, 1994).

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Segundo Câmara (1995), o termo Sistemas de Informação Geográfica designa sistemas que, por meio computacional, tratam e manipulam dados de natureza geográfica. Sistemas de informação Geográfica mantém um conjunto de dados que incluem referências a localizações no espaço, utilizando suas ferramentas para recolher, armazenar, manipular, analisar, modelar e visualizar informações referenciadas no espaço, permitindo interpretar os dados segundo diferentes perspectivas, possibilitando uma visão melhor das informações e apresentando seus respectivos resultados.

Assim, além dos dados de interesse do domínio onde a aplicação está inserida, um SIG realiza o tratamento computacional de dados geográficos, sendo também capaz de armazenar, manipular e distribuir dados de natureza espacial.

A base de dados de um SIG é capaz de receber informações espaciais advindas do mundo real, tais como dados censitários, de cadastros urbanos e

rurais, etc., bem como de outras fontes de dados, como imagens georreferenciadas e GPS. Além disso, um SIG oferece mecanismos para a recuperação de conteúdo das bases de dados geográficos.

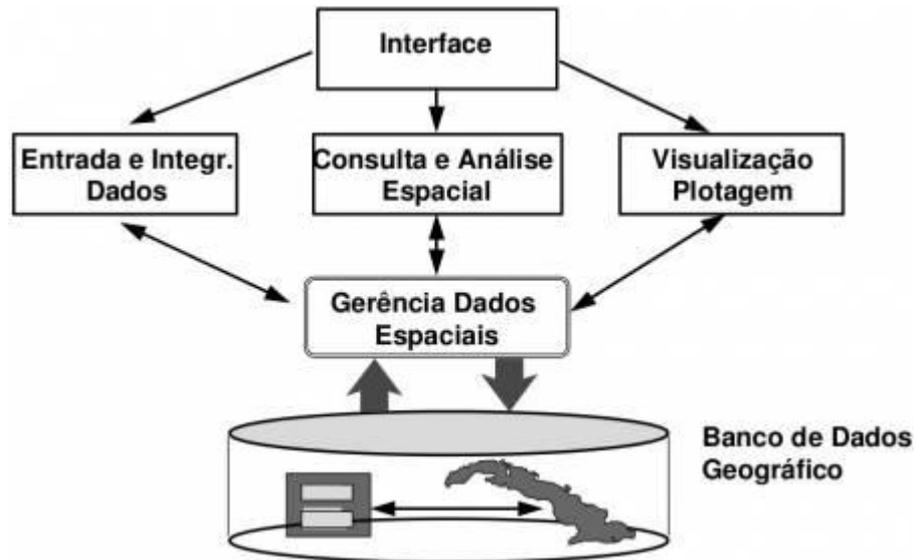


Figura 1. Estrutura básica de um SIG.
Fonte: CÂMARA (1995).

A Figura 1 oferece uma visão geral da estrutura de um SIG:

- **Interface:** fica no nível mais próximo ao usuário, permitindo que o sistema seja manuseado e controlado;
- **Entrada e Integração de dados:** o SIG deve ter mecanismos de entrada, onde ocorrerão as conversões dos dados geográficos para um formato adequado ao armazenamento;
- **Consulta e Análise espacial:** mecanismos que permitem a realização de cálculos para obtenção de estatísticas espaciais, modelagem numérica de terreno e inclui operação topológicas. São também responsáveis por mapear essa informação no formato de saída;
- **Visualização e Plotagem:** é a saída de dados espaciais, que detém os dados relevantes das informações pesquisadas.
- **Gerencia de dados espaciais:** no nível mais baixo do sistema, as informações e imagens espaciais serão gerenciadas e enviadas para um Banco de Dados Geográficos, que irá lidar com os dados espaciais e seus respectivos atributos.

Manipular informações geográficas, antes de tudo, implica em fazer

representações computacionais de dados georreferenciados usando o computador como ferramenta para trabalhar com a geoinformação, informação que possui algum vínculo que permita sua associação a uma localização geográfica. Porém, a maior dificuldade para se trabalhar com a geoinformação é a implementação computacional dessas informações espaciais.

Como o uso de SIGs abrange diferentes áreas de estudo, existe a necessidade de uma interpretação mais compreensível, para que cada profissional transforme os conceitos de sua abordagem de pesquisa em uma representação computacional clara e adequada.

Do ponto de vista da aplicação, utilizar um SIG implica em escolher as representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica de seu domínio de aplicação (MONTEIRO, 2001).

2.1.1 O Paradigma dos quatro universos

O paradigma de quatro universos consiste de uma estrutura conceitual que facilita o mapeamento dos dados geográficos, envolvendo a transformação de dados geográficos reais em representações computacionais. Em outras palavras, é um modelo para a representação do universo de discurso (minimundo) em uma estrutura computacional. Estes quatro universos são: universo ontológico, universo formal, universo estrutural e universo de implementação.

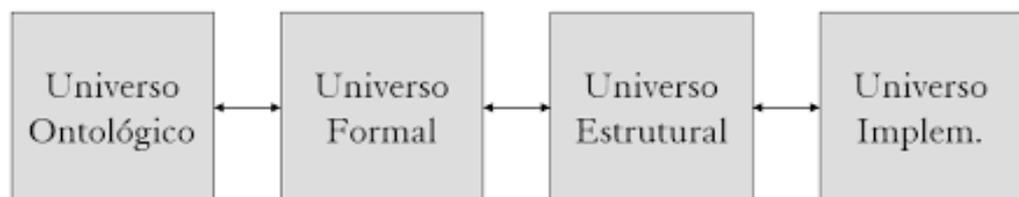


Figura 2. Paradigma dos quatro universos.
Fonte: CÂMARA (1995).

É possível notar na Figura 2, a interdependência entre cada universo e os que lhe são adjacentes, fazendo com que haja entre eles uma dependência de via dupla.

Faz-se necessário um aprofundamento no estudo de cada universo desse paradigma e no que cada um é capaz de fazer e representar, potencializando assim suas aplicabilidades em qualquer área de estudo onde os SIGs sejam admissíveis.

Serão expostos conceitos relacionados a cada um desses universos.

Universo Ontológico

O Universo Ontológico ou Mundo real, traz um aspecto central no uso da tecnologia de Geoprocessamento, que advém da natureza lógico-matemática dos sistemas de informação.

Para ser representada em ambiente computacional, temos de associar a cada tipo de informação geográfica uma escala de medida e de referência, que será utilizada pelo SIG para caracterizá-lo (MONTEIRO, 2001).

De todos os universos, é o de maior destaque no geoprocessamento, visto seu alto nível de abstração. Utiliza uma escala de medida que possibilita transformar em números aquilo que se deseja mostrar com determinada informação geográfica. As possibilidades de escalas numéricas utilizada nesse universo são infindáveis, facilitando ainda mais a utilização do SIG em diversas áreas de aplicação.

Universo Formal

No geoprocessamento, o espaço geográfico é modelado com base em duas vertentes que se complementam: o modelo de campo e o modelo de objetos (WORBOYS, 1995).

O modelo de campo enxerga de forma constante o espaço geográfico, sobre o qual se variam os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições. Monteiro (2001) descreve que é possível representar:

- Um mapa de vegetação reproduz uma distribuição que associa a cada ponto do mapa um tipo específico de cobertura vegetal;
- Um mapa geoquímico associa o teor de um mineral a cada ponto.

Com base nas possíveis representações feitas através do modelo de campo, é possível destacar sobre o modelo de objeto citados por Monteiro (2001, p.18).

O modelo de objetos representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades diferentes. Por exemplo, um cadastro espacial dos lotes de um município identifica cada lote como um dado

individual, com atributos que o distinguem dos demais. Igualmente, poder-se-ia pensar como geo-objetos os rios de uma bacia hidrográfica ou os aeroportos de um estado.

Para definir um modelo de objetos, é necessário que sejam seguidos alguns passos como definir as classes básicas do modelo, definir um esquema conceitual, dentre outros.

Dentro deste universo, existe uma série de conceitos que precisam ser compreendidos para a utilização de um SIG:

- **Região geográfica:** uma superfície geográfica que pode ser representada computacionalmente;
- **Geo-campo:** distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica, num dado tempo t ;
- **Geo-objeto:** é um elemento único que possui atributos não-espaciais, e está associado a múltiplas localizações geográficas.

Outros conceitos estão envolvidos nesse universo são mais indicados para trabalhos voltados a processamento digital de imagens, não sendo abordados neste trabalho.

Universo de Representação

No universo de representação, são definidas as possíveis representações geométricas que podem estar associadas às classes do universo conceitual. Inicialmente, devem-se considerar as duas grandes classes de representações geométricas: representação vetorial e representação matricial.

Na representação vetorial, a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-la o mais exatamente possível. Qualquer entidade ou elemento gráfico de um mapa é reduzido a três formas básicas: pontos, linhas ou polígonos. Nas Figuras 3 e 4 seguem as representações vetoriais por ponto e representações para um mapa, respectivamente; Figura 3 (a) segue a representação de um ponto com duas coordenadas; Figura 3 (b) a representação de um nó; Figura 3 (c) a representação de um polígono.

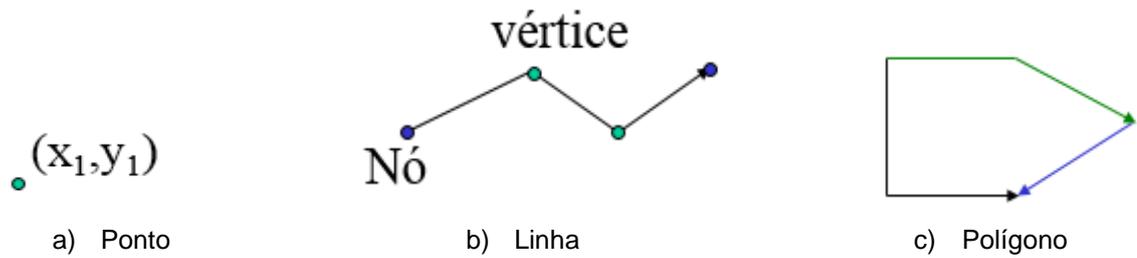


Figura 3. Elementos da representação vetorial de um ponto.
Fonte: MONTEIRO (2001).

A representação matricial consiste no uso de uma malha quadriculada regular (matriz) sobre a qual se constrói, pixel a pixel, o elemento que está sendo representado. A cada pixel, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador possa identificar a que elemento ou objeto pertence determinada a cada pixel. A Figura 4 traz a representação matricial, possibilitando um maior destaque nos elementos que podem ser representados.

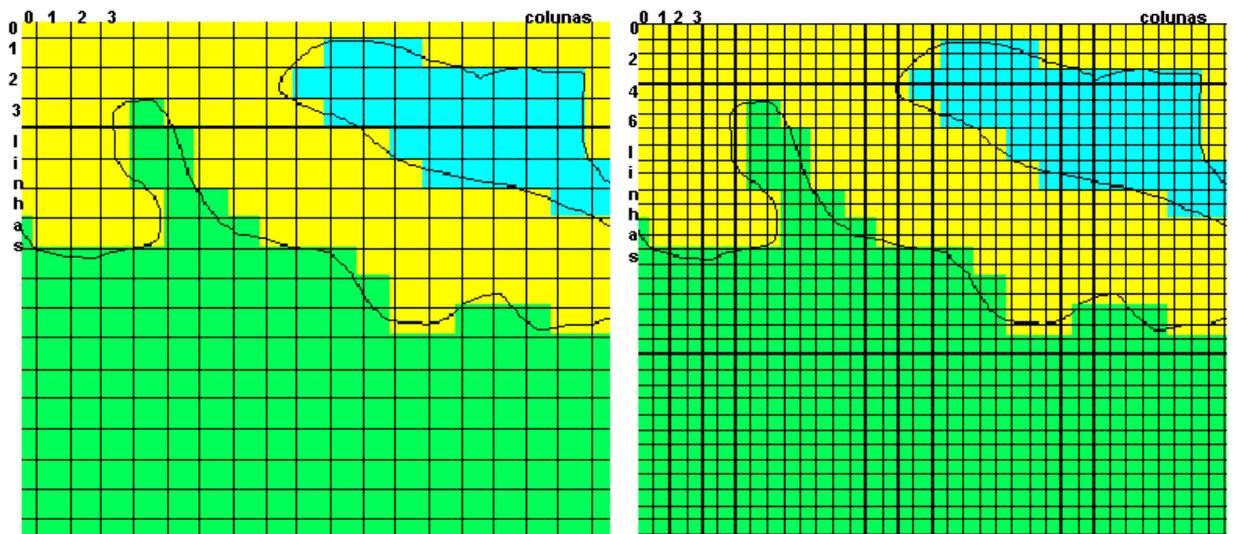


Figura 4. Diferentes representações matriciais para um mapa.
Fonte: MONTEIRO (2001).

Universo de Implementação

Neste universo, serão indicadas quais as estruturas de dados a serem utilizadas na construção do sistema de Geoprocessamento. Na implementação, são tratadas as decisões concretas de programação, e que podem admitir um número muito grande de variações. Estas decisões podem levar em conta as

aplicações às quais o sistema é voltado, a disponibilidade de algoritmos para tratamento de dados geográficos e o desempenho do hardware.

2.2 UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Para facilitar a representação computacionais no SIG foi criado um universo para cada passo até que seja possível abstrair a informação desejada e representa-la. Estas definições de SIG refletem, cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia, e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização.

Os SIGs são integrados por três aspectos distintos da tecnologia computacional. A Figura 5 demonstra a relação entre sistemas de gerenciamento de banco de dados (geográficos ou não); processamento para captura, manipulação e impressão de dados com representações gráficas; e os algoritmos e técnicas utilizados para realizar essa análise de dados.

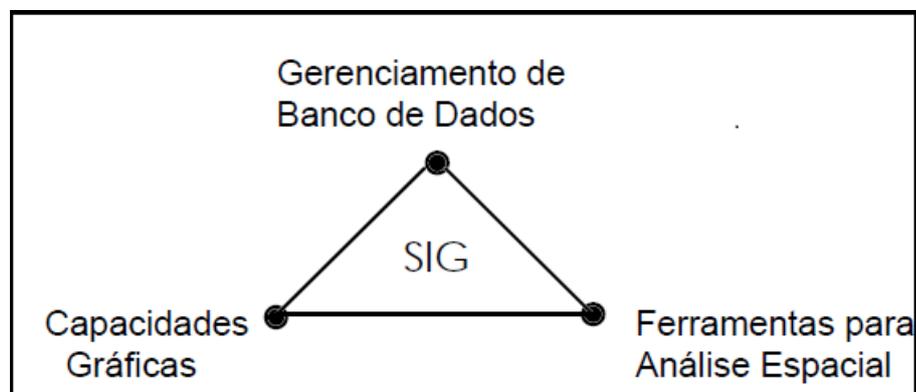


Figura 5. Aspectos tecnológicos do SIG.
Fonte: LISBOA (1996).

Um SIG atende a necessidade de qualquer usuário que tenha interesse em manter em um banco de dados não somente informações disponíveis sobre determinado assunto, como também deixar a seu alcance a sua localização geográfica. Para tornar possível tanto a representação computacional quanto o acesso a essas informações, os dados precisam estar georreferenciados.

Para armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus respectivos atributos, o SIG se utiliza de uma dualidade básica. A cada objeto geográfico, são associados atributos e as várias representações gráficas associadas a ele.

Neves (2005), destaca pelo menos três maneiras de fazer uso de um SIG:

- Como ferramenta para desenhar mapas;
- Como suporte para análise de fenômenos;
- Como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais.

Os SIGs podem ser conceituados de diversas formas, o que mostra a sua enorme gama de possibilidades de uso e a perspectiva multidisciplinar de sua aplicação. Neves (2005), possibilita listar dentre as principais aplicações de um SIG:

- Inserção e integração, em uma única base, de dados e informações geográficas originárias de dados cartográficos, mapas, cadastros urbanos, etc;
- Suporte, através de algoritmos de manipulação e análise, à combinação das informações armazenadas;
- Recuperação, consulta, visualização e plotagem dos dados georreferenciados.

Os modelos de dados que existem para o SIG estão diretamente relacionados às diferentes formas de percepção da realidade que podem ser aplicadas, sendo divididos em dois planos de visão: visão de campo e visão de objeto.

Certificando-se dos planos de visão possíveis, Lisboa (1996, p.19) garante:

A visão de campo se dá por meio da modelagem da realidade através de variáveis que possuem uma distribuição contínua no espaço, como temperatura, solo ou relevo. Sendo que todas as posições no espaço geográfico já estão associadas a algum valor correspondente a variável que se deseja representar. Já a visão de objeto, entidades reais são observadas como sendo distribuídas em um grande espaço vazio, que será preenchido e representado.

Goodchild (1990) identifica seis tipos de modelos de dados baseados na visão de campo que são usados no SIG, como pode ser visto na Figura 6:

- a) Amostragem Irregular de Pontos: os bancos de dados têm um conjunto de tuplas $\langle x, y, z \rangle$ representantes dos valores coletados em um conjunto finito de localizações (ex.: estação de medição de temperatura);
- b) Linhas de Contorno: os bancos de dados têm um conjunto de linhas representadas por z , cada uma sendo associada a um valor;
- c) Polígonos: a área é dividida em conjuntos de regiões, onde a cada uma é

- associado um valor único;
- d) Amostragem Regular de Pontos: Os bancos de dados têm um conjunto de tuplas $\langle x, y, z \rangle$, como já foi citado anteriormente no item a, diferenciando-se apenas no fato de ser regular;
- e) Grade Regular de Células: aqui o valor de cada célula corresponde ao valor da variável para todas as posições dentro das células;
- f) Grade Triangular: é a área dividida em triângulos irregulares, o valor de sua área é definido a partir do vértice do triângulo e terá uma variação linear.

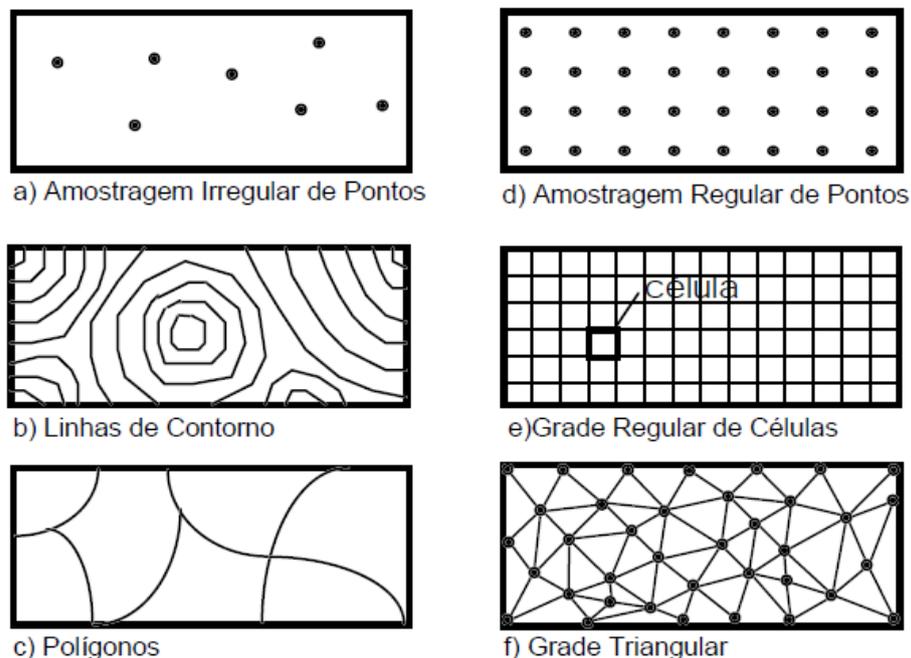


Figura 6. Modelos de dados na visão de campo.
Fonte: LISBOA (1996).

Cada um desses modelos pode ser representado em um Banco de Dados Geográfico como um conjunto de pontos, linhas e polígonos/área. Desta forma, pode-se representar melhor algumas situações que ocorram, como por exemplo, dois objetos possuírem localizações geográficas idênticas.

2.3 BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS

Os SIGs lidam com grandes quantidades de dados, e o armazenamento e manipulação desses dados tornam-se uma tarefa difícil devido à grande quantidade de informações. Desta forma, o uso de Sistemas de Gerenciamento de Banco de

Dados (SGBDs) é imprescindível na administração dessas informações.

Existe um grande número de pesquisas na área de banco de dados voltadas a buscar novas formas de gerenciar dados georreferenciados. Atualmente, a estrutura mais utilizada para resolver esse problema é o SIG, que parte do pressuposto de usar um sistema dual. O SGBD relacional, responsável pelas informações que não são de interesse espacial, e um Banco de Dados Geográficos, como suporte para viabilizar o georreferenciamento de dados.

Dados geográficos se caracterizam por possuir uma dimensão espacial, ou uma localização, diretamente ligada ao mundo geográfico real. Como exemplos, pode-se citar imagens de satélite, dados de sensoriamento remoto, dados de inventários cadastrais, dados ambientais coletados em campo e modelos numéricos de terreno (CÂMARA, 2014 *apud* VINHAS, 2006).

Bancos de Dados Geográficos possuem por objetivo o armazenamento, manipulação, distribuição e compartilhamento de dados espaço-temporais (que unem conceitos de espaço e tempo) de grande complexidade, e a construção de representações computacionais adequadas para estes dados (CÂMARA, 1995). É importante enfatizar que Bancos de Dados Geográficos e Sistemas de Informação Geográfica são conceitos diferentes, porém bastante associados e confundidos. Banco de Dados Geográficos (BDG) são coleções de dados georreferenciados, enquanto os SIGs são responsáveis pela manipulação destes mesmos dados. (CÂMARA, 2014 *apud* WORBOYS; BUCKHAM, 2004).

2.3.1 Principais ferramentas e BDGS existentes no mercado

Dentre as diversas implementações de BDGs, algumas se destacam:

- *TerraServer*⁵ – Tem por finalidade a construção de um armazém de dados geográficos, combinado com um dicionário geográfico. Tal projeto foca em manter o maior repositório público de imagens de sensoriamento remoto e mapas topográficos disponível na *Web (Word Wide Web)*. Lançado por o *Google Earth* em 1997, essa ferramenta leva o mesmo nome da empresa americana que a gerência.

⁵ <http://www.terraserver.com/>

- *TerraView*⁶ – Um Sistema de Informações Geográficas desenvolvido pela INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A maior ênfase desse projeto está na manipulação de dados vetoriais e matriciais.
- *SPRING*⁷ – Uma ferramenta para Sistemas de Informações Geográficas, que opera como um Banco de Dados Geográfico e suporta grande volume de dados sem limitações de escala nem de dados, mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco. Também foi desenvolvido INPE/DPI (Divisão de Processamento de Imagem).
- *MGE*⁸ – (*Modular GIS Environment*) é um sistema gerenciador de dados geográficos que possibilita capturar, armazenar, recuperar, analisar e apresentar dados espaciais (CÂMARA, 2014 *apud* WORBOYS; BUCKHAM, 2004). O Banco de Dados Geográfico construído aqui, implementam mapas (informações geográficas) e tabelas (informações não geográficas) em ambientes separados, estabelecendo uma arquitetura dual.
- *Arc/Info*⁹ – é um sistema que implementa um modelo de dados híbrido chamado geo-relacional, que representa feições geográficas. Uma feição geográfica é representada no SIG por dois tipos de informação: localização e descrição.

2.4 ATIVIDADE DE COLETA DE DADOS

Os objetivos da coleta de dados determinam quais dados devem ser coletados e quais técnicas de coleta de dados podem ser utilizadas. Portanto, o primeiro passo para a coleta de dados é definir clara e concisamente os seus objetivos. (BARBOSA, 2011). Uma vez delimitado o tipo de dado que se planeja levantar, utilizamos então algum método para realizar o levantamento.

Dentre as técnicas mais utilizadas para coleta de informações, pode-se mencionar:

- Entrevistas - trata-se de uma conversa guiada por um roteiro de perguntas ou tópicos, na qual um entrevistador busca obter informação de um entrevistado (BARBOSA, 2011 *apud* SEIDMAN, 1998);

⁶ <http://www.dpi.inpe.br/terraview/>

⁷ <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

⁸ <http://www.auditmypc.com/mge/>

⁹ <http://www.esri.com/>

- Grupos de foco – é o método que permite coletar informações de mais de duas pessoas simultaneamente, quando essas estão reunidas numa espécie de discussão e entrevista coletiva;
- Questionários – este método consiste em um formulário, que pode ser impresso ou *on-line*, e que contém perguntas pertinentes ao tema da entrevista, fornecendo as informações necessárias em uma dada pesquisa. Diferente de outros métodos, o questionário é capaz de coletar informações de pessoas geograficamente distantes, garantindo assim, facilidade de cobertura;
- Estudos de campo - inclui uma categoria ampla de atividades relacionadas com usabilidade que podem incluir investigação contextual, entrevistas no ambiente do usuário e observações simples (BARBOSA, 2011);
- Investigação contextual – o método que revela todos os aspectos da prática do trabalho, para isso, a investigação contextual cogita ir aonde o usuário trabalha, observar o usuário enquanto ele trabalha e conversar com ele sobre o seu trabalho.

Cada uma dessas técnicas possui suas peculiaridades, vantagens e desvantagens, objetivo e grau de complexidade para sua aplicação. O Quadro 1, mostra cada uma dessas características além de realizar uma comparação entre as respectivas técnicas.

Quadro 1. Comparativo de técnicas de levantamento de requisitos.

Fonte: BARBOSA, 2011 *apud* COURAGE e BAXTER, 2005.

| Técnicas | Objetivo | Vantagens | Esforço |
|-----------------|--|--|--|
| Entrevista | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coletar informações detalhadas e profundas de usuários individuais | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite coletar muitas informações dos usuários individualmente ▪ Flexível: permite fazer perguntas de <i>follow-up</i> e se aprofundar mais do que questionários ou grupos de foco | <ul style="list-style-type: none"> ▪ É necessário treinar os entrevistadores ▪ Leva tempo para entrevistar muitos usuários |
| Questionários | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coleta rapidamente dados (principalmente | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite coletar informações de muitos usuários | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliador deve ser experiente para evitar |

Quadro 1. Comparativo de técnicas de levantamento de requisitos.
 Fonte: BARBOSA, 2011 *apud* COURAGE e BAXTER, 2005.

| | | | |
|---|---|--|---|
| | quantitativos) de muitos usuários | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pode ser rápido e fácil analisar os dados ▪ Relativamente baratos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ perguntas que induzam certas respostas ▪ Na Web, requer pouco esforço de distribuição |
| Grupo de Foco | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliar atitudes, opiniões e impressões dos usuários | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite coletar informações de muitos usuários simultaneamente e (em grupo) ▪ Discussão em grupo com frequência dispara novas ideias | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recrutar usuários suficientes pode requerer muitos recursos |
| <i>Brainstorming</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coletar uma lista priorizada de necessidades e desejos percebidos dos usuários | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pode-se preparar, conduzir e analisar dados da atividade em pouco tempo e com poucos recursos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moderação em grupo requer esforço razoável ▪ Recrutar usuários suficientes pode requerer muitos recursos ▪ Pouco esforço para conduzir e analisar dados |
| Classificação de Cartões | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar como usuários agrupam informações ou objetos (para arquitetura da informação) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnica simples de conduzir ▪ Se feita em grupo, permite coletar dados de vários usuários de uma vez ▪ Motiva a própria equipe a detalhar o produto em componentes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Esforço de detalhar informações e definições ▪ Baixo esforço de condução ▪ Esforço para análise depende de ferramenta, número de cartões e de participantes |
| Estudo de Campo e investigação contextual | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Esforço de detalhar informações e definições ▪ Baixo esforço de condução | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Esforço de detalhar informações e definições ▪ Baixo esforço de condução ▪ Esforço para análise depende de ferramenta, número de cartões/coletas. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nível de esforço mais alto ▪ Para preparar as visitas, conduzir e analisar os dados |

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 informações acerca de um determinado problema ou assunto e então, realizar o levantamento. Os principais métodos utilizados para coleta são os citados no Quadro 1. No entanto, é bastante importante escolher adequadamente o método de acordo com a situação, para que não comprometa a qualidade dos dados obtidos.

Diante de diversos métodos, o escolhido para este trabalho é o questionário, por melhor se adequar no que diz respeito às necessidades da referida aplicação. Na próxima seção, será mostrado o desempenho do método escolhido, e como ele foi utilizado nesse trabalho.

2.5 QUESTIONÁRIO

Segundo Carnevalli e Miguel (2014 apud OLIVEIRA, 1997):

Questionários são instrumentos que servem de apoio aos pesquisadores para os processos de coleta de dados e apresentam os seguintes aspectos: são a espinha dorsal de qualquer levantamento; precisam reunir todas as informações necessárias, nem mais nem menos; devem ter uma linguagem adequada, ou seja, uma certa dose de visão psicológica introspectiva para apanhar o pensamento das pessoas.

Um questionário pode ser composto de perguntas fechadas e abertas, de fácil análise e preenchimento. Perguntas fechadas não traz a oportunidade de discutir sobre o questionário ou tirar dúvidas no momento de responde-lo. Por isso, geralmente incluem respostas neutras ou alternativas, como “não sei”, “não quero responder” ou “outros”. Muitos pesquisadores costumam omitir perguntas negativas nos questionários, para não confundir os respondentes (Barbosa, 2011 *apud Sharp et al.*,2007). Perguntas abertas são utilizadas para obter informações livres e possivelmente mais detalhadas sobre alguns pontos. É importante fornecer espaço suficiente para o usuário se expressar.

Embora existam duas possibilidades, geralmente questionários são fechados, pois, com questionários abertos existe uma redução na taxa de respostas, comprometendo a satisfação dos resultados, podendo alguma informação passarem despercebidas. Perguntas abertas são utilizadas para obter informações livres e

possivelmente mais detalhadas sobre alguns pontos, fornecendo espaço suficiente para o usuário se expressar.

As pessoas podem responder questionários no seu próprio tempo e no conforto do seu lar ou local de trabalho. No entanto, como o respondente não terá como tirar dúvidas sobre as perguntas no momento de responder ao questionário, a formulação da pergunta (e das respostas) deve ser ainda mais cuidadosa do que no caso de entrevistas, evitando ambiguidades e mal-entendidos (BARBOSA, 2011 *apud* LAZAR *et al.*, 2010; SHARP *et al.*, 2007).

Barbosa (2011, p.150) enfatiza:

É importante destacar ainda que o questionário deve conter instruções claras e de fácil entendimento ao usuário, deixando nítido ao usuário que este só terá uma alternativa como correta para cada pergunta, quando for questionário fechado, por exemplo; e evidenciando a possibilidade de escrita quando se tratar de questionário aberto.

Deste modo, questionários têm sido uma das técnicas de investigação mais utilizada em pesquisas. 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). Em vista disso, os questionários são utilizados como meios auxiliares em pesquisas sobre um determinado assunto, com o objetivo de contribuir com o pesquisador em diversas pesquisas.

Atualmente, ferramentas que automatizam os métodos de coleta de questionários, têm ganho grande destaque por usuários que necessitam de informações geográfica além de ter um maior ressalto no mercado de dispositivos moveis. Por exemplo: *QuickTapSurvey*¹⁰ - Figura 7, aplicativo que tem a finalidade de tornar questionários e coletas de dados fáceis de manipular, permitindo que os usuários criem seus próprios questionários e colem respostas sem depender de conexão à *Internet*. O *Data Goal*¹¹, Figura 8, que trabalha com questionários digitais, enviando instantaneamente, dependendo da conexão com a *Internet*, as coletas de dados em campo para o servidor da base de dados das entrevistas, para realizar o acompanhamento em tempo real.

¹⁰ <http://www.quicktapsurvey.com/tour.php>

¹¹ <http://datagoal.com.br>

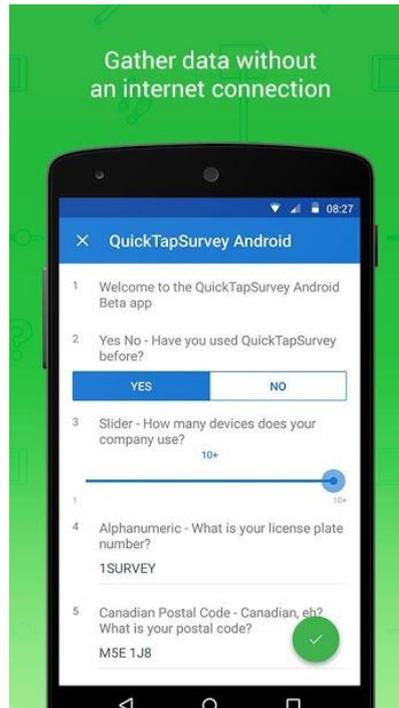


Figura 7. Interface do *QuickTapSurvey*.
Fonte: quicktapsurvey.com (2006).



Figura 8. Interface do *Data Goal*.
Fonte: 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 gerados por este SIG está diretamente relacionado com os métodos utilizados na captura e tratamento dos dados originais (FORTES, 2007).

3 MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO PARA UMA APLICAÇÃO DE COLETA DE QUESTIONÁRIO

A aplicação tem por finalidade criar um sistema de coleta de questionários, onde o Banco de Dados Geográficos servirá de depósito para os dados colhidos em campo, assim como para a localização geográfica daqueles que se dispuserem a responder o questionário, que poderá ser acessado por qualquer dispositivo móvel. A referida ferramenta de pesquisa, quando pronta, proporcionará ao pesquisador a possibilidade de criar e aplicar questionários inteiramente customizáveis.

Por questionário customizável, entende-se que o pesquisador será capaz de designar as questões, dos mais variados tipos, além de modificar a sequência de realização das perguntas de acordo com respostas anteriores, tornando o processo flexível e possibilitando foco nas perguntas de interesse para aquele usuário que está respondendo a série de perguntas sobre a referente pesquisa.

Além da possibilidade de oferecer armazenamento das informações que serão colhidas na aplicação do questionário, a futura aplicação permitirá o acesso à localização geográfica onde foi respondido ao questionário.

Este trabalho visa modelar e criar o Banco de Dados Geográfico, que servirá de alicerce a toda esta aplicação. Para validar a modelagem do banco, foi criada uma pequena aplicação, cujos objetivos eram a verificação da consistência do banco modelado com os requisitos levantados, bem como a validação da lógica envolvida na modelagem dos questionários.

3.1 MODELAGEM DA APLICAÇÃO

A modelagem do banco de dados geográfico e a criação do questionário customizável, trata-se apenas que uma parte de um projeto maior, onde por meio do uso de um SIG, será possível criar um aplicativo para dispositivos móveis, onde será possível responder e manusear informações colhidas na aplicação do questionário, além da localização geográfica do respondente.

As seções seguintes trarão um maior detalhamento do que foi usado para modelar o banco, a aplicação fictícia construída em Java para garantir o funcionamento correto da aplicação modelo e do questionário fictício.

3.1.1 PostgreSQL

Para a referida aplicação foi utilizado *PostgreSQL*, que é um sistema gerenciados de banco de dados modelo objeto-relacional de código aberto. Trata-se de uma modelagem mais natural e fácil de ser compreendida, que engloba novas funcionalidades e a capacidade de modelar dados mais complexos, sendo considerado de alta confiabilidade.

Neste modelo são utilizados componentes que são responsáveis por garantir que a modelagem seja feita de forma íntegra, segura e eficiente, mesmo quando milhares de usuários estiverem conectados simultaneamente em uma aplicação na *Internet* e acessando um mesmo conjunto de objetos (OLIVEIRA, 2005).

PostgreSQL é um exemplo de banco de dados objeto-relacional. No caso de dados espaciais, existem extensões para modelagem física, baseadas nas especificações do *OpenGIS*.

Porém existem variações relevantes entre os modelos internos de dados, semântica dos operadores espaciais, mecanismos de indexação e esquema de sintaxe da *SQL* estendida com tipos espaciais (FERREIRA, 2002). A Figura 9 traz a interface do *PostgreSQL*.

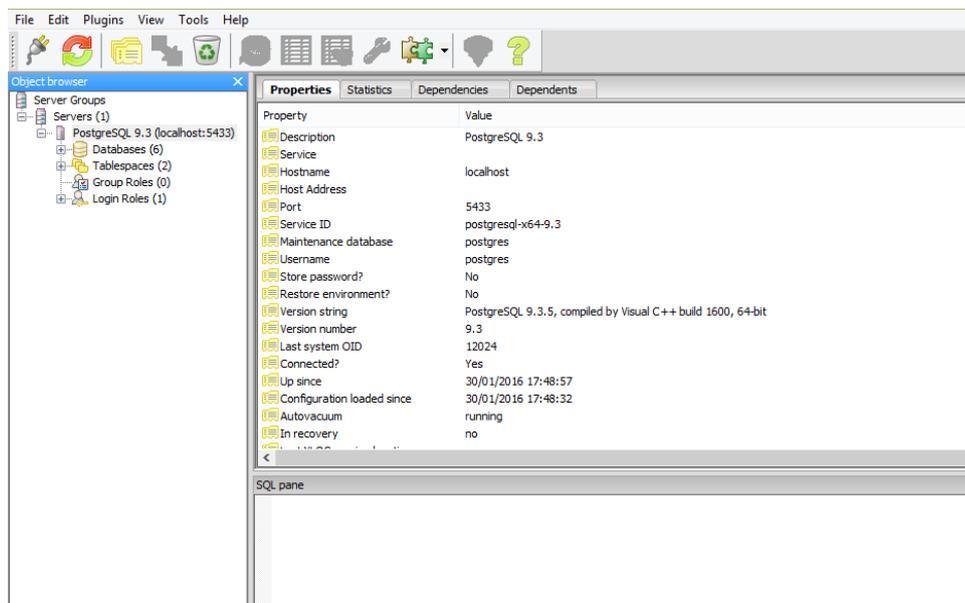


Figura 9. Interface do *PostgreSQL*.

Fonte: Autora (2016).

O *PostgreSQL* é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional gratuito e de código aberto. Em sua distribuição oficial, o *PostgreSQL* disponibiliza

tipos geométricos, recursos de indexação espacial e operadores espaciais (QUEIROZ, 2005). O *PostgreSQL* apresenta alguns poucos operadores, e estes são limitados. Dessa forma, dados mais complexos como a representação de conjuntos de polígonos, por exemplo, tornam-se inviáveis, pois os dados representados são simples, como linhas, pontos e polígonos, que dão vida a representações mais complexas.

Como as funcionalidades oferecidas são bastante limitadas para o desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográficas, uma extensão do *PostgreSQL* foi desenvolvida: o *PostGIS*¹², que é uma extensão geográfica, também gratuita e de código fonte aberto, que visa permitir ao SGBD *PostgreSQL* gerenciar informações geoespaciais (NEVES, 2005).

Anteriormente foram citadas as funcionalidades, vantagens, capacidade de suporte para o uso do *PostgreSQL* em determinadas aplicações. Sendo ela uma modelagem íntegra, segura e eficiente, independente de quantidades de acessos realizados por usuários que estão conectados simultaneamente, o *PostgreSQL* atende as necessidades visadas para esta aplicação.

3.1.2 *PostGIS*

O *PostGIS* é uma extensão espacial gratuita e de código fonte livre. Sua construção é feita sobre o sistema de gerenciamento de banco de dados objeto relacional (SGBDOR) *PostgreSQL*, que permite o armazenamento de objetos SIG em um banco de dados. *PostGIS* inclui suporte para índices espaciais *GiST* e *R-Tree*, além de funções para análise básica e processamento de objetos SIG. (FERREIRA, 2006).

¹² <http://postgis.net/>

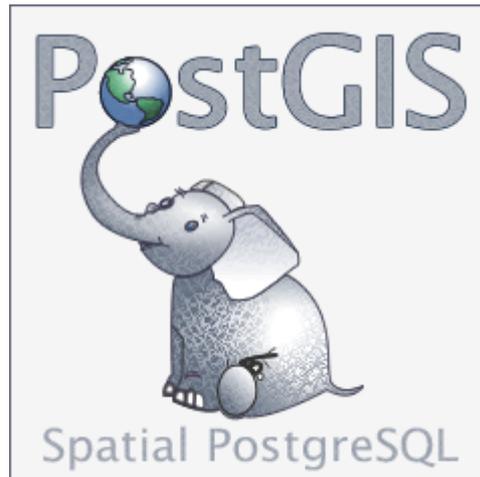


Figura 10. Logotipo da ferramenta *PostGIS*.
Fonte: postgis.net (2001).

O *PostGIS* inclui suporte para índices espaciais diversos, além de funções para análise básica e processamento de objetos espaciais. As consultas e resultados no *PostGIS* não possuem saída gráfica.

Porém, para quem deseja visualizar os dados expressando certos detalhes com maior clareza, uma das soluções é o *QGIS*¹³, que é um *software* de visualização de dados espaciais, com suporte a dados vetoriais e matriciais (FERREIRA, 2006).

O *PostGIS* foi escolhido para a realização do trabalho, por ter suporte para atender as necessidades da ferramenta, assim como pela facilidade de implementação e manuseio do referido *plug-in*, para possíveis alterações e manipulação de informações.

3.1.3 SQL - Structured Query Language

Structured Query Language (SQL), foi a linguagem de programação utilizada na programação do banco de dados.

Independente do nome, o *SQL* não serve somente para realizar consultas em bases de dados, como também dar suporte a diversos recursos, como meios de definição de estrutura, modificação, acréscimo e exclusão de dados e especificação de restrições de segurança, dentre outros.

Com a utilização dos comandos básicos (*INSERT*, *DELETE*, *UPDATE* e *SELECT*) pode-se realizar a maior parte das operações relacionadas a manutenção

¹³ <http://qgis.org/>

e extração de dados no banco de dados. Com o SQL é possível criar as estruturas básicas de armazenamento, como tabelas e índices.

Além disso, há comandos específicos da linguagem para o controle e segurança relacionado a um banco de dados. Em princípio, os comandos SQL são divididos em: (NAVATHE,2010)

- *DDL (Data Definition Language – Linguagem de Definição de Dados)*;
- *DML (Data Manipulation Language – Linguagem de Manipulação de Dados)*;
- *SDL (Storage Definition Language – Linguagem de Definição de Armazenamento)*.

3.1.4 Java

Algumas linguagens de programação não atendem as necessidades requeridas de algumas implementações, problemas como ponteiros, gerenciamento de memória, falta de bibliotecas, custos financeiros e outros, esses são alguns dos problemas que a linguagem Java consegue resolver.

Alguns desses problemas foram particularmente atacados porque uma das grandes motivações para a criação da plataforma Java era de que essa linguagem fosse usada em pequenos dispositivos, como televisões, videocassetes, aspiradores, liquidificadores e outros. Apesar disso a linguagem teve seu lançamento focado no uso em clientes *web (browsers)* para rodar pequenas aplicações (*applets*). Hoje em dia esse não é o grande mercado do Java: apesar de ter sido idealizado com um propósito e lançado com outro, o Java ganhou destaque no lado do servidor (CAELUM, 2011).

Atualmente o Java mantém uma certa soberania no mercado de aplicações para dispositivos moveis, oferecendo o suporte necessário para implementação de códigos que realizem as mais diversas tarefas, no caso da referida aplicação, foi utilizada a linguagem para realização de testes que garantissem que a lógica dos questionários estivesse correta.

3.2 DIAGRAMAS

A modelagem é de suma importância e torna-se indispensável para a implantação de um *software*. A partir da construção de um modelo é possível

analisar a estrutura e o comportamento do sistema, observando se o mesmo atua como se espera.

Diagramas são um dos meios de modelagem utilizados para tornar visível o desenvolvimento de sistema. Nas próximas seções será possível ver os diagramas criados para o referente trabalho.

3.2.1 *Diagrama de caso de uso*

O diagrama de casos de uso é de grande auxílio para a identificação e compreensão dos requisitos do sistema, ajudando a especificar, visualizar e documentar as características, funções, serviços do sistema desejados pelo usuário.

O diagrama de casos de uso tenta identificar os tipos de usuários que irão interagir com o sistema, quais papéis esses usuários irão assumir e quais funções um usuário específico poderá requisitar (GUEDES, 2011).

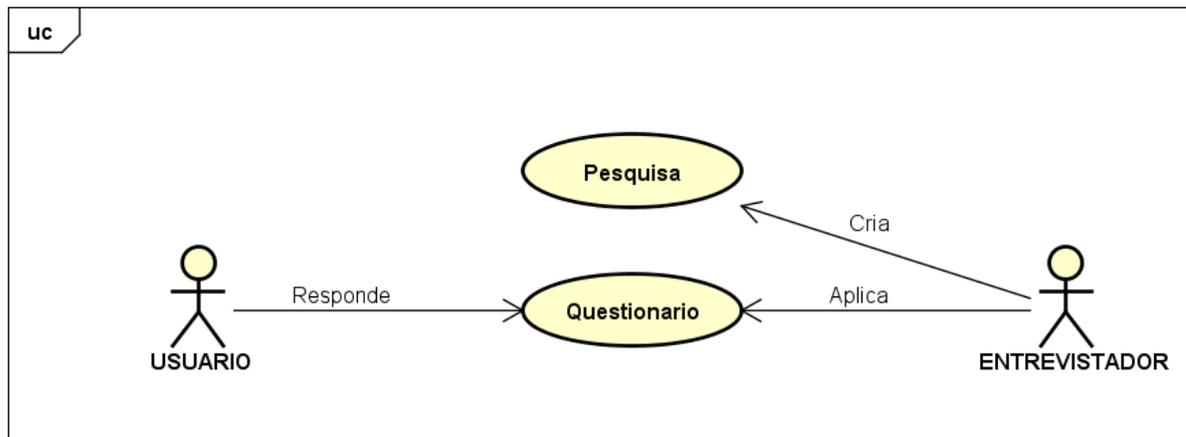
O diagrama de caso de uso representa o conjunto de comportamentos de alto nível que o sistema deve executar para um determinado ator. No caso da aplicação, o cenário é representado pelo o ator, usuário, sendo ele final ou entrevistador, e casos de uso.

O usuário é quem irá responder ao questionário incluído no banco de dados e a partir dele será obtida também sua localização geográfica. O usuário pode ser o usuário final ou o entrevistador, que irá fazer uso da aplicação para elaborar os questionários e aplica-los, podendo ele ser das mais diversas pesquisas.

Levando-se em consideração o usuário como usuário final, ele irá ser abordado sobre determinada pesquisa, que tratará sobre um determinado assunto. A mesma trará um questionário customizável havendo respostas que estarão relacionadas a uma questão com alternativas, caso seja do tipo fechada, ou não, caso seja do tipo aberta. Cada pergunta apresenta consigo requisitos e condições para que permita a flexibilidade do questionário.

No caso de o usuário ser o entrevistador, ele não só será o responsável por aplicar a pesquisa com os questionários customizáveis, como terá acesso aos dados e localização geográficas obtidas a partir das questões respondidas no questionário.

A Figura 11 mostra o diagrama de caso de uso referente ao banco de dados geográficos, que viabiliza um melhor entendimento do que se espera do funcionamento da aplicação.



powered by Astah

Figura 11. Diagrama de caso de uso.
Fonte: Autora (2016).

As ações da aplicação são representadas na Figura 11, onde é possível notar que o Usuário responde ao questionário aplicado por o Entrevistador, tratando sobre uma determinada pesquisa criada por o mesmo. Na Tabela 1 será mostrada o detalhamento do mesmo.

Tabela 1. Caso de Uso detalhado – Autenticação dos Usuários

| Autenticação dos Usuários | |
|----------------------------|---|
| Ator Primário | Usuário Final |
| Pré-condições | <ul style="list-style-type: none"> • Cadastrado como respondente do questionário • Informações do usuário, nome, telefone, email |
| Pós-condições | Usuário cadastrado. |
| Fluxo Principal | <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuário submete a verificação Nome Id do Usuário 2. Conferindo o cadastramento, o Usuário responde ao questionário criado e aplicado por o Entrevistador sobre uma determinada Pesquisa. 3. Conclui-se o Questionário. |
| Requisito Funcional | Conexão com a Internet. |

Fonte: Autora (2016).

3.2.2 Diagrama ER (Entidade Relacionamento)

O Diagrama Entidade Relacionamento (DER) é a principal ferramenta de representação gráfica de Bancos de Dados. Em situações práticas, o diagrama é tido muitas vezes como sinônimo de modelo, uma vez que sem uma forma de visualizar as informações, o modelo pode ficar abstrato demais para auxiliar no desenvolvimento do sistema.

Dessa forma, quando está modelando um domínio, o mais comum é já criar sua representação gráfica, seguindo algumas regras. (NAVATHE, 2010).

O diagrama facilita ainda a comunicação entre desenvolvedores que um projeto, pois oferece uma linguagem comum utilizada tanto pelo analista, responsável por levantar os requisitos, e todos os demais da equipe, responsáveis por implementar aquilo que foi modelado (NAVATHE, 2010).

A Figura 12 traz a representação do respectivo diagrama, onde é possível visualizar melhor o funcionamento e relacionamentos que envolvem as classes do banco de dados. No anexo 1 é possível ver a modelagem do banco de dados.

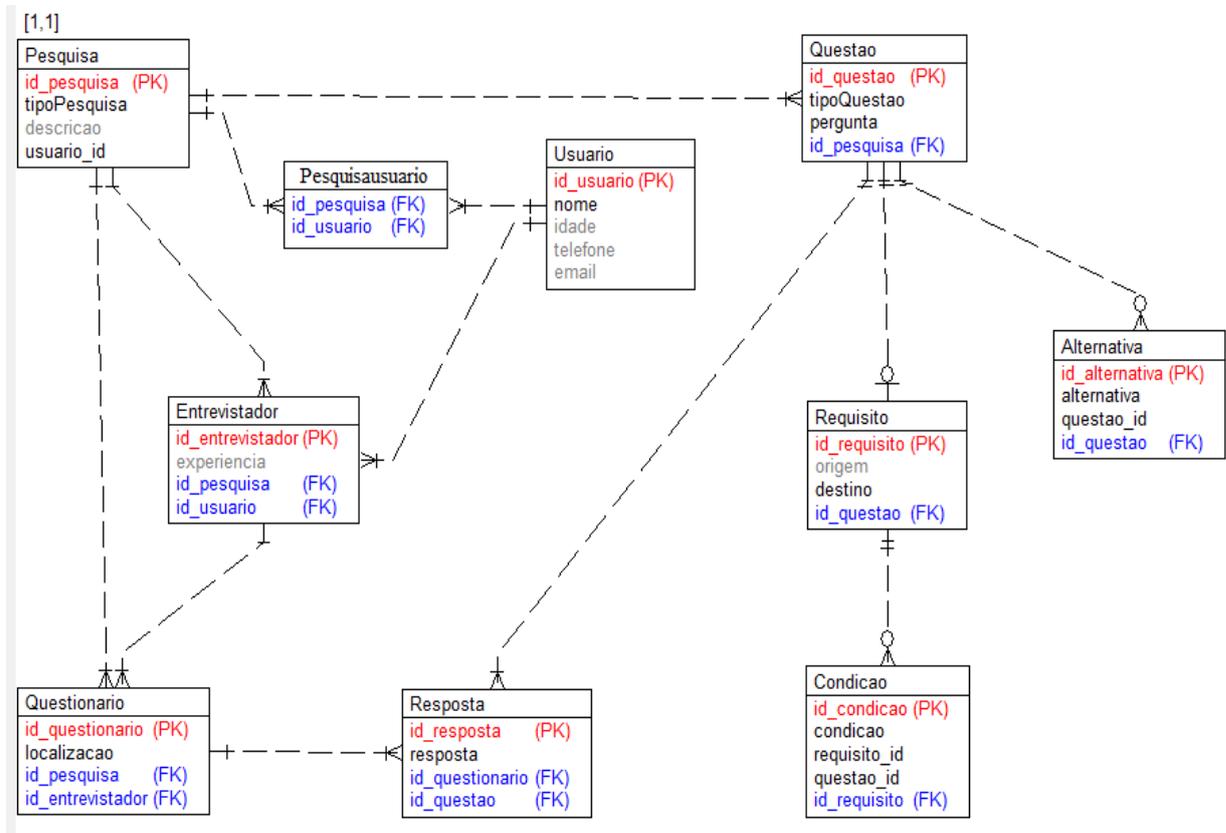


Figura 12. Diagrama Entidade Relacionamento.
Fonte: Autora.

A partir das informações sobre diagrama de casos de uso pode-se entendê-lo como um meio que fornece uma visão geral do funcionamento do sistema e os usuários que estão envolvidos em cada funcionalidade.

O Quadro 2 mostra todos os atores, tabelas e seus relacionamentos, identificados no sistema e uma descrição breve de quem são e o que podem fazer, facilitando o entendimento do sistemas como também o relacionamento das tabelas exibidas na Figura 12.

Quadro 2: Tabelas e suas relações

| Tabelas | Descrições |
|----------------------|---|
| Usuário | São os usuários do questionário. Seja para realizar a pesquisa com o papel de <i>Entrevistador</i> , ou como o próprio nome da tabela diz, o <i>Usuário</i> que irá responder a pesquisa de campo. O Usuário é quem irá criar a Pesquisa. |
| Entrevistador | É do tipo Usuário. Aquele que irá aplicar o questionário, e poderá também, modificar a sequência de realização das perguntas de acordo com respostas anteriores. |
| Pesquisa | É criada pelo usuário, quando este for Entrevistador. Trata-se da pesquisa de campo ao qual o entrevistador irá aplicar ao usuário. |
| Questionário | É o que conterà as perguntas elaboradas por o entrevistador, sobre a referida pesquisa de campo, ao qual o usuário responderá. É nessa tabela que ficaram armazenadas as informações geográficas. |
| Resposta | Trata-se das respostas adquiridas a partir da aplicação do questionário. |
| Questão | Trata-se da indagação ao qual o usuário será submetido ao responder o questionário. Pertence a uma determinada Pesquisa, e ela irá definir se o questionário será aberto ou fechado. |
| Requisito | Trata-se de um dos quesitos necessários para que o entrevistador consiga modificar a sequência das perguntas. Atendendo ao requisito dará continuidade a sequência de perguntas ou não. |
| Condição | Trata-se de um outro quesito que irá permitir a flexibilidade na aplicação do questionário. Obedecendo-a, concluirá se as perguntas do questionário serão respondidas na sequencia ou não. |
| Alternativa | Trata-se das possibilidades de respostas que o usuário terá ao responder o questionário, quando este, for fechado. |

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A elaboração do projeto inicia a implementação de um sistema que auxilia na coleta de questionários customizáveis, automatizando o processo e associando os dados levantados a informações geográficas. Os resultados desse trabalho foram satisfatórios mesmo sendo apenas uma prototipagem.

Os testes feitos simularam algumas possibilidades de resposta para uma determinada pesquisa, certificando as possíveis formas de sequencialidade das questões, que foram testadas as lógicas referentes aos diversos tipos de usuário.

Embora não tenha sido possível realizar testes de campo com a aplicação pronta, foi desenvolvida uma aplicação Java, na seção referente, o Anexo 2 traz o código em Java que permite a certificação que os questionários são de fato customizáveis, através da classe *Teste*, os teste foram feitos junto a linguagem.

É possível ver, para realizar testes com a lógica envolvida na aplicação dos questionários envolvendo questionários fictícios, os testes foram feitos simulando possíveis respostas, onde seguia-se uma sequência ou não de questões sendo respondidas, provando que o questionário de fato estava customizando perguntas a partir de respostas dadas; e os resultados obtidos garantiram a constatação de que a modelagem atende aos requisitos de uma futura aplicação.

Com base nos resultados satisfatórios quando a maleabilidade do questionário obtidos com os testes realizados, depois da implementação do banco, verificou-se a eficácia da atuação do sistema, tendo em vista que o mesmo obteve os resultados esperados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerado que o propósito inicial desse trabalho era modelar e implementar um Banco de Dados capaz de armazenar dados geográficos, para ser empregado por uma aplicação de coleta de questionários para dispositivos móveis, nota-se que foi possível obter os resultados desejados, permitindo que benefícios sejam atingidos quando este for implementado para uma interface que permite o acesso via o *browser*. Visto que esse trabalho faz parte de um trabalho maior, tendo em conta que este trará inúmeras melhorias para diversas áreas, automatizando serviços que demandam tempo e muitas vezes, traz uma inconsistência e falta de segurança das informações obtidas.

Para trabalhos futuros, propõe-se o desenvolvimento de uma interface *WEB*, de maneira que seja possível o acesso por qualquer dispositivo móvel de exibição dos resultados; o SIG, que funcionará como camada intermediária entre as aplicações e o banco de dados, e a aplicação móvel de coleta de questionários.

Visto que o trabalho descrito se trata de um projeto maior, que deverá envolver a aplicação destas ferramentas em pesquisas reais na UFPI, algumas alterações deverá ser feitas aperfeiçoando o que já foi implementado até então quanto ao banco de dados, coleta de questionários customizáveis e a localização geográfica adquirida na aplicação da pesquisa de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, SIMONE D. J. (Simone Diniz Junqueira) **Interação humano-computador [recurso eletrônico]** / Simone Diniz Junqueira Barbosa, Bruno Santana da Silva. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. recurso digital : il.

CAELUM, Apostila curso: **Java Orientada a Objetos, 2011**. Disponível em: <<http://www.caelum.com.br/apostila-orientada-a-objetos/>> Acesso em: 26 de dezembro de 2015.

CÂMARA, G. Modelos, **Linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - IMPE. 1995.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P.A.C. **Desenvolvimento da pesquisa de campo, amostra e questionário para realização de um estudo tipo survey sobre a aplicação do QFD no Brasil**.

DATA GOAL – **Sistema para coleta de dados em campo. O que é?**. Disponível em: <<http://datagoal.com.br/#s0>>. Acesso em: 18 de Janeiro 2016.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de Banco de Dados**. 4a ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

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

FERREIRA, K.R; QUEIROZ, G.R, PAIVA J.A; SOUZA, R.C.M; CÂMARA, G. **Arquitetura de Software Para Construção de Bancos de Dados Geográficos com SGBD Objeto-Relacionais**. 2002

FORTES, M. F. J. R. **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.

GOMES, J.M.; VELHO, L. **Computação Visual: Imagens**. Rio, SBM, 1995.

GOODCHILD, MICHAEL F. **Geographical data modeling**. IN: FRANK, A. U.: GOODCHILD, M.F. **Two Perspectives on Geographical Data Modelling**. Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information & Analysis/ NCGIA, 1990. (Technical Paper 90-11)

GUEDES, GILLEANES T. A. **UML 2 Uma abordagem prática**. 2 ed. São Paulo: Novatec, 2011.

LISBOA, F. J., IOCHPE, C. **Introdução a Sistemas de Informação Geográfica com ênfase em Banco de Dados**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa 1996.

MEDEIROS, J. S. de. **Banco de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio à Gestão do Território.** São Paulo. Dpto. de Geografia – FFLCH – USP. Julho, 1999. Tese de Doutorado.

MONTEIRO, V. M. A., Davis C., Câmara G.; **Introdução à ciência da geoinformação.** INPS – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. INPE. São José dos Campos – SP, 2001.

NEVES, M. L., **Tratamento de Dados Geográficos e Consultas Espaciais em Bancos de Dados Objeto- Relacionais.** Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia, 2005.

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

PostgreSQL: disponível em: <<http://www.postgresql.org>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2015.

PostGIS: disponível em: <<http://postgis.refractory.net>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2015.

QUEIROZ, G.R.; FERREIRA, K.R. **SGBD com extensões espaciais.** Disponível em <www.dpi.inpe.br/livros/bdados>. Acesso em 15 dez. 2015.

QUICKTAPSURVEY. **Take a Tour.** Disponível em: <http://www.quicktapsurvey.com/tour.php>>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2016

ANEXOS

ANEXO 1. MAPEAMENTO DE COLETA DE QUESTIONÁRIO

USUARIO

Id_usuario (PK), nome, idade, telefone, email

PESQUISA

Id_pesquisa (PK), tipoPesquisa, descricao, usuario_id (FK)

ENTREVISTADOR

Id_entrevistador (PK), experiencia, usuario_id (FK), pesquisa_id (FK)

QUESTIONARIO

Id_questionario (PK), localizacao, pesquisa_id (FK)

QUESTAO

Id_questao (PK), tipoQuestao, pergunta, pesquisa_id (FK)

ALTERNATIVA

Id_alternativa (PK), alternativa, questao_id (FK)

RESPOSTA

Id_resposta (PK), resposta, questao_id (FK), questionario_id (FK)

REQUISITO

Id_requisito (PK), origem (FK) (questao), destino

CONDICAO

Id_condicao (PK), condicao, requisito_id (FK)

ANEXO 2. CLASSE TESTE FEITA EM JAVA PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES

```
package coletaquestionario;

import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.sql.SQLException;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Scanner;

public class Teste {

    public void proxQuestao(int num, int questionario) throws SQLException{
        int tipoQuestao;
        Scanner teclado = new Scanner(System.in);
        String resposta;
        RespostaDAO resp = new RespostaDAO();
        TodasDAO tod = new TodasDAO();
        tipoQuestao = resp.buscarQuestao(num);

        if(tipoQuestao == 1){
            System.out.println("Resposta: ");
            resposta = teclado.nextLine();
            Resposta r1 = new Resposta(0, resposta, num, questionario);
            resp.adicionaResposta(r1);
        }
        else{
            tod.mostrarAlternativa(num);
            System.out.println("Resposta: ");
            resposta = teclado.nextLine();
            Resposta r1 = new Resposta(0, resposta, num, questionario);
            resp.adicionaResposta(r1);
        }
    }
}
```



```

    }
    else
        if(condicao.get(j).getCondicao().equals(resposta) && tamCondicao
== (j+1)){
            proxQuestao(requisito.get(i).getDestino(), questionario);
        }
        else
            if(condicao.get(j).getCondicao().equals(resposta)){
                j++;
                cond = true;
            }
            else
                if(!condicao.get(j).getCondicao().equals(resposta)){
                    cond = false;
                }
        }
    }
    if(l == 0){
        System.exit(0);
    }
    i++;
    if(i < requisito.size()) /* foi acrescentada essa condição */
        condicao = tod.buscarCondicao(requisito.get(i).getId_requisito());
    }
}
}

```

```

public int menu() throws IOException{
    Scanner teclado = new Scanner(System.in);
    System.out.println("-----");
    System.out.println("[1] - Cadastrar Usuário");
    System.out.println("[2] - Cadastrar Entrevistador");
    System.out.println("[3] - Cadastrar Pesquisa");
    System.out.println("[4] - Cadastrar Questionário");
    System.out.println("[5] - Cadastrar Questão");
}

```

```

System.out.println("[6] - Cadastrar Requisito");
System.out.println("[7] - Cadastrar Condição");
System.out.println("[8] - Realizar Questionário");
System.out.println("[0] - Sair");
System.out.print("Digite a opção: ");
int op = Integer.parseInt(teclado.nextLine());
return op;
}

```

```

public void menuPrincipal() throws IOException, SQLException{

```

```

    TodasDAO tod = new TodasDAO();
    Scanner teclado = new Scanner(System.in);
    Scanner teclado2 = new Scanner(System.in);

```

```

    for (;;) {

```

```

        int op = menu();

```

```

        switch (op){

```

```

            case 1:

```

```

                System.out.println("\n\n----- Cadastro de Usuário -----");

```

```

                System.out.print("Nome: ");

```

```

                String nome = teclado.nextLine();

```

```

                System.out.print("Idade: ");

```

```

                int idade = Integer.parseInt(teclado.nextLine());

```

```

                System.out.print("Telefone: ");

```

```

                int telefone = Integer.parseInt(teclado.nextLine());

```

```

                System.out.print("Email: ");

```

```

                String email = teclado.nextLine();

```

```

                Usuario usuario = new Usuario(0, nome, idade, telefone, email);

```

```

                tod.adicionaUsuario(usuario);

```

```

                break;

```

```

            case 2:

```

```

                System.out.println("\n\n----- Cadastro do Entrevistador -----");

```

```

                System.out.print("Experiência: ");

```

```

                String experiencia = teclado.nextLine();

```

```

tod.mostrarUsuario();
System.out.println("Id Usuário: ");
int usuario_id = Integer.parseInt(teclado.nextLine());
tod.mostrarPesquisa();
System.out.println("Id pesquisa: ");
int pesquisa_id = Integer.parseInt(teclado.nextLine());
Entrevistador entrevistador = new Entrevistador(0, experiencia,
usuario_id, pesquisa_id);
    tod.adicionaEntrevistador(entrevistador);
    break;
case 3:
    System.out.println("\n\n----- Cadastro da Pesquisa -----");
    System.out.print("Tipo da Pesquisa: ");
    String tipoPes = teclado.nextLine();
    System.out.print("Descrição: ");
    String descricao = teclado.nextLine();
    tod.mostrarUsuario();
    System.out.print("Id Usuário: ");
    int usuario_id2 = Integer.parseInt(teclado.nextLine());
    Pesquisa pesquisa = new Pesquisa(0, tipoPes, descricao, usuario_id2);
    tod.adicionaPesquisa(pesquisa);
    break;
case 4:
    System.out.println("\n\n----- Cadastrar do Questionário -----");
    tod.mostrarPesquisa();
    System.out.println("Id Pesquisa: ");
    int pesquisa_id2 = Integer.parseInt(teclado.nextLine());
    Questionario questionario = new Questionario(0, pesquisa_id2);
    tod.adicionaQuestionario(questionario);
    break;
case 5:
    System.out.println("\n\n----- Cadastro de Questões -----");
    tod.adicionaQuestao();
    op = menu();

```




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

Identificação do Tipo de Documento

- Tese
- Dissertação
- Monografia
- Artigo

Eu, **Lívia Maria Alencar Rocha**, 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 banco de dados geográficos para uma aplicação móvel de coleta de questionários** 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 10 de Março de 2016.


Assinatura