

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MARIA LUÍSA LUSTOSA PASCOAL

**VISUALIZAÇÃO DE FERRAMENTA PARA LEVANTAMENTO
PLANIALTIMÉTRICO: TOPOFREE**

ITAQUI - RS

2018

MARIA LUÍSA LUSTOSA PASCOAL

**VISUALIZAÇÃO DE FERRAMENTA PARA LEVANTAMENTO
PLANIALTIMÉTRICO: TOPOFREE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Me. Cristiano Galafassi.

Coorientadora: Natália Carvalho de Amorim.

ITAQUI - RS

2018

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) .

L281v

Lustosa Pascoal, Maria Luísa
Visualização de Ferramenta para Levantamento
Planialtimétrico: TOPOFREE / Maria Luísa Lustosa
Pascoal.
33 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, INTERDISCIPLINAR EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2018.

"Orientação: Cristiano Galafassi".

1. Ferramenta. 2. Diagrama. 3. Topografia. 4.
Desenho. I. Título.

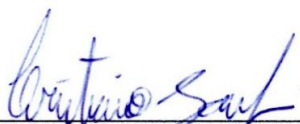
MARIA LUÍSA LUSTOSA PASCOAL

**VISUALIZAÇÃO DE FERRAMENTA PARA LEVANTAMENTO
PLANIALTIMÉTRICO: TOPOFREE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia da Universidade Federal
do Pampa, como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 25 de Junho de 2018.

Banca examinadora:



Prof. Me. Cristiano Galafassi

Orientador

UNIPAMPA



Prof. Natália Carvalho de Amorim

Coorientadora

UNIPAMPA



Prof. Dr. Rogério Rodrigues de Vargas

UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

Serei eternamente grata a Deus, por sua provisão e cuidado para comigo, que com mansidão me susteve em todos os momentos. Agradeço a meus pais, Elias e Maridulce, e família pelo amor e suporte que, por todos esses anos, foram parâmetro e motivo de alegria em ambos momentos difíceis e alegres. Em especial, agradeço e sempre levarei comigo a família formada enquanto estive em minha graduação, pois estes foram pilar de meu crescimento, e sempre os terei em minha lembrança. Agradeço a meus professores e colegas pelo valor e fundamento que me deram.

RESUMO

A topografia é entendida como o estudo do comportamento da superfície terrestre em uma delimitada porção de área. Para detalhar essa superfície são efetuados cálculos de coordenadas topográficas, a partir do conjunto de dados levantados em campo, para descrever e caracterizar o relevo da superfície tanto como planimétrico como altimétrico. Para efetuar esses cálculos de coordenadas, desenvolveu-se na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, uma ferramenta de auxílio ao acadêmico ou profissional, que ampara sua análise topográfica de dados aferidos em campo. O TOPOFREE é uma ferramenta que recebe leituras de ângulos e distâncias entre pontos aferidos, e resulta em um arquivo de texto que contém a descrição e as coordenadas de uma área delimitada. No desenvolvimento de softwares é utilizado o processo de diagramação de como uma ferramenta é elaborada, para que esta possa ser exposta tanto em planejamento, quanto em idealização de possíveis atualizações. Com este intuito, aplica-se a Linguagem de Modelagem Unificada (UML), para explicar a ferramenta TOPOFREE em seus mais importantes componentes, através de diagramas estruturais descritos. Além disso, é associada às coordenadas calculadas pela ferramenta, a possibilidade de visualização ao integrar um arquivo de extensão utilizada em projetos CAD (*Computer Aided Design* ou, Desenho Auxiliado por Computador), permitindo ao usuário acadêmico ou profissional da área, uma representação de sua área aferida, que pode ser manuseada com o auxílio de uma plataforma CAD externa. Com isso, observa-se a importância de compreender a ferramenta TOPOFREE em sua estrutura e funcionalidades, aplicando essa compreensão em atualizações que possibilitem contribuir para o constante progresso do estudo da topografia.

Palavras-chave: Ferramenta, Diagrama, Topografia, Desenho.

ABSTRACT

Topography is understood as the study of the behavior of the terrestrial surface in a delimited portion of area. To detail this surface, topographic coordinates are calculated from the field data set to describe and characterize surface relief both as planimetric and altimetric. In order to carry out these coordinate calculations, a tool of assistance to the academic or professional was developed at the Federal University of Pampa, Campus Itaqui, which supports its topographic analysis of data measured in the field. TOPOFREE is a tool that receives readings of angles and distances between measured points, and results in a text file containing the description and the coordinates of a delimited area. In software development the process of diagramming how a tool is developed is used, so that it can be exposed both in planning and in the idealization of possible updates. For this purpose, the Unified Modeling Language (UML) is applied to explain the TOPOFREE tool in its most important components, through the described structural diagrams. In addition, it is associated with the coordinates calculated by the tool, the possibility of visualization when integrating an extension file used in CAD (Computer Aided Design) projects, allowing the academic user or professional of the area, a representation of their measured area, which can be handled with the help of an external CAD platform. With this, it is observed the importance of understanding the TOPOFREE tool in its structure and functionalities, applying this understanding in updates that make possible to contribute to the constant progress of the study of topography.

Keyword: Tool, Diagram, Topography, Design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela Inicial do TOPOFREE.....	14
Figura 2 – Cinco Visões da UML.....	15
Figura 3 – Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta.....	21
Figura 4 – Diagrama de Atividades da Ferramenta para Nivelamento Geométrico.....	21
Figura 5 – Diagrama de Atividades da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico.....	23
Figura 6 – Diagrama de Classes da Ferramenta para Nivelamento Geométrico	24
Figura 7 – Diagrama de Classes da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Teodolito.....	25
Figura 8 – Diagrama de Classes da Ferramenta para Levantamento por Estação Total.....	26
Figura 9 – Diagrama de Objetos da Ferramenta para Nivelamento Geométrico.....	27
Figura 10 – Diagrama de Objetos da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Teodolito.....	28
Figura 11 – TOPOFREE – Primeira Atualização da <i>Frame</i> para Teodolito.....	29
Figura 12 – Pontos Calculados Apresentados em Arquivo de Extensão .scr.....	29
Figura 13 – Pontos Calculados Apresentados em Ferramenta Externa.....	30
Figura 14 – Diagrama de Objetos da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Estação Total.....	31
Figura 15 – TOPOFREE – Primeira Atualização da <i>Frame</i> para Estação Total.....	32
Figura 16 – Pontos Calculados Apresentados em Arquivo de Extensão .scr.....	32
Figura 17 – Pontos Calculados Apresentados em Ferramenta Externa.....	33

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa	11
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivos Específicos	11
1.3 Organização do Trabalho	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A Topografia e o TOPOFREE.....	12
2.2 A Linguagem de Modelagem Unificada	14
2.3 CAD (<i>Computer Aided Design</i> ou Desenho auxiliado por computador)	17
3. METODOLOGIA.....	18
3.1 Modelagem do Software	18
3.1.1 Modelagem Comportamental	18
3.1.2 Modelagem Estrutural	19
3.2 Importação CAD	19
4. ANÁLISE DOS DIAGRAMAS E ATUALIZAÇÕES.....	20
4.1 Diagramas Comportamentais	20
4.2 Diagramas Estruturais e Exportação .scr.....	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A Topografia é uma disciplina da Geodésia que consiste na aprendizagem de métodos e técnicas de aquisição de dados que possibilitem a determinação das coordenadas de um conjunto de pontos que descrevam geometricamente uma parcela da superfície terrestre (ANTUNES, 1995).

Atualmente o desempenho desta disciplina geodésica é pouco mais vasto em face à técnicas e metodologias por ela empregadas, assim como no apoio à construção civil no âmbito de grandes obras da engenharia como pontes, barragens, e demais execuções presentes na topografia industrial e mineral (ANTUNES, 1995).

Hoje, o mercado de trabalho dispõe de softwares de alta qualidade e performance. É notável a qualidade oferecida por estes programas computacionais, qualidade esta que fez com que seus desenvolvedores e distribuidores se tornassem mundialmente conhecidos. Porém para dispor de tal qualidade, torna-se necessário um grande investimento (AMORIM, 2016).

Neste contexto é inserido este trabalho, que propõe demonstrar a construção e funcionamento do TOPOFREE, por Amorim (2016), uma ferramenta de cunho educacional para auxiliar o acadêmico ou o profissional no levantamento e análise topográfica a campo, desenvolvido na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui.

Sabendo, por Oliveira (1993), que a topografia parte do estudo da configuração da superfície da Terra, a partir de características naturais e físicas, determinadas a partir de um conjunto de dados levantados em campo e cálculos de coordenadas. O TOPOFREE é ferramenta, que recebe dados angulares e lineares acerca dos pontos levantados, calculando a poligonal de coordenadas de uma área delimitada e as imprimindo (AMORIM, 2016), porém sem uma representação gráfica do funcionamento do software ou a possibilidade de visualização dos resultados obtidos dos cálculos topográficos da ferramenta.

Para disponibilizar a representação da funcionalidade da ferramenta é utilizada a UML (*Unified Modeling Language* ou, Linguagem de Modelagem Unificada), que, segundo Booch et al. (2000), auxilia no processo de ilustração do planejamento e desenvolvimento de softwares. Com a UML é observada a simplificação da estrutura da ferramenta, permitindo documentar, assim como visualizar a elaboração e composição da ferramenta para que a melhor compreensão da mesma.

A partir do estudo da estrutura, segundo Booch et al. (2000), foram feitos modelos sistemáticos que representam, em diagramas, a interação entre os componentes e operações no fluxo de execução da ferramenta TOPOFREE, provendo a visualização de sua arquitetura para

que esta aceite as desejadas modificações, como a atualização inicial para as coordenadas de levantamento calculadas pela ferramenta.

A visualização das coordenadas topográficas calculadas opera-se em softwares do tipo CAD (*Computer Aided Design*, ou Desenho Auxiliado por Computador), que de acordo com Motta e Valle (2011), são muito utilizadas nos campos da arquitetura, design de interiores, engenharia mecânica, engenharia geográfica e em vários outros ramos da indústria.

1.1 Justificativa

Na área de desenvolvimento de software, o aperfeiçoamento e o desenvolvimento de uma ferramenta deve ser constante. É vista então a possibilidade de novas aplicações ou a inclusão de novos usos com significativa presença na composição de um software ou em sua aplicação.

Buscando facilitar a atualização da ferramenta TOPOFREE em sua produtividade e eficiência, é observada a necessidade de seu estudo para evidenciar seus componentes destacando prováveis aperfeiçoamentos funcionais, simplificando o acréscimo de incrementos nas funcionalidades da ferramenta a partir de sua diagramação, destacando uma atualização inicial onde, com o uso de uma ferramenta externa, pode se observar e utilizar das coordenadas calculadas pela ferramenta.

1.2 Objetivos

Com o intuito de fundamentar a elaboração da ferramenta TOPOFREE, este trabalho tem por finalidade documentar sua composição e funcionalidade, construindo sua visualização gráfica implementada em seu desenvolvimento e contribuir à ferramenta a possibilidade de importação por softwares CAD das coordenadas calculadas pela mesma.

1.2.1 Objetivos Específicos

As finalidades específicas deste trabalho com o estudo e complemento inicial da ferramenta TOPOFREE são:

- Criar documentação esboçada do uso do aplicativo através dos Diagramas:
 - Estruturais, com os Diagramas de Classes e de Objetos;
 - Comportamentais, com os Diagramas de Casos de Uso e de Atividades.
- Permitir a exportação em softwares CAD a partir de arquivos em extensão *.scr*.

1.3 Organização do Trabalho

O presente trabalho organiza-se, sequencialmente no próximo capítulo, introduzindo a Topografia por Antunes (1995) e suas implicações práticas que, no meio acadêmico, podem ser auxiliadas pela ferramenta TOPOFREE (Seção 2.1).

Também será descrito, a partir das normas de desenvolvimento visual da UML ditadas por Booch et al. (2000), a estrutura do TOPOFREE (Seção 2.2) e sua atualização inicial com a visualização das coordenadas de levantamento calculadas em ferramenta externa CAD (Seção 2.3).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com a intenção de esclarecer os fundamentos nos quais foram baseados este trabalho, esta revisão apresenta brevemente os conceitos presentes entendimento teórico da ferramenta TOPOFREE, na constituição da composição da mesma, assim como sua análise e complemento.

2.1 A Topografia e o TOPOFREE

A partir de Antunes (1995) compreendemos que a Topografia se ocupa da representação local de uma parcela da superfície terrestre, sobre a qual o efeito da curvatura terrestre é considerado desprezível pela definição de campo topográfico.

O relevo da superfície é habitualmente definido através de curvas de nível que constituem o chamado modelo numérico de terreno. No caso da cartografia terrestre, o plano cartográfico representa a superfície da Terra a partir da atribuição de pontos de coordenadas planimétricas, ou cartesianas e coordenadas altimétricas, também conhecidas por cota ou altitudes (ANTUNES, 1995).

Ainda para Antunes (1995), a determinação de pontos coordenados resulta de uma operação encadeada, de onde um ponto novo é sempre localizado em relação a outros pontos já conhecidos, dando lugar à chamada operação de transporte de coordenadas.

A Planimetria, uma subárea da Topografia, que segundo Oliveira (1993) trata da medição de superfícies planas horizontais que normalmente pode ser representado em uma carta de escala topográfica, com a exceção do relevo.

A Altimetria, que também é uma subárea da Topografia, ainda segundo Oliveira (1993) trata da medição de alturas ou de elevações e sua interpretação, que em uma representação plana

como a carta, descreve em conjuntos as formas de um relevo a partir de pontos específicos em simetria com o terreno, como visto em curvas de nível etc.

O Levantamento Topográfico abrange conjuntos de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado, determina suas coordenadas topográficas na materialização de pontos. Estes pontos se relacionam com sua correspondente representação planialtimétrica numa escala (BRASIL, 1994, p. 3).

Segundo Antunes (1995), Nivelamento é a operação de altimetria que permite determinar as distâncias verticais entre pontos horizontais, ou entre planos horizontais.

O Nivelamento Geométrico é um tipo de medição direta, de precisão dependente apenas da exatidão do aparelho em aferição de campo (ANTUNES, 1995).

Baseada nos pontos de apoio topográfico planimétrico, a Poligonal tem os seus vértices distribuídos em área de forma a coletar por irradiação, interseção ou por ordenadas, uma linha-base de pontos julgados importantes, que devem ser estabelecidos pela escala ou nível de detalhamento do levantamento (BRASIL, 1994, p. 4).

Amorim (2016) destaca que o desenvolvimento do TOPOFREE, uma ferramenta que tem por objetivo processar dados de Levantamentos Topográficos Altimétricos e Levantamentos Topográficos Planialtimétricos, ou como descrito por Antunes (1995) Planimetria em conjunto com Nivelamento.

Amorim (2016) afirma que o TOPOFREE busca se tornar uma das ferramentas de auxílio a acadêmicos e profissionais da área, fornecendo ainda uma interface simples e intuitiva para o processamento de dados topográficos.

O TOPOFREE é um software livre, ou seja, há disponibilidade de acesso para que pesquisadores e desenvolvedores profissionais e acadêmicos contribuam com o projeto, realizando assim diversas aplicações em pesquisas metodológicas (AMORIM, 2016).

Segundo Amorim (2016), o TOPOFREE é um software multiplataforma, ou seja, atende a usuários de diferentes sistemas operacionais, sendo este um dos primeiros softwares dedicados ao processamento de dados topográficos disponibilizado para usuários do Sistema Operacional GNU Linux, sendo desenvolvida na arquitetura Java E. E.

A ferramenta na versão analisada neste trabalho oferece ao usuário a possibilidade de processar dados de Nivelamento Geométrico, ou Levantamento Altimétrico, e de Levantamento Planialtimétrico, atribuindo ambos como módulos de escolha.

Conforme descrito por Amorim (2016), no módulo de Levantamento Altimétrico foram implementadas funções que permitem o cálculo por Nivelamento Geométrico de cotas de observações realizadas em campo, calculando também o controle e distribuição do erro altimétrico.

Amorim (2016) descreve ainda que o módulo de Levantamento Planialtimétrico tem funções para cálculo de Erro de Fechamento Angular e cálculo de Irradiações, retornando ao usuário coordenadas calculadas através do método de Poligonação.



Figura 1. Tela Inicial TOPOFREE.

Na Figura 1 é apresentada a tela inicial da ferramenta TOPOFREE, onde o usuário pode escolher para qual tipo de levantamento serão efetuados os cálculos citados acima. Para o Levantamento Planialtimétrico os cálculos são separados pelo instrumento utilizado na aferição em campo, seja Teodolito Óptico ou Estação Total.

2.2 A Linguagem de Modelagem Unificada

A partir do Guia do Usuário de UML, tutorial desenvolvido por Booch et al. (2000), é conceituada a seguinte divisão de literatura estudada, admitindo as regras e aplicações característicos da linguagem.

A UML se destina a permitir que os elaborados modelos sejam empregados para a construção e documentação de estruturas de software em suas respectivas linguagens.

O vocabulário e regras de desenvolvimento dos modelos na linguagem-padrão devem explicitamente facilitar a comunicação entre leitor e estrutura, exigindo compreensão da semântica nos componentes da ferramenta para que sua leitura gráfica seja interpretada sem ambiguidade por qualquer desenvolvedor.

A modelagem deve auxiliar a entender melhor um sistema complexo, sendo suficientemente expressiva para relacionar outras linguagens de programação com todo o fluxo sistemático de trabalho empregado pelo software que está representado graficamente.

Com o uso da UML se representa este fluxo sistemático a partir de blocos de construção básicos como classes, interfaces, colaborações, componentes, nós, dependências, generalizações e associações.

O diagrama é a representação gráfica de um conjunto de elementos funcionais com fundamento nestes blocos de construção, expressando a partir de relacionamentos as interações entre itens que compõem o fluxo.

Nenhum sistema complexo pode ser compreendido por completo em uma única perspectiva. Com o uso de diagramas é possível visualizar o funcionamento do sistema por diferentes perspectivas, desde que estejam adequados corretamente os componentes identificáveis deste funcionamento aos requisitos de cada perspectiva que a UML permite apresentar.



Figura 2. **Cinco Visões da UML.** Fonte: Booch et al. (2000).

Quando voltada para a área de software, como ilustrado na Figura 2, a UML pode salienta cinco visões complementares que discorrem a organização do sistema de software, sua seleção de elementos estruturais e componentes, seu comportamento quanto as colaborações entre esses componentes e o estilo dinâmico em que os elementos orientados serão apresentados.

A Visão do Casos de Uso descreve o comportamento do sistema pela perspectiva de seus usuários finais, sem especificar a organização da estrutura do software, mas explanando sua utilidade e uso.

A Visão de Projeto proporciona suporte para os segmentos funcionais do sistema, apresentando os componentes que possibilitam os serviços que o sistema irá fornecer a seus usuários finais.

A Visão do Processo é a perspectiva que cuida principalmente do desempenho do sistema, abrangendo os processos e *threads* (classes ativas).

A Visão de Implementação compreende a apresentação ou gerenciamento dos componentes e arquivos que, mesmo fazendo parte do sistema podem ser de alguma maneira independentes.

A Visão de Implantação é a perspectiva que direciona o funcionamento para com as partes físicas que possam vir a fazer parte do sistema, logo abrange a topologia de hardware que pode vir a participar da distribuição e instalação do sistema em sua funcionalidade.

Uma vez compreendido o sistema a partir de uma destas perspectivas, é visto que a UML utiliza de diagramas para organizar seus elementos de acordo com sua correspondência com a perspectiva em questão.

Cada uma dessas visões pode envolver a Modelagem Estrutural, que apresenta itens estáticos, e a Modelagem Comportamental, permitindo analisar com clareza a composição do sistema na especificidade da perspectiva escolhida.

A Modelagem Estrutural considera os aspectos estáticos do sistema, documentando este a partir da construção de seu esqueleto e estrutura estável.

Os diagramas classificados por Booch (2000) como estruturais, a partir dos estudos de Valdez (2012), podem ser descritos em:

- Diagrama de Classes – Apresenta os relacionamentos de um conjunto de classes, interfaces e colaborações, ilustrando a visão estática do sistema;
- Diagrama de Objetos – Apresenta os relacionamentos entre estruturas de dados e registros estáticos dos itens pertencentes ao sistema a partir do grupo de objetos que o compõe;
- Diagrama de Componentes – Apresenta o relacionamento entre componentes, ilustrando a visão estática da implementação do sistema. Este diagrama é diretamente relacionado ao Diagrama de Classes uma vez que seus componentes podem estar demonstrando uma classe;
- Diagrama de Implementação – Apresenta o relacionamento dos nós do sistema, sendo diretamente relacionado o Diagrama de Componentes, uma vez que ilustra o funcionamento da arquitetura.

A Modelagem Comportamental representa os aspectos que dinamicamente sofrem alterações, registrando o fluxo do sistema a partir da observação do tempo e de sequência de execução, assim como dos segmentos físicos que interagem com o sistema.

Os diagramas classificados por Booch (2000) como comportamentais, a partir do estudo de Valdez (2012), podem ser descritos em:

- Diagrama de Casos de Usos – Demonstra o sistema de forma que o relacionar do usuário com a interface é exposto de seu comportamento com o meio exterior de acordo com os processos envolvidos para seu funcionamento;
- Diagrama de Sequência – Demonstra o sistema dando ênfase à ordenação temporal ao seu fluxo de funcionamento a partir de instâncias;
- Diagrama de Colaboração – Demonstra a organização estrutural dos objetos em comunicação, ilustrando as conexões existentes entre o conjunto desses objetos e o fluxo funcional do sistema;
- Diagrama de Gráfico de Estados – Demonstra a visão dinâmica de um sistema consistindo de estados, transições, eventos e atividades, dando ênfase no comportamento de um objeto quando solicitado para a ocorrência de um evento dentro do fluxo funcional do sistema;
- Diagrama de Atividades – Demonstra o fluxo de uma atividade para outra dentro de um sistema, seja este fluxo sequencial ou ramificado, detalhando ações realizadas ou sofridas.

2.3 CAD (*Computer Aided Design* ou Desenho auxiliado por computador)

Segundo Bilalis (2000) CAD é definida no processo de desenho com uso de tecnologia da informação, podendo encurtar consideravelmente o tempo de projeção de uma série de tarefas que representariam dados e produtos

Quanto mais curto o tempo de desenvolvimento de um produto ou processamento de um dado, antes o mesmo será introduzido no mercado, podendo oferecer vida útil mais longa.

Neste sentido vê-se que os sistemas de desenho assistido por computador são aplicados em muitos produtos industriais, que estão presentes no consumo de produtos diários e costumeiros como computadores e outros equipamentos, assim como nos mais complexos componentes das repartições de um todo, como na visualização de dados geográficos.

Geralmente, a integração CAD é capaz de criar objetos de manufatura combinando a visualização de superfícies com a construção de esboços digitais, permitindo o uso de ferramentas de forma a desenhar, avaliar, revisar e aprovar a precisão necessária, ou estimada, de um processo de produção.

A análise da engenharia está preocupada com a avaliação de projetos e produtos de engenharia. Com isto, são utilizadas várias técnicas computacionais para calcular os parâmetros operacionais, funcionais e de fabricação de um produto.

São tomadas como propriedade algumas técnicas auxiliadas por computador com o objetivo de otimizar a avaliação dos projetos e produtos voltados para a engenharia.

Para Wilczec (2012) o uso de ferramentas CAD por artistas, engenheiros, arquitetos, designers, é facilitado pois estas ferramentas colocam seus usuários na posição de programadores virtuais. Sem saber muito sobre programação, portando apenas o interesse de criar visualizações avançadas, são capazes elaborar apresentações de produtos e de lógicas, com menus e efeitos gráficos aparatosos, muito úteis para demonstrar dados geográficos, facultando seu potencial pedagógico e sua aproveitabilidade em campo.

3. METODOLOGIA

Nesta metodologia estão expostas as regras e notações intrínsecas para a modelagem dos diagramas UML da ferramenta TOPOFREE e a tabulação das coordenadas em arquivo de texto importável nas ferramentas CAD.

3.1 Modelagem do Software

Para a estruturação dos diagramas responsáveis pela visualização fundamentada dos componentes da ferramenta TOPOFREE foi utilizada a ferramenta Modelio a versão 3.7.01 (MODELIO SOFTWARE, 2018). Os componentes da ferramenta foram documentados a partir de um estudo da sua sequência de execução do software.

3.1.1 Modelagem Comportamental

Da Modelagem Comportamental, foram escolhidos os Diagramas de Casos de Uso e de Atividades, uma vez que estes diagramas demonstram a utilidade e funcionalidade da ferramenta TOPOFREE para com o meio externo. Estes diagramas apresentam o relacionamento da ferramenta seja com as entidades fora do sistema, apresentados por atores, seja com os componentes próprios que participam da composição de seu uso.

De acordo com Booch et al. (2000), o Diagrama de Casos de Uso é o diagrama Comportamental que caracteriza a exposição dos processos gerais envolvidos na relação ente usuário e interface. Para com o TOPOFREE, o diagrama auxilia na descrição do uso da ferramenta em campo, representando a relação entre seus componentes e suas respectivas utilidades exercidas. Este relacionamento entre os elementos úteis pode ser visto na associação

entre os atores em cada caso de uso, seja individual ou em conjunto, podendo ser generalizado em uma sequência de ações executadas por um ator e suas consequências.

O Diagrama de Atividades é o modelo do fluxo do processo de interação dos principais atores úteis da ferramenta e o sistema da ferramenta, detalhando todas as atividades em operação (VIEIRA, 2003). Aplicando sua forma de estruturação para explicar a ferramenta na funcionalidade de seus componentes.

3.1.2 Modelagem Estrutural

Da Modelagem Estrutural, foram escolhidos os Diagramas de Classe e de Objetos, uma vez que estes diagramas denotam a utilidade e funcionalidade da ferramenta TOPOFREE, a partir dos componentes intrínsecos a ela mesma. Estes ilustram os relacionamentos que ocorrem dentro do fluxo na organização da ferramenta.

O Diagrama de Classes é responsável por demonstrar visualmente o conjunto de atributos em operação em cada classe, definindo na interface e classificação dos relacionamentos internos a estrutura (BOOCH et al., 2000).

Para Brandão (2011), O Diagrama de Classes é considerado como o diagrama mais importante na demonstração dos processos entre classes, este diagrama facilmente discorre o relacionamento de uma entre as demais classes que compõem a ferramenta, declarando os atributos que constituem e dão funcionalidade aos métodos em operação em cada objeto (BRANDÃO, 2011).

Os Diagramas de Objeto são responsáveis por projetar os específicos objetos internos à ferramenta separados em campos atuantes (BOOCH et al., 2000) ou seja, neste tipo de diagrama, a estrutura representada e descrita no Diagrama de Classes é exibida com a atribuição de valores, que auxiliam na comprovação e exemplificação dos objetos que ditam a funcionalidade da ferramenta. Este diagrama permite ter maior controle e, com isso, maior entendimento da aplicação da ferramenta para o usuário.

Os diagramas ressaltam a interação mais completa entre os componentes internos da ferramenta, destacando até os mais importantes atributos observados, e exemplificando o comportamento de sua estrutura quando esta é valorizada.

3.2 Importação CAD

A versão inicial da ferramenta TOPOFREE não possui módulo para representação geométrica da superfície de interesse através de um sistema CAD (AMORIM, 2016). Contudo,

com o auxílio da plataforma NetBeans 8.2 (ORACLE, 2018), pode ser implementada à ferramenta, uma função que retorna um arquivo de texto contendo o procedimento (*script*) para que, em software CAD seja possível a visualização das coordenadas calculadas no Levantamento Planialtimétrico, seja este por Teodolito Óptico ou Estação Total.

De acordo com Motta E Valle (2011), o AutoCAD é um software do tipo CAD desenvolvido e comercializado pela Autodesk, Inc., conhecido como uma poderosa ferramenta que nas engenharias é amplamente utilizada na geração de projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, estruturais, entre outros.

Utilizando da ferramenta AutoCAD (AUTODESK, 2018), em sua versão de 2012, onde pôde se importar um arquivo de texto como *script*, que contendo as coordenadas dos pontos calculadas por Levantamento Planialtimétrico, sendo amostrados visualmente pelo software. Isto ocorre atribuindo a esse a esse arquivo a extensão *.scr*, que será procurada pela ferramenta AutoCAD no momento de importação dos pontos amostrais.

Para a ferramenta TOPOFREE, espera-se que o usuário seja de perfil acadêmico agrimensor, por ser de cunho educacional voltado para a área de topografia. Este deve compreender a composição e objetivo de cada cálculo em opção, associando cada valor em unidade correta, para cada atributo.

4. ANÁLISE DOS DIAGRAMAS E ATUALIZAÇÕES

Nesta seção será apresentada os diagramas construídos, divididos de acordo com os fundamentos previamente estudados. Serão também apresentadas, em conjunto, suas respectivas atualizações na parte de Levantamento Planialtimétrico.

4.1 Diagramas Comportamentais

A Figura 3, demonstra o Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta, em que o usuário afere seus dados em campo e, a partir da escolha de cálculo de Nivelamento Geométrico e Levantamento Planimétrico utilizando de Estação Total ou Teodolito, insere-os na ferramenta que efetua os cálculos e os tabela tanto em tela como em arquivo de texto. Para os cálculos de Levantamento Planialtimétrico, as coordenadas impressas em arquivo são para posterior visualização do relevo do circuito em ferramentas de exportação e manipulação externa.

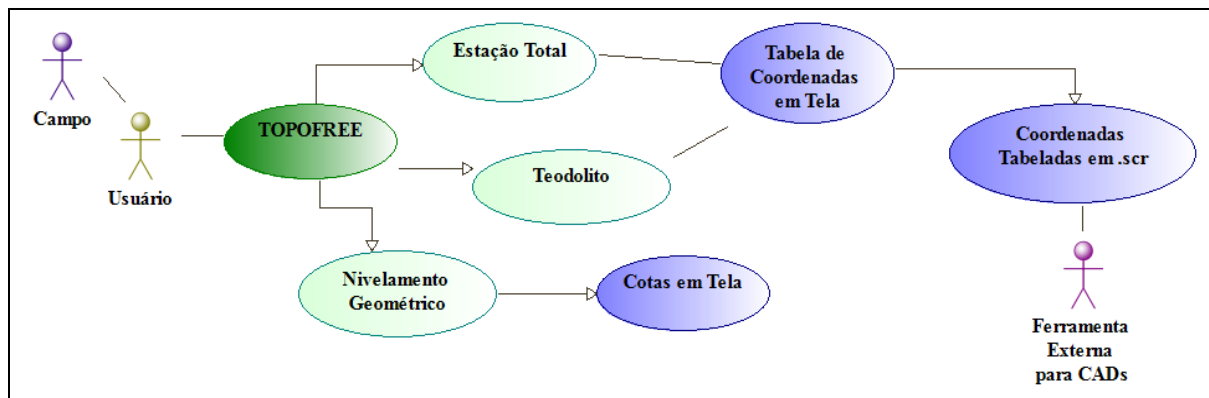


Figura 3. Diagrama de Casos de Uso da Ferramenta.

A Figura 4, ilustra a primeira divisão do Diagrama de Atividades da ferramenta, onde em sua primeira versão, é a apresentada, ao usuário, a escolha entre o cálculo de cotas das observações realizadas em campo, por Nivelamento Geométrico, e das Irradiações pelos Levantamentos Planialtimétricos com o cálculo do Erro de Fechamento Angular por ambos instrumentos, Estação Total e Teodolito.

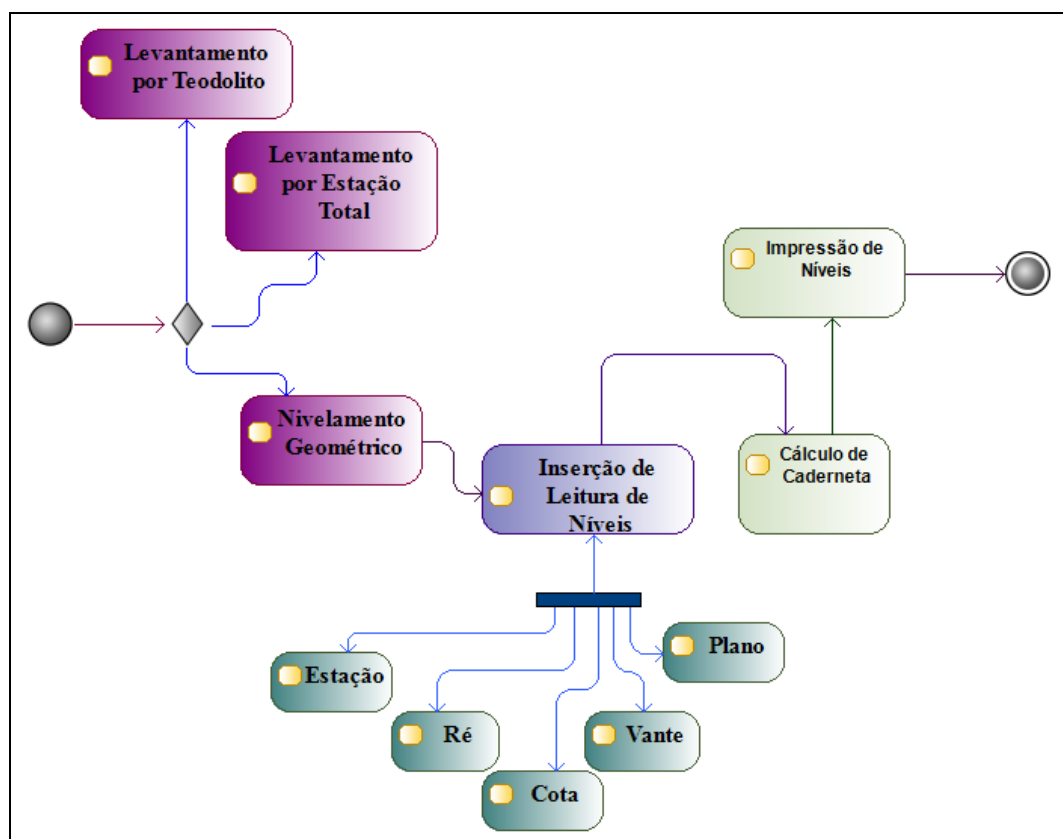


Figura 4. Diagrama de Atividades da Ferramenta para Nivelamento Geométrico.

Decidindo por Nivelamento Geométrico, o usuário deve inserir as leituras de nível para o cálculo de caderneta e impressão dos níveis calculados em tela.

Ambas as escolhas de Levantamento Planialtimétrico estão demonstradas na Figura 5. Optando por Levantamento por Teodolito, devem ser inseridas as coordenadas da estação, a altura do instrumento, e as leituras de fios inferior, médio e superior, para o cálculo de coordenadas por poligonal, em decimal, passando por conversão de ângulos e imprimindo as coordenadas calculadas em tela e, por escolha do usuário em arquivo de *Script*.

Por último, escolhendo Levantamento por Estação Total, o usuário insere coordenadas da estação, assim como a leitura dos ângulos, distâncias e as alturas de prisma e instrumento, para serem calculadas as coordenadas, convertidas para radianos e impressas em tela e, a partir da opção do usuário, em arquivo de *Script*.

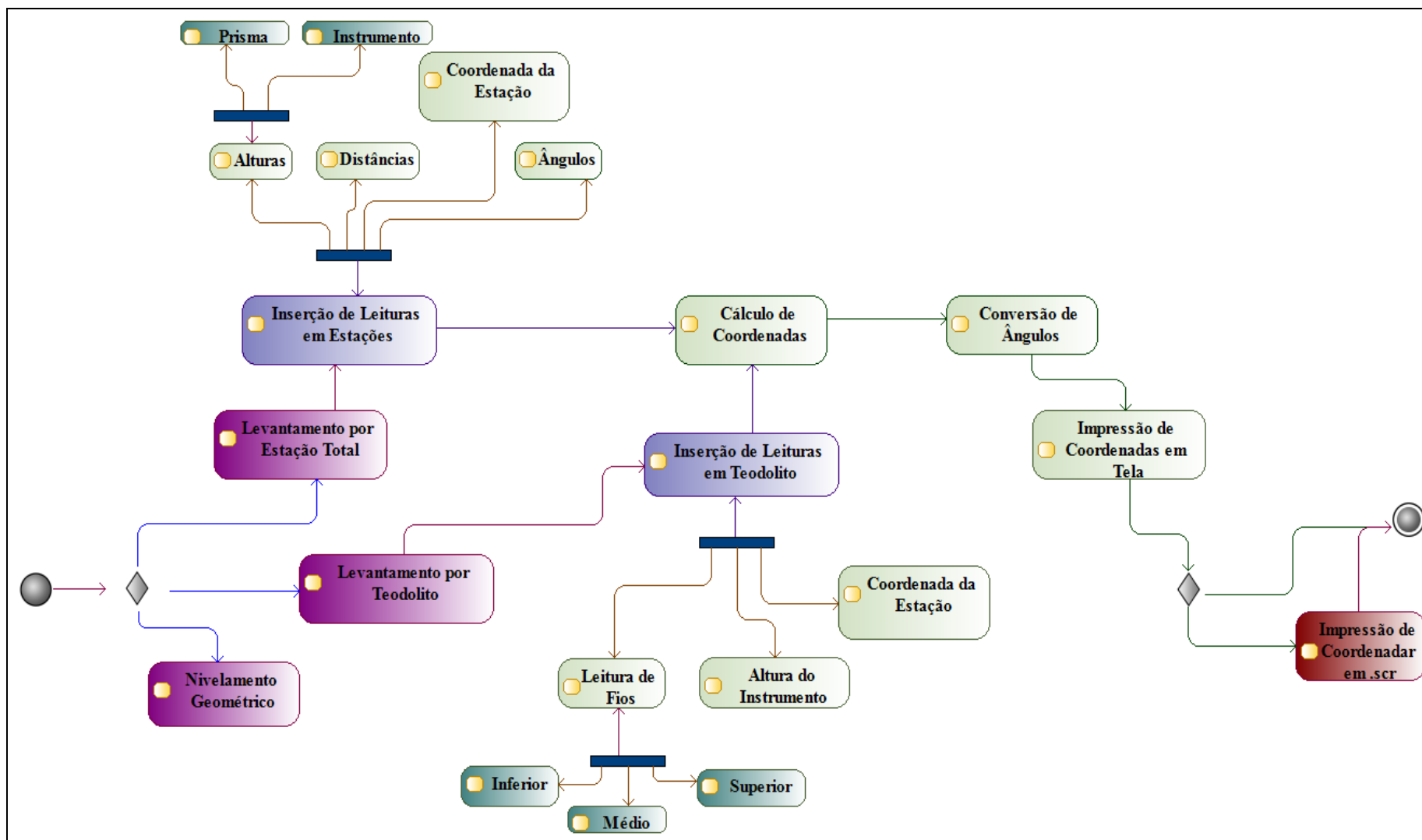


Figura 5. Diagrama de Atividades da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico.

4.2 Diagramas Estruturais e Exportação .scr

Na Figura 6, é visto no Diagrama de Classes, os atributos e métodos para o cálculo de Nivelamento Geométrico inseridos em suas respectivas classes. A Classe *InitialView* é onde estão presentes os componentes da interface inicial, onde é feita a escolha de cálculo. Uma vez escolhido o Nivelamento Geométrico, a ferramenta utiliza da classe *tableObserv*, que usa os atributos declarados na classe *Observ* e constrói a tabela com os resultados dos cálculos de nível, retorna à classe *tableObserv* onde ocorrerá a impressão das cotas calculadas.

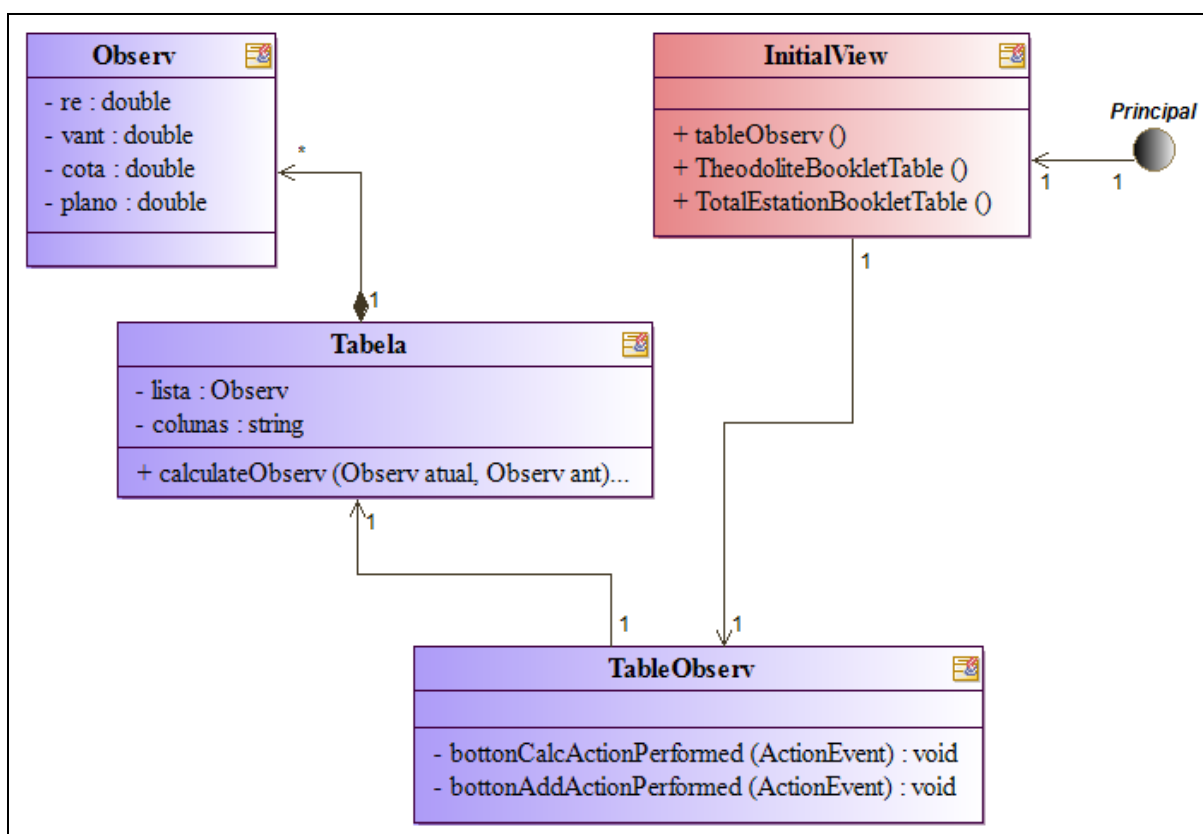


Figura 6. Diagrama de Classes da Ferramenta para Nivelamento Geométrico.

Na Figura 7, o Diagrama de Classes mostra os atributos em operação para o cálculo por Levantamento Planialtimétrico por Teodolito. A partir da classe *InitialView* é associada a classe *TheodoliteBookletTable*, onde são efetuados os cálculos para a gerar as coordenadas. Esta classe, então, se atribui aos objetos e métodos das classes, os atributos nas classes *Equip* e *Theodolite*, construindo com a classe *TheodoliteBookletModel*, a tabela com os resultados do cálculo poligonal de coordenadas, que retornam à classe *TheodoliteBookletTable* para a impressão dos resultados. Com a atualização inicial do aplicativo, foi inserida a função *jButton1ActionPerformed* a estrutura da classe *TheodoliteBookletTable*, possibilitando a composição do arquivo *Script*.

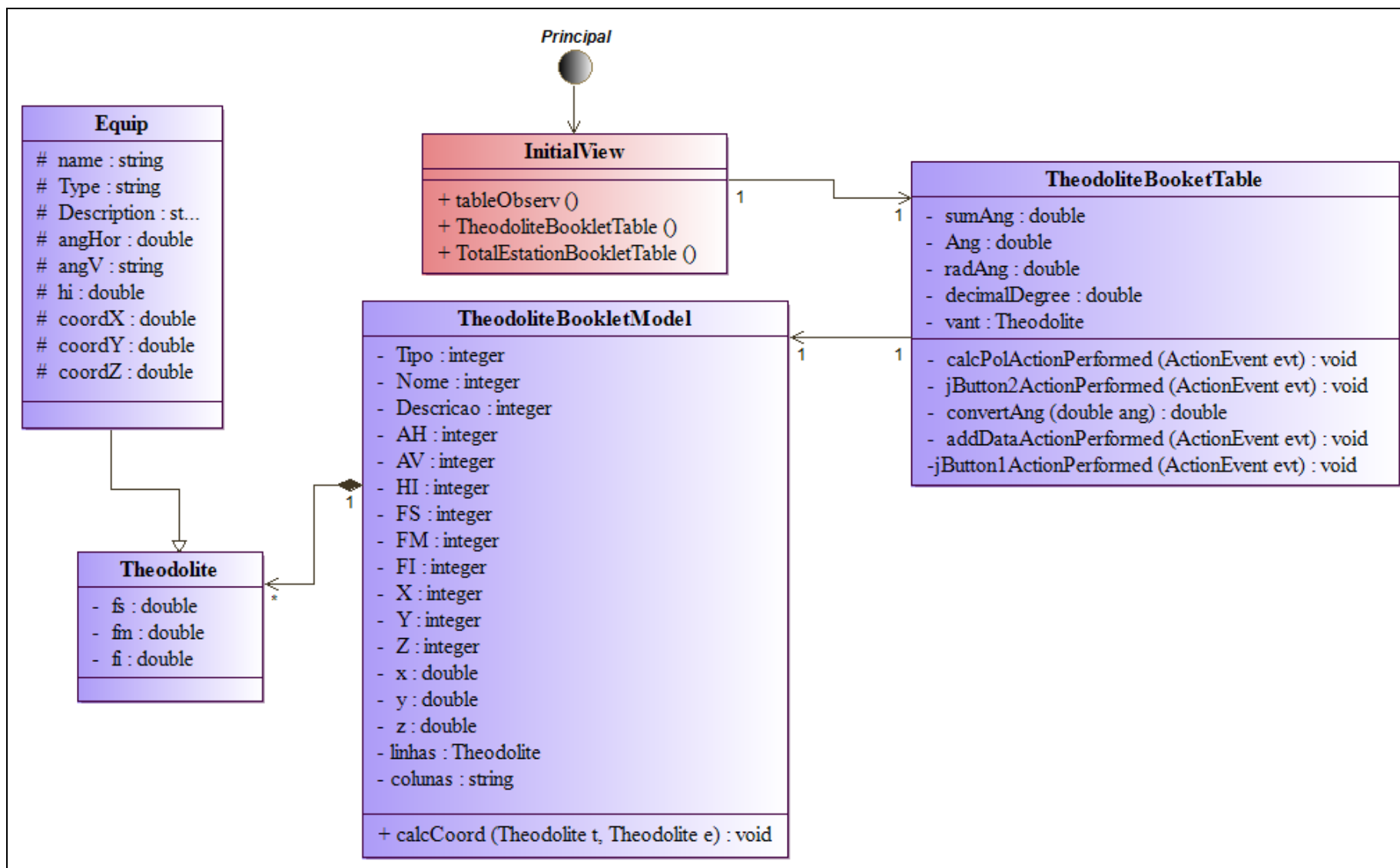


Figura 7. Diagrama de Classes da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Teodolito.

Para a opção de Levantamento por Estação Total, a classe *InitialView*, por sua vez, se associa com a classe *TotalEstationBookletTable* que usa dos atributos declarados nos métodos e objetos das classes *Equip* e *TotalEstation* para receber os dados levantados e calcular as coordenadas que implementam na classe *TotalEstationBookletModel*, a tabela de coordenadas calculadas, como ilustrado na Figura 8. Nesta atualização inicial do aplicativo, foi inserida a função *jButton1ActionPerformed* a estrutura da classe *TheodoliteBookletTable*, possibilitando a composição do arquivo *Script* para posterior uso em ferramenta de manipulação CAD.

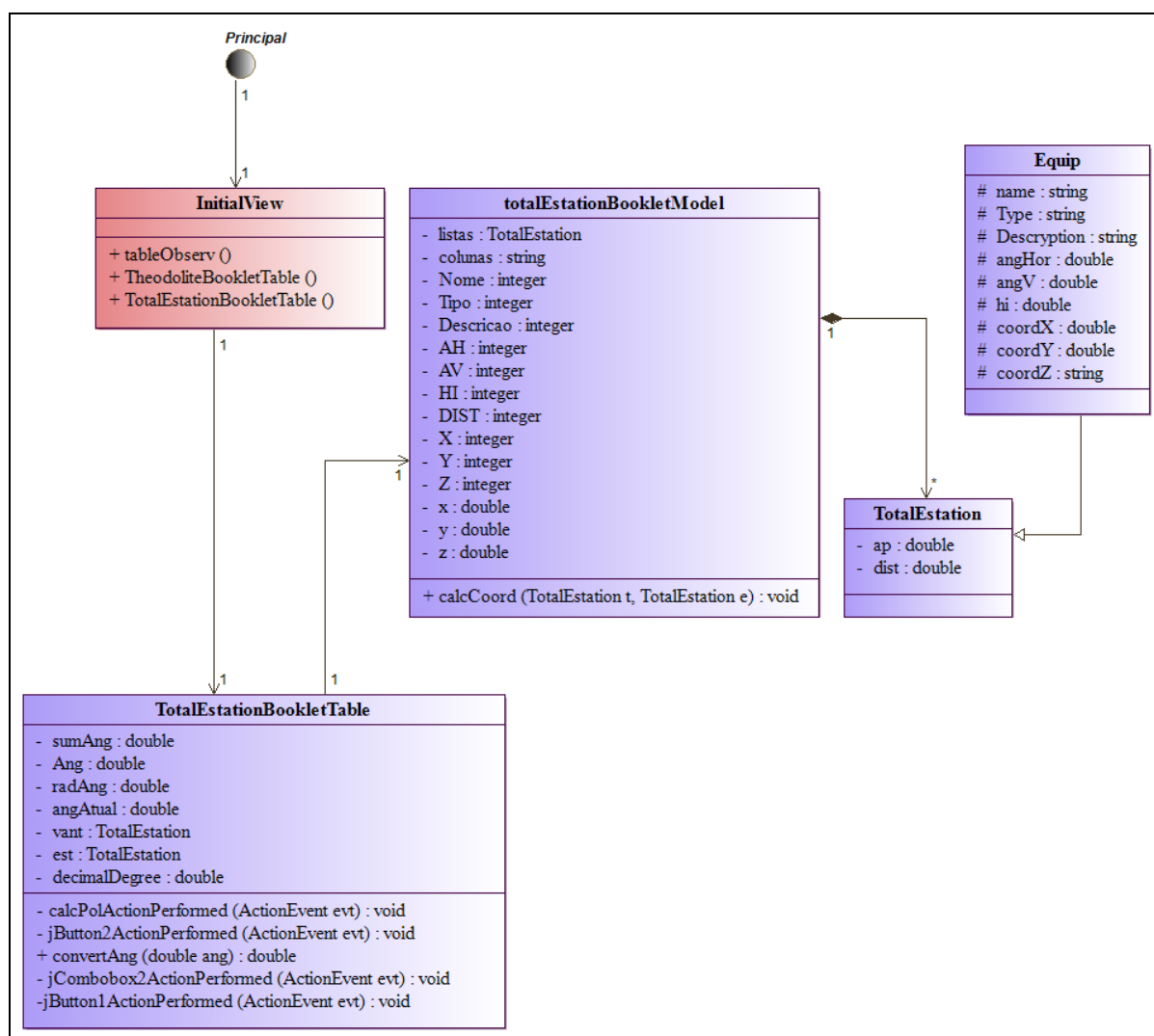


Figura 8. Diagrama de Classes da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Estação Total.

A Figura 9 ilustra o Diagrama de Objeto para a escolha de cálculo do Nivelamento Geométrico, onde são inseridas as aferições de Ré, Vante, Cota e Plano para o primeiro nível e Nome, Ré e Vante para as demais aferições. A partir dos dados disponibilizados por Amorim

(2016), foram calculadas e retornadas então os demais Planos de Referência e Cotas de Nível.

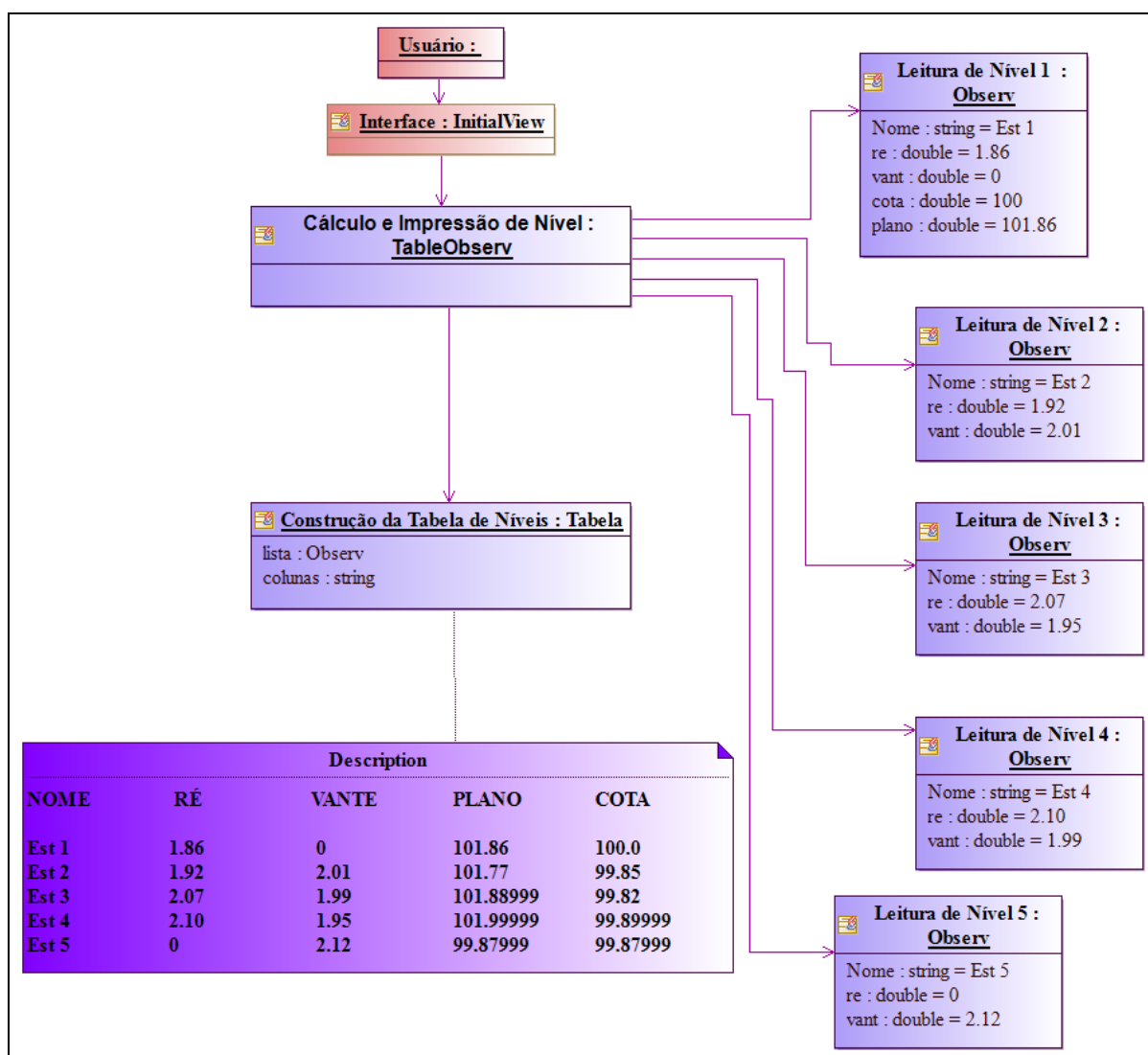


Figura 9. Diagrama de Objetos da Ferramenta para Nivelamento Geométrico.

Na Figura 10 é demonstrado o Diagrama de Objeto para a escolha de cálculo de coordenadas planialtimétricos por Teodolito onde, de início são inseridos as coordenadas e Altura do Instrumento da Estação e as aferições de Descrição, Ângulo Horizontal e Vertical para Ré e pontos Irradiados, assim como os valores para os Fios Inferiores, Médios e Superiores para as demais aferições. A partir dos dados disponibilizados por Amorim (2016), foram calculadas e retornadas as coordenadas de ponto em circuito.

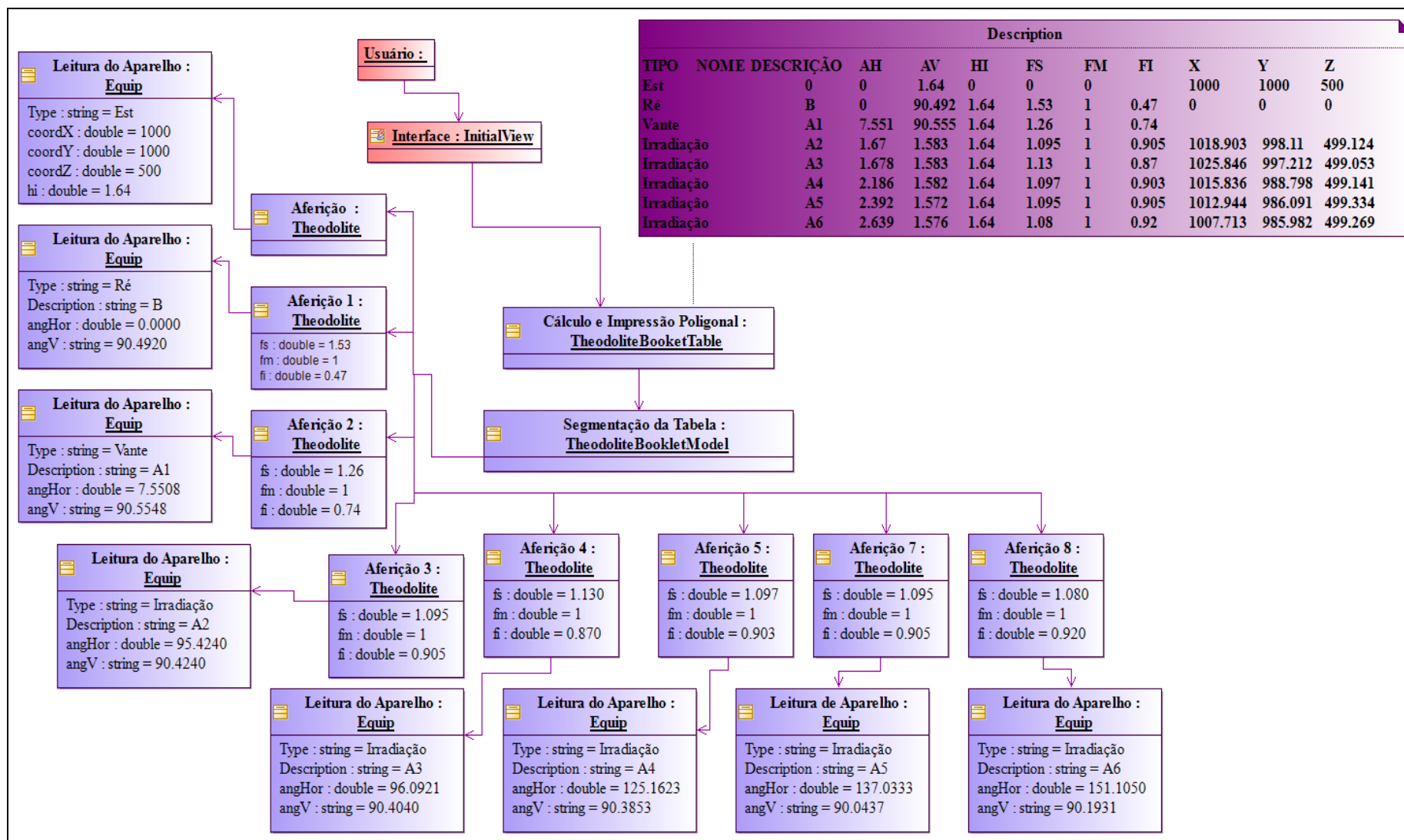


Figura 10. Diagrama de Objetos da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Teodolito.

Na atualização inicial da ferramenta pode ser notada a adição da escolha de impressão, como visto no frame presente na Figura 11, em arquivo com extensão .scr, representado na Figura 12, e sua correspondente constituição na ferramenta externa AutoCAD observada na Figura 13.

Tipo	Nome	Descrição	AH	AV	hi	FS	FM	FI	X	Y	Z
Est			0	0	1,64	0	0	0	1.000	1.000	500
Ré		B	0	90,492	0	1,53	1	0,47	0	0	0
Vante		A1	7,551	90,555		1,26	1	0,74			
Irrad		A2	1,67	1,583		1,095	1	0,905	1018,903	998,11	499,124
Irrad		A3	1,678	1,583		1,13	1	0,87	1025,846	997,212	499,053
Irrad		A4	2,186	1,582		1,097	1	0,903	1015,836	988,798	499,141
Irrad		A5	2,392	1,572		1,095	1	0,905	1012,944	986,091	499,334
Irrad		A6	2,639	1,576		1,08	1	0,92	1007,713	985,982	499,269

Tipo: Desc: AH: AV:
 FS: FM: FI:
 Adicionar
 Calcular Poligonal Calcular Caderneta Arquivo em scr

Figura 11. TOPOFREE – Primeira Atualização da *Frame* para Teodolito.

```

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
point 1000.0,1000.0,500.0|
point 0.0,0.0,0.0
point 1018.9027774647078,998.1095496568679,499.1242108410093
point 1025.8464677042773,997.2123323656318,499.0525889092099
point 1015.8363132769197,988.7984422922077,499.14059107236926
point 1012.9436565649802,986.0909938304919,499.33448428664116
  
```

Figuras 12. Pontos Calculados Apresentados em Arquivo de Extensão .scr.

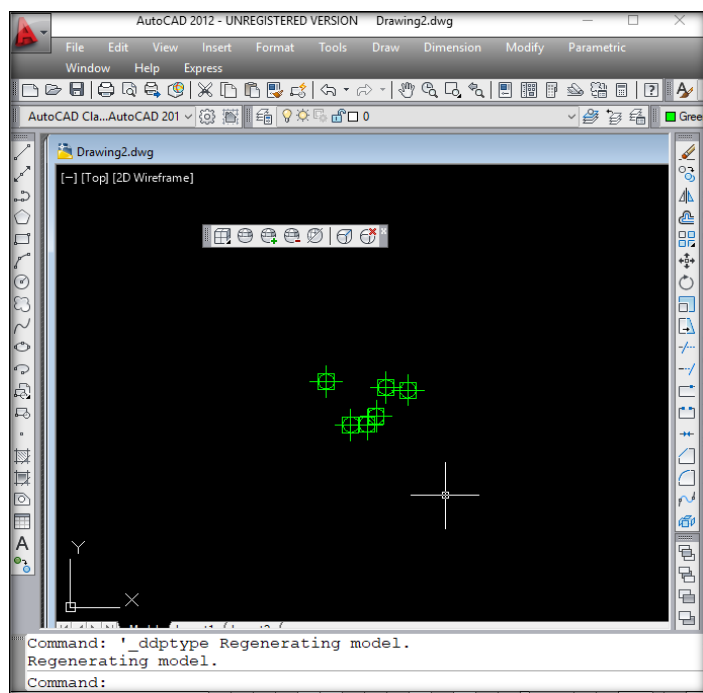


Figura 13. Pontos Calculados Apresentados em Ferramenta Externa.

Na Figura 14 é demonstrado o Diagrama de Objeto para a escolha de cálculo de coordenadas planialtimétricas por Estação Total. De início são inseridas as aferições de Descrição, Ângulo Horizontal e Vertical para Ré, Vante e ponto Irradiado, assim como as Distâncias e Alturas de Prismas para as demais aferições. A partir dos dados disponibilizados por Amorim (2016), foram calculadas e retornadas as coordenadas de ponto em circuito.

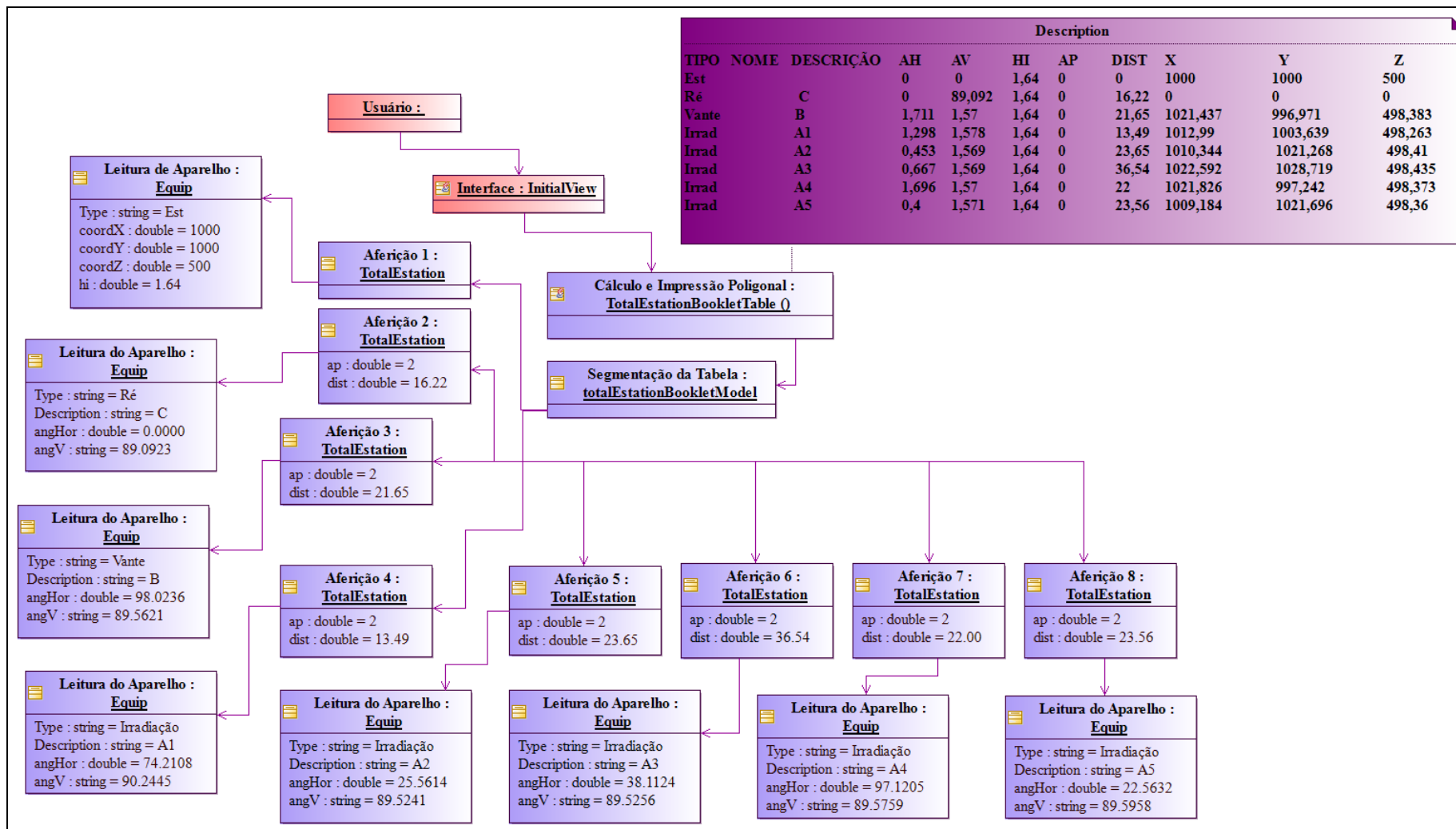


Figura 14. Diagrama de Objetos da Ferramenta para Levantamento Planialtimétrico por Estação Total.

Ainda demonstrando a atualização inicial da ferramenta, onde pode ser notada a adição da escolha de impressão, como visto no frame presente na Figura 15, representado em arquivo com extensão .scr na Figura 16, para as coordenadas calculadas, e sua correspondente constituição na ferramenta externa AutoCAD observada na Figura 17.

Tipo	Nome	Descrição	AH	AV	HI	AP	Dist	X	Y	Z
Est			0	0	1,64	0	0	1.000	1.000	500
Ré		C	0	89,092	0	0	16,22	0	0	0
Vante		B	1,711	1,57		0	21,65	1.021,437	996,971	498,383
Irrad		A1	1,298	1,578		0	13,49	1.012,99	1.003,639	498,263
Irrad		A2	0,453	1,569		0	23,65	1.010,344	1.021,268	498,41
Irrad		A3	0,667	1,569		0	36,54	1.022,592	1.028,719	498,435
Irrad		A4	1,696	1,57		0	22	1.021,826	997,242	498,373
Irrad		A5	0,4	1,571		0	23,56	1.009,184	1.021,696	498,36

Tipo: **Irrad** Desc: AH: AV: Distancia:

Adicionar Calcular Poligonal Calcular Caderneta Arquivo em scr

Figura 15. TOPOFREE – Primeira Atualização da Frame para Estação Total.

```

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
point 1000.0,1000.0,500.0
point 0.0,0.0,0.0
point 1021.4370187228989,996.9706884818353,498.3829867221069
point 1012.990033420613,1003.6385617668737,498.26287729406596
point 1010.3440780174765,1021.2678760098031,498.41033512922337
point 1022.5916306724719,1028.7191542974133,498.43528924715446
  
```

Figuras 16. Pontos Calculados Apresentados em Arquivo de Extensão .scr.

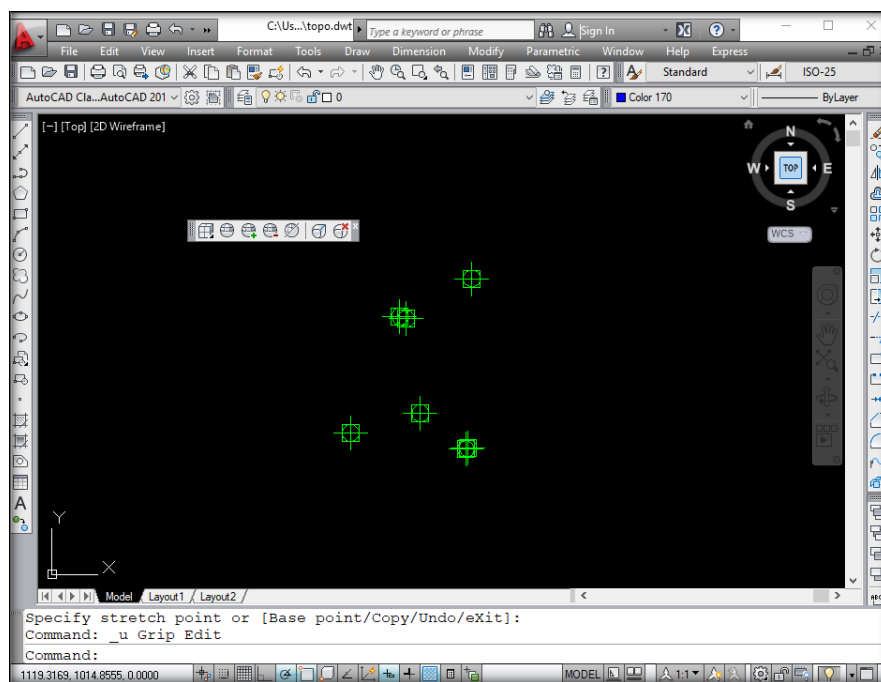


Figura 17. Pontos Calculados Apresentados em Ferramenta Externa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TOPOFREE é uma ferramenta de auxílio acadêmico para levantamento topográfico (AMORIM, 2016) que calcula as coordenadas e os níveis de cota de uma determinada área num circuito percorrido em campo.

O presente trabalho descreveu os processos e componentes internos ao TOPOFREE, analisando a ferramenta em suas funcionalidades e estrutura a partir de diagramas comportamentais e estruturais.

A análise e explicação da ferramenta, efetuada a partir da diagramação de seus componentes na linguagem UML, a visualização do funcionamento do software, a partir da compreensão dos processos em sistema, que são explanados de acordo com suas diferentes dependências demonstradas.

Como atualização gráfica, pode-se evidenciar a possibilidade de exportação de um arquivo de texto com extensão em *script*, que através da ferramenta AutoCAD pode ser importado para demonstrar o comportamento superficial obtido a partir dos cálculos de coordenadas efetuados pela ferramenta TOPOFREE.

Além de apresentar a ferramenta em seu potencial e utilidade, verifica-se também que a utilização dos diagramas para planejamentos futuros, sendo suporte para sugestões de adaptações de linguagem, como Java, C++ e Kotlin, permitindo seu uso em dispositivos móveis ou atualizações gráficas e de incrementação de outros cálculos topográficos, colaborando com a praticidade do TOPOFREE através de estudos mais aprofundados na área.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, N. C. *Desenvolvimento de Software Livre para Processamento de Dados Topográficos – TOPOFREE*. 2016. 27 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Agrimensura) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui. 2016.

ANTUNES, C. **Levantamentos Topográficos – Apontamentos Topográficos**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1995.

AUTODESK INC. **AutoCAD**. Version 2012, 2018. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br>>. Acessado em Maio de 2018.

BILALIS, N. **Computer Aided Design**. Chania: Technical University of Crete, 2000.

BRASIL. Decreto N° 13133, de 25 de Junho de 1994. **Execução de Levantamento Topográfico**, Rio de Janeiro, RJ, Jun 1994.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML – Guia do Usuário**. Rio de Janeiro, Campus, 2000.

BRANDÃO, L. A. M.; PIONA, M. P.; VIEIRA, M. C. *SGE – Sistema Gerenciador de Estoque*. 2011. 81 f. Monografia (Graduação de Tecnologia em Sistemas para Internet) - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins. 2011.

MOTTA, N. A.; VALLE, R. M. **Apostila AutoCAD – Módulo Básico**. Juíz de Fora: Universidade Federam de Juíz de Fora, 2011.

MODELIOsoft: **Modelio**. Version 3.7.01, 2018. Disponível em: <<https://www.modelio.org>>. Acessado em Abril de 2018.

ORACLE: NetBeans IDE. Version 8.2, 2018. Disponível em: <<https://netbeans.org>>. Acessado em Abril de 2018.

OLIVEIRA, C. **Dicionário Cartográfico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1993.

VALDEZ, M. M. A. T. *Novas Metodologias no Ensino e Aprendizagem na Área da Engenharia Eletrotécnica*. 2012. 372 f. Tese (Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Universidade do Porto, Porto, Portugal. 2012.

VIEIRA, R. *Uso da UML na Especificação do Sistema de Informação da Área de Infra-Estrutura da UFRGS*. 2003. 86 f. Monografia (Especialização em Web e Sistemas de Informação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

WILCZEC, G. *Projeto Piloto Sig Web com a Utilização De Softwares Livres para Empresa de Base Florestal*. 2012. 73 f. Monografia (Especialização em Geotecnologias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.