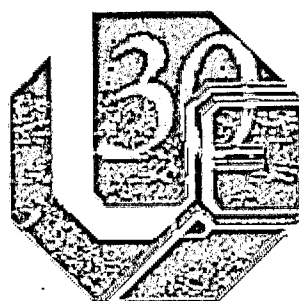


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**



**SISTEMA INTERATIVO DE APOIO**  
**AO APRENDIZADO PARA**  
**PROJETO GEOMÉTRICO DE VIAS**

**DOROTÉA VILANOVA GARCIA**

**SISBI/UFU**



1000215026

**JANEIRO**  
**2004**

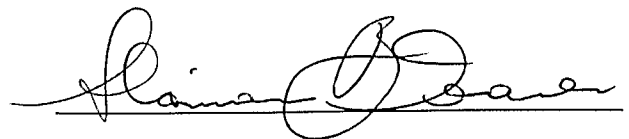
**SISTEMA INTERATIVO DE APOIO  
AO APRENDIZADO PARA  
PROJETO GEOMÉTRICO DE VIAS**

**DOROTÉA VILANOVA GARCIA**

Dissertação apresentada por Dorotéa Vilanova Garcia à Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

---

Prof. Luciano Vieira Lima, Dr. Eng.  
Orientador



Prof. Alcimar Barbosa Soares, Ph.D  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus filhos,  
Jonathan, Danilo e Daphne,  
pela paciência e compreensão.**

## AGRADECIMENTOS

*Nenhum caminho é longo demais quando amigos nos acompanham.*

*Através dessa jornada pude contar com muitos amigos e a eles dedico este meu agradecimento.*

Inicialmente ao meu orientador Professor Luciano por ter acreditado na minha pessoa e no meu trabalho, assim como pela atenção nos momentos vitais do projeto.

Ao meu co-orientador Professor Almanir que acolheu minhas dúvidas e atendeu sempre de pronto aos meus questionamentos na área da Engenharia Civil.

Ao Fernando, pelo incentivo do começo da jornada.

À Simone, que fez das minhas linhas retas, curvas para ilustrar o projeto.

Ao Vitor, pelo retoque das imagens e a presteza em ajudar.

À Marisa, pela dedicação e esforço ao depurar o texto.

Ao Branquinho, pelo espírito crítico ao assistir o seminário.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

E a Deus por estar sempre presente em minha vida.



## RESUMO

**GARCIA, D.V. Sistema Interativo de Apoio ao Aprendizado para Projeto Geométrico de Vias, Uberlândia, 2004, 202p.**

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um ambiente computacional interativo, concebido para auxiliar o projeto geométrico de estradas de rodagem, uma vez que a utilização de *softwares* educacionais no ambiente de ensino-aprendizagem tem sido cada vez mais freqüente em todos os níveis da educação.

Para tanto, foi feita uma pesquisa, envolvendo os conceitos do processo de aprendizagem, isto é, os paradigmas educacionais, a ergonomia de Interface Homem/Máquina e seu envolvimento pedagógico. Foi escolhido um público alvo, o curso de Engenharia Civil, com a finalidade de elaborar os cálculos envolvidos no projeto geométrico de estradas, e a fusão dessas informações convergiu para a elaboração do sistema interativo, gerando uma rica fonte de formação de conhecimento.

O enfoque deste trabalho está centrado em duas propriedades, a saber, uma de caráter ergonômico, usabilidade, e outra de caráter pedagógico, aprendizagem, possibilitando o aprendizado do sistema, bem como o aprendizado no sistema. Assim sendo, foi concebido um simulador para atender aos módulos instrucionais, indicando que há integração entre os critérios de maior conformidade em usabilidade e os critérios de aprendizagem definidos para validar a qualidade pedagógica do *software*.

O processo ensino-aprendizagem deve priorizar o aprendizado dos alunos sobre a forma do ensino de seus professores, pois a instituição educacional, existe em função do aluno, devendo este ser o foco principal. Deste modo, a utilização de *softwares* desta natureza pode auxiliar o desenvolvimento do pensar crítico e do aprender a aprender nos alunos, podendo contribuir para tratar de propostas intelectuais que dificilmente seriam possíveis de serem criadas nas suas melhores formas sem a utilização do computador.

### **Palavras Chaves:**

Ergonomia, Usabilidade, Aprendizagem, Projeto Geométrico de vias, Sistema Interativo, Simulador.

## ABSTRACT

**GARCIA, D.V. Interactive System of Support to the Learning for Geometric Project of Roads, Uberlândia, 2004, 202p.**

This work has as objective to develop an interactive ambient that uses a computer, conceived to aid the geometric project of wheelwork highways, considering that educational softwares in the teaching-learning atmosphere has been more and more frequent in all the levels of the education.

This way, it was made a research, involving the concepts of the learning process, that is, the educational paradigms, ergonomics of man/machine interface and its pedagogic involvement. A target public, the course of Civil Engineering, was chosen with the purpose of elaborating the calculations involved in the geometric project of highways, and the coalition of those information converged for the interactive system elaboration, generating a rich source of knowledge.

The focus of this work is centered in two properties: usability (with an ergonomic character) and learning (with a pedagogic character), facilitating the learning of the system, as well as the learning in the system. So a simulator was conceived to work in agreement with the instructional modules, indicating that there is integration of the approaches of larger conformity in usability and the learning approaches, which are defined to validate the pedagogic quality of the software.

The process teaching-learning should prioritize the students' learning on the form of the teachers' teaching, because the student is the focus of educational institution. This way, the use of softwares of this nature can aid the development of critical thinking and the learning to learn process, contributing for dealing with intellectuals purposes with would be difficultly possible in there best forms without the use of the computer.

### **Key Words:**

Ergonomics, Usability, Learning, Geometric Project of roads, Interactive System, Simulator.

# SISTEMA INTERATIVO DE APOIO AO APRENDIZADO PARA PROJETO GEOMÉTRICO DE VIAS

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS .....	XIV

### CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO .....	2
1.1. Motivação para o Trabalho .....	2
1.2 O Estado da Arte .....	3
1.3 Justificativa .....	5
1.4 Objetivos do trabalho .....	5
1.5 Estrutura da dissertação .....	6

### CAPÍTULO II

MODELO DO AMBIENTE DE ESTUDO .....	9
2.1 Introdução .....	10
2.2 O uso da tecnologia aplicada ao processo de aprender a aprender .....	10
2.3 Características iniciais do ambiente de ensino.....	11
2.3.1 Tipo de projeto .....	12
2.3.2 Dados coletados.....	12
2.3.3 O Projeto de uma rodovia.....	13
2.3.4 Traçado em planta .....	14
2.3.5 Traçado em perfil .....	15
2.4 A ergonomia de Interface Homem/Máquina ( IHM ) no sistema interativo.....	16
2.5 Conclusão.....	18

### CAPÍTULO III

O PROJETO GEOMÉTRICO.....	21
3.1 Introdução .....	21
3.2 Traçado em planta.....	21
3.2.1 Curva Circular Simples .....	21
3.2.2 Curva Circular com Transição .....	29
3.3 Traçado em perfil .....	36
3.3.1 Curva Vertical .....	36
3.3.2 Volume de Terraplenagem.....	39
3.4 Conclusão.....	45

<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>A ELABORAÇÃO DO SISTEMA INTERATIVO.....</b>	<b>47</b>
4.1 Introdução .....	47
4.2 Relacionando o sistema interativo com o paradigma educacional.....	47
4.3 A ergonomia e a pedagogia.....	49
4.4 Etapas de desenvolvimento do Sistema interativo .....	52
4.4.1 Identificação dos requisitos .....	53
4.4.2 Identificação das restrições e obstáculos do desenvolvimento de <i>software</i> .....	54
4.4.3 Representação de requisitos .....	55
4.4.4 Comunicação de requisitos.....	57
4.4.5 Preparação para validação de requisitos do <i>software</i> .....	63
4.4.6 Gerenciar o processo de definição de requisitos .....	64
4.5 O Projeto Instrucional .....	64
4.5.1 Escolha da Metáfora .....	65
4.5.2 Projeto de Interfaces .....	65
4.5.3 Alguns Requisitos Não Funcionais .....	69
4.6 A Implementação .....	69
4.7 Conclusão.....	70
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>EXERCITANDO O SISTEMA INTERATIVO .....</b>	<b>72</b>
5.1 Introdução .....	72
5.2 Estudo de caso no traçado em planta .....	72
5.3 Estudo de caso no traçado em perfil .....	82
5.4 Conclusão.....	89
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>92</b>
<b>ANÁLISE COMPARATIVA .....</b>	<b>92</b>
6.1 Introdução .....	92
6.2 A Educação tradicional .....	92
6.3 A Educação interativa .....	94
6.4 A Educação tradicional <i>versus</i> interativa.....	95
6.5 Perfil educacional da área de atuação .....	96
6.6 A evolução dos instrumentos educacionais na aprendizagem .....	98
6.7 Conclusão.....	100
<b>CAPÍTULO VII</b>	
<b>AVALIAÇÃO SOMATIVA .....</b>	<b>103</b>
7.1 Introdução .....	103
7.2 Fatores educacionais .....	103
7.3 Fatores de âmbito técnico .....	107
7.4 Conclusão.....	113
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>	<b>115</b>
<b>CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>115</b>
8.1 Conclusão.....	115
8.2 Trabalhos Futuros .....	117

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO A</b>	
Impressão do relatório da Curva Circular com Transição .....	125
<b>ANEXO B</b>	
Impressão do Diagrama de Massa .....	127
<b>ANEXO C</b>	
Impressão do relatório do Volume de Terraplenagem.....	129
<b>ANEXO D</b>	
Questionário aplicado na Avaliação Somativa .....	131
<b>ANEXO E</b>	
Opinião dos Profissionais e Alunos da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília - Cidade de Santos .....	134

# LISTA DE FIGURAS

## CAPÍTULO II

<b>MODELO DO AMBIENTE DE ESTUDO .....</b>	<b>10</b>	
Figura 2.1	Uso da tecnologia .....	10
Figura 2.2	Coordenadas U.T.M.....	12
Figura 2.3	Diretriz geral de uma estrada .....	13
Figura 2.4	Tipos de curvas horizontais ) .....	14
Figura 2.5	Perfil Longitudinal .....	15
Figura 2.6	Perfil Longitudinal .....	16
Figura 2.7	Ficha de Identificação – Tipo de Projeto. ....	17
Figura 2.8	Ficha de Identificação – Dados do projeto .....	17
Figura 2.9	Ficha de Identificação – Traçado em Planta ou Perfil .....	18

## CAPÍTULO III

<b>O PROJETO GEOMÉTRICO.....</b>	<b>21</b>	
Figura 3.1	Curva horizontal circular simples .....	22
Figura 3.3	Locação de curvas circulares por ângulos de deflexão .....	25
Figura 3.4	Curva horizontal com espirais de transição simétricas .....	30
Figura 3.5	Elementos para locação da espiral de transição .....	35
Figura 3.6	Parábola de 2º grau simples .....	37
Figura 3.7	Prismóide formado num tramo de rodovia .....	39
Figura 3.8	Off-Set em Aterro .....	40
Figura 3.9	Off-Set em Corte.....	41
Figura 3.10	Seção de Passagem .....	42

## CAPÍTULO IV

<b>A ELABORAÇÃO DO SISTEMA INTERATIVO.....</b>	<b>47</b>	
Figura 4.1	Diagrama de casos de uso que será implementado no sistema.....	53
Figura 4.2	Diagrama de Navegação caracterizando a representação dos requisitos .....	56
Figura 4.3	Modelo de caso de uso – simplificado .....	57
Figura 4.4	Ícones <i>Rational Rose 2000</i> .....	58
Figura 4.5	Diagrama de atividade do estudo da Curva Circular Simples .....	58
Figura 4.6	Diagrama de atividade do estudo da Curva Circular com Transição.....	59
Figura 4.7	Diagrama de atividade do estudo da Curva Vertical .....	60
Figura 4.8	Diagrama de atividade do estudo do Volume de Terraplenagem .....	61
Figura 4.9	<i>Layout</i> da tela de entrada .....	67
Figura 4.10	<i>Layout</i> da Ficha de Identificação .....	68
Figura 4.11	Proposta de uma janela de navegação do sistema.....	68

## CAPÍTULO V

<b>EXERCITANDO O SISTEMA INTERATIVO .....</b>	<b>72</b>	
Figura 5.1	Traçado em planta.....	73
Figura 5.2	Dados de entrada.....	74
Figura 5.3	Coefficiente de atrito e comprimento mínimo da espiral.....	75

Figura 5.4	Distância entre estações, Rumos, Azimutes e Ângulo Central.....	76
Figura 5.5	Área de navegação do sistema interativo.....	77
Figura 5.6	Adoção do raio.....	77
Figura 5.7	Comprimento de transição.....	78
Figura 5.8	Valores do trecho circular com transição e trecho circular simples.....	79
Figura 5.9	Estaqueamento dos pontos principais.....	79
Figura 5.10	Parâmetros de Locação – trecho da curva de transição.....	80
Figura 5.11	Parâmetros de Locação – trecho da curva circular simples.....	81
Figura 5.12	Tela de conclusão da emissão de relatório.....	82
Figura 5.13	Traçado em Perfil.....	83
Figura 5.14	Entrada de Dados para o Volume de Terraplenagem.....	84
Figura 5.15	Alterando entrada de dados.....	84
Figura 5.16	<i>Off-Set</i> em Aterro.....	85
Figura 5.17	<i>Off-Set</i> em Corte.....	86
Figura 5.18	Volume de Terraplenagem.....	87
Figura 5.19	Diagrama de Massas – Diagrama com zoom.....	88
Figura 5.20	Tela de conclusão da emissão de relatório.....	89

## CAPÍTULO VII

<b>AVALIAÇÃO SOMATIVA.....</b>	<b>103</b>	
Gráfico 7.1	Conteúdo.....	105
Gráfico 7.2	Fatores Educacionais.....	106
Gráfico 7.3	Sistema.....	108
Gráfico 7.4	Usabilidade.....	109
Gráfico 7.5	Recursos Visuais.....	111
Gráfico 7.6	Suporte.....	112

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>O PROJETO GEOMÉTRICO</b> .....	<b>21</b>
Tabela 3.1 Cálculo do Azimute em função do rumo .....	24
Tabela 3.2 Velocidade de projeto por região .....	25
Tabela 3.3 Taxa máxima de super-elevação admissíveis, $e_{max}$ .....	26
Tabela 3.4 Valores máximos admissíveis para os coeficientes de atrito transversal.....	26
Tabela 3.5 Valores-limite dos raios R acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição .....	29
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>ANÁLISE COMPARATIVA</b> .....	<b>92</b>
Tabela 6.1 Educação tradicional versus Interativa .....	96
Tabela 6.2 Características dos estudantes e professores dos cursos de Engenharia.....	97



## LISTA DE ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
CESUPA	Centro de Ensino Superior do Pará
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
IHM	Interface Homem/Máquina
UTM	Universal Transverse Mercator
UML	Unified Modeling Language

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

*“Não se pode ensinar tudo a alguém,  
pode-se apenas ajudá-lo a encontrar por  
si mesmo”.*

Galileu Galilei

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Motivação para o Trabalho

Vivemos num contexto muito diferente do que existia no início do século em diversos aspectos. Um dos mais interessantes em que se pode notar essa incrível diferença é em relação à quantidade de conhecimentos e informações produzidas nas diversas áreas.

Para comprovar o fato, uma analogia muito interessante foi apresentada pelo Prof. Dr. Francisco César de Sá Barreto, Reitor da Universidade Federal de Minas Gerais, na palestra "A universidade brasileira e a universidade do amanhã" (proferida na Instituição de Ensino Superior Centro de Ensino Superior do Pará – CESUPA - Belém-PA em 17/03/2001), comparando a produção do conhecimento e o volume de informações disponíveis nos séculos XVIII e XX em relação à capacidade de absorção de uma pessoa (considerando que esteja preparada para tal estudo):

*“A quantidade de livros disponíveis no início do século XVIII na Biblioteca de Oxford sobre Filosofia Experimental era da ordem de 200 exemplares. Isso significa que uma pessoa lendo-os de segunda a sexta-feira, 8 horas/dia, teria ao final de um ano lido todos os 200 volumes. No século XX, a produção diária é da ordem de 20 milhões de trabalhos por ano em todas as áreas de conhecimento. Considerando apenas a área de Bioquímica, onde são publicados 60 mil trabalhos por ano, se uma pessoa passasse um ano, lendo um artigo por hora, durante 10 horas por dia, durante todos os 365 dias do ano, teria lido apenas 6% do que foi publicado somente naquele ano”.*

Assim, num contexto em que a quantidade de informações já existentes, adicionada à produzida diariamente, excede em muito a que pode ser absorvida por uma pessoa durante toda sua vida, torna-se extremamente necessário buscar formas de potencializar o aprendizado através de ferramentas apropriadas. É incoerente, com a realidade do mundo, que os alunos sejam levados a simplesmente absorver conteúdos de informações apresentados no decorrer de sua vida como estudante, pois, antes de tudo, as atividades propostas pelos professores deveriam estimulá-los a desenvolver habilidades para utilizar, relacionar, analisar e avaliar tais

informações, levando-as para fora da sala de aula e relacionando-as com elementos comuns a ele. São essas habilidades que (SEABRA, 1993) chama de **pensar crítico**: *habilidades compostas por elementos que constituem o pensamento crítico*. Se a sala de aula se propõe a desenvolver esse pensar crítico, ele será levado então para fora dela, sendo extremamente útil, como fator facilitador frente à tão necessária atualização em qualquer área de conhecimento em que os alunos atuem.

É baseado nesse raciocínio que (ALMEIDA, 1999) afirma: *O mercado de trabalho atual está constantemente exigindo que seus profissionais não possuam somente a habilidade de memorizar fatos, mas também que tenham habilidade para aprender novos métodos e novas aptidões*. Isso é chamado na literatura de **aprender a aprender**.

Atualmente as universidades não têm conseguido, com a abordagem tradicional, garantir uma adaptação significativa, crítica e duradoura por parte dos alunos, que sirva como instrumento de construção da cidadania e de transformação da realidade. A quantidade de novas informações que estão sendo geradas e que o foram últimas décadas é muito grande, tornando-se cada vez mais difícil para o professor detê-las para poder transmitir ao aluno.

É com o objetivo de alterar o cenário atual e garantir melhor qualidade ao ensino superior tradicional que novas abordagens, utilizando novas tecnologias, precisam ser adaptadas para o processo de ensino-aprendizagem.

## 1.2 O Estado da Arte

A educação é alvo constante de preocupações, debates e investimentos por parte dos governos, empresários e da sociedade como um todo. Hoje é discutida a importância de se repensar as práticas pedagógicas para enfrentar os desafios provenientes da globalização e da revolução nas tecnologias da informação.

Com intuito elucidativo, foi feita uma pesquisa para sinalizar a utilização e o desenvolvimento de ferramentas que dão suporte aos alunos dos cursos de Engenharia Civil em nível nacional, baseada em dados colhidos em três conceituadas instituições de ensino superior.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a introdução recente de rotinas de apoio à decisão no ambiente de sistemas de informação geográfica (SIG) tem possibilitado um aumento na flexibilidade e na complexidade das análises efetuadas com essa ferramenta. O processamento e a análise das informações espaciais foram realizadas com o uso dos módulos

de apoio à decisão do software **IDRISI**. As simulações geradas têm objetivado o cálculo da área total ocupada pela faixa de domínio da estrada e a área de mata nativa atingida, bem como o perfil altimétrico da alternativa de traçado. Os resultados das simulações constituem subsídios importantes à tomada de decisão sobre as melhores alternativas de traçado, possibilitando uma escolha mais racional dos pontos de vista técnico, ambiental e econômico.

Na Escola de Engenharia de São Carlos – USP, utiliza o software **INROADS**, que contempla as mais diversas áreas de atuação de um projeto de vias, abrangendo desde o tratamento do terreno até a construção, além de outros módulos complementares capacitando a execução do projeto como um todo. A empresa *Bentley* criou, a partir de abril de 2000, uma prestação de serviço de cunho acadêmico através da *Bentley Education Network*, propiciando alunos, professores e pesquisadores a ter acesso ao leque de ferramentas para servir de suporte ao desenvolvimento educacional.

Outro projeto encontrado nesta pesquisa é o **RODPROW**, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em parceria com o Instituto de Matemática Pura e Aplicada do Rio de Janeiro, sendo o mesmo parte integrante da dissertação de mestrado de um dos autores, a saber, Reynaldo Cosati Medeiros. Esse software focaliza três vistas com as quais o projetista está normalmente acostumado a trabalhar em papel: a superior, produzida pelo programa **PLANTA**; a longitudinal, produzida pelo programa **PERFIL**, e a das seções transversais ao alinhamento, produzido pelo programa **SECOES** — subsídios disponíveis para melhoria da qualidade de vida dos usuários inseridos neste contexto.

Todas as citações feitas acima se encontram documentadas na mídia ótica deste trabalho para quaisquer tipos de consulta e constatação, porém é fundamental observar que caminhos são criados e novos horizontes são delineados na busca incessante da melhoria da qualidade de ensino.

Esse tipo de cenário torna-se uma mola propulsora para esta nova pesquisa, com a qual se espera desenvolver um sistema interativo de apoio ao aprendizado que possa contemplar as necessidades dos aprendizes da área de Engenharia Civil, no tocante aos cálculos que compreende o projeto de geométrico de estradas.

### 1.3 Justificativa

Os recursos de informática estão sendo incorporados na educação, na medida em que se verifica a tendência gradativa de assimilar novas concepções de organização do trabalho e novas tecnologias de informação presentes na sociedade atual.

Essa transformação implica novas idéias de conhecimento e de aprendizagem, sendo função da escola, conciliada ao papel do professor e do aluno. A reconstrução do conhecimento é considerada o critério diferencial da pesquisa, englobando teoria e prática. Requer que o professor e o aluno manejem as informações com princípio científico e educativo e a tenham como atitude cotidiana.

O desenvolvimento de software educacional que atende este tipo de necessidade fundamenta-se no paradigma construtivista caracterizado por uma compreensão do aprender como construção, com envolvimento ativo e reflexivo do aluno. Isso acarreta uma mudança tanto no papel do aluno quanto do professor. O primeiro deixa de ser um simples receptor de informações para tornar-se um aprendiz ativo no processo de reconstrução do seu conhecimento; o segundo deixa de ser o detentor único do conhecimento e passa a ser o orientador e parceiro dos alunos durante o processo.

Espera-se contribuir efetivamente na melhoria dos sistemas de ensino-aprendizagem suportados por novas tecnologias.

### 1.4 Objetivos do trabalho

O **objetivo geral** desta pesquisa é verificar a possível integração entre propriedades de **usabilidade e aprendizagem**, gerando qualidade pedagógica para o software educacional. As investigações iniciais na área **IHM** – Interface Homem/Máquina – indicam um grande hiato quando se trata de modelos de software educativo. O que se encontra são propostas consistentes de usabilidade, centradas nos aspectos ergonômicos na relação de interatividade homem máquina.

Entende-se que, tanto na área da ergonomia como da pedagogia, **aprender o sistema**, ou operar o sistema (usabilidade), é diferente de **aprender mediatizado pelo sistema** (aprendizagem). Pressupõe-se que essas duas dimensões na relação **IHM** estão intimamente ligadas, sendo possível desenvolver um sistema contemplando essas propriedades fundamentais para conferir a **qualidade pedagógica** a um software educacional.

Para atingir o objetivo geral, foram criados outros específicos que orientarão a pesquisa, a saber:

- ✗ O uso da tecnologia aplicada ao processo de aprender a aprender;
- ✗ A ergonomia de Interface Homem/Máquina;
- ✗ O conhecimento técnico para criar um projeto geométrico de estradas;
- ✗ Os paradigmas educacionais relacionados ao sistema interativo;
- ✗ A influência pedagógica na ergonomia para promover o processo de aprendizagem;
- ✗ Criação das etapas de desenvolvimento do sistema interativo;
- ✗ A metáfora e os projetos de interfaces que alicerça o processo instrucional;
- ✗ Análise comparativa da educação tradicional e interativa com suas implicações;

Apoiado nesses conceitos, desenvolveu-se um software educacional, cujo objetivo é implementar um sistema específico interativo que auxilie os alunos do curso de Engenharia Civil ou profissionais da área a elaborar os cálculos envolvidos no projeto geométrico de estradas, através do aprendizado dos conceitos e técnicas elementares relacionados com o projeto de vias.

## 1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação abrange um total de oito capítulos incluindo este, introdutório, com a finalidade de esclarecer e responder a expectativa do estudo ora proposto.

Para tanto, foi criado o **capítulo dois** que tem a intenção de nortear o alicerce inicial da pesquisa, ou seja, focar o processo de *aprender a aprender* utilizando recursos para a transmissão de conhecimentos, destacando a utilização do computador como um amplificador de potencialidades, combinado com um software educacional que contextualize o processo. Todos esses conceitos devem convergir para o tema em discussão; assim sendo, são levantadas as referenciais técnicas da área de Engenharia Civil que irão balizar os futuros cálculos analíticos, modelando essas informações em uma ergonomia que promoverá a interface homem/máquina, a qual se apóia em escolhas, caracterizando a interatividade do usuário e capacitando-o para proceder a um cálculo analítico específico devidamente selecionado.

Em seguida, no **capítulo três**, o escopo representa a abordagem estritamente técnica na área de Engenharia Civil, com a finalidade de identificar os termos técnicos, suas definições, as implicações analíticas de cada caso, bem como os requisitos para futuro desenvolvimento,

suas restrições e seus obstáculos, de tal sorte que atenda aos objetivos instrucionais, a fim de torná-lo um agente facilitador para o desenvolvimento do sistema interativo de apoio ao aprendizado.

No **capítulo quatro**, a atenção é dirigida para a elaboração do sistema interativo, em que se discute os paradigmas educacionais, apoiada no conceito construtivista, com enfoque heurístico e numa abordagem branda, sinalizando a concepção de um simulador para atender os módulos instrucionais necessários a esse desenvolvimento. A ergonomia responsável pela interface homem/máquina contribui com o conceito de usabilidade, convergindo para o *aprendizado do sistema*, enquanto que a pedagogia sinaliza o conhecimento e a compreensão, caracterizando a *aprendizagem no sistema*. São criadas então as etapas de desenvolvimento, a saber: identificação, restrições e obstáculos, representação, comunicação e validação dos requisitos. No projeto instrucional, busca-se a convergência desses conceitos a fim de estabelecer a relação entre o usuário e o sistema; assim, escolhe-se a metáfora, cria-se o projeto de interfaces e observam-se alguns requisitos não funcionais, gerando uma rica fonte de formação de conhecimento.

O conteúdo do **capítulo cinco**, gera-se estudos de casos para que se tenha condição de exercitar o uso do sistema interativo de apoio ao aprendizado, contemplando o traçado em planta na opção curva circular com transição, bem como o traçado em perfil, exemplificando a opção volume de terraplenagem. Pode-se constatar, então, que ocorre a construção de situações que se assemelham com a realidade e enfatizam a exploração autodirigida, criando modelos dinâmicos dentro do contexto abordado, oferecendo ainda a possibilidade de o usuário desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar conceitos, dessa forma efetuando a convergência dos conceitos e fundamentos discutidos nos capítulos anteriores.

O **capítulo seis** versa sobre uma breve análise de como está hoje o processo de ensino através da educação tradicional, na qual os alunos são meros receptores e o professor tem o papel de transmitir o conhecimento, adquirido ao longo dos anos, para os alunos. Também é discutida a educação interativa, segundo a qual o aluno passa a ter um comportamento ativo e o professor torna-se um facilitador do ensino, contrapondo-se à educação tradicional. Em seguida, é feita uma comparação dos modelos de ensino-aprendizagem tradicional e interativo; levanta-se o perfil educacional da área de atuação, sugerindo a necessidade e premência da alteração da educação tradicional. Para finalizar, apresenta-se a evolução dos



instrumentos educacionais na aprendizagem, que demonstram o desenvolvimento tecnológico e sua utilização na busca da melhoria pela qualidade de ensino.

O **capítulo sete** apresenta uma avaliação somativa feita no final do processo, com o produto acabado, levando em consideração os fatores educacionais, bem como os fatores de âmbito técnico. Essa avaliação tem a intenção de sinalizar o primeiro *feedback* deste processo junto ao público alvo, isto é, alunos, engenheiros civis, bem como pedagogos e profissionais da área de computação, contemplando uma visão globalizada na elaboração e desenvolvimento do sistema interativo, com a intenção indicar a qualidade almejada do processo instrucional.

No **capítulo oito**, são discutidas algumas das dificuldades encontradas no decorrer da pesquisa, as suas principais contribuições e recomendações para trabalhos futuros, visando à continuidade desta linha de pesquisa.

# CAPÍTULO II

## MODELO DO AMBIENTE DE ESTUDO

*“Saber lidar com o computador e utilizar diferentes recursos fornecidos pelo mesmo, não significam necessariamente que se esteja preparando para realizar a tarefa do docente de maneira autônoma, e sim servir de mediador entre o aluno e a aprendizagem”.*

## CAPÍTULO II

### Modelo do ambiente de estudo

#### 2.1 Introdução

Este capítulo busca consolidar a trilogia entre o *processo de ensino aprendizagem* com seus conceitos didáticos pedagógicos, o *conhecimento técnico* inicial, necessário na área da Engenharia Civil, caracterizando o escopo do estudo e a preocupação *ergonômica da interface homem/máquina*, na concepção de um ambiente amigável.

#### 2.2 O uso da tecnologia aplicada ao processo de aprender a aprender

São várias as ferramentas que podem auxiliar os alunos no processo de aprender a aprender, e o uso do computador é uma delas, servindo como um grande aliado, isto é, um amplificador de capacidades, e, segundo (BARRETO, 1999), *ajudando a desenvolver a capacidade de aprender a aprender e personalizando a transmissão de conhecimentos no processo de aprendizado contínuo*.



Figura 2.1 - Uso da tecnologia - Fonte: BARRETO (1999).

Na Figura 2.1, são mostrados os elementos existentes em uma determinada sociedade. As instituições de ensino devem estar atentas às necessidades da mesma frente às constantes mudanças de seus interesses, e como os membros dessas instituições também fazem parte da

sociedade, estão intimamente comprometidos na formação e aperfeiçoamento daqueles colocados sob sua responsabilidade. O computador, que aqui representa as diversas tecnologias de informática existentes e usadas na educação, pode ser usado como amplificador de potencialidades na capacitação dos alunos, professores e da instituição de ensino.

Percebe-se que há motivações diferentes para o uso do computador nas diversas áreas. Em algumas o computador é um dos meios viáveis para determinadas aplicações, como é o caso da Engenharia Civil, que permite tutoriais, exercitação e prática, simulações, monitorações, bem como cálculos das mais diversas formas em áreas afins, contudo, diferentemente desse campo, estão as aplicações do computador no setor educacional (ALMEIDA, 1999). Há vários meios para se trabalhar em educação, sendo o uso do computador um deles, e certamente não é o mais apropriado em todas as situações. Tudo depende do emprego que se faz dele e dos tipos de conhecimentos.

Concorda-se com (RAMOS, 1996), quando a mesma questiona se uma aplicação computacional qualquer e o *software* utilizado não são, intrinsecamente também, um ambiente de aprendizado, apesar de alguns *softwares* serem desenvolvidos já visando o uso no processo educativo, enquanto outros são desenvolvidos para outros fins. (GIRAFFA, 1999) coloca que: “*Todo programa pode ser considerado um programa educacional desde que utilize uma metodologia que o contextualize no processo ensino-aprendizagem*”. Assim qualquer *software* pode ser utilizado no processo educacional, dependendo da criatividade de seus usuários.

Apoiado nessas considerações, desenvolveu-se o *Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador*, com a preocupação de adquirir conhecimento a partir de informações de especialistas da área educacional, sobre os aspectos ligados ao processo ensino-aprendizagem que deveriam estar presentes no sistema interativo de apoio ao aprendizado.

## **2.3 Características iniciais do ambiente de ensino**

O trabalho ora apresentado versa sobre os aspectos básicos relacionados com o projeto geométrico de vias, dando ênfase, neste presente momento, para rodovias, no qual se destaca procedimentos de cálculos analíticos utilizados, para a definição dos parâmetros que caracterizam a geometria das rodovias adequadamente projetadas.

O objetivo principal é implementar um sistema especialista interativo que auxilie os alunos do curso de Engenharia Civil, ou profissionais da área, a elaborar os cálculos

envolvidos no projeto geométrico de estradas, através do aprendizado dos conceitos e técnicas elementares relacionados com o projeto de vias, supondo que seja o primeiro contato do aluno junto a um sistema computacional dessa natureza.

### 2.3.1 Tipo de projeto

O tipo de projeto é a classificação quanto à destinação da via, com respeito aos modos de transportes, ou seja:

- **Rodovia** — destinada ao uso de veículos rodoviários, cuja superestrutura é composta de camadas que compõem o pavimento da via;
- **Ferrovia** — destinada ao uso de veículos ferroviários, cuja superestrutura é composta de camadas que compõem a via permanente.

### 2.3.2 Dados coletados

Os dados coletados para o traçado do respectivo modal de transporte são referenciados por **Coordenadas U.T.M. (Universal Transverse Mercator)**, cujas informações estão contidas em plantas topográficas ou mapas digitalizados, em um sistema de coordenadas globais, com base em latitudes e longitudes no globo terrestre, como mostra a figura 2.2, e podem ser processadas de forma imediata pelo sistema.

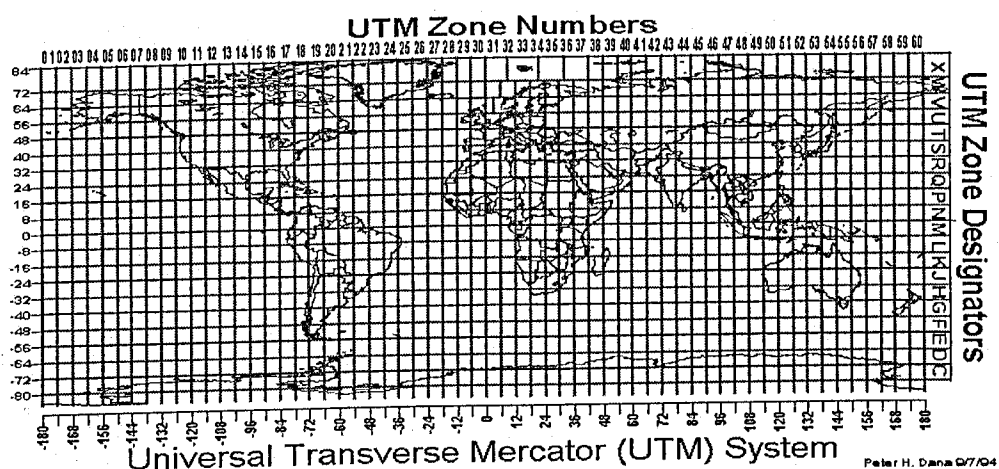


Figura 2.2 – Coordenadas U.T.M.

Fonte: [http://www.uco.es/~bb1rofra/documentos/utm/coordenadas\\_utm.html](http://www.uco.es/~bb1rofra/documentos/utm/coordenadas_utm.html)

Além dessa forma de coleta dos dados, o sistema permite outros modais tais como:

- *Palm-DeskTop* — possibilita que as informações sobre os dados de campo estejam contidas em um computador de mão tipo Palm-DeskTop e possam ser transmitidas para o computador que abriga o sistema;
- *Estações Totais* — possibilita que as informações de campo estejam contidas em mídias magnéticas, cujos dados sejam gerados nesses tipos de aparelhos de locação topográfica e possam ser transmitidos para o computador que abriga o sistema;
- *G.P.S.* — possibilita que as informações sobre os dados de campo provenham de aparelhos de sistema de posicionamento geográfico global, por satélites, através de *drives* próprios, e possam ser transmitidas para o computador que abriga o sistema.

### 2.3.3 O Projeto de uma rodovia

Um projeto de uma rodovia pressupõe sempre a existência de dois pontos: o de *origem* e o de *destino*, a serem ligados pela rodovia. A condição ideal seria que os pontos pudessem ser ligados por uma via reta e em nível, conforme figura 2.3. A partir daí, considerado o relevo do terreno e as condicionantes geométricas das Normas, o projetista deve usar o melhor de sua capacidade e experiência profissional para otimizar a implantação dentro do padrão de via pretendido.

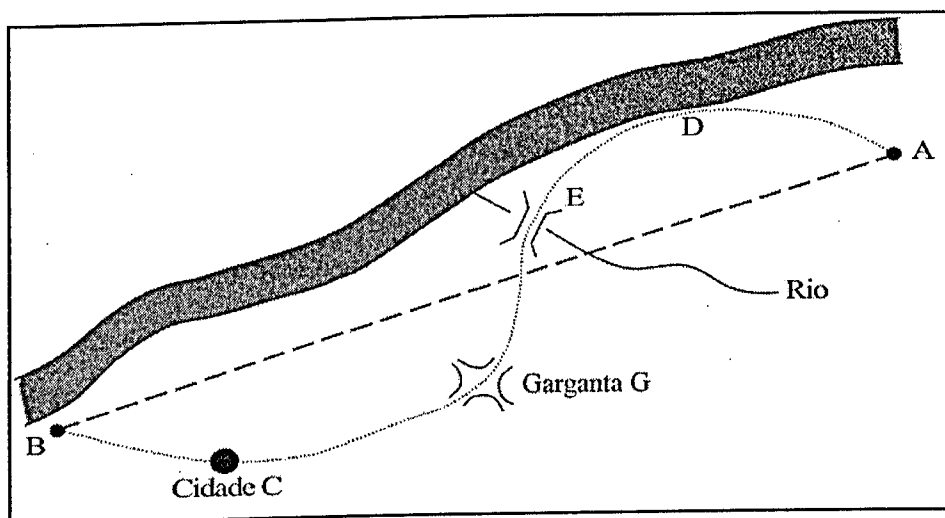


Figura 2.3 – Diretriz geral de uma estrada – Fonte: PERREIRA (1958)

Assim, serão introduzidos os alinhamentos em tangentes, combinados em concordâncias horizontais e verticais, de forma a suavizar adequadamente as transições de raios infinitos para os finitos. Como resultado, o traçado desenvolver-se-á de forma harmônica num espaço tridimensional, adequado ao futuro desempenho dos veículos, com conforto e segurança para os usuários.

### 2.3.4 Traçado em planta

Esta condição, combinada com o terreno, é o ponto de partida para o projetista que, no uso da matemática, poderia representar a superfície através da equação  $z=f(x,y)$ , onde  $z$  é a cota do terreno no ponto de coordenadas  $x$  e  $y$ .

Apoiado no plano  $Oxy$ , o projetista ajusta uma linha poligonal, que representa uma primeira aproximação da projeção do eixo da estrada sobre o plano horizontal. Escolhida a poligonal, ela é moldada em cada vértice através de curvas de concordância entre os segmentos da poligonal, gerando, assim, as curvas horizontais de concordância, sendo as mais empregadas as *circulares simples* ou *curvas circulares com transição* – figura 2.4. O lançamento da poligonal e das curvas é o chamado projeto da estrada em planta. Em adição, o projetista deve avaliar os efeitos causados pela *sobre-largura*, projetada para veículos de grande comprimento, no alinhamento horizontal da estrada, nos trechos em curva.

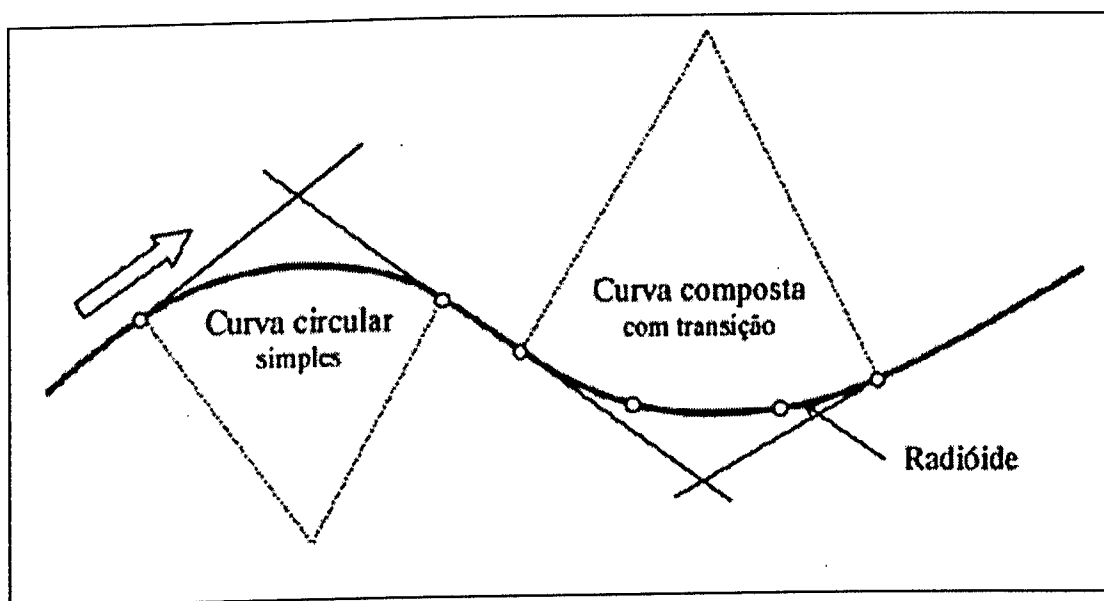


Figura 2.4 – Tipos de curvas horizontais – Fonte: PONTES FILHO(1998)

### 2.3.5 Traçado em perfil

A interseção da superfície do terreno com a superfície vertical determinada pelo eixo da estrada determinam uma curva no espaço, denominada *perfil do terreno*. Neste caso, o projetista necessita elaborar o projeto da via no plano vertical, através dos seguintes procedimentos: concepção da poligonal do traçado da estrada no plano vertical; cálculo das *curvas verticais* de concordância; estudo da *super-elevação* do bordo externo nas curvas horizontais e avaliação dos *volumes de terraplenagem*.

Tomando como base o perfil do terreno, o projetista lança o chamado *greide* da estrada, que é uma linha poligonal que define as cotas do alinhamento em perfil da estrada com relação ao terreno (*camada final de terraplenagem*), como pode ser observado na figura 2.5.

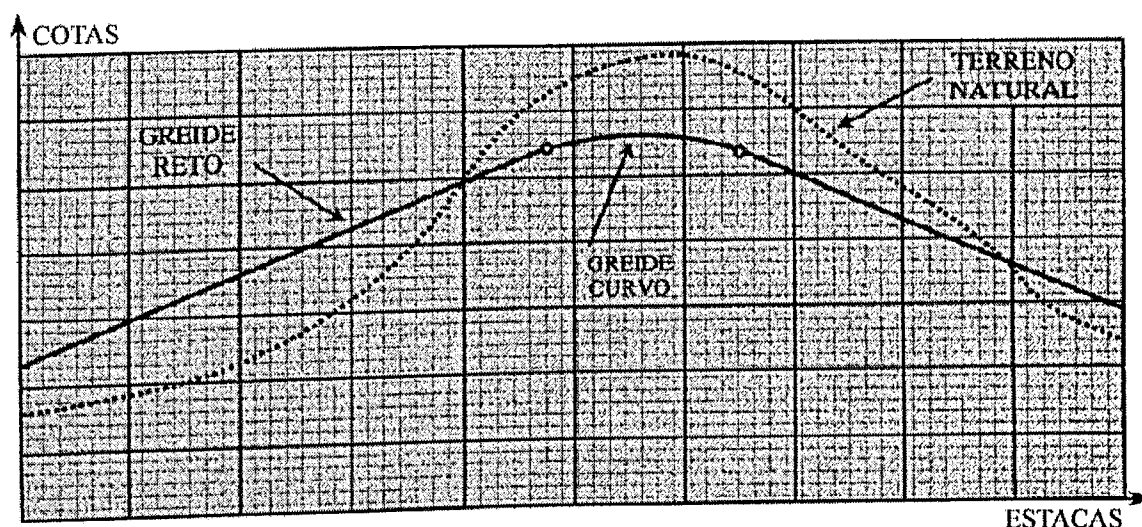


Figura 2.5 – Perfil Longitudinal – Fonte: PONTES FILHO (1998)

No projeto em perfil, o objetivo principal é definir a geometria da linha que corresponde ao eixo da rodovia representado no plano vertical.

Para o projetista, além do desenho, em escala, relacionando a seção transversal do terreno e da plataforma estradal, é importante avaliar os volumes de cortes e aterros a serem movimentados na terraplenagem – figura 2.6. Para esse fim, torna-se essencial a estimativa do diagrama de massas, conhecido como *diagrama de Brückner*, que fornece, em cada estaca do traçado em planta e perfil da estrada, a soma algébrica de todos os volumes de corte (*supostos positivos, por convenção*) e aterro (*supostos negativos*), acumulados desde o início do trecho.



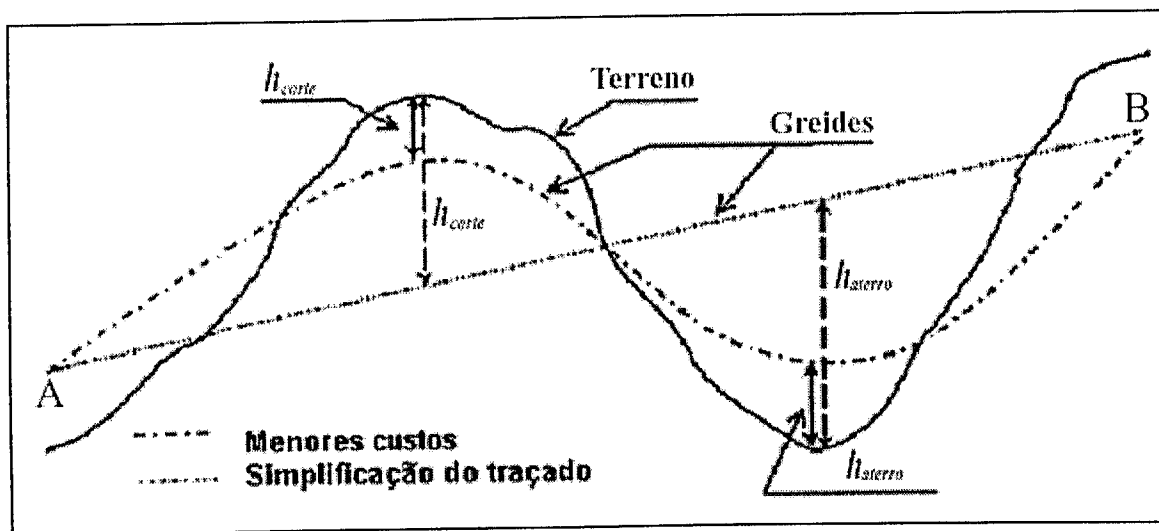


Figura 2.6 – Perfil Longitudinal  
Fonte: (PEIXOTO, 1996)

Assim sendo, pode-se observar que um sistema interativo de apoio ao aprendizado deve ser elaborado não apenas com base nas características técnicas, mas também nas ligadas ao processo educacional, para que esta nova tendência de educação possa enriquecer e favorecer o processo de aprendizagem (REISER, KEGELMANN, 1994).

## 2.4 A ergonomia de Interface Homem/Máquina ( IHM ) no sistema interativo

A ergonomia de interface homem/máquina ( IHM ), e ciências afins, oferecem bases teóricas e metodologias para enfrentar esse problema de relacionamento, pois estuda as dificuldades ligadas a esse binômio, buscando um equilíbrio entre conforto, segurança e eficiência do usuário face a ferramenta informatizada.

Foi definido por (WISNER, 1987), que a Ergonomia como o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos (sistemas computacionais, ambientes de trabalho, organização do trabalho) que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia.

Apoiando-se nesses princípios e na aquisição de conhecimentos técnicos da área de Engenharia Civil, esboçou-se o item “*Ficha de Identificação*”, para que o usuário pudesse iniciar suas atividades na elaboração do projeto geométrico de via. Cabe salientar que foram

utilizadas janelas do próprio sistema proposto, não como forma de validá-los, apenas para ilustrar os conceitos almejados na interface *homem/máquina*, conforme ilustra a figura 2.7.

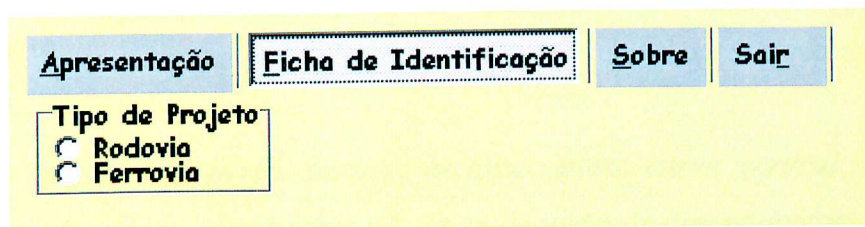


Figura 2.7 – Ficha de Identificação – Tipo de Projeto.

Neste instante, o usuário seleciona a superestrutura do seu projeto, isto é, **Rodovia** ou **Ferrovia**, cabendo destacar que, no estágio atual, está enfocado apenas o caso rodoviário, permitindo a ampliação futura para o caso ferroviário.

Em seguida, define-se como os dados serão fornecidos ao sistema (figura 2.8). Agora temos disponível a opção **Coordenada U.T.M.**, estando as outras opções abertas para criação de *drivers* específicos, de forma a enriquecer o sistema, em expansões futuras. A premissa foi o desenvolvimento do *kernel* do sistema, objetivando uma aplicação acadêmica e, como já foi mencionado, a utilização de entrada de dados referenciados por coordenadas *U.T.M.* é a mais utilizada.

Uma vez feita a escolha, são solicitados: a Obra, o Trecho e o Engenheiro, criando assim a especificação do projeto, bem como a responsabilidade de quem está projetando.



Figura 2.8 – Ficha de Identificação - Dados do projeto

Após essa interação, são solicitadas a definição do traçado e a escolha de uma das opções para futuro processamento (figura 2.9). No caso do *traçado em planta*, têm-se: *curva circular simples*, *curva circular com transição* e *sobre-largura*. Da mesma forma, dentro da perspectiva de desenvolvimento do sistema no futuro, cabe destacar que a última opção se encontra em aberto.

Para o *traçado em perfil*, pode-se escolher entre: *curva vertical*, *superelevação* e *volume de terraplenagem*. Ainda dentro da ótica de visão de desenvolvimento do sistema no futuro, a opção *superelevação* também se encontra em aberto.

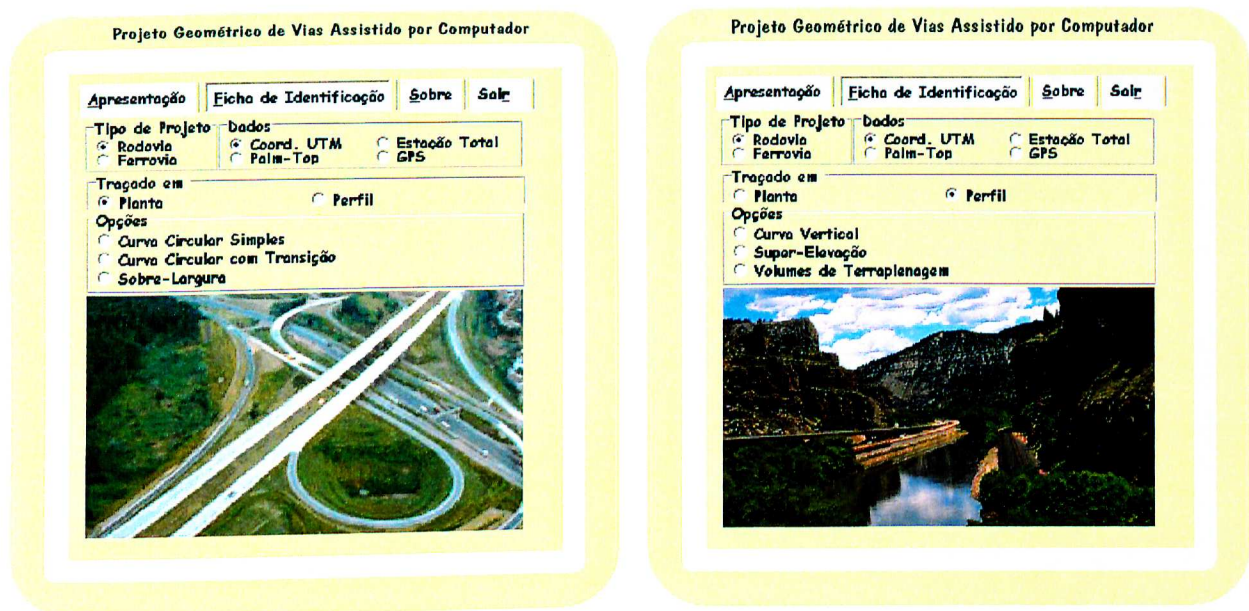


Figura 2.9 – Ficha de Identificação – Traçado em Planta ou Perfil

Assim, a ergonomia de **IHM** pode ser aplicada a qualquer dispositivo interativo, e sua conseqüente relação com o grau de satisfação do utilizador irá determinar a qualidade ergonômica da ferramenta.

## 2.5 Conclusão

A partir dessas navegações, fica clara a intenção de o sistema interativo de apoio ao aprendizado gerar um ambiente de simuladores, pois se apóia na construção de situações que se assemelham com a realidade e enfatizam a exploração autodirigida.

A simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real — segundo (RUMBAUGH *et al.*, 1995), *ocupa-se com o delineamento de um preciso, conciso e correto modelo do mundo real* — dentro do contexto abordado, oferecendo ainda a possibilidade de o aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar conceitos.

O próximo capítulo terá uma atenção maior no cunho da metodologia direcionada à área de Engenharia Civil, especificando os traçados em planta e perfil, com suas características, o cabedal científico e concepções técnicas inerentes ao mesmo.

# CAPÍTULO III

## O PROJETO GEOMÉTRICO

*“As estradas encontram suas origens nas remotas trilhas percorridas pelo homem pré-histórico, e o desenvolvimento delas acompanhou sempre, na razão direta, a civilização e o progresso”.*



# CAPÍTULO III

## O PROJETO GEOMÉTRICO

### 3.1 Introdução

Este capítulo versa sobre aspectos básicos relacionados com o projeto geométrico de rodovias, com ênfase nos procedimentos de cálculo analítico utilizados para a definição dos parâmetros que caracterizam a geometria das rodovias adequadamente projetadas.

O texto foi organizado com objetivo principal de apresentar conceitos e técnicas elementares. Num primeiro instante, foca os elementos planimétricos, no projeto geométrico do eixo de uma rodovia. Num segundo momento, a atenção é direcionada ao projeto em perfil, que contém o projeto das seções transversais e os estudos pertinentes à movimentação de solo.

### 3.2 Traçado em planta

O traçado em planta, projetado em um plano horizontal, dimensiona os elementos geométricos da rodovia. Seu objetivo principal é definir a geometria do eixo da rodovia (linha que a representa).

#### 3.2.1 Curva Circular Simples

Para concordar dois alinhamentos retos, foi, há muito, escolhida a curva circular simples, em vista da simplicidade desta curva para ser projetada e locada (PONTES, 1998).

A figura 3.1, mostrada a seguir, sinaliza os principais parâmetros usados no cálculo das curvas horizontais circulares simples, em que dois alinhamentos retos  $E_0PI$  e  $PIE_2$  são concordados por uma curva circular simples de raio  $R_C$ . Os alinhamentos retos  $E_0PI$  e  $PIE_2$  denominam-se *tangentes*.

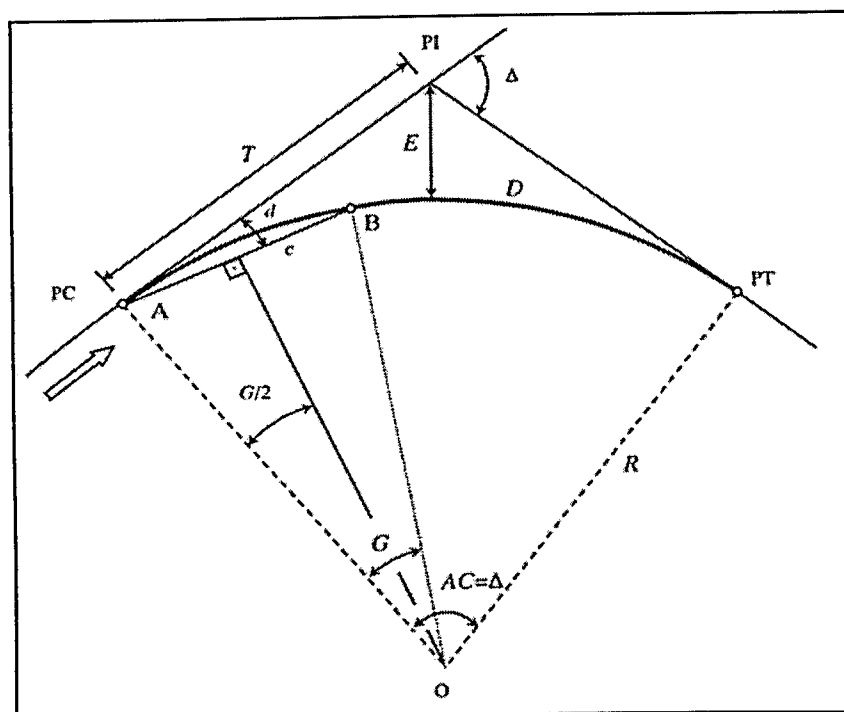


Figura 3.1 – Curva horizontal circular simples – Fonte: PONTES FILHO, (1998)

São adotadas as seguintes nomenclaturas para os principais parâmetros da curva:

$E_0$  = Estação no alinhamento inicial da tangente antes do início da curva;

$E_1$  = Estação no ponto de inflexão das tangentes à curva;

$E_2$  = Estação no alinhamento final da tangente após o término da curva;

PC = Ponto de início da curva;

PT = Ponto de término da curva;

PM = Ponto médio no desenvolvimento da curva;

PI ( $\equiv E_1$ ) = Ponto de interseção das tangentes;

T = Tangente externa à curva;

AC = Ângulo central da curva;

$\Delta$  = Ângulo de deflexão das tangentes;

$R_C$  = Raio da curva circular;

D = Desenvolvimento da curva;

E = Afastamento da curva;

G = Grau da curva;

d = Deflexão sobre a tangente.

### 3.2.1.1 Cálculo do Ângulo Central da Curva (AC)

Adotado o sistema de *Coordenadas U.T.M.*, são exigidos os seguintes parâmetros, obtidos no levantamento planimétrico:

$E_{0N}$  – coordenada Norte da estação  $E_0$  (metros);

$E_{0E}$  – coordenada Leste da estação  $E_0$  (metros);

$E_{1N}$  – coordenada Norte da estação  $E_1$  (metros);

$E_{1E}$  – coordenada Leste da estação  $E_1$  (metros);

$E_{2N}$  – coordenada Norte da estação  $E_2$  (metros);

$E_{2E}$  – coordenada Leste da estação  $E_2$  (metros);

**Estaca  $E_0$**  – número inteiro de estacas da estação  $E_0$  (20 em 20 metros);

**metros** – parte fracionária (em metros) da estaca  $E_0$ .

Nos levantamentos de taqueometria utilizados em Topografia, são definidos os seguintes conceitos, para os alinhamentos em planta:

**Distância entre as estações** – são valores, cotados em metros, que correspondem às projeções horizontais das distâncias entre duas estações em uma mesma tangente.

Obviamente, a distância ( $d_{E_0-E_1}$ ) entre as estações  $E_0$  e  $E_1$  pode ser avaliada por:

$$d_{E_0-E_1} = \sqrt{(E_{1E} - E_{0E})^2 + (E_{1N} - E_{0N})^2} = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$$

**Rumos das estações** – correspondem aos ângulos de visada entre duas estações sucessivas, expressos em graus, minutos e segundos, relativamente à direção norte, que correspondem a valores menores que  $90^\circ$ .

**Azimutes das estações** – correspondem aos ângulos de visada entre duas estações sucessivas, expressos em graus, minutos e segundos, contados no sentido horário, formados entre a direção Norte e o alinhamento considerado.

Da mesma forma, com base na figura 3.2, a seguir, nos levantamentos de taqueometria, define-se o azimuth da direção  $E_0 - E_1$  da seguinte forma (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):



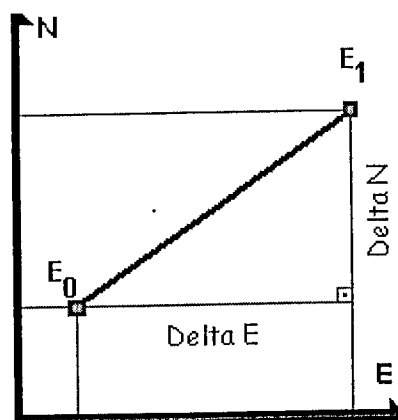


Figura 3.2 - Azimute da direção  $E_0 - E_1$

$$Az_1 = \arctan\left(\frac{E_{1E} - E_{0E}}{E_{1N} - E_{0N}}\right) \quad (0^\circ \leq Az_1 \leq 90^\circ)$$

$$Az_1 = 180 + \arctan\left(\frac{E_{1E} - E_{0E}}{E_{1N} - E_{0N}}\right) \quad (90^\circ < Az_1 \leq 180^\circ)$$

No caso de serem conhecidos os rumos, ao invés dos azimutes dos alinhamentos do traçado em planta, de acordo com o quadrante onde se situam os pontos, estes últimos podem ser calculados de acordo com a tabela abaixo:

Quadrante	Azimute
NE	$A_z = \text{Rumo}$
SE	$A_z = 180^\circ - \text{Rumo}$
SW	$A_z = 180^\circ + \text{Rumo}$
NW	$A_z = 360^\circ - \text{Rumo}$

Tabela 3.1 – Cálculo do Azimute em função do rumo

Por conseguinte, aplicando-se as expressões acima no alinhamento correspondente a duas tangentes consecutivas, como ilustrado na figura 3.3, pode-se deduzir que o ângulo de deflexão entre as duas tangentes ( $\Delta$ ) é igual à diferença entre os dois azimutes, ou seja:  $\Delta = Az_2 - Az_1$ , sendo a deflexão à direita ou à esquerda, se o resultado for positivo ou negativo, respectivamente.

Obviamente, como se sabe da Geometria Plana, o ângulo central da curva circular é igual ao ângulo de deflexão de suas tangentes e, desta forma:  $AC = \Delta$

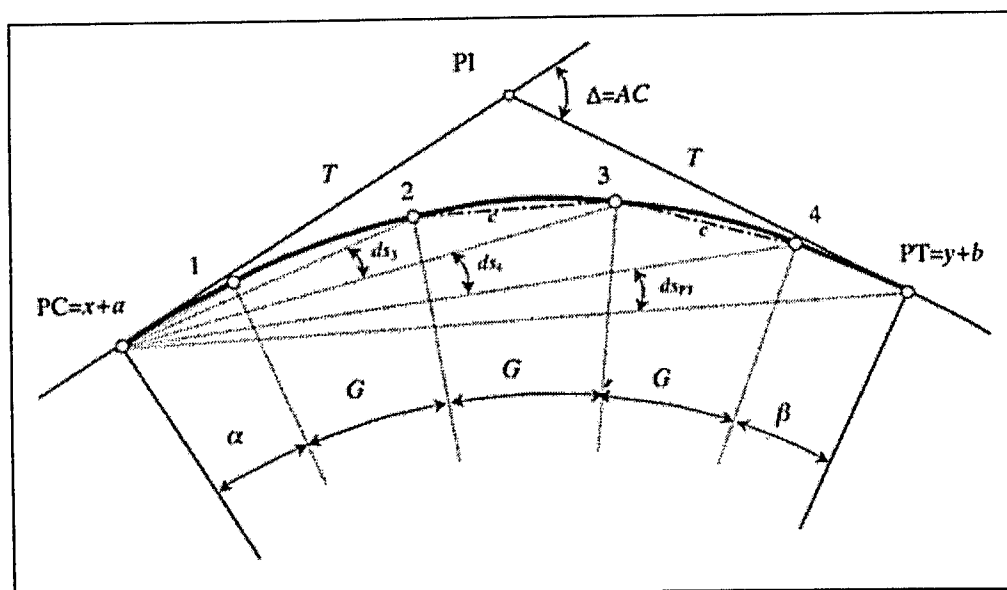


Figura 3.3 – Localização de curvas circulares por ângulos de deflexão  
Fonte: PONTES FILHO, (1998)

### 3.2.1.2 Adoção do Raio da Curva Circular ( $R_C$ )

Os parâmetros requeridos para a adoção do raio da curva circular simples, são, basicamente, os seguintes:

**Velocidade ( V )** – é a velocidade de projeto (ou velocidade diretriz) da via, expressa em km/h. Segundo a *AASHTO* (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), a velocidade de projeto é definida como sendo a máxima que um veículo pode manter em um determinado trecho da via, em condições normais com segurança (AASHTO, 1984) apud (PONTES FILHO, 1998). No Brasil, as velocidades de projeto estão fixadas de acordo com a classe de projeto na qual se enquadra a via, como se pode ver na tabela abaixo (DNER, 1975).

CLASSES DE PROJETO	VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
0	100	100	80
I	A	100	80
	B	100	80
II	80	70	50
III	70	60	40
IV	A	60	40
	B	60	40

Tabela 3.2 – Velocidade de projeto por região  
Fonte: PONTES FILHO, (1998)

**Super-Elevação ( S )** – taxa de elevação do bordo externo da curva, expressa em percentagem, utilizada para equilibrar a tendência que tem o veículo de sair para o lado externo da curva, pelo efeito da força centrífuga, cujos valores máximos são mostrados na tabela a seguir (DNER, 1975):

$e_{max}$	CASOS DE EMPREGO
12%	Máximo absoluto em circunstâncias específicas.
10%	Máximo normal. Adequado para fluxo ininterrupto. Adotar para rodovias Classe 0 e Classe I em regiões planas e onduladas.
8%	Valor superior normal. Adotar para rodovias Classe I em regiões montanhosas e rodovias das demais classes de projeto.
6%	Valor inferior normal. Adotar para projetos em áreas urbanizadas ou em geral sujeitando o tráfego a reduções de velocidade ou paradas.
4%	Mínimo. Adotar em situações extremas, com intensa ocupação do solo adjacente.

**Tabela 3.3 – Taxa máxima de super-elevação admissíveis,**  
Fonte: PONTES FILHO, (1998)

**Raio mínimo da curva (  $R_{minN}$  )** – Valor do raio mínimo sugerido na Norma do *DNER* (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) (DNER, 1975) para cada categoria da via, em metros;

Calcula-se então:

**Coefficiente de atrito (  $f$  )** – é um fator que caracteriza a relação entre a força que tende a tirar o veículo para fora da curva (centrífuga) e a componente normal do peso do veículo, definido como coeficiente de atrito lateral entre **pneu x pavimento**, para o qual se recomenda os valores máximos indicados na tabela a seguir (DNER, 1975):

$V(km/h)$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
$f=f_T$	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11

**Tabela 3.4 – Valores máximos admissíveis para os coeficientes de atrito transversal**  
Fonte: PONTES FILHO, (1998)

Da mesma forma, os valores do coeficiente de atrito (  $f$  ) podem ser determinados por interpolação linear da seguinte forma:

- Se a velocidade fornecida for menor ou igual a 30 km/h,  $f = 0,20$ ;
- Se a velocidade fornecida for maior que 30 e menor ou igual a 80, teremos  

$$f = 0,20 - 0,0015 \times (v - 30);$$
- Se a velocidade fornecida for maior que 80 e menor ou igual a 120, teremos  

$$f = 0,14 - 0,001 \times (v - 80);$$
- Se a velocidade fornecida for maior que 120 km/h,  $f = 0,10$

**Raio mínimo de Estabilidade (  $R_{\min E}$  )** – Valor mínimo para o raio a ser adotado na curva horizontal, expresso em metros, de forma que o veículo se mantenha estável quando percorre a curva, com a super – elevação escolhida, na velocidade de projeto, e que pode ser calculado pela expressão (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

$$R_{\min E} = \left( \frac{V^2}{127 \times (S + f)} \right)$$

O raio da curva (  $R_C$  ), a ser adotado na via, é expresso em metros e escolhido como sendo o maior dos dois valores, entre aqueles definidos abaixo, feitos os arredondamentos necessários para uma locação com ângulos de visada, em cada metro, múltiplos de minutos (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

$$\text{Adotando-se: } R_{\min} \geq \begin{cases} R_{\min N} \\ R_{\min E} \end{cases} \quad \text{e recalculando: } R_C = \frac{5400}{\pi \times \text{Int} \left( \frac{5400}{\pi \times R_{\min}} \right)}$$

### 3.2.1.3 Parâmetros principais da curva

Os principais elementos da curva circular simples, requeridos para a sua locação, constituem-se, basicamente (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

**Tangente Externa ( T )** – Valor da distância do ponto de interseção das tangentes aos pontos de tangência nos dois alinhamentos da curva horizontal, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$T = R_C \times \tan(AC/2)$$

**Desenvolvimento ( D )** – Valor da distância entre os pontos de início e término da curva circular simples, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$D = \frac{\pi \times R_c \times AC}{180^\circ}$$

**Grau de Curvatura ( G )** – Valor do ângulo central que corresponde a um arco de comprimento unitário (igual a uma estaca, ou seja, **20m**) da curva circular simples, expresso em graus e seus sub-múltiplos, e que pode ser calculado pela expressão:

$$G = \frac{20 \times AC}{D}$$

**Afastamento ( E )** – Valor da distância entre a curva circular simples e o ponto de interseção das tangentes, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$E = T \times \tan(AC/4)$$

### 3.2.1.4 Estaqueamento dos pontos principais da curva

O estaqueamento dos pontos principais da curva circular simples, relativamente ao piquete que corresponde à estaca do ponto de inflexão das tangentes **PI** ( $\equiv E_1$ ), requeridos para a sua localização, pode ser calculado como (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

$$E(PC) = E(PI) - [T]^1$$

$$E(PM) = E(PC) + [D/2]$$

$$E(PT) = E(PC) + [D]$$

---

<sup>1</sup> A notação  $[T]$  significa o valor da tangente externa T, expresso em múltiplo de estacas (20 em 20 m)

### 3.2.1.5 Parâmetros de locação da curva

A demarcação dos pontos intermediários da curva circular simples, relativamente ao piquete que corresponde à estaca do ponto de início ( PC ) é feita com piquetes espaçados a cada 10 m, locados com base no ângulo de deflexão do aparelho, com relação à tangente inicial, sendo requeridos, para a sua locação, os seguintes parâmetros (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

**Comprimento do arco ( L )** – Valor da distância entre o ponto de início da curva circular e o ponto a ser locado, expresso em metros, e que deve ser inferior a 10m:

**Ângulo central (  $\alpha$  )** – Valor do ângulo central que corresponde ao arco de comprimento L, expresso em graus e seus sub-múltiplos, e que pode ser avaliado pela expressão:

$$\alpha = \frac{L \times G}{20}$$

**Ângulo de deflexão (  $d_i$  )** – Valor do ângulo de visada do aparelho que corresponde ao arco de comprimento L, expresso em graus e seus sub-múltiplos, e que, como se conhece da Geometria Plana, vale:

$$d_i = \alpha/2$$

### 3.2.2 Curva Circular com Transição

Nas rodovias cuja velocidade de projeto é elevada, para garantir uma mudança gradual da velocidade dos veículos, entre os trechos retos e curvos, são usualmente empregadas as curvas horizontais circulares que contemplem trechos com curvas espirais de transição, entre os trechos retos e os trechos em curva circular (PIMENTA, 1981).

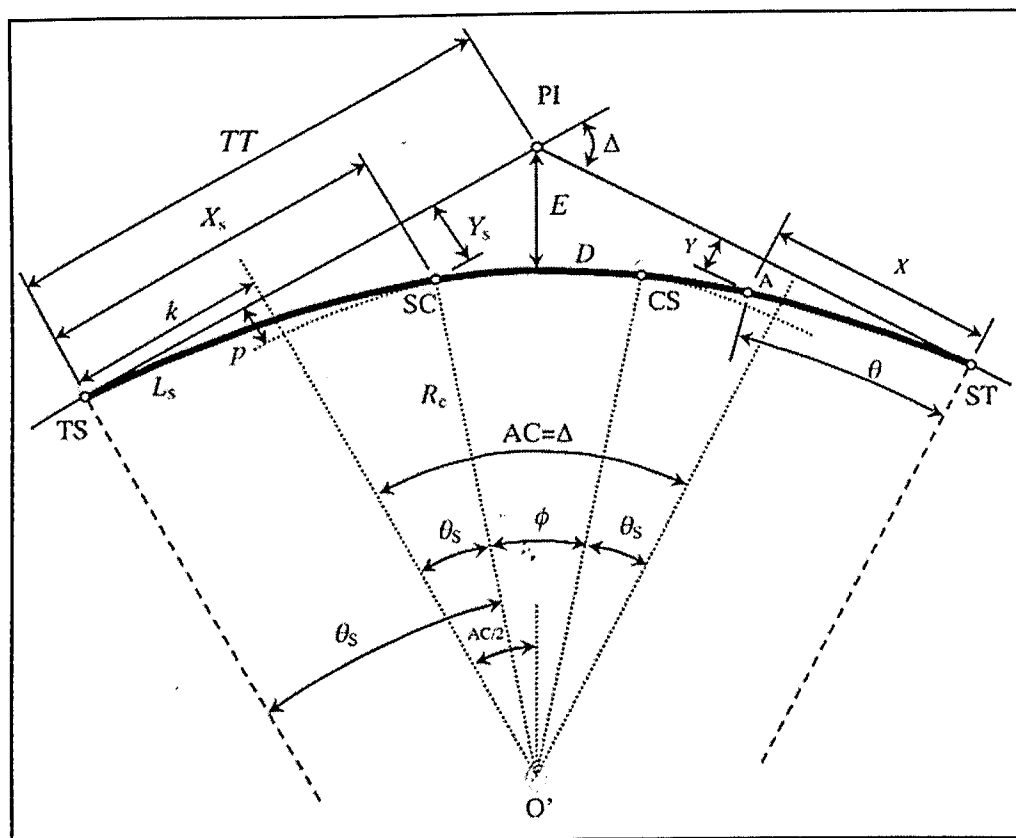
Para o caso de projetos rodoviários convencionais, o **DNER** permite a dispensa do uso de espirais de transição para os valores mínimos de raios do trecho circular da curva, como função da velocidade, segundo a tabela a seguir (DNER, 1975):

$V_p$ (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100
R(m)	170	300	500	700	950	1200	1550	1900

**Tabela 3.5** – Valores-limite dos raios R acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição

Fonte: PONTES FILHO, (1998)

Na representação geométrica, mostrada na Fig. 4.1 a seguir, são indicados os dois alinhamentos retos  $E_0TS$  e  $STE_2$  com a intersecção no  $PI$  ( $\equiv E_1$ ), concordados por dois trechos em transição, sendo um na entrada e outro na saída da curva, com comprimentos iguais a  $L_s$ , e um trecho em curva circular de raio  $R_c$ . Os alinhamentos retos  $E_0TS$  e  $STE_2$  denominam-se *tangentes*.



**Figura 3.4** – Curva horizontal com espirais de transição simétricas  
**Fonte:** (PONTE FILHO, 1998)

São adotadas as seguintes nomenclaturas para os principais parâmetros da curva:

$E_0$  = Estação no alinhamento inicial da tangente antes do início da curva;

$E_1$  = Estação no ponto de inflexão das tangentes à curva;

$E_2$  = Estação no alinhamento final da tangente após o término da curva;

$PI$  ( $\equiv E_1$ ) = Ponto de intersecção das tangentes;

$TS$  = Ponto de concordância entre a tangente e a espiral;

$SC$  = Ponto de concordância entre a espiral e a curva circular simples;

$CS$  = Ponto de concordância entre a curva circular simples e a espiral;

$ST$  = Ponto de concordância entre a espiral e a tangente;

$PM$  = Ponto médio no desenvolvimento do trecho circular da curva;

**TT** = Tangente total à curva (metros);

**AC** = Ângulo central da curva (graus);

$\Delta$  = Ângulo de deflexão das tangentes (graus);

**R<sub>C</sub>** = Raio do trecho em curva circular simples (metros);

**D** = Desenvolvimento do trecho em curva circular simples (metros);

**L<sub>S</sub>** = Comprimento da espiral de transição (metros);

$\theta_S$  = Ângulo central da espiral de transição (radianos);

**X<sub>S</sub>** = Abscissa do ponto final da espiral de transição (metros);

**Y<sub>S</sub>** = Ordenada do ponto final da espiral de transição (metros);

**E** = Afastamento da curva em relação ao **PI** (metros);

### 3.2.2.1 Cálculo do Ângulo Central da Curva (AC)

Da mesma forma, como foi descrito item 3.2.1.1, para o caso de curva circular simples, pode-se deduzir que o ângulo de deflexão entre as duas tangentes ( $\Delta$ ), é igual à diferença entre os dois azimutes, ou seja:  $\Delta = Az_2 - Az_1$ , sendo a deflexão à direita ou à esquerda, se o resultado for positivo ou negativo, respectivamente (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998).

Obviamente, como se sabe da Geometria Plana, o ângulo central da curva circular é igual ao ângulo de deflexão de suas tangentes e, desta forma:  $AC = \Delta$

### 3.2.2.2 Adoção do Raio do trecho circular ( R<sub>C</sub> )

Os parâmetros requeridos para a adoção do raio do trecho circular nas curvas horizontais com transição, constituem-se basicamente, os mesmos descritos para o caso das curvas circulares simples, e, por conseguinte, o procedimento de adoção do raio ( **R<sub>C</sub>** ) é análogo ao descrito no item 3.2.1.2.

O raio da curva ( **R<sub>C</sub>** ), a ser adotado, expresso em metros, é escolhido como sendo o maior dos dois valores, entre aqueles definidos abaixo, feitos os arredondamentos necessários para uma locação com ângulos de visada, em cada metro, múltiplos de minutos (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):



$$\text{Desta forma: } R_{Min} \geq \begin{cases} R_{min N} \\ R_{min E} \end{cases} \quad \text{e recalcula-se: } R_C = \frac{5400}{\pi \times \text{Int} \left( \frac{5400}{\pi \times R_{Min}} \right)}$$

### 3.2.2.3 Adoção do comprimento do trecho em transição ( $L_S$ )

Os parâmetros requeridos para a adoção do comprimento a ser adotado para o trecho em espiral nas curvas horizontais com transição, comportam, basicamente (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

**Comprimento mínimo da espiral ( $L_{Smin}$ )** – Valor do menor comprimento da espiral de transição, expresso em metros, de forma que a passagem do veículo do trecho em tangente (reto) para o trecho em curva se dê com o menor desconforto possível (BARNETT, 1940) apud (PONTES, 1998).

De conformidade com o valor máximo adotado pelo *DNER* para que ocorra a variação da aceleração centrípeta experimentada no trecho em transição:  $J_{max} = 0,6 \text{ m/s}^3$ ; o comprimento mínimo do arco da transição pode ser calculado por:

$$L_{S_{min}} = 0,036 \times V^3 / R_C$$

**Comprimento máximo da espiral ( $L_{Smax}$ )** – Valor do maior comprimento da espiral de transição, expresso em metros, de forma que a passagem do veículo do trecho em tangente (reto) para o trecho em curva se dê sem a existência do trecho em curva circular simples. Neste caso, o comprimento da espiral de transição equivale à metade do desenvolvimento de uma curva circular, o que permite concluir que:

$$L_{S_{max}} = R_C \times AC_{rad}$$

Recomenda-se, então, a adoção de  $L_S$  situado entre os valores mínimo e máximo, de preferência satisfazendo:  $L_S = L_{S_{min}} + (L_{S_{max}} - L_{S_{min}})/3$ , feitos os arredondamentos necessários para que o valor seja múltiplo de 20m, para facilidade de locação da curva, no trecho em espiral.

### 3.2.2.4 Parâmetros principais da curva

Os principais elementos da curva horizontal circular com transição requeridos para a sua locação, constituem-se, basicamente, os seguintes (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

**Ângulo central do trecho em transição (  $\theta_s$  )** – Valor do ângulo central que corresponde a um arco de comprimento  $L_s$  na curva espiral, expresso em radianos, e que pode ser calculado pela expressão:

$$\theta_s = \frac{L_s}{2 \times R_C};$$

**Abscissa do trecho final da transição (  $X_s$  )** – Valor da projeção dos pontos de concordância entre espiral e circular, nas direções das tangentes, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$X_s = L_s \times \left( 1 - \frac{\theta_s^2}{10} \right);$$

**Ordenada do trecho final da transição (  $Y_s$  )** – Valor da projeção dos pontos de concordância entre espiral e circular, nas direções normais às tangentes, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$Y_s = L_s \times \theta_s / 3;$$

**Parâmetro auxiliar na locação (  $k$  )** – Valor da projeção do centro trasladado da curva (  $O'$  ), na direção da tangente conforme ilustra a figura 3.4, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$k = X_s - R_C \times \text{sen } \theta_s;$$

**Afastamento da curva circular (  $p$  )** – Valor do deslocamento do centro da curva circular (  $O'$  ), na direção normal à tangente como se pode observar na figura 3.4, para a inserção da espiral de transição, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$p = Y_s - R_C \times (1 - \cos \theta_s);$$

**Tangente Total (  $TT$  )** – Valor da distância do ponto de interseção das tangentes aos pontos de tangência nos dois alinhamentos, na entrada e saída da curva horizontal, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$TT = k + (R_C + p) \times \tan(AC/2);$$

**Desenvolvimento do trecho circular ( D )** – Valor da distância entre os pontos de concordância entre espiral e circular ( SC e CS ), expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$D = R_C \times (AC_{rd} - 2 \times \theta_s);$$

**Grau de Curvatura ( G )** – Valor do ângulo central que corresponde a um arco de comprimento unitário (igual a uma estaca, ou seja **20m**) no trecho em curva circular simples, expresso em graus e seus sub-múltiplos, e que pode ser calculado pela expressão:

$$G = \frac{3600}{\pi \times R_C}$$

**Afastamento ( E )** – Valor da distância entre a curva circular e o ponto de interseção das tangentes, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$E = \frac{R_C + p}{\cos(AC/2)} - R_C$$

### 3.2.2.5 Estaqueamento dos pontos principais da curva

O estaqueamento dos pontos principais da curva circular simples, relativamente ao piquete que corresponde à estaca do ponto de inflexão das tangentes PI ( $\equiv E_1$ ), requeridos para a sua locação, pode ser calculado como (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

$$E(TS) = E(PI) - [TT]$$

$$E(SC) = E(TS) + [L_s]$$

$$E(PM) = E(SC) + [D/2]$$

$$E(CS) = E(SC) + [D]$$

$$E(ST) = E(CS) + [L_s]$$

### 3.2.2.6 Parâmetros de locação da curva

A locação dos pontos da curva circular com transição, relativamente ao piquete que corresponde a estaca do ponto de início ( TS ), é feita com piquetes espaçados a cada 10 m, locados com base no ângulo de deflexão do aparelho, com relação à tangente inicial, e subdividida em dois segmentos, a saber: trecho em espiral e trecho em curva circular, sendo

requeridos, para a sua locação, os seguintes parâmetros (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

### 3.2.2.6.1 Trecho em transição:

**Comprimento do arco ( L )** – Valor da distância entre o ponto de início da curva circular com transição ( TS ) e o ponto a ser locado, início da curva circular simples ( SC ), expresso em metros, e que deve ser inferior a 10m vide figura 3.5

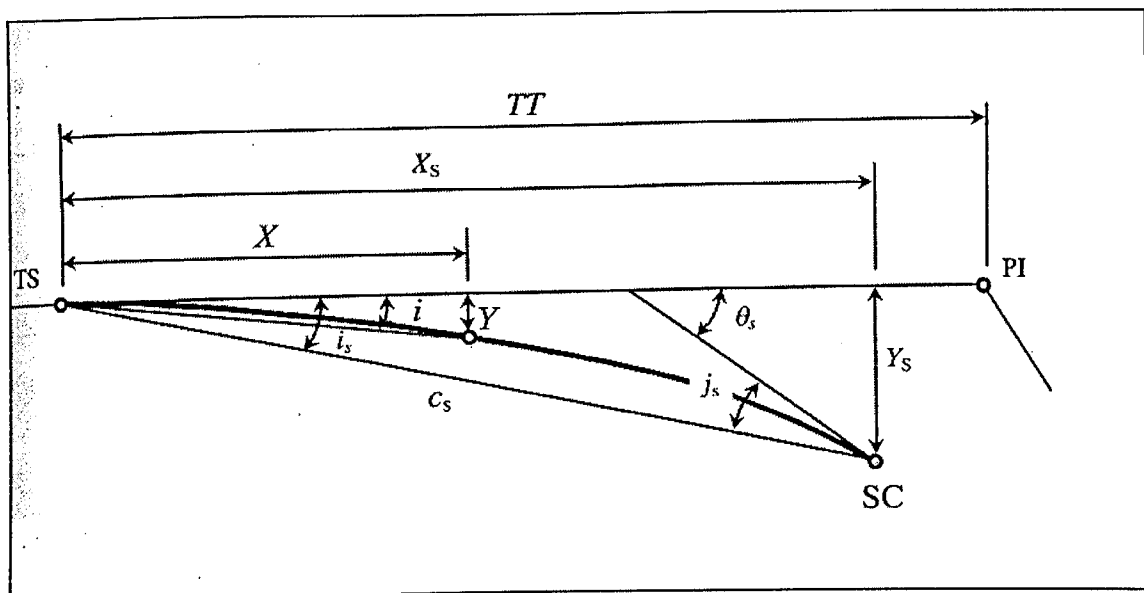


Figura 3.5 – Elementos para locação da espiral de transição  
Fonte: Pontes Filho (1998)

**Abscissa do ponto P ( X )** – Valor da projeção do ponto genérico situado no trecho em espiral, na direção da tangente, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$X = L \times \left( 1 - \frac{\theta^2}{10} \right) \quad \text{com} \quad \theta = \frac{L^2}{2 \times R_c \times L_s}$$

**Ordenada do ponto P ( Y )** – Valor da projeção do ponto genérico situado no trecho em espiral, na direção normal à tangente, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$Y = L \times \theta / 3;$$

**Ângulo de deflexão (  $i$  )** – Valor do ângulo de visada do aparelho, por deflexão em relação à tangente, que corresponde ao arco de comprimento  $L$ , expresso em graus e seus sub-múltiplos, e que pode ser avaliado pela expressão:

$$i = \arctan(Y/X)$$

### 3.2.2.6.2 Trecho em curva circular simples

A locação do trecho que corresponde ao desenvolvimento de uma curva circular simples, entre os pontos **SC** e **CS**, conforme mostrado na figura 3.4, é feita da mesma forma que foi descrita para a curva circular simples, fazendo-se uma mudança de aparelho da estação do **TS** para o **SC** e locando-se o trecho circular a partir da nova tangente, até o ponto médio da curva (**PM**).

Pode-se demonstrar (o que deixaremos de fazê-lo) que o ângulo de deflexão para a mudança da tangente do ponto **TS** para o **SC**, vale:

$$j_s = \theta_s - i_s \quad \text{com} \quad i_s = \arctan(Y_s/X_s)$$

## 3.3 Traçado em perfil

Define-se o traçado em perfil, com o dimensionamento dos elementos geométricos da rodovia, segundo um plano vertical; pode-se situar os denominados elementos de seção transversal, com a caracterização da geometria dos componentes da rodovia, segundo planos verticais perpendiculares ao eixo da mesma. No traçado em perfil, o objetivo principal é definir a geometria da linha que corresponde ao eixo da rodovia representado no plano vertical, linha esta denominada greide da rodovia.

### 3.3.1 Curva Vertical

O projeto de uma via em perfil é constituído de greides retos, concordados dois a dois, por curvas desenvolvidas no plano vertical. Os mesmos são definidos pela declividade, que corresponde às porcentagens de desnível entre dois pontos, determinadas nos levantamentos altimétricos (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998).

Na representação geométrica em perfil, conforme mostra a figura 3.6 a seguir, indicamos os dois alinhamentos retos entre **PCV** e **PIV**, definidos como rampa inicial ( $i_1$ ), e

entre PIV e PTV, definidos como rampa final ( $i_2$ ), concordados por um trecho de curva, usualmente de uma parábola do 2º grau, de comprimento  $L_v$ .

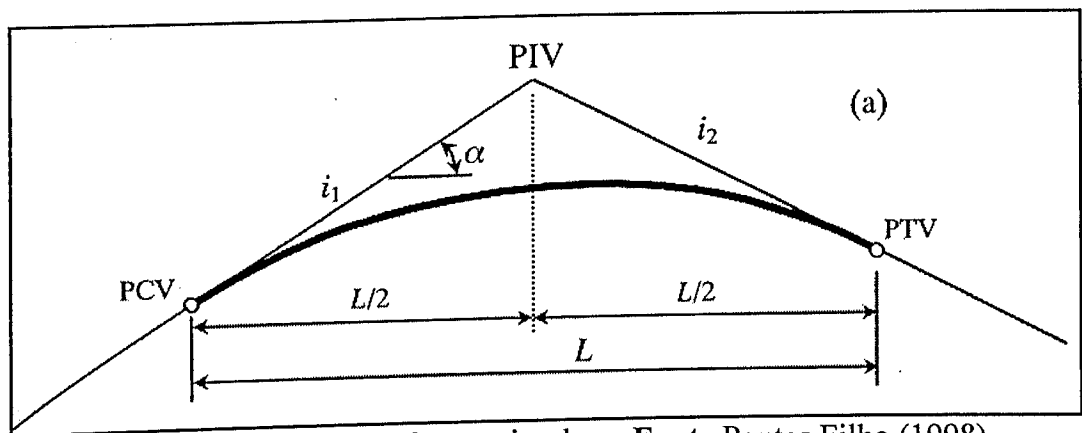


Figura 3.6 – Parábola de 2º grau simples – Fonte Pontes Filho (1998)

São adotadas as seguintes nomenclaturas para os principais parâmetros da curva:

**Rampa Inicial ( $i_1$ )** – declividade longitudinal do greide na rampa de entrada, expressa em porcentagem, podendo esse variar no intervalo  $[-8,0; 8,0]$ ;

**Rampa Final ( $i_2$ )** – declividade longitudinal do greide na rampa de saída, expressa em porcentagem, podendo esse variar no intervalo  $[-8,0; 8,0]$ ;

**Raio da curva ( $R_v$ )** – valor do menor raio de uma circunferência que concorda com a parábola do 2º grau em seu vértice, adotado para a curva de concordância vertical, expresso em metros, compreendido no intervalo  $[500,00; 12000,00]$ ;

**Cota do PIV** – cota do ponto de inflexão das rampas (metros);

**Estaca do PIV** – número inteiro de estacas do ponto de inflexão das tangentes (20 em 20 metros);

**Metros** – parte fracionária (em metros) da estaca do PIV.

### 3.3.1.1 Cálculo do Comprimento da Curva ( $L_v$ )

Considerando-se que o traçado em perfil constitui uma poligonal com inclinações de rampas muito pequenas, pode-se supor que o comprimento da curva de concordância vertical ( $L_v$ ) seja igual à distância entre as projeções horizontais dos pontos PCV e PTV, e, desta forma, pode ser avaliado por (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

$$L_v = R_v \times \left| \frac{i_1 - i_2}{100} \right|$$

Para a facilidade do cálculo e locação, os valores adotados devem ser arredondados para múltiplos de 20 m.

### 3.3.1.2 Parâmetros principais da curva

Os principais elementos da curva de concordância vertical, requeridos para a sua localização, definem-se basicamente por (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

**Cota do ponto de começo da curva ( PCV )** – Valor da cota do “off-set” que corresponde ao ponto de início do desenvolvimento da curva de concordância vertical, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$Cota(PCV) = Cota(PIV) - i_1 \times L_v / 2$$

**Cota do ponto de término da curva ( PTV )** – Valor da cota do “off-set” que corresponde ao ponto de final do desenvolvimento da curva de concordância vertical, expresso em metros, e que pode ser calculado pela expressão:

$$Cota(PTV) = Cota(PIV) + i_2 \times L_v / 2$$

### 3.3.1.3 – Estaqueamento dos pontos principais da curva

O estaqueamento dos pontos principais da curva de concordância vertical, relativamente ao piquete que corresponde à estaca do PIV, requeridos para a sua localização, pode ser calculado como:

$$E(PCV) = E(PIV) - [L_v / 2]$$

$$E(PTV) = E(PIV) + [L_v / 2]$$

### 3.3.1.4 Parâmetros de localização da curva

A localização dos pontos da curva de concordância vertical, relativamente ao piquete que corresponde à estaca do ponto de início ( PCV ), é feita com piquetes espaçados a cada 20 m, locados com base nas flechas da parábola, com relação ao eixo normal ao das estacas, e calculadas segundo a equação (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):

$$Cota(P) = Cota(PCV) + 0,01 \times i_1 \times x - \frac{i_1 - i_2}{200 \times L_v} \times x^2 \quad (\text{metros}), \text{ Sendo:}$$

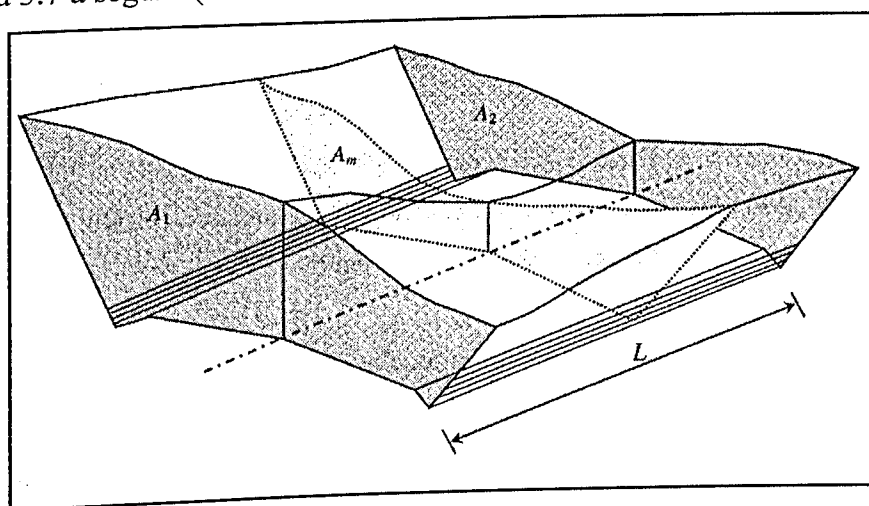
P = ponto genérico da curva;

$0 \leq x \leq L_v$ , a abscissa do ponto P, relativamente ao eixo Oxy, com origem no PCV e

$$E(P) = E(PCV) + [x]$$

### 3.3.2 Volume de Terraplenagem

Em uma aproximação generalizada, aplicável à maioria das situações usuais, em que os projetos são feitos para terrenos com perfis ondulados, é possível avaliar os volumes de terraplenagem, tanto para os trechos em corte, como para os trechos em aterro, valendo-se da aproximação das áreas das seções transversais por prismóides (sólidos geométricos limitados nos extremos por faces paralelas e, lateralmente, por superfícies planas) como aquele mostrado na figura 3.7 a seguir. (CARCIENTE, 1985) apud (PONTES, 1998).



**Figura 3.7** – Prismóide formado num tramo de rodovia – Fonte: Carciente (1985)

O volume do prismóide da figura 3.7, como se sabe da Geometria Métrica, pode ser calculado pela equação:

$$Vol = L \times (A_1 + 4 \times A_m + A_2) / 6$$

Particularmente, no caso da aproximação citada acima, interessa o caso em que as áreas podem ser aproximadas por seções trapezoidais, e a área média representa a média aritmética das áreas, ou seja:  $A_m = (A_1 + A_2) / 2$ . Neste caso, o volume pode ser calculado como se fosse um sólido com esta base e com altura igual entre as seções extremas, ou seja:

$$V_m = L \times A_m = \frac{L}{2} \times (A_1 + A_2)$$

São adotados os seguintes procedimentos para a avaliação dos volumes de terraplenagem, bem como as respectivas nomenclaturas para os principais parâmetros envolvidos na análise (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998):



### 3.3.2.1 Off-Set em Aterro

A figura 3.8, abaixo, ilustra os principais parâmetros utilizados no cálculo dos volumes de terraplenagem, para as seções em aterro, ou seja, nas quais as cotas do greide são maiores que as do terreno, com a mesma aproximação para as áreas:

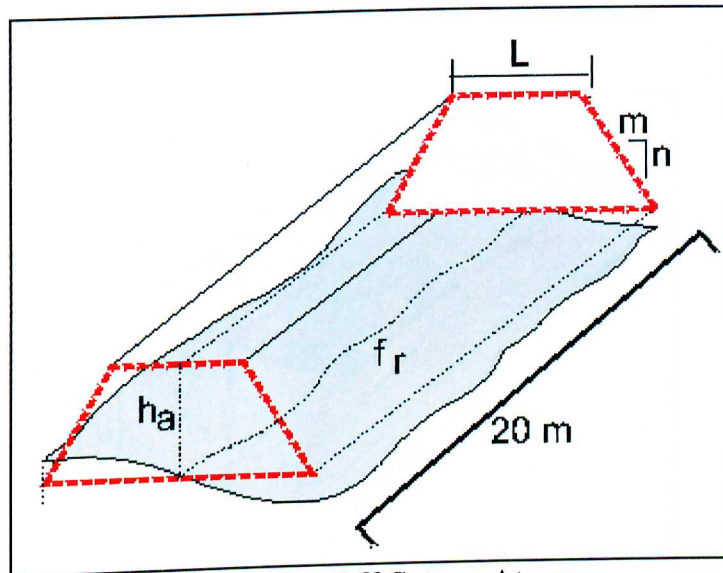


Figura 3.8 – Off-Set em Aterro

- $L_P$  – largura da plataforma da estrada (metros);
- $m$  – projeção horizontal dos taludes de aterro;
- $n$  – projeção vertical dos taludes de aterro;
- $f_R$  – fator de redução do solo nos aterros, devido à compactação.
- $CT_i$  – cota do terreno em uma estaca  $i$  (metros);
- $CG_i$  – cota do greide em uma estaca  $i$  (metros);
- $h_{Ai}$  – altura de aterro em uma estaca  $i$  (metros);
- $S_{Ai}$  – seção de aterro em uma estaca  $i$  ( $m^2$ );
- $V_{Ai}$  – volume de aterro em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );
- $V_{Acum_i}$  – volume acumulado em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );

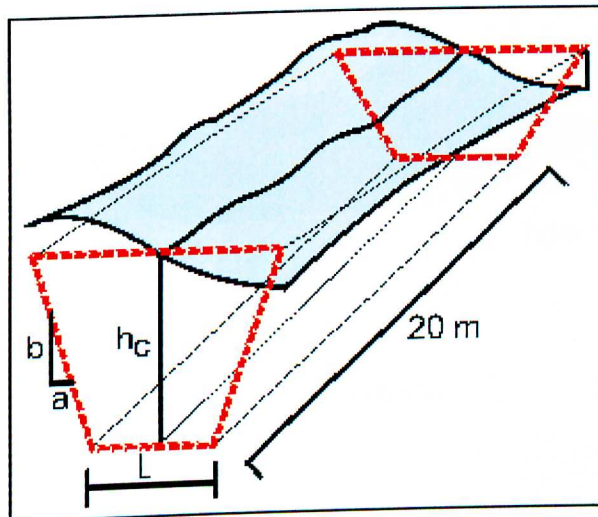
As seguintes equações são utilizadas na avaliação do volume aterro entre duas seções consecutivas:

$$h_{A_i} = CG_i - CT_i; \quad S_{A_i} = h_{A_i} \times \left( L_P + \frac{h_{A_i}}{(n/m)} \right)$$

$$V_{A_{i+1}} = 10 \times f_{R \times} (S_{A_i} + S_{A_{i+1}}); \quad V_{Acum_{i+1}} = V_{Acum_i} - V_{C_{i+x}}$$

### 3.3.2.2 Off-Set em Corte

A figura 3.9, mostrada a seguir, ilustra os principais parâmetros utilizados no cálculo dos volumes de terraplenagem, para as seções em corte, ou seja, onde as cotas do terreno são maiores que as do greide, na qual é mostrada a aproximação, por trapézio, acima referida para as áreas:



$L_P$  – largura da plataforma da estrada (metros);

$a$  – projeção horizontal dos taludes de corte;

$b$  – projeção vertical dos taludes de corte;

$CT_i$  – cota do terreno em uma estaca  $i$  (metros);

$CG_i$  – cota do greide em uma estaca  $i$  (metros);

$h_{Ci}$  – altura de corte em uma estaca  $i$  (metros);

$S_{Ci}$  – seção de corte em uma estaca  $i$  ( $m^2$ );

$V_{Ci}$  – volume de corte em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );

$V_{Acum_i}$  – volume acumulado em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );

As seguintes equações são utilizadas na avaliação do volume de corte entre duas seções consecutivas:

$$h_{C_i} = CT_i - CG_i; \quad S_{C_i} = h_{C_i} \times \left( L_P + \frac{h_{C_i}}{(b/a)} \right)$$

$$V_{C_{i+x}} = 10 \times (S_{C_i} + S_{C_{i+1}});$$

$$V_{Acum_{i+x}} = V_{Acum_i} + V_{C_{i+x}}$$

### 3.3.2.3 Seções em Passagem

A figura 3.10, abaixo, ilustra os principais parâmetros utilizados no cálculo dos volumes de terraplenagem, para as seções com ponto de passagem (neste caso de corte para aterro), ou seja, nas quais as cotas do greide e terreno assumem o mesmo valor, com a mesma aproximação para as áreas:

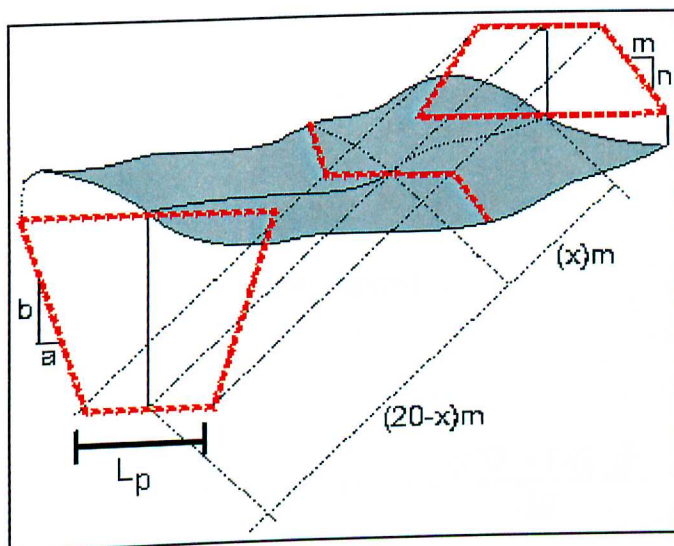


Figura 3.10 – Seção de Passagem

- $L_P$  – largura da plataforma da estrada (metros);
- $a$  – projeção horizontal dos taludes de corte;
- $b$  – projeção vertical dos taludes de corte;
- $m$  – projeção horizontal dos taludes de aterro;
- $n$  – projeção vertical dos taludes de aterro;
- $f_R$  – fator de redução do solo nos aterros, devido à compactação.
- $CT_i$  – cota do terreno em uma estaca  $i$  (metros);
- $CG_i$  – cota do greide em uma estaca  $i$  (metros);
- $h_{Ci}$  – altura de corte em uma estaca  $i$  (metros);
- $S_{Ci}$  – seção de corte em uma estaca  $i$  ( $m^2$ );
- $V_{Ci}$  – volume de corte em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );
- $h_{Ai}$  – altura de aterro em uma estaca  $i$  (metros);
- $S_{Ai}$  – seção de aterro em uma estaca  $i$  ( $m^2$ );
- $V_{Ai}$  – volume de aterro em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );
- $V_{Acumi}$  – volume acumulado em uma estaca  $i$  ( $m^3$ );

As seguintes equações são utilizadas na avaliação do volume aterro entre duas seções consecutivas:

### 3.3.2.3.1 De Corte para Aterro (Da seção 1 para 2)

Estaca i (seção 1)

$$h_{C_i} = CT_i - CG_i;$$

$$S_{C_i} = h_{C_i} \times \left( L + \frac{h_{C_i}}{(b/a)} \right)$$

Estaca i+x (m) (seção no ponto de passagem)

$$\text{com } x = \frac{20 \times h_{C_i}}{(h_{C_i} + CG_{i+1} - CT_{i+1})}$$

$$CT_{i+x} = CG_{i+x} \quad \text{com} \quad CG_{i+x} = CG_i - x \times \frac{(CG_i - CG_{i+1})}{20}$$

$$h_{C_{i+x}} = h_{A_{i+x}} = CT_{i+x} - CG_{i+x};$$

$$S_{C_{i+x}} = h_{C_{i+x}} \times \left( L + \frac{h_{C_{i+x}}}{(b/a)} \right);$$

$$S_{A_{i+x}} = h_{A_{i+x}} \times \left( L + \frac{h_{A_{i+x}}}{(n/m)} \right)$$

$$V_{C_{i+x}} = (S_{C_i} + S_{C_{i+x}}) \times x / 2;$$

$$V_{Acum_{i+x}} = V_{Acum_i} + V_{C_{i+x}}$$

### 3.3.2.3.2 De Aterro para Corte (Da seção 2 para 1)

Estaca i+1 (seção 2)

$$h_{A_{i+1}} = CG_{i+1} - CT_{i+1};$$

$$S_{A_{i+1}} = h_{A_{i+1}} \times \left( L + \frac{h_{A_{i+1}}}{(n/m)} \right);$$

$$V_{A_{i+1}} = (S_{A_{i+x}} + S_{A_{i+1}}) \times (20 - x) / 2$$

$$V_{Acum_{i+1}} = V_{Acum_{i+x}} - f_R \times V_{A_{i+1}}$$

Estaca i (seção 2)

$$h_{A_i} = CG_i - CT_i;$$

$$S_{A_i} = h_{A_i} \times \left( L + \frac{h_{A_i}}{(n/m)} \right)$$

Estaca i+x (m) (seção no ponto de passagem)

$$\text{com } x = \frac{20 \times h_{A_i}}{(h_{A_i} + CT_{i+1} - CG_{i+1})}$$

$$CT_{i+x} = CG_{i+x} \quad \text{com} \quad CG_{i+x} = CG_i + x \times \frac{(CG_{i+1} - CG_i)}{20}$$

$$h_{A_{i+x}} = h_{C_{i+x}} = CT_{i+x} - CG_{i+x};$$

$$S_{A_{i+x}} = h_{A_{i+x}} \times \left( L + \frac{h_{A_{i+x}}}{(n/m)} \right);$$

$$S_{C_{i+x}} = h_{C_{i+x}} \times \left( L + \frac{h_{C_{i+x}}}{(b/a)} \right)$$

$$V_{A_{i+x}} = (S_{A_i} + S_{A_{i+x}}) \times x / 2;$$

$$V_{Acum_{i+x}} = V_{Acum_i} - f_R \times V_{A_{i+x}}$$

Estaca i+1 (seção 1)

$$h_{C_{i+1}} = CT_{i+1} - CG_{i+1};$$

$$S_{C_{i+1}} = h_{C_{i+1}} \times \left( L + \frac{h_{C_{i+1}}}{(b/a)} \right);$$

$$V_{C_{i+1}} = (S_{C_{i+x}} + S_{C_{i+1}}) \times (20 - x) / 2$$

$$V_{Acum_{i+1}} = V_{Acum_{i+x}} + V_{C_{i+1}}$$

### 3.3.2.4 Volumes de Terraplenagem

Constitui uma avaliação, de forma aproximada, para o trecho de via analisada, dos valores dos volumes acumulados entre cortes e aterros. Por convenção, esses volumes são representados, respectivamente, por **positivos** e **negativos** (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998).

### 3.3.2.5 Diagrama de Massas (*Bruckner*)

É a representação gráfica dos volumes acumulados entre cortes e aterros, em cada estaca, no trecho analisado, tendo como eixo das abscissas o número da estaca e como eixos das ordenadas, à esquerda, as cotas do terreno e greide da estrada, e à direita, os volumes de cortes e aterros acumulados, expresso em metros cúbicos (PIMENTA, 1981) apud (PONTES, 1998).

## 3.4 Conclusão

Ao longo deste capítulo, registra-se o modelamento dos cálculos analíticos dos traçados em planta e perfil que compõem o escopo do foco em estudo. Fica claro que esse esforço é de suma importância para a concepção e adequação ao sistema interativo de apoio ao aprendizado e que passará a ser justaposto, a partir do próximo capítulo, num contexto computacional, com a intenção de gerar a interface homem/máquina. O sistema transformar-se-á em um agente facilitador do processo ensino-aprendizagem, adequando-se aos objetivos instrucionais e promovendo, neste instrumento, a motivação, adequação, interatividade e *feedback*, desta forma valorizando os fatores educacionais.

# CAPÍTULO IV

## A ELABORAÇÃO DO SISTEMA INTERATIVO

*“Os arquitetos de informação eficazes tornam o complexo claro; eles tornam a informação inteligível para outros seres humanos”.*



# CAPÍTULO IV

## A ELABORAÇÃO DO SISTEMA INTERATIVO

### 4.1 Introdução

A elaboração do sistema interativo de apoio ao aprendizado visa à transmissão de informações para atingir objetivos previamente estabelecidos, sendo prioritária a busca de ensino e aprendizagem.

O desenvolvimento do sistema interativo de apoio ao aprendizado é uma tarefa complexa e envolve muitos fatores, sendo que vários deles estão ligados ao processo educacional e outros, com aspectos de interface e implementação.

Dentro dessa ótica, neste capítulo, serão abordados os paradigmas educacionais predominantes, convergindo para um tratamento ergonômico apoiado nos princípios pedagógicos, bem como a justaposição dos requisitos técnicos discutidos no capítulo anterior para poder conceber o projeto instrucional.

O interessante a se considerar é que todo *software* desenvolvido para fins educacionais é organizado e planejado para transmitir informações sistematizadas, caracterizando um *processo instrucional*. Desta forma, o desenvolvimento desse tipo de *software*, quando feito de forma organizada, planejada e sistematizada é, na realidade, uma tarefa pedagógica.

### 4.2 Relacionando o sistema interativo com o paradigma educacional

Quando um sistema interativo de apoio ao aprendizado é desenvolvido para ser utilizado como apoio ao processo de aprendizado de um determinado conteúdo, entende-se que uma das etapas no seu desenvolvimento é definir a concepção pedagógica daqueles que estão envolvidos na sua modelagem e/ou implementação. Esse raciocínio é confirmado por (RAMOS, 1996) quando a mesma afirma que essa etapa de desenvolvimento de sistema interativo de apoio ao aprendizado trata-se da *primeira etapa, pois o tipo de uso a que se destina reflete a concepção pedagógica do software*. A autora apresenta algumas características dos *softwares*, de acordo com o paradigma educacional utilizado na concepção e desenvolvimento de sistema interativo de apoio ao aprendizado de diferentes modalidades.



Quando um *software* é utilizado para fins educacionais, invariavelmente o mesmo reflete um dos paradigmas educacionais: *comportamentalista* ou *construtivista*. Assim sendo, a psicologia da aprendizagem tem contribuído com aspectos importantes nessa evolução, principalmente mediante a aplicação de conceitos das teorias comportamentalistas, cognitivistas, modelos de ensino/aprendizagem centrados em quem ensina e em quem aprende. De contrapartida, a aprendizagem, na perspectiva construtivista, é sempre relativa a um momento determinado. Por isso se postula que o conhecimento é um processo entre vários momentos de estabilidade do mesmo, o que implica que este nunca termina.

Quanto à atividade do aprendiz, um *software* pode ser *algorítmico* ou *heurístico*. No primeiro é predominante a ênfase na transmissão de conhecimentos do sujeito que sabe para o sujeito que deseja aprender, sendo função do desenvolvedor do *software* projetar uma seqüência bem planejada de atividades que conduzam o aluno ao conhecimento desejado. Já no *segundo*, predomina a aprendizagem experimental ou por descobrimento, devido à criação de um ambiente rico em situações que aluno deve explorar.

Quanto ao direcionamento na utilização do *software*, podem ser consideradas duas abordagens: *dura* ou *branda*. Na primeira, os planos são previamente traçados para o uso do computador e as atividades dos alunos resumem-se a responder as perguntas apresentadas, registrando-se e contabilizando-se erros e acertos. Na segunda, a atividade e interação com o computador não parecem ter um objetivo definido, colocando o aluno na posição de comando, fazendo uma série de atividades consideradas por ele interessantes, em que há desafio. Os erros são fontes de reflexão e desenvolvimento de novos projetos.

A partir das características desses dois paradigmas educacionais (comportamentalista e construtivista), algumas modalidades de *software* educacionais são classificadas quanto à função que os mesmos desempenham: os tutoriais, os simuladores, os de exercício e prática, os jogos.

Baseado nesses conceitos e com a intenção de atender aos módulos instrucionais (traçado em planta ou perfil), descritos no capítulo anterior, deve-se criar um sistema interativo de apoio ao aprendizado que seja um *simulador*, uma vez que se firma na construção de situações que se assemelham com a realidade e enfatizam a exploração autogerida. Para atingir esse desenvolvimento, utilizar-se-ão conceitos construtivistas que, na visão de natureza humana, buscam a interação; o enfoque será heurístico, para garantir a

atividade do aprendiz, e com abordagem branda, caracterizando o direcionamento na utilização do sistema.

A simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, dentro do contexto abordado, oferecendo ainda a possibilidade de o aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar conceitos. Essa modalidade é muito útil, sobretudo para situações que envolvam a tomada de decisões.

É afirmado por (VALENTE, 1993) que uma das críticas feitas a esse tipo de *software* é *que as simulações são muito difíceis de serem desenvolvidas, pois requerem um poder computacional muito grande, recursos gráficos, visuais e sonoros, de modo a tornar a situação o mais próxima possível da realidade*. Uma vez que a preocupação reside em conceber um sistema que contemple a interface homem/máquina, os recursos gráficos e visuais do sistema em questão deverão ser explorados de forma a atrair, motivar e gerar uma comunicação efetiva com o usuário.

### 4.3 A ergonomia e a pedagogia

Considerando os modismos e a forma de como se vem tratando as questões da interface entre a pedagogia e a tecnologia, faz-se necessário, inicialmente, estabelecer alguns pontos conceituais, abordando os elementos básicos norteadores deste ensaio.

Ergonomia, em sentido amplo, *é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia*. (WISNER, 1987) apud (FIALHO & SANTOS, 1995).

Pode-se dizer, em outras palavras, que a ergonomia trata dos conhecimentos científicos do homem e de sua aplicação na concepção e construção de máquinas e ferramentas que garantam a facilitação de um desempenho global em determinado sistema, ou seja, das condições que afetam diretamente uma situação de trabalho em seus aspectos técnicos, econômicos e sociais. Atualmente inúmeras formas de intervenção, sejam no sentido de avaliar condições, ou no sentido de propor e implementar melhorias de caráter ergonômico, têm-se instaurado nos processos de trabalho dentro das organizações.

No caso deste estudo, trata-se propriamente de uma questão de verificação ergonômica, discutindo uma de suas propriedades, a usabilidade no processo Interface Homem/Máquina (IHM) em sistema interativo de apoio ao aprendizado.

A usabilidade é uma propriedade da Interface Homem/Máquina que confere qualidade a um *software*, referindo-se à qualidade de uso do produto.

Conforme (ISO 9241, 1993), o conceito de usabilidade é medido pela efetividade, eficiência e satisfação do usuário. A usabilidade como propriedade global do sistema é medida pela extensão de alcance dos objetivos propostos em relação ao uso dos recursos a serem gastos, para atingir as metas pretendidas e à dimensão na qual os usuários concluem que o sistema geral seja aceitável.

Para se avaliar os fatores de qualidade (eficiência, efetividade e satisfação), torna-se necessário decompô-los em subfatores e, posteriormente, em medidas de usabilidade.

Em se tratando de avaliação ergonômica, a verificação dos critérios pode ser objetiva, sistemática e de fácil aplicação. Contudo, quando discute avaliação pedagógica, os fundamentos se revestem de complexidade, requerendo definição de princípios, de fatores e de critérios pertinentes a uma determinada concepção pedagógica.

Como este estudo busca a qualidade pedagógica de um sistema interativo de apoio ao aprendizado, faz-se necessário, ainda que de forma simplificada, registrar algumas considerações a respeito do conceito pedagógico, tomado no sentido restrito de teorias e ciência da educação.

Como ciência aplicada, a Pedagogia constitui seu corpo teórico a partir de outras ciências tais como a Filosofia, a Epistemologia, a Psicologia, a Biologia, a Economia e mais recentemente também a Ergonomia.

O conjunto dessas diferentes áreas do conhecimento procura dar conta do fenômeno pedagógico, cujo processo, em sua complexidade, desdobra-se em diferentes propriedades. Uma das propriedades fundamentais desse processo é a aprendizagem a qual é determinada por diversos fatores que implicam possível interação sujeito/objeto. Tratando-se de uma análise da relação Interface Homem/Máquina, para maior entendimento, é preciso aprofundar a distinção entre a *aprendizagem do sistema*, isto é, aprender o sistema, e *aprendizagem no sistema*, ou seja, a aprendizagem de conceitos a partir do princípio da complexidade crescente em que o mesmo vai se constituindo. Essa é uma tarefa em que os fatores e as variáveis envolvidas são de diferentes magnitudes.

É fundamental que se realize uma reflexão profunda de todos os aspectos envolvidos na relação pedagógica, tendo o computador como ferramenta de mediação que possibilita a troca generalizada de saberes. É preciso ter clara qual a concepção de aprendizagem que está

por trás, ao fazer uso dessa tecnologia e, muito mais do que isso, é preciso que os educadores, professores, vivenciem o uso dessa tecnologia na perspectiva de reconhecimento autogerenciado, móvel e contextual das competências.

No caso de análise da relação **IHM**, sob o ponto de vista da integração entre usabilidade e aprendizagem, torna-se necessário eleger, na Pedagogia e particularmente no processo de aprendizagem, propriedades e fatores que tenham relativa compatibilidade entre aqueles ergonomicamente verificáveis.

Com este entendimento, selecionou-se, entre diversas propostas de avaliação de aprendizagem, a Taxionomia de Bloom. Essa proposta sistematiza o processo em níveis de domínio, fatores e critérios, ao tratar da classificação de objetivos de aprendizagem mensuráveis. A mesma está fundamentada em uma concepção de conhecimento objetivo e admite, como processo, os dois métodos básicos: o indutivo e o dedutivo, dependendo dos objetivos de intervenção pedagógica. O princípio norteador é o da complexidade, e os objetivos estão hierarquizados em ordem crescente de complexidade e abstração. Neste sentido, a avaliação é um instrumento na prática pedagógica, que permite verificar quais procedimentos tecnológicos são válidos na consecução de objetivos educacionais.

Para (BLOOM *et al.*, 1983), a aprendizagem é um processo que se define pelos seguintes domínios e fatores:

- **Cognitivos** — Conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.
- **Afetivos** — receptividade, reação, valorização, organização.
- **Psicomotores** — percepção, predisposição, resposta orientada, resposta mecânica, resposta complexa evidente.
- **Conhecimento** — nesta concepção, envolve a evocação de conhecimentos específicos e universais, de métodos e processos, ou de um padrão, estrutura ou composição.
- **Compreensão** — nesta questão, o conhecimento refere-se a um tipo de entendimento ou apreensão tal, que o indivíduo conhece o que está sendo comunicado e pode fazer uso do material, sem necessariamente relacioná-lo a outro ou perceber suas implicações mais complexas.

Para o fator *conhecimento*, escolheu-se o critério *conhecimento de específicos*, e para o fator *compreensão*, escolheu-se *translação*.

O critério **conhecimento de específicos** designa-se pela evocação de unidades de informações específicas e isoláveis, dando ênfase a símbolos com referentes concretos. Apresenta um nível de abstração muito baixo, podendo ser entendido como um conjunto de elementos a partir dos quais formas de conhecimentos mais complexas e abstratas são elaboradas.

Já o critério **translação** está ligado à compreensão evidenciada pelo cuidado e pela precisão com que a comunicação é transformada em outras formas. A translação é julgada com base na fidelidade e precisão, isto é, na medida em que o material é preservado na comunicação original, ainda que tenha sido alterada a forma de comunicação.

No que diz respeito à validação ergonômica da qualidade de um *software*, existem inúmeras técnicas de avaliação de usabilidade sendo empregadas. Segundo (SQUIRES, PRECE, 1993), define-se usabilidade como sendo uma parcela do processo de avaliação do uso do sistema interativo de apoio ao aprendiz. A usabilidade é tipicamente concebida em termos da operação do *software*. Por isso, este estudo refere-se ao primeiro momento que trata de verificar a possibilidade de integração entre as duas propriedades: usabilidade e aprendizagem, num processo de avaliação pedagógica em um sistema informatizado.

#### 4.4 Etapas de desenvolvimento do Sistema interativo

O objetivo de organizar e sistematizar o desenvolvimento do sistema interativo de apoio ao aprendiz é buscar a estrutura estratégica apropriada para favorecer o processo de ensino e aprendizagem, melhorando os meios de transmissão da informação a ser veiculada, segundo (SALVAT, 1994). Assim, deve-se modelar o sistema do mundo real, de forma que possa ser entendido. Para isso, é preciso levantar os requisitos, examiná-los, analisar suas implicações e redefini-los rigorosamente.

Parte-se então para o estudo da área de conhecimento, objetivo da aplicação a ser desenvolvida e a conseqüente captura dos requisitos necessários ao *software* para que este atenda aos anseios dos seus utilizadores.

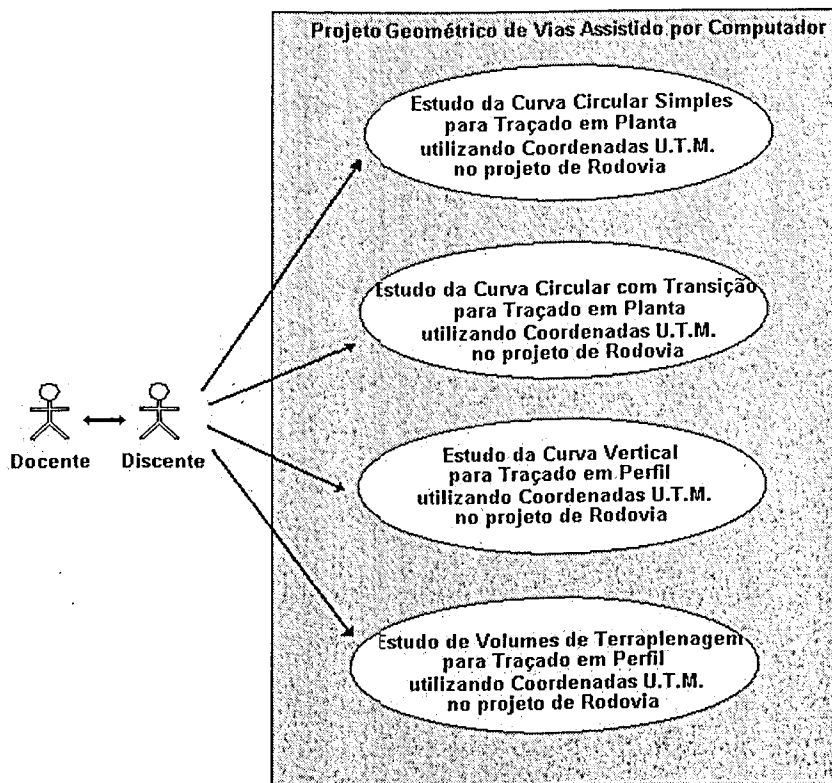
Por requisitos do sistema, entende-se como sendo as funcionalidades que deverão ser representadas no *software*, a fim de garantir o entendimento e a identificação com o mundo real, por parte do público usuário da aplicação.

O processo de definição dos requisitos, segundo (FIORINI *et al.*, 1998), compreende as seguintes atividades:

#### 4.4.1 Identificação dos requisitos

O principal objetivo desta atividade é efetuar o levantamento dos requisitos através da interação com as pessoas envolvidas.

O surgimento dos métodos apoiados no paradigma orientado em objetos, no início dos anos 90, consolidou a idéia de que a captura dos requisitos do sistema deve ser através da ótica do usuário — esta abordagem é chamada de “*OBJETORY*” (*Object – Factory*). Engloba *Use-Cases* na análise dos objetivos do sistema e aplicação de engenharia reversa. *Use-Cases* representam a visão externa do sistema com relação a seus usuários e mostram o sistema e suas interações com entidades externas, destacando suas ligações convencionalmente chamadas de fluxos e mostrando o corpo do diagrama, conforme figura 4.1 a seguir:



**Figura 4.1** – Diagrama de casos de uso que será implementado no sistema

A representação do diagrama de casos de uso se deu com a utilização da *Unified Modeling Language* — UML (Linguagem de Modelagem Unificada), abrindo novos horizontes para o desenvolvimento orientado a objetos, pois a UML é muito mais que a padronização de uma notação, é também o desenvolvimento de novos conceitos.

A UML foi desenvolvida pela Rational *Software* e outras empresas parceiras e é uma convergência de linguagens de modelagem encontradas nos métodos de Booch, OOSE/Jacobson, OMT e outros. Pode ser considerada como a escolha ideal para a

documentação de sistemas orientados a objetos ou baseados em componentes. Ela representa uma coleção das melhores práticas já criadas que possuem sucesso comprovado na modelagem de sistemas grandes e complexos.

A modelagem *Use-Case* foi criada por Ivar Jacobson, baseado em suas experiências no desenvolvimento de um sistema para a Ericsson com a utilização dos métodos OOSE e *Objectory*.

A construção de modelos *Use-Case* é feita a partir de várias discussões entre as pessoas envolvidas no sistema a ser modelado. Os usuários finais têm interesse nesse tipo de modelagem, pois ela representa toda a funcionalidade do sistema e descreve como ele será usado. A participação deles durante a modelagem é extremamente relevante, pois o modelo será constantemente adaptado de forma a refletir em detalhes as necessidades dos usuários.

#### **4.4.2 Identificação das restrições e obstáculos do desenvolvimento de *software***

Neste item se faz a descoberta de restrições, bem como dos obstáculos no processo de desenvolvimento do sistema interativo de apoio ao aprendizado, que são significativas no cunho técnico na área da Engenharia Civil, e define-se estratégias que demonstrem interatividade e confiabilidade.

Levantou-se algumas restrições de cunho interativo, visando garantir a confiabilidade no que diz respeito aos dados que serão fornecidos, pois neste instante o sistema será alimentado por digitação. Assim sendo, definiu-se a necessidade de monitorar o teclado, de modo que só fosse possível a introdução de dados numéricos, evitando possíveis erros no processamento do sistema. Cada módulo instrucional, de acordo com sua característica técnica, receberá parâmetros específicos obedecendo determinado intervalo de validade, a saber:

- No traçado em planta, um dado que deverá ser fornecido é a super-elevação, cujo valor deverá estar compreendido entre 4% e 12% inclusive, conforme citado no capítulo três, item 3.2.1.2. No caso do usuário fornecer um valor fora desse intervalo, ficou acordado que seria exibida uma tela de diálogo registrando que o dado é indevido e, conseqüentemente, haverá o retorno da solicitação da informação.

- No traçado em perfil, um tratamento análogo dar-se-á na curva vertical, onde a rampa inicial e a final ficaram delimitadas no intervalo  $[-8, 8]$ . Outro item será o raio escolhido, que deverá estar compreendido no intervalo  $[500, 12000]$ , como foi descrito no item 3.3.1 do capítulo três.

Um dos principais obstáculos a ser vencido nesse desenvolvimento surge no cálculo do Volume de Terraplenagem, em que o usuário fornece de forma consecutiva, para cada estaca, a sua cota de terreno e a cota de greide; através dessas entradas, não fica necessariamente contemplada, de forma natural, o eventual ponto de passagem ou estaca cheia. Assim sendo, deve-se proceder a uma avaliação das estacas recebidas; de acordo com essas informações é preciso gerar a *seção de passagem*, como pode ser observado no capítulo três, na descrição do item 3.3.2.3, remanejando as outras estacas de forma automática. Esse processo pode ocorrer várias vezes num mesmo processamento, pois a condicionante corte-aterro ou vice-versa não tem definições estáticas na topografia do traçado de uma rodovia.

Outro ponto relevante no módulo Volume de Terraplenagem é a concepção do gráfico que caracterizar o Diagrama de Massa, esse gráfico deverá ter as seguintes componentes: no eixo horizontal, estarão as estacas do trecho em estudo; num eixo vertical, deverão estar representadas as cotas de terreno e as cotas de aterro; e no outro eixo vertical, o volume acumulado representado em  $m^3$ , levando em consideração que além de disponibilizar sua visualização na tela, o mesmo deverá ser impresso, a fim de gerar uma documentação técnica do módulo.

Os pontos acima descritos tem grande importância nesta fase, para garantir as funcionalidades que deverão ser representadas no desenvolvimento do sistema interativo, de modo que este atenda aos anseios dos seus usuários e garanta o entendimento e a identificação com o mundo real.

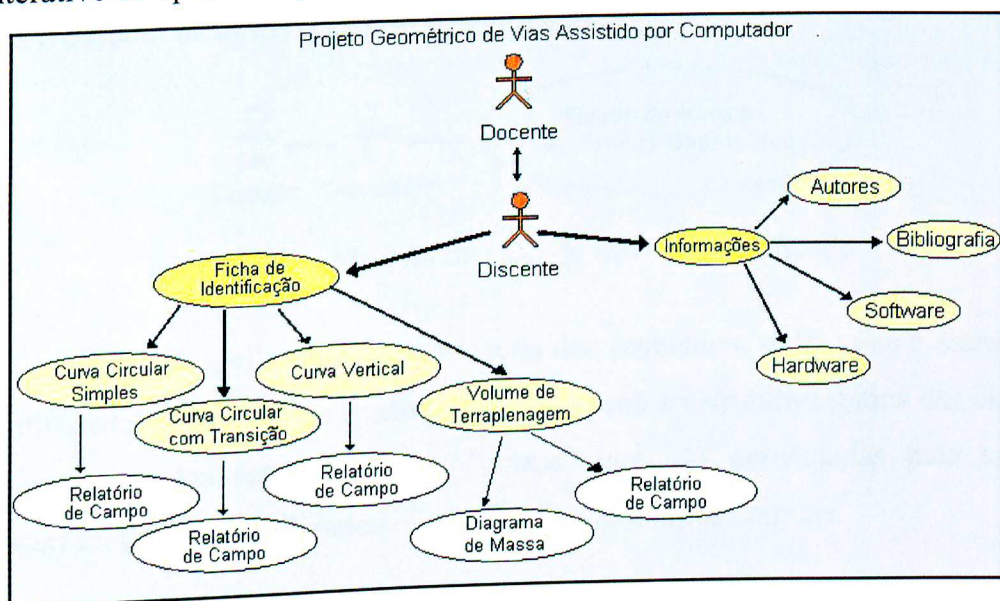
#### 4.4.3 Representação de requisitos

Esta abordagem busca prover uma modelagem de requisitos apropriada ao método *Fusion*. O objetivo é definir um modelo voltado ao usuário e prover a qualidade de usabilidade (COLEMAN *et al.*, 1996), como também utilizar o modelo como uma ferramenta de interação e permitir a rastreabilidade, isto é, o acompanhamento dos requisitos durante o processo de desenvolvimento e na validação do *software*.



A definição apropriada dos requisitos depende de um preciso conhecimento do ambiente e das razões pelas quais o *software* é proposto. Os usuários normalmente expressam esse propósito através de objetivos relacionados às tarefas. Segundo esse ponto de vista, as metodologias de engenharia de requisitos orientadas a objetivos apresentam um suporte adequado ao descobrimento desses últimos.

Os modelos propostos associam objetivos a cenários, em estruturas hierárquicas que descrevem os requisitos através de refinamentos de composição e alternativas. Para ilustrar esse conceito, criou-se a figura 4.2 a seguir, formalizando como deverá ocorrer a navegação do sistema interativo de apoio ao aprendizado.



**Figura 4.2** – Diagrama de Navegação caracterizando a representação dos requisitos

Como a preocupação da interface homem/máquina é um ponto vital no sistema, conclui-se que o sistema deveria ser apresentado com uma tela que permitisse ao usuário escolher sua atividade. Uma atenção maior destinou-se à Ficha de Identificação, no qual os usuários caracterizariam a necessidade de ter um conjunto de opções em que uma delas deverá ser selecionada e, de acordo com esta seleção, vai se caracterizando o traçado do projeto geométrico, conforme descrição feita no capítulo dois no item 2.3.

Finalmente, ficou consolidada a representação de cada módulo instrucional, na qual deverá se caracterizar a origem dos dados que serão processados, definir uma área para a representação genérica da curva em estudo, gerar uma área para a entrada e saída de dados, e a navegação deverá ocorrer através de botões.

A amigabilidade do emprego dos cenários, como uma ferramenta com um grau adequado de abstração e informalidade de representação, agrega ao modelo a qualidade de usabilidade, melhorando a comunicação entre os envolvidos.

#### 4.4.4 Comunicação de requisitos

A definição dos requisitos é apresentada aos envolvidos no desenvolvimento dos resultados. Para tanto, inicialmente deve ocorrer a representação dos requisitos funcionais do sistema, isto é, a representação de conceitos do domínio de problema, conforme figura 4.3, caracterizando o modelo de caso de uso — simplificado.

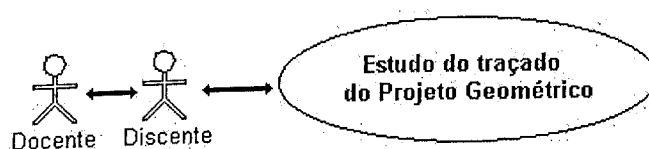
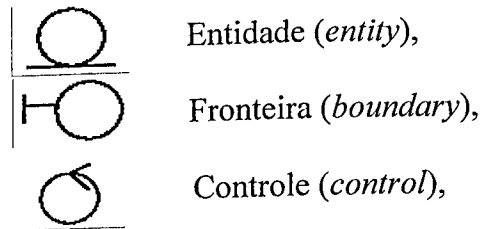


Figura 4.3 – Modelo de caso de uso — simplificado

Com a intenção de melhorar a comunicação dos requisitos, utilizou-se a estratégia do diagrama de atividade no modelo de análise, que demonstra a estrutura estática das classes de um sistema em que estas representam as "coisas" que são gerenciadas pela aplicação modelada. Assim sendo, serão utilizados os seguintes estereótipos comuns:

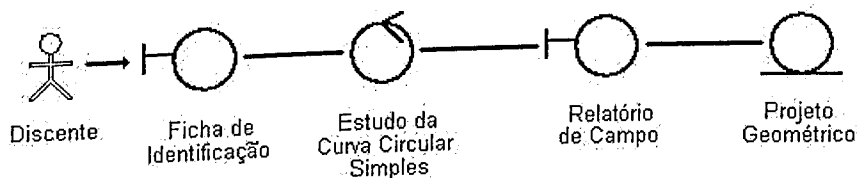
- O ícone de *fronteira* (*boundary*) — tem o objetivo de modelar a interface do sistema, utilizada para facilitar a comunicação;
- O ícone *controle* (*control*) — modela o comportamento seqüencial específico do caso de uso e coordena os eventos necessários para realizar o comportamento específico no caso de uso;
- O ícone *entidade* (*entity*) — modela uma entidade do mundo real.

Na figura 4.4, mostra-se a representação dos ícones dessa estrutura estática; para tanto, utilizar-se-á o *Rational Rose 2000*.



**Figura 4.4** – Ícones *Rational Rose 2000*.

Para caracterizar o detalhamento do estudo da *Curva Circular Simples* no traçado em planta, utilizando Coordenadas U.T.M., no projeto de rodovia, observe a figura 4.5 abaixo; em seguida, na tabela 4.1, serão descritos os gerenciamentos pertinentes a cada ícone do diagrama de atividade.



**Figura 4.5** – Diagrama de atividade do estudo da Curva Circular Simples

Os gerenciamentos obedecem à seguinte ordem: fronteira 1 (Ficha de Identificação) — o que deverá ser selecionado; controle (Estudo da Curva Circular Simples) — no qual serão descritos os dados de entrada e os processamentos; fronteira 2 (Relatório de Campo) — corresponde às informações que serão impressas, oriundas do processamento para auxiliar no projeto geométrico.

Tabela 4.1 – Gerenciamento dos ícones para Curva Circular Simples

Fronteira 1	Controle	Fronteira 2
Projeto: <i>Rodovia</i>	<b>Deverão ser fornecidos:</b>	Azimute 1
Dados: <i>Coordenadas U.T.M.</i>	Coordenadas norte e leste das estacas de referência	Distância da estaca E <sub>0</sub> a E <sub>1</sub>
Traçado: <i>Planta</i>	Estaqueamento inicial	Ângulo Central
Opção: <i>Curva Circular Simples</i>	Velocidade de projeto da via	Estaca E <sub>1</sub>
	Super-elevação do bordo externo da curva [4% a 12%]	Raio calculado
	Raio mínimo da curva	Parâmetros principais da curva
	<b>Deverão ser processados:</b>	Parâmetros de locação da curva
	Coeficiente de atrito lateral	
	Distância entre as estações	
	Rumos, Azimutes e Ângulo Central	
	Adoção do raio da curva	
	Parâmetros principais da curva	
	Parâmetros de locação da curva	

Neste momento, a atenção será dirigida para o estudo da *Curva Circular com Transição* para o traçado em planta, utilizando coordenadas U.T.M., no projeto de rodovia. A figura 4.6 caracteriza o diagrama de atividade no caso de uso.

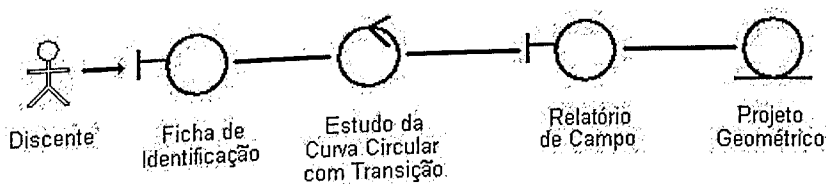
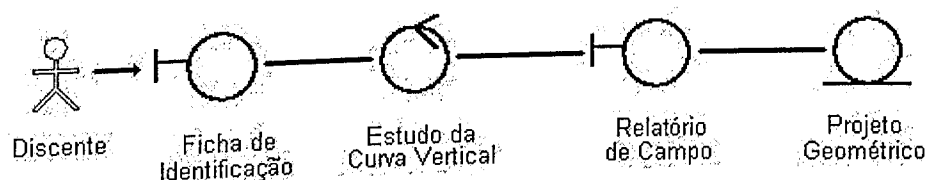


Figura 4.6 – Diagrama de atividade do estudo da Curva Circular com Transição

O gerenciamento que será executado neste caso de uso sofre pequenas alterações em relação ao descrito na tabela 4.1. Assim sendo, na fronteira 1 (Ficha de Identificação) ocorrerá apenas a alteração com relação à opção que deverá ser Curva Circular com Transição. No controle, os dados de entrada são os mesmos e, nos dados processados, dar-se-á o acréscimo do comprimento mínimo da espiral, comprimento de transição e, com relação aos parâmetros de locação da curva, estes serão desmembrados em: trecho da curva de transição e trecho da curva simples. Na fronteira 2, ter-se-á a impressão dos dados acima citados, com o incremento do comprimento mínimo da espiral, o comprimento calculado da espiral e, no que diz respeito ao parâmetros de locação da curva, estes serão divididos em duas partes, a saber: de transição e circular simples.

Agora será analisado o estudo da *Curva Vertical* para o traçado em perfil, utilizando coordenadas U.T.M., no projeto de rodovia. Assim sendo, observe a figura 4.7, que mostra o diagrama de atividade deste caso de uso.



**Figura 4.7** – Diagrama de atividade do estudo da Curva Vertical

A seguir, a tabela 4.2 descreve as gerências aplicadas em cada ícone do diagrama.

Tabela 4.2 – Gerenciamento dos ícones para Curva Vertical

Fronteira 1	Controle	Fronteira 2
Projeto: <i>Rodovia</i>	<b>Deverão ser fornecidos:</b>	Comprimento adotado para curva
Dados: <i>Coordenadas U.T.M.</i>	Rampa inicial, no [-8,8]	Parâmetros principais da curva
Traçado: <i>Perfil</i>	Rampa final, no [-8,8]	Parâmetros de locação da curva
Opção: <i>Curva Vertical</i>	Raio escolhido, no [500,12000]	
	Cota do PIV – ponto de inflexão	
	Estaca do PIV	
	Distância	
	<b>Deverão ser processados:</b>	
	Adoção do comprimento da curva	
	Parâmetros principais da curva	
	Parâmetros de locação da curva	

Para finalizar, exibir-se-á o estudo do *Volume de Terraplenagem*, para traçado em perfil, utilizando coordenadas U.T.M, no projeto de rodovia. Para tanto, foi criada a figura 4.8 que representa o diagrama de atividade para este caso de uso e, logo após, ter-se-á a tabela 4.3 demonstrando como ocorrerá a gerência aplicada em cada ícone.

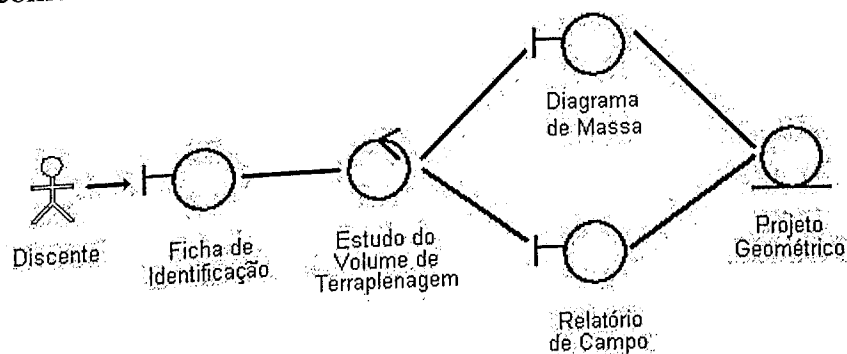


Figura 4.8 – Diagrama de atividade do estudo do Volume de Terraplenagem

Neste caso, a tabela apresentará fronteira 1, caracterizando a Ficha de Identificação; o controle conterà os dados de entrada e seus correspondentes processamentos; fronteira 2,

sinalizando o diagrama de massa; e a fronteira 3, expondo as informações que serão impressas. Cabe salientar que as fronteiras 2 e 3, serão subsídios fundamentais dessa interação para o projeto geométrico.

**Tabela 4.3 – Gerenciamento dos ícones para Volume de Terraplenagem**

Fronteira 1	Controle	Fronteira 2	Fronteira 3
Projeto: <i>Rodovia</i>	<b>Deverão ser fornecidos:</b>	Gerar gráfico no vídeo	Largura da plataforma
Dados: <i>Coordenadas U.T.M.</i>	Largura da plataforma	Imprimir gráfico	Seções de aterro
Traçado: <i>Perfil</i>	Talude de aterro horizontal		Seções de corte
Opção: Volume de Terraplenagem	Talude de aterro vertical		Cotas de terreno e greide
	Fator de redução do solo		Cotas vermelhas de corte e aterro
	Talude de corte horizontal		Áreas de corte e de aterro
	Talude de corte vertical		Soma das áreas de corte e de aterro
	Número total de estacas da plataforma		Semi distâncias
	Número da estaca		Volumes de corte, de aterro, aterro correção
	Sua cota de terreno		Compensação lateral
	Sua cota de greide		Volumes acumulados
	<b>Deverão ser processados:</b>		
	Off-set de aterro		
	Off-set de corte		
	Volume de terraplenagem		

Com a descrição dos diversos diagramas de atividade para cada caso de uso, junto com as gerências administradas em cada correspondente ícone, mostra-se a estrutura estática e sua organização em partes manipuláveis — esta dinâmica será o suporte para construção de uma base de dados do *software*. Desta forma, a comunicação dos requisitos no sistema interativo

de apoio à aprendizagem serve para nortear os tipos de componentes que serão utilizados, bem como o controle de acesso dos usuários e a estrutura do sistema.

#### 4.4.5 Preparação para validação de requisitos do *software*

As representações gráficas produzidas nos passos anteriores servirão para uma validação junto ao usuário final, no sentido de verificar se todos os requisitos estão listados e serão representados.

Os cenários são usados para orientar *walkthroughs*, os quais devem ser divididos em estágios, sendo que cada um destes representa um comportamento do sistema, isto é, função, condição e resposta, (GERRARD, 1994).

Os cenários são derivados a partir da descrição das metas do sistema e do usuário, além dos obstáculos em potencial que impedem essas metas. Considerar a existência de obstáculos força o desenvolvedor a pensar sobre soluções robustas e flexíveis para situações nas quais o ambiente não corresponde às expectativas assumidas. O número de cenários derivados é um fator chave para o sucesso de sua validação. A solução proposta é uma aplicação heurística para restringir o número de cenários derivados, sendo gerados apenas *cenários salientes*; estes levantam questões sobre alguma interação entre metas ou ações que devem ser resolvidas, antes que possa ser dito que o sistema atende às necessidades do usuário (POTTS, 1995).

Levando em consideração os conceitos acima, a validação dos requisitos deve ocorrer paulatinamente, para que o desenvolvimento do sistema tenha o comportamento esperado.

Assim sendo, inicialmente, foi definida uma linguagem comum aos usuários da área da Engenharia Civil, de modo que se pudesse entender o universo em questão. As terminologias técnicas eram anotadas e traduzidas em termos coloquiais, tais como: rumo, azimute, desenvolvimento circular, deflexão, entre outros. À medida que o universo técnico era exposto, surgiam os cálculos analíticos pertinentes a cada caso. A consolidação desse relacionamento se encontra descrito no capítulo três.

Com base nessa interação, gerou-se a identificação dos requisitos, uma vez que o escopo inicial era altamente abrangente. Chegando a um consenso, criou-se o diagrama de caso de uso, como foi descrito no item 4.4.1.

A partir da apresentação do cenário para a avaliação dos usuários, foi possível discutir as restrições e os obstáculos relevantes desse desenvolvimento, como mostra o item 4.4.2.



O próximo passo foi fundir os dois estágios discutidos e aprovados, criando um cenário em que se representa a usabilidade utilizando a navegação através dos estágios, conforme a abordagem do item 4.4.3.

Uma vez validada essa etapa e, com a intenção de amadurecer o desenvolvimento da análise para cada cenário, definiu-se seus comportamentos e seus gerenciamentos. Para tanto, caracterizou-se o usuário envolvido, suas fronteiras, os controles e como ocorreria em cada caso a contribuição para a entidade, gerando as possíveis respostas capazes de promover a inferência do conhecimento e a reflexão necessária no processo ensino-aprendizagem, como pode ser observado no item 4.4.4.

Validar os requisitos de sistemas torna-se uma necessidade, à medida que a complexidade destes aumenta progressivamente. Evitar erros nas fases preliminares do desenvolvimento, que eventualmente seriam detectados ao final do ciclo de vida, quando o custo para correção é maior, tem sido uma preocupação real para analistas e desenvolvedores em geral.

O desenvolvimento de um método que, além de validar os requisitos de sistema junto ao usuário, auxilia a fase de projeto do sistema, possibilita que erros de análise tornem-se menos comuns ou, no mínimo, não tão graves, não comprometendo, portanto, o sistema como um todo.

#### **4.4.6 Gerenciar o processo de definição de requisitos**

Este item acompanha todo o ciclo de vida do *software*.

### **4.5 O Projeto Instrucional**

Apenas os aspectos de interação e motivação são linhas de ação insuficientes para os educadores que venham utilizar o sistema interativo de apoio ao aprendizado. Desta forma, o projeto instrucional deve possuir elementos construtivistas no sentido de buscar obter, da relação do sujeito com o objeto manipulado, uma rica fonte de formação de conhecimento.

Portanto, as fases das interações de prototipação tendem a se contrapor, porém com o intuito de melhor definir suas diferenças; as subatividades da fase de projeto possuem o objetivo de complementar os modelos criados na fase anterior, acrescentando os requisitos não funcionais.

### 4.5.1 Escolha da Metáfora

A metáfora é uma forma alternativa de se pensar a respeito de alguma coisa. Pode-se dizer que constitui um relacionamento parcial entre dois concretos, uma abstração da realidade, isto é, não significa que ela tenha todas as características do mundo real. É semelhante, mas não idêntica.

A escolha da metáfora que melhor representará o tema a ser abordado é uma atividade muito importante, pois deverá apresentá-lo de forma eficiente e atraente, facilitando assim o aprendizado.

Na busca da consolidação deste conceito, firmou-se o apelo lúdico. Através das seleções efetuadas na ficha de identificação, o usuário já interage com algumas fotos que representam genericamente a situação selecionada, partindo para um dos módulos instrucionais que promoverá o cálculo analítico específico. Mostra-se então uma contraposição da representação gráfica da curva em estudo e a exposição de uma foto da referida curva já implementada.

Cabe ainda destacar que, ao se fornecer os dados de entrada em cada caso, na representação gráfica da curva, será sinalizada a informação solicitada, nos dados de saída também ocorrerão suas respectivas representações. Desta forma, estabelece-se uma perfeita consonância da metáfora com a interface homem/máquina.

### 4.5.2 Projeto de Interfaces

Esta atividade ganha em importância no tipo de *software* em questão, pois deve oferecer um bom nível de interação e um planejamento didático. Alguns princípios foram escolhidos para guiar o projeto de interfaces neste tipo de ambiente, a saber:

- **Identificar todos os componentes que pertençam ao sistema** — Como o *front-end* será idealizado para dar liberdade de atuação para o usuário, escolheu-se um componente que permitisse a paginação das opções iniciais. No que diz respeito à Ficha de Identificação, observou-se que haveria a necessidade de uma escolha entre vários itens; assim, definiu-se o manejo através de botões de opções. Quanto ao estudo de cada curva, percebeu-se que haveria a necessidade da entrada de

dados de forma individualizada, logo escolheu-se caixas de edição simples. Com relação à saída dos dados processados, ocorreu uma mescla de possibilidades, isto é, alguns dados retornariam de forma individualizada gerando apenas um resultado; então se optou por utilizar as caixas de edição simples, contudo outros dados de saída teriam que exibir seus valores em forma de uma tabela; para isso, escolheu-se a utilização de uma grade, e de elevadores que permitissem rolar, promovendo a visualização dos dados. Surgiu então um caso particular, um componente capaz de criar o gráfico que representará o diagrama de massa no caso de uso do Volume de Terraplenagem, o qual ele obrigatoriamente deverá ser concebido no plano, obedecendo a um padrão usual na área da Engenharia Civil;

- ***Identificar estratégias de escolha que podem permitir ao usuário acompanhar uma tarefa*** — como se trata de um sistema visual, a estratégia escolhida foi criar o ambiente amigável; procedendo as escolhas, a digitação ficou reservada apenas para alimentar os dados do sistema, enquanto que a mudança de tela, que promoverá a navegação, dar-se-á por meio de botões, a saber: ⏪ (retrocede) ou ⏩ (avançar). Para atingir o processamento de cálculos específicos em cada caso de uso, haverá uma área com botões inibidos que serão disponibilizados, à medida que se criar subsídios para ativá-los;
- ***Identificar o formato dos componentes*** — uma conduta adotada neste desenvolvimento foi à padronização dos componentes, criando assim um ambiente confortável e buscando a adequação da usabilidade por parte do usuário;
- ***Identificar todos os estados de interação com o usuário*** — nesse instante, idealizou-se a fusão da metáfora com a usabilidade, visando à compreensão do sistema de forma precisa, caracterizando um canal de comunicação, retornando informações específicas e isoláveis, gerando conhecimentos mais complexos e abstratos, viabilizando a aprendizagem. Existirá também, ao nível de interação, o estudo de caso para cada tipo de traçado implementado como suporte para o usuário;

- **Identificar help on-line necessários através do sistema** – optou-se em criar um *help* monitorado, isto é, quando o usuário se posicionar sobre os componentes e pressionar o F1, terá uma orientação sobre aquele componente específico, ou seja, uma breve descrição técnica ou funcional. Porém, junto da aplicação, encontra-se um *help* completo que pode ser acessado por conteúdo ou por índice;
- **Identificar o layout da tela** – inicialmente pensou-se na criação de um *layout* que tivesse um *design* atrativo e permitisse a primeira interação do usuário de forma agradável e fácil, conforme a figura 4.9 a seguir, na qual é destacada a apresentação do sistema.



**Figura 4.9** – *Layout* da tela de entrada

Caso o usuário se direcione para a página 2 (Ficha de Identificação) que será considerada como a principal página de atuação do sistema, ter-se-á uma interação promovida por escolhas até caracterizar o traçado que será estudado, vide figura 4.10.

Diagrama de uma ficha de identificação com o título "Titulo do Projeto". O formulário é dividido em quatro páginas:

- Página1:** Contém os campos "Tipo de Projeto" e "Área de escolha".
- Página2:** Contém os campos "Dados" e "Área de escolha".
- Página3:** Contém os campos "Traçado em" e "Opções", ambos com "Área de escolha" associada.
- Página4:** Ocupa a maior parte da base e contém a "Área da Foto do Traçado escolhido".

**Figura 4.10** – *Layout* da Ficha de Identificação

Uma vez feita a opção do traçado, acessa-se um *layout* padronizado, como mostra a figura 4.11, concretizando a padronização do ambiente em qualquer caso de uso; em seguida surge a proposta da janela de navegação, utilizada no projeto, com vários elementos, cada qual com sua função específica.

Diagrama de uma janela de navegação com o título "Titulo do Projeto". A interface é organizada da seguinte forma:

- Escolha do tipo de Dado a ser fornecido:** Um cabeçalho que contém o botão "Gera estudo de caso".
- Área da representação gráfica da curva em estudo:** Uma grande área retangular à esquerda.
- Área de trabalho:** Uma grande área retangular à direita.
- Botões de navegação:** Duas pequenas caixas de entrada localizadas na base da área de trabalho.
- Área dos botões de cálculos:** Uma barra horizontal na base da janela.

**Figura 4.11** – Proposta de uma janela de navegação do sistema

A página 3 deverá conter as informações inerentes à área computacional, isto é, o *software* e o *hardware* utilizados, bem como exibir a bibliografia e os autores. No que diz respeito à página 4, deverá apresentar uma área de reflexão e um ícone que permita a saída do sistema.

Desta forma, ficam caracterizados os *layouts* idealizados para promover a interação com o usuário, que orientará o aprendizado do sistema.

### 4.5.3 Alguns Requisitos Não Funcionais

A descoberta de requisitos não funcionais deve ser feita em momentos diferentes aos destinados ao levantamento de requisitos funcionais, de maneira a manter o desenvolvedor concentrado no problema a ser resolvido.

Com relação aos requisitos não funcionais, segundo (STAHL, 1988), deve-se dar uma atenção aos seguintes itens:

- **Confiabilidade da representação** — fazer com que o sistema apresentado tenha uma modularidade a fim de garantir a clareza do assunto, dentro de um estilo agradável, promovendo facilidade de manipulação.
- **Usabilidade** — o sistema deve oferecer uma interface intuitiva, no sentido de que os usuários do sistema tenham condição de operacionalizá-lo sem recorrer ao pessoal de suporte, assim fica caracterizada sua eficiência. Neste conceito ainda deve-se levar em consideração os resultados atingidos e verificada a sua validade. No caso de retomar o processo operacional, é necessário estar presente a reusabilidade de forma amigável.
- **Confiabilidade conceitual** — uma vez que o sistema em desenvolvimento é de cunho extremamente técnico na área da Engenharia Civil, para que se atinja a confiabilidade, é imprescindível a caracterização de sua necessidade; ainda é imperativo que tenha precisão e apresente o desenvolvimento de forma completa, garantindo assim a aprendizagem no sistema.

Os requisitos não funcionais visam contribuir na discussão de propostas que direcionarão as melhores formas do uso do sistema de apoio gerando nele o aprendizado.

## 4.6 A Implementação

A implementação, apesar de não ser, no processo científico, uma parte primordial do mesmo, nem por isso é de menor importância no ciclo de desenvolvimento, comparada com as complexas decisões a serem tomadas durante o projeto. Este não deve focar uma determinada linguagem, e por isso, buscou-se apresentar modelos matemáticos e computacionais que

permitam a outros pesquisadores adotarem o paradigma e a linguagem que julgarem mais adequados.

## 4.7 Conclusão

A utilização de sistema interativo de apoio ao aprendizado pode auxiliar o desenvolvimento do pensar crítico e do aprender a aprender nos alunos. Entende-se que, independente da modalidade do *software* desenvolvido e utilizado num determinado contexto, é a concepção de aprender que o professor tem, que direcionará o uso da ferramenta. Desta forma, numa abordagem construtivista, a utilização de sistema interativo de apoio ao aprendizado pode contribuir para tratar de propostas intelectuais que dificilmente seriam possíveis de serem criadas nas suas melhores formas, sem a utilização do computador.

# CAPÍTULO V

## Exercitando o sistema interativo

*“Que elementos diferenciais as ferramentas, os processos e os suportes digitais estariam oferecendo à imaginação criadora, ao espírito investigativo e à indagação estética que se operam em nosso tempo? As consciências mais sintonizadas com as novidades se apressarão logo a responder: o dado novo é a interatividade, a possibilidade de responder ao sistema de expressão e de dialogar com ele”.*

Arlindo Machado



## CAPÍTULO V

### EXERCITANDO O SISTEMA INTERATIVO

#### 5.1 Introdução

Neste capítulo serão mostrados estudos de casos, promovendo assim a exercitação do sistema interativo de apoio ao aprendizado. Com a intenção de contemplar a diversidade do tema, estudar-se-á o traçado em planta, bem como o traçado em perfil.

No traçado em planta, o estudo será direcionado para a curva circular com transição. A escolha dar-se-á pela abrangência do assunto, sendo possível considerar o tema de forma mais completa, uma vez que a curva circular simples está contida neste assunto, além das observações inerentes quanto aos princípios pedagógicos e a ergonomia do sistema.

No traçado em perfil o foco será o volume de terraplenagem. Neste caso, a escolha dar-se-á mediante a complexidade da temática no cunho técnico, na área de Engenharia Civil, bem como a adequação da informação para privilegiar a interface homem/máquina no que diz respeito ao *feedback* dos dados processados neste estudo.

Dentro deste contexto, a usabilidade do sistema interativo será sinalizada, podendo constatar a transmissão de conhecimento na aprendizagem e criando uma metodologia que contextualize o processo ensino-aprendizagem.

#### 5.2 Estudo de caso no traçado em planta

Iniciando o sistema, o usuário deverá interagir com a ficha de identificação, especificando que o traçado é de uma rodovia; os dados que serão fornecidos têm como base as Coordenadas U.T.M., especificando em seguida a obra, o trecho e seu nome, para personalizar o projeto, e finalmente caracterizar o tipo de traçado que, no caso atual, seria em planta, conforme mostra figura 5.1 a seguir.



**Figura 5.1** – Traçado em planta

Dentro desse traçado, propõe-se três opções pertinentes, a saber: curva circular simples, curva circular com transição e sobre-largura, sendo o estudo de caso irá contemplar a segunda alternativa. A escolha desse tipo se deu por ser o caso mais complexo no traçado em planta e que, em determinado instante, foca também o estudo da curva circular simples.

Ao iniciar o estudo do traçado em planta da curva circular com transição, solicita-se ao usuário o fornecimento da coordenadas U.T.M. (norte e leste) das estacas  $E_0$ ,  $E_1$  e  $E_2$ , expressas em metros, o número da estaca  $E_0$ , bem como a distância inferior à modular do estaqueamento que é de 20m. O próximo dado que deve ser fornecido é a velocidade máxima que o carro deverá fazer a curva com segurança e a super-elevação expressa em percentagem que caracteriza a taxa de levantamento do bordo externo da plataforma da estrada. Finalmente deverá ser indicado o raio mínimo sugerido na norma do DNER, como se pode observar na figura 5.2.

O fornecimento desses dados deverá ser feito através de teclado, sendo que o sistema interativo bloqueará toda e qualquer tecla que não for estritamente numérica, liberando apenas o ponto para caracterizar um valor real. Essa preocupação se deu para evitar possíveis equívocos da digitação, no que diz respeito à alimentação dos dados no sistema, conforme descrição feita no capítulo quatro, no item 4.4.2.

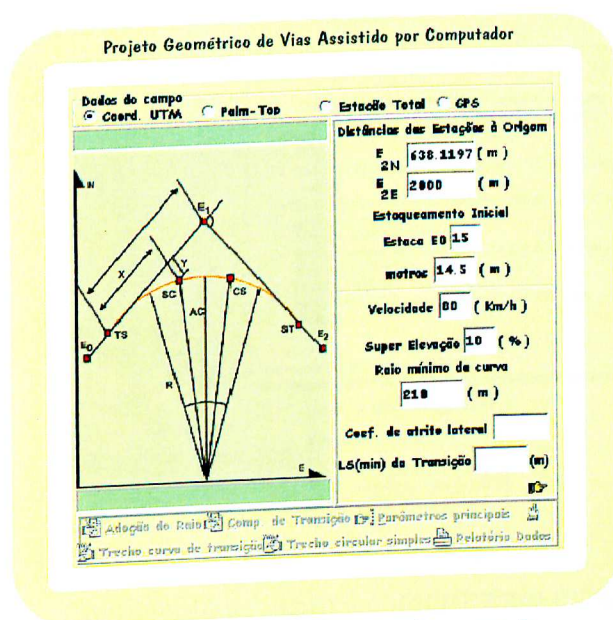


Figura 5.2 – Dados de entrada

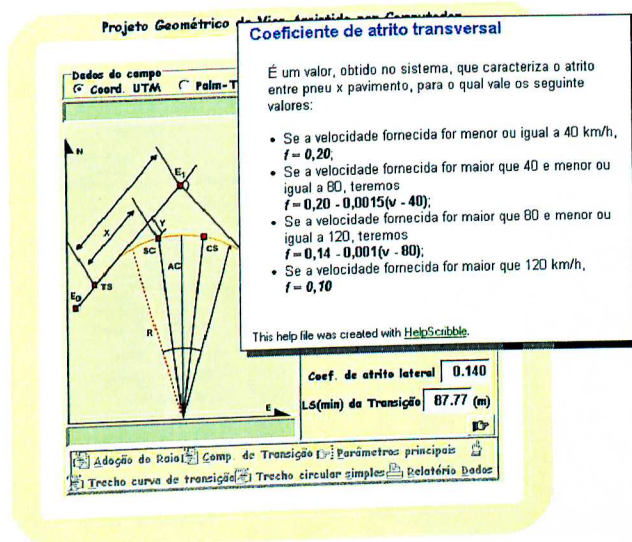
Uma vez que este sistema interativo é destinado para fins acadêmicos, à medida que os dados são fornecidos, existe uma sinalização da informação que estará sendo recebida na representação gráfica da curva em estudo. O intuito desse recurso é promover uma interação do usuário com o sistema, tornando-o lúdico e didático, consolidando a colocação feita no item 4.5.1 do capítulo quatro.

Acompanhando essa linha metodológica, cabe ainda destacar a presença constante do *help on line* em cada item que é fornecido ou processado no sistema, garantindo assim um suporte ao usuário, em que, didaticamente pode-se garantir a compreensão da informação e sedimentar o conhecimento, sendo este um dos itens do projeto de interface, descritos no item 4.5.2 do capítulo quatro.

Com base nesses dados, inicia-se o processamento dos dados surgindo então os primeiros cálculos analíticos do projeto, isto é, calcula-se o *coeficiente de atrito*, que é relação entre a força que tende a tirar o veículo para fora da curva, e a componente normal do peso do veículo, utilizando interpolação linear, conforme o item 3.2.1.2 do capítulo três.



Em seguida vem o *comprimento mínimo da espiral*. Esse cálculo ocorre para determinar o valor do menor comprimento da espiral de transição, de forma que a passagem do veículo do trecho em tangente (reto) para o trecho em curva se dê com o menor desconforto possível, conforme item 3.2.2.3 do capítulo três, veja o exemplo na figura 5.3 a seguir.





**Figura 5.3** – Coeficiente de atrito e comprimento mínimo da espiral

Os cálculos seguintes são das *distâncias* e *rumos entre duas estações*, no alinhamento das tangentes à curva, com o intuito de obter os ângulos de visada entre duas estações consecutivas, gerando assim os *azimutes das estações*, no alinhamento das tangentes. Desta forma, pode-se calcular o ângulo de deflexão entre as tangentes, que corresponde ao *ângulo central*. Os desenvolvimentos algébricos desses cálculos podem ser verificados no capítulo 3, no item 3.2.1.1.

Todos os cálculos acima descritos podem ser observados na figura 5.4, os quais são apresentados em telas consecutivas, sendo que essa navegação se dá através do ícone , que permitirá que se avance nas telas. Porém, nota-se também a presença de outro ícone , com a finalidade de promover o retrocesso nas telas de navegação. Neste instante, os ícones permitirão ao usuário do sistema observar os resultados evolutivos do cálculo analítico da curva em estudo — esta dinâmica de interação foi considerada no item 4.5.2 do capítulo quatro.

Caso haja necessidade, pode-se retroceder para efetuar qualquer alteração dos dados de entrada ou promover ajuste técnico, melhorando assim a qualidade da curva em estudo, antes mesmo prosseguir na navegação. A contemplação desta estratégia foi levantada e discutida no item 4.5.3 do capítulo quatro.

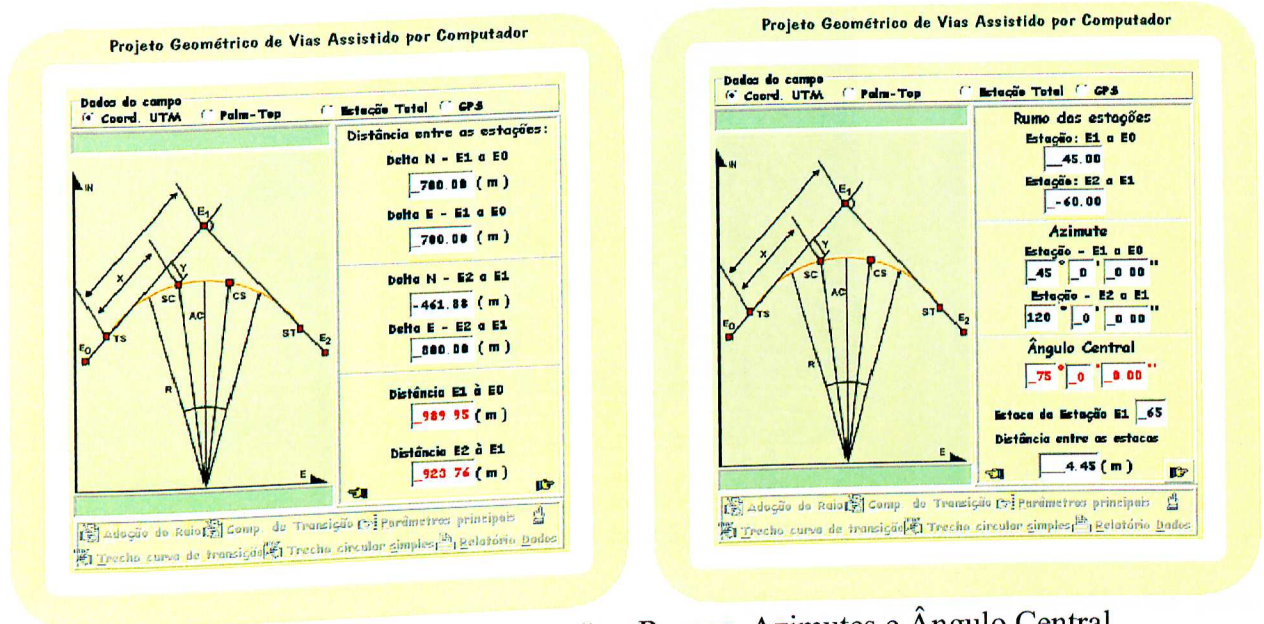


Figura 5.4 – Distância entre estações, Rumos, Azimutes e Ângulo Central.

Ao se atingir as telas acima, finaliza-se a primeira etapa do projeto em questão, podendo-se então buscar outros valores de vital importância no traçado a ser projetado.

Esses valores são conquistados num grau evolutivo, disponibilizando os botões inibidos no rodapé da tela como mostra a figura 5.5. Esta dinâmica foi implementada utilizando os conceitos discutidos no capítulo quatro, no item 4.5.2 — identificar estratégias de escolha que podem permitir ao usuário acompanhar a tarefa.

Ao se ativar os botões “Adoção do Raio” e “Dados”, compete a seguinte consideração: Caso o usuário queira continuar com os dados fornecidos e concluir o traçado, deverá selecionar o botão “Adoção do Raio”. Porém, se quiser efetuar qualquer alteração nos dados de entrada e atualizar seu processamento, o botão “Dados” estará disponível, inclusive para qualquer intervenção ao longo da navegação do sistema interativo.



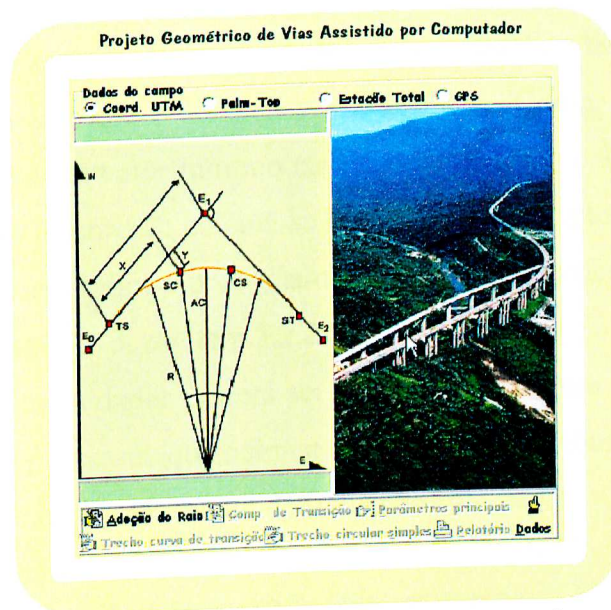


Figura 5.5 – Área de navegação do sistema interativo

Ao clicar sobre o botão “Adoção do Raio”, efetua-se uma série de cálculos para definir com precisão o raio calculado da curva; para tanto, tem-se o valor do raio mínimo sugerido na Norma do DNER que já fora fornecido pelo usuário na tela inicial da referida curva, isto é, o último valor exibido na figura 5.2. Depois será calculado o raio mínimo de estabilidade, conforme descrito no capítulo 3, no item 3.2.1.2; através de comparações descritas também nesse item, define-se o valor mínimo, para que finalmente se possa processar o raio da curva. Os valores que se acabou de comentar podem ser visualizados na figura 5.6 abaixo.

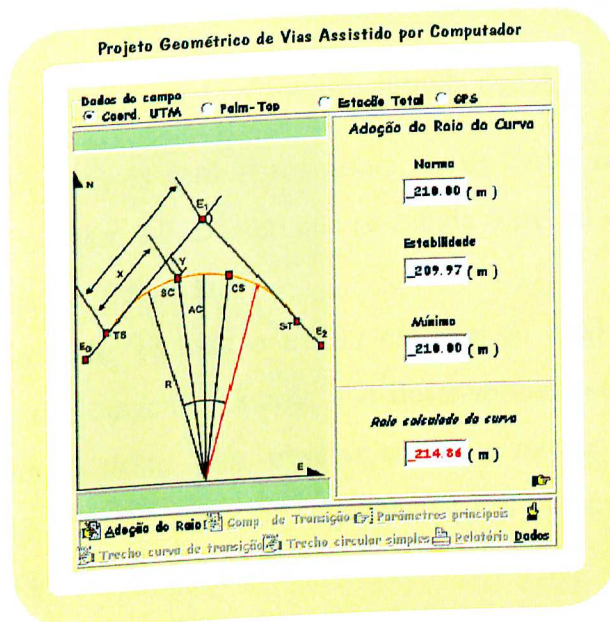


Figura 5.6 – Adoção do raio

O próximo passo será obter a adoção do comprimento do trecho em transição. Esses valores serão exibidos assim que o sistema ativar o botão “Comp. de Transição”. Clicando sobre esse botão, exibir-se-á o valor mínimo conforme o que fora calculado na tela da entrada de dados, como mostra a figura 5.3; calcula-se então o comprimento máximo da espiral, bem como o valor esperado para atingir o processamento final (valor calculado). A descrição desse cálculo encontra-se no capítulo 3, no item 3.2.2.3.

A interação com estes dados poderá ser observada na figura 5.7 a seguir, na qual fica clara, a identificação dos processos que compartilham as informações e sua evolução analítica, para poder definir o valor do comprimento de transição calculado.

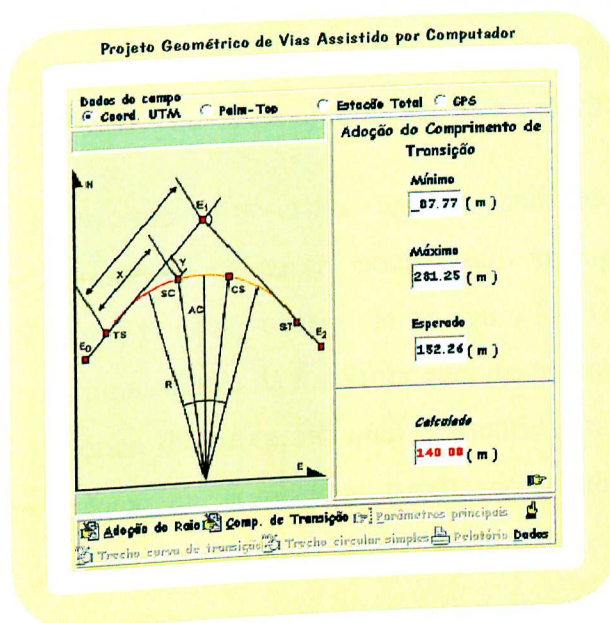


Figura 5.7 – Comprimento de transição

Para que se possa gerar os parâmetros principais da curva, deve-se apoiar nos cálculos descritos no capítulo 3, no item 3.2.2.4, em que se estuda o trecho em transição, calculando o ângulo central, a abscissa e a ordenada.

Num segundo instante, foca-se o trecho circular no qual são obtidos os seguintes valores: grau de curvatura, tangente externa e o desenvolvimento circular, como mostra a figura 5.8 a seguir. Através deste item, observa-se que a navegação é amigável e sinaliza valores de suma importância no âmbito da Engenharia Civil que irá capacitar a definição das estacas mestras no traçado da referida curva.



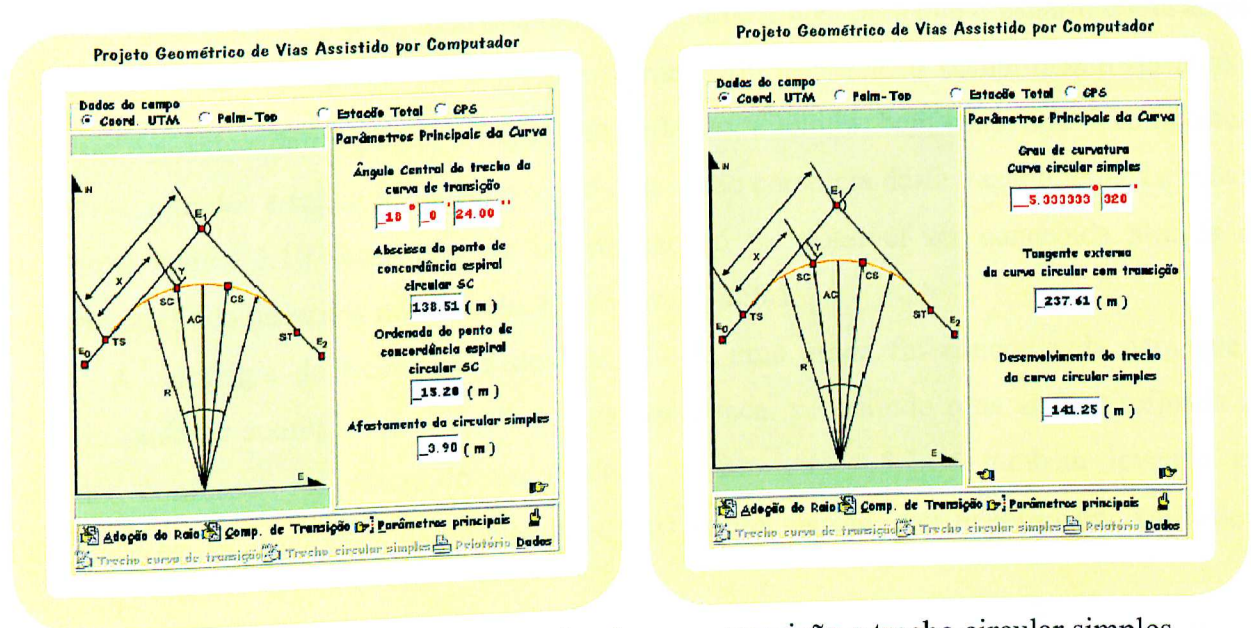


Figura 5.8 – Valores do trecho circular com transição e trecho circular simples

Com base nos cálculos anteriormente descritos, tem-se condição de definir e calcular o estaqueamento dos pontos principais da curva, obedecendo às especificações descritas no capítulo 3, no item 3.2.2.5., como pode ser observada na figura 5.9 a seguir.

Cabe ainda destacar a importância da metáfora que, neste instante, pode ser constatada na representação gráfica genérica da curva, no qual o usuário terá condição de observar o posicionamento de cada estaca na respectiva curva, consolidando assim a interface homem/máquina.

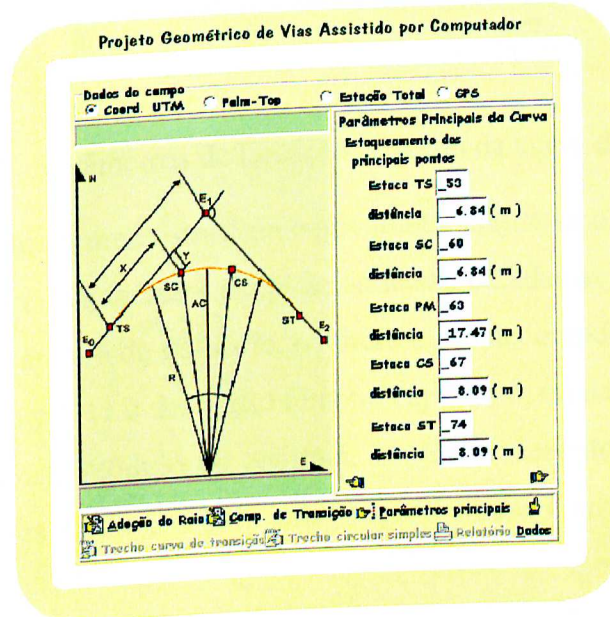


Figura 5.9 – Estaqueamento dos pontos principais



A partir deste instante, será disponibilizada uma grade, para que o usuário tenha acesso ao estaqueamento do trecho em transição, fornecendo a estaca, o comprimento do arco, a abscissa e a ordenada do ponto, o ângulo de deflexão, a leitura, bem como sua decomposição em graus, minutos e segundos, promovendo uma visão completa deste traçado, estaca a estaca, conforme figura 5.10. Esse tipo de informação só foi possível ser concebida através do alicerce analítico descritos no capítulo 3, no item 3.2.2.6.1.

A estratégia de exibir os dados através de uma grade foi concretizada para que o usuário pudesse acompanhar a tarefa estaca por estaca, permitindo uma análise refinada do traçado, conforme foi discutido no capítulo 4, no item 4.5.2, e também levando em consideração os requisitos não funcionais, tais como clareza, verificabilidade, validade e precisão.

Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador

Dados do campo  
 Coord. UTM  Palm-Top  Estação Total  GPS

Parâmetros Localização da Curva  
 Trecho na Curva de Transição

Estaca	metros	L (m)	x (m)	y (m)	Defl
53	6.84	0.00	0.00	0.00	0.01
53	10.00	3.16	3.16	0.01	0.14
54	0.00	13.16	13.16	0.13	0.84
54	10.00	23.16	23.15	0.42	1.02
55	0.00	33.16	33.14	0.85	1.41
55	10.00	43.16	43.12	1.44	1.93
56	0.00	53.16	53.08	2.19	2.34
56	10.00	63.16	63.02	3.09	2.63
57	0.00	73.16	72.95	4.15	3.21
57	10.00	83.16	82.85	5.36	3.71
58	0.00	93.16	92.72	6.73	4.11

Adeção do Raio  Comp. de Transição  Parâmetros principais   
 Trecho curva de transição  Trecho circular simples  Relatório  Dados

**Figura 5.10** – Parâmetros de Localização – trecho da curva de transição

Em seguida, utilizando uma estratégia equivalente, efetua-se os parâmetros de localização da curva para o trecho na curva circular simples, onde são cotadas as estacas, o comprimento do arco, o ângulo central, ângulo de deflexão, a leitura e sua decomposição em graus, minutos e segundos, conforme figura 5.11 e descrição feita no capítulo 3, no item 3.2.1.5.

Finaliza-se assim este módulo de controle, conforme descrito no capítulo quatro, no item 4.4.4, pois os valores analíticos para este traçado foram completamente calculados e exibidos ao usuário.

Consolidando a modularidade e a estrutura no que diz respeito à confiabilidade da representação, bem como a operacionalidade e eficiência que são quesitos que garantem a utilizabilidade, para concluir, deve-se observar o grau de precisão, completeza e integridade, que geram a confiabilidade conceitual.

Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador

Dados do campo  
 Coord. UTM     Palm-Top     Estação Total     GPS

Parâmetros Localização da Curva  
 Trecho na Curva Circular Simples

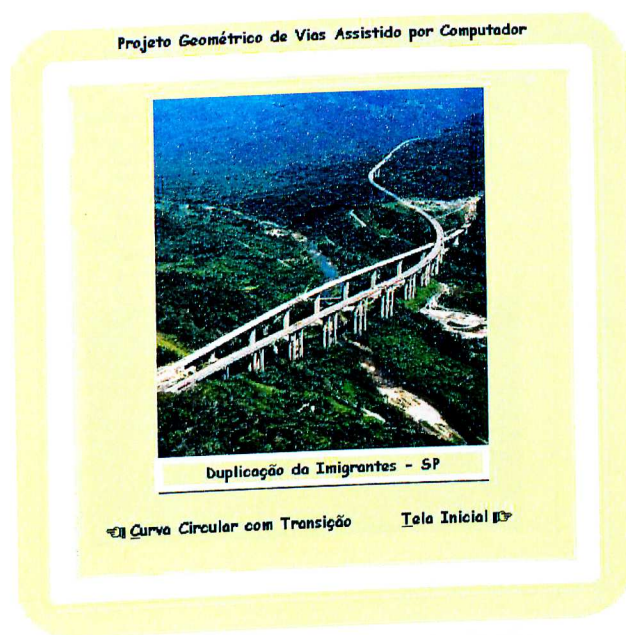
Estaca	metros	L (m)	Ang Cent	Deflexão	Leitura
60	6.043	0.00	0.000000	0.000000	63.666
60	10.000	3.157	0.341867	0.420933	64.887
61	0.000	10.000	2.666667	1.333333	68.420
61	10.000	10.000	2.666667	1.333333	66.754
62	0.000	10.000	2.666667	1.333333	68.887
62	10.000	10.000	2.666667	1.333333	69.420
63	0.000	10.000	2.666667	1.333333	70.754
63	10.000	10.000	2.666667	1.333333	72.887
63	17.468	7.468	1.991467	0.995733	73.883

**Figura 5.11** – Parâmetros de Localização – trecho da curva circular simples

Nota-se que, após esta última intervenção, é disponibilizado o botão “Relatório”, que irá disparar o módulo de fronteira, responsável pelo registro das principais informações deste processo, fornecendo ao usuário um relatório impresso em folha do tipo A4, cujo exemplo encontra-se no **Anexo A** para futuras constatações.

Ao fechar a impressão do relatório, o usuário poderá optar em retornar no módulo em estudo ou dirigir-se para a tela de apresentação do sistema interativo, como mostra a figura 5.12.





**Figura 5.12** – Tela de conclusão da emissão de relatório

Através dessa tela, pode-se encerrar o controle do processo, atingindo-se a entidade que será o traçado do projeto em planta de uma curva circular com transição que, com certeza, fará parte de um projeto geométrico de uma rodovia.

### 5.3 Estudo de caso no traçado em perfil

Com a intenção de gerar este tipo de estudo, o usuário deverá selecionar a ficha de identificação, escolhendo o tipo de projeto como sendo rodovia. Os dados são fornecidos por Coordenadas U.T.M.; em seguida, especifica-se a obra, o trecho e o nome do engenheiro, personalizando o projeto. Finalizando essa interação, define-se o tipo de traçado como sendo em perfil, conforme mostra a figura 5.13 a seguir, caracterizando a interação inicial de fronteira, segundo descrição feita no capítulo quatro no item 4.4.4.



Figura 5.13 – Traçado em Perfil

Como se pode observar, este tipo de traçado apresenta três opções. Neste estudo de caso, priorizar-se-á os Volumes de Terraplenagem por suas características técnicas extremamente relevantes na área de transportes. Para tanto, o usuário irá interagir inicialmente com uma tela de entrada de dados, como mostra a figura 5.14 a seguir, em que serão fornecidas as seguintes informações: a largura da plataforma da estrada, as inclinações dos taludes de aterro e de corte, além do fator de redução do solo, por efeito de compactação nos trechos em aterro.

Para finalizar os *inputs*, dever-se-á informar o total de estacas desse trecho e o número da estaca inicial, no sistema interativo. A numeração delas acontecerá automaticamente com o incremento de uma unidade; a cada estaca, serão solicitadas a cota do terreno e a cota do greide.

Ao inserir os dados, o usuário poderá constatar que o teclado só permitirá a digitação daqueles que forem numéricos, pois as teclas restantes estarão bloqueadas, para evitar possíveis erros de digitação. Essa preocupação atende à confiabilidade da informação, respeitando a identificação de restrições descrita no item 4.4.2 do capítulo quatro.

Metodologicamente, pode-se dizer que os dados fornecidos se apóiam no conhecimento de específicos, pela evocação de unidades de informações específicas e isoláveis. Esse conjunto de elementos irá contribuir para formas de conhecimentos mais complexas e abstratas que serão elaboradas ao longo da navegação do sistema interativo. Essa consideração se deve pelos conceitos descritos no item 4.3 do capítulo quatro.



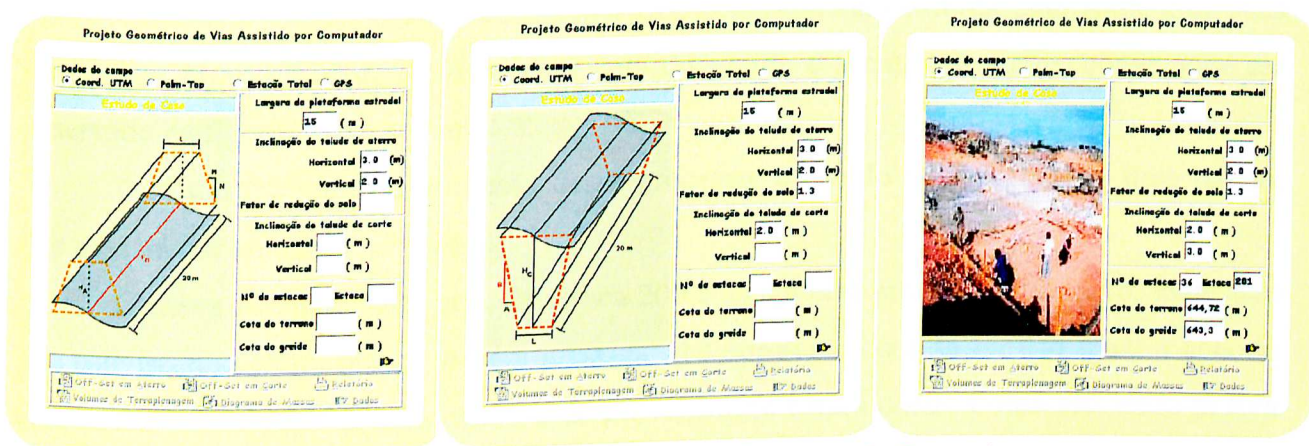


Figura 5.14 – Entrada de Dados para o Volume de Terraplenagem

Com o término do fornecimento dos dados, notar-se-á que o botão “Off-Set em Aterro” estará disponível, bem como o botão “Dados”. Através deste último o usuário terá condição de resgatar qualquer um dos dados fornecidos e proceder às alterações que acreditar serem necessárias. Esse botão, a partir deste instante, encontrar-se-á habilitado e disponível para qualquer interação, se houver necessidade.

Cabe destacar que a alteração da cota do terreno e da cota do greide em cada estaca será possível através de um navegador, como mostra a figura 5.15 a seguir, enaltecendo os conceitos pedagógicos e ergonômicos do sistema.



Figura 5.15 – Alterando entrada de dados

Quando o botão “Off-Set em Aterro” for acionado, será exibida uma grade com suas respectivas estacas, a cota do terreno, a cota do greide e a cota em aterro, como pode ser observado na figura 5.16 a seguir.

Para um melhor entendimento desse processo, o estudo de caso analisa uma região, que passará por corte, aterro e corte.

Observa-se claramente que, da estaca 200 a 210 a cota em aterro vale zero, indicando que este trecho sofrerá cortes. Porém a estaca 210 apresenta cota do terreno igual à cota do greide, demonstrando que essa estaca é de passagem ou estaca cheia. Como este dado já fora fornecido dessa maneira, evitou-se de utilizar a rotina que trata a seção em passagem, descrita no capítulo 3, no item 3.3.2.3, o mesmo acontecendo com a estaca 229 deste estudo. Cabe salientar que, se os dados não fossem tão amigáveis, o sistema interativo trataria a situação gerando o ponto de passagem e transladaria as estacas fornecidas, fazendo as acomodações necessárias para garantir a presença do mesmo.

Os cálculos que garantem o *off-set* em aterro estão descritos no capítulo 3, no item 3.3.2.1. No que diz respeito ao tratamento lógico desse processo, os dados são armazenados em vetores, para facilitar a localização de qualquer estaca dentro das rotinas de cálculos.

Com a intenção de facilitar a usabilidade do sistema interativo e contribuir com o aprendizado, optou-se em apresentar os resultados em uma grade, no qual o usuário só precisaria deslizar a barra de rolagem, observar os valores e fazer as inferências naturais desse tipo de informação.

Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador

Dados de campo  
 Coord. UTM  Palm-Top  Estação Total  GPS

Off-Set em Aterro

Estaca	Cota Terreno	Cota Greide	Cota Aterro
216	638.300	640.500	2.200
217	638.250	640.550	2.300
218	638.550	640.700	2.150
219	639.300	640.950	1.650
220	639.530	641.300	1.770
221	640.030	641.750	1.720
222	640.630	642.300	1.670
223	642.000	642.900	0.900
224	643.000	643.500	0.500
225	643.750	644.100	0.350

Relatório

Off-Set em Aterro Off-Set em Corte

Valores de Terraplenagem Diagrama de Alencas Dados

Figura 5.16 – Off-Set em Aterro



Em seguida, observa-se que o botão “Off-Set em Corte” está disponibilizado. O tratamento dos dados neste item ocorre de forma análoga ao já descrito anteriormente, só levando em consideração a diferença no tratamento algébrico descrito no capítulo 3, no item 3.3.2.2, conforme figura 5.17.

Estaca	Cota Terreno	Cota Greide	Cota Corte
227	645.100	645.300	0.000
228	645.000	645.900	0.000
229	646.500	646.500	0.000
230	647.500	647.100	0.400
231	648.400	647.700	0.700
232	649.300	648.300	1.000
233	649.900	648.900	1.000
234	650.700	649.500	1.200
235	651.500	650.100	1.400

Figura 5.17 – Off-Set em Corte

O próximo botão habilitado é o “Volume de Terraplenagem”. Quando este é pressionado são exibidos os valores convencionais e uma coluna que retrata o Volume Acumulado. Esse *feedback* é importante para providências futuras, isto é, de acordo com os valores expressos, ter-se-á uma visão se sobrar ou faltará solo para o projeto e quais as providências que deverão ser tomadas em cada caso, na ótica da Engenharia Civil, possibilitando assim um estudo de viabilidade, a partir de questionamentos:

“Caso falte solo, de onde retirá-lo? Qual é a melhor conduta? Geologicamente, qual a região que tem compatibilidade com o fator de redução aplicado? Caso sobre solo, como transportá-lo? O excedente é passível de uma utilização no trecho mais adiante? Existe compatibilidade geológica?”

Essas são algumas das indagações geradas nesses casos, objetivam o uso do simulador para que se possa, através do pensamento crítico, criar tomadas de decisões, valorizando o conhecimento e a compreensão, habilitando a capacidade de aprender a aprender.

Para que se tenha uma avaliação dos volumes acumulados entre cortes e aterros, na área da Engenharia Civil, foi adotada a seguinte convenção: volumes de corte serão positivos, e volumes de aterro serão negativos, conforme citação feita no item 2.3.5 do capítulo dois.

No estudo de caso demonstrado, pode-se observar que, ao concluir o cálculo do volume acumulado, o último valor é negativo, o que significa faltará terra para completar o aterro do trecho em estudo, conforme figura 5.19 a seguir.

Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador

Dados de campo  Coord. UTM  Palm-Top  Estação Total  GPS

**Volumes de Terraplenagem**

Estaca	( m )	Cota Terreno	Cota Greide	Vol. Acumulada
226	0.000	644.400	644.700	-2133.373
227	0.000	645.100	645.300	-2233.480
228	0.000	645.800	645.900	-2292.883
229	0.000	646.500	646.500	-2312.578
230	0.000	647.500	647.100	-2281.511
231	0.000	648.400	647.700	-2082.178
232	0.000	649.300	648.300	-1817.244
233	0.000	649.900	648.900	-1503.911
234	0.000	650.700	649.500	-1157.644
235	0.000	651.500	650.100	-744.978

Off-Set em Aterro   Off-Set em Corte   Relatório  
 Volumes de Terraplenagem   Diagrama de Massas   Dados

**Figura 5.18** – Volume de Terraplenagem

Através deste *layout* e do *feedback* dos dados processados, consolida-se o paradigma educacional de um *software* heurístico, aonde a aprendizagem experimental cria um ambiente rico em situações que o aluno deverá explorar para construir inferências e deduções para aprimorar seu aprendizado, utilizando uma interface homem/máquina objetiva, sistemática e de fácil aplicação.

Para concluir este controle instrucional, será disponibilizado o botão “Diagrama de Massa”, que tem como objetivo uma comunicação visual gráfica dos valores estudados, caracterizando a fronteira descrita no item 4.4.4 do capítulo quatro. No eixo das abscissas, caracterizando a fronteira descrita no item 4.4.4 do capítulo quatro, encontram-se os números das estacas; no eixo das ordenadas, tem-se a cota do terreno e do greide da estrada; e no eixo à direita, serão cotados os volumes de cortes e aterros acumulados, atendendo as identificações constatadas no capítulo quatro, no item 4.4.2.

A operacionalidade desse item não se limita em apenas visualizar o gráfico, mas também torna possível imprimi-lo para documentar o projeto, conforme **Anexo B**, bem como gerar um “zoom” em qualquer ponto do gráfico para uma visualização detalhada, caso se faça necessário, conforme figura 5.19 a seguir.



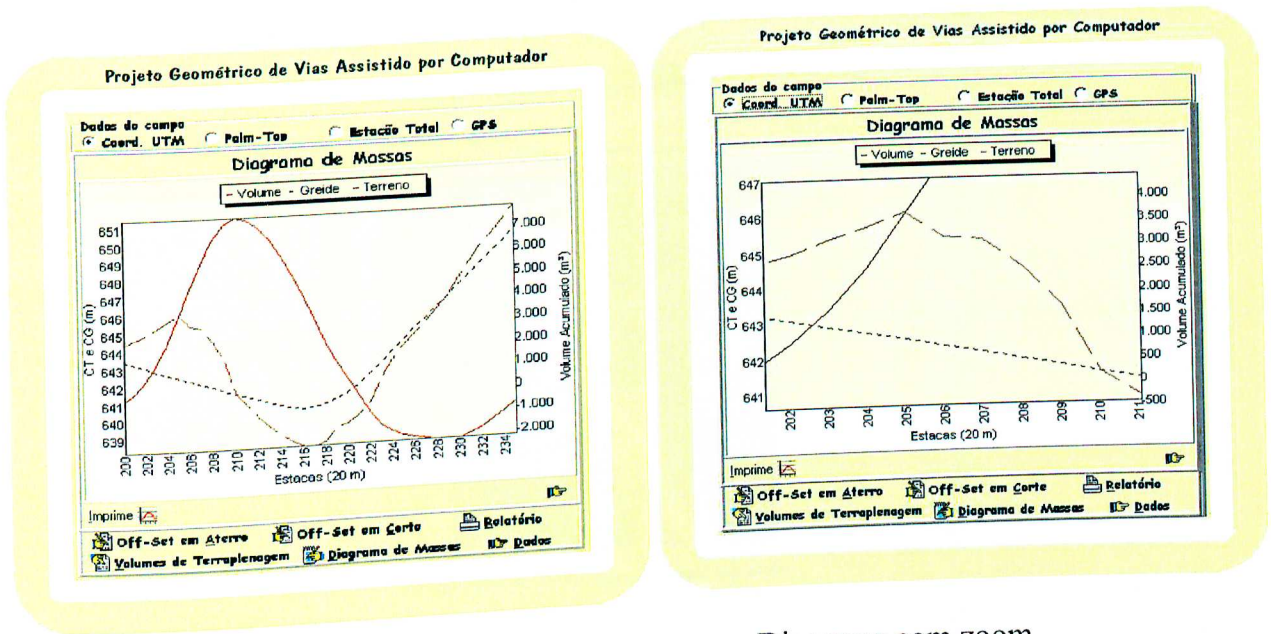


Figura 5.19 – Diagrama de Massas – Diagrama com zoom

Observa-se que o botão “Relatório” estará disponibilizado. Ao acessá-lo, disparar-se-á um outro módulo de controle, responsável por imprimir as informações relevantes deste estudo numa folha padrão A4, conforme Anexo C. A intenção da geração desse relatório será garantir ao usuário valores que terão que ser avaliados na continuidade do projeto e dar subsídios para a documentação do mesmo.

Ao concluir essa atividade, o usuário retornará ao sistema interativo através de uma tela de navegação, (figura 5.20), no qual se caracteriza uma das duas opções, a saber: retornar ao módulo em estudo ou voltar para a tela de apresentação, ficando disponível qualquer interação que se faça necessário.



**Figura 5.20** - Tela de conclusão da emissão de relatório

Por meio desta última interface, fica caracterizada a interatividade do aprendiz, isto é, ele pode retornar ao estudo em questão e promover alterações, utilizando o botão “Dados”, e proceder a uma nova simulação ou se encaminhar para a tela inicial do sistema.

Qualquer que seja a interação, uma vez finalizada, o objetivo do módulo foi atingido, pois a entidade projeto geométrico receberá sua contribuição através do estudo feito.

## 5.4 Conclusão

O sistema interativo de apoio ao aprendizado deverá permitir o processamento automatizado de forma integrada com coerência nas diversas etapas do projeto geométrico de vias, reduzindo o tempo de projeto e permitindo melhores soluções sob o ponto de vista técnico.

Promoverá a criação de várias simulações, solidificando o processo de ensino-aprendizagem de forma imediata, além de utilizar uma plataforma amigável de fácil utilização com confiabilidade dos dados processados e tendo à disposição, em cada caso, relatórios que consolidam a documentação do projeto.

Deve-se levar em consideração que se esses estudos fossem feitos da forma convencional, utilizando a calculadora, por exemplo, que é um mecanismo bastante comum

nas salas de aula, a demanda de tempo para gerar os resultados e suas conferências para posterior análise tornaria a dinâmica da aula extremamente morosa e pouco motivadora.

O sistema interativo ainda reserva ao projetista uma maior flexibilidade em buscar a otimização das soluções, com variáveis tão importantes como a segurança e o conforto do tráfego, funcionalidade, preservação ambiental, condicionantes específicas como aspectos turísticos, sítios arqueológicos e tantos outros fatores que perdurarão enquanto a estrada estiver a serviço da comunidade.

# CAPÍTULO VI

## Análise Comparativa

*“É uma maneira sistemática de elaborar, levar a cabo e avaliar todo o processo de aprendizagem em termos de objetivos específicos, baseados na investigação da aprendizagem e da comunicação humana, empregando uma combinação de recursos humanos e materiais para conseguir uma aprendizagem mais efetiva”.*

De Pablos Pons

# CAPÍTULO VI

## ANÁLISE COMPARATIVA

### 6.1 Introdução

Existe uma necessidade da manutenção das atividades típicas das universidades públicas e privadas, com relação ao ensino, pesquisa e extensão, pois estas constituem o suporte necessário para o desenvolvimento científico, tecnológico e cultural do país.

Com o objetivo de garantir a qualidade do ensino superior, é preciso que a educação tradicional seja modernizada. Para que essa premissa se torne viável, são necessárias novas abordagens que se utilizem das novas tecnologias na área de informática e sejam adaptadas ao processo de ensino-aprendizagem.

A informática é vista hoje, entre outros aspectos, como uma ferramenta educacional poderosa que pode ser usada para facilitar, estimular e consolidar o aprendizado. Além disso, com o seu constante desenvolvimento, vão surgindo a cada dia novas tecnologias, métodos e ferramentas que podem ser utilizados como recursos auxiliares à educação.

Para entender melhor o papel que as novas tecnologias podem desempenhar no processo de ensino-aprendizagem, é fundamental entender como se dá esse processo, tanto na abordagem tradicional como nas propostas mais inovadoras que se baseiam em uma maior interação entre professor e alunos.

### 6.2 A Educação tradicional

O Ensino Superior no Brasil, de maneira geral, apóia-se na educação tradicional, razão pela qual pode ser um obstáculo para o educador na construção e implementação de qualquer nova concepção metodológica.

As universidades não têm conseguido, com a educação tradicional, garantir uma adaptação significativa, crítica, criativa e duradoura por parte dos alunos, para que sirva como instrumento de construção da cidadania e de transformação da realidade. A quantidade de novas informações que estão sendo geradas atualmente e que o foram nas últimas décadas é muito grande, tornando-se cada vez mais difícil para o educador detê-las para poder transmitir ao aluno todo esse conhecimento.

Na educação tradicional, a transmissão de um conhecimento em geral obedece aos seguintes passos fazendo parte da estratégia de ensino: preparação, apresentação, assimilação, generalização e aplicação do tema objeto de estudo. Assim, é freqüente a apresentação do assunto, a resolução de um ou mais exemplos de problemas ligados ao mesmo e a proposição de uma série de exercícios para os alunos resolverem (BRUBACHER, 1961).

Não se pode esquecer que os professores tiveram sua formação pela técnica de exposição, tanto nas escolas como nas próprias universidades, o que constitui, portanto uma tradição pessoal inserida numa tradição cultural. Além disso, a abordagem tradicional pode ser adequada em diversos momentos, por exemplo, quando o objetivo principal da aula for o de transmitir informações sobre um determinado assunto.

O grande problema da abordagem tradicional é seu relativo risco de não aprendizagem, em função do baixo nível de interação entre o aluno, o conteúdo do conhecimento e a realidade, além da formação de um aluno passivo e não crítico.

Ainda segundo (VASCONCELLOS, 1994), apesar de tantos limites e problemas, a abordagem tradicional perdura até hoje devido a alguns fatores:

- **Legitimação social** — é uma situação muito confortável, pois em geral não há questionamentos à prática do professor e da universidade.
- **Legitimação pela avaliação** — o aluno está preocupado com o seu desempenho na avaliação e não com a efetiva aprendizagem.
- **Legitimação pela tarefa a cumprir** — o professor está preocupado em cumprir o programa e não pode perder tempo, por isso deixa de lado o momento de reflexão necessário para a aprendizagem do aluno.
- **Baixo custo** — além de as salas de aula comportarem um número elevado de alunos, não se requer atualização do professor, das fontes de pesquisas, das instalações e do material didático.
- **Comodidade para o professor** — na preparação de suas atividades, o professor normalmente se vale de uma mesma metodologia, evitando inovações, fazendo com que sua aula se torne uma verdade incontestável.
- **Reprodução social** — a tese que interessa para o governo, em muitos casos, é que a universidade não se torne uma apropriação cultural, mas sim uma domesticação dos futuros trabalhadores.

A abordagem tradicional, apesar de ser praticamente a única ainda hoje aplicada nas universidades brasileiras, apresenta diversos fatores que levam a acreditar que não terá espaço no futuro. Assim sendo, é necessário buscar novas metodologias capazes de revolucionar o ensino superior tradicional, através das quais o professor possa estabelecer as condições para que o aluno construa, por si mesmo, o seu conhecimento, assegurando um aprendizado efetivo e duradouro.

Por tudo isso, é necessário que o educador tenha clareza dos limites e problemas da educação tradicional, para tentar modificá-la ou até mesmo utilizar novas técnicas ou abordagens, para que haja um melhor aprendizado dos alunos.

### **6.3 A Educação interativa**

A abordagem interativa representa uma opção para tentar superar os problemas do ensino superior tradicional. Tem como concepção o fato de que o aluno é um ser ativo, e o conhecimento não deve ser transferido, mas sim construído, elaborado e sintetizado por ele na sua relação com os outros e com o mundo.

O processo de conhecimento deve ser dirigido pelo professor, cabendo a este não apenas apresentar o conteúdo de sua disciplina, mas despertar e acompanhar o interesse dos alunos pelo conhecimento.

A mobilização para o conhecimento tem como objetivo criar um vínculo significativo inicial entre o aluno e o conteúdo da disciplina, provocando a necessidade e despertando o interesse.

O trabalho do professor é explicitar o conteúdo em questão para os alunos, requerendo um esforço especial a fim de dar uma significação inicial, de forma que se torne um desafio.

Todavia a responsabilidade de motivar o aluno, atribuída exclusivamente ao professor, esconde a responsabilidade do aluno de querer aprender. É importante destacar que não basta a mobilização inicial para se estabelecer um vínculo efetivo no processo de conhecimento, mas é fundamental que se mantenha uma relação consciente e ativa com o conteúdo da disciplina, significativa para os alunos.

A construção do conhecimento gera a interação entre o conteúdo e o aluno, sendo caracterizada pela elaboração efetiva do conhecimento, por parte do segundo, construindo relações internas e externas, com auxílio do professor, devendo este, em sala de aula, provocar



o raciocínio dos alunos, garantindo o acesso a elementos que os ajudarão nas respostas aos problemas.

Na abordagem tradicional não há uma interação constante entre professor, aluno, conteúdo e realidade, o que acontece na interativa (LIBANEO, 1985).

O processo de aquisição de conhecimento é dinâmico, por isso o professor deve ajudar o aluno a elaborar a síntese do mesmo. Este passo é importante para ele, pois possibilita a incorporação dos novos conceitos e permite sua interação com o caminho de construção do conhecimento que o aluno está percorrendo. A síntese é fundamental para a compreensão concreta do conteúdo. Neste instante, o conhecimento é materializado e objetivado.

Para que esta fase da abordagem interativa seja concluída com sucesso, torna-se indispensável que o aluno sinta necessidade de expressão, elabore uma síntese e retorne com o conhecimento adquirido para a realidade. Desta forma, o aluno estará apto a começar a agir, com significado e efetividade na prática social.

#### **6.4 A Educação tradicional *versus* interativa**

Na tabela 6.1, são apresentadas algumas diferenças entre as abordagens mencionadas, que podem esclarecer as dificuldades na atuação do professor ao adotar uma abordagem interativa, tanto para controlar a classe como para explorar um determinado conteúdo, segundo (ARETIO, 1994).

Analisando-se a abordagem tradicional ainda presente no processo de ensino-aprendizagem, utilizado na maioria das universidades brasileiras, percebe-se em muitos casos a necessidade de mudanças para adaptar o aluno às novas demandas da sociedade e do mercado de trabalho que ele, como futuro profissional, irá encontrar. Para tal, deve-se avaliar cuidadosamente os recursos tecnológicos necessários e disponíveis, de sorte a promover uma abordagem interativa, buscando a melhor estratégia para sua implementação.



Tabela 6.1 – Educação tradicional *versus* Interativa

Educação Tradicional	Educação Interativa
<i>Alunos</i>	
Homogêneos quanto à qualificação	Heterogêneos quanto à qualificação
Lugar único de encontro	Estudam em casa, universidade, etc.
Residência local	População dispersa ou não
Situação controlada/ Aprendizagem dependente	Situação livre/ Aprendizagem independente
Realiza-se maior interação social	Realiza-se menor interação social
A educação é atividade primária, tempo integral	A educação é atividade secundária, tempo parcial.
<i>Docentes</i>	
Um só tipo de professor	Vários tipos de professores
Fonte de conhecimento	Suporte e orientação da aprendizagem
Recurso insubstituível	Recurso parcialmente substituível
Juiz supremo da atuação do aluno	Guia de atualização do aluno
Basicamente, professor/aluno	Basicamente, produtor de material ou tutor/aluno
Suas habilidades e competências são muito difundidas	Suas habilidades e competências são menos conhecidas

A pouca experiência da grande maioria dos docentes com a abordagem interativa constitui, por si só, uma barreira para sua implantação. De forma geral, mesmo aqueles professores que gostariam de conhecer melhor a abordagem e implantá-la na prática, têm dificuldades para fazê-lo, por não dominarem estratégias, métodos, técnicas e ferramentas para tal.

## 6.5 Perfil educacional da área de atuação

Os testes realizados na *Brigham Young University*, em 1991, apesar de parecerem antigos, ainda são extremamente expressivos nos dias atuais. Os estilos de ensino e

aprendizado que predominam entre estudantes e professores dos cursos de Engenharia são: estudantes assimiladores e professores expositores ou estudantes convergentes e professores tutores. Para que essas especificações sejam melhor compreendidas, convém observar a tabela 6.2 a seguir.

**Tabela 6.2 – Características dos estudantes e professores dos cursos de Engenharia**

<b>Estudantes Assimiladores</b>	<b>Professores Expositores</b>
Integram experiência com conhecimentos já existentes	Visam a transmissão de conhecimentos
São conceitualizadores, utilizam a dedução para resolver problemas	Na sala de aula, ele é autoridade
Trabalham bem com muitos detalhes e dados, dando-lhes uma organização lógica	Livros textos são escritos por eles e devem ser seguidos rigorosamente
Procuram assimilar novas idéias e pensamentos	A estratégia de ensino é tradicional — aula expositiva
São mais interessados pela lógica de uma idéia do que pelo seu valor prático	
<b>Estudantes Convergentes</b>	<b>Professores Tutores</b>
Integram teoria e prática;	Visam à produtividade e a competência
Utilizam tanto a abstração como o senso comum na aplicação prática das idéias e teorias	Procuram ensinar as habilidades necessárias para ser um bom engenheiro
Gostam de resolver problemas práticos e têm bom desempenho nos testes	São altamente independentes e querem que seus alunos o sejam
Procuram sempre as soluções ótimas para os problemas práticos	A estratégia de ensino combina aula formal com laboratório e atividade extraclasse
Combinam a dedução e a indução na solução de problemas	

De acordo com esses resultados, nota-se que a abordagem tradicional, além de prevalecer nesses cursos, é aceita tanto por alunos como por professores. Porém pode-se dizer que os professores têm uma parcela significativa de influência também nos resultados dos alunos, pois estes se inspiram em seus professores, que ensinam usando a técnica expositiva e muitas vezes não têm conhecimento sobre outras.

Entretanto, há fortes indícios de que a abordagem tradicional deva mudar. É exatamente essa proposta interativa que irá promover alunos adaptadores e professores inovadores.

Entende-se por alunos adaptadores aqueles que:

- Integram experiência com aplicação e fazem imediata aplicação da nova experiência;
- Utilizam a indução na resolução de problemas;
- Aprendem por ensaio e erro e freqüentemente descobrem o novo conhecimento sem a ajuda do professor;
- Tornam-se altamente ativos e criativos adaptando-se facilmente às novas situações;
- São independentes, líderes naturais;

Espera-se dos professores inovadores que:

- Encorajam a aprendizagem experimental e a autodescoberta;
- Sejam estimuladores e dramáticos;
- Procurem expandir os limites intelectuais de seus alunos;
- Utilizam estratégia de ensino que envolva variados métodos e técnicas, de acordo com as necessidades.

É interessante observar que, para implementar essas propostas, é possível hoje, inclusive, fazer uso das novas tecnologias disponíveis, como os recursos da informática, que cria considerável expectativa na área educacional, devido ao seu grande potencial de interação e disponibilidade de informação e conhecimento.

## **6.6 A evolução dos instrumentos educacionais na aprendizagem**

Usando como marco o ensino tradicional, inicialmente se encontrava à disposição os seguintes instrumentos educacionais: a lousa, o giz e o livro, sendo este um dos primeiros instrumentos “tecnológicos” inseridos no processo ensino-aprendizagem. Embora tenha causado muitas alterações ao longo do tempo, hoje já se encontra totalmente incorporado ao processo e ninguém se dá conta de que é um instrumento “tecnológico”.

Com o passar do tempo, surgiram: os recursos audiovisuais, tais como, o retroprojetor e o vídeo, e um equipamento, a calculadora, que passam a ser utilizados nas dinâmicas de aulas como instrumentos educacionais, visando aumentar a comunicação e o aprendizado no processo educacional. No caso a calculadora passou a ser uma ferramenta para os discentes na

resolução de seus problemas analíticos, otimizando o tempo gasto na confecção das contas algébricas para proceder inferências no seu aprendizado. Hoje em dia, esse tipo de cultura já foi tão absorvida que os alunos de ensino fundamental e médio já fazem uso da mesma, de forma inquestionável.

Além dos instrumentos acima descritos, outros tantos instrumentos podem vir a ser componentes da tecnologia educacional, inclusive o próprio computador. O diferencial deste em relação aos demais recursos tecnológicos na área educacional está na sua característica de interatividade, na possibilidade de ser um instrumento que pode ser utilizado para facilitar a aprendizagem individualizada, visto que ele executa o que se ordena e pode ser adequado aos potenciais e anseios dos estudantes. Além disso, vários dos outros recursos tecnológicos citados anteriormente podem ser incorporados ao computador (TAJRA, 2000).

Analisando o cenário acima descrito e focando o curso de Engenharia, sabe-se que a maioria das aulas ocorre em salas convencionais. Por sua vez, o aluno só pode contar com o conhecimento do professor para exercitar os conceitos transmitidos. A metodologia mais usual é a prática de exercícios, em que a calculadora é o principal equipamento para agilizar a confecção das atividades propostas na busca da constatação da aprendizagem. Por sua vez, a complexidade do assunto pode gerar uma demanda de tempo considerável, e a almejada resposta pode ficar postergada para a próxima aula, criando assim um desinteresse no processo ensino-aprendizado.

Logo, na busca de melhores condições, as universidades brasileiras passam a utilizar a informática como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem. Surge então o uso de aplicativos como, por exemplo, as planilhas eletrônicas, que são capazes de gerar um ambiente satisfatório para determinados estudos de casos. No caso da Engenharia Civil, no que diz respeito à disciplina de transportes, percebe-se a presença de vários tipos de planilhas, cada qual com uma abordagem, formando assim uma grande colcha de retalhos, inviabilizando uma visão global do tema discutido; porém não se pode negar o esforço para criar uma situação que busca uma melhoria na dinâmica e no processo ensino-aprendizagem.

Contudo os anseios sempre são maiores e é nesse aspecto que se pode consagrar a contribuição deste trabalho, gerando um sistema de apoio ao processo de aprendizado, no qual o discente tem acesso a todos os níveis de atuação na proposta de traçado geométrico de vias, dando a flexibilidade de interação, de acordo com sua necessidade ou até mesmo respeitando o grau de conhecimento adquirido, isso faz com que o aluno possa simular determinadas

situações livremente, consolidar seu aprendizado, fazer deduções de resultados, avaliar as melhores soluções, possibilitar o senso crítico e justapor seu conhecimento técnico, em suma, torná-lo independente nas suas ações, capacitando a se adaptar a novas situações.

De contrapartida, o professor poderia então dispor de diversos tipos de estudos e criar uma dinâmica avaliativa dos projetos concebidos, levantando os pontos de relevância em cada estudo, gerando um fórum de debates técnicos e a busca da melhor solução para cada problema.

Assim se estará criando alunos adaptadores e professores inovadores, com coerência e pertinência na abordagem interativa, contribuindo para a evolução do processo educacional na formação de profissionais capazes de administrar a autodescoberta necessária para a simulação de situações novas. Desta forma, o discente estará apto a começar a agir, com significado e efetividade na prática social.

## 6.7 Conclusão

Neste capítulo, abordou-se a educação tradicional, sua aculturação e seus efeitos junto aos alunos e professores. Diante da necessidade de transformação para um melhor aproveitamento educacional, propõe-se a educação interativa e demonstrou-se como a mesma poderia criar novos rumos na área educacional.

Estabeleceu-se um contraponto entre os dois tipos de educação, tanto por parte dos discentes como dos docentes. Levantou-se o perfil dos alunos e professores do curso de Engenharia, justificou-se a conduta e foi proposto um novo perfil esperado, para que se possa garantir a evolução do processo de aprendizagem e da formação profissional dos discentes.

Através dos instrumentos educacionais na sua evolução e dinâmicas, constatou-se que as culturas são absorvidas e, quando bem balizadas, possibilitam a quebra de posturas ortodoxas e contemplam a interação, o debate e a construção de conhecimento de forma plena e motivadora, garantindo que a abordagem interativa poderá ser um caminho eficiente e satisfatório no processo ensino-aprendizagem.

Finalizando foi proposta a exploração do sistema interativo de apoio à aprendizagem como delimitador, pois o mesmo apresenta uma visão globalizada do assunto, permite a interação com o tema em discussão, sinaliza simulações e promove autodescoberta, tornando o aluno independente e capaz de se auto-administrar. Por outro lado, na fusão dos estudos individuais, pode-se criar uma dinâmica gestada pelo professor, que procurará expandir os

limites intelectuais de seus alunos, avaliar e buscar, entre as diversas propostas a de melhor solução.

Portanto, a educação interativa é, sem sombra de dúvida, um novo rumo que deve ser levado em consideração, para a almejada mudança do ensino tradicional, pois tornará o aluno capaz de criar pensamentos críticos, e o professor contribuirá encorajando a aprendizagem experimental e a autodescoberta.

# CAPÍTULO VII

## **Avaliação Somativa**

*“Um sonho sozinho é um sonho, mas o sonho sonhado em grupo é um importante passo à realidade”.*

# CAPÍTULO VII

## AVALIAÇÃO SOMATIVA

### 7.1 Introdução

Neste capítulo, disponibilizar-se-á a avaliação feita, no final do processo, com o produto acabado; para tanto, apoiou-se num questionário, **Anexo D**, que norteou a enquete.

Nesta avaliação contou-se com a opinião de diversos profissionais, a saber: Engenheiros Civis, Profissionais de Computação, Pedagogos e também dos alunos da Engenharia Civil, da Universidade Santa Cecília, conforme **Anexo E**. A preocupação de reunir esses pareceres se deu pelo cunho do sistema interativo de apoio ao aprendizado.

A avaliação foi dividida em duas partes, a saber:

- **Fatores educacionais** — focam os quesitos que envolvem o conteúdo, os objetivos educacionais, os recursos didáticos pedagógicos, as estratégias instrucionais, a navegação do sistema, a reflexão e o espírito crítico;
- **Fatores de âmbito técnico** — sinalizam os seguintes itens: o sistema, sua usabilidade, os recursos visuais e o suporte.

O propósito que norteou a investigação foi o de verificar a possível integração entre usabilidade e aprendizagem, para validar a qualidade pedagógica do sistema interativo de apoio ao aprendizado na relação interface homem/máquina.

### 7.2 Fatores educacionais

Os fatores educacionais demonstram claramente que o processo educacional está sendo influenciado pelas ciências sociais e cognitivas, nas quais o foco do processo é centrado na aprendizagem e não no ensino.

Assim sendo, o item **conteúdo** foi explorado em subitens, a saber:

- **Motivação** — pode-se entender como sendo a relevância do tema, o processamento da informação, as atitudes das pessoas, entre outros fatores que promovem e desencadeiam a aprendizagem; em suma, uma situação de ensino-aprendizagem é motivante, quando está intrinsecamente relacionada com algo de interesse ou significância para a pessoa que a utiliza.



- *Adequação* — busca-se mensurar as condições de trabalho às capacidades e realidades da pessoa que interage com o sistema.
- *Qualidade* — visa sinalizar a ergonomia do sistema, isto é, as características da usabilidade, bem como a utilidade do sistema na perspectiva do usuário, em função da tarefa para a qual ele foi desenvolvido.
- *Interatividade* — busca aferir a interface homem/máquina, contemplando o diálogo promovido pelo sistema.
- *Feedback* — diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário, ocorrendo no momento apropriado e de forma consistente para cada tipo de transação.

Ao analisar os dados tabulados quanto ao *conteúdo*, deve-se levar em consideração que cada fatia distribuída homogeneamente deveria retornar o valor de 20% em média. Assim sendo, pode-se observar nos gráficos a seguir que todos os quesitos estão dentro da margem satisfatória, com oscilações de 1% a mais ou a menos em alguns itens, o que permite concluir que o objetivo do conteúdo foi atingido.

Fazendo um breve comentário sobre determinados valores, no que diz respeito à motivação, observa-se que o público alvo, Engenheiros Civis e Alunos, responderam satisfatoriamente, cotando a pontuação entre 20% a 21%.

No quesito adequação, deve-se levar em consideração que, na ótica dos Engenheiros Civis, poderia haver uma ligeira melhora (19%), porém, no cunho pedagógico, a opção atende em 21% às expectativas.

No que diz respeito à qualidade, obteve-se uma resposta considerável por parte dos profissionais da área de computação, que cotaram em 23% a opção, fator este que demonstra a real interação homem/máquina.

Os outros itens, interatividade e *feedback*, estão sinalizados dentro dos padrões normais da investigação proposta.

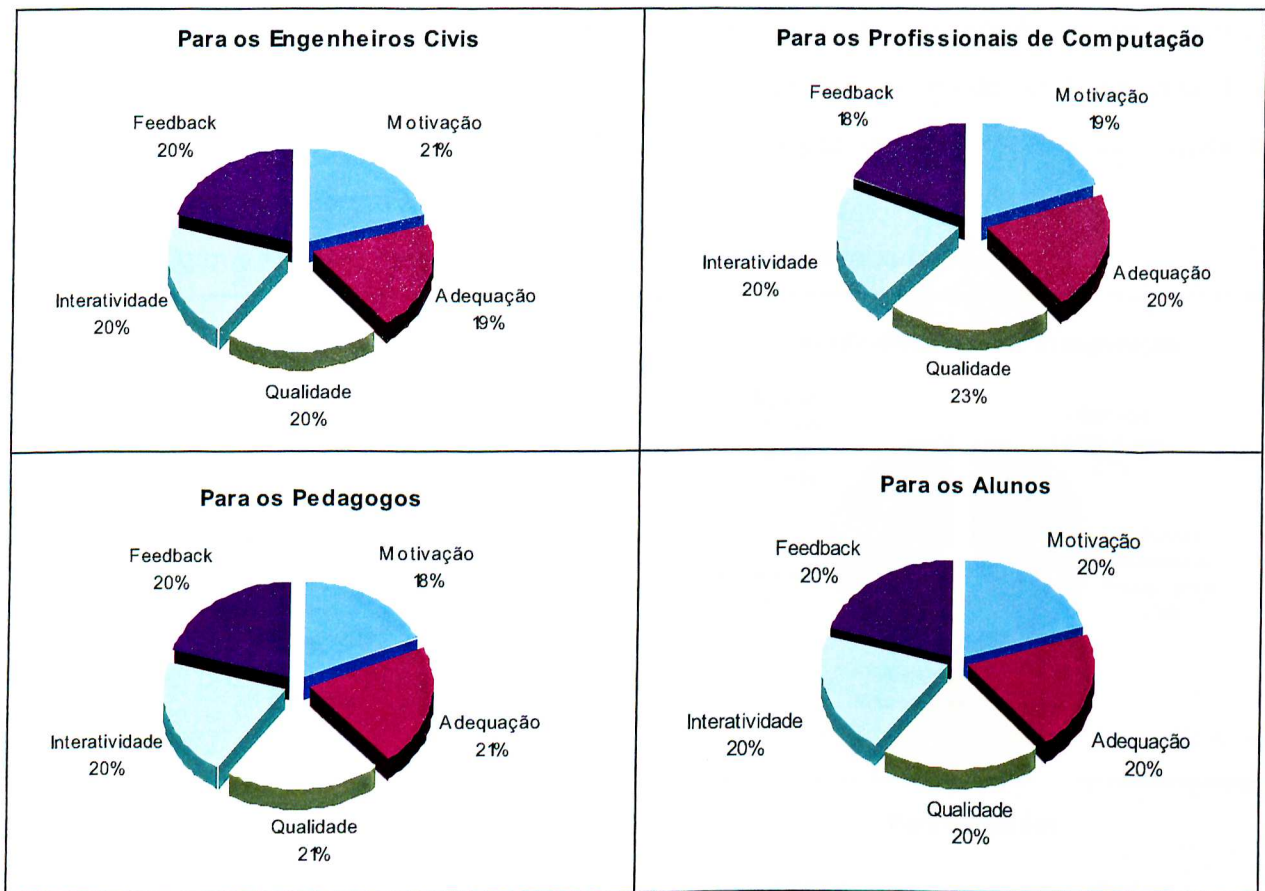


Gráfico 7.1 – Conteúdo

A partir deste instante, avaliar-se-á os resultados que complementam os outros *fatores educacionais* obtidos nos seguintes itens:

- **Objetivos instrucionais** — visa-se aferir a especificação dos conhecimentos, suas habilidades e capacidades de quem utiliza o sistema interativo de apoio ao aprendizado.
- **Recursos didáticos e pedagógicos** — a indagação converge na escolha dos meios e das características dos conteúdos a serem abordados no sistema, gerando uma interface de comunicação no ambiente de aprendizagem.
- **Estratégias instrucionais** — busca avaliar a parte lúdica do sistema e sua adequação.
- **Navegação do sistema** — quer averiguar a capacitação do sistema e criar uma interface de comunicação amigável, fácil e intuitiva.
- **Reflexão e espírito crítico** — tem como objetivo avaliar o que foi executado no computador, nos diversos níveis de abstração, podendo provocar alterações na estrutura mental do aluno. O nível de abstração mais simples é a empírica, que

permite a ação do aprendiz sobre o sistema. A abstração pseudo-empírica permite ao aluno deduzir algum conhecimento da sua ação no contexto do sistema. Esse item fecha este tipo de abordagem e consagra um dos tópicos relevantes na educação interativa.

As figuras a seguir mostram como esses itens foram avaliados.

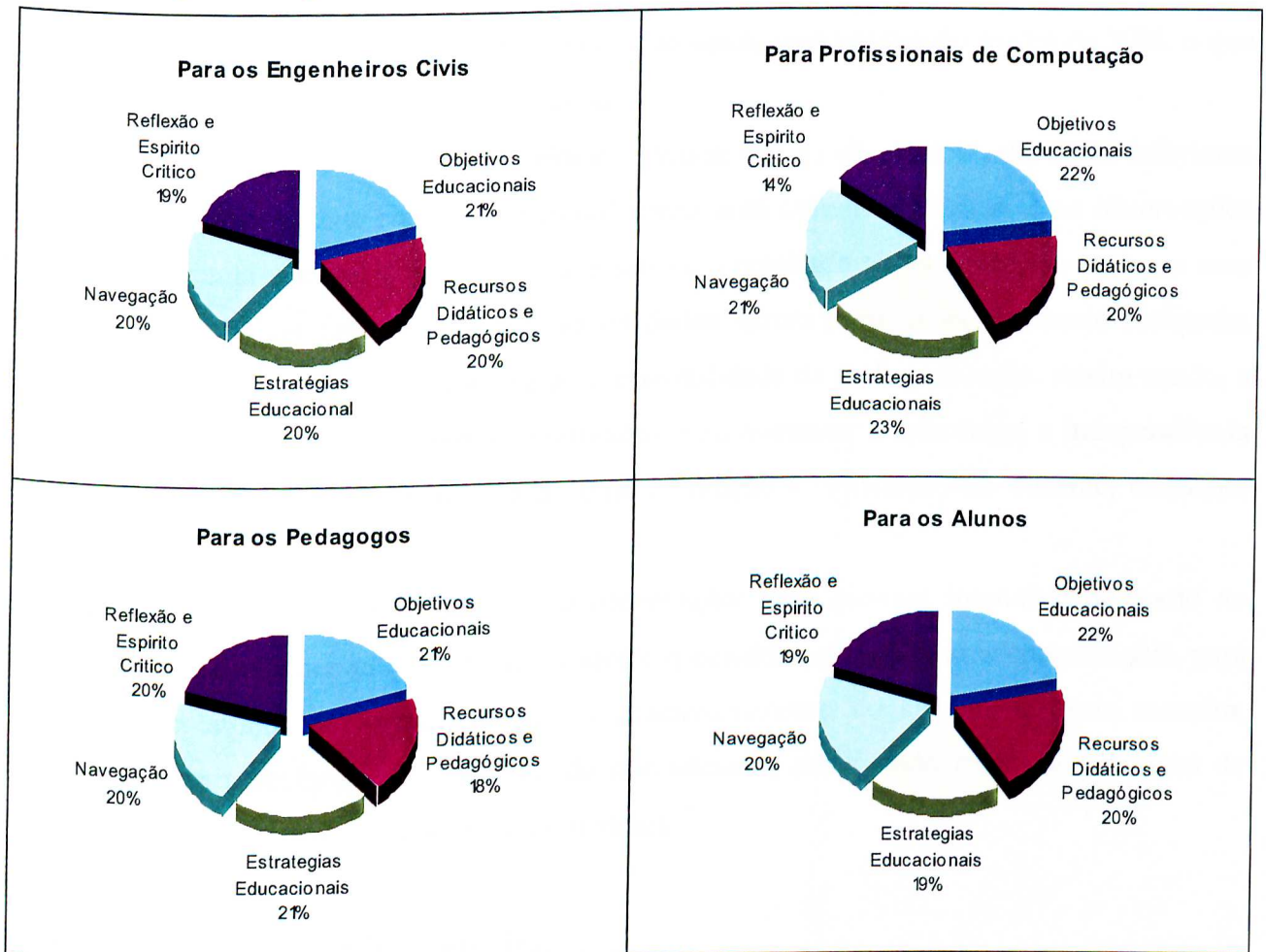


Gráfico 7.2 – Fatores Educacionais

Através desse levantamento, constatou-se que os *objetivos educacionais* foram atingidos acima da média para os diversos participantes da enquete.

No tocante aos *recursos didáticos e pedagógicos*, ficou sinalizada a percentagem de 18%, sendo observado que a indicação do *help-on-line* e o estudo de caso, deveriam ter alguma referência no sistema para facilitar a comunicação com o aprendiz. No tocante ao *help*, utilizou-se a tecla F1 para acessá-lo, admitindo uma cultura intrínseca da área computacional; desta forma acreditou-se que não haveria necessidade da indicação proposta. Com relação ao estudo de caso, este foi criado essencialmente para um apoio didático-pedagógico, possibilitando ao docente a utilização de um exemplo, previamente auto

alimentável, viabilizando uma maior atenção à dúvida ou questionamento do aluno. Portanto, é uma posição pedagógica a ser considerada.

O item *estratégias educacionais* obteve um retorno significativo por parte dos profissionais de computação (23%); assim sendo, a exploração da parte lúdica do sistema se mostra com índice expressivo.

A *navegação do sistema* teve, numa visão geral, uma pontuação média de 20%, o que caracteriza que o sistema é de fácil utilização.

No quesito *reflexão e espírito crítico*, notou-se que a maioria dos valores são inferiores a 20%. Isso caracteriza o ensino tradicional como uma cultura enraizada, e as observações constata que, uma vez que o dado foi processado e o resultado apresentado, ele se torna uma verdade absoluta. De fato, isso ocorre se os dados forem pertinentes ao ensaio realizado, porém, numa simulação, está se estudando a possibilidade da melhor solução. Assim sendo, a reflexão e o espírito crítico devem ser cultivados para aumentar a inferência, a independência e a emancipação do aprendiz através de uma condução e orientação do docente, enquanto especialista no assunto.

Pode-se então declinar a seguinte observação: num sistema interativo de apoio ao aprendizado, é fundamental que sejam levados em consideração os fatores educacionais, para que se possa atingir de forma eficiente o desenvolvimento do sistema e, desta maneira, contribuir para a melhoria do processo de aprendizado, sinalizando rumos alternativos de conduta tanto para o discente como para o docente.

### **7.3 Fatores de âmbito técnico**

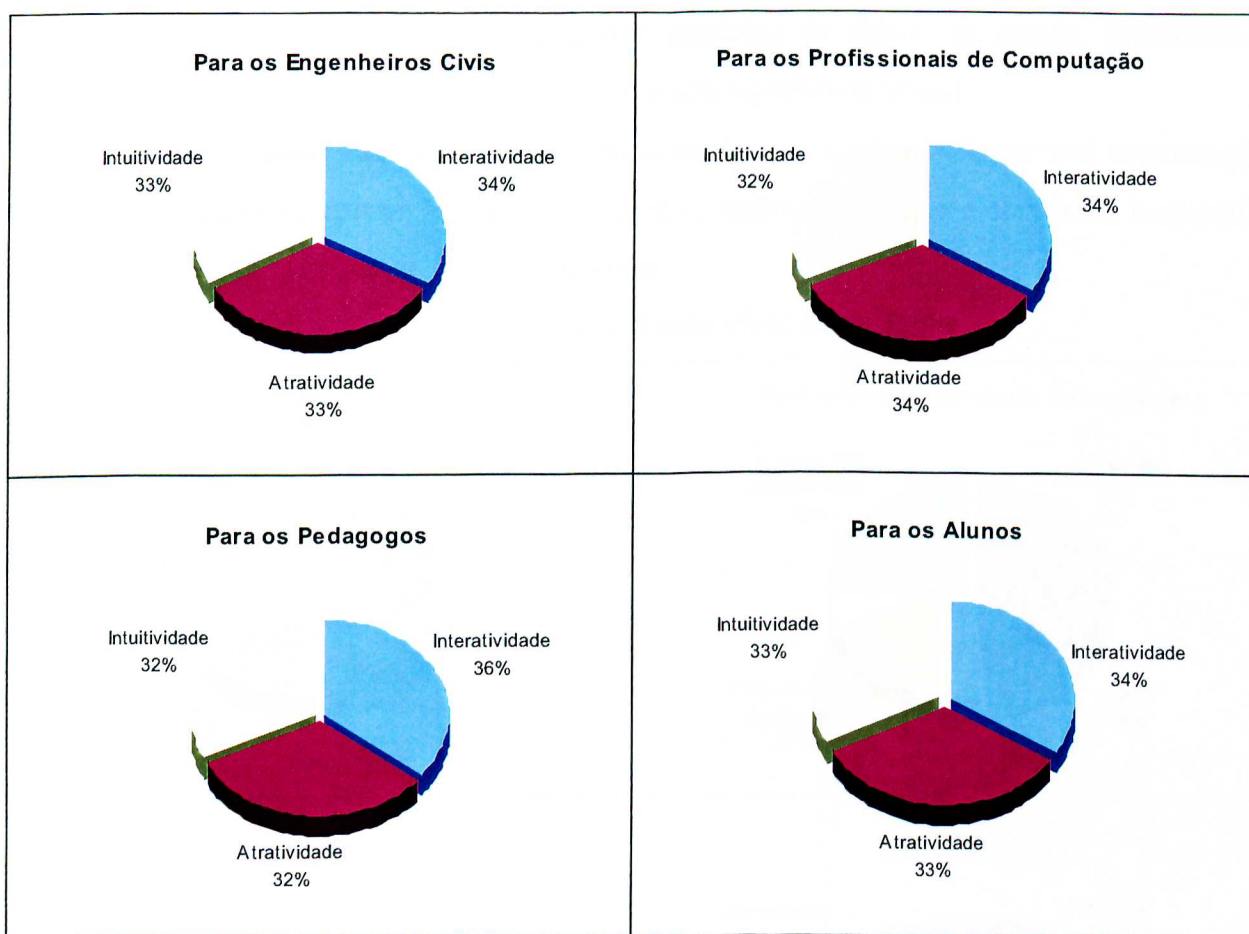
Os fatores de âmbito técnico vêm contribuir para avaliar a interface gerada e quanto a sua implementação é viável para o sistema interativo de apoio ao aprendizado. Esse estudo inicialmente foi dividido em quatro níveis, a saber: o sistema quanto a sua interface, a forma de usabilidade, os recursos visuais e sua forma de suporte.



No que diz respeito ao *sistema*, levantou-se os seguintes quesitos:

- *Interatividade* — busca-se avaliar a liberdade do usuário para interagir com o sistema de acordo com sua necessidade;
- *Atratividade* — pretende-se aferir quanto o sistema chama a atenção do aprendiz;
- *Intuitividade* — verifica-se o efeito da interface sobre os utilizadores, que se traduz na facilidade de aprendizagem do sistema.

Os gráficos a seguir apontam sua mensuração de cada item, junto ao espaço amostral em estudo.



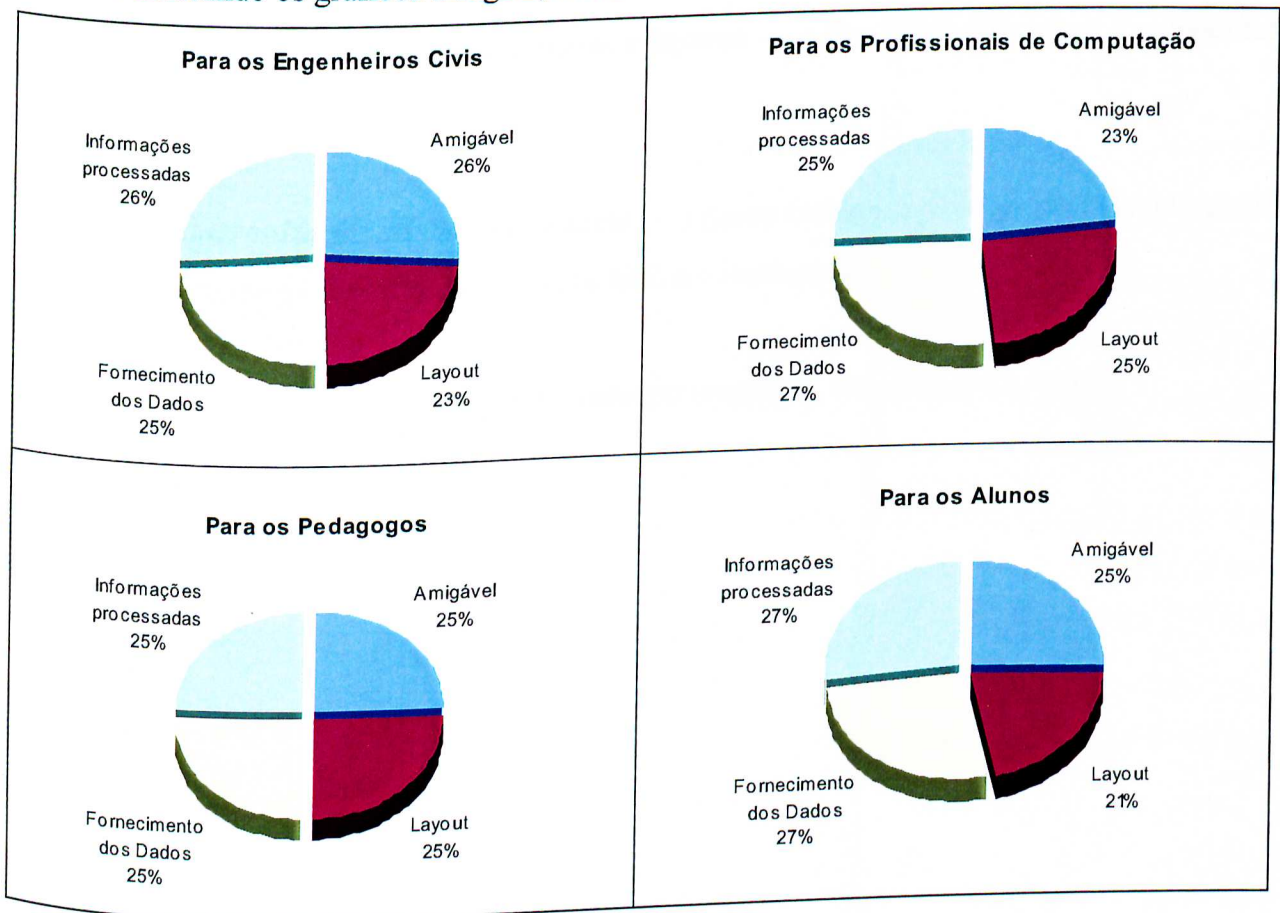
**Gráfico 7.3 - Sistema**

Como se pode observar claramente, todos os tópicos avaliados têm uma distribuição homogênea, cabendo salientar que os pedagogos valorizaram mais a interatividade (36%), pois dentro desta ótica está se priorizando a livre iniciativa, o que garante o aprendizado interativo, desmistificando as atitudes dependentes e tutoriais.

Passa-se então a avaliar a *usabilidade*, em que se estará aferindo o esforço necessário para utilizar o sistema; para tanto, foram criados os seguintes itens:

- **Amigável** — busca-se avaliar a clareza, correção dos conteúdos e tratamento de erros, buscando a confiança do aprendiz.
- **Formalização do layout** — deve-se aferir a representação de requisitos do sistema, promovendo uma padronização para melhor acomodação operacional por parte do usuário.
- **Clareza no fornecimento dos dados** — avalia-se as consistências necessárias, bem como sua representação no gráfico genérico da curva em estudo, promovendo sinalizações do dado a ser fornecido e seu significado visual.
- **Objetividade das informações processadas** — quer-se estimar sua organização geral, sua estrutura, estratégia de apresentação, suficiência e correitude, bem como a rapidez em que os cálculos ocorrem.

Verificando os gráficos a seguir, ter-se-á uma visão desta enquete.



**Gráfico 7.4 - Usabilidade**

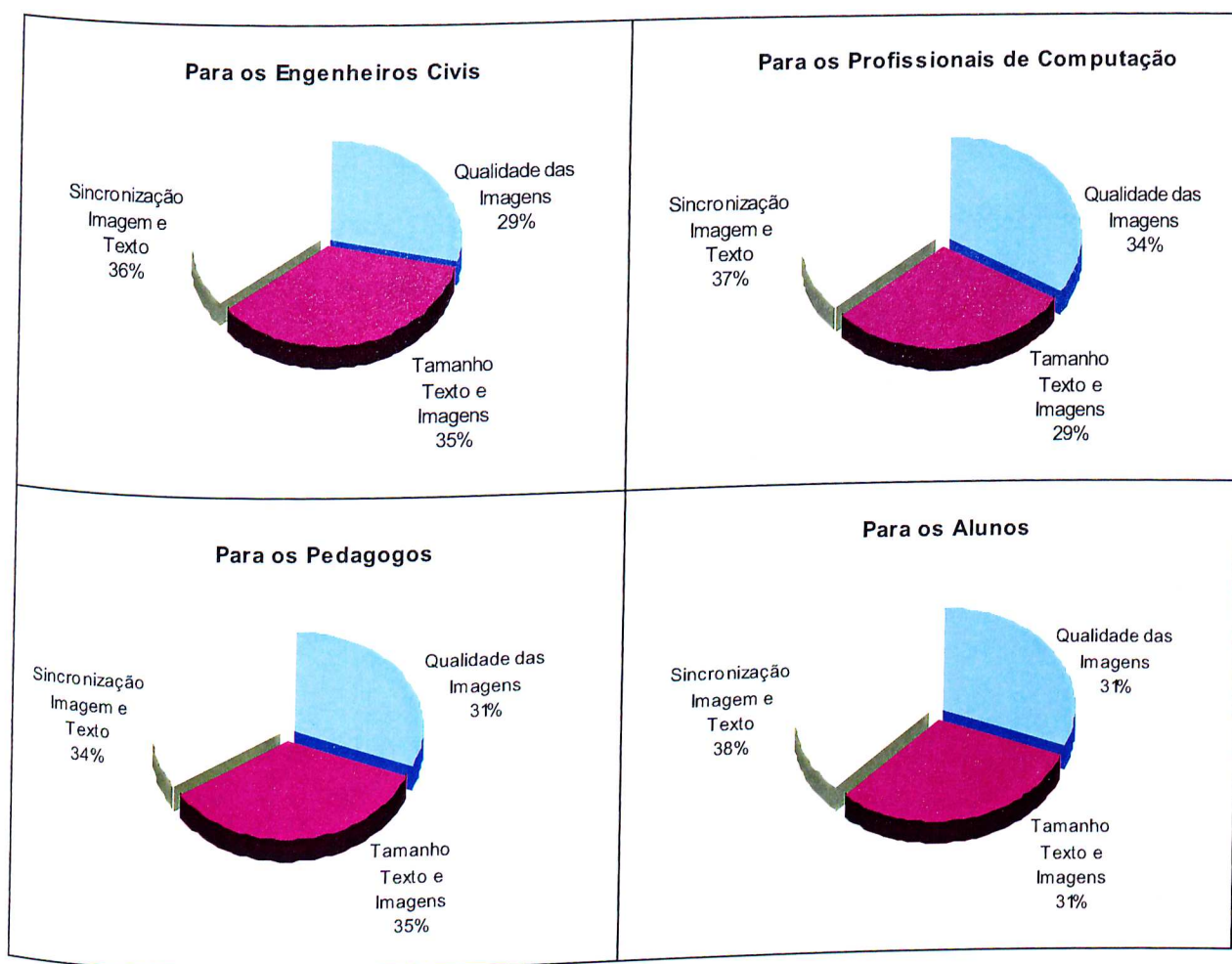
Analisando os valores estimados, compete uma observação quanto o item *layout* aonde o público alvo, isto é, os Engenheiros Civis (23%) e os alunos (21%) comentaram que o tamanho do mesmo poderia ser maior para uma melhor operacionalidade, porém é importante avaliar a resolução do vídeo. A situação ideal seria a resolução 800 x 600, uma vez que os computadores disponibilizados nos laboratórios computacionais de utilização prática para os alunos ainda são tecnologicamente limitados nos seus recursos de *hardware*.

O próximo passo é avaliar os *recursos visuais* do sistema interativo de apoio ao aprendizado. A característica essencial é de tornar a interface agradável ao usuário. Assim sendo, este estudo foi dividido nos seguintes tópicos, a saber:

- **Qualidade das imagens** — a intenção é avaliar se a imagem utilizada em cada caso expressa a realidade do estudo, quer na sua representação gráfica, assim como, na foto exibida entre as navegações existentes.
- **Tamanho apropriado dos textos e figuras** — a finalidade é de aferir a comodidade visual do processo.
- **Sincronização da imagem e texto** — visa-se estimar o diálogo estabelecido entre o sistema e o usuário na sua parte lúdica e ilustrativa.

Pode-se averiguar o desempenho desta prerrogativa, nos gráficos a seguir.





**Gráfico 7.5 – Recursos Visuais**

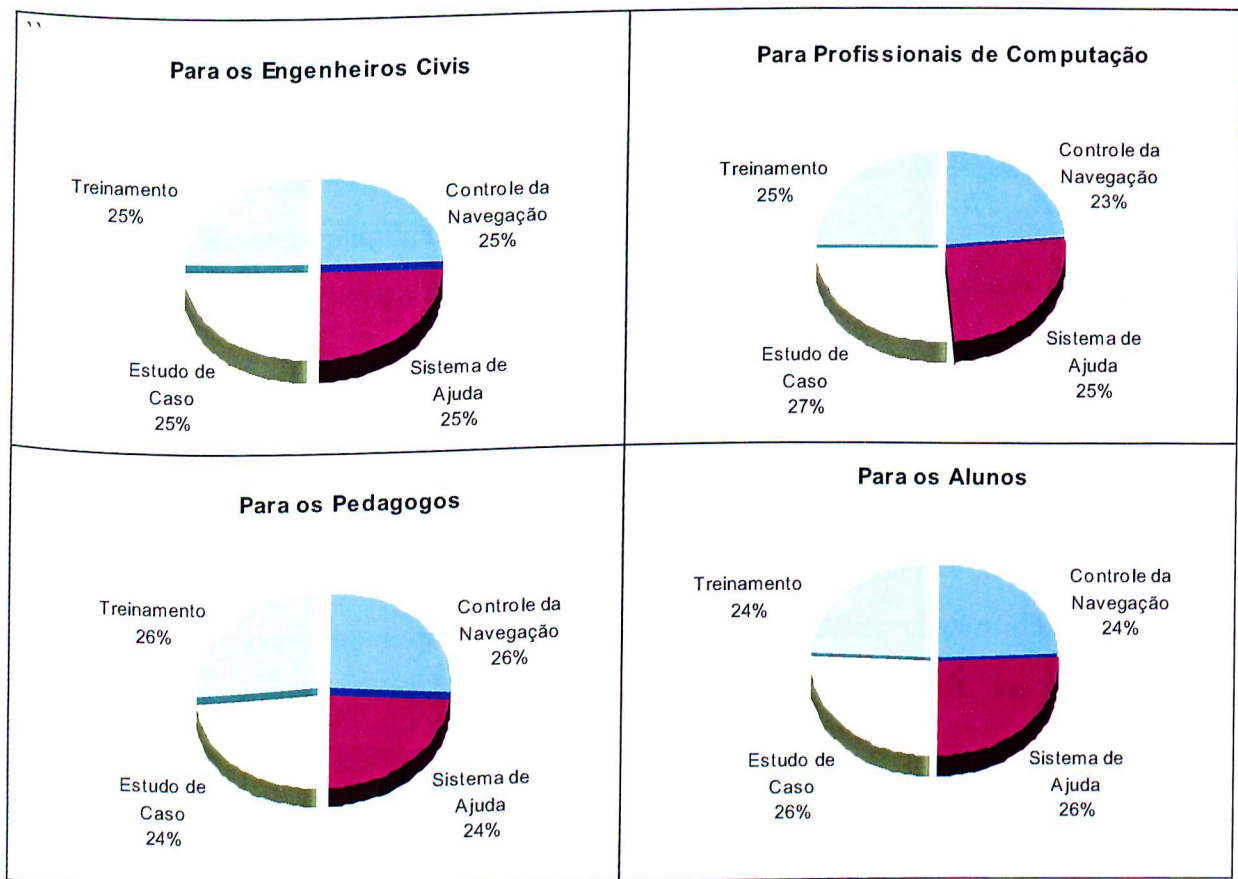
Comentando os resultados ora expostos, pode-se notar que as qualidades das imagens deveriam ser aprimoradas, pois não atingiram o limiar de 33% esperado. Essa situação se deve ao fato de não terem sido tratadas convenientemente por profissionais de “design”, uma vez que o sistema interativo não se encontra num processo completamente profissional. Dentro deste contexto, afirma-se mais uma vez que o apelo é lúdico e ilustrativo. Porém o objetivo principal seria o sincronismo para gerar um canal de comunicação entre os dados e sua representação, caracterizando a metáfora do sistema. Fica claro, através dos resultados (todos superiores a 33%, acima da média esperada), que a proposta foi atingida de forma satisfatória.

Para finalizar este estudo, se discutirá o *suporte*, que tem como objetivo dar subsídios naturais já implementados no sistema, para nortear o usuário. Para tanto, foram criados os seguintes itens, a saber:



- **Controle da navegação** — busca aferir a presteza que o usuário terá em avançar ou retroceder nas telas da aplicação, de acordo com sua necessidade;
- **Sistema de ajuda (help-on-line)** — visa conferir o grau de precisão em oferecer subsídios ao usuário em cada item da aplicação de forma interativa;
- **Estudo de caso** — a intenção é averiguar a capacitação dos exemplos gerados em cada caso, se tornando um agente facilitador para um estudo individual ou grupal;
- **Treinamento** — tem como objetivo, medir a real necessidade da destreza para o uso do sistema.

Os valores quantitativos que retornaram destas indagações estão descritos nos gráficos a seguir.



**Gráfico 7.6 – Suporte**

De forma global, pode-se afirmar que o tópico *suporte* obteve um retorno satisfatório, pois as oscilações em percentual de cada item variam discretamente, levando à conclusão que o tópico em questão atende o seu escopo.

## 7.4 Conclusão

A avaliação somativa, realizada como um primeiro ensaio junto ao público alvo, isto é, Engenheiros Civis e Alunos, assim como os demais profissionais intimamente ligados ao perfil do sistema interativo de apoio ao aprendizado, contribuiu de forma significativa para caracterizar o *feedback* do sistema.

É evidente que melhorias sempre deverão ocorrer, para que se atinja a qualidade ideal, porém, neste instante, o quadro avaliativo sinaliza que os objetivos foram alcançados de forma a atender a premissa.

Com relação aos fatores educacionais, fica aqui registrado que a reflexão e o espírito crítico são quesitos que devem ser trabalhados, a fim de criar uma nova cultura pedagógica, possibilitando novos rumos para atingir a educação interativa.

No que diz respeito aos fatores de âmbito técnico, o ambiente se demonstrou bastante amigável, a comunicação eficiente; desta forma, a ergonomia do sistema foi atingida, gerando uma interface homem/máquina adequada para esta proposta.

Dentro de um contexto globalizado, pode-se dizer que a criação deste simulador, contemplou os anseios didático-pedagógicos, explorou o uso da tecnologia, viabilizou a prática do aprender a aprender, isto é, promoveu a aprendizagem do sistema (usabilidade) assim como a aprendizagem no sistema (aprendizagem de conceitos).

Para aprender significativamente, os indivíduos têm que trabalhar com problemas realistas em contextos realistas. Devem ser explorados problemas que apresentem múltiplos pontos de vistas, para que o aprendiz construa cadeias de idéias relacionadas. Dessa forma, o aprendiz deve engajar-se num produto significativo relacionado com sua realidade, concebendo o construcionismo contextualizado.

# CAPÍTULO VIII

## Conclusão e Trabalhos Futuros

*“Não deixaremos de explorar e, ao término de nossa exploração, deveremos chegar ao ponto de partida e conhecer esse lugar pela primeira vez.”*

T.S.Eliot

## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

#### 8.1 Conclusão

Não há dúvida de que, no processo educacional, a educação pode acontecer de diferentes maneiras, locais ou pretextos, mas principalmente deverá ocorrer a interação entre pessoas e o meio.

Assim sendo, iniciou-se o trabalho justificando o uso do computador como um meio capaz de ser um amplificador de capacidades, desde que seja justaposto a determinadas metodologias que contextualize o processo ensino-aprendizagem.

Por outro lado, este meio necessita de um *software* capaz de promover as interações tecnológicas e pessoais. O termo inglês *software*, que corresponde a suporte lógico ou a programa, em português, é aplicável a toda a coleção de instruções que servem para que o computador cumpra uma função ou realize uma tarefa (GALVIS, 1992).

Para se desenvolver um *software* educacional, é necessário antes compreender que existem diferentes tipos, cada qual com propósitos específicos e fundamentados em metodologias de ensino-aprendizagem diferenciadas.

Na busca da convergência da pesquisa, direcionou-se o foco para o público alvo — esta foi a primeira dificuldade, pois o leque de abrangência é bastante grande (vai da pré-escola ao ensino superior). Além disso, as informações disponíveis sobre os *softwares* são limitadas. Observou-se ainda, uma limitada divulgação de relatos de experiências vividas por profissionais que utilizam essa metodologia.

Com este cenário, buscou-se as carências e elegeu-se a área da Engenharia Civil, com a finalidade de elaborar os cálculos envolvidos no projeto geométrico de estradas. Parte-se então para o conhecimento técnico necessário que promoveria subsídios para este desenvolvimento.

Surgiram então outras dificuldades: a sintetização e relação das diversas informações colhidas junto aos especialistas, apesar da objetividade com que os entrevistados colocaram suas idéias.

O desenvolvimento de *software* educacional guarda uma especificidade. É preciso entender como as pessoas aprendem, para transpor esse entendimento para o *software*

educacional. Tornou-se então necessário estudar as teorias de aprendizagem as quais se fundamentam em uma visão de mundo, de sociedade e de homem, e algumas delas adquirem tal complexidade que seu entendimento torna-se dificultado. Cada uma dessas visões sobre o processo de aprendizagem causa impactos no processo de desenvolvimento do *software* educacional.

O propósito que norteou a investigação foi o de promover a integração entre usabilidade e aprendizagem, para validar a qualidade pedagógica do *software* na geração da interface homem/máquina. As evidências observadas mostram que quando ocorre integração entre as propriedades de usabilidade e aprendizagem, é garantido maior sucesso no processo de aprendizado. Dessa forma, fica consagrada uma interdependência das propriedades, verificável ergonomicamente na relação da interface homem/máquina, criando um ambiente amigável, com aplicações de técnicas sofisticadas.

É preciso ressaltar que tanto a metodologia como a técnica para a extração do conhecimento junto aos especialistas são bases da característica de usabilidade e aprendizagem e foram essenciais para o desenvolvimento do sistema de apoio ao aprendizado.

Ao longo do caminho percorrido para a conclusão deste trabalho, dois importantes aspectos ficaram claramente evidenciados: a preocupação com os objetivos educacionais, que deveriam ser atingidos pelo sistema de apoio ao aprendizado, e a utilização de modelos de desenvolvimento para auxiliar na tarefa de construção deste mesmo *software*.

Com relação ao primeiro aspecto, constatou-se que a utilização do computador na educação e, por conseguinte o *software*, é vasta e generosa em possibilidades, sendo aplicados pelos lúdicos, com ampla liberdade de ação, possibilitando ao aluno como aprender a pensar; promovendo o computador a como ferramenta de apoio no processo ensino-aprendizado.

No tocante ao desenvolvimento do *software*, enfatizou-se determinadas etapas do processo de desenvolvimento, desconsiderando-se outras. Porém, apresentou-se um processo de desenvolvimento focado na análise, descrevendo suas fases, assim como os procedimentos que foram empregados em cada uma das etapas, a fim de contemplar os anseios técnicos dos especialistas da área de Engenharia Civil, bem como alicerçar os paradigmas educacionais e seus princípios pedagógicos.

Foi então concebido um simulador capaz de criar modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, propiciando ao aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar conceitos.

Criar e desenvolver atividades educacionais interativas representa uma nova abordagem de aprendizagem na qual o aluno, ao invés de ouvir e assimilar, interage ativamente com a tecnologia. O professor pode propiciar uma estrutura para visualização das idéias esse passo é importante, pois possibilita a incorporação de novos conceitos e permite a interação dele com o caminho da construção do conhecimento que os alunos estão percorrendo. Neste contexto, o professor atua não só como planejador, mas também como pesquisador e avaliador constante.

Esta perspectiva cria fortes indícios de que o ensino tradicional deva mudar, pois o aluno que desfruta da educação interativa promove a aprendizagem experimental, cria pensamentos críticos, elabora síntese, retorna com o conhecimento adquirido para a realidade e se torna apto na prática social.

Os resultados observados na avaliação somativa constituem fortes evidências de que a proposta pedagógica utilizada precisa estar bastante clara, de forma que o processo de ensino-aprendizagem possa realmente ocorrer de modo eficiente e eficaz.

Assim, através desta trajetória, visou-se níveis de aprendizagem que permitissem a interação entre pessoas e tecnologias que compartilhassem de objetivos comuns, bem como a criação de novos esquemas mentais, capacitando o aprendiz a uma postura participativa na busca constante da melhoria do processo de formação dos educandos, potencializando práticas e técnicas educacionais a fim de contribuir com o processo de ensino-aprendizado.

## 8.2 Trabalhos Futuros

Como pode ser observado, o simulador aqui apresentado foi direcionado para os cálculos analíticos de um projeto geométrico de estradas; então, a partir deste instante, far-se-ão algumas sugestões que complementem o trabalho, assim como dêem origem a novos desdobramentos.

Inicialmente a preocupação do desenvolvimento do sistema interativo de apoio ao aprendizado visou à criação do núcleo do sistema; desta forma, duas opções ficaram em aberto, sujeitas a complementar o trabalho, a saber: no traçado em planta, dever-se-ia desenvolver o estudo do caso **Sobre-largura** e, no que diz respeito ao traçado em perfil, seria necessário aprontar o estudo do caso **Super-elevação**, encerrando-se, dessa forma, os cálculos de um projeto geométrico de estradas.

Visando a novos desdobramentos de pesquisa para atender futuras necessidades do sistema, propõe-se:

- A criação de *drives* que permitam a coleta de dados através de diversas plataformas, tais como Palm-Top, Estação Total, Sistema de posicionamento geográfico global (GPS) ou Sistema de informação geográfica (SIG);
- No que diz respeito à parte lúdica do sistema, poder-se-ia construir representações gráficas das curvas de forma dinâmica, utilizando os recursos da computação gráfica, dando ao sistema com características mais realistas;
- Com relação aos dados de saída, além de gerarem relatórios, seria interessante a criação de *drives* que migrassem essas informações para estações gráficas, de tal sorte que fosse possível desenhar o estudo de cada caso;
- Finalmente, poder-se-ia gerar o estudo para o tipo de projeto em ferrovia, contemplando todo este novo universo, concluindo assim o projeto geométrico de vias.

*Referências*  
*Bibliográficas*



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C, 1984.
- ALMEIDA, M.A.F. *Aprender, atividade inteligente: e se esta inteligência for parcialmente artificial?* Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis, 1999. [online] Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~mafa>. Acesso em: 2003
- ARETIO, L.G. *Educación a distancia hoy*. Madrid, UNED, 1994.
- BARNETT, J. *Transition Curves for Highways, Public Road Administration*. Washington, D.C., 1940.
- BARRETO, J. M. *Inteligência Artificial no limiar do século XXI*. Jorge Muniz Barreto. Florianópolis: J.M.Barreto, 1999.
- BLOOM, B.S. *et al.* *Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar*. São Paulo, Pioneira, 1983.
- BRUBACHER, J.S. *A Importância da Teoria em Educação*. INEP, CBPE-MEC, Rio de Janeiro, 1961.
- CARCIENTE, J. *Carreteras*. Ediciones Vegas, Caracas, 1985.
- COLEMAN, D *et al.* *Desenvolvimento Orientado a Objetos: O Método Fusion*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1996.
- DNER. *Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem*. Rio de Janeiro, 1975.
- FIALHO & SANTOS. *Manual de análise ergonômica no trabalho*. Curitiba: Gênese, 1995.
- FIORINI, S. *et al.* *Engenharia de Software com CMM*. Editora Brasport Livros e Multimídia Ltda., 1998.
- GALVIS, A.H. *Ingenieria de Software educativo*. Santafé de Bogotá: Ediciones Uniandes, 1992.
- GERRARD, P. *Testing Requirements*. In: EuroSTAR'94. Outubro, 1994.
- GIRAFFA, L.M.M. *Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais*. Tese de Doutorado. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1999.
- ISO 9241. *Ergonomic requirements for Office work with visual display terminals*. International Standard ISO 9241, 1993.
- LIBANELO, J.C. *Democratização da Escola Pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos*. Loyola, São Paulo, 1985.

- PEIXOTO, C. F. **Introdução à Geometria de Vias – Notas de Aula.** São Paulo, 1996.
- PIMENTA, C.R.T. **Projeto de Estradas – Notas de Aula.** Universidade de São Paulo, São Carlos, 1981.
- PONTES FILHO, G. **Estradas de Rodagem: Projeto Geométrico.** São Carlos, 1998.
- POTTS, C. **Using Schematic to Understand User Needs.** In: **Symposium on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods & Techniques DIS'95.** Ann Arbor, USA, August 23-25, 1995.
- RAMOS, E.M.F. **Análise ergonômica do sistema HiperNet buscando aprendizado da cooperação e da autonomia.** Tese de Doutorado. UFSC. Florianópolis, 1996. [online] Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~edla/>. Acesso em: 2003
- REISER, R.A. & KEGELMANN, H.W. **Evaluating Instructional Software: A Review and Critique of Current Methods.** ETR&D, 1994.
- RUMBAUGH, J. *et al.* **Modelagem e Projetos baseados em Objetos.** Editora Campus, 1995.
- SALVAT, G.B. **La evaluation de los sistemas de automatización del diseño instructivo.** Lisboa: II Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação, 1994.
- SEABRA, C. **O computador na criação de ambientes interativos de aprendizagem.** Brasília, ano 12, n.57, jan/mar., 1993.
- SQUIRES, D. & PRECE, J. **Usability and learning: evaluating the Potential of educational software.** In: *Computers Edu.* V.27, n.1, p.15-22, 1996.
- STAHL, M.M. **Avaliação da Qualidade de Software Educacional. Relatório Técnico.** COPPE/UFRJ, 1988.
- TAJRA, S.F. **Informática na Educação: Novas Ferramentas Pedagógicas para o Professor da Atualidade.** Érica, São Paulo, 2000.
- VALENTE, J.A. **Computadores e Conhecimento: Repensando a organização.** Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP – Núcleo de Informática à Educação, (NIED). Campinas, 1993.
- VASCONCELLOS, C.S. **Construção do Conhecimento em Sala de Aula.** Libertad, São Paulo, 1994.
- WISNER, A. **Por dentro do trabalho – ergonomia: método & técnica.** FTD, São Paulo, 1987.

# ***Bibliografia***

## BIBLIOGRAFIA

- LEE, S. H. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. Editora da UFSC, Florianópolis, 2002
- SPERRY, J. W. **Dissertação de Mestrado Metodologia para Avaliação da Qualidade de Elementos de Rodovias Utilizando Sistema de informação Geográfica**. UFSC, 1999
- DNIT (Departamento Nacional de Infra-estrutura em Transportes), **Diretrizes básicas para elaboração de projetos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1999 (disponível na Biblioteca do DNIT, ex-DNER ou no site [www.dnit.gov.br](http://www.dnit.gov.br))
- DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), **Diretrizes para projetos de estradas de rodagem**. Rio de Janeiro, 1999 (disponível na Biblioteca do DNIT)
- CARVALHO, M. P. **Curso de Estradas**. Editora Científica, Rio de Janeiro, 1966.
- CARVALHO, M. P., **Caderneta de Campo - Emprego da Transição em Espiral nos Traçados Rodoviários**. Rio de Janeiro, 1966.
- CARCIENTE, J. **Carretas – Estudio y Proyecto**. Ediciones Vega s.r.l., Caracas, Venezuela, 1980
- IPR/DNER (Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNER), **Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária**. Rio de Janeiro, 1974.
- PEREIRA, A.L. **Estradas, Projetos-Construção**. Ao Livro Técnico Ltda, Rio de Janeiro, 1958.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados, 1997
- BALACHEFF, N. & VIVET, M. **Didatique et intelligence artificielle**. La pensee Sauvage, éditions. 1995, p.274-299.
- CATAPAN, A. H. **O conhecimento e o processo de trabalho escolar: para além do pedagogismo**. Florianópolis; UFSC, 1993 (dissertação de mestrado)
- SCAPIN, D.L. and BASTIAN, J.M.C. **Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems**. In: Behaviour & information technology. V.16, n.4/5 – July-October, 1997, p.220-231.
- NIELSEN, J. **Heuristic Evaluation**. In: Usability Inspection Methods. John Wiley, New York, 1994.

- ROCHA, H.V.D. & BARANAUSKAS, M.C.C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Tutorial. In: Escola de Computação 2000, São Paulo – julho, 2000.
- HANDLER, M.G. **Preparing new teachers to use computer technology: perceptions and suggestions for teacher educators**. Computer Educ. Vol. 20 No. 2 p147-156, 1993.
- ARIZA, A. **Soluciones multimediales para nuevas propuestas pedagógicas**. Barranquilla: Uninorte, III Congreso Ibero-Americano de Informática Educativa, 1996.
- TEIXEIRA, I.S. & Teixeira, R.G. **A estrutura construtivista e a importância da percepção cognitiva para os estudantes da área tecnológica**. São Paulo: XXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, p3031-3045, 1998.
- BELHOT, R.V. **Experiência com o Ensino Apoiado por Computador**. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 25; Anais. Salvador, v1, p.127-134
- LEVY, P. **As tecnologias da inteligência. O futuro do pensamento na era da informática**. Ática, São Paulo, 1993.
- KURY, N.I. **Abordagem do processo de ensino aprendizagem**. Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia – CETEP – São Carlos, SP, 1993.
- KOLMOS, A. **Reflection on project work and problem-based learning**. European Journal of Engineering Education, v.21, n.2, p.141-149, Jun.
- NOGUEIRA, N.R. **Uma prática para o desenvolvimento das inteligências múltiplas**. Érica, SP, 1998.
- MORAN, J.M.; MASETTO, M.T.; BENRENS, M.A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Papirus, Campinas, SP, 2000.
- BERBEL, N.A.N. **Metodologia do Ensino Superior: Realidade e Significado**. Papirus, Campinas, SP, 1994.

# **Anexo A**

**Impressão do relatório da  
Curva Circular com Transição**



## Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador

### Curva Circular com Transição

26/02/04

Obra: Anexo A

Trecho: Anexo A

Engenheiro Anexo A

Azimute 1 = $45^{\circ} 0' 0.00''$	Ângulo Central = $75^{\circ} 0' 0.00''$
Distância da E0 à E1 = 989.95 (m)	Estaca E1 = 65 + 4.45 (m)
Raio calculado da Curva = 214.86 (m)	LS (min) da transição ..... = 87.77 (m)
	LS calculado ..... = 140.00 (m)
<b>Parâmetros Principais da Curva</b>	
Tangente Externa da curva com transição = 237.61 (m)	Estaca TS = 53 + 6.84 (m)
Desenvolvimento do trecho da curva circular simples = 141.25 (m)	Estaca SC = 60 + 6.84 (m)
	Estaca PM = 63 + 17.47 (m)
	Estaca CS = 67 + 8.09 (m)
	Estaca ST = 74 + 8.09 (m)
Grau de curvatura da curva circular simples = $5.333333^{\circ}$	

### Parâmetros Locação da Curva de Transição

Estaca	metros	Leitura ( $^{\circ}$ )	Leitura ( $'$ )	Leitura ( $''$ )
53	06.84	45	00	00.00
53	10.00	45	08	25.60
54	00.00	45	35	05.72
54	10.00	46	01	46.28
55	00.00	46	28	27.59
55	10.00	46	55	09.99
56	00.00	46	21	53.00
56	10.00	47	48	39.35
57	00.00	47	15	26.98
57	10.00	48	42	17.00
58	00.00	48	09	09.75
58	10.00	49	36	05.57
59	00.00	49	03	04.77
59	10.00	50	30	07.70
60	00.00	50	57	14.68
60	06.84	51	15	50.04

### Parâmetros Locação da Curva Circular Simples

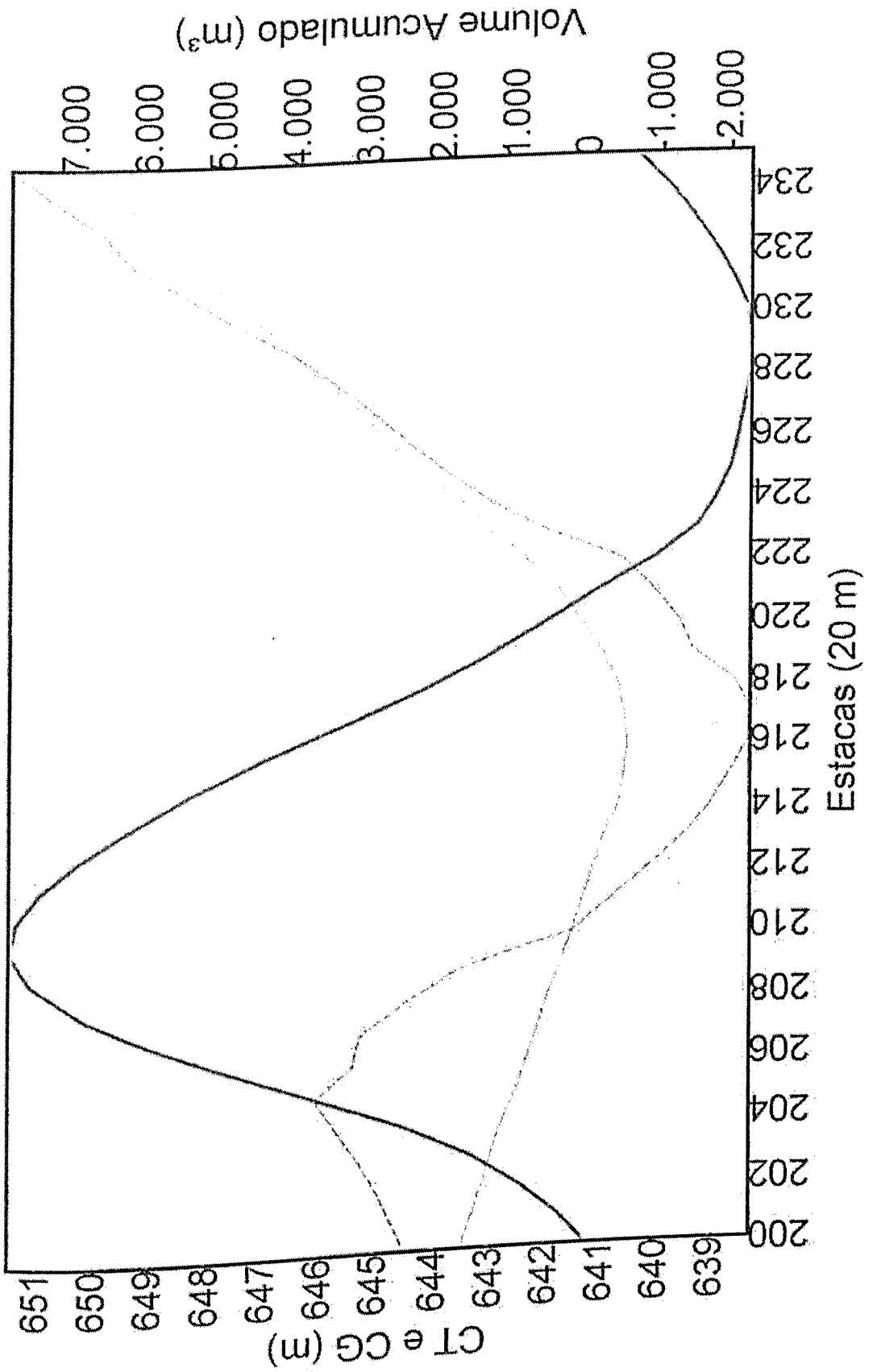
Estaca	metros	Leitura ( $^{\circ}$ )	Leitura ( $'$ )	Leitura ( $''$ )
60	06.84	63	39	60.00
60	10.00	64	05	15.36
61	00.00	65	25	15.36
61	10.00	66	45	15.36
62	00.00	68	05	15.36
62	10.00	69	25	15.36
63	00.00	70	45	15.36
63	10.00	72	05	00.00
63	17.47	73	05	



# **Anexo B**

**Impressão do  
Diagrama de Massa**

-- Volume - Greide - Terreno



CT e CG (m)  
651  
650  
649  
648  
647  
646  
645  
644  
643  
642  
641  
640  
639

# **Anexo C**

**Impressão do relatório do  
Volume de Terraplenagem**



**Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Volume de Terraplenagem**

**26/02/04**

Obra: Anexo C

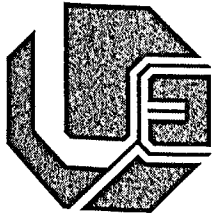
Trecho: Anexo C

Engenheiro: Anexo C

Estaca (m)	Cotas (m)		Cotas Vermelhas		Áreas (m <sup>2</sup> )		Soma das Áreas* (m <sup>2</sup> )		Semi-Distância	Volumes (m <sup>3</sup> )		Compens. Lateral (m <sup>2</sup> )	Volumes Acumulados
	Terreno	Greide	Conte	Át. Aéreo	Conte	Át. Aéreo	Conte	Át. Aéreo		Át. Corr.	Át. Corr.		
	Seções em: Ateiro - Inclinação dos taludes: Vertical = 3.0		Seções em: Ateiro - Inclinação dos taludes: Vertical = 2.0		Seções em: Corte - Inclinação dos taludes: Vertical = 2.0								
200	0,000	0643,50	00,970	00,000	016,177	000,000	000,000	000,000	10,00	0000,00	0000,00	0000,00	00000,000
201	0,000	0644,72	01,920	00,000	022,844	000,000	037,822	000,000	10,00	0378,22	0000,00	0000,00	00378,215
202	0,000	0644,97	02,870	00,000	030,381	000,000	063,026	000,000	10,00	0530,26	0000,00	0000,00	00908,471
203	0,000	0645,35	03,820	00,000	040,752	000,000	071,133	000,000	10,00	0711,33	0000,00	0000,00	01619,800
204	0,000	0645,70	04,770	00,000	051,000	000,000	091,752	000,000	10,00	0917,52	0000,00	0000,00	02537,317
205	0,000	0645,10	05,720	00,000	062,840	000,000	113,840	000,000	10,00	1138,40	0000,00	0000,00	03673,717
206	0,000	0645,40	06,670	00,000	072,907	000,000	115,547	000,000	10,00	1155,47	0000,00	0000,00	04829,163
207	0,000	0645,30	07,620	00,000	084,827	000,000	107,733	000,000	10,00	1077,33	0000,00	0000,00	06906,517
208	0,000	0644,50	08,570	00,000	093,507	000,000	088,333	000,000	10,00	0883,33	0000,00	0000,00	08899,850
209	0,000	0643,40	09,520	00,000	097,427	000,000	070,933	000,000	10,00	0709,33	0000,00	0000,00	07599,183
210	0,000	0641,50	10,470	00,000	009,000	000,000	027,427	000,000	10,00	0274,27	0000,00	0000,00	07873,450
211	0,000	0640,80	11,420	00,000	000,000	000,000	007,875	000,000	10,00	0000,00	0078,75	0102,38	07771,075
212	0,000	0640,10	12,370	00,000	000,000	016,500	000,000	024,375	10,00	0000,00	0243,75	0316,88	07454,200
213	0,000	0639,50	13,320	00,000	000,000	023,940	000,000	040,440	10,00	0000,00	0404,40	0525,72	06928,480
214	0,000	0639,00	14,270	00,000	000,000	029,835	000,000	053,775	10,00	0000,00	0537,75	0699,08	08229,405
215	0,000	0638,50	15,220	00,000	000,000	034,954	000,000	064,789	10,00	0000,00	0647,89	0842,25	09387,151
216	0,000	0638,20	16,170	00,000	000,000	040,280	000,000	075,214	10,00	0000,00	0752,14	0977,78	04409,373
217	0,000	0638,25	17,120	00,000	000,000	042,435	000,000	082,695	10,00	0000,00	0826,95	1075,03	03334,338
218	0,000	0638,55	18,070	00,000	000,000	039,184	000,000	081,619	10,00	0000,00	0816,19	1061,04	02273,294
219	0,000	0639,30	19,020	00,000	01,650	000,000	000,000	060,083	10,00	0000,00	0600,83	0781,08	01389,066
220	0,000	0639,53	20,000	00,000	01,770	000,000	031,240	000,000	10,00	0000,00	0614,87	0789,33	00607,986
221	0,000	0640,03	20,950	00,000	01,720	000,000	030,238	000,000	10,00	0000,00	0614,87	0789,33	-00191,344
222	0,000	0640,63	21,900	00,000	01,870	000,000	029,233	000,000	10,00	0000,00	0594,71	0773,12	-00964,467
223	0,000	0642,00	22,850	00,000	00,000	014,715	000,000	043,948	10,00	0000,00	0439,48	0571,33	-01535,795
224	0,000	0643,00	23,800	00,000	00,000	007,875	000,000	022,590	10,00	0000,00	0225,90	0293,67	-01829,485
225	0,000	0643,75	24,750	00,000	00,350	000,000	005,434	000,000	10,00	0000,00	0133,06	0173,01	-02002,479
226	0,000	0644,40	25,700	00,000	00,200	000,000	004,635	000,000	10,00	0000,00	0100,69	0130,89	-02133,373
227	0,000	0645,10	26,650	00,000	00,000	003,060	000,000	007,895	10,00	0000,00	0076,89	0100,04	-02233,408
228	0,000	0645,80	27,600	00,000	00,100	000,000	001,515	000,000	10,00	0000,00	0045,75	0059,47	-02292,883
229	0,000	0646,50	28,550	00,000	00,000	000,000	000,000	004,575	10,00	0000,00	0015,15	0019,70	-02312,578
230	0,000	0647,50	29,500	00,000	006,107	000,000	006,107	000,000	10,00	0061,07	0000,00	0000,00	-02251,511
231	0,000	0648,40	30,450	00,000	010,827	000,000	018,933	000,000	10,00	0189,33	0000,00	0000,00	-02082,178
232	0,000	0649,30	31,400	00,000	015,867	000,000	026,493	000,000	10,00	0264,93	0000,00	0000,00	-01917,244
233	0,000	0649,80	32,350	00,000	015,867	000,000	031,333	000,000	10,00	0313,33	0000,00	0000,00	-01503,911
234	0,000	0650,70	33,300	00,000	018,960	000,000	034,627	000,000	10,00	0346,27	0000,00	0000,00	-01157,844
235	0,000	0651,50	34,250	00,000	022,307	000,000	041,267	000,000	10,00	0412,67	0000,00	0000,00	-00744,878

# **Anexo D**

**Questionário aplicado na  
Avaliação Somativa**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Prof. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						
b) adequação						
c) qualidade						
d) interatividade						
e) feedback						

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0	( ) 1	( ) 2	( ) 3	( ) 4	( ) 5
-------	-------	-------	-------	-------	-------

---

### 3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						
b) atratividade						
c) intuitividade						

---

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						
b) formalização do layout						
c) clareza no fornecimento dos dados						
d) objetividade das informações processadas						

---

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						
c) sincronização de imagem e texto						

---

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						
b) sistema de ajuda para navegação						
c) estudo de caso						
d) treinamento para uso do sistema						

---

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

---

---

---

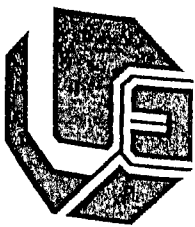
Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



# **Anexo E**

**Opinião dos Profissionais e  
Alunos da Faculdade de Engenharia Civil  
da Universidade Santa Cecília  
Cidade de Santos**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil    Profissional de Computação    Pedagogo    Aluno

Nome (Opcional): Antonio de Salles Pereira

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0    1    2    3    4    5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0    1    2    3    4    5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0    1    2    3    4    5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0    1    2    3    4    5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout						X
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						X
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						X
c) sincronização de imagem e texto						X

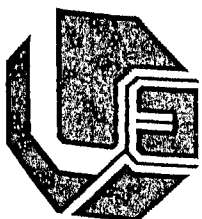
3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Aures E. P. Figueiredo

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout						X
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						X
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						X
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

O sistema constituiu-se numa excelente ferramenta didática!

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Liliane L. Costa Alves Pinto

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						<input checked="" type="checkbox"/>
b) atratividade						<input checked="" type="checkbox"/>
c) intuitividade						<input checked="" type="checkbox"/>

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						<input checked="" type="checkbox"/>
b) formalização do layout						<input checked="" type="checkbox"/>
c) clareza no fornecimento dos dados						<input checked="" type="checkbox"/>
d) objetividade das informações processadas						<input checked="" type="checkbox"/>

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						<input checked="" type="checkbox"/>
c) sincronização de imagem e texto						<input checked="" type="checkbox"/>

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
b) sistema de ajuda para navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
c) estudo de caso						
d) treinamento para uso do sistema	<input checked="" type="checkbox"/>					

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las - considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

*Apko que para extremamente importante dar andamento ao projeto incluindo uma saída para auto-cad.*

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



## Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil    Profissional de Computação    Pedagogo    Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						✓
b) adequação						✓
c) qualidade						✓
d) interatividade						✓
e) feedback						✓

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0    1    2    3    4    5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0    1    2    3    4    5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0    1    2    3    4    5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0    1    2    3    4    5

(vire →)



2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 (x) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					X	
b) atratividade					X	
c) intuitividade					X	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout				X		
c) clareza no fornecimento dos dados					X	
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					X	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					X	
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

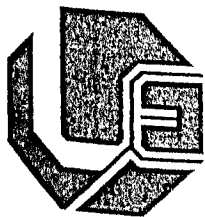
	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação					X	
c) estudo de caso					X	
d) treinamento para uso do sistema					X	

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las - considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

*O conteúdo do suplemento no contexto deve ser um valor de entrada do programa pois ele é variável de material para material.*

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Sabida dos Jantais

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1  2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) atratividade					<input checked="" type="checkbox"/>	
c) intuitividade					<input checked="" type="checkbox"/>	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						<input checked="" type="checkbox"/>
b) formalização do layout						<input checked="" type="checkbox"/>
c) clareza no fornecimento dos dados						<input checked="" type="checkbox"/>
d) objetividade das informações processadas						<input checked="" type="checkbox"/>

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras				<input checked="" type="checkbox"/>		
c) sincronização de imagem e texto						<input checked="" type="checkbox"/>

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação				<input checked="" type="checkbox"/>		
b) sistema de ajuda para navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
c) estudo de caso					<input checked="" type="checkbox"/>	
d) treinamento para uso do sistema					<input checked="" type="checkbox"/>	

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil  Profissional de Computação  Pedagogo  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação					X	
c) qualidade				X		X
d) interatividade					X	
e) feedback					X	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0  1  2  3  4  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0  1  2  3  4  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0  1  2  3  4  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0  1  2  3  4  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0	( ) 1	( ) 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	( ) 4	( ) 5
-------	-------	-------	---------------------------------------	-------	-------

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade				<input checked="" type="checkbox"/>		
b) atratividade				<input checked="" type="checkbox"/>		
c) intuitividade					<input checked="" type="checkbox"/>	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável				<input checked="" type="checkbox"/>		
b) formalização do layout					<input checked="" type="checkbox"/>	
c) clareza no fornecimento dos dados					<input checked="" type="checkbox"/>	
d) objetividade das informações processadas				<input checked="" type="checkbox"/>		

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						<input checked="" type="checkbox"/>
c) sincronização de imagem e texto						<input checked="" type="checkbox"/>

3.4. Suporte:

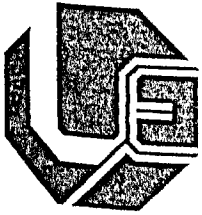
	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) sistema de ajuda para navegação					<input checked="" type="checkbox"/>	
c) estudo de caso						<input checked="" type="checkbox"/>
d) treinamento para uso do sistema						<input checked="" type="checkbox"/>

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

*Como NÃO sou engenheiro civil, não conheço o assunto e fico portanto, limitado e talvez injusto em minhas respostas. Obrigado pela chance...*

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil  Profissional de Computação  Pedagogo  Aluno

Nome (Opcional): Márcia Márcia Ribeiro

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

A motivação pode estar atrelada à facilidade de obter as informações

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0  1  2  3  4  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0  1  2  3  4  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0  1  2  3  4  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0  1  2  3  4  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 (x) 3 ( ) 4 ( ) 5

*Nunca sempre o aluno reflete sobre dados automáticos.*

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade					X	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
					X	
a) amigável						X
b) formalização do layout						X
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
						X
a) qualidade das imagens					X	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						X
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
						X
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação				X		
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil  Profissional de Computação  Pedagogo  Aluno

Nome (Opcional): Fernando J. C. Bragagnolo

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback					X	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0  1  2  3  4  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0  1  2  3  4  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0  1  2  3  4  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0  1  2  3  4  5

(vire →)



2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					X	
b) formalização do layout						X
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						X
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						X
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					X	
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema				X		

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação					X	
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback				X		

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 (X) 3 ( ) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade					X	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout					X	
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						X
b) tamanho apropriado dos textos e figuras				X		
c) sincronização de imagem e texto						X

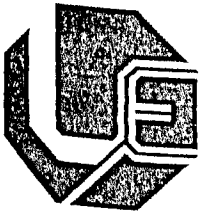
3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação					X	
c) estudo de caso				X		
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil    Profissional de Computação    Pedagogo    Aluno

Nome (Opcional): Isoliana Nascimento Pereira

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0    1    2    3    4    5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0    1    2    3    4    5

Descrição de ajuda online? Estudo de caso online? (abrir estes itens com botões e/w informativos)

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0    1    2    3    4    5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0    1    2    3    4    5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade					X	
c) intuitividade					X	X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout						X
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					X	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						X
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação					X	
c) estudo de caso					X	X
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Valéria Galvão

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						
b) adequação						
c) qualidade						
d) interatividade						
e) feedback						

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0	( ) 1	( ) 2	( ) 3	( ) 4	(x) 5
-------	-------	-------	-------	-------	-------

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						x
b) atratividade						x
c) intuitividade			x			

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						x
b) formalização do layout						x
c) clareza no fornecimento dos dados						x
d) objetividade das informações processadas						x

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						x
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						x
c) sincronização de imagem e texto						x

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						x
b) sistema de ajuda para navegação						x
c) estudo de caso						x
d) treinamento para uso do sistema						x

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las -- considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
b) adequação					<input checked="" type="checkbox"/>	
c) qualidade					<input checked="" type="checkbox"/>	
d) interatividade						<input checked="" type="checkbox"/>
e) feedback						<input checked="" type="checkbox"/>

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)



2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0	( ) 1	( ) 2	( ) 3	<input checked="" type="checkbox"/> 4	( ) 5
-------	-------	-------	-------	---------------------------------------	-------

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						<input checked="" type="checkbox"/>
b) atratividade				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
c) intuitividade						

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) formalização do layout						<input checked="" type="checkbox"/>
c) clareza no fornecimento dos dados					<input checked="" type="checkbox"/>	
d) objetividade das informações processadas						<input checked="" type="checkbox"/>

3.3. Recursos visuais:

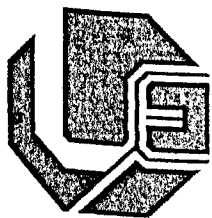
	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						<input checked="" type="checkbox"/>
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						<input checked="" type="checkbox"/>
c) sincronização de imagem e texto						<input checked="" type="checkbox"/>

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) sistema de ajuda para navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
c) estudo de caso						<input checked="" type="checkbox"/>
d) treinamento para uso do sistema						<input checked="" type="checkbox"/>

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las - considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

*O programa atende de maneira satisfatória a área didática, servindo ainda para profissionais das áreas de engenharia, arquitetura, geologia, design técnico, Dorotéa Vilanova Garcia etc.*  
 Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

( ) Engenheiro Civil | ( ) Profissional de Computação | <sup>EDUCAÇÃO</sup> (X) Pedagogo | ( ) Aluno

Nome (Opcional): Dosana F. C. Souza

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

( ) 0 | ( ) 1 | ( ) 2 | ( ) 3 | ( ) 4 | (X) 5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

( ) 0 | ( ) 1 | ( ) 2 | ( ) 3 | ( ) 4 | (X) 5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

( ) 0 | ( ) 1 | ( ) 2 | ( ) 3 | ( ) 4 | (X) 5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

( ) 0 | ( ) 1 | ( ) 2 | ( ) 3 | ( ) 4 | (X) 5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4  5

### 3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						<input checked="" type="checkbox"/>
b) atratividade						<input checked="" type="checkbox"/>
c) intuitividade						<input checked="" type="checkbox"/>

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						<input checked="" type="checkbox"/>
b) formalização do layout						<input checked="" type="checkbox"/>
c) clareza no fornecimento dos dados						<input checked="" type="checkbox"/>
d) objetividade das informações processadas						<input checked="" type="checkbox"/>

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						<input checked="" type="checkbox"/>
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						<input checked="" type="checkbox"/>
c) sincronização de imagem e texto						<input checked="" type="checkbox"/>

3.4. Suporte:

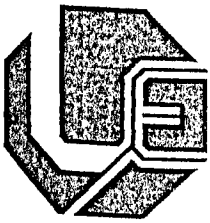
	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
b) sistema de ajuda para navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
c) estudo de caso						<input checked="" type="checkbox"/>
d) treinamento para uso do sistema	<input checked="" type="checkbox"/>					

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

*Minha reflexão se fez somente em como aplicar sem perder a qualidade da relação Professor e aluno*

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Prof. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Eric Felipe Oliveira

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					X	
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout				X		
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens				X		
b) tamanho apropriado dos textos e figuras				X		
c) sincronização de imagem e texto					X	

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema				X		

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

EM MEU PONTO DE VISTA, REALMENTE O PROGRAMA

VAI SE UMA MÃO NA OBRA P/ ESTUDO DE QUAL QUER PROJETO NA AREA

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Aluice Sampaio de Oliveira

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação					X	
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback					X	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

### 3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade					X	
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout					X	
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					X	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					X	
c) sincronização de imagem e texto						X

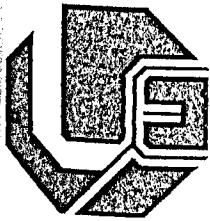
3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					X	
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema					X	

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil  Profissional de Computação  Pedagogo  Aluno

Nome (Opcional): Perie Ronell

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0  1  2  3  4  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0  1  2  3  4  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0  1  2  3  4  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0  1  2  3  4  5

(vire →)



2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
b) atratividade					<input checked="" type="checkbox"/>	
c) intuitividade						<input checked="" type="checkbox"/>

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						<input checked="" type="checkbox"/>
b) formalização do layout						<input checked="" type="checkbox"/>
c) clareza no fornecimento dos dados						<input checked="" type="checkbox"/>
d) objetividade das informações processadas						<input checked="" type="checkbox"/>

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						<input checked="" type="checkbox"/>
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
c) sincronização de imagem e texto						<input checked="" type="checkbox"/>

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
b) sistema de ajuda para navegação						<input checked="" type="checkbox"/>
c) estudo de caso						<input checked="" type="checkbox"/>
d) treinamento para uso do sistema						<input checked="" type="checkbox"/>

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): MARCELO DE LUCAS SIMÕES

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade					X	
e) feedback					X	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						✓
b) atratividade						✓
c) intuitividade					×	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					×	
b) formalização do layout						×
c) clareza no fornecimento dos dados						×
d) objetividade das informações processadas						×

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						×
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						×
c) sincronização de imagem e texto						×

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						×
b) sistema de ajuda para navegação						×
c) estudo de caso						×
d) treinamento para uso do sistema						×

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Alexandre

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação						X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 (X) 5

### 3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout			X			
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens				X		
b) tamanho apropriado dos textos e figuras				X		
c) sincronização de imagem e texto						X

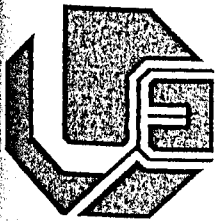
3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema	X					

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéia Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): MARCELO

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação					X	
c) qualidade					X	
d) interatividade					X	
e) feedback					X	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 (X) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					X	X
b) atratividade					X	
c) intuitividade					X	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout					X	
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					X	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					X	
c) sincronização de imagem e texto					X	

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					X	
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso					X	
d) treinamento para uso do sistema	X					

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					X	
b) adequação					X	
c) qualidade					X	
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)



2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 (X) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade				X		
c) intuitividade					X	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					X	
b) formalização do layout				X		
c) clareza no fornecimento dos dados					X	
d) objetividade das informações processadas					X	

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens				X		
b) tamanho apropriado dos textos e figuras				X		
c) sincronização de imagem e texto					X	

3.4. Suporte:

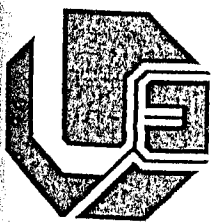
	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					X	
b) sistema de ajuda para navegação					X	
c) estudo de caso					X	
d) treinamento para uso do sistema		X				

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

ÁREA DE TRABALHO MAIOR (OU AJUSTÁVEL)

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						
b) adequação						
c) qualidade						
d) interatividade						
e) feedback						

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

*facilita o entendimento*

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						/
b) atratividade						/
c) intuitividade						/

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						/
b) formalização do layout						/
c) clareza no fornecimento dos dados						/
d) objetividade das informações processadas						/

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						/
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						/
c) sincronização de imagem e texto						/

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						/
b) sistema de ajuda para navegação						/
c) estudo de caso						/
d) treinamento para uso do sistema						/

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las -- considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil     Profissional de Computação     Pedagogo     Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação					X	
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

*A qualidade é boa bem interativo e adequado não somente para Engenheiros Civil, mas p/ outras áreas*

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0     1     2     3     4     5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0     1     2     3     4     5

*Recursos didáticos aproveitável p/ Engenheiros*

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0     1     2     3     4     5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0     1     2     3     4     5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 (X) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					X	
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável			X			
b) formalização do layout				X		
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens					X	
b) tamanho apropriado dos textos e figuras				X		
c) sincronização de imagem e texto						X

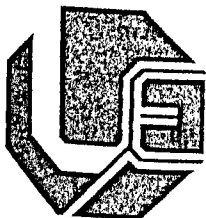
3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação						X
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema	X					X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

O programa usado por mim é bem aproveitado, sem a pessoa ser conhecedora na matéria.  
Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
 Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): Paris Corrêa R. Miragaia Perizzo

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						X
b) adequação					X	X
c) qualidade						X
d) interatividade						X
e) feedback						X

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 (X) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade						X
b) atratividade						X
c) intuitividade						X

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					X	
b) formalização do layout			X			
c) clareza no fornecimento dos dados					X	
d) objetividade das informações processadas						X

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens			X			
b) tamanho apropriado dos textos e figuras			X			
c) sincronização de imagem e texto					X	

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação				X		
b) sistema de ajuda para navegação					X	
c) estudo de caso					X	
d) treinamento para uso do sistema					X	

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

*O software poderia ocupar toda a janela, as fotos poderiam ter uma resolução melhor, apesar de não ser de grande importância, mas já que tem!*  
 Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
 FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
 UNIVESIDADE SANTA CECÍLIA  
 Dissertação de mestrado



**Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador**  
**Profa. Dorotéa Vilanova Garcia**

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil     Profissional de Computação     Pedagogo     Aluno

Nome (Opcional): Diogo Augusto de Jesus

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos **fatores educacionais** do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação						<input checked="" type="checkbox"/>
b) adequação				<input checked="" type="checkbox"/>		
c) qualidade					<input checked="" type="checkbox"/>	
d) interatividade					<input checked="" type="checkbox"/>	
e) feedback						<input checked="" type="checkbox"/>

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0     1     2     3     4     5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0     1     2     3     4     5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0     1     2     3     4     5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0     1     2     3     4     5



2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					X	
b) atratividade						X
c) intuitividade				X		

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						X
b) formalização do layout					X	
c) clareza no fornecimento dos dados						X
d) objetividade das informações processadas					X	

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens						X
b) tamanho apropriado dos textos e figuras						X
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					X	
b) sistema de ajuda para navegação						X
c) estudo de caso						X
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil    Profissional de Computação    Pedagogo    Aluno

Nome (Opcional): TANO Alexandre Arias Costa

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação				X		
b) adequação					X	
c) qualidade					X	
d) interatividade					X	
e) feedback					X	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0    1    2    3    4    5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0    1    2    3    4    5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0    1    2    3    4    5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0    1    2    3    4    5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

0  1  2  3  4  5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					X	
b) atratividade					X	
c) intuitividade					X	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					X	
b) formalização do layout					X	
c) clareza no fornecimento dos dados					X	
d) objetividade das informações processadas					X	

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens				X		
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					X	
c) sincronização de imagem e texto						X

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					X	
b) sistema de ajuda para navegação				X		
c) estudo de caso					X	
d) treinamento para uso do sistema						X

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Abrir áreas para transferência de dados de CAD  
 excel, calculadora no próprio software

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
Dissertação de mestrado



Avaliação do Projeto Geométrico de Vias Assistido por Computador  
Profa. Dorotéa Vilanova Garcia

1. Assinale com um X sua área de atuação, definindo assim a identificação do entrevistado.

Engenheiro Civil |  Profissional de Computação |  Pedagogo |  Aluno

Nome (Opcional): \_\_\_\_\_

Numa escala de valores inteiros de 0 a 5, classifique cada item abaixo. Em seguida é disponibilizada uma linha para que relacione quaisquer outros apontamentos que julgue importante para esclarecer – ou justificar ainda mais – a nota registrada.

2. Análise dos fatores educacionais do projeto:

2.1. Quanto ao nível de conteúdos:

	0	1	2	3	4	5
a) motivação					<input checked="" type="checkbox"/>	
b) adequação						<input checked="" type="checkbox"/>
c) qualidade						<input checked="" type="checkbox"/>
d) interatividade					<input checked="" type="checkbox"/>	
e) feedback					<input checked="" type="checkbox"/>	

2.2. O sistema é adequado aos objetivos instrucionais.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.3. O sistema apresenta recursos didáticos e pedagógicos.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.4. A exposição de estratégias instrucionais, tais como uso de imagens, animações e vídeos são apresentados de forma conveniente.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

2.5. A navegação do sistema, bem como os fornecimentos dos dados são disponibilizados de forma adequada para estabelecer uma comunicação homem/máquina amigável.

0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5

(vire →)

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

### 3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					✓	
b) atratividade						✓
c) intuitividade					✓	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável						✓
b) formalização do layout						✓
c) clareza no fornecimento dos dados						✓
d) objetividade das informações processadas					✓	

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens				✓		
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					✓	
c) sincronização de imagem e texto					✓	

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação					✓	
b) sistema de ajuda para navegação					✓	
c) estudo de caso						✓
d) treinamento para uso do sistema					✓	

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia

2.6. Os dados processados permitem a reflexão e espírito crítico a respeito dos conteúdos.

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 (x) 4 ( ) 5

3. Análise dos fatores de âmbito técnico

3.1. O sistema apresenta:

	0	1	2	3	4	5
a) interatividade					x	
b) atratividade					x	
c) intuitividade					x	

3.2. Quanto à usabilidade:

	0	1	2	3	4	5
a) amigável					x	
b) formalização do layout					x	
c) clareza no fornecimento dos dados					x	
d) objetividade das informações processadas					x	

3.3. Recursos visuais:

	0	1	2	3	4	5
a) qualidade das imagens				x		
b) tamanho apropriado dos textos e figuras					x	
c) sincronização de imagem e texto					x	

3.4. Suporte:

	0	1	2	3	4	5
a) controle da navegação				x		
b) sistema de ajuda para navegação					x	
c) estudo de caso				x		
d) treinamento para uso do sistema		x				

4. Espaço reservado a quaisquer outras observações, caso queira evidenciá-las – considere-se totalmente livre e a vontade para escrever o que quiser.

Muito obrigado, a sua opinião é sempre de grande valia.

Dorotéa Vilanova Garcia