

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RAFAEL TEIXEIRA DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE
TOPOGRAFIA**

ITAQUI

2019

RAFAEL TEIXEIRA DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE
TOPOGRAFIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Rodrigues de Vargas

Coorientador: Prof. MSc. Robert Martins da Silva

ITAQUI

2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S237d Santos, Rafael Teixeira dos
Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de
topografia / Rafael Teixeira dos Santos.
35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA,
2019.

"Orientação: Rogério Rodrigues de Vargas".

1. topografia. 2. poligonal fechada. 3. educação. 4.
dispositivos móveis. I. Título.

RAFAEL TEIXEIRA DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE
TOPOGRAFIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 05, Julho de 2019.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Rogério Rodrigues de Vargas

Orientador

Unipampa



Prof. MSc. Robert Martins da Silva

Unipampa



Prof. MSc. Leonard Niero da Silveira

Unipampa

Dedico este trabalho à minha sobrinha
Milena e ao meu grande amigo Walader
Rafael.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me iluminar, propiciar força e sabedoria todos os dias. Por me abençoar hoje e sempre com saúde, conquistas e pessoas especiais, o que faz em minha vida é maravilhoso.

Agradeço também ao meu Pai Francisco e ao meu irmão Rodrigo, por me proporcionarem o privilégio de apenas estudar e adquirir conhecimento, são meu espelho, minhas referências como pessoa e pai. Espero que ao fim de tudo, ao me olharem, sintam que os sacrifícios valeram a pena.

Quero agradecer ainda a minha Mãe Maria Aparecida e a minha irmã Micheli, vocês são mais que conselhos, são exemplos de pessoas fortes, as mulheres da minha vida, vocês são a definição de amor.

Não posso deixar de agradecer a minha namorada Stella, que esteve ao meu lado do começo ao fim dividindo todos os momentos de dificuldades e angústias, sem você minha caminhada não seria a mesma. Quero aproveitar a oportunidade para declarar toda a minha gratidão e dizer que amo você.

Aos meus sobrinhos, Ryan e Vitor, que mesmo sem saber motivaram-me a ir além, buscar o meu melhor a cada dia, para um dia guia-los em seus objetivos.

Agradeço também aos meus amigos José, Maurycio e Daniel, que sempre se mostraram presentes e estenderam a mão nos momentos em que precisei. Enquanto estive longe, vocês foram a minha família.

E não deixo de agradecer aos meus amigos e colegas de curso, que cooperaram de forma direta ou indireta, no curso ou na vida, para que fosse possível a elaboração deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os docentes do curso de graduação, especialmente ao meu orientador Rogério Rodrigues de Vargas e ao meu coorientador Robert Martins da Silva que aceitaram sem cessar me orientar nesta jornada, dedicando seu tempo, atenção e dedicação sempre.

RESUMO

Os dispositivos móveis estão cada vez mais presentes no cotidiano, sendo considerado por muitos um item de primeira necessidade. Essa disseminação dos dispositivos móveis fez com que essa ferramenta fosse aplicada em distintas áreas como esportes, lazer, comunicação, localização, cultura, possuindo diferentes funcionalidades dentro dessas áreas. Na educação, não é diferente, o aparelho celular pode ser um forte instrumento e uma forma de metodologia a ser implantada pelo docente. Este trabalho mostra o desenvolvimento de uma ferramenta web que se adapte nos mais variados tipos de dispositivos com o objetivo de auxiliar o discente nas atividades propostas pelo professor na disciplina de topografia, mais especificamente nas realizações de cálculos referentes a levantamentos planimétricos de poligonais fechadas. O uso da ferramenta possibilitará o discente uma aprendizagem em qualquer hora e lugar, afim de melhorar a comunicação entre o aluno e professor além de otimizar o tempo em sala de aulas.

Palavras-Chave: topografia, poligonal fechada, educação, dispositivos móveis.

ABSTRACT

Mobile devices are increasingly present in everyday life, being considered by many as a staple. This mobile dissemination devices made this tool to be applied in different areas such as sports, leisure, communication, location, culture, having different functionalities within these areas. At education, it is no different, cellular device can be strong instrument and a methodology form to be implanted by teacher. This work shows web tool development that adapts to most varied devices types with purpose assisting the student in activities proposed by teacher in the topography discipline, more specifically in calculations accomplishment referring to planimetric surveys polygonal closed. The use of tool will enable student to learn at any time and place, in order to improve communication between student and teacher, besides optimizing time at classroom.

Keywords: topography, closed polygonal, education, mobile devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tela inicial da ferramenta TuTop.	24
Figura 2 - Tela de instruções para o nivelamento do aparelho.....	24
Figura 3 -Tela de inserção das informações iniciais da poligonal.	25
Figura 4 - Janelas secundárias informativas (modais).	26
Figura 5 - Inserção dos dados coletados durante o caminhamento da poligonal.....	27
Figura 6 - Resultados finais da poligonal.	28
Figura 7 - Croqui de uma poligonal fechada.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Erro angular e tolerância angular calculadas manualmente e através do Tutop.	29
Tabela 2 – Correção angular calculada manualmente e através do Tutop.	30
Tabela 3 - Azimutes calculados manualmente e através do Tutop.	30
Tabela 4 – Coordenadas provisórias calculadas manualmente e através do Tutop.	31
Tabela 5 - Erro linear calculado manualmente e através do Tutop.	31
Tabela 6 – Correção linear calculado manualmente e através do Tutop.	31
Tabela 7 - Coordenadas corrigidas calculadas manualmente e através do Tutop.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSS	Cascading Style Sheets
HTML	Hypertext Markup Language
NBR	Norma Brasileira
PD	Pontaria Direta
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
PI	Pontaria Inversa

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO.....	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Uso de dispositivos móveis na educação.....	14
2.2 Topografia	15
2.3 Poligonal.....	15
2.4 Azimute	15
2.5 Sentido do caminhamento da poligonal	16
2.6 Precisão nominal do aparelho	16
2.7 Erro Angular e Linear	16
2.8 Tolerância angular e linear	17
2.9 Correção linear e angular	17
2.10 Coordenadas provisórias.....	17
2.11 Coordenadas corrigidas	18
3 METODOLOGIA.....	18
3.1 Inserção dos dados	18
3.2 Comparar o erro angular com a tolerância angular	19
3.3 Correção angular.....	19
3.4 Cálculo dos azimutes	20
3.5 Cálculo das coordenadas provisórias.....	20
3.6 Verificar o erro linear	21
3.7 Correção linear	21
3.8 Correção das coordenadas	22
3.9 Plataformas e linguagens de programação	22
4 RESULTADOS	23
4.1 Validação da ferramenta	28
5 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Segundo Merije (2012), a União Internacional de Telecomunicações considera que o celular é a tecnologia mais rapidamente adotada na história. Isto é, dentre todas as tecnologias já criadas pelo homem os dispositivos móveis foram os que tiveram maior aceitação, sendo assim a tecnologia que mais disseminou-se celeremente no dia-a-dia da população. Atualmente, o Brasil possui mais de 236 milhões de dispositivos móveis, superando a marca de um dispositivo móvel por habitante, é o quarto no mundo com maior número de aparelhos.

De acordo com os dados de pesquisa do instituto Ipsos (2013), na conjuntura atual, há o uso em massa e constante destes aparelhos, estando presentes nas mãos dos discentes independente da sua classe social e tornaram-se um item indispensável a uma grande parcela da sociedade por possuir um leque enorme de aplicações. Com isto, Bastos (1997) defende a necessidade do estudo e aprofundamento de metodologias com dispositivos móveis nas escolas e universidades para usá-lo a favor do ensino. No entanto, em sala de aula muitas vezes o aparelho celular é responsável pela dispersão e distração no ensino. Isso faz com que os alunos não consigam manter um foco único, pois atenção é uma capacidade cerebral muito semelhante à concentração. Neste sentido, Seabra (2013) afirma que muitos professores prezam a proibição em relação ao uso de dispositivos móveis, tais como, celulares, tablets e notebooks em sala de aula, entretanto outros defendem a ideia que este pode ser um grande recurso didático e pedagógico agregando no aprendizado dos discentes caso seja aplicada uma metodologia correta.

Para Merije (2012), compreender e avaliar os impactos dessas tecnologias no passado, presente e futuro tornou-se uma necessidade, especialmente para aqueles comprometidos com a construção de uma sociedade mais justa, equilibrada, criativa e participativa.

Mediante o exposto, o presente trabalho mostra a implantação de uma ferramenta que se adapta a diversos dispositivos móveis de ambiente amigável e de fácil operação, para auxiliar o discente no acompanhamento da disciplina de topografia, mais especificamente em levantamentos planimétricos de poligonais fechadas, ou seja, que sirva de instrumento para a interação durante o aprendizado, visto que esta componente curricular é de suma importância para áreas como Agronomia e Engenharia Cartográfica e de Agrimensura na Universidade Federal do

Pampa, dado ser base para diversas disciplinas e utilizada no dia-a-dia do profissional. Em relação a dispositivos móveis na topografia, pouco se vê a utilização desta tecnologia principalmente na área da educação. Os poucos aplicativos existentes não estão disponíveis de forma gratuita e exigem um certo conhecimento para manuseio da ferramenta. A ideia é que a elaboração de uma ferramenta auxilie os alunos no acompanhamento desta componente curricular, pois em geral possuem dificuldades em um primeiro contato com a disciplina por não estarem acostumados a sistemática de trabalho de campo implementada pelos docentes e principalmente pela quantidade de cálculos inseridos no conteúdo programático.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso de dispositivos móveis na educação

De acordo com Veen e Vrakking (2009), a geração nascida na era tecnológica é definida como homo zappiens. Esta geração aprendeu desde cedo a suprir diversas necessidades cotidianas e a buscar e lidar com as informações através destas múltiplas tecnologias desde a infância: o controle remoto da televisão, o mouse do computador e, mais atualmente, os dispositivos móveis.

Em Veen e Vrakking (2009), é como se a educação não tivesse acompanhado o desenvolvimento tecnológico, sendo prejudicial já que a forma de vida dos discentes comparada a outras gerações diversificou-se devido a este desenvolvimento tecnológico. O autor afirma que o Homo zappiens anseia pelo controle daquilo com que se envolve, não sendo paciente para ouvir um professor exemplificando o mundo de acordo com suas próprias convicções. O autor conclui, o Homo zappiens é digital e a escola analógica.

Segundo Merije (2012), a educação deveria ser a chave para as mudanças, porém, não é isto que ocorre. Diversas áreas avançam conforme a evolução da sociedade e da tecnologia, porém estas transformações na educação são muito mais lentas. Ainda Merije (2012), afirma que a educação obrigatoriamente deve acompanhar as transformações que ocorrem, incluindo as tecnológicas. Caso contrário, a educação se distanciará cada vez mais do mundo real.

De acordo com Kenski (2007), para que os dispositivos móveis possam fazer diferença no processo educativo, precisam ser compreendidas e incorporadas

pedagogicamente. Isto é, necessita-se respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, agregue. Não basta usar, é preciso saber usar de forma correta a tecnologia implementada.

Em Merije (2012), defende-se a ideia que a implementação para dispositivos móveis na educação pode quebrar barreiras e trazer pontos positivos na absorção de conhecimento dos discentes, abrindo novos caminhos no ensinamento onde um assunto relativamente complicado pode se tornar mais simples com uma ferramenta que é tão comum no dia-a-dia.

2.2 Topografia

Segundo Espartel (1987), a topografia estuda os instrumentos e as metodologias aplicadas para a obtenção e representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana.

De acordo com Doubeck (1989), esta ciência tem como objetivo obter o contorno, dimensão e posição de uma pequena fração da superfície terrestre, desconsiderando a curvatura resultante da esfericidade terrestre.

2.3 Poligonal

Segundo Veiga, Koenig e Zanetti (2007), a poligonação é um método empregado para a determinação de coordenadas de pontos topográficos, principalmente para a definição de pontos de apoio planimétricos. De acordo com a NBR 13.133, levantamentos planimétricos baseiam-se na obtenção dos limites e confrontações de uma propriedade, pela determinação do seu perímetro.

Ainda Veiga, Koenig e Zanetti (2007), afirmam que uma poligonal consiste em uma série de linhas consecutivas onde são conhecidos os comprimentos e direções, obtidos através de medições em campo.

2.4 Azimute

Segundo Tuler e Saraiva (2014), o azimute é um ângulo horizontal medido a partir do alinhamento norte e sul da terra até um alinhamento AB qualquer. É contado a partir do norte no sentido horário, podendo variar de 0° a 360° .

Como a orientação é determinada apenas para uma direção da poligonal, é necessário efetuar o cálculo dos azimutes para todas as demais direções da poligonal. Isto é feito utilizando os ângulos horizontais medidos em campo.

2.5 Sentido do caminhamento da poligonal

Conforme Borges (2011), em poligonais fechadas, o caminhamento é o fator que influencia na obtenção dos ângulos horizontais. Caso o caminhamento seja realizado no sentido horário os ângulos obtidos serão externos. Em contrapartida, caso o levantamento ocorra no sentido anti-horário os ângulos obtidos serão automaticamente internos.

2.6 Precisão nominal do aparelho

Segundo Tuler e Saraiva (2014), pode-se obter a precisão nominal do aparelho no manual do mesmo. Habitualmente para uma estação total, a precisão nominal angular é definida para um par de leituras conjugadas de uma direção. Assim, para uma estação total de $5''$, ao se efetuar diversas repetições de leituras PD e PI, este valor indica que o desvio padrão da média das duas direções será de $5''$, Professional Surveyor Magazine (2002).

2.7 Erro Angular e Linear

De acordo com Borges (2011), o erro angular é a diferença entre a soma dos ângulos horizontais obtidos em campo e o fechamento angular. Uma poligonal fechada desenvolve-se através da obtenção de ângulos internos ou externos. Por tanto, obtêm-se o erro de forma diferente para cada uma das ocasiões.

Conforme Veiga, Koenig e Zanetti (2007), para cálculo do erro angular na poligonal enquadrada, compara-se o azimute da última direção obtido pelo transporte de azimute com o azimute calculado através das coordenadas dos pontos.

O levantamento de uma poligonal inicia-se com um ponto de partida, calculam-se as coordenadas dos demais pontos até retornar a este ponto inicial. A diferença entre as coordenadas calculadas e as fornecidas para este ponto resultará no erro linear cometido, Borges (2011).

2.8 Tolerância angular e linear

De acordo com Tuler e Saraiva (2014), após a obtenção do erro de fechamento angular e linear, realiza-se uma análise. Isto é, estabelece-se a validade do levantamento, através de parâmetros de comparação para aceitação ou rejeição deste levantamento. Estes parâmetros são conhecidos como tolerância angular e linear.

2.9 Correção linear e angular

Segundo Veiga, Koenig e Zanetti (2007), caso o erro linear cometido em campo seja menor que o permitido, parte-se então para a distribuição do erro. As correções às coordenadas serão proporcionais às distâncias medidas, ou seja, quanto maior a distância, maior será a correção. Será aplicada uma correção para as coordenadas X e outra para as coordenadas Y .

Conforme Borges (2011), o mesmo se aplica ao erro angular, parte-se para a distribuição do erro para todos os lados do vértice apenas se ele for menor que a tolerância calculada. Partindo-se do pressuposto que o erro cometido na medida de qualquer ângulo seja a mesma, já que as medidas são realizadas com o mesmo instrumento e nas mesmas condições, dá-se a correção pela divisão do erro angular pelo número total de lados da poligonal.

2.10 Coordenadas provisórias

De acordo com Tuler e Saraiva (2014), as coordenadas provisórias relacionam os ângulos corrigidos e distâncias medidas em campo. Considera-se que o levantamento está orientado com relação ao norte magnético ou ao norte verdadeiro,

impõe-se que esta direção coincida com o eixo das ordenadas Y . O eixo da abscissa X forma 90° com este primeiro, perfazendo o par de eixos cartesianos.

Assim, utiliza-se da trigonometria para cálculo das coordenadas relativas.

2.11 Coordenadas corrigidas

Segundo Tuler e Saraiva (2014), para cálculo da correção das coordenadas provisórias, usualmente emprega-se o método proporcional às distâncias ou proporcional às coordenadas relativas.

Para realização dos cálculos da poligonal no aplicativo, será utilizado o método proporcional às distâncias. Neste método os erros são distribuídos proporcionalmente às distâncias medidas em campo.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste no desenvolvimento de uma ferramenta web, que se adapte a diversos tipos de dispositivos. Será disponível de forma gratuita a todos os discentes da disciplina de topografia com o intuito de auxiliar de forma intuitiva os processos realizados para cálculo de uma poligonal fechada. Os procedimentos a serem adotados serão divididos em oito etapas, conforme discutido em Veiga, Koenig e Zanetti (2007).

As formulações a seguir baseiam-se nas metodologias empregadas pelos autores Espartel (1987), Doubeck (1989), Veiga, Koenig e Zanetti (2007), Tuler e Saraiva (2014).

3.1 Inserção dos dados

Realiza-se a inserção dos dados iniciais coletados em campo ou disponibilizados pelo docente. Estes dados iniciais são as informações mínimas para prosseguir, entre estes dados estão:

- O azimute inicial (Az_{in});
- As coordenadas do ponto inicial (OPP);
- Número de vértices da poligonal (m);
- Precisão nominal do aparelho (p'');
- Sentido do caminhamento da poligonal;
- Ângulos horizontais (A_h) e distâncias (D_h) sendo que o número de ângulos e distâncias vão ser proporcionais ao número de vértices.

3.2 Comparar o erro angular com a tolerância angular

Após a inserção dos dados por intermédio do usuário verifica-se o caminhamento da poligonal, caso sentido horário, o erro angular será:

$$e_a = \sum \hat{\text{ângulos}} - (n+2) \times 180^\circ$$

Na condição do caminhamento ser realizado no sentido anti-horário, utiliza-se os cálculos levando em consideração os ângulos internos, logo tem-se:

$$e_a = \sum \hat{\text{ângulos}} - (n - 2) \times 180^\circ$$

onde, n é o número de vértices e e_a o erro angular.

A tolerância angular (ε_a) tem dependência direta com a precisão nominal do aparelho (p'') dada em segundos e com o número de vértices (m). É obtida através da equação:

$$\varepsilon_a = p'' \times \sqrt{m}$$

Para que a distribuição do erro angular ocorra, a condição de $|e_a| < |\varepsilon_a|$ deve ser satisfeita.

3.3 Correção angular

O erro angular gerado na poligonal será distribuído por igual entre todos os vértices da poligonal:

$$C_a = -\frac{e_a}{n}$$

onde, C_a é a correção angular.

3.4 Cálculo dos azimutes

A partir do azimute inicial e dos os ângulos horizontas corrigidos, calcula-se os demais azimutes dos vértices, conforme a equação:

$$Az_{i,i+1} = Az_{i-1,i} + \alpha_i - 180^\circ$$

Caso o caminhamento esteja no sentido anti-horário, utiliza-se:

$$Az_{i,i+1} = Az_{i-1,i} - \alpha_i - 180^\circ$$

onde, α é o ângulo interno ou externo, dependendo do sentido da poligonal.

- Se valor do azimute $> 360^\circ$, subtrair 360° ;
- Se valor do azimute $< 360^\circ$, somar 360° .

3.5 Cálculo das coordenadas provisórias

Após efetuado os cálculos dos azimutes e com as distâncias entre os vértices da poligonal é possível obter-se as coordenadas provisórias, ou seja, a coordenada sem a sua devida correção. As coordenadas provisórias são calculadas conforme a formulação matemática especificada a seguir:

$$X_i = X_{i-1} + d_{i-1,i} \times \text{sen}(Az_{i-1,i})$$

$$Y_i = Y_{i-1} + d_{i-1,i} \times \text{cos}(Az_{i-1,i})$$

3.6 Verificar o erro linear

O erro linear é o erro de fechamento da poligonal, verifica-se com base nas seguintes equações:

$$e_x = X_{\text{calculado}} - X_{\text{inicial}}$$

$$e_y = Y_{\text{calculado}} - Y_{\text{inicial}}$$

onde, e_x é o erro linear em X e e_y é o erro linear em Y .

No caso do aplicativo, o erro será expresso em forma de escala para isto, utiliza-se a equação:

$$Z = \frac{\sum d}{\sqrt{e_x^2 + e_y^2}}$$

onde d representa as distâncias da poligonal.

A expressão do erro linear será:

$$e_p = \frac{1}{Z}$$

Caso $e_p <$ tolerância linear, parte-se para a correção do erro linear.

3.7 Correção linear

A correção linear a ser aplicada em cada ponto da poligonal possui relação direta com as distâncias da mesma, são obtidas através das seguintes equações:

$$Cx_i = -e_x \times \frac{d_{i,i-1}}{\sum d}$$

$$Cy_i = -e_y \times \frac{d_{i,i-1}}{\sum d}$$

3.8 Correção das coordenadas

Após realizado a correção linear, calcula-se as coordenadas corrigidas de cada ponto da poligonal, ou seja, obtém-se o valor final para cada um dos vértices, conforme as equações:

$$X_i^c = X_{i-1}^c + d_{i-1,i} \times \text{sen}(Az_{i-1,i}) + Cx_i$$

$$Y_i^c = Y_{i-1}^c + d_{i-1,i} \times \text{cos}(Az_{i-1,i}) + Cy_i$$

Por fim, a ferramenta será disponível de forma gratuita a todos os discentes das componentes de topografia e que tenham relação com a mesma.

3.9 Plataformas e linguagens de programação

O ambiente utilizado para desenvolvimento e testes da ferramenta, foi o notepad++. Esse ambiente é uma plataforma gratuita que abrange uma ampla variedade de linguagens de programação, além de possuir requisitos mínimos de instalação e processamento considerados baixos, como afirma Knight (2013). E as linguagens de programação utilizadas foram *JavaScript* para algumas funções de interação visual no navegador e *PHP* para elaboração dos cálculos no servidor. Além disso, para a estrutura básica visual da ferramenta, utilizou-se a linguagem de marcação *HTML* e a folha de estilo *CSS*. Segundo Atkinson e Gutmans (2000), a linguagem *PHP* é vista como vantajosa, pois permite que processos sejam realizados exclusivamente no servidor executando várias funções sem que altere a velocidade do mesmo, e é *Open Source* capaz de ser executado em diversos sistemas operacionais. De acordo com Flanagan (2011), a maioria dos sites e navegadores modernos usam *JavaScript*, em computadores de mesa, consoles de jogos e dispositivos móveis. Por conta desta compatibilidade, o *JavaScript* é a linguagem de programação lado do cliente, onde todo o processamento é realizado no dispositivo do usuário através do navegador, mais onipresente da história. Para Castro (2010) a linguagem de marcação *HTML* permite a formatação de texto, implantação de elementos gráficos, som e vídeo salvando tudo em um arquivo de texto que qualquer computador é capaz de ler.

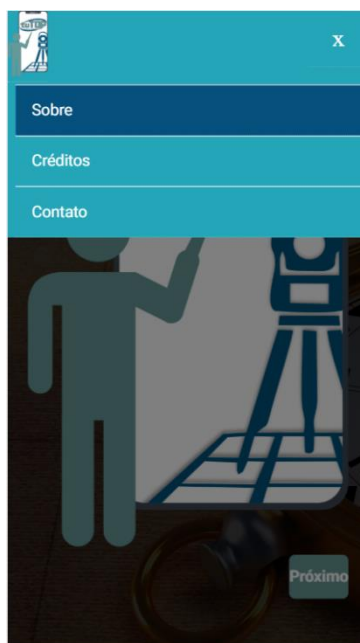
4 RESULTADOS

A aplicação criada neste trabalho, detém a estrutura de desenvolvimento *backend* e *frontend*. A estrutura *frontend*, baseia-se em tudo o que é processado no lado do cliente, ou seja, no dispositivo do usuário sendo interpretado pelo navegador. Neste caso, o lado do cliente é responsável apenas pelo processamento do *design*, estruturas de *layout* e interação entre elas, além de ser responsável pela requisição com o servidor. Em contrapartida, o *backend* é toda informação processada no servidor, todo conteúdo que exige maior poder de processamento se concentra nesta estrutura. Este modelo de desenvolvimento, permite que a aplicação seja executada mais facilmente em diferentes tipos de aparelhos, não exigindo grande poder de processamento do dispositivo móvel, já que todos os cálculos para fechamento da poligonal são realizados pelo servidor. O *layout* foi desenvolvido de forma totalmente responsiva, ou seja, seu *design* se adapta automaticamente no dispositivo do usuário, conforme o tamanho de tela do aparelho, mantendo uma aparência agradável independente da plataforma utilizada.

A ferramenta divide-se em três partes: inserção dos dados iniciais, caminhamento por toda poligonal e impressão dos resultados, está disponível em um servidor web¹. No acesso do caminho de comunicação da ferramenta o usuário é direcionado para uma tela inicial composta por um menu dividido em três seções, Sobre, Créditos e Contato. Na parte inferior da tela, encontra-se o botão "próximo", onde o usuário pode iniciar o levantamento topográfico com um simples toque, conforme apresentado a seguir, na Figura 1.

¹ Disponível em: <http://labsim.unipampa.edu.br/tutop>

Figura 1 - Tela inicial da ferramenta TuTop.



Fonte: Autor.

Na segunda tela (Figura 2), inicia-se o levantamento estacionando o aparelho no primeiro vértice da poligonal (E1), onde o usuário recebe as informações necessárias para o nivelamento e centralização do instrumento sobre o ponto topográfico.

Figura 2 - Tela de instruções para o nivelamento do aparelho.



Fonte: Autor.

Em seguida, o usuário direciona-se para a terceira tela do aplicativo, a qual abrange todas as informações essenciais para o cálculo da poligonal fechada, como: número de vértices, sentido de caminhamento, azimute inicial, coordenadas iniciais e a precisão nominal do aparelho, necessárias para realizar o cálculo de fechamento e tolerância angular da poligonal, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 -Tela de inserção das informações iniciais da poligonal.

A imagem mostra a interface de usuário de um aplicativo para levantamento poligonal. No topo, há uma barra de navegação com o logo 'SIRIP' e links para 'Sobre', 'Créditos' e 'Contato'. O título principal da tela é 'Informações iniciais'. O formulário contém os seguintes campos:

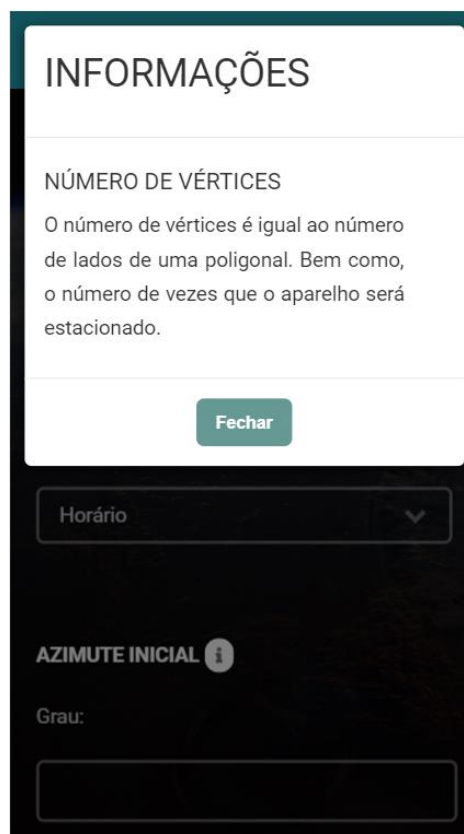
- NÚMERO DE VÉRTICES**: Campo de texto com o valor '5'.
- CAMINHAMENTO**: Menu suspenso com a opção 'Horário' selecionada.
- AZIMUTE INICIAL**: Campos para graus, minutos e segundos, com os valores '106', '52' e '07' respectivamente.
- COORDENADAS INICIAIS**: Campos para a coordenada X inicial ('224.19') e a coordenada Y inicial ('589.25').
- Precisão nominal do aparelho (")**: Campo de texto com o valor '15'.

Um botão 'Próximo' em cor verde está localizado no canto inferior direito da tela.

Fonte: Autor.

Nesta mesma tela, o usuário poderá recorrer a uma janela secundária ao premir nos ícones informativos. Esta janela secundária, tem como intuito dispor ao usuário determinadas informações complementares, auxiliando-o durante o levantamento e sanando possíveis dúvidas. Quando aberta, a janela de diálogo bloqueia qualquer interação na janela principal, até que o diálogo seja encerrado, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Janelas secundárias informativas (modais).



INFORMAÇÕES

NÚMERO DE VÉRTICES

O número de vértices é igual ao número de lados de uma poligonal. Bem como, o número de vezes que o aparelho será estacionado.

Fechar

Horário ▾

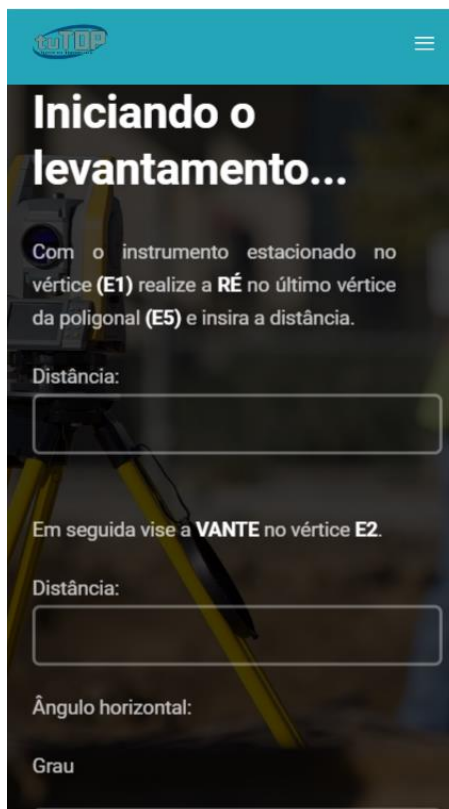
AZIMUTE INICIAL ⓘ

Grau:

Fonte: Autor.

Definida as informações básicas, dá-se início ao caminhamento da poligonal. De ora em diante, o usuário será instruído em qual vértice estacionar o aparelho, qual será a sua referência de ré e onde ocorrerá a sua visada de vante. Ao visar a ré, o aparelho é zerado, insere-se somente a distância horizontal. Na visada de vante, obtém-se o ângulo horizontal formado entre as visadas, além da distância horizontal medida entre a estação total e o vértice. Este processo, ocorrerá até que o usuário percorra por todos os pontos topográficos da poligonal, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Inserção dos dados coletados durante o caminhamento da poligonal.



Iniciando o levantamento...

Com o instrumento estacionado no vértice **(E1)** realize a **RÉ** no último vértice da poligonal **(E5)** e insira a distância.

Distância:

Em seguida vise a **VANTE** no vértice **E2**.

Distância:

Ângulo horizontal:

Grau

Fonte: Autor.

Após o usuário percorrer todo o caminhamento, basta prosseguir e o aplicativo retornará todos os cálculos da poligonal fechada, tais como, ângulos horizontais corrigidos, azimutes, coordenadas provisórias e finais, além de verificar a confiabilidade do levantamento, comparando o erro gerado à tolerância definida a partir do tamanho da poligonal e da precisão nominal do aparelho, conforme exibido na Figura 6.

Figura 6 - Resultados finais da poligonal.



Fonte: Autor.

4.1 Validação da ferramenta

A seguir apresentam-se através das Tabelas 1 a 7, os resultados dos cálculos obtidos manualmente e por meio da ferramenta Tutop, conforme os dados de um levantamento planimétrico de poligonal fechada (Figura 7).

Tabela 2 – Correção angular calculada manualmente e através do Tutop.

Correção do erro angular (Manual)					
Ponto	Direção	Ângulo Horizontal	Correção	Ângulo Corrigido	Distância (m)
OPP	OPP-1				100,18
1	1-2	246° 47' 25"	3,2	246° 47' 28,2"	115,80
2	2-3	261° 29' 34"	3,2	261° 29' 37,2"	116,68
3	3-4	301° 45' 11"	3,2	301° 45' 14,2"	91,65
4	4-OPP	148° 28' 31"	3,2	148° 28' 34,2"	89,06
5=OPP		301° 29' 03"	3,2	301° 29' 06,20"	
Σ			16		

Correção do erro angular (Tutop)					
Ponto	Direção	Ângulo Horizontal	Correção	Ângulo Corrigido	Distância (m)
OPP	OPP-1				100,18
1	1-2	246° 47' 25"	3,2	246° 47' 28,2"	115,80
2	2-3	261° 29' 34"	3,2	261° 29' 37,2"	116,68
3	3-4	301° 45' 11"	3,2	301° 45' 14,2"	91,65
4	4-OPP	148° 28' 31"	3,2	148° 28' 34,2"	89,06
5=OPP		301° 29' 03"	3,2	301° 29' 06,20"	
Σ			16		

Fonte: Autor.

Tabela 3 - Azimutes calculados manualmente e através do Tutop.

Cálculo dos Azimutes (Tutop)			
Ponto	Direção	Ângulo Corrigido	Azimute
OPP	OPP-1		106° 52' 07"
1	1-2	246° 47' 28,2"	173° 39' 35,20"
2	2-3	261° 29' 37,2"	255° 9' 12,40"
3	3-4	301° 45' 14,2"	16° 54' 26,60"
4	4-OPP	148° 28' 34,2"	345° 23' 0,80"
5=OPP		301° 29' 06,20"	106° 52' 07"

Cálculo dos Azimutes (Manual)			
Ponto	Direção	Ângulo Corrigido	Azimute
OPP	OPP-1		106° 52' 07"
1	1-2	246° 47' 28,2"	173° 39' 35,20"
2	2-3	261° 29' 37,2"	255° 9' 12,40"
3	3-4	301° 45' 14,2"	16° 54' 26,60"
4	4-OPP	148° 28' 34,2"	345° 23' 0,80"
5=OPP		301° 29' 06,20"	106° 52' 07"

Fonte: Autor.

Tabela 4 – Coordenadas provisórias calculadas manualmente e através do Tutop.

Coordenadas provisórias (Tutop)			Coordenadas provisórias (Manual)		
Ponto	X (m)	Y (m)	Ponto	X (m)	Y (m)
OPP	224,19	589,25	OPP	224,190	589,25
1	320,06	560,18	1	320,05	560,17
2	332,85	445,09	2	332,84	445,08
3	220,07	415,19	3	220,06	415,19
4	246,72	502,88	4	246,71	502,87
5=OPP	224,25	589,06	5=OPP	224,242	589,059

Fonte: Autor.

Tabela 5 - Erro linear calculado manualmente e através do Tutop.

	Verificação do erro linear (Tutop)	Verificação do erro linear (Manual)
Erro X (m)	0,06	0,05
Erro Y (m)	-0,19	-0,19
Erro Planimétrico (m)	0,20	0,199
Erro P. em escala	1/2566,85	1/2579,74

Fonte: Autor.

Tabela 6 – Correção linear calculado manualmente e através do Tutop.

	Correção do Erro Linear (m) (Tutop)	Correção do Erro Linear (m) (Manual)
X1	-0,01	-0,01
Y1	0,04	0,037
X2	-0,01	-0,013
Y2	0,04	0,043
X3	-0,01	-0,013
Y3	0,04	0,043
X4	-0,01	-0,01
Y4	0,03	0,034

Fonte: Autor.

Tabela 7 - Coordenadas corrigidas calculadas manualmente e através do Tutop.

Coordenadas corrigidas (Tutop)			Coordenadas corrigidas (Manual)		
Ponto	X (m)	Y (m)	Ponto	X (m)	Y (m)
OPP	224,19	589,25	OPP	224,19	589,25
1	320,05	560,22	1	320,05	560,21
2	332,84	445,13	2	332,83	445,12
3	220,06	415,23	3	220,05	415,23
4	246,71	502,91	4	246,70	502,92
5=OPP	224,19	589,25	5=OPP	224,19	589,25

Fonte: Autor.

Os resultados demonstram-se satisfatórios no levantamento planimétrico de uma poligonal fechada conforme mostrado nas tabelas anteriores. Observe que há uma pequena diferença de valores nas casas decimais, isso ocorre devido a alguns arredondamentos.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho propõe uma ferramenta web que se ajuste a diversos tipos de dispositivos para o acompanhamento das componentes curriculares que tratam do levantamento topográfico na Universidade Federal do Pampa. Com o auxílio desta tecnologia e com o conhecimento absorvido em sala de aula através do docente, a ferramenta TuTop tende a proporcionar maior dinamismo nas aulas de campo que em algumas ocasiões tem um número elevado de matriculados, girando em torno de 40 discentes. Há uma enorme dificuldade por parte dos docentes em auxiliar todos de maneira atenciosa, pois são impossibilitados de sanar todas as dúvidas e dificuldades que surjam durante um levantamento topográfico de maneira eficiente. Com o auxílio desta ferramenta, o discente pode realizar o levantamento sendo guiado em todas as etapas da poligonal, com janelas informativas em caso de dúvidas, obtenção de resultados dos cálculos e ao final do levantamento verificar a precisão alcançada. Além disso, em alguns testes realizados em campo e laboratório com um pequeno grupo envolvendo ex-alunos da disciplina de topografia, foi possível não apenas usufruir da ferramenta para levantamentos em campo, mas também para a resolução de exercícios propostos, interpretando a poligonal, seu caminhamento e informações disponibilizadas, inserindo estes valores na ferramenta e comparando o resultado com os obtidos manualmente. Por mais que os aparelhos celulares e *tablets*

estejam tão presentes no cotidiano dos discentes, a disponibilidade de um aplicativo para levantamento e cálculos de poligonais foi encarada como algo novo, pois não estão acostumados a lidar com esta tecnologia a favor do ensino. Por conta disto, os discentes motivaram-se para a realização de testes, despertando grande curiosidade e um alto interesse em saber o funcionamento desta ferramenta, em consequência se ganha o interesse no conteúdo da disciplina. Deste modo, a tecnologia móvel tende a ser cada vez mais um artifício relevante para a aprendizagem. Cabe salientar, que a tecnologia não supri a presença dos educadores, referências bibliográficas ou outro meio de aprendizagem já utilizada, porém são facilitadores para o processo de aprendizagem dos discentes e uma forte arma pedagógica a ser estudada para implementação por parte dos docentes.

Como possíveis trabalhos futuros, pode-se apontar o desenvolvimento de um aplicativo para as plataformas dos sistemas operacionais Android e iOS, também disponíveis de forma gratuita. Porém com a possibilidade de se trabalhar off-line.

Além disso, disponibilizar o aplicativo ou ferramenta web aos discentes da disciplina de topografia para realização de uma consulta através de questionários a respeito da utilização pedagógica dos dispositivos móveis nesta componente curricular.

Por fim, realizar um levantamento para verificar a aceitação desta tecnologia, analisar os pontos positivos e negativos e acompanhar a taxa de retenção com e sem aplicação desta metodologia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13133: **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

ATKINSON, L. GUTMANS, A. **Core PHP programming: Using PHP to build dynamic web sites**, 2000.

BASTOS, J. A. de S. L. A. **Educação e Tecnologia**. Revista Técnico-científica dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs PR/MG/RJ. Curitiba, CEFET-PR, ano I. n. 1, abr. 1997.

BORGES, A.C. **Topografia: aplicada à engenharia civil** – Vol. 1. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

CASTRO, E. **HTML, XHTML & CSS**, 6 ed. Rio de Janeiro, Alta Books, 2010.

DOUBECK, A. **Topografia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9 ed. Rio de Janeiro, Globo, 1987.

FLANAGAN, D. **JavaScript: The Definitive Guide**. 6ed. United States of America, O'Reilly, 2011.

IPSOS. Google. **Our Mobile Planet Brazil: understanding the mobile consumer**. May, 2013.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

KNIGHT, J. **Notepad++ User Manual**. UNT, 2013

MERIJE, W. **Mobimento: Educação e comunicação mobile**. São Paulo: Editora Peirópolis, 2012.

PROFESSIONAL SURVEYOR MAGAZINE. DIN 18723 **Specification for theodolite Accuracy**. Professional Surveyor Magazine, November, 2002.

SEABRA, C. **O Celular na Sala de Aula**. Educação em Revista. Sindicato do Ensino Privado. SINEPE. Rio Grande do Sul, ed. 96, março de 2013.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de Topografia: Série Tekne**. São Paulo: Bookman, 2014.

VEEN, W.; VRAKKING, B. **Homo Zappiens – Educando na era digital**. Porto Alegre, Artmed. 2009.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L., **Fundamentos de Topografia**. UFPR, 2007.