

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**

MARLON GUIDO FERREIRA CAMPOS

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA AUXÍLIO DE
LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E GERAÇÃO DE DESENHO
PLANIMÉTRICO DE ÁREA.**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2016**

MARLON GUIDO FERREIRA CAMPOS

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA AUXÍLIO DE
LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E GERAÇÃO DE DESENHO
PLANIMÉTRICO DE ÁREA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* São João Evangelista, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Me. Fábio Rodrigues Martins
Coorientador: Me. Ícaro Tourino Alves.

MARLON GUIDO FERREIRA CAMPOS

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA AUXÍLIO DE
LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E GERAÇÃO DE DESENHO
PLANIMÉTRICO DE ÁREA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em:/...../.....

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Me. Fábio Rodrigues Martins
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista

Coorientador: Prof. Me. Ícaro Tourino Alves
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista

Convidado: Prof. Me. Dênis Rocha de Carvalho
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e pelo infinito amor e proteção dados por ele. Agradeço infinitamente à minha mãe, Eunice Ferreira De Azevedo, que sempre lutou comigo em todas as batalhas travadas por mim, e não seria diferente nesta. Agradeço ao IFMG, pela oportunidade de ingressar no ensino superior. A todos os professores e em especial a meu orientador Fábio Rodrigues Martins, pelo comprometimento, pela disponibilidade e dedicação, e a meu coorientador Ícaro Tourino Alves por todo o apoio. Agradeço aos meus amigos pelas orações e torcida.

"Não devemos nos preocupar com o tempo que temos, e sim decidir o que fazer com o tempo que nos é dado."

(Gandalf)

RESUMO

Atualmente, nas aulas de Topografia do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista para a prática de trabalhos com levantamentos topográficos, alunos e professores utilizam uma solução de *software* adaptada pelo professor da disciplina, porém esta apresenta limitações, inclusive uso restrito a computadores com sistema operacional *Windows*. Os alunos ao realizarem um levantamento precisam anotar todas as leituras em um formulário impresso, e posteriormente inserí-las na planilha adaptada pelo professor, para se obter o cálculo da área e o desenho planimétrico do respectivo levantamento. Este projeto tem como objetivo oferecer aos alunos e professores do *Campus* São João Evangelista, um *software* grátis e de qualidade, que atenda às necessidades de utilização nas aulas, e que funcione em dispositivos móveis, para que possibilite o cadastro de leituras do levantamento diretamente no *software*. Para realização deste projeto, foi realizado um levantamento de requisitos junto ao professor da disciplina, e um estudo geral sobre Topografia. Com isso, tornou-se viável o desenvolvimento de um *software* de apoio à trabalhos de levantamentos topográficos, que facilitará o trabalho dos alunos e professores, trazendo segurança às informações, organização, dinâmica e rapidez na execução. Existem ferramentas pagas no mercado para tais funções, porém a aquisição destas pelo IFMG-SJE torna-se inviável devido aos altos custos de licença, e restrição de número de usuários e máquinas à estas licenças.

Palavras-chave: Topografia. Levantamento Topográfico. Cálculo de Área. Desenho Planimétrico. *Software*.

ABSTRACT

Topography classes of the Instituto Federal de Minas Gerais Campus Sao Joao Evangelista currently, during the practice of topographic surveys, students and teachers use a software solution adapted by the professor of the class, but this one presents limitations as the restriction of its use only in Windows operating system. When the students carrying out a survey, they must write down all the readings in a printed form and later insert them in the teacher-adapted sheet in order to obtain the area calculation and the planimetric drawing of the survey. This work aims to offer students and professors of the Sao Joao Evangelista Campus a free and quality software that meets the needs of classroom use, which works on mobile devices, by enabling register survey readings through the software. To accomplish this project requirements gathering was carried out with the professor of the class, also a general study on topography was made. Therefore, it became possible to develop a software to support topographic surveys, which will facilitate the work of students and professors by bringing information security, organization, dynamics and speed of execution. There are paid tools in the market for such functions, but its purchase by IFMG-SJE becomes unfeasible due the high license costs and restriction of the number of users and machines to these licenses.

Keywords: Topography. Topographic Survey. Area Calculation. Planimetric Drawing. Software.

LISTA DE SIGLAS

CSS – *Cascade Style Sheet*

HTML - *Hypertext Markup Language*

IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais – campus São João Evangelista

PHP - *Hypertext Preprocessor*

SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SQL - *Structure Query Language*

TI - Tecnologia da Informação

UML - *Unified Modeling Language*

2D – Bi-dimensional

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Caso de Uso.....	24
Figura 2:Diagrama de Classes.....	25
Figura 3: Diagrama do Banco de Dados.....	26
Figura 4: Tela de Login.....	30
Figura 5: Tela inicial.....	31
Figura 6: Tela de Visualização de Levantamentos.....	32
Figura 7: Tela de Adição de Levantamento.....	32
Figura 8: Tela de Adição de Participante.....	33
Figura 9: Tela de Visualização de Participantes.....	33
Figura 10: Tela de Adição de Leituras.....	34
Figura 11: Tela de Visualização de Leituras.....	35
Figura 12: Tela de Visualização de Poligonal Básica.....	36
Figura 13: Tela de Visualização de Irradiações.....	36
Figura 14: Tela de Visualização dos Cálculos da Área.....	37
Figura 15: Tela de Visualização dos Cálculos da Poligonal Básica.....	38
Figura 16: Tela de Visualização dos Cálculos das Irradiações.....	38
Figura 17:Tela de Visualização do Desenho Planimétrico Gerado.....	39
Figura 18: Tela de Pesquisa de Levantamento.....	40
Figura 19: Tela de Visualização de Levantamento Pesquisado.....	40
Figura 20: Tela de Atalho Para Visualização do Desenho Planimétrico.....	41
Figura 21: Tela de Cadastro de Usuários.....	41
Figura 22: Tela de Visualização de Usuários Cadastrados.....	42
Figura 23: Tela de Visualização do Manual do Sistema.....	42
Figura 24: Tela de Informações sobre do Sistema e Contatos.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Product Backlog.....	23
--------------------------------	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	14
2.1 TOPOGRAFIA	14
2.1.1 Tecnologias Empregadas à Topografia	15
2.1.2 Procedimentos de Medição Indireta Utilizando Teodolito	16
2.1.3 Processamento dos Dados de Medições	17
2.2 PROCESSO DE SOFTWARE.....	18
2.2.1 Levantamento de Requisitos	18
2.2.2 Modelagem de Software	19
2.2.3 Metodologias Ágeis	19
2.2.4 Banco de Dados	20
2.3 TRABALHOS CORRELATOS.....	21
3 METODOLOGIA	22
3.1 NATUREZA DA PESQUISA	22
3.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS	22
3.3 UML E DIAGRAMAS	24
3.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	27
3.5 POPULAÇÃO DE AMOSTRA	29
3.6 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	29
3.7 TRATAMENTO DOS DADOS.....	30
3.8 PROTOTIPAÇÃO	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1 RESULTADOS DOS DADOS	44
4.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade, o homem precisou conhecer onde vive e se localizar, por questões de sobrevivência, reprodução, segurança, navegação, guerras, entre outros. Segundo alguns historiadores, o homem começou a fazer mapas, antes mesmo de desenvolver a escrita. Segundo Veiga *et al.* (2012) com o tempo, surgiram técnicas e equipamentos de medição que facilitaram a obtenção de dados para posterior representação. A Topografia foi uma das ferramentas utilizadas para realizar estas medições.

Veiga *et al.* (2012), afirma que a palavra Topografia surgiu da união dos termos gregos, “*Topos*” que remete à lugar, região, e do termo “*Graphen*”, que significa descrição. Existem algumas definições da palavra Topografia, sendo apresentadas a seguir as mais adequadas ao trabalho proposto:

“A Topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana” (Veiga *et al. apud* DOUBEK, 1989). “A Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre” (Veiga *et al. apud* ESPARTEL, 1987). Ainda segundo Veiga *et al.* (2012), a Topografia pode ser entendida como parte da Geodésia, ciência que tem por objetivo determinar a forma e dimensões da Terra.

Como principal atividade da Topografia destaca-se o levantamento topográfico, (medição de ângulos, distâncias e desníveis) que permite representar uma porção da superfície terrestre em uma determinada escala. O ensino da Topografia está presente nos níveis de ensino técnico e superior, como ciência dos acidentes geográficos. Isto, como disciplina ministrada nos cursos da área de Ciências Agrárias, como Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia Ambiental, entre outros.

Como o IFMG SJE oferece três cursos voltados para Ciências Agrárias, a Topografia se faz presente como disciplina obrigatória na grade curricular dos cursos superiores de Agronomia, no 4º período, em Engenharia Florestal, no 3º período e no curso de Técnico Agrícola, nas turmas do 1º ano (IFMG-SJE, 2016).

Nas aulas de Topografia, os alunos realizam as medições em campo com auxílio de aparelhos e registram os dados em uma tabela impressa, chamada “Caderneta de Campo”. Posteriormente estes dados são digitados em uma planilha elaborada no *Microsoft Office Excel* que utiliza fórmulas matemáticas para a transformação das leituras em coordenadas.

Esta é uma adaptação eficaz devido ao alto custo das licenças de uso dos *softwares* disponíveis para tal função, sendo os mais utilizados *Bentley Topograph*, *TopoEVN* e *Topoeng*. Segundo o *site* Portal da Topografia (2016), o *software Bentley Topograph* é o mais conhecido e utilizado, com licença anual de uso variando entre os valores de R\$ 1.600,00 (mil e seiscentos reais) a R\$ 3.000,00 (três mil reais). Ainda de acordo com orçamento solicitado à empresa *Targetware Informática Ltda.* em maio de 2016, o mesmo *software* custaria um valor de R\$ 3.216,00 (três mil, duzentos e dezesseis reais) em um pacote com sua versão acadêmica.

A relevância deste trabalho pode ser dividida em acadêmica e social. Acadêmica quanto a sua contribuição para as aulas de Topografia do *campus-SJE*, além da possibilidade de estudos futuros e implementação de módulos complementares para outras funcionalidades topográficas. Já a social está em oferecer um aplicativo sem custos e com alto grau de usabilidade se comparado com os principais *softwares* existentes no mercado.

A motivação da escolha deste tema surgiu através de uma demanda identificada nas aulas de Topografia do IFMG SJE, sugerida pelo professor da disciplina, em conjunto com o orientador do trabalho. O tema une diferentes áreas de conhecimento, proporcionando uma integração entre conceitos da Tecnologia da Informação e Ciências Agrárias, enriquecendo o projeto e os campos de conhecimento dos pesquisadores.

1.1 OBJETIVOS

Este tópico aborda o principal objetivo que este trabalho busca alcançar, assim como os objetivos secundários cumpridos nas etapas do seu desenvolvimento.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é oferecer internamente aos professores e alunos do *campus-SJE* um *software* de qualidade, sem custo, e que funcione em dispositivos móveis (*tablets/smartphones*) para apoiar as atividades de levantamento topográfico, com módulo de cálculo de área de terreno e funcionalidade de geração de desenho planimétrico da área.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Automatizar o levantamento de dados em campo durante a realização de medições de terrenos;
- Possibilitar que os dados levantados sejam cadastrados diretamente no *software*, via qualquer dispositivo com acesso à internet (*tablets*, *smartphones*, *notebooks* ou *desktops*);
- Realizar cálculo de área de terreno medido;
- Gerar desenho planimétrico (2D) de área calculada;
- Eliminar planilhas utilizadas e economizar papel.

1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho se dá pela necessidade da utilização de um sistema próprio na disciplina de Topografia do IFMG SJE, a fim de substituir solução de *software* existente adaptada pelo professor da disciplina. E pela inviabilidade da aquisição de várias licenças de uso de *software* proprietário para os alunos e professores do *campus* devido ao alto custo.

Este sistema facilitará e principalmente agilizará a obtenção de desenhos topográficos planimétricos ao inserir diretamente no *software* os dados referentes às leituras durante a realização de levantamentos topográficos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

De acordo como Marconi e Lakatos (2010), o referencial ou fundamentação teórica abrange os principais conceitos teóricos necessários ao desenvolvimento de um trabalho científico. A fundamentação é o suporte teórico para os estudos, análise e reflexões, sobre os dados e/ou informações coletadas, sendo uma síntese do que diz a literatura sobre o tema da pesquisa.

O tópico 2.1 contextualiza uma aplicação prática da Topografia. Em seguida, no tópico 2.1.1 são apresentados equipamentos tecnológicos utilizados em levantamentos topográficos. O tópico 2.1.2 “Procedimentos de medição indireta usando teodolito”, apresenta um método e etapas da realização de medição em campo. O tópico 2.1.3 apresenta conceitos e definições de termos utilizados no cadastramento de dados coletados em medições a serem processados no cálculo de uma área e geração de desenho topográfico planimétrico.

O tópico 2.2 mostra conceitos de processo de *software*, e contextualiza etapas do desenvolvimento de um sistema. Em seguida no tópico 2.2.1 é abordada uma definição de levantamento de requisitos, e o seu papel no desenvolvimento. O tópico 2.2.2 explica o que é modelagem de dados. Enquanto o tópico 2.2.3 aborda alguns conceitos das Metodologia Ágeis, e o tópico 2.2.4 define banco de dados e relaciona sua aplicação ao desenvolvimento de *software*.

O tópico 2.3 mostra o resultado de uma pesquisa por trabalhos correlatos que afirmassem a relevância do tema proposto por este trabalho.

2.1 TOPOGRAFIA

De acordo com Veiga (2007, *apud* BRINKER; WOLF, 1977), o trabalho prático da Topografia pode ser dividido em cinco etapas:

- 1) Tomada de decisão, onde se relacionam os métodos de levantamento, equipamentos, posições ou pontos a serem levantados, etc;
- 2) Trabalho de campo ou aquisição de dados: fazer as medições e gravar os dados;
- 3) Cálculos ou processamento: elaboração dos cálculos baseados nas medidas obtidas para a determinação de coordenadas, volumes, etc;

4) Mapeamento ou representação: produzir o mapa ou carta a partir dos dados medidos e calculados;

5) Locação, que consiste em materializar no terreno, pontos do projeto de uma obra para que a mesma possa ser executada exatamente no local planejado.

Segundo Veiga *et al.* (2007), a Topografia pode ser dividida classicamente em Topologia e Topometria. Nessa classificação a Topologia tem por objetivo o estudo das formas exteriores do terreno e das leis que regem o seu modelado. Enquanto a Topometria estuda os processos clássicos de medição de distâncias, ângulos e desníveis, cujo objetivo é a determinação de posições relativas de pontos. Pode ser dividida em planimetria e altimetria.

O levantamento topográfico é entendido como a execução de medições de ângulos, distâncias e desníveis. Segundo Brandalize (2003), levantamento topográfico planimétrico compreende o conjunto de operações necessárias para a determinação de pontos e feições do terreno que serão projetados sobre um plano horizontal de referência através de suas coordenadas X e Y (representação bidimensional), e, levantamento topográfico altimétrico compreende o conjunto de operações necessárias para a determinação de pontos e feições do terreno que, além de serem projetados sobre um plano horizontal de referência, terão sua representação em relação a um plano de referência vertical ou de nível através de suas coordenadas X, Y e Z (representação tridimensional).

De acordo com Veiga *et al.* (2007), na realização de um levantamento topográfico são determinados pontos de apoio a medição (pontos planimétricos, altimétricos ou planialtimétricos), e a partir destes, são levantados os demais pontos que permitem representar a área levantada. A primeira etapa pode ser chamada de estabelecimento do apoio topográfico e a segunda de levantamento de detalhes.

2.1.1 Tecnologias Empregadas à Topografia

Segundo Domingues (1979), o processo de medida de distâncias é indireto quando estas distâncias são calculadas em função da medida de outras grandezas, não havendo, portanto, necessidade de percorrê-las para compará-las com a grandeza padrão (uso de trenas, fitas métricas e outros). Os equipamentos mais utilizados na medida indireta de distâncias são Teodolito e Estação Total.

De acordo com Domingues (1979), o teodolito é utilizado na leitura de ângulos horizontais, verticais. É acompanhado de acessórios como o tripé, que serve para estacionar o aparelho, o fio de prumo, que serve para posicionar o aparelho exatamente sobre o ponto no terreno, e a lupa para leitura dos ângulos.

Para Veiga *et. al* (2007), uma estação total nada mais é do que um teodolito eletrônico (medida angular), um distanciômetro eletrônico (medida linear) e um processador matemático, associados em um só aparelho. A partir de informações medidas em campo, como ângulos e distâncias, uma estação total permite obter informações como distância reduzida ao horizonte (distância horizontal), desnível entre pontos, entre outras. Permitem ainda realizar correções no momento da obtenção das medições ou até realizar uma programação prévia para aplicação automática de determinados parâmetros como condições ambientais (temperatura e pressão atmosférica).

2.1.2 Procedimentos de Medição Indireta Utilizando Teodolito

De acordo com Veiga *et. al* (2007), os procedimentos para uma medição utilizando teodolito podem ser resumidos em instalação do equipamento, focalização e pontaria, e leitura da direção. Durante a instalação do equipamento, é necessário estacioná-lo sobre um determinado ponto, ou seja, o mesmo deverá estar nivelado e centrado sobre o ponto topográfico. Para isto o primeiro passo é instalar o tripé sobre o ponto, este pode ser materializado de diversas maneiras, como por piquetes, pregos ou chapas metálicas, entre outros. As medições somente poderão iniciar após as condições de instalação serem verificadas.

O segundo passo para a realização de uma medição com teodolito segundo Veiga *et. al* (2007), é a focalização e pontaria. Focar a luneta é coincidir o plano do retículo e do plano da imagem do objeto visado com o plano focal comum à objetiva e à ocular. Este procedimento inicia-se pela focalização dos retículos e depois do objeto. Deve-se sempre checar se a luneta está bem focalizada, para evitar o problema de visadas incorretas. Durante a pontaria, os fios do retículo devem estar posicionados exatamente sobre o ponto onde deseja-se realizar a mira.

Ainda de acordo com Veiga *et. al* (2007), o terceiro passo para a realização de uma medição com teodolito é a leitura de direção. Depois de ajustar a pontaria, realiza-se a leitura da direção, que em equipamentos eletrônicos é feita automaticamente e o valor é apresentado

no visor do mesmo. Para a leitura da direção horizontal do teodolito, a diferença entre a leitura em pontaria direta (PD) e pontaria inversa (PI) deve ser igual a 180° . Para leitura do ângulo zenital a soma dos valores de PD e PI deve ser igual a 360° .

Após a instalação, focalização e leitura de distância, é necessário determinar a localização da meridiana de alinhamento de direção Norte, através de equipamentos como bússola, GPS, entre outros. Isto é necessário para que sejam calculados os azimutes de direção, estes serão necessários na etapa de cálculo da área da região medida. “O azimute de uma direção é o ângulo formado entre a meridiana de origem que contém os polos magnéticos ou geográficos, e a direção considerada. É medido a partir do Norte, no sentido horário e varia de 0° a 360° ” (VEIGA *et.al*, 2007, p.78).

2.1.3 Processamento dos Dados de Medições

Existem mecanismos que facilitam o trabalho de um levantamento topográfico e o seu processamento. No ato do cadastramento de informações em campo, é comumente utilizada uma tabela impressa chamada caderneta de campo. Segundo Brandalize (2003, *apud* SPARTEL,1987), esta é um documento onde são registrados todos os elementos levantados no campo (leituras de distâncias, ângulos, régua, croquis dos pontos, etc.), e normalmente são padronizadas, porém, nada impede que o responsável pelo levantamento personalize cadernetas que melhor atendam suas necessidades.

Segundo Veiga *et.al* (2007), alguns dados devem ser preenchidos na caderneta de campo para que seja possível realizar o cálculo da área e gerar o desenho planimétrico, entre eles:

- AI: altura do aparelho em relação ao solo;
- AH (Ângulo Horizontal): indica a direção para onde a luneta aponta;
- AV (Ângulo Vertical): ângulo que indica a inclinação da luneta;
- EST (Estação): local onde o aparelho está instalado na área;
- FI (Fio Estadimétrico Inferior): traço localizado na extremidade inferior aparente na mira ao olhar pela luneta, usado no cálculo da distância horizontal;
- FM (Fio Estadimétrico Médio): traço médio aparente na mira ao olhar pela luneta, usado no cálculo da distância horizontal;

- FS (Fio Estadimétrico Superior): traço localizado na extremidade superior da mira;
- PV (Ponto visado): local onde a mira ou prisma estão situados na área.

2.2 PROCESSO DE SOFTWARE

Segundo Sommerville (2010), o processo de desenvolvimento de *software* é um conjunto de atividades que, ao serem executadas, geram um produto. O processo de *software* é portanto a base para o controle e gerenciamento de projetos, pois permite o uso de técnicas e ferramentas para a produção de produtos de *software* com qualidade e dentro dos padrões estabelecidos.

2.2.1 Levantamento de Requisitos

As etapas de levantamento e análise de requisitos trabalham com o domínio do problema e tentam determinar “o que” o *software* deve fazer e se é realmente possível desenvolver o *software* solicitado (GUEDES, 2011).

O levantamento de requisitos é parte do processo de *software*, que resultará no desenvolvimento de um sistema. Compreende as solicitações do cliente e as regras do negócio. Nesta fase são determinadas as funcionalidades e restrições que irão compor o sistema. Para Mello (2010), os requisitos são coleções de sentenças que devem descrever com clareza, sem ambiguidades, e com consistência os aspectos significativos do sistema proposto. Eles devem portanto, conter informações suficientes para permitir que os desenvolvedores construam um sistema que satisfaça os requerentes.

De acordo com Sommerville (2010), um requisito pode ser classificado como funcional ou não funcional, sendo este funcional quando descreve um serviço ou função que o sistema deve realizar, e não funcional quando representa restrições impostas tanto ao sistema quanto ao seu desenvolvimento.

2.2.2 Modelagem de Software

Sommerville (2010), explica a modelagem de dados como um processo de desenvolvimento de modelos abstratos de um *software* que apresenta uma visão e é representado por notações gráficas baseadas em *Unified Modeling Language* (UML) que em português, pode ser traduzido como Linguagem de Modelagem Unificada. Os modelos de dados são usados como a documentação estrutural do sistema, e fazem uma descrição do sistema para auxiliar os desenvolvedores na implementação.

A UML é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos de sistemas complexos (BOOCH *et al.* 2006), e proporciona um padrão de preparação de planos de arquitetura para projetos de sistemas, incluindo aspectos conceituais como processos de negócio e funções do sistema, além de aspectos concretos, como classes escritas por linguagens de programação, esquemas de banco de dados e componentes de *software*.

Para Booch *et al.* (2006), a modelagem é uma técnica de engenharia aprovada e bem aceita, e com o seu uso alcançamos 4 objetivos principais:

- a) Visualização do sistema como ele é, ou como desejamos que ele seja;
- b) Especificação da estrutura ou comportamento do sistema;
- c) Criação de um guia para a construção do sistema;
- d) Documentação das decisões tomadas.

2.2.3 Metodologias Ágeis

Na busca por lucros e eficiência, as empresas desenvolvedoras de *software* estão à procura metodologias em que possam administrar melhor o seu tempo e seus recursos, para entregar produtos com qualidade. As metodologias Ágeis surgem como uma inovação, trazendo eficiência para a equipe, pois organiza o fluxo de desenvolvimento consequentemente gerando um produto com o mínimo de recursos desperdiçados.

De acordo com Fadel (2010, *apud* BECK,2001), as Metodologias Ágeis surgiram de um encontro entre 17 líderes que trabalhavam no contra-fluxo dos padrões da indústria de *software*, onde discutiram formas de trabalho, objetivando chegar a uma nova metodologia de

produção de *software*, que pudesse ser usada por todos eles e em outras empresas, substituindo os modelos tradicionais de desenvolvimento. O resultado foi a identificação de alguns princípios e a publicação do Manifesto Ágil que principalmente quatro premissas: 1) Indivíduos e iterações são mais importantes do que processos e ferramentas; 2) *Software* funcionando é mais importante do que documentação completa; 3) Colaboração com o cliente é mais importante do que negociação de contratos; 4) Adaptação a mudanças é mais importante do que seguir o plano inicial;

No desenvolvimento deste projeto foram adotados princípios da metodologia Ágil chamada Scrum, que segundo Fadel (2010) não define uma técnica específica para o desenvolvimento de *software* durante a implementação, entretanto se concentra em descrever como os membros da equipe devem trabalhar para produzir um sistema flexível, num ambiente de mudanças constantes. Ainda segundo Fadel (2010), a idéia central do Scrum é que o desenvolvimento de sistemas envolve diversas variáveis e elas possuem grande probabilidade de mudar durante a execução do projeto, o que torna o desenvolvimento de *software* uma tarefa complexa e imprevisível, necessitando de um processo flexível e capaz de responder às mudanças

2.2.4 Banco de Dados

Para Silberschatz (2006), um banco de dados pode ser entendido como uma coleção de dados inter-relacionados, que representa informações sobre um domínio específico. Já um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é um *software* que possui recursos capazes de manipular as informações do banco de dados e interagir com o usuário.

Campos (2008), define SGBD como um sistema que fornece mecanismos para armazenar, organizar e recuperar dados de usuários, e afirma que os sistemas mais populares de hoje são os bancos de dados relacionais, e que a linguagem *SQL* é a linguagem padrão internacional utilizada com banco de dados relacionais para realizar consultas e manipular dados.

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

Foram realizadas pesquisas por trabalhos correlatos para a afirmação da relevância do tema abordado, comparando tanto a área tecnológica quanto os conceitos teóricos e práticos da Topografia. Foi identificado um trabalho semelhante, um artigo científico apresentado no XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação da Universidade Federal do Vale do Paraíba.

Costa *et. al* (2009) do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em seu artigo “Implementação em *Matlab* de Um Programa Para Solução de Levantamento Topográfico Pelo Método de Irradiação”, relata a construção de um *software* utilizando a linguagem de programação *Matlab* em conjunto com uma planilha elaborada no *Microsoft Excel*. A aplicação criada permite ao usuário cadastrar os dados coletados durante um levantamento topográfico na planilha citada, e realizar os cálculos da poligonal básica e da área levantada, e por fim, em uma outra tela, o sistema apresenta um desenho planimétrico da área calculada. O sistema criado foi repassado à universidade para o uso de alunos e professores.

Costa *et. al* (2009), cita como justificativa da criação do sistema os altos custos dos *softwares* utilizados atualmente para cálculos de levantamentos topográficos e a dificuldade das universidades em adquiri-los. Ainda de acordo com Costa *et. al* (2009), estes programas são essenciais para que os alunos, que cursam a disciplina Topografia possam conhecer uma ferramenta para solução rápida de problemas topográficos. Por este motivo, torna-se importante para a Universidade desenvolver o seu próprio *software* de maneira que possa ser utilizado pelos seus alunos.

No entanto, o *software* citado no artigo apresenta algumas limitações, como no cálculo da área de um levantamento com visada em pontos que não fazem parte da área, ou seja, regiões que devem ser decrescidas da área total (ex: uma casa, um curral, árvore, poste, entre outros). Neste caso o sistema não consegue calcular a área real levantada, também não consegue calcular a área de um levantamento com mudanças de estação. Outra limitação está no seu desenvolvimento com a utilização de uma planilha do *Microsoft Excel*, o que restringe o seu uso somente a sistemas operacionais *Windows*.

3 METODOLOGIA

Este capítulo contextualiza conceitos da metodologia de pesquisa, como a natureza da pesquisa, o caráter, a população da amostra, os instrumentos utilizados, ferramentas utilizadas, métodos e procedimentos, tratamento dos dados e prototipação.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

A natureza da metodologia de pesquisa empregada neste trabalho é caracterizada como pesquisa bibliográfica, com análise qualitativa dos dados. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a revisão bibliográfica pesquisa uma situação desconhecida, concreta ou não, através de pesquisas iguais ou semelhantes, ou mesmo complementares de certos aspectos da pesquisa pretendidos, que já foram escritas em algum lugar, por alguém ou um grupo. Uma procura de tais fontes, documentais ou bibliográficas, torna-se imprescindível para evitar esforços duplicados ou descoberta de ideias já expressas e resultados redundantes no trabalho.

Segundo Diehl (2004), uma pesquisa qualitativa tem como objetivo mostrar em nível de complexidade de determinados problemas, sendo essencial a compreensão e a classificação dos processos vividos no grupo, contribuindo nas mudanças, permitindo a compreensão das mais diversas características dos indivíduos.

3.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Durante a fase de levantamento de requisitos os dados necessários para o desenvolvimento do *software* foram coletados principalmente com o professor de Topografia, onde estiveram presentes o orientador do trabalho e o pesquisador. Foram repassadas pelo professor ao pesquisador a caderneta de campo, a planilha de cálculo da poligonal básica e da área levantada, construídas no *Microsoft Excel*, e utilizadas pelo mesmo e pelos alunos durante as aulas. Estas planilhas foram utilizadas como base na implementação do *software*, de onde foram extraídas as fórmulas usadas nos cálculos para que fossem codificadas.

Realizado o levantamento de requisitos com o professor da disciplina, os mesmos foram tratados e os seguintes requisitos funcionais foram selecionados e divididos em *Sprints* que são os ciclos determinados no desenvolvimento de projetos, isto para que fosse possível fazer uma estimativa de prazos. A duração dos *sprints* foi determinada por 7 dias. Em seguida, os dados foram organizados de acordo com fundamentos do Guia *PMBOK*, e dispostos da Tabela 1, de *Product Backlog* abaixo.

Tabela 1: Product Backlog

Item de Backlog	Tipo	Prioridade	Estimativa	Sprint
Criar menu principal	RF 01	4	1	1
Criar tela de cadastro de projeto	RF 02	5	1	
Criar tela de pesquisa de projeto	RF 03	5	1	
Criar tela de cadastro de usuários	RF 04	5	1	2
Criar tela de cadastro de participantes	RF 05	5	1	
Criar tela de login	RF 06	5	2	
Criar tela de cadastro de leituras	RF 07	6	2	
Criar tela de ajuda e manual do sistema	RF 08	6	3	3
Criar função pra cálculo de poligonal	RF 09	7	2	
Criar função para cálculo de irradiações	RF 10	7	2	
Criar função para o cálculo da área	RF 11	9	3	4
Criar função para gerar desenho	RF 12	9	3	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela de *Product Backlog* o campo “Tipo” faz referência aos requisitos determinados como funcionais e enumerando-os. O campo “Prioridade” refere-se à um valor de importância do requisito determinado junto ao cliente, enquanto o campo “Sprint” determina o prazo máximo estipulado para realização de determinados requisitos. Esta tabela

ainda apresenta o campo “Estimativa”, que é calculado com base na fórmula de PERT, utilizada principalmente em gerência de projetos.

$$\text{PERT} = (P + 4M + O) / 6).$$

Onde:

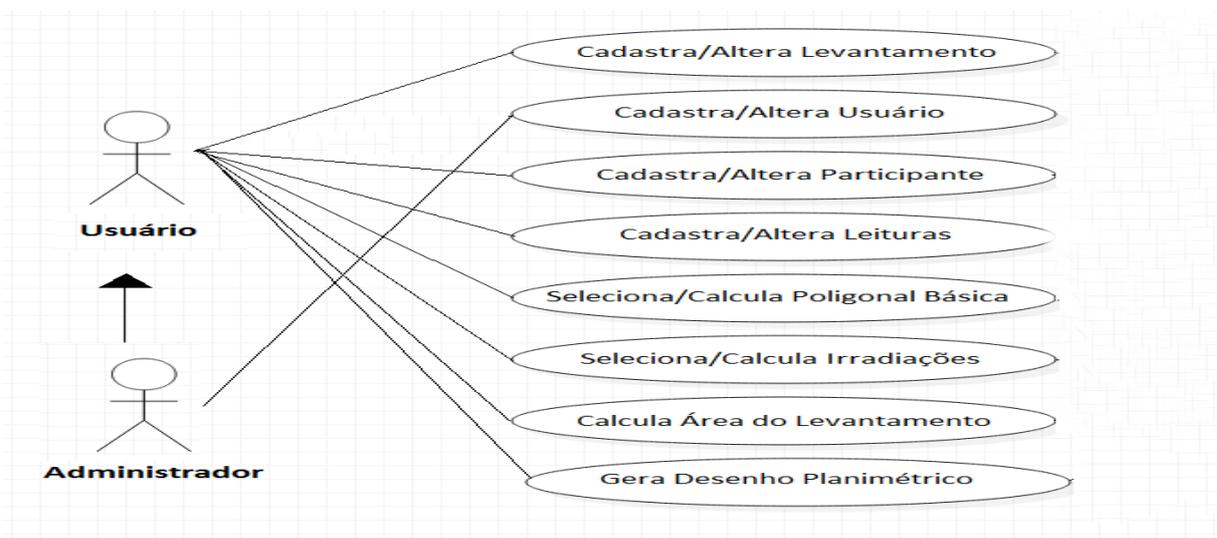
1. O – Estimativa Otimista;
2. M – Estimativa Mais Provável;
3. P – Estimativa Pessimista;

De acordo com o Santos (2015), a estimativa de 3 pontos ou (PERT) é uma técnica que permite aperfeiçoar as estimativas considerando as incertezas e riscos. Nesta estimativa, três valores são produzidos inicialmente para cada requisito, baseados no conhecimento e experiência da equipe de projeto.

3.3 UML E DIAGRAMAS

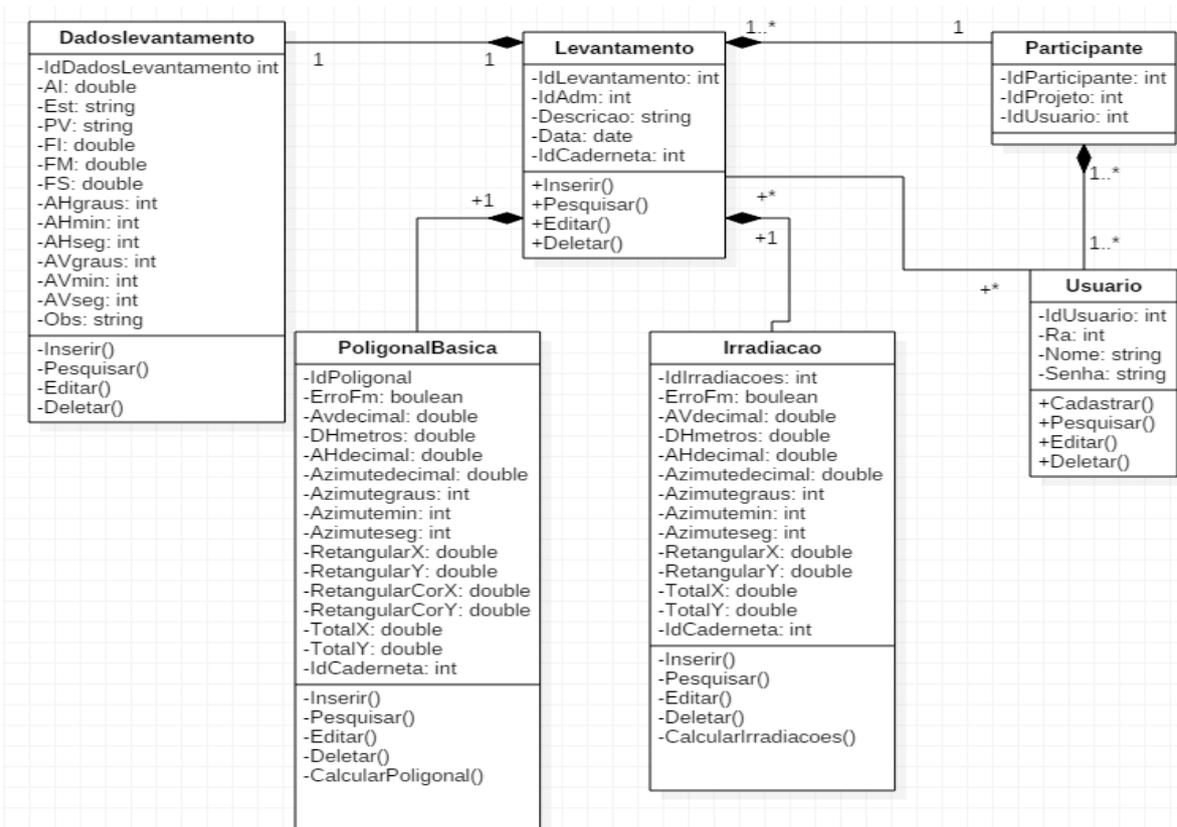
Durante o desenvolvimento do *software* ocorreu a modelagem do sistema, onde foram utilizados conceitos e ferramentas da *UML*, sendo elaborados os diagramas de caso de uso, e o diagrama de classes, implementados com o *software Star UML*. O diagrama de caso de uso e o diagrama de classes, são representados respectivamente pelas figuras 1 e 2 a seguir.

Figura 1: Diagrama de Caso de Uso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2:Diagrama de Classes.



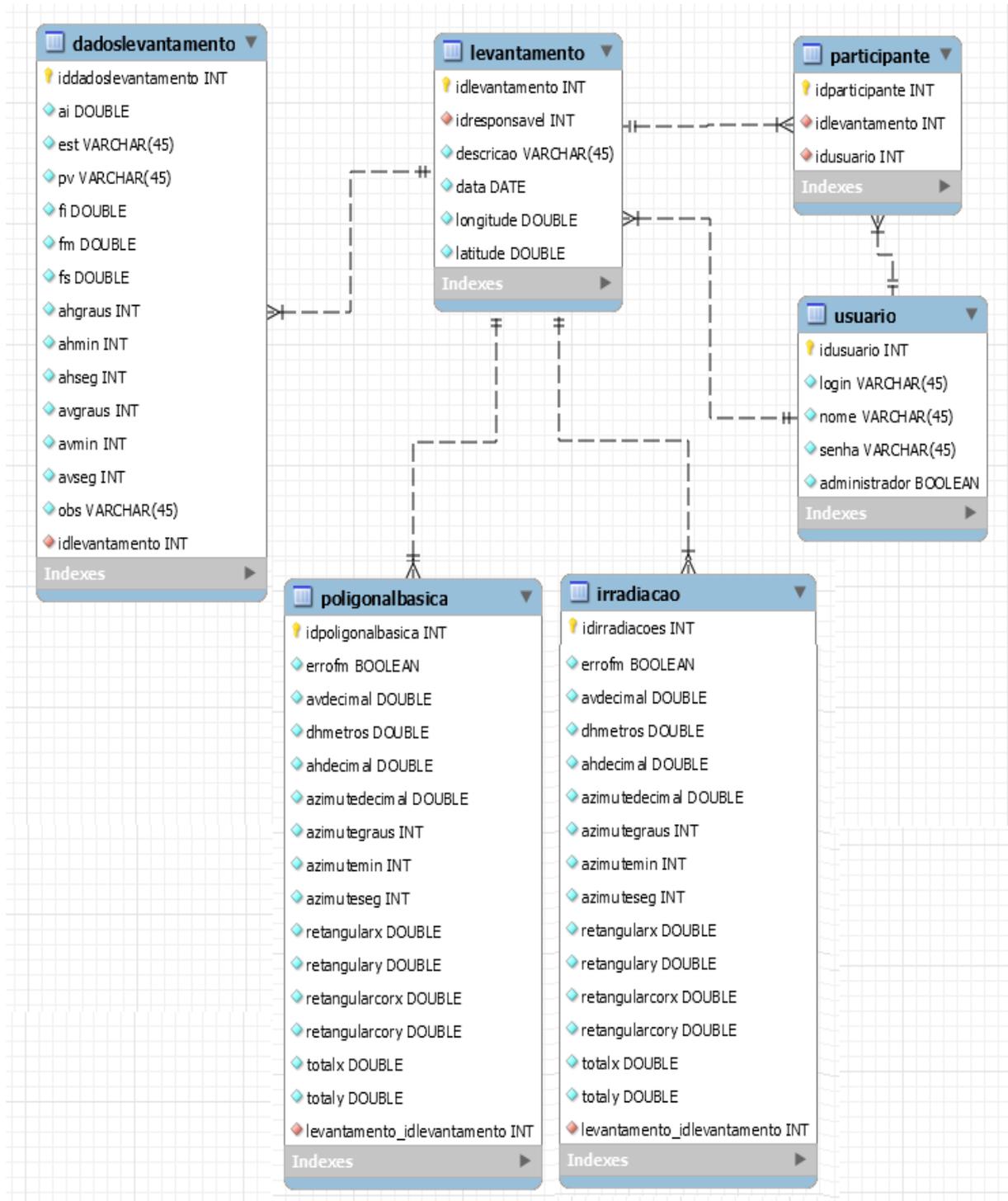
Fonte: Elaborado pelo autor.

Guedes (2011), afirma que o diagrama de casos de uso é o diagrama mais geral e informal da UML, sendo utilizado nas fases de levantamento e análise de requisitos do sistema, embora possa ser consultado durante todo o processo de modelagem. Apresenta uma linguagem de fácil compreensão para que os usuários visualizem como o sistema irá se comportar. Procura identificar os atores (usuários ou outros sistemas) que irão interagir de alguma forma com o sistema a ser desenvolvido.

Um diagrama de classes define a estrutura das classes utilizadas pelo sistema, determinando os atributos e métodos que cada classe tem, além de estabelecer como as classes se relacionam e trocam informações entre si (GUEDES, 2011). Segundo Booch *et al.* (2006), um diagrama de classes mostra um conjunto de classes, interfaces, colaborações e seus relacionamentos, sendo usado para modelar a visão estática de um projeto de sistema. Este tipo de diagrama também é a base para os diagramas de componentes e de implantação. Diagramas de classe são mais utilizados na modelagem de sistemas orientados a objetos e dão suporte para os requisitos funcionais do sistema.

Foi criado também um diagrama do banco de dados com o *software Workbench*, para melhor visualização e orientação na criação do mesmo. Este diagrama está representado pela figura 3.

Figura 3: Diagrama do Banco de Dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS

O propósito deste trabalho foi a criação de um *software* sem custo para a utilização de alunos e professores do IFMG-SJE, sendo assim, no seu desenvolvimento foram utilizadas apenas ferramentas livres (*open-source*), ou seja, sem custo. Estas ferramentas foram escolhidas baseadas em pesquisas de mercado e pela indicação do orientador, além de pesquisa das plataformas usadas no IFMG-SJE.

A implementação do sistema foi realizada em plataforma *WEB* (abreviação de *World Wide Web*), a fim de possibilitar o acesso à aplicação por meio de dispositivos móveis, e multiplataforma através de um navegador.

As principais tecnologias utilizadas no trabalho foram principalmente as linguagens e programas a seguir:

- a) *Php Hypertext Preprocessor* (PHP) – Linguagem de *script open source* de uso geral, muito utilizada, e especialmente adequada para o desenvolvimento web e que pode ser embutida dentro do HTML (MANUAL DO PHP, 2016).
- b) *Hypertext Markup Language* (HTML) - Linguagem de Marcação de Hipertextos. De acordo com Campos (2004), é uma linguagem de marcação ou formatação de *layouts* de páginas e não possui comandos para tomada de decisões, variáveis, funções ou estruturas de repetição, ou seja, não é uma linguagem de programação, mas é considerada um padrão mundial para exibição de páginas *Web*. De acordo com o *site W3Schools* (2016), a linguagem HTML serve para descrever elementos ou páginas da *Web*. Este *site* disponibiliza diversos tutoriais sobre a linguagem.
- c) *Cascading Style Sheet* (CSS) – Folhas de Estilo em Cascata. É uma linguagem para adicionar estilos a páginas *web*. Tem o objetivo de fornecer informações sobre a apresentação dos elementos, por exemplo, cores de fontes, tamanhos de textos, posicionamento e todo aspecto visual da página *web* (SILVA, 2008). O *site W3Schools* também disponibiliza diversos tutoriais e normas de utilização desta linguagem.
- d) *Javascript* – É a linguagem de programação mais popular do mundo (W3SCHOOLS, 2016), e permite programar o comportamento das páginas *Web*. O *site W3Schools* disponibiliza além de tutoriais, um ambiente de aprendizado de *Javascript*.

- e) *jQuery* - É uma biblioteca *Javascript* que tem como objetivo a facilitação do uso desta linguagem nas páginas web. Para tarefas comuns que requerem muitas linhas de código em JavaScript, com jQuery pode ser feito utilizando apenas uma, justificando o termo “*write less, do more*”, em português, escreva menos, faça mais (W3SCHOOLS, 2016).
- f) *Sublime-Text 3* – É um editor de código, multiplataforma e com licença grátis. Possui funcionalidades que aceleram sua execução, também permite edições de código simultaneamente, trabalha com vários projetos ao mesmo tempo com trocas instantâneas, além de ser customizável (SUBLIME TEXT, 2016). O mesmo é disponibilizado no *site Sublimetext.com*.
- g) *Google Chrome* – Navegador de *internet* grátis e multiplataforma, desenvolvido pela companhia Google, e disponibilizado no *site Google.com/chrome*.
- h) *Mozilla Firefox* – Navegador de *internet* grátis, disponibilizado no *site Mozilla.org/firefox*.
- i) *Structured Query Language (SQL)* - É uma linguagem padrão para acessar e manipular bancos de dados (W3SCHOOLS, 2016). O *site W3Schools* oferece tutoriais sobre esta linguagem e um ambiente de aprendizado.
- j) *MySql Workbench 6.2.3* – *Software* de código aberto, para a criação e manuseio de bancos de dados. Desenvolvido pela empresa *Oracle Corporation* e disponibilizado no *site Mysql.com*.
- k) *Servidor Web Apache 2.4.10* - É um *software open-source* escrito em linguagem C, mantido por membros voluntários que contribuem para o “Projeto Apache” (THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION, 2016). Este é disponibilizado em seu *site* oficial (*Apache.org*), juntamente da sua documentação.
- l) *StarUml* - É uma programa de código aberto (*opensource*) que dá suporte à modelagem de sistemas utilizando os diagramas da UML. Está disponível no *site Staruml.io*.

3.5 POPULAÇÃO DE AMOSTRA

Este trabalho adotou como unidade de análise um profissional, o mestre e professor de Topografia do IFMG-SJE, graduado em Engenharia Agrícola, e uma aluna do curso de bacharelado em Engenharia Florestal que participou dos testes do protótipo de *software* criado, cadastrando levantamentos e medições, e utilizando as funcionalidades do sistema.

3.6 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para a construção do sistema foram adotados métodos conceituados do processo de *software*, sendo estes o levantamento e análise dos requisitos, modelagem dos dados, desenvolvimento da aplicação e realização de testes.

No levantamento e análise de requisitos, foram realizadas reuniões e entrevistas com o professor de Topografia, a fim identificar as necessidades e restrições do sistema a ser desenvolvido, além de sugestões de funcionalidades.

A etapa seguinte foi a de modelagem dos dados, na qual foram desenvolvidos diagramas utilizando as notações *UML* para um melhor entendimento dos requisitos identificados e posteriormente, usados para a documentação do sistema

No desenvolvimento das interfaces do sistema foram utilizadas as linguagens de marcação e formatação *HTML* e *CSS*, considerando regras de responsividade que consiste na adaptação do *software* para qualquer tamanho de monitor, tela ou dispositivo móvel. Foi realizado um esboço das telas a serem criadas, objetivando atender às heurísticas de usabilidade.

Durante a fase final da implementação do protótipo de *software* proposto foi gerada uma versão *Beta* do mesmo, que foi testada com todas as suas funcionalidades a fim de se identificar possíveis erros de codificação ou falhas no funcionamento. Após a realização dos testes, foram encontrados erros (*bugs*), os mesmos foram corrigidos e foi gerada a versão final da aplicação, chamada de “1.0/2016”. Ao fim do trabalho, o *software* será disponibilizado internamente aos alunos e professores do *campus*.

Como consequência deste projeto, busca-se tornar as aulas de Topografia mais rápidas e dinâmicas, minimizando os tempos gastos para preenchimento das planilhas antes utilizadas,

além de reunir e concentrar projetos realizados em um sistema que proporcione segurança às informações armazenadas. Busca-se também, proporcionar uma boa experiência de utilização ao usuário.

3.7 TRATAMENTO DOS DADOS

Marteleira (2008), afirma que é do tratamento de dados que deve surgir a produção de conhecimento científico, e que o problema maior do pesquisador, é o de imaginar o que fazer com os dados que obteve, e não o do saber como vai recolher os dados.

3.8 PROTOTIPAÇÃO

O sistema possui uma *interface* simplificada e intuitiva, o que facilita a interação e permite que o usuário não necessite dedicar muito do seu tempo para aprender a utilizá-lo. Ao acessar o endereço do sistema, o usuário é direcionado à página de *login*, representada pela figura 4.

Figura 4: Tela de Login.

Login	<input type="text"/>
Senha	<input type="password"/>

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao logar no sistema, este carrega a página inicial, representada na figura 5. Esta apresenta a logomarca do *software* e o menu principal na parte superior da página, composto dos botões, “Levantamento” (Novo e Pesquisar), “Gerar Desenho”, “Cadastrar Usuário”, e “Ajuda” (Guia e Sobre), onde o usuário encontra todas as opções necessárias para utilizá-lo. No menu principal a opção “Cadastrar Usuário”, somente é visível aos administradores do sistema, ou seja, ao desenvolvedor e professores responsáveis. Na parte inferior desta e demais páginas, é exibido um roda-pé com o nome do sistema e desenvolvedor.

Figura 5: Tela inicial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao selecionar o botão “levantamento”, e em seguida o botão “Novo”, o sistema carrega a página de visualização dos levantamentos armazenados, como demonstra a figura 6. Esta permite a visualização da identificação e de informações sobre o mesmo. Na disposição em que são apresentados os levantamentos, são apresentadas as opções de “Adicionar” e “Visualizar” participantes e leituras do levantamento selecionado, além das opções “Editar” e “Excluir” levantamento, apresentadas em forma de botões. Esta página apresenta na parte superior um botão chamado “Adicionar”, que permite inserir um novo levantamento, e em sua parte inferior, um botão “Voltar”, que redireciona o usuário à página inicial. Esta tela apresenta ainda as seguintes opções: “adicionar” e “visualizar” participantes, “adicionar” e “visualizar” leituras, e “editar” ou “excluir” levantamento, estas representadas por símbolos indicativos.

Figura 6: Tela de Visualização de Levantamentos.

Levantamento	Descrição	Responsável	Data	Longitude	Latitude	Participantes	Leituras	Opções
6	Campo de futebol	1	2016-09-21	1000	15000	+ 🔍	+ 🔍	📄 🗑️
9	Cafezal	1	2016-09-23	10000	15000	+ 🔍	+ 🔍	📄 🗑️
10	Prédio 2	1	2016-10-31	1000	1500	+ 🔍	+ 🔍	📄 🗑️

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao selecionar o botão “Adicionar” na tela de levantamentos, o sistema carrega uma página para a adição de levantamentos, apresentada na figura 7. Nesta página o usuário deverá informar a descrição, data, selecionar o responsável pelo levantamento dentre os usuários cadastrados, além de informar a longitude e latitude adotadas no levantamento. Feito isso, ao clicar no botão “salvar”, os dados são salvos como um novo levantamento. O usuário ainda pode cancelar a adição de um levantamento, clicando no botão “Voltar”.

Figura 7: Tela de Adição de Levantamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao selecionar a opção “adicionar participante”, representada pelo símbolo de adição na tela de visualização de levantamentos, é apresentado ao usuário a tela de adição de participante, onde o mesmo deverá selecionar um usuário cadastrado para incluí-lo no levantamento referente, conforme mostra a figura 8. Após incluir um novo participante, ou selecionar a opção “visualizar participante” representada pelo símbolo de um olho na tela de levantamento, o usuário é direcionado à página de visualização de participantes, apresentada na figura 9.

Figura 8: Tela de Adição de Participante.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9: Tela de Visualização de Participantes.

Descrição do Levantamento	Participante	Opções
Campo de futebol	Marlon Guido	⊙
Campo de futebol	Siclano	⊙

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tela de levantamentos, ao selecionar a opção “adicionar leituras”, representada pelo símbolo da adição, é carregada uma nova página pelo sistema, onde o usuário deverá informar todos os dados das leituras realizadas referentes a um ponto visado (PV) do levantamento (“AI, AH, AV, EST, FI, FM, FS, PV, e OBS”), e em seguida, o mesmo deverá selecionar o botão “Salvar”. Este processo deverá ser repetido até que se tenha incluído todas as leituras do levantamento. A página descrita é representada pela figura 10. Após salvar o formulário preenchido, ou selecionando a opção “visualizar leituras” na tela de levantamentos, o usuário é direcionado à página de visualização de leituras, representada pela figura 11.

Figura 10: Tela de Adição de Leituras.

ID Levantamento	5
AI	Use . para casas decimais: Exemplo: 1.1
Est	Preencha com E e o número: Exemplo: E1
PV	Preencha com P e o número: Exemplo: P1
FI	Use . para casas decimais: Exemplo: 1.1
FM	Use . para casas decimais: Exemplo: 1.1
FS	Use . para casas decimais: Exemplo: 1.1
AH (graus)	
AH (min)	
AH (seg)	
AV (seg)	
Obs.	
Onde liga	

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
 Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11: Tela de Visualização de Leituras.

localhost:8080/salt/cad/caddadoslevantamento.php

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário: Marlon Guido

+ Adicionar

imprimir

Est	PV	FI	FM	FS	AH (graus)	AH (minutos)	AH (segundos)	AV (graus)	AV (minutos)	AV (segundos)	Obs.	Onde liga	Opções
E1	P1	1	1.042	1.083	122	26	0	94	30	0	PMT Quina do prédio		
E1	E2	1	1.312	1.623	177	21	0	90	30	0	POL Vante na próxima estação		
E2	P2	1	1.072	1.144	19	8	0	90	30	0	PMT Quina do prédio (liga P1)	P1	
E2	P3	1	1.099	1.198	48	13	0	93	30	0	PMT Quina do prédio (liga P2)	P2	
E2	E3	1	1.232	1.464	70	46	0	92	0	0	POL Vante na próxima estação		
E3	P4	1	1.149	1.297	34	38	0	92	40	0	PMT Quina do prédio (liga P3)	P3	
E3	P5	1	1.101	1.201	40	58	0	93	50	0	PMT Quina do prédio (liga P4)	P4	
E3	P6	1	1.155	1.31	74	16	0	90	50	0	PMT Quina do prédio (liga P5)	P5	
E3	P7	1	1.131	1.262	91	55	0	93	20	0	PMT Quina do prédio (liga P6)	P6	
E3	P8	1	1.208	1.416	99	29	0	92	40	0	PMT Quina do prédio (liga P7)	P7	

Ver poligonal

Ver irradiações Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de visualização de leituras apresentada acima, ainda possui dois botões, “Ver Poligonal” e “Ver irradiações”, além do botão “Voltar”, que redireciona o usuário novamente à tela de levantamentos. Ao clicar no botão “Ver poligonal”, o sistema gera uma nova página, onde são selecionadas e apresentadas somente as leituras referentes à poligonal básica (deslocamento de estação). Esta tela é representada abaixo pela figura 12. Ao optar pelo botão “Ver irradiações”, será carregada uma nova página, que apresenta as leituras referentes às irradiações do levantamento. Esta página é representada pela figura 13.

Figura 12: Tela de Visualização de Poligonal Básica.

Imprimir

Est	PV	FI	FM	FS	AH (graus)	AH (minutos)	AH (segundos)	AV (graus)	AV (minutos)	AV (segundos)	Obs.	Onde liga	Levantamento
E1	E2	1	1.312	1.623	177	21	0	90	30	0	POL Vante na próxima estação		5
E2	E3	1	1.232	1.464	70	46	0	92	0	0	POL Vante na próxima estação		5

Calcular coordenadas Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13: Tela de Visualização de Irradiações.

Imprimir

Est	PV	FI	FM	FS	AH (graus)	AH (minutos)	AH (segundos)	AV (graus)	AV (minutos)	AV (segundos)	Obs.	Liga em:
E1	P1	1	1.042	1.083	122	26	0	94	30	0	PMT Quina do prédio	
E2	P2	1	1.072	1.144	19	8	0	90	30	0	PMT Quina do prédio (liga P1)	P1
E2	P3	1	1.099	1.198	48	13	0	93	30	0	PMT Quina do prédio (liga P2)	P2
E3	P4	1	1.149	1.297	34	38	0	92	40	0	PMT Quina do prédio (liga P3)	P3
E3	P5	1	1.101	1.201	40	58	0	93	50	0	PMT Quina do prédio (liga P4)	P4
E3	P6	1	1.155	1.31	74	16	0	90	50	0	PMT Quina do prédio (liga P5)	P5
E3	P7	1	1.131	1.262	91	55	0	93	20	0	PMT Quina do prédio (liga P6)	P6
E3	P8	1	1.208	1.416	99	29	0	92	40	0	PMT Quina do prédio (liga P7)	P7

Calcular área

Calcular coordenadas Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

O botão “Calcular área” apresentado na página de visualização das irradiações, gera uma nova página ao ser clicado, página esta, que apresenta os cálculos gerados pelo sistema para se obter o valor total da área onde foi realizado o levantamento topográfico. Esta página é representada pela figura 14.

Figura 14: Tela de Visualização dos Cálculos da Área.

localhost:8080/salt/cad/cadarea.php

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário: Marlon Guido

imprimir

Ponto	Total X	Total Y	ΣX	ΣY	ΔX	ΔY	ΣX * ΔY	ΣY * ΔX
P1	1,006.96	995.58	2,011.05	2,009.38	2.88	-18.23	-36,663.77	5,780.43
P2	1,004.09	1,013.81	2,018.17	2,027.62	-10.00	-0.00	-5.57	-20,276.80
P3	1,014.09	1,013.81	1,985.18	2,020.35	42.99	7.27	14,431.02	86,856.42
P4	971.10	1,006.54	1,952.18	2,013.08	-9.99	-0.00	-3.24	-20,119.71
P5	981.09	1,006.54	1,962.17	2,031.09	0.01	-18.01	-35,334.99	14.53
P6	981.08	1,024.55	1,972.17	2,049.09	-10.00	0.01	16.53	-20,493.56
P7	991.08	1,024.54	1,982.17	2,065.08	-0.00	-16.00	-31,714.16	-5.58
P8	991.09	1,040.54	3,002.13	3,049.92	991.09	1,040.54	3,123,845.43	3,022,738.75

Área1: 1,517,285.63 m²
 Área2: 1,527,247.24 m²

Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
 Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

As telas de visualização da poligonal básica e de irradiações, apresentam um botão chamado “Calcular coordenadas”, que ao ser selecionado, carrega uma página de visualização dos dados “Erro FM”, “AV (decimal)”, “DH (metros)”, “AH (decimal)”, “Azimute (decimal)”, “Azimute (graus)”, “Azimute (minutos)”, “Azimute (segundos)”, “Retangular X”, “Retangular Y”, “Retangular (Cor X)”, “Retangular (Cor Y)”, “Total X”, e “Total Y”. Dados estes que são calculados com base nas leituras pelo sistema. As páginas de visualização dos cálculos e das coordenadas da poligonal básica, e das irradiações são apresentadas abaixo, respectivamente nas figuras 15 e 16.

Figura 15: Tela de Visualização dos Cálculos da Poligonal Básica.

← → ↻ localhost:8080/salt/cad/cadcoordenadas.php ☆ ⋮

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário: Marlon Guido

imprimir

Est	PV	Erro Fm	Av (decimal)	Dh (metros)	Ah (decimal)	Azimute (decimal)	Azimute (graus)	Azimute (min)	Azimute (segundos)	Retangular X	Retangular Y	Retangular (Cor X)	Retangular (Cor Y)	Total X	Total Y
E1	E2	Erro	90.50	62.30	177.35	177.35	177.00	20.00	59.00	2.88	-62.23	-	-	1,002.88	937.77
E2	E3	Aceito	92.00	46.34	70.77	68.12	68.00	7.00	0.00	43.00	17.27	-	-	1,043.00	1,017.27

⏪ Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16: Tela de Visualização dos Cálculos das Irradiações.

← → ↻ localhost:8080/salt/cad/cadcoordenadasirradiacoes.php 🔍 ☆ ⋮

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário: Marlon Guido

imprimir

Est	PV	Erro Fm	Av (decimal)	Dh (metros)	Ah (decimal)	Azimute (decimal)	Azimute (graus)	Azimute (min)	Azimute (segundos)	Retangular X	Retangular Y	Total X	Total Y
E1	P1	Erro	94.50	8.25	122.43	122.43	122.00	26.00	0.00	6.96	-4.42	1,006.96	995.58
E2	P2	Aceito	90.50	14.40	19.13	16.48	16.00	28.00	59.00	4.09	13.81	1,004.09	1,013.81
E2	P3	Aceito	93.50	19.73	48.22	45.57	45.00	33.00	59.00	14.09	13.81	1,014.09	1,013.81
E3	P4	Erro	92.67	29.64	34.63	282.75	282.00	45.00	0.00	-28.90	6.54	971.10	1,006.54
E3	P5	Erro	93.83	20.01	40.97	289.08	289.00	5.00	0.00	-18.91	6.54	981.09	1,006.54
E3	P6	Aceito	90.83	30.99	74.27	322.38	322.00	23.00	0.00	-18.92	24.55	981.08	1,024.55
E3	P7	Aceito	93.33	26.11	91.92	340.03	340.00	2.00	0.00	-8.92	24.54	991.08	1,024.54
E3	P8	Aceito	92.67	41.51	99.48	347.60	347.00	36.00	0.00	-8.91	40.54	991.09	1,040.54

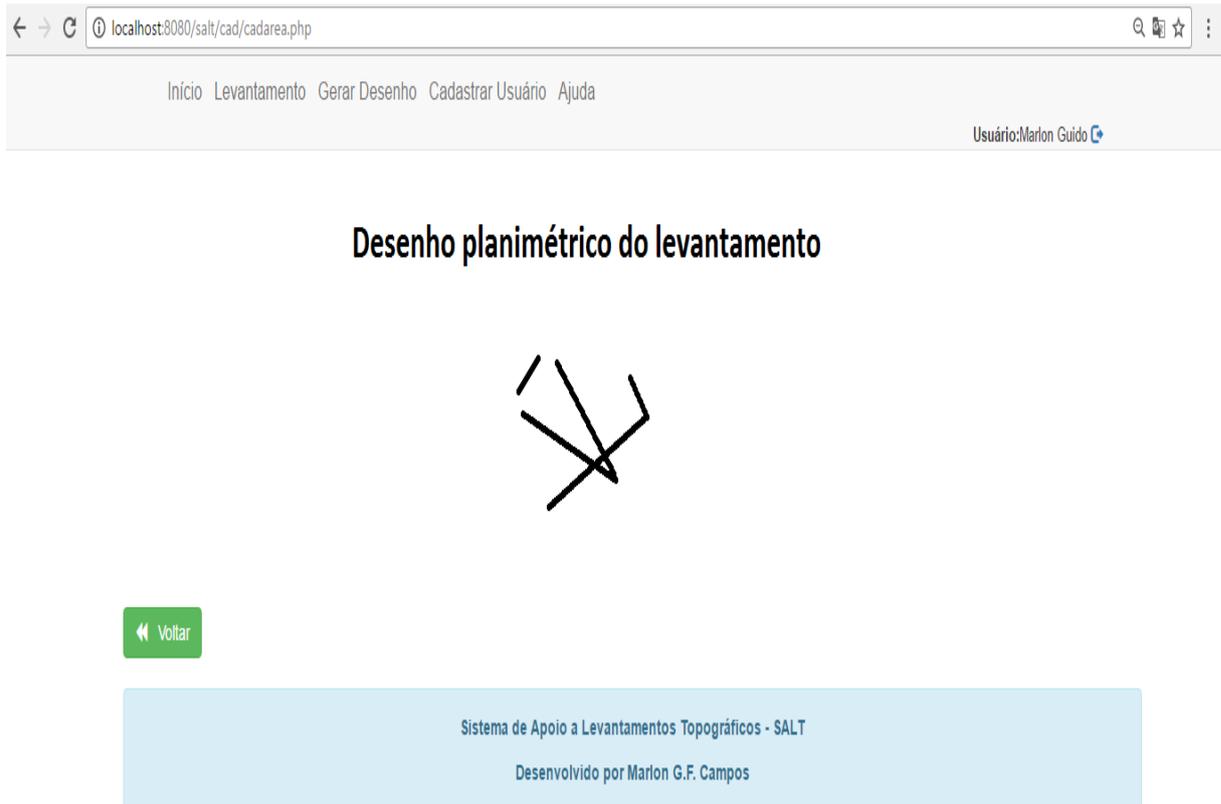
✓ Gerar Desenho ⏪ Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, ao selecionar o botão “Gerar Desenho” contido na página de visualização dos cálculos das irradiações, o sistema irá carregar uma nova página para a visualização do desenho planimétrico gerado com base nos cálculos de seu respectivo levantamento. A página de visualização do desenho gerado é representada pela figura 17.

Figura 17:Tela de Visualização do Desenho Planimétrico Gerado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No menú principal há ainda um sub-menu do item “levantamento”, chamado “Pesquisar”, que funciona como um atalho para um determinado levantamento. Nesta tela, o usuário deverá selecionar a descrição e data do levantamento desejado e clicar no botão “Pesquisar”, conforme mostra a figura 18. Em seguida, o sistema carregará nova página mostrando os dados e opções disponíveis somente para o levantamento selecionado, conforme mostra a figura 19.

Figura 18: Tela de Pesquisa de Levantamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19: Tela de Visualização de Levantamento Pesquisado.

Levantamento	Descrição	Responsável	Data	Longitude	Latitude	Participantes	Leituras	Opções
6	Campo de futebol	1	2016-09-21	1000	15000	+	⊖	+

Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo item do menu principal, é o sub-menu “Gerar Desenho”, este funciona como um atalho semelhante ao de pesquisar levantamento, para que o usuário evite todo o processo descrito para se chegar à tela de visualização do desenho planimétrico. Nesta tela, o usuário deverá selecionar o levantamento do qual quer se obter o desenhinho, por meio da descrição e data, e logo após clicar no botão “Gerar Desenho”, conforme mostra a figura 20. Em seguida, o sistema carregará diretamente a página de visualização do desenho gerado.

Figura 20: Tela de Atalho Para Visualização do Desenho Planimétrico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O menu principal apresenta ainda o item “Cadastrar Usuário”, item este, visível apenas ao(s) usuário(s) cadastrado(s) como administrador(es) do sistema. Ao selecionar esta opção, é carregada uma página onde o usuário irá informar as informações do novo usuário a ser inserido no banco de dados do sistema. Esta página é representada pela figura 21. Feito a inclusão do novo usuário, o sistema carrega a página de visualização de usuários, com a opção de edição e exclusão destes. A página de visualização de usuários é apresentada na figura 22.

Figura 21: Tela de Cadastro de Usuários.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22: Tela de Visualização de Usuários Cadastrados.

localhost:8080/salt/cad/usuario.php

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário:Marlon Guido

+ Adicionar

Id	Nome	Login	Senha	Administrador	Opções
1	Marlon Guido	mgfc	1234	1	✎ ✖
2	Fulano	abcd	1234	0	✎ ✖
4	Siclano	dcba	1234	0	✎ ✖
5	Fábio	abcd	1234	1	✎ ✖

← Voltar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

O último item no menu principal é a opção “Ajuda”, e seus sub-menús “Guia” e “Sobre”. Ao selecionar a opção “Guia”, é apresentado ao usuário, um manual de utilização do sistema em uma nova página, como mostra a figura 23. E ao selecionar a opção “Sobre”, é gerada uma nova tela, que apresenta a versão do sistema, algumas informações técnicas, e informações sobre o desenvolvedor e para contato. Esta tela é representada pela figura 24.

Figura 23: Tela de Visualização do Manual do Sistema.

localhost:8080/salt/guide.php

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário:Marlon Guido

MANUAL DE UTILIZAÇÃO SALT
SISTEMA DE APOIO A LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Figura 1: Tela de Login.

localhost:8080/salt/login.php

SALT

Login

Senha

Logar

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Autor.

Ao acessar o sistema, o usuário previamente cadastrado deve informar seu login e senha e clicar em “Logar”. Feito isso, o sistema carrega a página inicial, representada na figura 2. Esta apresenta a logomarca do *software* e o menu principal na parte superior da página, composto dos botões, “Levantamento” (Novo e Pesquisar), “Gerar Desenho”, “Cadastrar Usuário”, e “Ajuda” (Guia e Sobre), onde o usuário encontra todas as opções necessárias para utilizá-lo. No menu principal opção “Cadastrar Usuário”, somente é visível aos administradores do sistema, ou seja, ao desenvolvedor e professores responsáveis. Na parte inferior desta e demais páginas, é exibido um rodapé com o nome do sistema e desenvolvedor.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24: Tela de Informações sobre do Sistema e Contatos.

← → ↻ ⓘ localhost:8080/salt/about.php 🔍 ☆ ⋮

Início Levantamento Gerar Desenho Cadastrar Usuário Ajuda

Usuário: Marlon Guido

SALT

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos

Versão 1.0 / 2016

Minas Gerais/Brasil



Desenvolvedor: Marlon G. Ferreira Campos
Suporte: marlongfc@hotmail.com
Contato: (00) 0000 0000

Sistema de Apoio a Levantamentos Topográficos - SALT
Desenvolvido por Marlon G.F. Campos

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos possibilitaram o desenvolvimento de propostas de melhoria contínua do *software*, com uma implementação futura de novas funcionalidades, e a inclusão de novos recursos tecnológicos nas aulas de Topografia, em busca de uma maior familiaridade dos alunos com instrumentos tecnológicos utilizados, e uma melhor qualidade na formação destes.

4.1 RESULTADOS DOS DADOS

Transcorrido o desenvolvimento do trabalho, foi possível alcançar o objetivo de oferecer aos alunos e professores do IFMG-SJE, um *software* de qualidade e sem custo para a realização de prática de trabalhos topográficos a ser utilizado principalmente nas aulas de Topografia dos cursos ofertados.

Foi possível o desenvolvimento funcional do *software*, conforme estava previsto no escopo do projeto. Entretanto, a disponibilidade limitada de tempo para a dedicação ao projeto impediu que fossem desenvolvidos todas as funcionalidades idealizadas, sendo implementadas somente as essenciais e básicas para o uso do sistema.

De acordo com a aluna que realizou os testes do *software*, o sistema é de fácil uso, além de ser bastante útil para o armazenamento e centralização das informações, além de oferecer funcionalidades bastante úteis, como a identificação de participantes de um projeto de levantamento topográfico, e a atribuição de um responsável para tal projeto, o que trará principalmente organização aos trabalhos a serem realizados.

Os resultados revelaram ainda uma clara e significativa no tempo gasto no processo de realização do cadastramento e cálculos do levantamento para se obter o desenho. Segundo a aluna, em um teste com um levantamento topográfico de 10 pontos de leituras, o processo para se obter o valor calculado da área e gerar o desenho planimétrico no método até então utilizado nas aulas, a mesma levou cerca de 40 minutos, sendo que com a utilização do *software* SALT, este mesmo processo levou cerca de 15 minutos.

4.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Apesar do sistema se encontrar em uma versão estável para ser utilizado pelos alunos e professores durante as aulas e demais trabalhos, lhe faltam algumas funcionalidades que, se implementadas, poderiam torná-lo mais robusto e completo, aumentando a facilidade de seu acesso, e expandindo seu uso além da área acadêmica.

Na versão em que se encontra, o sistema está limitado ao uso de *internet*, o que restringem os levantamentos em áreas onde não há cobertura de redes *wireless*, ou o uso de *internet* móvel nos dispositivos durante a realização dos trabalhos. Sugere-se então que seja implementado futuramente, uma interface que permita cadastrar os dados de um levantamento e importá-los posteriormente no sistema, ou seja uma versão *mobile* para o sistema operacional *Android*, que permita trabalhar *off-line*.

Devido à ampla extencionalidade do sistema, há ainda diversas funcionalidades que podem ser incrementadas, como a implementação de importação de arquivo gerado pelo aparelho estação total, onde são armazenadas as leituras realizadas, e a integração deste sistema com o *software Auto-Cad*, o que possibilitaria o ganho de outros recursos de trabalho. Há ainda outra funcionalidade que pode ser implementada para se obter a representação planimétrica (*3D*), dos levantamentos realizados.

Com a finalização do projeto será elaborado um artigo científico que compreenderá todas as etapas do trabalho, e destacará os resultados obtidos. Haverá posteriormente a publicação dos resultados e disponibilização do *software* ao Instituto.

REFERÊNCIAS

BOOCH, G; RUMBAUGH, J; JACOBSON, I. **UML: Guia do Usuário**. Elsevier Brasil, 2006. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ddWqxcDKGF8C&oi=fnd&pg=PR13&dq=Uml&ots=fdBLf8KQI&sig=1sQCZswY5oNu3uZWSA5uPGptlw0#v=onepage&q=Uml&f=false>> Acesso em: 10 Mai. 2016.

BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. **Apostila de topografia**. PUC/PR. Curitiba-PR, 2003. Disponível em: <http://www.ebanque-pdf.com/fr_apostila-brandalize-topografia.html> Acesso em: 01 maio. 2016.

CAMPOS, L. **HTML rápido e prático**. Goiânia: Terra, 2004.

CAMPOS, SRS *et al.* **Banco de dados**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p. 43-72, 2008. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~leonardo.campos/Arquivos/Disciplinas/POO_2007_2/Aula_09.pdf> Acesso em: 04 maio. 2016.

COSTA, Jardel *et al.* **Implementação em Matlab de Um Programa Para Solução de Levantamento Topográfico Pelo Método de Irradiação**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/0571_0377_01.pdf> Acesso em: 03 maio. 2016

DIEHL, Astor Antônio. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552006000300013> Acesso em: 14 maio. 2016.

DOMINGUES, F.A.A. 1979. **Topografia e Astronomia de Posição para Engenheiros e Arquitetos**. Ed. McGraw-Hill. São Paulo. Disponível em: <http://www.faued.ufu.br/sites/faued.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/AU_FD_02_TopografiaI.pdf> Acesso em: 04 maio. 2016.

FADEL, Aline Cristine; SILVEIRA, Henrique da Mota. **Metodologias ágeis no contexto de desenvolvimento de software: XP, Scrum e Lean. Monografia do Curso de Mestrado FT-027-Gestão de Projetos e Qualidade da Faculdade de Tecnologia-UNICAMP, 2010**. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/3307430/Lean_Agil_v8.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1480088955&Signature=KcCwseedePCma8WDWaO49zm4iX0%3D&response-content->

disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologias_ageis_no_contexto_de_desenv.pdf>
Acesso em: 25 nov. 2016.

FERREIRA, Renata Bastos; LIMA, Francisco de Paula Antunes. **Metodologias Ágeis: Um Novo Paradigma de Desenvolvimento de Software**. In: II Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software–WOSES. 2006. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/woses2006/pdfs/renata-woses.pdf>> Acesso em: 25 maio. 2016.

GUEDES, G.T. A. **Uml 2 - Uma Abordagem Prática** - 2ª Ed. - 2011. Editora: Novatec. Disponível em: <https://novatec.com.br/livros/abordagem_p/capitulo9788575222812.pdf> Acesso em: 11 maio. 2016.

IFMG-SJE. **Técnico: Informações Importantes**. Disponível em: <<http://portal.sje.ifmg.edu.br>> Acesso em: 29 mar. 2016.

THE PHP GROUP. **Manual do PHP**. Disponível em: <https://secure.php.net/manual/pt_BR/index.php> Acesso em: 06 maio. 2016.

MARCONI, Marina A; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <<http://br.librosintinta.com/fundamentos-de-metodologia-cient%3ADfca-eva-maria-lakatos-e-marina-de-andrade-marconi-pdf.html>> Acesso em: 05 maio. 2016.

MARTELEIRA, Célia. **Alguns aspectos sobre o tratamento de dados qualitativos e quantitativos**. Disponível em: <<http://celiamarteleira700852.blogspot.com.br/2008/06/alguns-aspectos-sobre-o-tratamentode.html>>. Acesso em: 07 maio. 2016.

MELLO, Leandro Cícero da Silva. **Metodologia e Técnica de Pesquisa: Levantamento de Requisitos**. Disponível em: <http://www.ice.edu.br/TNX/encontrocomputacao/artigosinternos/aluno_leandro_cicero_levantamento_de_requisitos.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2016.

PORTAL DA TOPOGRAFIA. Fórum. (2016). Disponível em: <<http://www.topografia.com.br/forumtopografia>> Acesso em: 05 maio. 2016.
SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SANTOS, ROBERTO. **Estimativa de 3 pontos, um ponto forte**. 2015. Disponível em: <<http://pmpath.com.br/estimativa-de-3-pontos-um-ponto-forte/>>. Acesso em: 29 dez 2016.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. Elsevier, 2006.

SILVA, M. S. **Construindo sites com CSS e (X)HTML. Sites controlados por folhas de estilo em cascata**. São Paulo: Novatec Editora Ltda.: 2008.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SUBLIME TEXT. **Some things users love about Sublime Text**. 2016. Disponível em: <<https://www.sublimetext.com>>. Acesso em: 16 maio 2016.

THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION. **Apache: HTTP SERVER PROJECT**. 2016. Disponível em: <<https://httpd.apache.org>>. Acesso em: 16 maio 2016.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Z.; FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos de topografia. UFPR (Apostila)**, 2007. Disponível em: <http://www.georeferencial.com.br/old/material_didatico/apostila_topografia_UFPR.pdf>. Acesso em: 10 maio 2016.

W3SCHOOLS. **HTML(5) Tutorial**. 2016. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/html/default.asp>>. Acesso em: 10 maio 2016.