Campus de São Carlos

**ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DE
CURVAS VERTICAIS DE VIAS, À LUZ DO SISTEMA
DE POSICIONAMENTO GLOBAL - GPS**

ARTUR PANTOJA MARQUES

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Lima Segantine

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

✓

ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DE CURVAS VERTICAIS DE VIAS, À LUZ DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL - GPS

Artur Pantoja Marques

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia dos Transportes.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo César Lima Segantine

DEDALUS - Acervo - EESC

31100017492

São Carlos
1997

Class.	TESE-EESC
Cutt.	3372
Tombo	T 144/97

Área: Transportes

at 0927473

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

M357a Marques, Artur Pantoja
Análise de parâmetros geométricos de curvas
verticais de vias, a luz do sistema de
posicionamento global - GPS / Artur Pantoja
Marques. -- São Carlos, 1997.

Dissertação (Mestrado). -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1997.

Área: Transportes

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Lima
Segantine

1. GPS. 2. Perfil longitudinal. 3. Marcação -
rodoviária. I. Título

DEDICATÓRIA ESPECIAL

*Aos meus pais **RODOVAL COENTRO MARQUES**
e **CENIRA PANTOJA MARQUES**, pelo amor,
carinho, e esforço empenhados na luta pela
educação de seus filhos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelos meus pais, que me ensinaram o caminho da vida e me deram condições para continuar na busca dos meus objetivos.

Ao professor e orientador Paulo César Lima Segantine pela orientação na elaboração deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pela bolsa de estudo concedida.

Aos meus irmãos pelo incentivo, em especial ao “mano” Albério Pantoja Marques pelo apoio nas horas críticas e decisivas.

A todos colegas, professores e funcionários do Departamento de Transportes da EESC/USP pela amizade e colaboração

Aos Amigos: Alexandre Cagnani Foretti
Ely Emerson Santos da Costa
Fábio Gouveia Paulino

Pela ajuda mútua e pelos momentos que enfrentamos juntos na luta de nossos ideais.

Às prof.^s Waded Antonio e Malene Scoton Antonio pela correção gramatical final.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Em especial a Cláudia Scoton Antonio.

“Conhecê-la foi a melhor de todas as alegrias que tive, e, prosseguirmos juntos, a maior felicidade de nossa longa caminhada.”

Artur P. Marques

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
1.1- APRESENTAÇÃO	1
1.2- OBJETIVOS.....	2
1.3- ASPECTOS GERAIS	3
1.4- A GEOMETRIA DA VIA.....	3
1.5- O PERFIL LONGITUDINAL.....	4
2- DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	6
2.1- O TEMA.....	6
2.2- O LOCAL.....	7
2.3- OS ESTUDOS PRELIMINARES	7
2.4- OS LEVANTAMENTOS	7
2.5- O PROCESSAMENTO DOS DADOS	8
2.6- OS PERFIS E AS MARCAÇÕES.....	9
3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.1- A VISIBILIDADE.....	10
3.2- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE FRENAGEM.....	11
3.2.1- Tempo de reação de frenagem	12
3.2.2- Determinação da distância de visibilidade de frenagem (DVF).....	13
3.2.2.1- Curvas verticais convexas	16
3.2.2.2- Curvas verticais côncavas	17
3.2.2.3- Aceleração centrífuga máxima admissível.....	18
3.2.2.4- Valor mínimo absoluto.....	18
3.3- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM.....	19
3.3.1- Determinação da distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	20

3.4- SINALIZAÇÃO.....	24
3.4.1- Tipos de sinalização.....	25
1- Sinais de regulamentação.....	25
2- Sinais de advertência	25
3- Sinais guia	25
3.4.2- Dispositivos de sinalização	25
3.4.3- Fatores básicos de orientação	25
3.5- MARCAÇÃO	27
3.5.1- Tipos de linhas	28
3.5.2- Largura das linhas	28
3.5.4- Principais tipos de marcação.....	29
3.6- LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS	32
3.6.1- Nivelamento	32
3.6.1.1- Métodos de nivelamento.....	32
3.6.1.2- Aparelhagem e especificações.....	33
3.6.2- O método GPS.....	35
3.6.2.1- A composição do sistema.....	37
3.6.2.2- O posicionamento com GPS	42
3.6.2.3- Erros que afetam os dados GPS.....	46
3.6.2.4- A referência do sistema GPS.....	47
3.6.2.5- Receptores GPS	50
3.6.2.6- A precisão	51
4. METODOLOGIA.....	53
4.1- INTRODUÇÃO.....	53
4.2- LEVANTAMENTOS DE CAMPO.....	53
4.2.1- O nivelamento Geométrico	53
4.2.2- O nivelamento trigonométrico	55
4.2.3- Levantamento planimétrico.....	56

4.2.4- Levantamentos com GPS.....	57
4.2.4.1- O método estático	57
4.2.4.2- O método “Stop and Go”	58
4.2.5- Os resultados obtidos nos levantamentos	60
4.2.6- O perfil longitudinal.....	61
4.2.7- As faixas de proibição de ultrapassagem	62
4.2.8- A avaliação dos resultados.....	63
5- RESULTADOS.....	65
5.1- OS LEVANTAMENTOS	65
5.1.1 Levantamentos com GPS.....	65
5.1.2- Levantamentos com Estação Total TC-400	66
5.2- OS PERFIS OBTIDOS.....	67
5.3- AS MARCAÇÕES OBTIDAS	67
5.4- COMPRIMENTOS DAS CURVAS VERTICAIS	68
5.5- A MARCAÇÃO PROPOSTA.....	69
6- CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	90
7- ANEXOS.....	93
ANEXO A - PROCESSAMENTO DOS DADOS GPS	93
ANEXO B - TRANSFORMAÇÕES DE COORDENADAS	119
ANEXO C - LEVANTAMENTOS DE CAMPO.....	125
ANEXO D - VALORES DAS REGRESSÕES LINEARES.....	139
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE EM CURVAS VERTICAIS CONVEXAS.	16
FIGURA 3.2 - DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE EM CURVAS VERTICAIS CÔNCAVAS.	17
FIGURA 3.3 - ESQUEMA DE MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM.	20
FIGURA 3.4 - GABARITO PARA MARCAÇÃO DE VISIBILIDADE.	23
FIGURA 3.5 - ÁREAS DE NÃO ULTRAPASSAGEM.	31
FIGURA 3.6 - CONFIGURAÇÃO FINAL DO SISTEMA GPS (VALIDA P/ 19.11.96).	36
FIGURA 3.7 - MODULAÇÃO BIFÁSICA DA ONDA PORTADORA.	39
FIGURA 3.8 - SEGMENTO DE CÓDIGO GERADO NO SATÉLITE E NO RECEPTOR.	42
FIGURA 3.9 - OBTENÇÃO DO NUMERO DE CICLOS COM A MOV. DO SATÉLITE.	43
FIGURA 3.10 - GEOMETRIA DOS SATÉLITES E GDOP.	45
FIGURA 3.11 - ESQUEMA DE REPRESENTAÇÃO DO ÂNGULO DE CORTE.	45
FIGURA 3.12 - ESQUEMA DE TRANSFORMAÇÃO DE DATUM.	48
FIGURA 3.13- REPRESENTAÇÃO DE ALTURAS.	49
FIGURA 5.1.1-A - PERFIL LONGITUDINAL E MARCAÇÃO... (MÉTODO LEV. GPS)	70
FIGURA 5.1.1-B - PERFIL LONGITUDINAL E MARCAÇÃO... (MÉTODO LEV. GPS).....	71
FIGURA 5.1.1-C - PERFIL LONGITUDINAL E MARCAÇÃO... (MÉTODO LEV. GPS).....	72
FIGURA 5.1.2-A - PERFIL LONGITUDINAL E MARCAÇÃO... (MÉTODO LEV. TC-400)...73	
FIGURA 5.1.2-B- PERFIL LONGITUDINAL E MARCAÇÃO... (MÉTODO LEV. TC-400)....74	
FIGURA 5.1.2-C- PERFIL LONGITUDINAL E MARCAÇÃO... (MÉTODO LEV. TC-400)....75	
FIGURA 5.2-A - PERFIS LONGITUDINAIS OBTIDOS (TODOS)	76
FIGURA 5.2-B - PERFIS LONGITUDINAIS OBTIDOS (TODOS).....	77
FIGURA 5.2-C - PERFIS LONGITUDINAIS OBTIDOS (TODOS).....	78
FIGURA 5.3-A - LOCALIZAÇÃO DAS FAIXAS DE PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM.....	79
FIGURA 5.3-B - LOCALIZAÇÃO DAS FAIXAS DE PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM.....	80
FIGURA 5.3-C - LOCALIZAÇÃO DAS FAIXAS DE PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM.....	81
FIGURA 5.4-A - MARCAÇÃO PROPOSTA	82
FIGURA 5.4-B - MARCAÇÃO PROPOSTA	83
FIGURA 5.4-C - MARCAÇÃO PROPOSTA	84

FIGURA 5.5-A - COMPRIMENTO APROXIMADO P/CURVAS 1,2 E 3	85
FIGURA 5.5-B - COMPRIMENTO APROXIMADO P/CURVAS 4, 5, 6, E 7	86
FIGURA 5.5-C - COMPRIMENTO APROXIMADO P/CURVAS 8, 9, E 10	87
FIGURA 5.5-D - COMPRIMENTO APROXIMADO P/CURVAS 11, 12, E 13	88
FIGURA 5.5-E - COMPRIMENTO APROXIMADO P/CURVAS 14, 15, E 16	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE FRENAGEM (PAVIMENTO - ÚMIDO)....	15
TABELA 3.2 - ELEMENTOS PARA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM EM RODOVIAS DE PISTA SIMPLES.	22
TABELA 3.3 - DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM PARA RODOVIAS DE PISTA SIMPLES E DUPLO SENTIDO.	23
TABELA 3.4 - DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE PARA MARCAÇÃO DE FAIXAS DE NÃO ULTRAPASSAGEM.....	30
TABELA 3.5 - CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS.	33
TABELA 3.6 - CLASSIFICAÇÃO DE ESTAÇÕES TOTAIS.	34
TABELA 3.7 - ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS DA NORMA NBR 13133.	34
TABELA 5.1 - VALORES DOS COMPRIMENTOS DAS MARCAÇÕES OBTIDAS	67
TABELA 5.2 - VALORES MÍNIMOS CALCULADOS PARA AS CURVAS DO TRECHO.	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	- American Association of State Highway and Transportation Officials
AS	- Anti-Spoofing
AUTOCAD	- Software de desenho assistido por computador
C/A	- Coarse or Clear/ Acquisition - code
DIS-...	- Nomenclatura dos marcos de concreto usados nesta pesquisa
DNER	- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DoD	- Department of Defense of the USA
EXCEL	- Software de planilha para computador
FED-...	- Nomenclatura dos marcos de referência geodésica localizados na Universidade Federal de São Carlos (SP)
GDOP	- Geometric Dilution of Precision
GPS	- Global Positioning System
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IERS	- Internation Earth Rotation Service
ITRF	- IERS Terrestrial Reference Frame
LISCAD	- Software para processamento de dados de Topografia e Engenharia
MUTCD	- Manual on Uniform Traffic Control Devices
NBR	- Norma Brasileira Registrada
P	- Precision or Protect - code
PPS	- Precise Positioning Service
RN	- Referência de Nível
SA	- Selective Availability
SAD-69	- South American Datum - 1969(referência)
SKI	- Software para pós processamento dos dados GPS coletados com receptores da LEICA
SP-...	- Nomenclatura de Rodovias do Estado de São Paulo
SPS	- Standard Positioning Service
SR-261	- GPS Sensor of Single Frequency
TC-400	- Taqueômetro Eletrônico (equipamento)
TDAT	- Software para Transformação de Datum
UTM	- Universal Transversa de Mercator (projeção)
WGS-84	- World Geodetic System - 1984 (referência)

LISTA DE SÍMBOLOS

$\bar{a}$	- aceleração média
$\bar{v}$	- média de velocidade do veículo ultrapassante
Ω	- ascensão reta entre dois planos orbitais (satélites)
$\Delta v'$	- diferença de velocidade entre os veículos ultrapassante e ultrapassado
$\omega_x, \varphi_y, \kappa_z$	- ângulos de rotação
A	- diferença algébrica das rampas concordadas pela parábola
a	- semi-eixo maior do elipsóide
a_c	- aceleração centrífuga admissível
D	- distância medida em quilômetros
df_1	- distância de reação de frenagem
df_2	- distância de frenagem
du_1	- distância percorrida durante o tempo de reação e aceleração inicial
du_2	- distância percorrida durante a operação de ultrapassagem
du_3	- distância de segurança entre o veículo ultrapassante e o veículo oposto
du_4	- distância percorrida pelo veículo que vem no sentido oposto
DVF	- distância de visibilidade de frenagem
f	- parâmetro de achatamento do elipsóide
f'	- coeficiente de atrito pneu-pavimento
f_0	- frequência fundamental dos satélites GPS
H	- altura dos olhos do motorista com relação à pista
h	- altura do objeto na pista
h_e	- altura geométrica (elipsoidal)
H_f	- altura dos faróis em relação ao plano da pista
H_g	- altura ortométrica (geoidal)
i	- coeficiente de inclinação de rampa
K	- extensão nivelada medida em um único sentido
L	- comprimento mínimo da curva vertical
N	- separação geoidal (ondulação)
s	- fator de escala
t_1	- tempo de manobra inicial

t_2	- tempo de ocupação da faixa da esquerda pelo veículo ultrapassante
t_R	- tempo de reação (percepção e reação)
V	- velocidade do veículo
V_p	- velocidade de projeto
X_{LC}	- posição no sistema local
X_T	- posição no sistema WGS-84

RESUMO

MARQUES, A. P. (1997). *Análise de parâmetros geométricos de curvas verticais de vias, a luz do Sistema de Posicionamento Global - GPS*. São Carlos, 1997. 150p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Este trabalho visa localizar os pontos de proibição de ultrapassagem em uma rodovia, buscando conhecer e avaliar de forma prática e precisa os locais das marcações das faixas de sinalização horizontal, analisando-se um método moderno baseado nas informações dos satélites artificiais do Sistema de Posicionamento Global - GPS, e os métodos clássicos de levantamentos topográficos utilizados. Apresenta-se uma revisão dos principais conceitos relacionados ao perfil longitudinal, à distância de visibilidade nas curvas verticais e aos métodos utilizados para levantamento. Os resultados gráficos permitiram uma avaliação dos perfis e das marcações, obtendo-se um resultado satisfatório na avaliação do método moderno.

Palavras-chave: GPS; perfil longitudinal; marcação - rodoviária

ABSTRACT

MARQUES, A. P. *Analysys of geometric parameters of vertical turns of roads in the light of Global Positioning System - GPS*. São Carlos, 1997. 150p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This work has the objective to locate the points of no passing lanes on a road, trying to know and evaluate in a practical and accurate way the places of horizontal signalization, analyzing a modern method based in collected information from the artificial satellites of the Global Positioning System - GPS, and classic methods of surveying. A review of the main concepts related to the longitudinal profile, of the sight distance in vertical turns, and to the methods used to surveying the graphic results permitted the evolution of profiles and marking, obtaining a satisfactory result in the evolution of the modern method.

Key words: GPS; longitudinal profile; marking - highway

1- INTRODUÇÃO

Este capítulo mostra os motivos e os objetivos que nos levaram a fazer esta pesquisa, e fornece de forma resumida alguns aspectos gerais ligados aos elementos de projeto bem executados.

1.1- APRESENTAÇÃO

Atualmente, nas rodovias brasileiras são inúmeros os acidentes que acontecem repetidamente em áreas aparentemente seguras. Como se sabe, acidentes não acontecem simplesmente, eles são provocados, muitas vezes pelo homem, e muitas outras vezes originadas no processo construtivo da estrada.

Muitos pesquisadores do mundo inteiro têm se dedicado a procurar soluções racionais e eficientes para controlar e diminuir o número de acidentes nas ruas e estradas que, em muitos casos, podem ser fatais, resultando em morte de usuários. No Brasil, as pesquisas indicam que morrem por ano mais de 25000 pessoas (IBGE, 1995) em acidentes nas rodovias brasileiras. Este número é considerado muito alto quando comparado a outros países.

Foi baseado nestas e em outras informações e em relatos constantes nos diversos meios de comunicação do país, que se resolveu também apresentar esta contribuição, através da Mensuração, ou seja, da conferência de um elemento de projeto que desempenha uma função fundamental no controle das manobras de ultrapassagem. Esses elementos são as marcações horizontais pintadas sobre o pavimento das estradas, que devem fornecer com precisão um comprimento suficiente, para que o usuário da via, que esteja viajando na velocidade estabelecida, possa concluir com segurança a manobra.

1.2- OBJETIVOS

Como objetivo principal desta pesquisa, procura-se mostrar a situação real (as-built) da localização das faixas de proibição de ultrapassagem de um trecho de uma rodovia classe II (DNER, 1972), usando o método de levantamento baseado em informações emitidas pelos satélites do Sistema GPS¹.

Como objetivos secundários, pretende-se também fazer uma avaliação do método GPS usado para o caso em questão, e algumas comparações como:

- ♦ o levantamento feito utilizando o sistema GPS, com o levantamento feito utilizando as técnicas clássicas (ABNT, 1994) e um aparelho eletrônico moderno para medidas de ângulo e distância (Estação total);
- ♦ o comprimento mínimo das curvas verticais levantadas no perfil obtido pelo levantamento, com as curvas verticais calculadas com os elementos normativos para a classe da rodovia; e
- ♦ a localização das marcações, utilizando os parâmetros recomendados, com a marcação obtida no campo (as-built).

Espera-se com esta pesquisa poder mostrar que o método atual, baseado nas informações emitidas por satélites artificiais do sistema GPS, possa realmente convencer, pois, é mais rápido e de um custo compatível.

Pretende-se também informar que, em uma estrada, suas sinalizações de pista podem contribuir para o aumento do índice de acidentes, principalmente se forem ineficientes, pois passarão ao usuário uma falsa condição de ultrapassagem.

¹ GPS: Global Positioning System. Esta tecnologia tem sido traduzida para língua portuguesa, como Sistema de Posicionamento Global.

1.3- ASPECTOS GERAIS

Com a necessidade de localizar os pontos e zonas de perigo de uma via, tendo em vista a multiplicidade dos fatores que ocasionam o aparecimento de acidentes, foram realizados estudos mais detalhados dos elementos de projeto de uma estrada.

Um desses estudos baseia-se no conhecimento real da estrada implantada, ou seja, a forma como está *“in loco”*.

Uma estrada que tenha um projeto atualizado (as-built) pode fornecer com precisão dados que facilitem o estudo e o planejamento das implantações de futuras modificações, assim como ajudam no controle e na manutenção.

O perfil longitudinal com seus elementos (rampas e curvas) é um dos mais importantes elementos de projeto que deve ser atualizado, pois fornece as inclinações e distâncias de visibilidade que influenciam diretamente nas marcações e sinalizações da estrada, bastante comprometidas na maioria dos casos.

Atualmente, existem várias maneiras de atualizar a situação real e as modificações de uma estrada. Neste trabalho, serão usados métodos de levantamento moderno e clássico que serão analisados e comparados.

1.4- A GEOMETRIA DA VIA

No projeto geométrico de vias, o traçado deve levar em consideração a posição ou situação da via em planta e perfil (DNER, 1975).

Geralmente no projeto, os estudos são feitos com base em um alinhamento longitudinal que servirá de referência para as medições transversais. Esse alinhamento é tomado como o eixo longitudinal da estrada.

Como exigência básica, deve proporcionar ao motorista condição de conduzir o veículo na velocidade diretriz, proporcionando conforto e visibilidade suficiente em todo trecho a ser percorrido, permitindo parar o veículo com segurança, quando exposto a situações de perigo.

As características técnicas são os principais elementos necessários para elaboração do projeto de uma via.

1.5- O PERFIL LONGITUDINAL

O perfil vertical longitudinal denominado de greide é composto por trechos retos (rampas) concordados por curvas verticais. É obtido a partir de estudos dos projetos em planta do eixo da estrada projetada. Sua representação gráfica em escala específica fornece as cotas do terreno natural e do eixo da estrada.

Analogamente ao projeto em planta, o projeto do perfil longitudinal deve ter homogeneidade, ou seja, sem variações elevadas nas inclinações das rampas e nas curvas de concordância vertical, mantendo uma certa aproximação dos comprimentos dos raios. Nos trechos retos dos greides a inclinação é dada pela declividade, que no estudo teórico é expressa pela tangente do ângulo horizontal (SEGANTINE, 1989).

Para o cálculo do comprimento da curva de concordância vertical, o elemento principal é a distância de visibilidade, que fornece os dados necessários e também os elementos para marcação de banquetas de visibilidade dos cortes em curva e para fazer a sinalização das estradas.

Dependendo da topografia da região, ondulada ou montanhosa, há a obrigatoriedade do uso de rampas com inclinações elevadas e características bastante diferentes. Tais inclinações geram reduções bruscas nas velocidades dos veículos pesados, prejudicando o fluxo do tráfego na via.

No projeto dos greides devem-se evitar alterações freqüentes nos valores das rampas, as quais deverão ser tão contínuas quanto possível, assim como curvas verticais no mesmo sentido separadas por pequenas extensões de rampa.

A principal limitação do emprego de rampas suaves está no fator econômico traduzido pelo aumento do custo de construção em regiões desfavoráveis topograficamente. Os valores das rampas devem ser coerentes com as demais características técnicas e operacionais da via (DNER, 1972).

2- DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo, apresenta-se um resumo das fases (etapas) desta pesquisa e a forma como se definiu ou como foi tratada baseado nas idéias propostas.

2.1- O TEMA

A princípio, o tema partiu da idéia de identificar os pontos e zonas de perigo de uma rodovia. Partiu-se então da falta de visibilidade como um fator preponderante e bastante influente.

Notou-se que em muitos casos, quando se percorre uma rodovia de classe inferior, existem trechos em que não há marcação de pista e em muitos locais onde existem, podem dar falsa condição de ultrapassagem, isto é, a marcação pode estar fornecendo condição de ultrapassagem, quando na realidade não existe visibilidade suficiente ou a distância de frenagem é muito curta.

A partir desses e de outros fatores, teve-se a idéia de verificar a localização real das faixas de proibição de ultrapassagem, ou seja fazer um levantamento do perfil longitudinal de um trecho de uma estrada (as-built), localizando o início e o fim das faixas de marcação de proibição de ultrapassagem. Pois este é um dos elementos mais utilizados para dar segurança nas manobras de ultrapassagem que envolvam veículos em situação de rampa.

Um outro fator importante seria a avaliação de um dos métodos de levantamento baseado nas informações emitidas pelos satélites do Sistema de Posicionamento Global - GPS.

2.2- O LOCAL

A escolha do local foi feita considerando que o trecho deveria ser relativamente perto da cidade de São Carlos (por motivos de custo de transporte), para facilitar o acesso à área de interesse para a realização das medições.

Adotou-se então para esta pesquisa, um trecho de aproximadamente 10 km da rodovia SP-318 (Thales de Lorena Peixoto Jr.). Esse trecho tem como início um trevo de entroncamento da SP-310 (Rodovia Washington Luís), início da SP-318 e o início da Avenida São Carlos, cidade de São Carlos (SP). O fim do trecho desta pesquisa é próximo ao trevo de entroncamento da Rodovia SP-318 com a entrada para o Distrito de Água Vermelha, pertencente ao Município de São Carlos.

2.3- OS ESTUDOS PRELIMINARES

A tarefa principal dos estudos preliminares fundamentou-se na pesquisa bibliográfica dos assuntos em questão ou relacionados a estes, assim como a elaboração de um esquema de estudo (metodologia) para obtenção, o processamento e a análise dos dados coletados.

2.4- OS LEVANTAMENTOS

1- A primeira etapa dos levantamentos foi a colocação dos marcos de controle que foram utilizados no decorrer da pesquisa. A escolha dos locais dos marcos foi feita de modo a compatibilizar os métodos de levantamento usados nesta pesquisa.

Colocou-se então um marco, denominado DIS-01, na rotatória do entroncamento da SP-318 (Washington Luiz) com Av. São Carlos, da cidade de São Carlos (SP), outro denominado DIS-02 aproximadamente na metade do trecho (5 km) e, por fim, o último no cruzamento da SP-318 (Thales de Lorena Peixoto Jr.) com a SPV-57 (próximo ao trevo de acesso do Distrito de Água Vermelha).

- 2- Depois da colocação dos marcos, fez-se então o transporte de RN, do ponto de referência de nível n. 38 WE do Conselho Nacional de Geografia, localizado no Instituto Álvaro Guião na Av. São Carlos até o marco DIS-01. A distância entre esses pontos é da ordem de 2700m, apresentando um desnível de 26,298m.
- 3- De posse do valor do RN calculado e ajustado para DIS-01, procedeu-se ao nivelamento do trecho, pelos métodos geométrico e trigonométrico.
- 4- Usando o método convencional de levantamento planimétrico, procedeu-se a localização das faixas de proibição de ultrapassagem (as-built).
- 5- Utilizando o método Estático de levantamento pelo Sistema GPS, efetuou-se o transporte de coordenadas elipsoidais geodésicas WGS-84, para os pontos DIS-01, DIS-02 e DIS-03, relativos a um ponto localizado na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos) denominado FED-1. Esse ponto está referenciado a um vértice da rede geodésica do Estado de São Paulo.
- 6- De posse dos valores das coordenadas dos marcos de controle, fornecidos pelo processamento dos dados GPS, procedeu-se então ao levantamento do perfil e das faixas de proibições de ultrapassagem no trecho da rodovia, usando o método de levantamento de pontos “Stop and Go”.

2.5- O PROCESSAMENTO DOS DADOS

Após cada levantamento, os dados foram todos processados por meio de programas específicos.

No caso do GPS, utilizaram-se os programas SKI e LISCAD Plus para processar e ajustar os dados. Esses programas foram fornecidos pelo fabricante dos aparelhos utilizados na coleta dos dados.

Usou-se também o programa TDAT, desenvolvido pela empresa Friends Eletrônica e cordialmente cedido pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ - Universidade de São Paulo, para transformação de coordenadas elipsoidais em coordenadas locais plano-retangulares UTM.

No caso da Estação total, utilizou-se o programa LISCAD Plus versão 3.2 e também foram usados planilhas feitas no programa EXCEL versão 7.0, de acordo com cada necessidade.

2.6- OS PERFIS E AS MARCAÇÕES.

Com os dados já calculados e ajustados, passou-se então à etapa de representação gráfica desses dados, ou seja, fez-se a plotagem em escala específica, tendo assim uma forma técnica de representação e um meio para comparação.

Usou-se para desenhar os perfis e as marcações das faixas o programa AUTOCAD Release 12, que, apesar de trabalhoso, mostrou-se bastante convincente com a precisão dos resultados obtidos.

3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo é um resumo da revisão dos itens e tópicos com características, definições e especificações, que foram utilizadas no desenvolvimento da pesquisa.

3.1- A VISIBILIDADE

No projeto de uma rodovia, um dos elementos mais importantes é a distância de visibilidade, a qual deve fornecer a linha máxima de visibilidade dentro da capacidade de visão do motorista. Esta é uma meta essencial para propor ao motorista condições de segurança e facilidade nas manobras em qualquer situação (AASHTO, 1994).

A importância da distância de visibilidade deriva do fato de que a ela estão associadas informações sobre a via, que o motorista precisa receber através de seus sentidos, para que possa manter o veículo na via, mesmo em condições inesperadas.

A escolha do caminho a ser seguido e a velocidade do veículo estão sujeitos à habilidade e experiência do motorista. Esses fatores são bastantes variados, o que afeta em grande parte a segurança nas ruas e rodovias. Há, portanto, necessidade de providenciar distância de visibilidade com comprimento suficiente para que os motoristas possam controlar seus veículos em tempo, evitando assim o choque com algum outro veículo que circule na via no mesmo sentido ou em sentido contrário, ou ainda, algum objeto que, por ventura, se encontre na via.

A visibilidade em uma via é limitada principalmente pelas mudanças de direção e de declividade ao longo de seu trajeto, como em curvas horizontais em cortes e/ou em curvas verticais convexas (KABBACH, 1984).

Na elaboração do projeto de uma rodovia, são dois os parâmetros básicos de visibilidade: a distância de visibilidade de frenagem e a distância de visibilidade de ultrapassagem. E quando for o caso, em situações especiais, devem-se considerar também as distâncias de visibilidade em interseções (AASHTO, 1994).

3.2- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE FRENAGEM

A distância mínima de visibilidade disponível em uma rodovia deve ter comprimento suficiente para que o motorista de um veículo, viajando próximo ou na velocidade de projeto da rodovia, possa parar antes de colidir com um objeto localizado em sua trajetória e que esteja estacionado ou com velocidade inferior à sua, representando uma situação de perigo, reduzindo assim as condições de segurança desta via.

A distância de visibilidade de frenagem é considerada como parâmetro essencial na fixação dos comprimentos das curvas de concordâncias verticais da via (KABBACH, 1984).

No caso de curvas horizontais, o fator preponderante na condição de segurança do veículo é a força centrífuga que atua sobre ele na curva. Assim, a limitação de visibilidade na maioria dos casos não condiciona a fixação de padrões mínimos para projeto.

No entanto, no caso de curvas de concordância vertical, as limitações de visibilidade devem garantir ao motorista condições de parada em toda extensão do trecho no caso de surgir algum obstáculo à sua frente. Tais limitações acabam exigindo requisitos mínimos de projeto, implicando na fixação de comprimentos mínimos para as curvas verticais (SEGANTINE, 1989).

A distância de visibilidade de frenagem está sujeita à influência de alguns fatores que são: humanos, veículos, rodovias, ambiente e velocidade de operação.

Neste trabalho, consideraremos as recomendações e valores das normas atuais propostas pela American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1994).

A distância de visibilidade de frenagem é estabelecida como o somatório de duas outras distâncias:

1. df_1 = a distância percorrida pelo veículo a partir do instante em que o motorista vê o objeto à frente (e que impõe a necessidade de parar seu veículo) até o instante em que realmente aciona os freios;
2. df_2 = a distância percorrida pelo veículo desde o instante de acionamento do sistema de freios até o instante em que o veículo pára completamente.

Essas são conhecidas, respectivamente, como distância de reação de frenagem (df_1) e distância de frenagem (df_2).

Assim, a expressão geral para cálculo da distância de visibilidade de frenagem (DVF) é a seguinte:

$$DVF = df_1 + df_2 \quad (3.1)$$

3.2.1- Tempo de reação de frenagem

O tempo de reação de frenagem é o intervalo de tempo entre o momento em que o motorista percebe a existência de um objeto ou perigo à frente e o momento em que ele aciona realmente o sistema de freios. Esse intervalo inclui o tempo necessário para tomada de decisão de parar o veículo, e varia de acordo com os seguintes fatores: a condição de perigo, o tipo e a cor do objeto, a distância do objeto, a acuidade do condutor, a reação natural do motorista, a visibilidade atmosférica, o tipo e as condições ambientais da estrada, bem como a velocidade do veículo (AASHTO, 1994).

O tempo de reação, segundo a AASHTO, (1994) os testes realizados mostraram um tempo médio de aproximadamente 0,66 segundo, e cerca de 10% dos motoristas necessitaram de um tempo maior que 1,5 segundos.

O tempo de ação é o tempo que o motorista leva para acionar o sistema de freios do veículo, depois de ter percebido o obstáculo a sua frente, segundo a AASTHO, (1994) vários testes indicam que o tempo médio de ação é de 0,5 segundo. Assume-se por segurança nos projetos um tempo de ação igual a 1 segundo, pois alguns motoristas possuem reação mais lenta que a média. Desta forma, na determinação da distância de visibilidade de projeto, o tempo de reação total (reação e ação) deverá ser maior que a média para todos os motoristas para condições normais.

Para veículos que viajam em altas velocidades, o tempo de percepção é menor, fazendo com que o motorista esteja mais atento do que os que viajam em baixas velocidades. Em áreas urbanas, o tempo de percepção é menor do que em áreas interurbanas, em virtude de mais possibilidades de conflito, exigindo maior atenção.

Vários estudos, como o realizado por JOHANSON & RUMAR apud AASHTO (1994), mostram que 90 % dos motoristas apresentam o tempo total (tomado como o tempo de percepção mais o tempo de ação) da ordem de 2,5 segundos. Porém, em situações especiais como interseções, entrada e saída de faixas etc. ... são necessários outras considerações.

3.2.2- Determinação da distância de visibilidade de frenagem (DVF)

Considerando-se a velocidade de projeto como V_p , em km/h, o tempo de reação (percepção e reação) como t_R que assume geralmente o valor de 2,5s (AASHTO, 1994), podemos determinar a primeira parcela da distância de visibilidade de frenagem (DVF), que é igual à distância de reação de frenagem df_1 , dada por:

$$df_1 = 0,278 \times V_p \times t_R \quad (3.2)$$

A segunda parcela df_2 pode ser determinada pela seguinte expressão, deduzida das equações clássicas da física, válida para um trecho em nível:

$$df_2 = \frac{V^2}{254 \times f'} \quad (3.3)$$

onde:

- df_2 = distância de frenagem, (m)
- V = velocidade do veículo no instante de acionamento dos freios, (km/h)
- f' = coeficiente de atrito entre pneu e pavimento

Para o caso geral, acrescenta-se o coeficiente de inclinação “ i ” para a declividade do trecho, fazendo a seguinte alteração na equação (3.3):

$$df_2 = \frac{V^2}{254(f' + i)} \quad (3.4)$$

O coeficiente “ i ” deve ser tomado com o sinal positivo para greides ascendentes e negativo para greides descendentes.

Assim, a fórmula geral para cálculo da distância de visibilidade de frenagem (DVF), válida para qualquer situação do greide (AASHTO, 1994), é dada por:

$$DVF = 0,278 \times V_p \times t_R + \frac{V^2}{254 \times (f' + i)} \quad (3.5)$$

A tabela 3.1 apresenta os valores adotados pela AASHTO (1994), baseados em estudos realizados para a determinação da distância de visibilidade de frenagem, utilizando um coeficiente de atrito para pavimento úmido, ou seja, quando a situação for mais desfavorável. Os valores para as velocidades apresentadas acima de 100 km/h, não foram avaliados nos testes, e correspondem a uma extrapolação dos valores para velocidades inferiores.

TABELA 3.1 - Distância de visibilidade de frenagem (pavimento - úmido).

Fonte: AASHTO (1994).

Velocidade		Reação de Frenagem		Coef. de Atrito (f')	Dist. de frenagem em nível (m)	Dist. de Visib. de frenagem p/ projeto (m)
de Projeto (km/h)	Admitida para a condição (km/h)	Tempo (s)	Distância (m)			
30	30 - 40	2,5	20,8 - 20,8	0,40	8,8 - 8,8	29,6 - 29,6
40	40 - 40	2,5	27,8 - 27,8	0,38	16,6 - 16,6	44,4 - 44,4
50	47 - 50	2,5	32,6 - 34,7	0,35	24,8 - 28,1	57,4 - 62,8
60	55 - 60	2,5	38,2 - 41,7	0,33	36,1 - 42,9	74,3 - 84,6
70	63 - 70	2,5	43,7 - 48,6	0,31	50,4 - 62,2	94,1 - 110,8
80	70 - 80	2,5	48,6 - 55,5	0,30	64,2 - 83,9	112,8 - 139,4
90	77 - 90	2,5	53,5 - 62,5	0,30	77,7 - 106,2	131,2 - 168,7
100	85 - 100	2,5	59,0 - 69,4	0,29	98,0 - 135,6	157,0 - 205,0
110	91 - 110	2,5	63,2 - 76,4	0,28	116,3 - 170,0	179,5 - 246,4
120	98 - 120	2,5	68,0 - 83,3	0,28	134,9 - 202,3	202,9 - 285,6

No alinhamento vertical de uma via, a concordância entre duas rampas geralmente é feita através de uma parábola de 2° grau, pois esta curva reúne mais vantagens do que as oferecidas por outro tipo qualquer de curva.

A parábola é caracterizada pelo seu parâmetro de curvatura K, que expressa a taxa de variação da declividade longitudinal, em função do comprimento estabelecido para cada velocidade (KABBACH, 1984).

Uma curva vertical parabólica do 2° grau pode ser perfeitamente definida pelo seu comprimento, de onde se pode concluir que a distância de visibilidade de frenagem (DVF) é o parâmetro básico que estabelece o elemento característico da curva.

Para proporcionar segurança em todo percurso feito por um motorista num trecho com inclinação variável, tem-se a necessidade de uma distância de visibilidade mínima em toda extensão da curva, seja esta côncava ou convexa.

3.2.2.1- Curvas verticais convexas

Para curvas verticais convexas, a altura do olho do motorista “H”, acima do plano da pista, deve enxergar um obstáculo com altura “h” situado sobre a pista, quando percorrer uma curva de comprimento “L”.

FIGURA 3.1 - Distância de visibilidade em curvas verticais convexas.

O comprimento mínimo necessário para curva é expresso pelas fórmulas a seguir, conforme o caso:

- a) Para o comprimento da curva maior ou igual à distância de visibilidade de frenagem, ($L \geq DVF$)

$$L = \frac{A \times DVF^2}{100 \times (\sqrt{2H} + \sqrt{2h})^2} \quad (3.6)$$

- b) Para o comprimento da curva menor que a distância de visibilidade de frenagem, ($L < DVF$)

$$L = 2 \times DVF - \frac{200(\sqrt{H} + \sqrt{h})^2}{A} \quad (3.7)$$

onde:

- L = comprimento mínimo da curva vertical convexa, (m);
 DVF = distância de visibilidade de frenagem, (m);
 H = altura dos olhos do motorista com relação à pista, (m), (1 à 1,10m);
 h = altura do objeto na pista, à frente do motorista, (m), (0,15 e 1m);
 A = diferença algébrica das rampas concordadas pela parábola, (%).

3.2.2.2- Curvas verticais côncavas

Para curvas verticais côncavas, a pista na distância de visibilidade de frenagem (DVF) deve ser iluminada pelo farol do veículo que está a uma altura “ H_f ” acima do plano da pista, supondo que o feixe luminoso diverge de 1° do eixo longitudinal do veículo (figura 3.2).

FIGURA 3.2 - Distância de visibilidade em curvas verticais côncavas.

O comprimento mínimo necessário para curvas côncavas é expresso pelas fórmulas a seguir, conforme o caso:

- a) Para o comprimento da curva maior ou igual à distância de visibilidade de frenagem, ($L \geq DVF$)

$$L = \frac{A \times DVF^2}{200 \left[H_f + (DVF \times \text{tg } 1^\circ) \right]} \quad (3.8)$$

- b) Para o comprimento da curva menor que a distância de visibilidade de frenagem, ($L < DVF$)

$$L = 2 \times DVF - \left\{ \frac{200 \left[H_f + (DVF \times \text{tg } 1^\circ) \right]}{A} \right\} \quad (3.9)$$

onde:

H_f = altura dos faróis em relação ao plano da pista, (m) (usual = 0,6m)
(AASHTO, 1994);

DVF = distância de visibilidade de frenagem, (m);

A = diferença algébrica das rampas concordadas pela parábola, (%).

Para fixação do comprimento mínimo necessário, além da DVF, existem ainda:

3.2.2.3- Aceleração centrífuga máxima admissível

$$L = \frac{A \times V^2}{1296 \times a_c} \quad (3.10)$$

onde:

L = comprimento mínimo da curva vertical, (m);

A = diferença algébrica das rampas concordadas pela parábola, (%);

V = velocidade do veículo, (km/h);

a_c = aceleração centrífuga admissível, (m/s^2). (Usual = $0,3 \text{m/s}^2$ p/ conforto
(AASHTO, 1994)

3.2.2.4- Valor mínimo absoluto

Esse procura atender à necessidade de que o comprimento mínimo da curva vertical permita a percepção da alteração de declividade longitudinal, quando o motorista estiver percorrendo a mesma.

O comprimento mínimo absoluto recomendado é dado pela expressão:

$$L = 0,6 \times V \quad (3.11)$$

onde:

L = comprimento mínimo da curva vertical, (m);

V = velocidade de projeto, (km/h)

Assim sendo, o valor mínimo recomendado para uma curva vertical corresponde ao maior valor dentre os calculados pelas equações (3.6) ou (3.7) para curvas convexas, (3.8) ou (3.9) para curvas côncavas e pelas equações (3.10) e (3.11).

Desta forma, tem-se que a distância de visibilidade de frenagem é o parâmetro básico que estabelece a fixação dos comprimentos mínimos adequados para as curvas verticais. Quando se tem a necessidade de garantir um valor absoluto mínimo para comprimentos apresentados por KABBACH (1984), deve prevalecer, sobre este valor absoluto mínimo, o aspecto estético.

3.3- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM

A determinação da distância de visibilidade de ultrapassagem para uso em projetos de rodovias baseia-se no comprimento necessário para completar uma manobra de ultrapassagem normal (veículo simples, ultrapassando outro veículo simples) com segurança.

Em rodovias de pista simples e duplo sentido, a distância mínima de visibilidade de ultrapassagem é determinada pela soma de 4(quatro) distâncias:

1. du_1 = distância percorrida durante o tempo de percepção e reação e durante a aceleração inicial para o ponto de “entrada” sobre a faixa da esquerda.

2. du_2 = distância percorrida quando o veículo ultrapassante ocupa a faixa da esquerda.
3. du_3 = distância entre o veículo ultrapassante no fim da manobra e o veículo que vem em sentido oposto.
4. du_4 = distância percorrida pelo veículo que vem em sentido oposto, equivalente a $2/3$ (dois terços) do tempo de ocupação da faixa esquerda pelo veículo ultrapassante, ou seja $2/3$ de du_2 .

FIGURA 3.3 - Esquema de manobra de ultrapassagem. Fonte: AASHTO (1994).

Os valores do tempo e das distâncias são determinados em relação à média da velocidade do veículo ultrapassante. A velocidade do veículo ultrapassado é considerada, aproximadamente, 15km/h menor do que a velocidade do veículo ultrapassante (AASHTO, 1994).

3.3.1- Determinação da distância mínima de visibilidade de ultrapassagem

Após vários estudos sobre o comportamento dos motoristas, condições e performance dos veículos, foi estabelecido um valor médio adotado para distância de visibilidade de ultrapassagem conforme a velocidade da via.

A distância de manobra inicial du_1 , percorrida durante a manobra inicial pode ser calculada pela seguinte fórmula (AASHTO, 1994).:

$$du_1 = 0,278t_1 \left[\bar{v} - \Delta v' + \frac{\bar{a}t_1}{2} \right] \quad (3.12)$$

onde:

- t_1 = tempo de manobra inicial, (s)
- $\bar{a}$ = aceleração média, (km/h/s)
- $\bar{v}$ = média de velocidade do veículo ultrapassante, (km/h) e
- $\Delta v'$ = diferença de velocidade entre o veículo ultrapassante e o veículo ultrapassado, (km/h).

A distância du_2 , percorrida quando o veículo ultrapassante ocupa a faixa da esquerda, é tomada entre 9,3 e 10,4 segundos (AASHTO, 1994). Pode ser calculada por:

$$du_2 = 0,278\bar{v}t_2 \quad (3.13)$$

onde:

- t_2 = tempo de ocupação da faixa da esquerda pelo veículo ultrapassante, (s)
- $\bar{v}$ = média de velocidade do veículo ultrapassante, (km/h)

O espaço livre (desobstruído) du_3 varia aproximadamente de 30 a 90 m.

Admitindo-se que du_4 , distância percorrida pelo veículo oposto, assume a mesma velocidade do veículo ultrapassante, pode ser expressa por:

$$du_4 = \frac{2du_2}{3} \quad (3.14)$$

A seguir mostram-se os valores estabelecidos por estudos feitos em 1971 e adotados como médios pela AASHTO (1994).

TABELA 3.2 - Elementos para distância de visibilidade de ultrapassagem em rodovias de pista simples. Fonte: AASHTO (1994).

FAIXA DE VELOCIDADE (km/h)	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Média de velocidade na ultrapassagem (km/h)	56,2	70,0	84,5	99,8
Manobra Inicial:				
$\bar{a}$ = média de aceleração (km/h/s)	2,25	2,30	2,37	2,41
t_1 = tempo (s)	3,6	4,0	4,3	4,5
du_1 = distância percorrida (m)	45	65	90	110
Ocupação da faixa da esquerda:				
t_2 = tempo (s)	9,3	10,0	10,7	11,3
du_2 = distância percorrida (m)	145	195	250	315
Desobstrução:				
du_3 = distância (m)	30	55	75	90
Veículo Oposto:				
du_4 = distância percorrida (m)	95	130	165	210
Distância total: $du_1 + du_2 + du_3 + du_4$ (m)	315	445	580	725

A distância mínima de visibilidade de ultrapassagem é estabelecida para condições em tangente. Quando se tratar de subidas íngremes, o veículo a ser ultrapassado trafegará geralmente a velocidade menor, aumentando o diferencial de velocidade. E quando forem descidas, não há necessidade de ultrapassagem (DNER, 1972).

Deve-se ter uma atenção especial para não confundir esta distância mínima de visibilidade de ultrapassagem Tabela 3.3 a seguir, com as distâncias usadas como garantia, para localização das marcações de zonas de proibição de ultrapassagem pintadas sobre o pavimento de rodovias. Tais distâncias, mostradas na Tabela 3.4 da seção 3.5.4, são substancialmente menores que as distâncias de projeto e são derivadas da necessidade de controle e operação de tráfego, baseadas em diferentes hipóteses para projeto de rodovia.

A distância mínima de visibilidade para ultrapassagem é mostrada na tabela a seguir:

TABELA 3.3 - Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem para rodovias de pista simples e duplo sentido. Fonte AASHTO (1994).

Velocidade de projeto (km/h)	Velocidade admitida (km/h)		Distância mínima de visibilidade (m) para projeto
	Veículo ultrapassado	Veículo ultrapassante	
30	29	44	217
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	407
70	59	74	482
80	65	80	541
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	728
120	91	106	792

Os valores apresentados acima são bastante parecidos com os adotados para projeto geométrico de estradas no Brasil (DNER, 1972).

A distância de visibilidade para marcação em perfil, segundo a AASHTO (1994), pode ser descrita do seguinte modo: plota-se sobre o projeto do perfil longitudinal um gabarito com as dimensões da altura do olho do motorista 1,07m e da altura dos obstáculos, 0,15 e 1,30m, para as distâncias de visibilidade de frenagem e de ultrapassagem, respectivamente. A interseção das linhas desse gabarito com o perfil longitudinal serve para estimar o local das distâncias de visibilidade de frenagem e distância de visibilidade de ultrapassagem.

FIGURA 3.4 - Gabarito para marcação de visibilidade. Fonte: AASHTO (1994).

De acordo com a AASHTO (1994), a marcação da distância de visibilidade para estradas de pista simples com duplo sentido pode ser feita usando o método de tentativa descrito anteriormente, para determinar as zonas de proibição de ultrapassagem de acordo com o critério estabelecido pelo Manual on Uniform Traffic Control Devices - MUTCD (1988). Estas locações das zonas estabelecidas devem ser conferidas e ajustadas, por medidas de campo, antes da marcação ser efetuada.

3.4- SINALIZAÇÃO

A sinalização e marcação estão diretamente relacionados ao projeto de ruas e rodovias, sendo características do controle e operação de tráfego. Devem ser projetados simultaneamente com a geometria como parte integral do projeto, evitando possíveis problemas operacionais futuros.

A extensão de cada marcação depende do volume de tráfego, do tipo de facilidade, e do nível de controle necessário para segurança e eficiência da operação.

As estradas arteriais possuem numerosas rotas, e o volume de tráfego é relativamente muito alto, o emprego da sinalização e marcação é bastante intensivo. Já em estradas vicinais, onde o volume e a velocidade do tráfego é normalmente baixo, fica limitado o uso de um complexo sistema de controle de tráfego.

Embora a segurança e a eficiência das operações dependam do projeto geométrico, deve também ser acrescentado um esquema físico, para haver eficiência da sinalização como um meio de informação, advertência e controle aos motoristas. Desta forma, alguns itens devem ser elaborados antes da complementação do projeto, como: plano de sinalização coordenado com o alinhamento vertical e horizontal, distância de visibilidade de obstrução, velocidade de operação, manobras, e outros (MUTCD, 1988).

As marcações têm função de controlar o tráfego e suplementam as regulamentações ou advertências dos sinais de tráfego, servindo independentemente para indicar certos regulamentos ou condições de perigo.

3.4.1- Tipos de sinalização

A sinalização de uma rodovia, sob o ponto de vista funcional, são de três tipos: sinais de regulamentação, de advertência e sinais guia.(DNER, 1972).:

1- Sinais de regulamentação

Usados para indicar aos usuários da via as limitações, proibições ou restrições que governam o seu uso.

2- Sinais de advertência

Usados para indicar ao usuário as condições de perigo na via e a sua natureza.

3- Sinais guia

Usados para direcionar o tráfego ao longo de uma rota ou para um destino.

3.4.2- Dispositivos de sinalização

Os dispositivos de controle, proteção e orientação que constituem a sinalização são: as placas (sinalização vertical), as marcações no pavimento (sinalização horizontal), os luminosos e refletores (sinalização mista) e elemento vegetal (sinalização viva).

3.4.3- Fatores básicos de orientação

A sinalização, para atingir o seu objetivo, necessita usar alguns fatores básicos:

Visibilidade

Um dispositivo deve ser posicionado de forma que seja visto e entendido sob qualquer condição climática, de visibilidade e trânsito.

Legibilidade

Os dispositivos deverão ser diferenciados em função de sua utilização, sendo suficientemente claros para poderem ser entendidos tanto pelo trânsito de movimentação lenta como pelo de movimentação rápida.

Interpretação

Deverão ser consideradas todas as interpretações possíveis, inclusive as dúvidas, na composição das mensagens a serem transmitidas.

Continuidade

Os dispositivos devem ser projetados coerentemente com os precedentes, para que haja continuidade através de trechos relativamente longos da via.

Oportunidade

Os dispositivos deverão estar bem localizados, de forma a proporcionar ao motorista tempo suficiente para tomar uma decisão.

Uniformidade

As mensagens devem ser apresentadas uniformes, com os mesmos termos e símbolos, de preferência iguais aos de outras fontes, tais como: mapas etc.

Disposição

O tamanho, a localização, a posição e o número de vezes que for repetido o dispositivo deverão estar referenciados em outros elementos que possam atrair a atenção do motorista.

Além desses fatores, acrescenta-se ainda, como recomendação, que se projete a sinalização de maneira especial em locais onde tenha que se fazer manobra inesperada, como por exemplo: obras de restauração, 3ª faixa, ilhas centrais etc. ... (DNER, 1972).

Entre os tipos e dispositivos de sinalização, neste trabalho será dada ênfase à sinalização horizontal, que abrange todos os sinais pintados no pavimento, tais como: faixas, legendas e símbolos.

3.5- MARCAÇÃO

A marcação tem função definida e importante desempenho no esquema de controle de tráfego. Em alguns casos é usada para complementar os regulamentos ou advertências de outros dispositivos. Em outros casos, serve como uma eficiente medida de expressão de certas regulamentações que de outra maneira não se fizeram claramente compreensíveis.

As marcações no pavimento têm limitações definidas. Elas podem ser apagadas ou destruídas, não ser claramente visíveis quando molhadas, além de não serem muito duráveis quando sujeitas ao tráfego pesado. Apesar dessas limitações elas têm vantagem da condição de expressar advertências ou informações ao motorista, sem que ele desvie sua atenção da rodovia.

As marcas pintadas no pavimento deverão apresentar ampla visibilidade diurna e noturna, sendo uniformes na aplicação, padronização, técnica e posição, facilitando o seu reconhecimento e compreensão.

Na sinalização horizontal, utiliza-se a cor branca para orientação e canalização e a cor amarela para advertência e regulamentação.

3.5.1- Tipos de linhas

Linhas segmentadas: usadas como linhas centrais em rodovias de duas faixas com duplo sentido, e como linhas-guia de faixas de pista de mesmo sentido. A proporção padronizada de faixa para intervalo é de 3:5.

Linha branca sólida: usada como linha que não deve ser cruzada. Incluem-se as linhas centrais em ruas de cidades, linhas de faixas, linhas de borda da pista, marcações de aproximação de obstruções que podem ser contornadas de ambos os lados e linhas transversais da pista.

Linha amarela sólida: usada como linha de guia, ou linha regulamentar em que é perigoso ou ilegal conduzir à sua esquerda.

3.5.2- Largura das linhas

As linhas centrais, as linhas das faixas e as linhas de barreira devem ter largura de 0,10 a 0,15m. O mais comum utilizado é a linha de 0,10m, porém a linha de 0,15m proporciona mais visibilidade. As linhas de borda de pista devem ter largura de 0,05 a 0,10m.

As linhas transversais sobre a pista devem ser mais largas do que as longitudinais, para que possam ser igualmente visíveis.

As linhas de PARE podem ter largura de até 0,60m onde as velocidades de aproximação forem altas (DNER, 1971).

Refletividade

Todas as marcações de pistas devem ser funcionais também à noite, isto é, serem refletivas. Normalmente não é essencial onde existir uma boa iluminação viária.

3.5.4- Principais tipos de marcação

As marcas possuem importantes e definidas funções no desempenho de um adequado esquema de controle de trânsito. Essas são o meio mais efetivo de transmitir regras e advertências, que seriam difíceis de fazer claramente e inteligíveis de outra maneira.

Linhas centrais

Delimitam as faixas de rolamento, designando o centro da pista. Em certas circunstâncias, não é necessário que esteja no centro geométrico da pista como no caso da mudança de largura (DNER, 1971). São marcadas geralmente em segmentos de 4,50m por 7,50m de intervalo. Devem ser na cor branca, quando separarem fluxo de tráfego da mesma direção e na cor amarela quando separarem fluxo de tráfego em direções opostas.

Linhas de marcação de bordo

Delimitam o pavimento, podendo ser contínuas ou em segmentos de 4,50m espaçadas de 7,50m nos intervalos da linha central, são pintados a 0,15m do bordo do pavimento. Devem ser na cor branca reflexiva, quando marcarem a borda direita de um pavimento e na cor amarela, quando marcarem a borda esquerda do pavimento de uma estrada com separação de pistas (DNER, 1971).

Linhas contínuas de proibição de ultrapassagem

Indicam o trecho ou zona onde um veículo não pode ultrapassar outro com segurança, em função da existência de restrições de visibilidade. Devem ser pintadas na cor amarela reflexiva paralelamente à linha central, com afastamento entre elas de 0,10m e no lado correspondente à faixa de rolamento usada pelos veículos impedidos de ultrapassar (DNER, 1971).

Quando houver proibição de ultrapassagem nos dois sentidos, serão pintadas apenas duas linhas contínuas, com afastamento entre elas de 0,10m

Em nenhum caso, as marcações deverão ser menores do que 150m de comprimento (comprimento médio tomado para 85% a uma velocidade de $\cong 60$ km/h). No caso do comprimento do trecho de não ultrapassagem ser menor do que 150m, o tamanho adicional das marcas deve ser unido ao início do trecho. Distâncias menores que 120m, entre trechos sucessivos de proibição de ultrapassagem, não são suficientes para ultrapassagem irrestritas, devendo unir uma ou as duas linhas de barreira entre os trechos conforme for mais conveniente (DNER, 1971).

Uma curva vertical justificará uma área de não ultrapassagem e deverá ser assim marcada onde as distâncias de visibilidade forem iguais ou menores do que as que aparecem abaixo para uma velocidade predominante tomada em 85% (DNER, 1971).

TABELA 3.4 - Distância de Visibilidade para marcação de faixas de não ultrapassagem
Fonte: DNER (1971).

Velocidade	Distância de visibilidade
Km/h	m
48,28	152,40
64,37	182,88
80,47	243,84
96,56	304,80
112,65	365,76

A marcação obedece ao esquema da figura 3.5.

Sendo justificada nos trechos A-B e A'-B', onde a distância de visibilidade é menor que a mínima necessária para ver o objeto que está a uma altura de 1,20m do pavimento, e a partir do trecho A-B e A'-B', a distância de visibilidade excede a mínima, possibilitando a partir desses pontos a ultrapassagem.

FIGURA 3.5 - Áreas de não ultrapassagem. Fonte DNER (1971).

Linhas de canalização

São pintadas nas aproximações de bifurcações de pistas, com a finalidade de advertir e guiar o usuário na direção certa.

Quando duas pistas puderem ser utilizadas pelo veículo que se aproxima, as marcações deverão ser na cor branca, e quando o uso for restrito a uma só pista, com relação ao veículo que se aproxima, a marcação deverá ser amarela. Essas linhas são usadas para indicar ilhotas em um pavimento e também para separar canais exclusivos de giro das demais faixas de trânsito. Devem ser inclinadas de 45° com relação ao eixo, no sentido do deslocamento permitido e deverão ter 0,30m de espessura, devendo ser inscritas em triângulo com o vértice voltado para o veículo e dimensionadas convenientemente (DNER, 1972).

Linhas de frenagem

São linhas transversais no pavimento que delimitam os locais de frenagem obrigatória, devendo ser de cor branca de 0,30m de espessura e distando-se de 3m do bordo da via principal.

Legendas e símbolos

São pintados no pavimento nos locais onde há necessidade de enfatizar alguma mensagem em complementação à sinalização vertical. Devem ser pintados na cor branca com a proporção da altura para largura das letras e números de 5:1.

Nas vias de acesso à rodovias, deve ser pintada a palavra “PARE” antes da linha de frenagem obrigatória. Nos cruzamentos devem ser pintadas setas de cor branca, indicando os movimentos possíveis do fluxo nas bifurcações de pistas. E na entrada de povoações, aproximações de interseções e postos de fiscalização, deve ser pintada a velocidade limite.

3.6- LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

3.6.1- Nivelamento

O nivelamento tem por finalidade medir as diferenças de altitudes entre dois ou mais pontos.

Em Topografia entende-se por altitude de um ponto a medida que corresponde a sua elevação relativa à superfície média dos mares, supostamente em repouso.

3.6.1.1- Métodos de nivelamento

Os métodos de nivelamento são classificados em três grupos:

- 1- O nivelamento geométrico que consiste em medir diretamente a diferença de nível entre pontos próximos;

- 2- O nivelamento trigonométrico que determina a diferença de nível entre pontos mediante o cálculo das distâncias e ângulos verticais observados.
- 3- O nivelamento barométrico que consiste em calcular a diferença de nível entre dois pontos em função da diferença de pressão atmosférica observada nos dois pontos.

Neste trabalho usaram-se apenas os nivelamentos geométricos e trigonométricos.

Nivelamento Geométrico

No nivelamento geométrico, toma-se a diferença de nível entre os pontos do terreno por intermédio das leituras correspondentes às visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos NBR 13133, (ABNT, 1994).

Nivelamento Trigonométrico

No nivelamento trigonométrico, a medição da diferença de nível entre os pontos é obtida indiretamente a partir da determinação do ângulo vertical da direção que os une e da distância entre eles, fundamentando-se na relação trigonométrica entre o ângulo e a distância medida, considerando a altura do centro do limbo vertical do teodolito ao terreno, e a altura sobre o terreno do sinal visado NBR 13133, (ABNT, 1994).

3.6.1.2- Aparelhagem e especificações

Os níveis são classificados segundo desvio padrão de 1 km de duplo nivelamento :

TABELA 3.5 - Classificação dos níveis. Fonte: NBR 13133 (ABNT, 1994).

Classes de Níveis	Desvio - padrão
1 - precisão baixa	$> \pm 10\text{mm} / \text{km}$
2 - precisão média	$\leq \pm 10\text{mm} / \text{km}$
3 - precisão alta	$\leq \pm 3\text{mm} / \text{km}$
4 - precisão muito alta	$\leq \pm 1\text{mm} / \text{km}$

As estações totais (total station), e medidores eletrônicos de ângulos e distâncias - são classificados segundo os desvios padrão que as caracterizam:

TABELA 3.6 - Classificação de estações totais. Fonte: NBR 13133 (ABNT, 1994).

Classe de estações totais	Desvio padrão precisão angular	Desvio padrão precisão linear
1 - precisão baixa	$\leq \pm 30''$	$\pm (5\text{mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$
2 - precisão média	$\leq \pm 07''$	$\pm (5\text{mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$
3 - precisão alta	$\leq \pm 02''$	$\pm (3\text{mm} + 3 \text{ ppm} \times D)$

Onde: D = distância medida, em km.

As condições específicas para o levantamento topográfico referem-se apenas às fases de apoio topográfico e de levantamento de detalhes, as quais são as mais importantes em termos de definição de exatidão.

TABELA 3.7 - Especificações adotadas da norma NBR 13133 (ABNT, 1994).

Metodologia	Desenvolvimento					Tolerância de fechamento
	Linha seção	Extens. máx.	Lance máx.	Lance mínimo	N.máx de lances	
Nivelamento geométrico a ser executado com nível classe 3, utilizando miras dobráveis, centimétricas providas de prumo esférico, leitura do fio médio ida e volta ou circuito fechado, com ponto de segurança a cada 1Km		10km	80m	15m		$12\text{mm} \sqrt{k}$
Nivelamento trigonométrico a ser realizado com medidor eletrônico de distância MED, leituras recíprocas (vante e ré) leitura do ângulo vertical conjugadas, direta e inversa, em uma série direta e inversa com estação total classe 2.	Princ.	10km	500m	40m	40	$0,15\text{m} \sqrt{k}$
	Sec.	5km	300m	30m	20	$0,20\text{m} \sqrt{k}$

onde: k = extensão nivelada, em km, medida em um único sentido.

As condições específicas fundamentam-se na seleção dos métodos, processos e aparelhagem que assegurem propagações de erros acidentais, não excedentes às tolerâncias admissíveis por seus destinos, objetivando a compatibilização das medidas angulares, lineares e de desníveis NBR 13133, (ABNT, 1994).

As expressões de tolerâncias de fechamento decorrem dos erros acidentais dos instrumentos e dos métodos empregados, e servem de controle da precisão das operações de campo.

3.6.2- O método GPS

O sistema GPS foi projetado e desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD), com propósitos militares e objetivo principal para navegação. No entanto, devido à grande precisão do sistema, passou a ser aplicado no posicionamento de pontos nas áreas de Geodésia, Topografia, Cartografia e outras, atualmente substituindo algumas tarefas dos métodos tradicionais. Somente mais tarde o governo americano autorizou o uso pela comunidade civil.

O GPS oferece dados de navegação continuamente e em tempo real para todo planeta, além de fornecer diretamente aos usuários a determinação instantânea aproximada da posição de pontos na superfície da Terra ou no espaço em três dimensões.

É um sistema que permite aos usuários determinar suas posições expressas em latitude, longitude e altura elipsoidal, como função das coordenadas cartesianas x , y , z em relação ao centro de massa Terra. O sistema também fornece um componente relativo à medida de tempo.

Os serviços disponíveis para a comunidade civil são chamados SPS (Standard Positioning Service), e com autorização restrita são chamados PPS (Precise Positioning Service). A precisão do posicionamento depende do tipo do serviço usado.

Segundo SEGANTINE (1995), a U.S. Coast Guard (Navigation Information Service Bulletin Board) indica que, para usuários do SPS, a precisão é da ordem de 100m a 300m com 99,99 % de probabilidade; e para usuários do PPS, a precisão é de cerca de 22m na horizontal e 27,70 m na vertical.

O sistema GPS é considerado o mais preciso entre os sistemas de radio navegação. A precisão das observações com os satélites GPS depende do tipo de observação, da qualidade dos receptores, do nível de erros e ruídos, da precisão de uma medida simples do código e da geometria dos satélites observados.

Depois de vários estudos, definiu-se que sistema GPS seria composto por uma constelação de 24 satélites (sendo 21 ativos e 3 reservas) alocados em 6 (seis) órbitas elípticas planas, com 4 satélites em cada, tendo um período orbital de 11 h e 56 min, e uma altitude média aproximada de 20200 km acima da superfície terrestre, com uma inclinação de órbita igual a 55° em relação ao Equador. Esta configuração garante a cobertura projetada para o sistema.

FIGURA 3.6 - Configuração final do sistema GPS (valida p/ 19.11.96).

Fonte: SEGANTINE (1996)

O sistema é composto de modo a possuir 4 (quatro) satélites em cada um dos 6 (seis) planos orbitais. Os satélites não são igualmente espaçados dentro do plano orbital, sendo distribuídos de maneira a garantir a máxima cobertura terrestre. A separação em ascensão reta Ω entre dois planos orbitais é de 60° . Esse espaçamento foi planejado para maximizar a probabilidade dos receptores GPS captarem sinais de, no mínimo, 4 (quatro) satélites, durante 24 horas (SEGANTINE, 1995).

3.6.2.1- A composição do sistema

O sistema GPS pode ser dividido em 3 segmentos distintos:

- O segmento espacial (satélites)
- O segmento de controle (estações de rastreamento)
- O segmento do usuário (diversos tipos de receptores)

O segmento espacial

O segmento espacial é constituído pelos satélites e tem a finalidade de transmitir de maneira precisa e constante os pulsos de sinais para pontos sobre ou próximos à superfície terrestre, de forma que o usuário possa utilizá-los para obter posições, velocidades e tempo.

Os sinais dos satélites propagam-se das antenas dos satélites até as antenas dos receptores, e ficam sujeitos aos efeitos de atrasos de propagação na ionosfera e na troposfera, do multicaminhamento, dos efeitos marginais nos sinais em função da posição do satélite no horizonte e dos efeitos de degradação, AS² e SA³.

Segundo SEGANTINE (1995), a chave da precisão do sistema GPS está no fato dos componentes dos sinais serem controlados por relógios de partículas atômicas.

² Anti-spoofing: impõe limitações ao código

³ Selective Availability: Introduce informações orbitais degradadas dos satélites

Todos os satélites da constelação do sistema GPS transmitem continuamente na mesma banda de frequência. E os componentes dos sinais são:

A frequência fundamental ($f_0 = 10,23 \text{ Mhz}$);

A portadora L1 ($154f_0 = 1575,42 \text{ Mhz} \cong 19,0 \text{ cm}$);

A portadora L2 ($120f_0 = 1227,60 \text{ Mhz} \cong 24,4 \text{ cm}$);

O código P ($f_0 = 10,23 \text{ Mhz}$);

O código C/A ($f_0 / 10 = 1,023 \text{ Mhz}$); e

A mensagem de navegação ($f_0 / 204600 = 50 \times 10^{-6} \text{ Mhz}$)

A portadora L1 é modulada por dois tipos de códigos falsamente aleatórios: o código C/A e o código P, também classificado militarmente como código Y (intencionalmente projetado para uso militar ou para usuários autorizados). A portadora L2 contém somente o código P.

O código C/A (Coarse or Clear/Acquisition), também conhecido como SPS (Standard Positioning Service), tem sua frequência repetida a cada milissegundo, e seu comprimento de onda é de 293,1m, sendo modulada somente na portadora L1.

O código P (ou código Y) (Precision or Protect), também conhecido como PPS (Precise Positioning Service), tem uma frequência extremamente grande que se repete a cada 266,4 dias ($\cong 37$ semanas), seu comprimento de onda é de 29,31m, sendo modulada em ambas as portadoras L1 e L2. É mais preciso que o código C/A, pois não é afetado pelo efeito SA, e o acesso a este código, pela portadora L2, permite correções de efeitos atmosféricos.

Esses códigos podem ser descritos como sinais retangulares de amplitudes randômicas em uma sequência de séries de valores +1 ou -1, que correspondem aos valores binários 0 ou 1. A modulação bifásica (mudança de sinal) é realizada pela inversão de 180° na fase da portadora, quando ocorre a alteração dos estados.

FIGURA 3.7 - Modulação bifásica da onda portadora.

Fonte: HOFMANN-WELLEHOF et al (1994)

Cada satélite estabelece seu próprio código C/A e código P, o que os distingue dos demais. Estes códigos têm funções importantes tais como:

- ◆ a identificação dos satélites;
- ◆ a medida de propagação do tempo.

A mensagem de navegação é superposta nas duas frequências e transmitida na ordem de 50 bits por segundo (bps). Contém informações utilizadas para o posicionamento e para navegação, tais como efemérides, correção do relógio do satélite, órbitas dos satélites, saúde dos satélites e outras. Este sinal é formatado em 5 (cinco) blocos com 6 (seis) segundos de duração. É composto pelas seguintes informações (SEGANTINE, 1995):

- informações do código C/A, usada no posicionamento por navegação;
- informações do código P, usado por usuários autorizados;
- informações de navegações dos satélites, dados dos sinais e do componente do tempo;
- informações das fases das portadoras que podem ser usadas num posicionamento de maior precisão;
- informações a respeito do sistema GPS, conhecidas como almanaque.

A órbita dos satélites influencia substancialmente o posicionamento com GPS. Na descrição de suas órbitas, são necessários números maiores de constantes físicas em função das forças de deformação que modificam suas órbitas.

Utiliza-se uma estimativa dos elementos perturbadores para corrigir as efemérides de referência dos satélites e gerar as efemérides transmitidas. Da mesma forma, prevê-se o comportamento do relógio do satélite, e inclui-se nos sinais, sob forma de um polinômio de segundo grau (SEGANTINE, 1995).

O cálculo da trajetória dos satélites é baseado nos parâmetros do campo gravitacional e nas coordenadas da estação Master de Colorado Spring, referenciada no WGS-84.

O movimento dos satélites GPS é resultado das forças gravitacionais terrestres e de outras forças que agem sobre eles. As órbitas dos satélites podem ser restringidas a um movimento elíptico (considerando órbita normal) efetuado num plano orbital fixo no espaço matematicamente definido. Na descrição de posições de corpos no espaço, utilizam-se normalmente os parâmetros de Kleper.

Assim, considerando que não existam forças perturbadoras consideráveis, associam-se 6 (seis) elementos kleperianos para prever o movimento dos satélites no espaço do mesmo modo em que prediz o movimento dos planetas ao redor do Sol. Toma-se então o centro da Terra como o ponto focal da elipse. Quando existirem forças perturbadoras significantes, é necessário adicionar algumas constantes(efemérides) para corrigir a posição dos corpos no espaço. Maiores esclarecimentos podem ser encontrados em SEGANTINE (1995).

O segmento de controle

Este segmento compreende o sistema de controle operacional que consiste de uma estação Master de controle, estações de Monitoramento e estações de Controle terrestre.

As principais tarefas do segmento de controle são: rastreamento dos satélites GPS fornecendo suas posições periodicamente; correção das efemérides transmitidas e dos erros dos relógios; determinação do tempo GPS; conferência das efemérides e do comportamento dos relógios dos satélites; atualização periódica da mensagem de navegação para cada satélite individualmente (HOFMANN-WELLEHOF et al, 1994).

O controle dos satélites e de todo sistema operacional é de responsabilidade da estação Master, localizada no Colorado - USA, que tem a finalidade de coletar os dados das estações de monitoramento e calcular as órbitas e parâmetros dos relógios dos satélites. Esses resultados são enviados para uma das três estações de controle terrestre, para serem enviados aos satélites.

As estações de monitoramento são 5 (cinco), localizadas em: Hawai, Colorado Springs, Ilha de Ascensão (Atlântico Sul), Diego Garcia (Oceano Índico) e Kwajalein (Pacífico Norte). Como finalidade, determinam a pseudodistância de todos os satélites e transmitem junto com dados meteorológicos para as estações de controle. Estas, calculam e processam esses dados, formulando as mensagens de navegação que serão transmitidas por antenas terrestres para os satélites.

As estações de controle terrestre são 3 (três), colocadas em Ascensão, Diego Garcia e Kwajalein. São compostas pelas antenas terrestres que estão em comunicação permanente com os satélites enviando mensagens calculadas pela estação Master. Maiores detalhes podem ser encontrados em HOFMANN-WELLEHOF et al, (1994); SEEBER (1993) e SEGANTINE (1995).

O segmento do usuário

Este segmento compreende usuários civis e militares do sistema GPS. É composto fundamentalmente pelos receptores, dotados de antenas que captam sinais dos satélites e registram os dados simultaneamente ou sequencialmente para processamento, determinando a posição, velocidade e tempo nos pontos observados.

3.6.2.2- O posicionamento com GPS

Basicamente o posicionamento pelo método GPS baseia-se em dois tipos importantes de dados observados: o código (pseudorange), e a fase da portadora (carrier phase)

Observações baseadas no código (ou medida da pseudodistância)

A pseudodistância pode ser definida como sendo “a diferença entre o tempo de transmissão (na escala de tempo do satélite) e o tempo de chegada (na escala de tempo do receptor) de um particular tipo de sinal transmitido pelo satélite, multiplicado pela velocidade da luz”, WELLS et al apud SEGANTINE (1995).

A diferença de tempo é determinada comparando-se a réplica do código gerado pelo receptor com o código real emitido por um satélite. Assim, a reprodução pelo receptor, sincronizada com o satélite, correlaciona informações recebidas com as reproduzidas. Retardando-se as reproduzidas até que ocorra a correlação dos sinais, obtendo-se a defasagem que corresponde à duração de propagação do sinal.

FIGURA 3.8 - Esquema de um segmento de Código gerado no satélite e no receptor.
Fonte: SEGANTINE (1995).

Na realidade, a sincronização entre satélite e receptor nunca é perfeita, pois há uma diferença entre os osciladores. Os dos receptores não conseguem atingir o máximo alinhamento com os dos satélites, gerando então uma degradação para todas as medidas da pseudodistância pelo mesmo erro de tempo, conhecido como erro do relógio. Matematicamente pode-se eliminar este erro, pela medida da pseudodistância de quatro satélites.

A precisão na determinação da posição pelo código tem a mesma precisão da medida da pseudodistância, que é da ordem de 1 m para o código P e alguns poucos metros para o código C/A (SEGANTINE, 1995).

Observações baseadas na Fase da portadora

As observações baseadas na fase da portadora são consideradas como a diferença entre a fase da onda emitida pelo satélite e a fase gerada internamente pelo receptor.

A fase apresenta uma diferença de medida entre o satélite e o receptor, quando comparada com o comprimento de onda do sinal, que está relacionado a um certo número de ciclos ambíguos, conhecidos como ciclos de ambigüidade.

FIGURA 3.9 - Representação da obtenção do número de ciclos com a movimentação do satélite. Fonte: LEICA (1995).

Na medida de fase é necessário, então, conhecer com precisão a quantidade inteira de comprimentos de onda (ciclos) entre o satélite e a antena do receptor, chamando-se isto de resolução da ambigüidade.

Então, na medida de fase, com a movimentação do satélite, torna-se possível obter o número de ciclos observados entre duas posições do satélite, indicando a variação da distância (Figura 3.9).

A resolução da ambigüidade inicial é o principal passo do posicionamento preciso com o GPS. Entretanto, na resolução da ambigüidade existem alguns distúrbios como intempéries, e obstruções dos sinais, que reduzem a qualidade do resultado. Alguns métodos básicos para resolução da ambigüidade podem ser encontrados com maiores detalhes em HOFMANN-WELLENHOF et al (1994).

Outros fatores que também influenciam a qualidade dos resultados são o GDOP (Geometric Dilution of Precision) e o ângulo de corte (Cut off Angle).

O coeficiente GDOP

Freqüentemente o GDOP é interpretado como a razão entre o erro no posicionamento e o erro inerente do sistema GPS. Isto é, indica a medida da geometria dos satélites em uma escala padronizada, sendo considerado bom ou ruim.

Conforme HOFMANN-WELLENHOF et al (1994), os valores do GDOP inferiores a 6 (seis) são considerados bons, enquanto valores superiores são considerados excessivos. O valor do GDOP reflete a geometria instantânea para um ponto de observação, considerando-se uma melhor disposição espacial quando os satélites estiverem com ângulos horizontais aproximadamente espaçados, formando uma configuração melhor definida geometricamente.

FIGURA 3.10 - Geometria dos satélites e GDOP.

O valor do GDOP reflete a influência da geometria dos satélites no espaço, combinada com a precisão do posicionamento e do tempo.

Um outro parâmetro importante é o posicionamento dos satélites com relação ao horizonte.

TRANQUILLA apud SEGANTINE (1995) recomenda o uso de um ângulo de 10 a 15°. Observações com pequenos ângulos são fortemente afetados por distorções da troposfera e da ionosfera, no entanto o uso de ângulos grandes pode ser um fator limitante ao número de satélites disponíveis no horizonte acima do receptor.

FIGURA 3.11 - Esquema de representação do ângulo de corte.

3.6.2.3- Erros que afetam os dados GPS

Como dito anteriormente no item do *segmento espacial*, na obtenção dos dados GPS, tanto as observações baseadas no código (pseudodistância) como na fase da portadora estão sujeitos a alguns erros:

Erro de Órbita: erro nominal devido à imprecisão das efemérides transmitidas; erro adicional devido à degradação intencional dos sinais através da AS (Anti-spoofing) e SA (Selective Availability).

- ♦ Anti-spoofing (AS)- impõe uma limitação ao código P (criptação), utilizando um código de proteção chamado de código Y.
- ♦ Selective Availability (AS)- Introduce combinações de informações orbitais degradadas dos satélites, além de alterações das informações dos relógios dos satélites, impossibilitando obter o cálculo preciso das coordenadas. (Erro imposto, estimado na ordem de 100m)

Erro da Ionosfera: atraso das medidas da pseudodistância e avanço equivalente das medidas da fase da portadora, devido aos elétrons livres existentes na ionosfera. É estimado em 0,40 e 6,40m respectivamente para o código P e para o código C/A.

Erro da Troposfera: atraso na transmissão de sinal devido a componentes secos e úmidos (refração dos sinais). É estimado em 0,40m para o código P e para o código C/A.

Erro do relógio do satélite: diferença entre o tempo do satélite e o tempo do sistema. É estimado na ordem de 3,50m.

Erro do relógio do receptor: diferença entre o tempo recebido e o tempo do sistema. É estimado na mesma ordem do erro do satélite.

Erro de ruído: imprecisões nas medidas do código e da portadora devido ao ruído no receptor. É estimado em 0,25 e 0,60m respectivamente para o código P e para o código C/A.

Erro de multicaminhamento: erros devido ao fenômeno de reflexão dos sinais emitidos pelos satélites. É estimado em 1,20 e 3,50m respectivamente para o código P e para o código C/A.

Uma análise mais apurada a respeito dos erros acima é encontrado com maiores detalhes em SEGANTINE (1995).

Os erros significativos (externos ao receptor) e que impedem a precisão no posicionamento com GPS são principalmente em função das imprecisões das órbitas dos satélites e das influências da ionosfera e da troposfera.

3.6.2.4- A referência do sistema GPS

O sistema GPS tem utilizado como referência o sistema de referência global World Geodetic System WGS - 84, que está associado a um elipsóide equipotencial geométrico de revolução, definido pelos seguintes parâmetros:

Semi-eixo maior: $a = 6\,378\,137\text{m}$,

achatamento: $f = 1/298,257223563$

As posições obtidas dos satélites são referenciadas no sistema WGS-84, e algumas vezes os pontos são locados relativos a um sistema de coordenada local e então deve-se fazer a transformação necessária.

Cada país adotou um modelo elipsoidal como sistema de referência que melhor se adaptasse às suas condições, então, as medidas efetuadas no sistema GPS (WGS-84) (x, y, z) deverão ser transformadas todas as vezes em que se quiserem relacionar as medidas a um sistema de coordenada nacional (x_N, y_N, z_N) e vice-versa.

A transformação do sistema de referência global para o sistema de referência local é feito basicamente das seguintes etapas:

- 1- Efetua-se a transformação do datum WGS-84 (X, Y, Z) para o datum Local (X_L, Y_L, Z_L).

É necessário conhecer os parâmetros de transformação que são: 3(três) de translação, 3(três) de rotação e 1(um) fator de escala.

FIGURA 3.12 - Esquema de transformação de datum.

onde:

$$X_T = s \cdot R(\omega_x, \phi_y, \kappa_z) \cdot X_{LC} + C, \text{ e:}$$

X_T = posição no sistema WGS;

X_{LC} = posição no sistema local;

C = parâmetros de translação;

$\omega_x, \phi_y, \kappa_z$ = ângulos de rotação; e

s = fator de escala.

- 2- Efetua-se a transformação das coordenadas geocêntricas locais (X_L, Y_L, Z_L) para coordenadas elipsoidais $(\phi, \lambda, h)_L$.

- 3- Projetam-se as coordenadas do elipsóide de referência local $(\phi, \lambda)_L$ para um sistema de projeção nacional (x_N, y_N)
- 4- Efetua-se a transformação da altitude geométrica h_e (elipsoidal) para a altura ortométrica H_g (geoidal)

FIGURA 3.13- Representação de alturas.
Fonte HOFMANN- WELLENHOF et al (1994).

onde:

$$h_e = H_g \pm N, \text{ e:}$$

h_e = altura elipsoidal;

H_g = altura ortométrica; e

N = separação geoidal (ondulação)

Passar de um sistema para outro, como visto pelos passos anteriores, requer uma aplicação de transformações matemáticas. Encontram-se maiores detalhes em HOFMANN-WELLENHOF et al (1994).

Segundo SEEBER (1993), quando se adota o sistema WGS-84 como referência, este sistema proporciona um erro de posicionamento da ordem de ± 1 a 2m. Desta forma, a tendência atual é a utilização de um sistema mais preciso, o ITRF (MONICO & SEGANTINE, 1996), que leva a uma precisão da ordem de 0,10m.

3.6.2.5- Receptores GPS

Os receptores GPS podem ser manuais ou instalados em bases fixas (estações) ou móveis (carros, aviões, embarcações etc.). Tais receptores detectam, geram sinais internamente e processam sinais emitidos pelos satélites.

As características e o custo do receptor estão submetidos ao uso a que se refere. Os receptores podem ser classificados quanto ao número de frequências, quanto ao número de canais, quanto ao tipo de canais e quanto ao tipo de sinal observado.

Quanto ao número de frequências podem ser:

- ◆ *Simple frequência* → recebem somente a frequência L1. Todo acesso é produzido para o código C/A.
- ◆ *Dupla frequência* → recebem as duas frequências L1 e L2. Podem ter acesso ao código C/A e/ou ao código P.

Quanto ao número de canais podem ser:

- ◆ *Monocanais* → possuem apenas um canal que se move rapidamente de um satélite para outro. Possuem um número reduzido de circuitos, por isso são mais baratos. Possuem a desvantagem de serem lentos na atualização das coordenadas, imprecisos e mais susceptíveis à perda de ciclos durante a observação.
- ◆ *Multicanais* → possuem vários canais independentes, podendo rastrear cada satélite no horizonte simultaneamente. Possuem a vantagem de proporcionar coordenadas mais precisas e são menos susceptíveis a perdas de ciclos.

Quanto ao tipo de canais podem ser:

- ◆ *Sequenciais* → cada canal rastreia um único satélite de cada vez, passando para um outro satélite, assim que tiver armazenado dados suficientes para o cálculo das coordenadas do ponto.

- ♦ *Multiplexados* → são semelhantes aos sequenciais, porem são mais rápidos nas mudanças para captação dos dados de outros satélites, possuem circuitos eletrônicos mais complexos, são mais precisos e conseqüentemente mais caros.

Quanto ao tipo de sinal observado podem ser:

- ♦ *Utilizam a pseudodistância através do código C/A* → caracterizam-se por serem pequenos e leves, apresentam precisão dada pelo SPS.
- ♦ *Utilizam as portadoras L1 e L2 e o código C/A* → são normalmente utilizados nos trabalhos geodésicos de precisão, são caracterizados por possuírem relógios internos de boa qualidade.
- ♦ *Utilizam a pseudodistância através do código P* → são construídos para fins militares, caracterizados por especificações próprias de seu uso.
- ♦ *Utilizam as portadoras L1 e L2, e a pseudodistância através dos códigos C/A e P* → são os mais completos e mais caros, justifica-se o uso destes instrumentos em trabalhos geodésicos de alta precisão.

3.6.2.6- A precisão

A precisão na obtenção das coordenadas dos pontos está diretamente ligada ao tipo de receptor usado em função do tipo de dado coletado, influenciando diretamente no custo final da operação.

Receptores que usam somente o código C/A alcançam precisão da ordem de 100m na horizontal e 150m na vertical para modo navegação. Já os receptores com código P apresentam precisão da ordem de 25m na horizontal e 30m na vertical, tendo operações similares (SEGANTINE, 1995).

Atualmente, empresas desenvolveram receptores mais sofisticados, que apresentam o código P nas duas frequências. As precisões, segundo LEICA (1995), são:

Para receptores que usam:

- ♦ *só o código C/A* → a precisão é da ordem de 1m (não resolve a ambigüidade) e depende da disponibilidade seletiva (Selective availability - SA).
- ♦ *o código C/A e a fase L1* → a precisão é da ordem de $5-10\text{mm} \pm 2 \text{ ppm}$ com distância entre os receptores de até 15km. São necessários cerca de 15min. de estacionamento para o receptor móvel resolver a ambigüidade.
- ♦ *o código P e a fase L1* → a precisão é da ordem de $\pm 10\text{mm} \pm 2 \text{ ppm}$ com distância entre os receptores de até 15km. São necessários aproximadamente 15min. de estacionamento para o receptor móvel resolver a ambigüidade. No caso de usar somente o código P, a precisão será de 0,20 a 0,30m.
- ♦ *o código C/A, as fases L1 e L2 e o código P na L2* → a precisão será da ordem de $\pm 5\text{mm} \pm 1 \text{ ppm}$ com distância entre os receptores de até 20km, sendo necessário aproximadamente 7min. para resolver a ambigüidade.
- ♦ *o código C/A, as fases L1 e L2 e o código P em L1 e L2* → a precisão será da ordem de $\pm 5 \text{ mm} \pm 1 \text{ ppm}$ com distância entre os receptores de até 20km, sendo necessários aproximadamente 5min para resolver a ambigüidade.

4. METODOLOGIA

Este capítulo mostra os métodos usados nos levantamentos de campo, no processamento dos dados, na elaboração dos perfis e na comparação dos resultados.

4.1- INTRODUÇÃO

A metodologia adotada para este trabalho é baseada nos métodos de levantamento e de processamento, descritos a seguir:

4.2- LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Os métodos de levantamento de campo utilizados foram as técnicas de nivelamento Geométrico e Trigonométrico para o perfil, e levantamento planimétrico para a localização das faixas de proibição de ultrapassagens executados conforme especificações da NBR 13133 (ABNT, 1994) . O outro método usado é baseado no sistema GPS, e as especificações usadas foram as dos artigos consultados e as do fabricante dos aparelhos.

4.2.1- O nivelamento Geométrico

Para efetivação do transporte de RN (Referência de Nível), do ponto n. 38 WE do Conselho Nacional de Geografia, localizado no Instituto Álvaro Guião na Av. São Carlos até o marco DIS-01, os equipamentos e materiais utilizados foram:

- ♦ 1 (um) nível WILD - N2, de classe 2 e precisão média de 2mm/km duplamente nivelado,

♦ 2 (duas) miras dobráveis centimétricas,

♦ 2 (duas) sapatas.

- a) O procedimento foi o clássico, com nivelamento e contranivelamento, efetuados com visadas direta e inversa em lances inferiores a 60m, por motivos de condições topográficas (rampas elevadas).

Foto - 4.1

Foto - 4.2

- b) Todos os dados foram registrados em uma caderneta de campo, e posteriormente calculados, ajustados e corrigidos em uma planilha no programa (EXCEL) feita exclusivamente para etapa.
- c) A tolerância no transporte do RN, dada pela NBR 13133 (ABNT, 1994) (expressada pela fórmula: $3\text{mm}\sqrt{K}$) é 4,93mm. O erro cometido foi 4,51mm, inferior ao valor da tolerância. Este erro foi distribuído ao longo do trecho.

No nivelamento do trecho da SP-318, foi utilizado o mesmo esquema descrito anteriormente, porém, por apresentar rampas mais suaves, utilizaram-se visadas máximas de até 80m, distribuídas igualmente para “Ré” e para “Vante”. O erro total cometido foi tomado pela média das partes do trecho nivelado (3,407; 4,971; 3,640 e 4,783mm), o valor da média é 4,20mm. O erro das partes foi distribuído ao longo do trecho correspondente a cada parte.

Foram usados marcos de concreto para materializar os pontos de referência e controle ao longo do trecho da SP-318.

4.2.2- O nivelamento trigonométrico

Este método foi utilizado somente para o nivelamento do trecho SP-318, partindo do ponto DIS-1 até a entrada da SPV-57 (para Água Vermelha).

Foto - 4.3

Foto - 4.4

a) Os equipamentos e materiais utilizados foram:

- ♦ 1 (uma) Estação total LEICA TC-400, de classe 2 e precisão média,
- ♦ 1 (um) prisma para medida de distância.

b) O procedimento foi o clássico, com nivelamento e contranivelamento, efetuados com visadas direta e inversa, e a utilização de visadas em lances inferiores a 700m (especificação máxima de alcance do aparelho usado para um prisma).

c) Todos os dados foram registrados em uma caderneta de campo, e posteriormente calculados, ajustados e corrigidos em uma planilha no programa (EXCEL) feita exclusivamente para a etapa. A tolerância para este tipo de nivelamento, conforme a NBR 13133 (ABNT, 1994) (expressada pela fórmula: $0,15m\sqrt{K}$), é 0,47m. O erro cometido foi 0,0349m, portanto dentro da tolerância.

4.2.3- Levantamento planimétrico

Este levantamento teve a finalidade de indicar o local exato das faixas de proibição de ultrapassagem.

a) Os equipamentos e materiais utilizados foram:

- ♦ 1 (uma) Estação total LEICA TC-400, de classe 2 e precisão média,
- ♦ 1 (um) prisma para medida de distância.

b) O procedimento foi o clássico, fazendo as medições angulares horizontais, determinadas nas posições direta e inversa. Por motivo de segurança (tráfego intenso), optou-se por tomar as medidas a cerca de 0,15m do bordo da pista, no local aproximadamente perpendicular às marcações. (foto - 4.3 e 4.4)

c) Todos os dados foram registrados em uma caderneta de campo, e posteriormente calculados em uma planilha no programa (EXCEL), feito exclusivamente para cada etapa.

4.2.4- Levantamentos com GPS

O levantamento utilizando a técnica do GPS é uma nova técnica para este tipo de medição. Portanto, esta é uma fase de averiguação em que os dados obtidos serão comparados com os dos métodos tradicionais clássicos descritos anteriormente.

Dos métodos de medição com o GPS, utilizamos apenas dois, o estático e o “Stop and Go”, com os procedimentos descritos a seguir.

4.2.4.1- O método estático

O método estático foi utilizado para transportar as coordenadas de um ponto FED-1, cujas coordenadas estão referenciadas à rede GPS do Estado de São Paulo, para os marcos principais de controle denominados DIS-1, -2 e -3 ao longo do trecho.

Foto - 4.5

Foto - 4.6

Os equipamentos e materiais utilizados foram:

- ♦ 2 (dois) receptores GPS LEICA SR261 (sensor topográfico) de recepção L1 e C/A com 6 canais de recepção com precisão após processamento de 5 a 10mm + 2 ppm e acessórios.

a) O método usado consistiu na ocupação dos pontos durante toda a sessão de observação, até que uma quantidade suficiente de dados tivesse sido coletada de 4 (quatro) ou mais satélites. Neste levantamento, foram utilizadas 2 (duas) horas de observação por ponto. A taxa de coleta foi de 10 segundos, ângulo de corte de 15° e um GDOP médio de 4.

b) O procedimento de cálculo consistiu no processamento dos dados observados, que ficaram armazenados nas controladoras dos receptores. Esses dados foram descarregados em um computador, e o processamento foi feito por um software específico denominado SKI, fornecido pelo fabricante do receptor. No processamento, foram feitos os ajustes e as transformações necessárias como: eliminação de satélites problemáticos, ajuste de ângulo de corte e outros parâmetros, obtendo de maneira rápida e precisa o resultado final, dentro da precisão desejada.

4.2.4.2- O método “Stop and Go”

O método “Stop and Go” foi usado para levantamento do perfil longitudinal ponto a ponto em todo o trecho, assim como para localização das faixas de proibição de ultrapassagem.

Os equipamentos e materiais utilizados foram:

- ♦ 2 (dois) receptores GPS LEICA SR261 (sensor topográfico) de recepção L1 e C/A com 6 canais de recepção com precisão após processamento de 5 a 10mm + 2 ppm e acessórios.

Foto - 4.7

Foto - 4.8

a) O método consistiu, primeiramente, na resolução da ambigüidade, então os receptores permaneceram fixos por um certo tempo (dependente do tipo de receptor). Neste trabalho, foram adotados 15 minutos (especificado pelo fabricante). A partir daí, apenas um dos receptores (colocado no ponto base DIS-2) permaneceu fixo, enquanto o outro foi movido ao longo do itinerário.

Durante o percurso do trecho, algumas vezes ocorreram casos de perda de contato com os satélites (cycle slip), devido à presença de obstáculos que impossibilitavam a completa visibilidade de pelo menos 4 satélites. Então foi necessário reinicializar, ou seja, permanecer no próximo ponto até que fosse resolvida a ambigüidade de novo, adotaram-se 15 min (tempo que garantia 900 épocas a uma taxa de 1 segundo). Segundo SEGANTINE (1995), 600 épocas seriam suficientes para resolver a ambigüidade.

b) O procedimento de cálculo consistiu no processamento dos dados observados, que ficaram armazenados nas controladoras dos receptores, e que foram descarregados em um computador.

O processamento foi feito por um software específico denominado SKI, fornecido pelo fabricante do receptor, fazendo os ajustamentos e as transformações necessárias como: eliminação de satélites problemáticos, ajuste de ângulo de corte, meios de processamento e outros parâmetros, obtendo de maneira rápida e precisa o resultado final, dentro da precisão desejada.

No entanto, foi preciso usar algumas técnicas, para poder processar o trecho todo usando o código e a fase da portadora, pois o programa processava apenas a primeira parte, até o ponto em que teve a primeira perda de ciclo significativa e que foi preciso reinicializar.

A técnica foi processar o primeiro trecho em que resolvia a ambigüidade dos pontos e gravar os resultados em um arquivo. Depois, deletavam-se estes pontos e resolvia-se como se estivesse fazendo tudo de novo com os pontos restantes, e assim sucessivamente. Depois de processar tudo, havia um arquivo com todos os valores e assim processado o trecho todo. Foi consultado um representante do Software, e este confirmou que seria completamente viável tal processo.

Uma outra solução foi processar usando somente o código, porém influenciou significativamente a precisão dos resultados (da ordem de 0,50m), sendo assim descartada tal solução.

4.2.5- Os resultados obtidos nos levantamentos

Após o processamento, os resultados dos levantamentos foram transformados e apresentados na forma de coordenadas planas (x, y) para que fossem plotados como perfil longitudinal.

No caso dos resultados dos processamentos GPS, primeiro efetuou-se a transformação do datum WGS-84 para o datum SAD-69, e depois a transformação das coordenadas elipsoidais SAD-69 para coordenadas planoretangulares do sistema UTM.

4.2.6- O perfil longitudinal

Os dados obtidos dos levantamentos foram plotados em escala, utilizando o software AUTOCAD. Para plotar o perfil com os dados dos nivelamentos geométrico e trigonométrico, primeiro plotaram-se os pontos com as coordenadas (x, y), depois obteve-se, a partir destes dados plotados, a distância linear horizontal entre eles, e estes valores foram tomados como valores de X.

Os valores das cotas levantadas, depois de calculados e ajustados, foram adotados como os valores de Y para os pontos tomados.

Desta forma, obteve-se o par ordenado (X, Y) para plotagem em escala padronizada, adotando como 0 (zero) da escala Horizontal o ponto inicial da 1ª (primeira) faixa de proibição de ultrapassagem. Como 0 (zero) da escala Vertical para este trabalho, adotou-se a cota 730m. Valor que está abaixo da mínima elevação do trecho.

Para plotar o perfil com os dados do levantamento GPS, primeiramente, foi necessário fazer duas transformações:

- ♦ a primeira foi a transformação do datum de coordenadas elipsoidais WGS-84 para o datum de coordenadas elipsoidais SAD-69;
- ♦ depois efetuou-se a transformação das coordenadas elipsoidais SAD-69 para as coordenadas locais planoretangulares do sistema UTM.

Com os valores (E, N) - UTM, plotaram-se os pontos usando os valores de E como x e os valores de N como y. Depois obteve-se, a partir destes dados plotados, a distância linear horizontal entre eles, e estes valores foram tomados como valores de X.

Os valores da altura elipsoidal “ h_e ” SAD-69, de cada ponto, foram adotados como os valores de Y para os pontos tomados. *(A precisão desta medida é bastante questionável, pois não se conhecendo claramente a diferença entre o geóide e o elipsóide na área, pode ser possível que as cotas de alguns pontos sejam bastante diferentes dos pontos levantados pelos métodos clássicos em função desta variação.)*

4.2.7- As faixas de proibição de ultrapassagem

De posse do perfil longitudinal levantado e plotado em escala, inseriu-se a locação das faixas de proibição de ultrapassagem e seus pontos levantados que também foram transformados para pontos de coordenadas (X, Y).

Primeiramente usou-se o processo de locação real, isto é, os pontos levantados no campo. E, por conseguinte, adotou-se o perfil do nivelamento geométrico como base e plotaram-se sobre este somente as faixas levantadas pelos métodos usados.

Como marcação ideal usou-se o método aproximado estipulado pela AASHTO (1994) para encontrar e marcar a distância de visibilidade, adotando-se para uma altura do olho do motorista 1,10m e para altura do objeto na distância de visibilidade de frenagem 0,15m e para distância de ultrapassagem 1,37m. Estes valores são os estabelecidos pelo DNER (1972), e são pouco menores que os estabelecidos pela AASHTO (1994).

O método consistiu de um gabarito (figura 3.4, capítulo 3) que fora colocado e movido sobre o perfil, sendo as interseções das linhas paralelas (relativas à linha de visão) deste gabarito com o perfil os pontos limites de visibilidade de frenagem e de ultrapassagem.

Após a marcação do limite de visibilidade, usaram-se os critérios fornecidos pelo DNER (1971) para localizar os pontos aproximados de início e fim de proibição de ultrapassagem, verificando todas as condições estabelecidas quanto ao comprimento mínimo das distâncias de visibilidade de frenagem e de ultrapassagem. Plotaram-se, então, sobre o perfil base as marcações aproximadas encontradas, servindo para uma comparação majorada dos locais ideais das marcações.

4.2.8- A avaliação dos resultados

Como avaliação dos resultados, pretendia-se mostrar a diferença existente entre perfil de marcação real obtido pelos métodos de levantamento usados e o perfil com a marcação ideal, procurou-se encontrar o local ideal para marcação das faixas, porém a falta de clareza das especificações básicas para concepção e implantação dos elementos necessários, tornando dispersiva a correta marcação.

Resolveu-se então fazer uma verificação no comprimento das curvas, utilizando a distância de visibilidade mínima e comparando-se com uma forma empírica usada para ter aproximadamente o comprimento das curvas.

A forma usada foi gráfica, primeiro efetuou-se uma regressão linear para encontrar a inclinação das rampas que concordam as curvas. Com a equação da reta média obtida pela regressão linear, plotou-se então uma rampa tangente às curvas e adotaram-se os pontos onde se interceptavam, ou aproximavam-se do início das curvas do perfil como PCV e PTV.

Dessa maneira, obteve-se um comprimento aproximado para as curvas verticais do trecho (tabela 5.2, capítulo 5, seção 5.4). Estes dados serviram apenas como comparação dos comprimentos mínimos das curvas com os estimados pelas fórmulas teóricas propostas (seção 3.2.2, capítulo 3).

A análise final ficou por conta da comparação do perfil com as marcações aproximadas com os perfis obtidos pelos dois métodos de levantamento usados, e da avaliação do método baseado nas informações dos satélites do Sistema de Posicionamento Global GPS.

5- RESULTADOS

Neste capítulo, mostram-se os resultados dos levantamentos das análises e das comparações, assim como os desenhos gráficos que serviram para alguns desses resultados.

5.1- OS LEVANTAMENTOS

Os resultados dos levantamentos de campo do perfil longitudinal foram plotados e os resultados expressos pelas figuras a seguir.

5.1.1 Levantamentos com GPS

O levantamento utilizando o sistema GPS apresentou resultado bastante significativo. Alguns esclarecimentos, no entanto, são bastante importantes, como:

- ♦ o tempo gasto nesta pesquisa para o levantamento com GPS, desde o transporte de coordenadas dos pontos de controle até o processamento final, foi de aproximadamente 20 horas, distribuídas segundo cada etapa. Apresentando um custo aproximado de R\$ 2000.00 (Dois Mil Reais).
- ♦ o caso das perdas de ciclos. Isto refere-se à perda de contato com os satélites durante o levantamento de campo. Todos os casos ocorridos foram devido à presença de obstáculos naturais, como o caso de árvores e cortes que limitavam a recepção a um número inferior a 4 satélites, sendo necessária uma nova reinicialização;

- ♦ o resultado final foi bastante significativo, tendo em vista a precisão oferecida pelo aparelho utilizado, que foi um receptor L1 e C/A de 6 canais.

Os resultados são apresentados pelas figuras 5.1.1-A, B e C que representam o perfil longitudinal e as marcações obtidas.

5.1.2- Levantamentos com Estação Total TC-400

O levantamento Planialtimétrico com a Estação total foi efetuado para servir de comparação com o método GPS. Algumas considerações também devem ser feitas como:

- ♦ o tempo gasto para o levantamento com a Estação total, durante todas as etapas de coleta de dados no campo até o processamento final, foi de aproximadamente 35 horas, distribuídas segundo cada etapa. Apresentando um custo aproximado de R\$ 1500.00 (Mil e Quinhentos Reais).
- ♦ antes do uso da Estação total foi necessário calibrar o aparelho, zerando o erro de colimação horizontal e vertical eletronicamente;
- ♦ durante o levantamento de campo, devido a intempéries, coletaram-se a temperatura e a pressão e estabeleceu-se o valor de correção do ppm, que foi registrado no aparelho;
- ♦ devido à precisão da distância de 700m para um prisma, limitaram-se as visadas em no máximo 500m (em alguns casos, devido à presença de gases residuais eliminado pelos caminhões, tornou-se impossível fazer a medição).

Os resultados são apresentados pelas figuras 5.1.2-A, B e C que representam o perfil longitudinal e as marcações obtidas.

5.2- OS PERFIS OBTIDOS

Na comparação dos resultados dos perfis obtidos, usou-se como base o perfil obtido pelo nivelamento geométrico.

O resultado mostrou que o perfil longitudinal com as marcações obtidas pelo GPS diferem, porém não significativamente do perfil base em alguns trechos. Essas diferenças foram analisadas e conseqüentemente devem ser função de problemas de operação no ato da coleta dos dados.

O resultado do levantamento pelo método trigonométrico, como já se esperava e se conhece pelas técnicas clássicas, foi bastante parecido com o perfil base, sendo bastante satisfatório, dentro da tolerância permitida.

Os resultados das comparações são apresentados pelas figuras 5.2-A, B e C.

5.3- AS MARCAÇÕES OBTIDAS

Na comparação entre as marcações obtidas usou-se o perfil base e plotaram-se os comprimentos horizontais referentes aos dois métodos. Obteve-se então um resultado satisfatório, pois os comprimentos das faixas e os locais praticamente coincidiam, com exceção de alguns locais onde a diferença máxima foi de 0.4m.

TABELA 5.1 - Valores dos comprimentos das marcações obtidas

TRECHO	TIPO	COMPRIMENTO DE FAIXA (m)			
		GPS	Δ	TC-400	Δ
A - B	=====	648,868	-0,024	648,892	0,024
B - C	=====	247,043	-0,034	247,077	0,034
D - E	=====	225,674	-0,017	225,692	0,017
E - F	=====	69,108	-0,029	69,137	0,029
G - H	=====	245,301	0,435	244,866	-0,435
H - I	=====	80,701	-0,040	80,741	0,040
I - J	=====	P.ciclo(trecho)	***	235,881	***
I - J'		262,874	***	***	***
J' - K		303,509	***	***	***
J - K	=====	***	***	330,512	***
L - M	=====	737,263	-0,005	737,269	0,005
N - O	=====	129,499	-0,037	129,536	0,037
O - P	=====	122,255	-0,014	122,270	0,014
P - Q	=====	149,200	-0,006	149,206	0,006
R - S	=====	180,383	-0,045	180,429	0,045
S - T	=====	19,998	-0,034	20,032	0,034
T - U	=====	159,747	-0,049	159,796	0,049
V - W	=====	226,180	-0,041	226,222	0,041
W - X	=====	252,421	***	***	***

Os resultados são mostrados pelas figuras 5.3-A, B e C.

5.4- COMPRIMENTOS DAS CURVAS VERTICAIS

A comparação dos comprimentos das curvas verticais foi um meio de verificar o comprimento real baseado nas formulações teóricas dadas pelas equações: (3.6) ou (3.7), (3.8) ou (3.9) e (3.10) e (3.11), pelas quais se fornece o comprimento mínimo para cada caso. Os valores encontrados pelo método gráfico aproximado, conforme descrito na metodologia, e o maior dentre os valores calculados pelas fórmulas descritas anteriormente são mostrados na tabela 5.2 a seguir.

TABELA 5.2 - Valores mínimos calculados para as curvas do trecho.

Curvas	Tipo	Comprimento aproximado(m) e Ângulo(°)			Comprimento mínimo pelas fórmulas(m)
		GPS	⁸ Niv. Trigon.	Niv. Geom.	
1	Côncava	L = 305,6289	L = 299,5793	L = 296,3972	291,1171
2	Côncava	L = 278,7904	L = 264,2386	L = 263,8614	173,8740
3	Convexa	L = 291,8858	L = 283,5089	L = 288,7143	241,6791
4	Côncava	L = 180,363	L = 175,4259	L = 177,9897	209,1430
5	Convexa		L = 149,6836	L = 151,8747	156,0432
6	Côncava		L = 72,7681	L = 75,1416	48,4191
7	Convexa	L = 568,6271	L = 557,8144	L = 560,8297	509,5050
8	Côncava	L = 133,035	L = 115,4218	L = 118,6565	113,3691
9	Convexa	L = 189,3022	L = 170,8085	L = 180,4694	78,7820
10	Côncava	L = 469,0375	L = 435,82	L = 439,0001	154,0510
11	Côncava	L = 252,9718	L = 255,6141	L = 245,986	56,8723
12	Côncava	L = 173,5202	L = 194,6379	L = 166,6341	120,4382
13	Convexa	L = 141,1934	L = 158,2155	L = 153,399	173,0571
14	Côncava	L = 372,4763	L = 335,2385	L = 329,058	178,8810
15	Convexa	L = 205,9226	L = 199,0875	L = 196,7356	223,5142
16	Côncava	L = 298,5121	L = 286,1121	L = 290,0879	260,8511

Apresentam-se nas figuras 5.5-A, B, C, D e E os valores encontrados pelo método gráfico.

5.5- A MARCAÇÃO PROPOSTA

A marcação proposta, estabelecida graficamente pelo método aproximado para marcação da distância de visibilidade proposto pela AASHTO (1994) junto com o método de marcação proposto pelo DNER (1971), é mostrado pelas figuras 5.4-A, B e C.

FIGURA 5.1.1-A - Perfil longitudinal e marcação de faixas de proibição de ultrapassagem - Método lev. GPS

FIGURA 5.1.1-B - Perfil longitudinal e marcação de faixas de proibição de ultrapassagem - Método lev. GPS

FIGURA 5.1.1-C - Perfil longitudinal e marcação de faixas de proibição de ultrapassagem - Método lev. GPS

FIGURA 5.1.2-A - Perfil longitudinal e marcação de faixas de proibição de ultrapassagem - Método lev. Estação total TC-400

FIGURA 5.1.2-B - Perfil longitudinal e marcação de faixas de proibição de ultrapassagem - Método lev. Estação total TC-400

FIGURA 5.1.2-C - Perfil longitudinal e marcação de faixas de proibição de ultrapassagem - Método lev. Estação total TC-400

FIGURA 5.2-A - Perfis longitudinais obtidos

FIGURA 5.2-B - Perfis longitudinais obtidos

FIGURA 5.2-C - Perfis longitudinais obtidos

FIGURA 5.3-A - Comparação da localização das faixas de ultrapassagem

FIGURA 5.3-B - Comparação da localização das faixas de ultrapassagem

FIGURA 5.3-C - Comparação da localização das faixas de ultrapassagem

FIGURA 5.4-A - Marcação proposta ideal baseada nas recomendações AASHTO[1] e DNER[5]

FIGURA 5.4-B - Marcação proposta ideal baseada nas recomendações AASHTO[1] e DNER[5]

FIGURA 5.4-C - Marcação proposta ideal baseada nas recomendações AASHTO[1] e DNER[5]

FIGURA 5.5-A - Comprimento aproximado p/ curvas 1,2 e 3. (GPS, NIV. TRIGON. e NIV. GEOM.)

FIGURA 5.5-B - Comprimento aproximado p/ curvas 4,5,6 e 7. (GPS, NIV.TRIGON. e NIV. GEOM.)

FIGURA 5.5-C - Comprimento aproximado p/ curvas 8,9 e 10. (GPS, NIV.TRIGON. e NIV. GEOM.)

FIGURA 5.5-D - Comprimento aproximado p/ curvas 11,12 e 13. (GPS, NIV. TRIGON. e NIV. GEOM.)

FIGURA 5.5-E - Comprimento aproximado p/ curvas 14,15 e 16. (GPS, NIV.TRIGON. e NIV. GEOM.)

6- CONCLUSÕES e SUGESTÕES

Neste capítulo, apresentam-se as conclusões decorrentes do trabalho desenvolvido nesta pesquisa, assim como algumas sugestões que possibilitarão maiores esclarecimentos para futuras pesquisas.

As conclusões deste trabalho levam em conta os resultados obtidos pelos levantamentos de campo e a análise dos dados processados no Laboratório de Mensuração do Departamento de Transportes da EESC/USP.

Pode se concluir que o resultado esperado foi satisfatório, pois o método de levantamento, baseado nas informações emitidas pelos satélites do Sistema de Posicionamento Global - GPS, pode ser considerado como uma ótima ferramenta para atualização da situação real e localização das marcações de uma rodovia (as-built), em tempo relativamente curto, e de custo compatível, quando comparado aos demais métodos. No entanto, devem-se tomar algumas precauções, como por exemplo:

- ♦ nos trabalhos que utilizam as coordenadas locais, é necessário conhecimento da configuração do modelo geoidal na área, ou seja, conhecer o valor da diferença entre o geóide e o elipsóide, para que possam ser efetuadas as transformações necessárias dentro da precisão desejada;
- ♦ Como sugestão nas transformações para obtenção do perfil, no caso do desconhecimento da ondulação na área, propõe-se efetuar as transformações das coordenadas planas e utilizar a altura elipsoidal como parâmetro para plotagem de cota;

- ♦ nos locais que tiverem obstrução de visibilidade sobre o ponto ou ao seu redor que impossibilite a recepção dos sinais dos satélites, sugere-se que sejam feitos levantamentos usando outros métodos convencionais, como por exemplo: levantamento com Estação total;
- ♦ outra observação é com relação ao tipo de receptor utilizado (neste trabalho o resultado foi satisfatório dentro da precisão do aparelho), pois sugere-se que, dependendo da precisão necessária, deverão ser utilizados modelos de receptores mais sofisticados de dupla frequência com maior precisão, conseqüentemente terá maior custo.

Concluiu-se também que as marcações das faixas de sinalização horizontal no pavimento apresentam alguns locais inexistentes, e outros com comprimentos irregulares, quando comparados aos valores estabelecidos pelas fórmulas normativas.

Sugere-se que sejam feitos estudos mais detalhados e uma verificação dos valores adotados no Brasil, para execução da localização e marcação das faixas de sinalização horizontal, levando em consideração as condições ambientais, o tráfego, o veículo padrão, a habilidade dos motoristas como também as condições das vias.

Sugere-se também a elaboração de um método mais prático e eficiente para localização e marcação das faixas a partir da configuração final da rodovia, por exemplo recomenda-se as diretrizes da AASHTO. Em muitos casos, a marcação dessas faixas se faz meramente pela sensibilidade do operador.

Com o avanço da informática, sugere-se o desenvolvimento de um programa capaz de estabelecer com segurança o local exato para início e fim da marcação, utilizando os dados do perfil levantado no campo de um veículo padrão com características comuns às dos veículos nacionais que circulam nas rodovias brasileiras, e as características técnicas da rodovia.

As marcações obtidas pelos levantamentos no campo mostraram-se situadas nas mesmas áreas, porém apresentaram comprimentos diferentes. Essa diferença pode ser provocada pelos valores calculados para as distâncias de visibilidade de frenagem e ultrapassagem, que são os parâmetros fundamentais para fixar os locais das marcações das faixas de proibição de ultrapassagem.

Quanto ao comprimento aproximado das curvas verticais encontrados pelo método usado, o resultado mostrou-se bastante coerente. Porém, sugere-se que para utilização de um método da forma com que foi empregado nesta comparação, deverão ser coletados maiores números de pontos, proporcionando mais elementos para que sejam feitas as regressões para as tangentes como também para as curvas, obtendo resultados mais próximos do real.

Acredita-se que desta forma poderão então obter-se com mais certeza os valores e os pontos notáveis das curvas verticais, proporcionando melhores condições para se efetuar as marcações das faixas de proibição de ultrapassagem, conseqüentemente fornecendo maior segurança ao usuário da via.

7- ANEXOS

Apresenta-se neste capítulo os processamentos dos dados do levantamento com GPS e as tabelas de valores dos dados obtidos no campo e nos cálculos

ANEXO A - PROCESSAMENTO DOS DADOS GPS

```
#####
# GE_PS PROJECT SETTINGS                                     #
#####
```

Processing software : Leica SKI / Data processing version 2.1
 General header : ARTUR PANTOJA MARQUES
 Project name : PTOS DIS-1, DIS-2 e DIS-3
 Coordinate system : WGS84
 Time : All results in local time (GPS -2.00 hrs)

```
#####
# GE_PP PROCESSING PARAMETERS                               #
#####
```

Cut-off angle (deg) : 15
 Tropospheric model : Hopfield
 Ionospheric model : Standard
 Ephemeris : Broadcast
 Data used : Use Code and Phase
 Phase Frequency : Automatic
 Code Frequency : Automatic
 Limit to resolve ambiguities (km) : 20
 a priori rms (mm) : 10
 Sampling rate for static (sec) : Use all
 Phase processing : Automatic
 Cycle slip detection : Phase check & loss lock flag
 Update rate for kinematic (epoch) : 1
 Min. time to fix amb. - L1 only (min) : 9

```
#####
# GE_SS SATELLITE SELECTION                                 #
#####
```

Manually disabled satellites : None


```
#####
# GE_IC INITIAL COORDINATES #
#####
```

Reference :

Point id : FED 01

X 3969216.9436 m Y -4389579.5996 m Z -2372852.3600 m
 Lat 21 58 54.14196 S Lon 47 52 44.29549 W h 848.9460 m

```
#####
# BASELINE RESULTS #
#####
```

Rov:DIS 01 Ref:FED 01 Amb:Y Proc: L1 phase 02/07/96 15:42:00

Cartesian :

X 3968187.6648 m Y -4389962.4398 m Z -2373788.0448 m
 dX -1029.2788 m dY -382.8402 m dZ -935.6848 m
 sX 0.0010 m sY 0.0010 m sZ 0.0005 m

Geodetic :

Lat 21 59 27.29093 S Lon 47 53 19.85619 W h 822.5158 m
 dLat -33.14897 dLon -35.56070 dh -26.4302 m
 sLat 0.0005 m sLon 0.0005 m sh 0.0014 m

Distance :

Slope 1442.7361 m sSlope 0.0005 m

Rov:DIS 02 Ref:FED 01 Amb:Y Proc: L1 phase 02/07/96 16:53:50

Cartesian :

X 3969034.9219 m Y -4391932.3872 m Z -2368586.4198 m
 dX -182.0217 m dY -2352.7876 m dZ 4265.9402 m
 sX 0.0008 m sY 0.0010 m sZ 0.0009 m

Geodetic :

Lat 21 56 25.79506 S Lon 47 53 43.98417 W h 759.0910 m
 dLat 2 28.34690 dLon -59.68868 dh -89.8550 m
 sLat 0.0006 m sLon 0.0005 m sh 0.0013 m

Distance :

Slope 4875.1397 m sSlope 0.0006 m

Rov:DIS 03 Ref:FED 01 Amb:Y Proc: L1 phase 02/07/96 18:04:30

Cartesian :

X 3969596.3859 m Y -4393779.8642 m Z -2364389.8438 m
 dX 379.4423 m dY -4200.2646 m dZ 8462.5162 m
 sX 0.0006 m sY 0.0005 m sZ 0.0004 m

Geodetic :

Lat 21 53 58.03323 S Lon 47 54 12.62244 W h 813.3473 m
 dLat 4 56.10873 dLon -1 28.32695 dh -35.5987 m
 sLat 0.0003 m sLon 0.0003 m sh 0.0008 m

Distance :

Slope 9455.1774 m sSlope 0.0003 m

Leica

SKI Software

15/04/97 22:00 Page 1

ARTUR PANTOJA MARQUES

View / Edit printout

Project : PTOS DIS-1, DIS-2 e DIS-3

```
#####
# GE_PS PROJECT SETTINGS                                     #
#####
```

Processing software : Leica SK1 / Data processing version 2.1
 General header : ARTUR PANTOJA MARQUES
 Project name : Stop and Go - Faixas -1A-P
 Coordinate system : WGS84
 Time : All results in local time (GPS -3.00 hrs)

```
#####
# GE_PP PROCESSING PARAMETERS                               #
#####
```

Cut-off angle (deg) : 20
 Tropospheric model : Hopfield
 Ionospheric model : Standard
 Ephemeris : Broadcast
 Data used : Use Code and Phase
 Phase Frequency : Automatic
 Code Frequency : Automatic
 Limit to resolve ambiguities (km) : 15
 a priori rms (mm) : 30
 Sampling rate for static (sec) : Use all
 Phase processing : Automatic
 Cycle slip detection : Phase check & loss lock flag
 Update rate for kinematic (epoch) : 1
 Min. time to fix amb. - L1 only (min) : 9

```
#####
# GE_SS SATELLITE SELECTION                                 #
#####
```

Manually disabled satellites : None

```
#####
# GE_IC INITIAL COORDINATES                                 #
#####
```

Reference :

Point id : DIS 02(Base)
 X 3969034.9219 m Y -4391932.3871 m Z -2368586.4199 m
 Lat 21 56 25.79506 S Lon 47 53 43.98417 W h 759.0910 m

```
#####
# BASELINE RESULTS                                         #
#####
```


Rov:DIS 01 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: Init L1 phase 04/07/96 09:29:12

Cartesian :

X 3968187.6619 m Y -4389962.4098 m Z -2373788.1421 m
dX -847.2600 m dY 1969.9773 m dZ -5201.7222 m
sX 0.0023 m sY 0.0030 m sZ 0.0014 m

Geodetic :

Lat 21 59 27.29416 S Lon 47 53 19.85557 W h 822.5299 m
dLat -3 1.49910 dLon 24.12860 dh 63.4389 m
sLat 0.0011 m sLon 0.0013 m sh 0.0037 m

Distance :

Slope 5626.4175 m sSlope 0.0011 m

Rov:PT 00001 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 10:47:04

Cartesian :

X 3968223.8924 m Y -4389973.3074 m Z -2373707.6439 m
dX -811.0295 m dY 1959.0797 m dZ -5121.2240 m
sX 0.0029 m sY 0.0040 m sZ 0.0018 m

Geodetic :

Lat 21 59 24.47363 S Lon 47 53 19.17345 W h 822.4108 m
dLat -2 58.67857 dLon 24.81072 dh 63.3198 m
sLat 0.0015 m sLon 0.0017 m sh 0.0048 m

Distance :

Slope 5542.8059 m sSlope 0.0014 m

Rov:FSB00001 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 10:52:44

Cartesian :

X 3968273.4540 m Y -4389976.8610 m Z -2373614.2335 m
dX -761.4679 m dY 1955.5261 m dZ -5027.8136 m
sX 0.0047 m sY 0.0064 m sZ 0.0029 m

Geodetic :

Lat 21 59 21.22139 S Lon 47 53 17.97497 W h 820.6957 m
dLat -2 55.42633 dLon 26.00920 dh 61.6047 m
sLat 0.0024 m sLon 0.0026 m sh 0.0077 m

Distance :

Slope 5448.1947 m sSlope 0.0023 m

Rov:FSB00002 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 10:53:48

Cartesian :

X 3968297.5049 m Y -4389977.3837 m Z -2373565.6934 m
dX -737.4170 m dY 1955.0034 m dZ -4979.2735 m
sX 0.0105 m sY 0.0144 m sZ 0.0065 m

Geodetic :

Lat 21 59 19.55725 S Lon 47 53 17.36530 W h 817.8352 m
dLat -2 53.76219 dLon 26.61887 dh 58.7442 m
sLat 0.0053 m sLon 0.0059 m sh 0.0172 m

Distance :

Slope 5399.9062 m sSlope 0.0052 m

Rov:FSB00003 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 10:55:44

Cartesian :

X 3968347.6862 m Y -4389978.8132 m Z -2373466.1471 m
dX -687.2357 m dY 1953.5739 m dZ -4879.7272 m
sX 0.0022 m sY 0.0031 m sZ 0.0014 m

Geodetic :

Lat 21 59 16.13417 S Lon 47 53 16.10118 W h 812.7497 m
dLat -2 50.33911 dLon 27.88299 dh 53.6587 m
sLat 0.0011 m sLon 0.0013 m sh 0.0037 m

Distance :

Slope 5300.9887 m sSlope 0.0011 m

Rov:FSB00004 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:04:24

Cartesian :

X 3968401.4860 m Y -4389982.4525 m Z -2373363.2592 m
dX -633.4359 m dY 1949.9346 m dZ -4776.8393 m
sX 0.0184 m sY 0.0250 m sZ 0.0124 m

Geodetic :

Lat 21 59 12.56087 S Lon 47 53 14.79516 W h 810.1851 m
dLat -2 46.76581 dLon 29.18901 dh 51.0941 m
sLat 0.0096 m sLon 0.0104 m sh 0.0303 m

Distance :

Slope 5198.2381 m sSlope 0.0094 m

Rov:FSB00005 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:05:08

Cartesian :

X 3968417.2866 m Y -4389984.2375 m Z -2373333.4714 m
dX -617.6353 m dY 1948.1496 m dZ -4747.0515 m
sX 0.0268 m sY 0.0363 m sZ 0.0181 m

Geodetic :

Lat 21 59 11.51791 S Lon 47 53 14.42833 W h 810.0858 m
dLat -2 45.72285 dLon 29.55584 dh 50.9948 m
sLat 0.0139 m sLon 0.0152 m sh 0.0440 m

Distance :

Slope 5168.2935 m sSlope 0.0136 m

Rov:FSB00006 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:06:48

Cartesian :

X 3968442.8887 m Y -4389990.2481 m Z -2373280.8044 m
dX -592.0332 m dY 1942.1390 m dZ -4694.3845 m
sX 0.0174 m sY 0.0234 m sZ 0.0119 m

Geodetic :

Lat 21 59 9.66714 S Lon 47 53 13.90684 W h 810.4226 m
dLat -2 43.87208 dLon 30.07733 dh 51.3316 m
sLat 0.0091 m sLon 0.0098 m sh 0.0285 m

Distance :

Slope 5114.6508 m sSlope 0.0088 m

Rov:FSB00007 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:08:08

Cartesian :

X 3968470.9489 m Y -4390005.9650 m Z -2373208.0660 m
dX -563.9730 m dY 1926.4221 m dZ -4621.6461 m
sX 0.0267 m sY 0.0358 m sZ 0.0184 m

Geodetic :

Lat 21 59 7.10367 S Lon 47 53 13.54867 W h 811.4510 m
dLat -2 41.30861 dLon 30.43550 dh 52.3600 m
sLat 0.0140 m sLon 0.0151 m sh 0.0437 m

Distance :

Slope 5038.7280 m sSlope 0.0136 m

Rov:FSB00008 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:11:44

Cartesian :

X 3968485.0667 m Y -4390018.6779 m Z -2373162.3730 m
dX -549.8552 m dY 1913.7092 m dZ -4575.9531 m
sX 0.0152 m sY 0.0290 m sZ 0.0119 m

Geodetic :

Lat 21 59 5.49635 S Lon 47 53 13.48078 W h 811.8690 m
dLat -2 39.70129 dLon 30.50339 dh 52.7780 m
sLat 0.0063 m sLon 0.0113 m sh 0.0324 m

Distance :

Slope 4990.3878 m sSlope 0.0066 m

Rov:FSB00009 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:13:08

Cartesian :

X 3968500.0014 m Y -4390041.8592 m Z -2373097.5939 m
dX -534.9205 m dY 1890.5279 m dZ -4511.1740 m
sX 0.0234 m sY 0.0439 m sZ 0.0183 m

Geodetic :

Lat 21 59 3.21253 S Lon 47 53 13.63645 W h 812.8514 m
dLat -2 37.41747 dLon 30.34772 dh 53.7604 m
sLat 0.0098 m sLon 0.0170 m sh 0.0492 m

Distance :

Slope 4920.4600 m sSlope 0.0101 m

Rov:FSB00010 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y Proc: L1 phase 04/07/96 11:14:04

Cartesian :

X 3968505.7803 m Y -4390057.2610 m Z -2373061.0919 m
dX -529.1416 m dY 1875.1261 m dZ -4474.6720 m
sX 0.0042 m sY 0.0079 m sZ 0.0033 m

Geodetic :

Lat 21 59 1.92603 S Lon 47 53 13.84702 W h 813.3751 m
dLat -2 36.13097 dLon 30.13715 dh 54.2841 m
sLat 0.0018 m sLon 0.0030 m sh 0.0088 m

Distance :

Slope 4880.4486 m sSlope 0.0018 m

Rov:FFSB0001 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:16:04

Cartesian :

X 3968516.8074 m Y -4390091.9992 m Z -2372982.0992 m
dX -518.1145 m dY 1840.3879 m dZ -4395.6793 m
sX 0.0170 m sY 0.0308 m sZ 0.0134 m

Geodetic :

Lat 21 58 59.14132 S Lon 47 53 14.37384 W h 814.5581 m
dLat -2 33.34626 dLon 29.61033 dh 55.4671 m
sLat 0.0073 m sLon 0.0119 m sh 0.0349 m

Distance :

Slope 4793.4817 m sSlope 0.0074 m

Rov:PLC00001 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:17:24

Cartesian :

X 3968525.3339 m Y -4390119.5197 m Z -2372920.1287 m
dX -509.5880 m dY 1812.8674 m dZ -4333.7088 m
sX 0.0220 m sY 0.0356 m sZ 0.0171 m

Geodetic :

Lat 21 58 56.95529 S Lon 47 53 14.79662 W h 815.5941 m
dLat -2 31.16023 dLon 29.18755 dh 56.5031 m
sLat 0.0105 m sLon 0.0141 m sh 0.0416 m

Distance :

Slope 4725.1667 m sSlope 0.0103 m

Rov:FSB00011 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:19:16

Cartesian :

X 3968540.7802 m Y -4390169.3625 m Z -2372807.1756 m
dX -494.1417 m dY 1763.0246 m dZ -4220.7557 m
sX 0.0241 m sY 0.0364 m sZ 0.0187 m

Geodetic :

Lat 21 58 52.97447 S Lon 47 53 15.56220 W h 817.2061 m
dLat -2 27.17941 dLon 28.42197 dh 58.1151 m
sLat 0.0119 m sLon 0.0146 m sh 0.0436 m

Distance :

Slope 4600.7837 m sSlope 0.0117 m

Rov:FSB00012 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:20:08

Cartesian :

X 3968545.6837 m Y -4390185.3803 m Z -2372770.8219 m
dX -489.2382 m dY 1747.0068 m dZ -4184.4020 m
sX 0.0159 m sY 0.0232 m sZ 0.0124 m

Geodetic :

Lat 21 58 51.69402 S Lon 47 53 15.80979 W h 817.6668 m
dLat -2 25.89896 dLon 28.17438 dh 58.5758 m
sLat 0.0081 m sLon 0.0094 m sh 0.0281 m

Distance :

Slope 4560.7682 m sSlope 0.0079 m

Rov:FSB00013 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:22:12

Cartesian :

X 3968563.9010 m Y -4390242.3050 m Z -2372644.2615 m
dX -471.0209 m dY 1690.0821 m dZ -4057.8416 m
sX 0.0271 m sY 0.0380 m sZ 0.0212 m

Geodetic :

Lat 21 58 47.21650 S Lon 47 53 16.66922 W h 820.7839 m
dLat -2 21.42144 dLon 27.31495 dh 61.6929 m
sLat 0.0139 m sLon 0.0155 m sh 0.0469 m

Distance :

Slope 4420.8955 m sSlope 0.0135 m

Rov:PCL00002 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:23:36

Cartesian :

X 3968571.2951 m Y -4390264.6948 m Z -2372595.6394 m
dX -463.6268 m dY 1667.6923 m dZ -4009.2195 m
sX 0.0172 m sY 0.0235 m sZ 0.0135 m

Geodetic :

Lat 21 58 45.48839 S Lon 47 53 17.00134 W h 822.5862 m
dLat -2 19.69333 dLon 26.98283 dh 63.4952 m
sLat 0.0089 m sLon 0.0096 m sh 0.0293 m

Distance :

Slope 4366.9198 m sSlope 0.0086 m

Rov:FSB00014 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:25:32

Cartesian :

X 3968587.4188 m Y -4390311.7960 m Z -2372495.7030 m
dX -447.5031 m dY 1620.5911 m dZ -3909.2831 m
sX 0.0142 m sY 0.0191 m sZ 0.0114 m

Geodetic :

Lat 21 58 41.91918 S Lon 47 53 17.68530 W h 827.6120 m
dLat -2 16.12412 dLon 26.29887 dh 68.5210 m
sLat 0.0074 m sLon 0.0078 m sh 0.0241 m

Distance :

Slope 4255.4752 m sSlope 0.0072 m

Rov:FSB00015 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:27:24

Cartesian :

X 3968604.8936 m Y -4390362.4704 m Z -2372389.7883 m
dX -430.0283 m dY 1569.9167 m dZ -3803.3684 m
sX 0.0159 m sY 0.0209 m sZ 0.0128 m

Geodetic :

Lat 21 58 38.12649 S Lon 47 53 18.41782 W h 833.7008 m
dLat -2 12.33143 dLon 25.56635 dh 74.6098 m
sLat 0.0083 m sLon 0.0085 m sh 0.0267 m

Distance :

Slope 4137.0489 m sSlope 0.0080 m

Rov:TSP00001 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:29:32

Cartesian :

X 3968626.0724 m Y -4390423.7597 m Z -2372261.2367 m
dX -408.8495 m dY 1508.6274 m dZ -3674.8168 m
sX 0.0147 m sY 0.0188 m sZ 0.0119 m

Geodetic :

Lat 21 58 33.52540 S Lon 47 53 19.30264 W h 840.9263 m
dLat -2 7.73034 dLon 24.68153 dh 81.8353 m
sLat 0.0077 m sLon 0.0076 m sh 0.0244 m

Distance :

Slope 3993.4187 m sSlope 0.0074 m

Rov:FSB00016 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:30:52

Cartesian :

X 3968637.2573 m Y -4390457.6919 m Z -2372187.6578 m
dX -397.6646 m dY 1474.6952 m dZ -3601.2379 m
sX 0.0277 m sY 0.0350 m sZ 0.0226 m

Geodetic :

Lat 21 58 30.90989 S Lon 47 53 19.80648 W h 843.6910 m
dLat -2 5.11483 dLon 24.17769 dh 84.6000 m
sLat 0.0144 m sLon 0.0142 m sh 0.0458 m

Distance :

Slope 3911.7486 m sSlope 0.0140 m

Rov:FSB00017 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:32:12

Cartesian :

X 3968645.7350 m Y -4390485.6089 m Z -2372125.0448 m
dX -389.1869 m dY 1446.7782 m dZ -3538.6249 m
sX 0.0401 m sY 0.0535 m sZ 0.0433 m

Geodetic :

Lat 21 58 28.70132 S Lon 47 53 20.23973 W h 844.7385 m
dLat -2 2.90626 dLon 23.74444 dh 85.6475 m
sLat 0.0223 m sLon 0.0164 m sh 0.0747 m

Distance :

Slope 3842.7204 m sSlope 0.0220 m

Rov:FSB00018 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:34:36

Cartesian :

X 3968661.5022 m Y -4390539.9900 m Z -2371996.0357 m
dX -373.4197 m dY 1392.3971 m dZ -3409.6158 m
sX 0.0375 m sY 0.0489 m sZ 0.0403 m

Geodetic :

Lat 21 58 24.19293 S Lon 47 53 21.10299 W h 843.6818 m
dLat -1 58.39787 dLon 22.88118 dh 84.5908 m
sLat 0.0203 m sLon 0.0143 m sh 0.0693 m

Distance :

Slope 3701.8498 m sSlope 0.0202 m

Rov:FSB00019 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:36:08

Cartesian :

X 3968672.5293 m Y -4390579.5673 m Z -2371900.1751 m
dX -362.3926 m dY 1352.8198 m dZ -3313.7552 m
sX 0.0336 m sY 0.0447 m sZ 0.0375 m

Geodetic :

Lat 21 58 20.85607 S Lon 47 53 21.74282 W h 841.8988 m
dLat -1 55.06101 dLon 22.24135 dh 82.8078 m
sLat 0.0192 m sLon 0.0131 m sh 0.0632 m

Distance :

Slope 3597.5580 m sSlope 0.0191 m

Rov:FSB00020 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:37:52

Cartesian :

X 3968687.0358 m Y -4390625.0944 m Z -2371799.6026 m
dX -347.8861 m dY 1307.2927 m dZ -3213.1827 m
sX 0.0692 m sY 0.1017 m sZ 0.0809 m

Geodetic :

Lat 21 58 17.29510 S Lon 47 53 22.43173 W h 844.6115 m
dLat -1 51.50004 dLon 21.55244 dh 85.5205 m
sLat 0.0379 m sLon 0.0277 m sh 0.1395 m

Distance :

Slope 3486.3422 m sSlope 0.0376 m

Rov:FSB00021 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:39:00

Cartesian :

X 3968695.5956 m Y -4390650.8302 m Z -2371744.3702 m
dX -339.3263 m dY 1281.5569 m dZ -3157.9503 m
sX 0.0685 m sY 0.0991 m sZ 0.0797 m

Geodetic :

Lat 21 58 15.32803 S Lon 47 53 22.81186 W h 846.9754 m
dLat -1 49.53297 dLon 21.17231 dh 87.8844 m
sLat 0.0375 m sLon 0.0267 m sh 0.1369 m

Distance :

Slope 3424.9351 m sSlope 0.0375 m

Rov:FSB00022 Ref:DIS 02(Base) Amb:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:40:20

Cartesian :

X 3968706.6688 m Y -4390684.3552 m Z -2371671.7986 m
dX -328.2531 m dY 1248.0319 m dZ -3085.3787 m
sX 0.0590 m sY 0.0838 m sZ 0.0682 m

Geodetic :

Lat 21 58 12.74748 S Lon 47 53 23.30903 W h 849.7747 m
dLat -1 46.95242 dLon 20.67514 dh 90.6837 m
sLat 0.0322 m sLon 0.0222 m sh 0.1167 m

Distance :

Slope 3344.3827 m sSlope 0.0324 m

```
#####
# GE_PS PROJECT SETTINGS                                     #
#####
```

Processing software : Leica SKI / Data processing version 2.1
 General header : ARTUR PANTOJA MARQUES
 Project name : Stop and Go - Faixas -2-P
 Coordinate system : WGS84
 Time : All results in local time (GPS -3.00 hrs)

```
#####
# GE_PP PROCESSING PARAMETERS                               #
#####
```

Cut-off angle (deg) : 22
 Tropospheric model : Hopfield
 Ionospheric model : Standard
 Ephemeris : Broadcast
 Data used : Use Code and Phase
 Phase Frequency : Automatic
 Code Frequency : Automatic
 Limit to resolve ambiguities (km) : 15
 a priori rms (mm) : 35
 Sampling rate for static (sec) : Use all
 Phase processing : Automatic
 Cycle slip detection : Phase check & loss lock flag
 Update rate for kinematic (epoch) : 1
 Min. time to fix amb. - L1 only (min) : 9

```
#####
# GE_SS SATELLITE SELECTION                                 #
#####
```

Manually disabled satellites : None

```
#####
# GE_IC INITIAL COORDINATES                                 #
#####
```

Reference :

Point id : DIS 02(Base)
 X 3969034.9219 m Y -4391932.3871 m Z -2368586.4199 m
 Lat 21 56 25.79506 S Lon 47 53 43.98417 W h 759.0910 m

```
#####
# BASELINE RESULTS                                         #
#####
```

Rov:FSB00025 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 10:45:40

Cartesian :

X 3968738.2052 m Y -4390791.8312 m Z -2371434.0995 m
dX -296.7167 m dY 1140.5559 m dZ -2847.6796 m
sX 0.0252 m sY 0.0279 m sZ 0.0231 m

Geodetic :

Lat 21 58 4.35483 S Lon 47 53 25.00532 W h 854.4039 m
dLat -1 38.55977 dLon 18.97885 dh 95.3129 m
sLat 0.0099 m sLon 0.0064 m sh 0.0426 m

Distance :

Slope 3081.9130 m sSlope 0.0108 m

Rov:FSB00026 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 11:04:32

Cartesian :

X 3968766.2492 m Y -4390879.9414 m Z -2371238.6135 m
dX -268.6727 m dY 1052.4457 m dZ -2652.1936 m
sX 0.0317 m sY 0.0293 m sZ 0.0259 m

Geodetic :

Lat 21 57 57.43797 S Lon 47 53 26.33928 W h 859.3382 m
dLat -1 31.64291 dLon 17.64489 dh 100.2472 m
sLat 0.0100 m sLon 0.0077 m sh 0.0488 m

Distance :

Slope 2866.0003 m sSlope 0.0119 m

Rov:FSB00027 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 11:06:20

Cartesian :

X 3968777.0670 m Y -4390915.1600 m Z -2371159.6299 m
dX -257.8549 m dY 1017.2271 m dZ -2573.2100 m
sX 0.0330 m sY 0.0297 m sZ 0.0260 m

Geodetic :

Lat 21 57 54.65092 S Lon 47 53 26.88260 W h 860.7526 m
dLat -1 28.85586 dLon 17.10157 dh 101.6616 m
sLat 0.0101 m sLon 0.0087 m sh 0.0497 m

Distance :

Slope 2778.9656 m sSlope 0.0122 m

Rov:FSB00028 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 11:08:28

Cartesian :

X 3968793.4378 m Y -4390969.5419 m Z -2371032.5188 m
dX -241.4841 m dY 962.8452 m dZ -2446.0989 m
sX 0.0320 m sY 0.0281 m sZ 0.0243 m

Geodetic :

Lat 21 57 50.19481 S Lon 47 53 27.73015 W h 860.8053 m
dLat -1 24.39975 dLon 16.25402 dh 101.7143 m
sLat 0.0096 m sLon 0.0089 m sh 0.0472 m

Distance :

Slope 2639.8457 m sSlope 0.0116 m

Rov:FSB00029 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 11:10:48

Cartesian :

X 3968810.1441 m Y -4391030.8125 m Z -2370883.7056 m
dX -224.7778 m dY 901.5746 m dZ -2297.2857 m
sX 0.0348 m sY 0.0293 m sZ 0.0255 m

Geodetic :

Lat 21 57 45.01956 S Lon 47 53 28.72999 W h 857.6927 m
dLat -1 19.22450 dLon 15.25418 dh 98.6017 m
sLat 0.0099 m sLon 0.0101 m sh 0.0502 m

Distance :

Slope 2478.0806 m sSlope 0.0122 m

Rov:FSB00030 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 11:13:20

Cartesian :

X 3968825.3882 m Y -4391090.2824 m Z -2370732.9980 m
dX -209.5337 m dY 842.1047 m dZ -2146.5781 m
sX 0.0397 m sY 0.0324 m sZ 0.0279 m

Geodetic :

Lat 21 57 39.81534 S Lon 47 53 29.72553 W h 851.7276 m
dLat -1 14.02028 dLon 14.25864 dh 92.6366 m
sLat 0.0108 m sLon 0.0120 m sh 0.0561 m

Distance :

Slope 2315.3493 m sSlope 0.0134 m

Rov:FSB00031 Ref:DIS 02(Base) AMB:Y* Proc: Init L1 phase 04/07/96 11:17:00

Cartesian :

X 3968848.3631 m Y -4391187.7493 m Z -2370479.0964 m
dX -186.5588 m dY 744.6378 m dZ -1892.6765 m
sX 0.0290 m sY 0.0239 m sZ 0.0196 m

Geodetic :

Lat 21 57 31.09425 S Lon 47 53 31.40906 W h 838.1295 m
dLat -1 5.29919 dLon 12.57511 dh 79.0385 m
sLat 0.0083 m sLon 0.0095 m sh 0.0405 m

Distance :

Slope 2042.4284 m sSlope 0.0098 m

Rov:FSB00032 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 09:42:04

Cartesian :

X 3968875.6710 m Y -4391294.9643 m Z -2370198.1310 m
dX -159.2509 m dY 637.4228 m dZ -1611.7111 m
sX 0.0327 m sY 0.0901 m sZ 0.0311 m

Geodetic :

Lat 21 57 21.43394 S Lon 47 53 33.20829 W h 823.8263 m
dLat -55.63888 dLon 10.77588 dh 64.7353 m
sLat 0.0111 m sLon 0.0423 m sh 0.0908 m

Distance :

Slope 1740.4831 m sSlope 0.0124 m

Rov:FSB00033 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 09:49:08

Cartesian :

X 3968883.7056 m Y -4391329.5146 m Z -2370106.3588 m
dX -151.2163 m dY 602.8725 m dZ -1519.9389 m
sX 0.0217 m sY 0.0565 m sZ 0.0202 m

Geodetic :

Lat 21 57 18.29001 S Lon 47 53 33.80787 W h 818.2840 m
dLat -52.49495 dLon 10.17630 dh 59.1930 m
sLat 0.0086 m sLon 0.0276 m sh 0.0569 m

Distance :

Slope 1642.1132 m sSlope 0.0090 m

Rov:FSB00034 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 09:52:28

Cartesian :

X 3968900.6156 m Y -4391400.7232 m Z -2369920.0964 m
dX -134.3063 m dY 531.6639 m dZ -1333.6765 m
sX 0.0152 m sY 0.0358 m sZ 0.0133 m

Geodetic :

Lat 21 57 11.89432 S Lon 47 53 35.03453 W h 808.1614 m
dLat -46.09926 dLon 8.94964 dh 49.0704 m
sLat 0.0067 m sLon 0.0178 m sh 0.0364 m

Distance :

Slope 1442.0117 m sSlope 0.0069 m

Rov:FSB00035 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 09:55:36

Cartesian :

X 3968917.6163 m Y -4391472.1093 m Z -2369733.8648 m
dX -117.3056 m dY 460.2778 m dZ -1147.4449 m
sX 0.0126 m sY 0.0279 m sZ 0.0108 m

Geodetic :

Lat 21 57 5.49720 S Lon 47 53 36.26297 W h 798.2351 m
dLat -39.70214 dLon 7.72120 dh 39.1441 m
sLat 0.0059 m sLon 0.0142 m sh 0.0286 m

Distance :

Slope 1241.8720 m sSlope 0.0059 m

Rov:FSB00036 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 09:58:44

Cartesian :

X 3968936.1940 m Y -4391545.4585 m Z -2369548.5523 m
dX -98.7279 m dY 386.9286 m dZ -962.1324 m
sX 0.0106 m sY 0.0220 m sZ 0.0089 m

Geodetic :

Lat 21 56 59.09722 S Lon 47 53 37.49648 W h 790.9902 m
dLat -33.30216 dLon 6.48769 dh 31.8992 m
sLat 0.0051 m sLon 0.0114 m sh 0.0227 m

Distance :

Slope 1041.7100 m sSlope 0.0051 m

Rov:FSB00037 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:02:56

Cartesian :

X 3968964.4338 m Y -4391649.9162 m Z -2369290.1581 m
dX -70.4881 m dY 282.4709 m dZ -703.7382 m
sX 0.0147 m sY 0.0196 m sZ 0.0105 m

Geodetic :

Lat 21 56 50.13455 S Lon 47 53 39.20700 W h 783.8526 m
dLat -24.33949 dLon 4.77717 dh 24.7616 m
sLat 0.0078 m sLon 0.0083 m sh 0.0242 m

Distance :

Slope 761.5811 m sSlope 0.0074 m

Rov:FSB00038 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:06:00

Cartesian :

X 3968985.2583 m Y -4391731.1421 m Z -2369086.5929 m
dX -49.6636 m dY 201.2450 m dZ -500.1730 m
sX 0.0230 m sY 0.0303 m sZ 0.0167 m

Geodetic :

Lat 21 56 43.09488 S Lon 47 53 40.56638 W h 776.6192 m
dLat -17.29982 dLon 3.41779 dh 17.5282 m
sLat 0.0122 m sLon 0.0128 m sh 0.0376 m

Distance :

Slope 541.4232 m sSlope 0.0117 m

Rov:FSB00039 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:08:44

Cartesian :

X 3969003.9115 m Y -4391804.4790 m Z -2368901.2868 m
dX -31.0104 m dY 127.9081 m dZ -314.8669 m
sX 0.0224 m sY 0.0293 m sZ 0.0167 m

Geodetic :

Lat 21 56 36.69453 S Lon 47 53 41.79756 W h 769.4373 m
dLat -10.89947 dLon 2.18661 dh 10.3463 m
sLat 0.0120 m sLon 0.0124 m sh 0.0366 m

Distance :

Slope 341.2672 m sSlope 0.0115 m

Rov:FSB00040 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:11:36

Cartesian :

X 3969022.9390 m Y -4391877.9868 m Z -2368716.1055 m
dX -11.9829 m dY 54.4003 m dZ -129.6856 m
sX 0.0245 m sY 0.0316 m sZ 0.0187 m

Geodetic :

Lat 21 56 30.29333 S Lon 47 53 43.02302 W h 762.6587 m
dLat -4.49827 dLon 0.96115 dh 3.5677 m
sLat 0.0131 m sLon 0.0134 m sh 0.0400 m

Distance :

Slope 141.1430 m sSlope 0.0126 m

Rov:FSB00041 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:14:28

Cartesian :

X 3969043.3734 m Y -4391953.3252 m Z -2368531.8859 m
dX 8.4515 m dY -20.9381 m dZ 54.5340 m
sX 0.0247 m sY 0.0314 m sZ 0.0192 m

Geodetic :

Lat 21 56 23.89316 S Lon 47 53 44.25485 W h 758.3805 m
dLat 1.90190 dLon -0.27068 dh -0.7105 m
sLat 0.0133 m sLon 0.0133 m sh 0.0402 m

Distance :

Slope 59.0236 m sSlope 0.0129 m

Rov:FSB00042 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:17:12

Cartesian :

X 3969065.4897 m Y -4392030.3767 m Z -2368348.6319 m
dX 30.5678 m dY -97.9896 m dZ 237.7880 m
sX 0.0238 m sY 0.0299 m sZ 0.0189 m

Geodetic :

Lat 21 56 17.49297 S Lon 47 53 45.48319 W h 756.6944 m
dLat 8.30209 dLon -1.49902 dh -2.3966 m
sLat 0.0128 m sLon 0.0126 m sh 0.0387 m

Distance :

Slope 258.9971 m sSlope 0.0124 m

Rov:FSB00043 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:20:12

Cartesian :

X 3969088.1265 m Y -4392107.9978 m Z -2368165.6072 m
dX 53.2046 m dY -175.6107 m dZ 420.8127 m
sX 0.0252 m sY 0.0310 m sZ 0.0203 m

Geodetic :

Lat 21 56 11.09031 S Lon 47 53 46.71135 W h 755.8160 m
dLat 14.70475 dLon -2.72718 dh -3.2750 m
sLat 0.0134 m sLon 0.0130 m sh 0.0407 m

Distance :

Slope 459.0786 m sSlope 0.0130 m

Rov:FSB00044 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:22:52

Cartesian :

X 3969093.2337 m Y -4392125.9762 m Z -2368123.3675 m
dX 58.3118 m dY -193.5891 m dZ 463.0524 m
sX 0.0267 m sY 0.0324 m sZ 0.0218 m

Geodetic :

Lat 21 56 9.61303 S Lon 47 53 46.99933 W h 755.5857 m
dLat 16.18203 dLon -3.01516 dh -3.5053 m
sLat 0.0142 m sLon 0.0134 m sh 0.0431 m

Distance :

Slope 505.2668 m sSlope 0.0137 m

Rov:FSB00045 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:25:32

Cartesian :

X 3969114.5067 m Y -4392199.1982 m Z -2367951.7255 m
dX 79.5848 m dY -266.8111 m dZ 634.6944 m
sX 0.0130 m sY 0.0165 m sZ 0.0139 m

Geodetic :

Lat 21 56 3.60434 S Lon 47 53 48.15994 W h 755.0912 m
dLat 22.19072 dLon -4.17577 dh -3.9998 m
sLat 0.0074 m sLon 0.0051 m sh 0.0235 m

Distance :

Slope 693.0793 m sSlope 0.0071 m

Rov:FSB00046 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:28:16

Cartesian :

X 3969138.4121 m Y -4392279.8957 m Z -2367763.4561 m
dX 103.4902 m dY -347.5086 m dZ 822.9638 m
sX 0.0132 m sY 0.0170 m sZ 0.0148 m

Geodetic :

Lat 21 55 57.00547 S Lon 47 53 49.42711 W h 755.1738 m
dLat 28.78959 dLon -5.44294 dh -3.9172 m
sLat 0.0079 m sLon 0.0052 m sh 0.0243 m

Distance :

Slope 899.3008 m sSlope 0.0076 m

Rov:FSB00047 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:30:28

Cartesian :

X 3969150.4547 m Y -4392319.4575 m Z -2367672.3346 m
dX 115.5328 m dY -387.0704 m dZ 914.0853 m
sX 0.0149 m sY 0.0191 m sZ 0.0169 m

Geodetic :

Lat 21 55 53.80326 S Lon 47 53 50.03998 W h 755.8573 m
dLat 31.99180 dLon -6.05581 dh -3.2337 m
sLat 0.0090 m sLon 0.0057 m sh 0.0275 m

Distance :

Slope 999.3614 m sSlope 0.0086 m

Rov:FSB00048 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:33:20

Cartesian :

X 3969174.4062 m Y -4392398.7233 m Z -2367490.1581 m
dX 139.4843 m dY -466.3362 m dZ 1096.2618 m
sX 0.0198 m sY 0.0248 m sZ 0.0223 m

Geodetic :

Lat 21 55 47.40064 S Lon 47 53 51.27246 W h 757.2687 m
dLat 38.39442 dLon -7.28829 dh -1.8223 m
sLat 0.0117 m sLon 0.0072 m sh 0.0363 m

Distance :

Slope 1199.4646 m sSlope 0.0113 m

```
#####
# GE_PS PROJECT SETTINGS                                     #
#####
```

Processing software : Leica SKI / Data processing version 2.1
 General header : ARTUR PANTOJA MARQUES
 Project name : Stop and Go - Faixas -3A-P
 Coordinate system : WGS84
 Time : All results in local time (GPS -3.00 hrs)

```
#####
# GE_PP PROCESSING PARAMETERS                               #
#####
```

Cut-off angle (deg) : 20
 Tropospheric model : Hopfield
 Ionospheric model : Standard
 Ephemeris : Broadcast
 Data used : Use Code and Phase
 Phase Frequency : Automatic
 Code Frequency : Automatic
 Limit to resolve ambiguities (km) : 15
 a priori rms (mm) : 30
 Sampling rate for static (sec) : Use all
 Phase processing : Automatic
 Cycle slip detection : Phase check & loss lock flag
 Update rate for kinematic (epoch) : 1
 Min. time to fix amb. - L1 only (min) : 9

```
#####
# GE_SS SATELLITE SELECTION                                 #
#####
```

Manually disabled satellites : None

```
#####
# GE_IC INITIAL COORDINATES                                #
#####
```

Reference :

Point id : DIS 02(Base)
 X 3969034.9219 m Y -4391932.3871 m Z -2368586.4199 m
 Lat 21 56 25.79506 S Lon 47 53 43.98417 W h 759.0910 m

```
#####
# BASELINE RESULTS                                         #
#####
```


Rov:FSB00049 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:36:24

Cartesian :

X 3969202.8914 m Y -4392493.3525 m Z -2367271.1798 m
dX 167.9695 m dY -560.9654 m dZ 1315.2401 m
sX 0.0358 m sY 0.0451 m sZ 0.0413 m

Geodetic :

Lat 21 55 39.71295 S Lon 47 53 52.74660 W h 758.3371 m
dLat 46.08211 dLon -8.76243 dh -0.7539 m
sLat 0.0220 m sLon 0.0131 m sh 0.0661 m

Distance :

Slope 1439.7057 m sSlope 0.0212 m

Rov:FSB00050 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:38:04

Cartesian :

X 3969215.5967 m Y -4392534.9815 m Z -2367176.3096 m
dX 180.6748 m dY -602.5944 m dZ 1410.1103 m
sX 0.0097 m sY 0.0120 m sZ 0.0111 m

Geodetic :

Lat 21 55 36.37367 S Lon 47 53 53.39058 W h 759.4643 m
dLat 49.42139 dLon -9.40641 dh 0.3733 m
sLat 0.0059 m sLon 0.0034 m sh 0.0178 m

Distance :

Slope 1544.0772 m sSlope 0.0057 m

Rov:FSB00051 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:40:12

Cartesian :

X 3969232.9791 m Y -4392588.2776 m Z -2367059.5916 m
dX 198.0572 m dY -655.8905 m dZ 1526.8283 m
sX 0.0084 m sY 0.0102 m sZ 0.0094 m

Geodetic :

Lat 21 55 32.23240 S Lon 47 53 54.18617 W h 763.3744 m
dLat 53.56266 dLon -10.20200 dh 4.2834 m
sLat 0.0050 m sLon 0.0029 m sh 0.0152 m

Distance :

Slope 1673.5064 m sSlope 0.0048 m

Rov:FSB00052 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:42:00

Cartesian :

X 3969248.2747 m Y -4392637.4809 m Z -2366948.7856 m
dX 213.3528 m dY -705.0938 m dZ 1637.6343 m
sX 0.0091 m sY 0.0108 m sZ 0.0100 m

Geodetic :

Lat 21 55 28.32327 S Lon 47 53 54.94010 W h 765.3796 m
dLat 57.47179 dLon -10.95593 dh 6.2886 m
sLat 0.0053 m sLon 0.0030 m sh 0.0162 m

Distance :

Slope 1795.6956 m sSlope 0.0051 m

Rov:FSB00053 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:44:12

Cartesian :

X 3969266.1471 m Y -4392696.3556 m Z -2366812.9554 m
dX 231.2252 m dY -763.9685 m dZ 1773.4645 m
sX 0.0093 m sY 0.0109 m sZ 0.0101 m

Geodetic :

Lat 21 55 23.55141 S Lon 47 53 55.85331 W h 766.3036 m
dLat 1 2.24365 dLon -11.86914 dh 7.2126 m
sLat 0.0053 m sLon 0.0031 m sh 0.0164 m

Distance :

Slope 1944.8109 m sSlope 0.0051 m

Rov:FSB00054 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:47:16

Cartesian :

X 3969290.4840 m Y -4392774.6940 m Z -2366635.8326 m
dX 255.5621 m dY -842.3069 m dZ 1950.5873 m
sX 0.0074 m sY 0.0083 m sZ 0.0077 m

Geodetic :

Lat 21 55 17.30642 S Lon 47 53 57.05402 W h 769.2329 m
dLat 1 8.48864 dLon -13.06985 dh 10.1419 m
sLat 0.0040 m sLon 0.0024 m sh 0.0127 m

Distance :

Slope 2139.9962 m sSlope 0.0040 m

Rov:FSB00055 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:51:12

Cartesian :

X 3969332.2665 m Y -4392899.8551 m Z -2366366.2185 m
dX 297.3446 m dY -967.4680 m dZ 2220.2014 m
sX 0.0102 m sY 0.0113 m sZ 0.0102 m

Geodetic :

Lat 21 55 7.70856 S Lon 47 53 58.89738 W h 780.7214 m
dLat 1 18.08650 dLon -14.91321 dh 21.6304 m
sLat 0.0052 m sLon 0.0032 m sh 0.0173 m

Distance :

Slope 2440.0210 m sSlope 0.0051 m

Rov:FSB00056 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:54:04

Cartesian :

X 3969358.8292 m Y -4392979.2738 m Z -2366195.2070 m
dX 323.9073 m dY -1046.8867 m dZ 2391.2129 m
sX 0.0123 m sY 0.0144 m sZ 0.0115 m

Geodetic :

Lat 21 55 1.62005 S Lon 47 54 0.06572 W h 788.0750 m
dLat 1 24.17501 dLon -16.08155 dh 28.9840 m
sLat 0.0053 m sLon 0.0034 m sh 0.0212 m

Distance :

Slope 2630.3587 m sSlope 0.0051 m

Rov:FSB00057 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 10:57:36

Cartesian :

X 3969389.6117 m Y -4393084.3843 m Z -2365948.6128 m
dX 354.6898 m dY -1151.9972 m dZ 2637.8071 m
sX 0.0100 m sY 0.0117 m sZ 0.0088 m

Geodetic :

Lat 21 54 52.98647 S Lon 47 54 1.72500 W h 787.5344 m
dLat 1 32.80859 dLon -17.74083 dh 28.4434 m
sLat 0.0045 m sLon 0.0033 m sh 0.0169 m

Distance :

Slope 2900.1601 m sSlope 0.0044 m

Rov:FSB00058 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:00:28

Cartesian :

X 3969412.0544 m Y -4393161.9739 m Z -2365765.5607 m
dX 377.1325 m dY -1229.5868 m dZ 2820.8592 m
sX 0.0135 m sY 0.0158 m sZ 0.0114 m

Geodetic :

Lat 21 54 46.58481 S Lon 47 54 2.95703 W h 786.5866 m
dLat 1 39.21025 dLon -18.97286 dh 27.4956 m
sLat 0.0062 m sLon 0.0047 m sh 0.0224 m

Distance :

Slope 3100.2192 m sSlope 0.0061 m

Rov:FSB00059 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:03:08

Cartesian :

X 3969434.5816 m Y -4393239.4998 m Z -2365582.5461 m
dX 399.6597 m dY -1307.1127 m dZ 3003.8738 m
sX 0.0097 m sY 0.0117 m sZ 0.0077 m

Geodetic :

Lat 21 54 40.18417 S Lon 47 54 4.18537 W h 785.6678 m
dLat 1 45.61089 dLon -20.20120 dh 26.5768 m
sLat 0.0047 m sLon 0.0037 m sh 0.0159 m

Distance :

Slope 3300.2317 m sSlope 0.0047 m

Rov:FSB00060 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:05:28

Cartesian :

X 3969452.4127 m Y -4393301.5424 m Z -2365436.1271 m
dX 417.4908 m dY -1369.1553 m dZ 3150.2928 m
sX 0.0057 m sY 0.0067 m sZ 0.0044 m

Geodetic :

Lat 21 54 35.06478 S Lon 47 54 5.17346 W h 784.8311 m
dLat 1 50.73028 dLon -21.18929 dh 25.7401 m
sLat 0.0027 m sLon 0.0022 m sh 0.0092 m

Distance :

Slope 3460.2355 m sSlope 0.0027 m

Rov:FSB00061 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:08:16

Cartesian :

X 3969474.9774 m Y -4393378.8972 m Z -2365253.0927 m
dX 440.0555 m dY -1446.5101 m dZ 3333.3272 m
sX 0.0087 m sY 0.0090 m sZ 0.0055 m

Geodetic :

Lat 21 54 28.66476 S Lon 47 54 6.39677 W h 783.8218 m
dLat 1 57.13030 dLon -22.41260 dh 24.7308 m
sLat 0.0032 m sLon 0.0027 m sh 0.0130 m

Distance :

Slope 3660.2064 m sSlope 0.0031 m

Rov:FSB00062 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:11:20

Cartesian :

X 3969501.1053 m Y -4393465.9897 m Z -2365052.7441 m
dX 466.1834 m dY -1533.6026 m dZ 3533.6758 m
sX 0.0164 m sY 0.0174 m sZ 0.0106 m

Geodetic :

Lat 21 54 21.62593 S Lon 47 54 7.75537 W h 785.2791 m
dLat 2 4.16913 dLon -23.77120 dh 26.1881 m
sLat 0.0067 m sLon 0.0054 m sh 0.0247 m

Distance :

Slope 3880.2227 m sSlope 0.0066 m

Rov:FSB00063 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:14:28

Cartesian :

X 3969529.9501 m Y -4393550.3174 m Z -2364873.6714 m
dX 495.0282 m dY -1617.9303 m dZ 3712.7485 m
sX 0.0060 m sY 0.0060 m sZ 0.0035 m

Geodetic :

Lat 21 54 15.23159 S Lon 47 54 8.97914 W h 794.4676 m
dLat 2 10.56347 dLon -24.99497 dh 35.3766 m
sLat 0.0021 m sLon 0.0018 m sh 0.0087 m

Distance :

Slope 4080.1045 m sSlope 0.0021 m

Rov:FSB00064 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:16:56

Cartesian :

X 3969557.2858 m Y -4393629.7400 m Z -2364706.6430 m
dX 522.3639 m dY -1697.3529 m dZ 3879.7769 m
sX 0.0084 m sY 0.0086 m sZ 0.0050 m

Geodetic :

Lat 21 54 9.25694 S Lon 47 54 10.12733 W h 803.8397 m
dLat 2 16.53812 dLon -26.14316 dh 44.7487 m
sLat 0.0033 m sLon 0.0027 m sh 0.0123 m

Distance :

Slope 4266.9122 m sSlope 0.0033 m

Rov:FSB00065 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:19:36

Cartesian :

X 3969585.8108 m Y -4393713.7867 m Z -2364528.0459 m
dX 550.8889 m dY -1781.3996 m dZ 4058.3740 m
sX 0.0088 m sY 0.0096 m sZ 0.0055 m

Geodetic :

Lat 21 54 2.88210 S Lon 47 54 11.35273 W h 812.8254 m
dLat 2 22.91296 dLon -27.36856 dh 53.7344 m
sLat 0.0042 m sLon 0.0031 m sh 0.0131 m

Distance :

Slope 4466.2358 m sSlope 0.0042 m

Rov:FSB00066 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:20:48

Cartesian :

X 3969589.3321 m Y -4393724.7213 m Z -2364503.8056 m
dX 554.4102 m dY -1792.3342 m dZ 4082.6143 m
sX 0.0082 m sY 0.0089 m sZ 0.0050 m

Geodetic :

Lat 21 54 2.02397 S Lon 47 54 11.51706 W h 813.5021 m
dLat 2 23.77109 dLon -27.53289 dh 54.4111 m
sLat 0.0039 m sLon 0.0029 m sh 0.0121 m

Distance :

Slope 4493.0582 m sSlope 0.0039 m

Rov:FSB00067 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:22:40

Cartesian :

X 3969603.9771 m Y -4393774.0507 m Z -2364388.3111 m
dX 569.0552 m dY -1841.6636 m dZ 4198.1088 m
sX 0.0061 m sY 0.0066 m sZ 0.0036 m

Geodetic :

Lat 21 53 57.97760 S Lon 47 54 12.29047 W h 813.4951 m
dLat 2 27.81746 dLon -28.30630 dh 54.4041 m
sLat 0.0029 m sLon 0.0021 m sh 0.0090 m

Distance :

Slope 4619.4876 m sSlope 0.0029 m

Rov:FSB00068 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:24:28

Cartesian :

X 3969616.3758 m Y -4393820.8264 m Z -2364272.1022 m
dX 581.4539 m dY -1888.4393 m dZ 4314.3177 m
sX 0.0071 m sY 0.0076 m sZ 0.0041 m

Geodetic :

Lat 21 53 53.95091 S Lon 47 54 13.06230 W h 810.0687 m
dLat 2 31.84415 dLon -29.07813 dh 50.9777 m
sLat 0.0034 m sLon 0.0024 m sh 0.0104 m

Distance :

Slope 4745.2744 m sSlope 0.0034 m

Rov:DIS 03 Ref:DIS002 Amb:Y* Proc: Init L1 phase 06/07/96 11:26:40

Cartesian :

X 3969596.3730 m Y -4393779.8462 m Z -2364389.8305 m

dX 561.4511 m dY -1847.4591 m dZ 4196.5894 m

sX 0.0013 m sY 0.0014 m sZ 0.0007 m

Geodetic :

Lat 21 53 58.03309 S Lon 47 54 12.62235 W h 813.3220 m

dLat 2 27.76197 dLon -28.63818 dh 54.2310 m

sLat 0.0006 m sLon 0.0004 m sh 0.0019 m

Distance :

Slope 4619.4908 m sSlope 0.0006 m

Leica

SKI Software

15/04/97 22:20 Page 1

ARTUR PANTOJA MARQUES

View / Edit printout

Project : Stop and Go - Faixas

ANEXO B - TABELAS DE TRANSFORMAÇÕES DE COORDENADAS

Transformação de Datum Geodésico

Elipsóide de origem: WGS - 84

Elipsóide de destino: SAD -69

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
DIS 2 (BASE)	21 56'25.79506"S	47 53'43.98417"W	759,091	21 56'24.06300"S	47 53'42.35756"W	766,377
DIS 1	21 59'27.29416"S	47 53'19.85557"W	822,530	21 59'25.56122"S	47 53'18.22860"W	829,774
PT00001	21 59'24.47363"S	47 53'19.17345"W	822,411	21 59'22.74070"S	47 53'17.54650"W	829,656
FSB00001	21 59'21.22139"S	47 53'17.97497"W	820,696	21 59'19.48847"S	47 53'16.34804"W	827,942
FSB00002	21 59'19.55725"S	47 53'17.36530"W	817,835	21 59'17.82434"S	47 53'15.73838"W	825,082
FSB00003	21 59'16.13417"S	47 53'16.10118"W	812,750	21 59'14.40127"S	47 53'14.47428"W	819,997
FSB00004	21 59'12.56087"S	47 53'14.79516"W	810,185	21 59'10.82798"S	47 53'13.16828"W	817,434
FSB00005	21 59'11.51791"S	47 53'14.42833"W	810,086	21 59'09.78502"S	47 53'12.80145"W	817,335
FSB00006	21 59'09.66714"S	47 53'13.90684"W	810,423	21 59'07.93426"S	47 53'12.27997"W	817,672
FSB00007	21 59'07.10367"S	47 53'13.54867"W	811,451	21 59'05.37080"S	47 53'11.92182"W	818,701
FSB00008	21 59'05.49635"S	47 53'13.48078"W	811,869	21 59'03.76349"S	47 53'11.85393"W	819,120
FSB00009	21 59'03.21253"S	47 53'13.63645"W	812,851	21 59'01.47968"S	47 53'12.00961"W	820,103
FSB00010	21 59'01.92603"S	47 53'13.84702"W	813,375	21 59'00.19319"S	47 53'12.22018"W	820,627
FFSB0001	21 58'59.14132"S	47 53'14.37384"W	814,558	21 58'57.40849"S	47 53'12.74700"W	821,810
PLC00001	21 58'56.95529"S	47 53'14.79662"W	815,594	21 58'55.22247"S	47 53'13.16979"W	822,847
FSB00011	21 58'52.97447"S	47 53'15.56220"W	817,206	21 58'51.24167"S	47 53'13.93537"W	824,460
FSB00012	21 58'51.69402"S	47 53'15.80979"W	817,667	21 58'49.96123"S	47 53'14.18297"W	824,921
FSB00013	21 58'47.21650"S	47 53'16.66922"W	820,783	21 58'45.48373"S	47 53'15.04241"W	828,038
PCL00002	21 58'45.48839"S	47 53'17.00134"W	822,586	21 58'43.75563"S	47 53'15.37453"W	829,841
FSB00014	21 58'41.91918"S	47 53'17.68530"W	827,612	21 58'40.18644"S	47 53'16.05850"W	834,868
FSB00015	21 58'38.12649"S	47 53'18.41782"W	833,701	21 58'36.39377"S	47 53'16.79102"W	840,958
TSP00001	21 58'33.52540"S	47 53'19.30264"W	840,926	21 58'31.79271"S	47 53'17.67585"W	848,184
FSB00016	21 58'30.90989"S	47 53'19.80648"W	843,691	21 58'29.17721"S	47 53'18.17970"W	850,949
FSB00017	21 58'28.70132"S	47 53'20.23973"W	844,739	21 58'26.96865"S	47 53'18.61295"W	851,997
FSB00018	21 58'24.19293"S	47 53'21.10299"W	843,682	21 58'22.46029"S	47 53'19.47622"W	850,942

Transformação de Datum Geodésico

Elipsóide de origem: WGS - 84

Elipsóide de destino: SAD -69

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
FSB00019	21 58'20.85607"S	47 53'21.74282"W	841,899	21 58'19.12344"S	47 53'20.11605"W	849,159
FSB00020	21 58'17.29510"S	47 53'22.43173"W	844,611	21 58'15.56249"S	47 53'20.80497"W	851,873
FSB00021	21 58'15.32803"S	47 53'22.81186"W	846,975	21 58'13.59543"S	47 53'21.18510"W	854,237
FSB00022	21 58'12.74748"S	47 53'23.30903"W	849,775	21 58'11.01490"S	47 53'21.68228"W	857,037
FSB00025	21 58'04.35483"S	47 53'25.00532"W	854,404	21 58'02.62229"S	47 53'23.37858"W	861,668
FSB00026	21 57'57.43797"S	47 53'26.33928"W	859,338	21 57'55.70547"S	47 53'24.71255"W	866,604
FSB00027	21 57'54.65092"S	47 53'26.88260"W	860,753	21 57'52.91843"S	47 53'25.25588"W	868,019
FSB00028	21 57'50.19481"S	47 53'27.73015"W	860,805	21 57'48.46234"S	47 53'26.10344"W	868,072
FSB00029	21 57'45.01956"S	47 53'28.72999"W	857,693	21 57'43.28712"S	47 53'27.10328"W	864,961
FSB00030	21 57'39.81534"S	47 53'29.72553"W	851,728	21 57'38.08292"S	47 53'28.09883"W	858,997
FSB00031	21 57'31.09425"S	47 53'31.40906"W	838,130	21 57'29.36188"S	47 53'29.78237"W	845,401
FSB00032	21 57'21.43394"S	47 53'33.20829"W	823,826	21 57'19.70161"S	47 53'31.58161"W	831,100
FSB00033	21 57'18.29001"S	47 53'33.80787"W	818,284	21 57'16.55770"S	47 53'32.18120"W	825,558
FSB00034	21 57'11.89432"S	47 53'35.03453"W	808,161	21 57'10.16204"S	47 53'33.40786"W	815,437
FSB00035	21 57'05.49720"S	47 53'36.26297"W	798,235	21 57'03.76494"S	47 53'34.63631"W	805,512
FSB00036	21 56'59.09722"S	47 53'37.49648"W	790,990	21 56'57.36500"S	47 53'35.86983"W	798,269
FSB00037	21 56'50.13455"S	47 53'39.20700"W	783,853	21 56'48.40237"S	47 53'37.58036"W	791,133
FSB00038	21 56'43.09488"S	47 53'40.56638"W	776,619	21 56'41.36273"S	47 53'38.93975"W	783,901
FSB00039	21 56'36.69453"S	47 53'41.79756"W	769,437	21 56'34.96241"S	47 53'40.17094"W	776,721
FSB00040	21 56'30.29333"S	47 53'43.02302"W	762,659	21 56'28.56124"S	47 53'41.39641"W	769,944
FSB00041	21 56'23.89316"S	47 53'44.25485"W	758,380	21 56'22.16111"S	47 53'42.62825"W	765,667
FSB00042	21 56'17.49297"S	47 53'45.48319"W	756,694	21 56'15.76095"S	47 53'43.85660"W	763,982
FSB00043	21 56'11.09031"S	47 53'46.71135"W	755,816	21 56'09.35832"S	47 53'45.08477"W	763,105
FSB00044	21 56'09.61303"S	47 53'46.99933"W	755,586	21 56'07.88105"S	47 53'45.37275"W	762,875
FSB00045	21 56'03.60434"S	47 53'48.15994"W	755,091	21 56'01.87239"S	47 53'46.53337"W	762,382

Transformação de Datum Geodésico

Elipsóide de origem: WGS - 84

Elipsóide de destino: SAD -69

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
FSB00046	21 55'57.00547"S	47 53'49.42711"W	755,174	21 55'55.27355"S	47 53'47.80055"W	762,466
FSB00047	21 55'53.80326"S	47 53'50.03998"W	755,857	21 55'52.07136"S	47 53'48.41343"W	763,150
FSB00048	21 55'47.40064"S	47 53'51.27246"W	757,269	21 55'45.66877"S	47 53'49.64592"W	764,563
FSB00049	21 55'39.71295"S	47 53'52.74660"W	758,337	21 55'37.98112"S	47 53'51.12007"W	765,633
FSB00050	21 55'36.37367"S	47 53'53.39058"W	759,464	21 55'34.64186"S	47 53'51.76405"W	766,761
FSB00051	21 55'32.23240"S	47 53'54.18617"W	763,374	21 55'30.50061"S	47 53'52.55965"W	770,672
FSB00052	21 55'28.32327"S	47 53'54.94010"W	765,380	21 55'26.59150"S	47 53'53.31359"W	772,678
FSB00053	21 55'23.55141"S	47 53'55.85331"W	766,304	21 55'21.81967"S	47 53'54.22681"W	773,603
FSB00054	21 55'17.30642"S	47 53'57.05402"W	769,233	21 55'15.57471"S	47 53'55.42753"W	776,534
FSB00055	21 55'07.70856"S	47 53'58.89738"W	780,721	21 55'05.97690"S	47 53'57.27091"W	788,024
FSB00056	21 55'01.62005"S	47 54'00.06572"W	788,075	21 54'59.88842"S	47 53'58.43926"W	795,379
FSB00057	21 54'52.98647"S	47 54'01.72500"W	787,534	21 54'51.25489"S	47 54'00.09855"W	794,840
FSB00058	21 54'46.58481"S	47 54'02.95703"W	786,587	21 54'44.85326"S	47 54'01.33059"W	793,894
FSB00059	21 54'40.18417"S	47 54'04.18537"W	785,668	21 54'38.45265"S	47 54'02.55894"W	792,977
FSB00060	21 54'35.06478"S	47 54'05.17346"W	784,831	21 54'33.33329"S	47 54'03.54704"W	792,141
FSB00061	21 54'28.66476"S	47 54'06.39677"W	783,822	21 54'26.93330"S	47 54'04.77036"W	791,133
FSB00062	21 54'21.62593"S	47 54'07.75537"W	785,279	21 54'19.89451"S	47 54'06.12897"W	792,592
FSB00063	21 54'15.23159"S	47 54'08.97914"W	794,468	21 54'13.50020"S	47 54'07.35275"W	801,782
FSB00064	21 54'09.25694"S	47 54'10.12733"W	803,840	21 54'07.52558"S	47 54'08.50095"W	811,155
FSB00065	21 54'02.88210"S	47 54'11.35273"W	812,825	21 54'01.15078"S	47 54'09.72637"W	820,142
FSB00066	21 54'02.02397"S	47 54'11.51706"W	813,502	21 54'00.29265"S	47 54'09.89070"W	820,819
FSB00067	21 53'57.97760"S	47 54'12.29047"W	813,495	21 53'56.24630"S	47 54'10.66411"W	820,813
FSB00068	21 53'53.95091"S	47 54'13.06230"W	810,069	21 53'52.21963"S	47 54'11.43595"W	817,387
DIS 3	21 53'58.03309"S	47 54'12.62235"W	813,322	21 53'56.30180"S	47 54'10.99599"W	820,640

Transformação de Coordenadas Geodésicas em Planorectangular TM

Elipsóide: SAD 69 Sistema de Projeção Cartográfica:

UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR

Meridiano Central: 45 W Hemisfério S

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	NORTE	ESTE	CONV.MERIDIANA
DIS 2 (BASE)	21 56'24.06300"S	47 53'42.35756"W	766,377	7570979,219	200946,457	+1 04'57.06874"
DIS 1	21 59'25.56122"S	47 53'18.22860"W	829,774	7565406,791	201744,639	+1 04'56.52291"
PT00001	21 59'22.74070"S	47 53'17.54650"W	829,656	7565493,961	201762,576	+1 04'56.13502"
FSB00001	21 59'19.48847"S	47 53'16.34804"W	827,942	7565594,696	201795,083	+1 04'55.53320"
FSB00002	21 59'17.82434"S	47 53'15.73838"W	825,082	7565646,240	201811,614	+1 04'55.22661"
FSB00003	21 59'14.40127"S	47 53'14.47428"W	819,997	7565752,268	201845,906	+1 04'54.59223"
FSB00004	21 59'10.82798"S	47 53'13.16828"W	817,434	7565862,942	201881,314	+1 04'53.93513"
FSB00005	21 59'09.78502"S	47 53'12.80145"W	817,335	7565895,237	201891,236	+1 04'53.74874"
FSB00006	21 59'07.93426"S	47 53'12.27997"W	817,672	7565952,476	201905,128	+1 04'53.46656"
FSB00007	21 59'05.37080"S	47 53'11.92182"W	818,701	7566031,559	201913,919	+1 04'53.21237"
FSB00008	21 59'03.76349"S	47 53'11.85393"W	819,120	7566081,060	201914,934	+1 04'53.11177"
FSB00009	21 59'01.47968"S	47 53'12.00961"W	820,103	7566151,258	201909,138	+1 04'53.06343"
FSB00010	21 59'00.19319"S	47 53'12.22018"W	820,627	7566190,735	201902,347	+1 04'53.08229"
FFSB0001	21 58'57.40849"S	47 53'12.74700"W	821,810	7566276,148	201885,609	+1 04'53.14977"
PLC00001	21 58'55.22247"S	47 53'13.16979"W	822,847	7566343,192	201872,204	+1 04'53.20619"
FSB00011	21 58'51.24167"S	47 53'13.93537"W	824,460	7566465,284	201847,917	+1 04'53.30729"
FSB00012	21 58'49.96123"S	47 53'14.18297"W	824,921	7566504,555	201840,066	+1 04'53.34031"
FSB00013	21 58'45.48373"S	47 53'15.04241"W	828,038	7566641,882	201812,796	+1 04'53.45335"
PCL00002	21 58'43.75563"S	47 53'15.37453"W	829,841	7566694,883	201802,259	+1 04'53.49713"
FSB00014	21 58'40.18644"S	47 53'16.05850"W	834,868	7566804,352	201780,554	+1 04'53.58678"
FSB00015	21 58'36.39377"S	47 53'16.79102"W	840,958	7566920,673	201757,324	+1 04'53.68417"
TSP00001	21 58'31.79271"S	47 53'17.67585"W	848,184	7567061,788	201729,253	+1 04'53.80085"
FSB00016	21 58'29.17721"S	47 53'18.17970"W	850,949	7567142,006	201713,271	+1 04'53.86748"
FSB00017	21 58'26.96865"S	47 53'18.61295"W	851,997	7567209,738	201699,551	+1 04'53.92666"
FSB00018	21 58'22.46029"S	47 53'19.47622"W	850,942	7567348,013	201672,152	+1 04'54.03951"

Transformação de Coordenadas Geodésicas em Planorectangular TM

Elipsóide: SAD 69 Sistema de Projeção Cartográfica:

UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR

Meridiano Central: 45 W Hemisfério S

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	NORTE	ESTE	CONV.MERIDIANA
FSB00019	21 58'19.12344"S	47 53'20.11605"W	849,159	7567450,356	201651,847	+1 04'54.12334"
FSB00020	21 58'15.56249"S	47 53'20.80497"W	851,873	7567559,569	201630,003	+1 04'54.21508"
FSB00021	21 58'13.59543"S	47 53'21.18510"W	854,237	7567619,898	201617,948	+1 04'54.26558"
FSB00022	21 58'11.01490"S	47 53'21.68228"W	857,037	7567699,043	201602,177	+1 04'54.33126"
FSB00025	21 58'02.62229"S	47 53'23.37858"W	861,668	7567956,401	201548,607	+1 04'54.57453"
FSB00026	21 57'55.70547"S	47 53'24.71255"W	866,604	7568168,540	201506,295	+1 04'54.75092"
FSB00027	21 57'52.91843"S	47 53'25.25588"W	868,019	7568254,015	201489,078	+1 04'54.82415"
FSB00028	21 57'48.46234"S	47 53'26.10344"W	868,072	7568390,689	201462,158	+1 04'54.93327"
FSB00029	21 57'43.28712"S	47 53'27.10328"W	864,961	7568549,412	201430,449	+1 04'55.06578"
FSB00030	21 57'38.08292"S	47 53'28.09883"W	858,997	7568709,028	201398,845	+1 04'55.19527"
FSB00031	21 57'29.36188"S	47 53'29.78237"W	845,401	7568976,501	201345,446	+1 04'55.41786"
FSB00032	21 57'19.70161"S	47 53'31.58161"W	831,100	7569272,815	201288,178	+1 04'55.63967"
FSB00033	21 57'16.55770"S	47 53'32.18120"W	825,558	7569369,242	201269,138	+1 04'55.71708"
FSB00034	21 57'10.16204"S	47 53'33.40786"W	815,437	7569565,400	201230,205	+1 04'55.87710"
FSB00035	21 57'03.76494"S	47 53'34.63631"W	805,512	7569761,601	201191,218	+1 04'56.03764"
FSB00036	21 56'57.36500"S	47 53'35.86983"W	798,269	7569957,887	201152,084	+1 04'56.19987"
FSB00037	21 56'48.40237"S	47 53'37.58036"W	791,133	7570232,779	201097,765	+1 04'56.42061"
FSB00038	21 56'41.36273"S	47 53'38.93975"W	783,901	7570448,683	201054,644	+1 04'56.59982"
FSB00039	21 56'34.96241"S	47 53'40.17094"W	776,721	7570644,982	201015,574	+1 04'56.76091"
FSB00040	21 56'28.56124"S	47 53'41.39641"W	769,944	7570841,310	200976,668	+1 04'56.91973"
FSB00041	21 56'22.16111"S	47 53'42.62825"W	765,667	7571037,602	200937,579	+1 04'57.08092"
FSB00042	21 56'15.76095"S	47 53'43.85660"W	763,982	7571233,897	200898,589	+1 04'57.24072"
FSB00043	21 56'09.35832"S	47 53'45.08477"W	763,105	7571430,269	200859,603	+1 04'57.40027"
FSB00044	21 56'07.88105"S	47 53'45.37275"W	762,875	7571475,575	200850,475	+1 04'57.43880"
FSB00045	21 56'01.87239"S	47 53'46.53337"W	762,382	7571659,858	200813,657	+1 04'57.59145"

Transformação de Coordenadas Geodésicas em Planorectangular TM

Elipsóide: SAD 69 Sistema de Projeção Cartográfica:

Meridiano Central:

45 W Hemisfério S

UNIVERSAL TRANSVERSO DE MERCATOR

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	NORTE	ESTE	CONV.MERIDIANA
FSB00046	21 55'55.27355"S	47 53'47.80055"W	762,466	7571862,247	200773,435	+1 04'57.75623"
FSB00047	21 55'52.07136"S	47 53'48.41343"W	763,150	7571960,460	200753,975	+1 04'57.83540"
FSB00048	21 55'45.66877"S	47 53'49.64592"W	764,563	7572156,828	200714,862	+1 04'57.99629"
FSB00049	21 55'37.98112"S	47 53'51.12007"W	765,633	7572392,611	200668,062	+1 04'58.18723"
FSB00050	21 55'34.64186"S	47 53'51.76405"W	766,761	7572495,026	200647,629	+1 04'58.27151"
FSB00051	21 55'30.50061"S	47 53'52.55965"W	770,672	7572622,039	200622,375	+1 04'58.37486"
FSB00052	21 55'26.59150"S	47 53'53.31359"W	772,678	7572741,931	200598,452	+1 04'58.47349"
FSB00053	21 55'21.81967"S	47 53'54.22681"W	773,603	7572888,286	200569,453	+1 04'58.59118"
FSB00054	21 55'15.57471"S	47 53'55.42753"W	776,534	7573079,819	200531,342	+1 04'58.74723"
FSB00055	21 55'05.97690"S	47 53'57.27091"W	788,024	7573374,187	200472,825	+1 04'58.98618"
FSB00056	21 54'59.88842"S	47 53'58.43926"W	795,379	7573560,922	200435,732	+1 04'59.13730"
FSB00057	21 54'51.25489"S	47 54'00.09855"W	794,840	7573825,714	200383,061	+1 04'59.35242"
FSB00058	21 54'44.85326"S	47 54'01.33059"W	793,894	7574022,052	200343,956	+1 04'59.51248"
FSB00059	21 54'38.45265"S	47 54'02.55894"W	792,977	7574218,361	200304,957	+1 04'59.67113"
FSB00060	21 54'33.33329"S	47 54'03.54704"W	792,141	7574375,370	200273,602	+1 04'59.80008"
FSB00061	21 54'26.93330"S	47 54'04.77036"W	791,133	7574571,663	200234,747	+1 04'59.95674"
FSB00062	21 54'19.89451"S	47 54'06.12897"W	792,592	7574787,540	200191,634	+1 05'00.13389"
FSB00063	21 54'13.50020"S	47 54'07.35275"W	801,782	7574983,657	200152,767	+1 05'00.29084"
FSB00064	21 54'07.52558"S	47 54'08.50095"W	811,155	7575166,900	200116,315	+1 05'00.43920"
FSB00065	21 54'01.15078"S	47 54'09.72637"W	820,142	7575362,416	200077,412	+1 05'00.59753"
FSB00066	21 54'00.29265"S	47 54'09.89070"W	820,819	7575388,735	200072,193	+1 05'00.61861"
FSB00067	21 53'56.24630"S	47 54'10.66411"W	820,813	7575512,839	200047,626	+1 05'00.71741"
FSB00068	21 53'52.21963"S	47 54'11.43595"W	817,387	7575636,339	200023,115	+1 05'00.81653"
DIS 3	21 53'56.30180"S	47 54'10.99599"W	820,640	7575510,951	200038,127	+1 05'00.84408"

ANEXO C - RESULTADOS DOS LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)
730,000

Auto Cad	Zero Vertical CT.	
Pto. Visado	Distância	Cotas
DIS-1	0,000	828,456
0	88,843	828,349
2	128,843	828,296
4	168,843	827,862
5	188,843	827,004
6	208,843	825,971
8	248,843	823,800
10	288,843	821,805
12	328,843	819,863
14	368,843	818,478
15	388,843	817,704
16	408,843	817,083
18	448,843	816,237
20	488,843	815,815
22	528,843	815,850
24	568,843	816,136
25	588,843	816,368
26	608,843	816,696
28	648,843	817,207
30	688,843	817,737
32	728,843	818,297
34	768,843	818,849
35	788,843	819,119
36	808,843	819,353
38	848,843	819,956
40	888,843	820,486
42	928,843	821,019
44	968,843	821,542
45	988,843	821,830
46	1008,843	822,088
48	1048,843	822,587
50	1088,843	823,126
52	1128,843	823,589
54	1168,843	824,238
55	1188,843	824,620
56	1208,843	825,059
58	1248,843	826,065
60	1288,843	827,314
62	1328,843	828,783
64	1368,843	830,420
65	1388,843	831,350

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo

Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

730,000

Auto Cad

Zero Vertical CT.

Pto. Visado	Distância	Cotas
66	1408,843	832,266
68	1448,843	834,328
70	1488,843	836,408
72	1528,843	838,445
74	1568,843	840,521
75	1588,843	841,552
76	1608,843	842,546
78	1648,843	844,579
80	1688,843	846,571
82	1728,843	848,166
84	1768,843	849,444
85	1788,843	849,982
86	1808,843	850,383
88	1848,843	850,974
90	1888,843	851,114
91	1908,843	851,105
92	1928,843	851,008
94	1968,843	850,460
95	1988,843	850,072
96	2008,843	849,567
98	2048,843	848,690
100	2088,843	848,263
102	2128,843	848,530
104	2168,843	849,390
105	2188,843	850,033
106	2208,843	850,735
108	2248,843	852,178
110	2288,843	853,549
112	2328,843	854,970
114	2368,843	856,221
115	2388,843	856,753
116	2408,843	857,255
118	2448,843	858,133
120	2488,843	858,712
122	2528,843	859,244
124	2568,843	859,940
125	2588,843	860,337
126	2608,843	860,760
128	2648,843	861,633
130	2688,843	862,490
132	2728,843	863,344

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

Auto Cad

Zero Vertical

CT.

730,000

Pto. Visado	Distância	Cotas
134	2768,843	864,268
135	2788,843	864,696
136	2808,843	865,138
138	2848,843	865,905
140	2888,843	866,490
142	2928,843	866,964
144	2968,843	867,190
145	2988,843	867,196
146	3008,843	867,139
147	3028,843	867,003
148	3048,843	866,802
150	3088,843	866,257
152	3128,843	865,604
154	3168,843	864,726
155	3188,843	864,226
156	3208,843	863,735
158	3248,843	862,599
160	3288,843	861,210
162	3328,843	859,638
164	3368,843	857,859
165	3388,843	856,885
166	3408,843	855,918
168	3448,843	853,952
170	3488,843	851,938
172	3528,843	850,898
174	3568,843	848,144
175	3588,843	846,957
176	3608,843	845,954
178	3648,843	843,912
180	3688,843	841,953
182	3728,843	839,964
184	3768,843	837,938
185	3788,843	836,916
186	3808,843	835,926
188	3848,843	833,938
190	3888,843	831,910
192	3928,843	829,909
194	3968,843	827,885
195	3988,843	826,866
196	4008,843	825,880
198	4048,843	823,877

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

730,000

Auto Cad	Zero Vertical CT.	
Pto. Visado	Distância	Cotas
200	4088,843	821,783
202	4128,843	819,807
204	4168,843	817,784
205	4188,843	816,813
206	4208,843	815,835
208	4248,843	813,843
210	4288,843	811,899
212	4328,843	809,914
214	4368,843	807,940
215	4388,843	806,932
216	4408,843	805,935
218	4448,843	803,972
220	4488,843	801,978
222	4528,843	800,050
224	4568,843	798,759
225	4588,843	798,221
226	4608,843	797,714
228	4648,843	796,756
230	4688,843	795,835
232	4728,843	794,894
234	4768,843	793,870
235	4788,843	793,379
236	4808,843	792,910
238	4848,843	791,974
240	4888,843	790,982
242	4928,843	789,863
244	4968,843	788,661
245	4988,843	788,023
246	5008,843	787,426
248	5048,843	786,034
250	5088,843	784,599
252	5128,843	783,125
254	5168,843	781,667
255	5188,843	780,984
256	5208,843	780,252
258	5248,843	778,791
260	5288,843	777,372
262	5328,843	775,847
264	5368,843	774,478
265	5388,843	773,773
266	5408,843	772,941

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

Auto Cad

Zero Vertical

CT.

730,000

Pto. Visado	Distância	Cotas
268	5448,843	771,566
270	5488,843	770,238
272	5528,843	768,931
274	5568,843	767,826
275	5588,843	767,356
276	5608,843	766,854
278	5648,843	765,907
280	5688,843	765,123
282	5728,843	764,402
284	5768,843	763,875
285	5788,843	763,594
286	5808,843	763,345
288	5848,843	762,907
290	5888,843	762,706
292	5928,843	762,534
294	5968,843	762,314
295	5988,843	762,258
296	6008,843	762,166
298	6048,843	762,034
300	6088,843	761,883
302	6128,843	761,644
304	6168,843	761,435
305	6188,843	761,401
306	6208,843	761,302
308	6248,843	761,205
310	6288,843	767,010
312	6328,843	760,820
314	6368,843	760,723
315	6388,843	760,634
316	6408,843	760,516
318	6448,843	760,455
320	6488,843	760,388
322	6528,843	760,495
324	6568,843	760,655
325	6588,843	760,729
326	6608,843	760,869
328	6648,843	761,123
330	6688,843	761,399
332	6728,843	761,638
334	6768,843	761,931
335	6788,843	762,007

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

730,000

Auto Cad

Zero Vertical CT.

Pto. Visado	Distância	Cotas
336	6808,843	762,205
338	6848,843	762,541
340	6888,843	762,793
342	6928,843	763,065
344	6968,843	763,364
345	6988,843	763,517
346	7008,843	763,629
348	7048,843	763,846
350	7088,843	763,913
352	7128,843	764,326
354	7168,843	764,668
355	7188,843	764,824
356	7208,843	765,028
358	7248,843	765,856
360	7288,843	767,049
362	7328,843	768,349
364	7368,843	769,561
365	7388,843	770,104
366	7408,843	770,537
368	7448,843	771,106
370	7488,843	771,389
372	7528,843	771,632
374	7568,843	771,938
375	7588,843	772,028
376	7608,843	772,210
378	7648,843	772,394
380	7688,843	772,773
382	7728,843	773,260
384	7768,843	773,931
385	7788,843	774,328
386	7808,843	774,803
388	7848,843	775,731
390	7888,843	776,913
392	7928,843	778,289
394	7968,843	779,729
395	7988,843	780,511
396	8008,843	781,373
398	8048,843	783,131
400	8088,843	784,940
402	8128,843	786,755
404	8168,843	788,534

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo

Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

730,000

Auto Cad

Zero Vertical CT.

Pto. Visado	Distância	Cotas
405	8188,843	789,432
406	8208,843	790,269
408	8248,843	792,031
410	8288,843	793,465
412	8328,843	794,218
414	8368,843	794,525
415	8388,843	794,504
416	8408,843	794,395
418	8448,843	794,264
420	8488,843	794,029
422	8528,843	793,808
424	8568,843	793,607
425	8588,843	793,553
426	8608,843	793,439
428	8648,843	793,247
430	8688,843	792,994
432	8728,843	792,868
434	8768,843	792,715
435	8788,843	792,598
436	8808,843	792,469
438	8848,843	792,229
440	8888,843	792,118
442	8928,843	791,969
444	8968,843	791,756
445	8988,843	791,674
446	9008,843	791,450
448	9048,843	791,316
450	9088,843	791,112
452	9128,843	790,909
454	9168,843	790,682
455	9188,843	790,574
456	9208,843	790,470
458	9248,843	790,287
460	9288,843	790,116
462	9328,843	789,905
464	9368,843	789,740
465	9388,843	789,678
466	9408,843	789,587
468	9448,843	789,460
470	9488,843	789,625
472	9528,843	790,281

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo

Método Niv. Geométrico

RN - dis 1 (IGB)

730,000

Auto Cad

Zero Vertical CT.

Pto. Visado	Distância	Cotas
474	9568,843	791,283
475	9588,843	791,983
476	9608,843	792,769
478	9648,843	794,546
480	9688,843	796,537
482	9728,843	798,529
484	9768,843	800,502
485	9788,843	801,505
486	9808,843	802,526
488	9848,843	804,515
490	9888,843	806,517
492	9928,843	808,533
494	9968,843	810,553
495	9988,843	811,519
496	10008,843	812,513
498	10048,843	814,518
500	10088,843	816,494
502	10128,843	818,082
504	10168,843	819,215
505	10188,843	819,675
506	10208,843	819,946
508	10248,843	820,086
510	10288,843	819,808
512	10328,843	819,096

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Trigonométrico - TC - 400

Auto Cad

Zero Vertical CT. 730

Pto. Visado	Distância	Cotas
DIS 1	0,0000	828,4560
0	88,8430	828,3490
1	108,8679	828,3520
2	128,8683	828,2670
5	188,7814	826,9720
6	208,7734	825,9590
10	288,6675	821,7840
Pex. 01	359,8363	818,7540
Pex. 02	472,9653	815,9410
Pex. 03	517,4956	815,8020
Pex. 04	563,9618	816,0700
26	608,4536	816,6820
28	648,4465	817,1880
30	688,4191	817,7120
32	728,3981	818,2720
34	768,3902	818,8290
36	808,4020	819,3310
38	848,3958	819,9380
40	888,3679	820,4910
42	928,3602	821,0060
44	968,3562	821,5480
46	1008,3362	822,0860
48	1048,3056	822,5790
50	1088,2992	823,1250
52	1128,3176	823,5770
53	1148,3088	823,9150
54	1168,3056	824,2230
56	1208,2949	825,0590
58	1248,2754	826,0340
60	1288,2592	827,2940
62	1328,2411	828,7750
65	1388,2096	831,3340
68	1447,6791	834,3210
71	1507,5907	837,4150
74	1567,5219	840,4850
77	1627,4431	843,5120
79	1667,4233	845,5380
81	1707,3741	847,3820
83	1747,3376	848,8080

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Trigonométrico - TC - 400

Auto Cad	Zero Vertical	CT.	730
Pto. Visado	Distância	Cotas	
86	1807,2847	850,3190	
89	1867,2763	851,0220	
92	1927,2849	850,9340	
94	1967,2553	850,3920	
96	2007,2586	849,5030	
99	2067,2591	848,3120	
102	2127,2659	848,4640	
104	2168,2628	849,3510	
107	2227,3001	851,3860	
110	2287,2742	853,4780	
113	2347,2514	855,5560	
116	2407,2305	857,1940	
119	2467,0004	858,4010	
122	2507,2482	858,8420	
123	2520,7801	859,0640	
124	2567,2831	859,8630	
125	2587,2882	860,2550	
130	2687,2919	862,4100	
135	2787,3272	864,6140	
138	2847,3342	865,8280	
140	2887,3259	866,4010	
146	3007,4354	867,0670	
150	3087,4378	866,0140	
154	3167,4486	864,6340	
160	3287,4087	861,1410	
162	3347,3782	858,7290	
165	3387,3255	856,8040	
170	3487,2461	851,8540	
175	3587,1506	846,8770	
180	3687,0615	841,8450	
185	3787,0045	836,8110	
190	3886,9706	831,7840	
195	3986,9187	826,8210	
200	4086,8616	821,7280	
205	4186,8055	816,7680	
210	4286,7840	811,8280	
215	4386,7178	806,8380	
220	4486,6753	801,9010	
221	4506,6791	800,9670	

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Trigonométrico - TC - 400

Auto Cad	Zero Vertical	CT.	730
Pto. Visado	Distância	Cotas	
225	4586,6977	798,1350	
230	4686,7444	795,7400	
235	4786,7717	793,2760	
240	4886,8063	790,8700	
245	4986,8141	787,9410	
247	5026,8398	786,6450	
250	5086,8380	784,5010	
255	5186,7871	780,8890	
260	5286,8097	777,2480	
265	5386,8430	773,6320	
270	5486,8579	770,2240	
273	5546,8625	768,3780	
275	5586,8586	767,3580	
280	5686,8552	765,1150	
285	5786,8737	763,6710	
290	5886,8943	762,7820	
304	6166,9998	761,5020	
310	6287,0687	761,0620	
315	6387,1352	760,6980	
320	6487,2023	760,4320	
325	6587,2812	760,7870	
330	6687,3469	761,4410	
335	6787,4082	762,0510	
340	6887,4974	762,8280	
345	6987,5705	763,5480	
350	7087,6618	763,9450	
355	7187,6840	764,8470	
360	7287,7160	767,0610	
368	7447,7243	771,1180	
370	7487,7377	771,3940	
375	7587,8054	772,0480	
380	7687,8543	772,7870	
385	7787,8870	774,3330	
390	7887,9073	776,9230	
395	7987,8715	780,5160	
400	8087,8587	784,9430	
405	8187,8287	789,4250	
410	8287,8031	793,4590	
414	8367,8287	794,5290	

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método Niv. Trigonométrico - TC - 400

Auto Cad	Zero Vertical	CT.	730
Pto. Visado	Distância	Cotas	
420	8487,8923	794,0570	
425	8587,9179	793,5770	
430	8687,9672	793,0140	
435	8787,9663	792,6140	
440	8887,9763	792,1500	
445	8987,9957	791,6280	
450	9088,5021	791,1030	
456	9208,0461	790,4950	
460	9288,0380	790,1290	
465	9388,0360	789,6900	
470	9488,0463	789,6380	
475	9588,0506	791,9960	
479	9667,9759	795,5580	
485	9787,8895	801,5170	
490	9887,8179	806,5290	
495	9987,7337	811,5270	
500	10087,6311	816,4930	
interm.	10224,5845	819,5050	
A	10307,4662	820,0150	

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método GPS Stop and Go

Auto Cad	Zero Vertical	CT	730
Pto. Visado	sgs Distância	Cotas alt.elipsoid.	
DIS 1	0,0000	822,5300	
PT00001	88,9963	822,4110	
FSB00001	194,8464	820,6960	
FSB00002	248,9764	817,8350	
FSB00003	360,4120	812,7500	
FSB00004	476,6121	810,1850	
FSB00005	510,3969	810,0860	
FSB00006	569,2976	810,4230	
FSB00007	648,8677	811,4510	
FSB00008	698,3791	811,8690	
FSB00009	768,8159	812,8510	
FSB00010	808,8728	813,3750	
FFSB0001	895,9104	814,5580	
PLC00001	964,2814	815,5940	
FSB00011	1088,7656	817,2060	
FSB00012	1128,8136	817,6670	
FSB00013	1268,8221	820,7830	
PCL00002	1322,8603	822,5860	
FSB00014	1434,4604	827,6120	
FSB00015	1553,0783	833,7010	
TSP00001	1696,9582	840,9260	
FSB00016	1778,7527	843,6910	
FSB00017	1847,8604	844,7390	
FSB00018	1988,8238	843,6820	
FSB00019	2093,1616	841,8990	
FSB00020	2204,5377	844,6110	
FSB00021	2266,0593	846,9750	
FSB00022	2346,7604	849,7750	
FSB00025	2609,6346	854,4040	
FSB00026	2825,9521	859,3380	
FSB00027	2913,1439	860,7530	
FSB00028	3052,4438	860,8050	
FSB00029	3214,3032	857,6930	
FSB00030	3377,0179	851,7280	
FSB00031	3649,7692	838,1300	
FSB00032	3951,5665	823,8260	
FSB00033	4049,8553	818,2840	
FSB00034	4249,8396	808,1610	
FSB00035	4449,8767	798,2350	

Artur P. Marques

Dados do Levantamento de Campo pelo
Método GPS - Stop and Go

Auto Cad	Zero Vertical	CT	730
Pto. Visado	sgs Distância	Cotas alt.elipsoid.	
FSB00036	4650,0258	790,9900	
FSB00037	4930,2331	783,8530	
FSB00038	5150,4011	776,6190	
FSB00039	5350,5505	769,4370	
FSB00040	5550,6963	762,6590	
FSB00041	5750,8425	758,3800	
FSB00042	5950,9724	756,6940	
FSB00043	6151,1769	755,8160	
FSB00044	6197,3933	755,5860	
FSB00045	6385,3183	755,0910	
FSB00046	6591,6654	755,1740	
FSB00047	6691,7877	755,8570	
FSB00048	6892,0131	757,2690	
FSB00049	7132,3959	758,3370	
FSB00050	7236,8293	759,4640	
FSB00051	7366,3286	763,3740	
FSB00052	7488,5841	765,3800	
FSB00053	7637,7844	766,3040	
FSB00054	7833,0722	769,2330	
FSB00055	8133,2001	780,7210	
FSB00056	8323,5835	788,0750	
FSB00057	8593,5632	787,5340	
FSB00058	8793,7577	786,5870	
FSB00059	8993,9030	785,6680	
FSB00060	9154,0122	784,8310	
FSB00061	9354,1138	783,8220	
FSB00062	9574,2538	785,2790	
FSB00063	9774,1851	794,4680	
FSB00064	9961,0185	803,8400	
FSB00065	10160,3673	812,8250	
FSB00066	10187,1988	813,5020	
FSB00067	10313,7110	813,4950	
FSB00068	10439,6199	810,0690	
DIS 3	9043,1568	813,3220	

ANEXO D - PLANILHAS DAS REGRESSÕES LINEARES

Pontos para obtenção da reta tangente (regressão linear)

Levantamento Geom. (Base)

Rampas	COORDENADAS		Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
	X (m)	Y (m)					
1	208,8430	825,9710	y= -0,0535357142860 * X + 836,4525623460				
	288,8430	821,8050					
	328,8430	819,8630					
2	608,8430	816,6960	y= 0,0134502747253 * X + 808,4963339460		1	33,0580	296,3972
	688,8430	817,7370					
	928,8430	821,0190					
	1088,8430	823,1260					
3	1388,8430	831,3500	y= 0,0508751968504 * X + 760,6836460670		2	19,4810	263,8614
	1528,8430	838,4450					
	1648,8430	844,5790					
4	1968,8430	850,4600	y= -0,0223250000000 * X + 894,4339199750		3	39,752	288,7143
	1988,8430	850,0720					
	2008,8430	849,5670					
5	2188,8430	849,3900	y= 0,0397571428571 * X + 762,6122371100		4	30,9920	177,9877
	2208,8430	850,7350					
	2288,8430	853,5490					

Levantamento Geom. (Base)

Rampas	COORDENADAS		Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
	X (m)	Y (m)					
6	2448,8430	858,1320	y= 0,0145000000000 * X + 822,6237765000		5	11,9800	151,8747
	2488,0000	858,7120					
			1	X			
			2	Y			
7	2688,8430	862,4900	y= 0,0214168367347 * X + 804,9210292800		6	5,4250	72,1416
	2788,8430	864,6960					
	2848,8430	865,9050	1	X			
			2	Y			
8	3368,8430	857,8590	y= -0,0499834302326 * X + 1026,2907709200		7	38,5720	560,8297
	3488,8430	851,9380					
	3688,8430	841,9530	1	X			
	3968,8430	827,8850	2	Y			
9	4688,8430	795,8350	y= -0,0242650000000 * X + 909,5999420620		8	12,7020	118,6565
	4788,8430	793,3790					
	4888,8430	790,9820	1	X			
			2	Y			
10	5188,8430	780,9840	y= -0,0360550000000 * X + 968,0655676980		9	5,9690	180,4694
	5288,8430	777,3720					
	5388,8430	773,7730	1	X			
			2	Y			
11	5888,8430	762,7060	y= -0,0044739864865 * X + 789,0514688680		10	17,2600	439,0001
	6008,8430	762,1660					
	6168,8430	761,4350	1	X			
			2	Y			

Levantamento Geom. (Base)

COORDENADAS							
Rampas	X (m)	Y (m)	Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
12	6588,8430	760,7290	y= 0,0063900000000 * X + 718,6366265630		11	6,3720	245,9860
	6688,8430	761,3990	X	Y			
	6788,8430	762,0070	1	6500,00 760,17163			
	2	7200,00 764,64463					
13	7288,843	767,0490	y= 0,0253562500000 * X + 582,3924413480		12	13,4940	166,6341
	7368,8430	769,5610	X	Y			
	7448,8430	771,1060	1	7100,00 762,42182			
	2	7450,00 771,29650					
14	7488,8430	771,3890	y= 0,0069200000000 * X + 719,5485397730		13	13,8860	153,3990
	7588,8430	772,0280	X	Y			
	7688,8430	772,7730	1	7300,00 770,06454			
	2	7750,00 773,17854					
15	7988,8430	780,5110	y= 0,0433540000000 * X + 434,2356005780		14	20,0420	329,0580
	8088,8430	784,9400	X	Y			
	8188,8430	789,4320	1	7700,00 768,06140			
	2	8300,00 794,07380					
16	8488,8430	794,0290	y= -0,0048540000000 * X + 835,2202439220		15	26,2900	196,7356
	8688,8430	792,9940	X	Y			
	8888,8430	792,1180	1	8150,00 795,66014			
	2	9580,00 788,71892					
17	9288,8430	790,1160			16	29,2260	290,0879
	9667,9760	795,5580	y= 0,0499236117682 * X + 312,8893167540				
	9787,8900	801,5170	X	Y			
	9887,8180	806,5290	1	9400,00 782,17127			
	9987,7340	811,5270	2	10100,00 817,11780			
	10087,6310	816,4930					

Artur Pantoja marques

Pontos para obtenção da reta tangente (regressão linear)

Levantamento TC - 400

COORDENADAS						Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
Rampas	X (m)	Y (m)		Equação -Reg. Linear				
1	208,7730	825,9590	y=	-0,0477881287518 * X + 835,8215545510				
	288,6680	821,7840		X	Y			
	359,8360	818,7540	1	150,00	828,65334			
			2	400,00	816,70630			
2	608,4540	816,6820	y=	0,0134889068287 * X + 808,4572688950		1	33,5560	299,5793
	688,4190	817,7120		X	Y			
	928,3600	821,0060	1	700,00	817,89950			
	1088,2990	823,1250	2	1100,00	823,29507			
3	1388,2100	831,3340	y=	0,0508688421961 * X + 760,7203594790		2	19,2440	264,2386
	1507,5910	837,4150		X	Y			
	1667,4230	845,5380	1	1300,00	826,84985			
			2	1600,00	842,11051			
4	1967,2550	850,3920	y=	-0,0222227777222 * X + 894,1098705880		3	39,491	283,5089
	2007,2590	849,5030		X	Y			
			1	1900,00	851,88659			
			2	2000,00	849,66432			
5	2168,2630	849,3510	y=	0,0380477921533 * X + 766,7826022770		4	31,6540	175,4259
	2227,3000	851,3860		X	Y			
	2287,2740	853,8780	1	2100,00	846,68297			
			2	2200,00	850,48775			

Levantamento TC - 400

COORDENADAS							
Rampas	X (m)	Y (m)	Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
6	2467,0000	858,4010	y= 0,0109570661896 * X + 831,3699177100		5	12,8720	149,6836
	2507,2480	858,8420					
			X	Y			
	1	2400,00	857,66688				
	2	2500,00	858,76258				
7	2687,2920	862,4100	y= 0,0214258466044 * X + 804,8490371910		6	5,8400	72,7681
	2787,3270	864,6140					
	2847,3340	865,8280	X	Y			
	1	2600,00	860,55624				
	2	2800,00	864,84141				
8	3347,3780	858,7290	y= -0,0499502655208 * X + 1025,9944180200		7	38,6480	557,8144
	3487,2460	851,8740					
	3687,0620	841,8450	X	Y			
	1	3200,00	866,15357				
	2	4400,00	806,21325				
9	4686,7440	795,7400	y= -0,0243424509338 * X + 909,8171445600		8	12,8740	115,4218
	4786,7720	793,2760					
	4886,8060	790,8700	X	Y			
	1	4500,00	800,27612				
	2	5000,00	788,10489				
10	5186,7870	780,8890	y= -0,0362748409316 * X + 969,0346460350		9	6,2570	170,8085
	5286,8100	777,2480					
	5386,8430	773,6320	X	Y			
	1	5050,00	785,84670				
	2	5600,00	765,89554				
11	5886,8940	762,7820	y= -0,0045696986141 * X + 789,6833313530		10	17,3220	435,8200
	6167,0000	761,5020					
			X	Y			
	1	5700,00	763,63605				
	2	6600,00	759,52332				

Levantamento TC - 400

COORDENADAS							
Rampas	X (m)	Y (m)	Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
12	6587,2810	760,7870	y= 0,0063159911765 * X + 719,1891192140		11	6,2300	255,6141
	6687,3470	761,4410					
	6787,4080	762,0510	1	6500,00 760,24306			
			2	7200,00 764,66426			
13	7287,716	767,0610	y= 0,0253545068777 * X + 582,2845545560		12	11,2260	194,6379
	7447,7240	771,1180					
			1	7100,00 762,30155			
			2	7450,00 771,17563			
14	7487,7380	771,3940	y= 0,0069609498877 * X + 719,2580447370		13	12,3510	158,2155
	7587,8050	772,0480					
	7687,8540	772,7870	1	7300,00 770,07298			
			2	7750,00 773,20541			
15	7987,8720	780,5160	y= 0,0433212820737 * X + 434,5440553990		14	19,4700	335,2385
	8087,8590	784,9430					
	8187,8290	789,4250	1	7700,00 768,11793			
	8287,8030	793,4590	2	8300,00 794,11070			
16	8487,8920	794,0570	y= -0,0048814965524 * X + 835,4777074700		15	26,2180	199,0875
	8687,9670	793,0140					
	8887,9760	792,1500	1	8150,00 795,69351			
	9088,5020	791,1030	2	9580,00 788,71297			
	9288,0380	790,1290					
17	9667,9760	795,5580	y= 0,0499236262443 * X + 312,8892535530		16	29,3250	266,1121
	9787,8900	801,5170					
	9887,8100	806,5290	1	9400,00 782,17134			
	9987,7340	811,5270	2	10100,00 817,11788			
	10087,6310	810,4930					

Artur Pantoja marques

Pontos para obtenção da reta tangente (regressão linear)

Levantamento GPS

COORDENADAS							Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
Rampas	X (m)	Y (m)		Equação -Reg. Linear					
1	248,9764	817,8350	y=	-0,0456317370750 * X + 829,1962256230		1	32,6170	305,6289	
	360,4120	812,7500		X	Y				
			1	180,00	820,98251				
			2	400,00	810,94353				
2	648,8677	811,4510	y=	0,0131508092618 * X + 802,8477946650		1	32,6170	305,6289	
	808,8728	813,3750		X	Y				
	1088,7656	817,2060	1	700,00	812,05336				
			2	1100,00	817,31368				
3	1322,8603	822,5860	y=	0,0489553487529 * X + 757,7817461430		2	18,8030	278,7904	
	1553,0783	833,7010		X	Y				
	1696,9582	840,9260	1	1300,00	821,42370				
			2	1600,00	836,11030				
4	1888,8238	843,6820	y=	-0,0170887252750 * X + 877,6684635390		3	36,338	291,8858	
	2093,1616	841,8990		X	Y				
			1	1900,00	845,19989				
			2	2000,00	843,49101				
5	2204,5377	844,6110	y=	0,0364972342593 * X + 764,1942690590		4	29,3320	180,3630	
	2266,0593	846,9750		X	Y				
	2345,7604	849,7750	1	2100,00	840,83846				
			2	2200,00	844,48818				

Levantamento GPS

COORDENADAS							
Rampas	X (m)	Y (m)	Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
***	***	***	y= 0,0000000000000 * X + 0,0000000000		5	***	***
			X	Y			
			1	2400,00 0,00000			
			2	2500,00 0,00000			
7	2609,6346 2825,9521	854,4040 859,3380	y= 0,0228090653784 * X + 794,8806737950		6	***	***
			X	Y			
			1	2600,00 854,18424			
			2	2800,00 858,74606			
8	3377,0179 3951,5665 4249,8396	851,7280 823,8260 808,1610	y= -0,0497334159241 * X + 1019,8498588500		7	38,2450	568,6271
			X	Y			
			1	3200,00 860,70293			
			2	4100,00 815,94285			
9	4768,6780 4930,2331	788,8530 783,8530	y= -0,0309491931855 * X + 936,4397366610		8	11,9950	133,0350
			X	Y			
			1	4500,00 797,16837			
			2	5000,00 781,69377			
10	5188,6790 5350,5505	775,7760 769,4370	y= -0,0391606922775 * X + 978,9682616460		9	5,4110	189,3022
			X	Y			
			1	5050,00 781,20677			
			2	5600,00 759,66838			
11	5988,9970 6197,3933 6385,3183	756,7600 755,5860 755,0910	y= -0,0042369599124 * X + 782,0415282810		10	16,9870	469,0375
			X	Y			
			1	5700,00 757,89086			
			2	6600,00 754,07759			

Levantamento GPS

COORDENADAS							
Rampas	X (m)	Y (m)	Equação -Reg. Linear		Curva	Ângulo (A) °	Compr. (Lc)
12	6591,6654	755,1740	y= 0,0057827512442 * X + 717,1027412650		11	7,3930	252,9718
	6691,7877	755,8570	X	Y			
	7132,3959	758,3370	1	6500,00 754,69062			
			2	6800,00 756,42545			
13	7310,547	763,0650	y= 0,0273416327549 * X + 563,1827086890		12	12,5740	173,5202
	7426,7800	766,2430	X	Y			
			1	7100,00 757,30830			
			2	7450,00 766,87787			
14	7488,5841	765,3800	y= 0,0061930170382 * X + 719,0030710770		13	14,1310	141,1934
	7637,7844	766,3040	X	Y			
			1	7300,00 764,21210			
			2	7700,00 766,68930			
15	7930,9650	773,6200	y= 0,0147728901876 * X + 658,2506743060		14	18,7570	372,4763
	8133,2001	780,7210	X	Y			
	8323,5835	788,0750	1	7700,00 772,00193			
			2	8300,00 780,86566			
16	8593,5632	787,5340	y= -0,0048290444286 * X + 829,0404255780		15	24,9410	205,9226
	8793,7577	786,5870	X	Y			
	9154,0122	784,8310	1	8200,00 789,44226			
			2	9200,00 784,61322			
17	9774,1851	794,4680	y= 0,0501623371410 * X + 304,1720317350		16	29,7340	298,5121
	9961,0185	803,8400	X	Y			
			1	9400,00 775,69800			
			2	10100,00 810,81164			

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- AASHTO - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. (1994). *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets*. Washington, D. C.
- 2- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1994). *NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico*. Rio de Janeiro.
- 3- AMONDEO, A.; CEFALO, R.; MANZONI, G.; ROBERTI, R. (1994). Metodi attuali di rilievo per il catasto stradale. *Le Strade*, n.1300, p.164-167.
- 4- CHOVEIRI, E.M.; LAMM, R.;KLOECKNER, J.H.; MAILAENDER, T. (1994). Safety aspects of individual design elements and their interactions on two-lane highways:International perspective. *Transportation Research Record*, n.1445, p.34-46.
- 5- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. (1971). *Manual Interamericano de Sinalização Rodoviária e Urbana*. Rio de Janeiro.
- 6- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. (1972). *Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem*. Rio de Janeiro.
- 7- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. (1975) Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Normas Suecas para o projeto geométrico das Rodovias* (tradução do original sueco). Rio de Janeiro.
- 8- DORAIS, D.; LACHANCE, R.; DEFAYETTE, A. (1994). Precise road-profiling survey: GPS on a single wheel. *GPS World*, n.3, v.5, p.47-49.
- 9- GERDAN, G.P. (1992). Efficient surveying with the global positioning system. *Surveying and Land Information System*, v.52, n.1, p.35-40.

- 10- GLENNON, J.C.(1988). New and Improved Model of Passing Sight Distance on Two-Lane Highways. *Transportation Research Record*, n.1195, p.132-136.
- 11- HARWOOD, D.W.; GLENNON, J.C. (1989). Passing sight distance design for passenger car and trucks. *Transportation Research Record*, n.1208, p.59-69.
- 12- HARWOOD, D.W.; GLAUZ, W.D.; MASON JR, J.M. (1989). Stopping sight distance design for large trucks. *Transportation Research Record*, n.1208, p.36-46.
- 13- HARWOOD, D.W.; HOBAN, C.J.; WARREN, D.L.(1988). Effective use of passing lanes on two lane highways. *Transportation Research Record*, n.1195, p.79-91.
- 14- HOFMANN-W. B., LICHTENEGGER H., & COLLINS J. (1994). *Global Positioning System - Theory and Practice*. 4.ed. New York, Springer-Verlag.
- 15- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (1995). *Anuário Estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro.
- 16- KABBACH,Jr, F. I. (1984). *Reavaliação das Distâncias de Visibilidade de Parada e dos Comprimentos de Curvas Verticais Requeridos para Projeto de Vias Rurais e Urbanas*. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- 17- KAHMEN, H. & FAIG, W. (1988). *Surveying*. New York, Walter de Gruyter.
- 18- LEICA (1995). *Instrumentos, sistemas y programas*. Switzerland. (Folder) Copyright Leica AG.
- 19- LEICK, A. (1995). *GPS Satellite Surveying*. 2.ed. New York, John Wiley & Sons.
- 20- LOPES, S. C. (1996). *GPS e o Perfil Vertical de Rodovias*. São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- 21- MONICO, J.F.G. & SEGANTINE, P.C.L. (1996). ITRF: Definição, Realizações e Aplicações. *Cartografia e Cadastro*, n.5, p.31-36.
- 22- TAC - TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADIAN. (1986). *Manual of Geometric Design Standards for Canadian Roads*. Metric Edition, Ottawa.

- 23- MINKEL, D.H. (1989). Kinematic GPS land survey - Description of operational test and results. *Journal of Surveying Engineering*, v.115, n.1, p.121-137.
- 24- MUTCD - MANUAL ON UNIFORM TRAFFIC CONTROL DEVICES. (1988). U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Washington, D. C.
- 25- NEUMAN, R.T. (1989). New Approach to Design for stopping Sight Distance. *Transportation Research Record*, n.1208, p.14-22.
- 26- NEWCOMER, J.D. (1990). GPS as fast surveying tool. *Journal of Surveying Engineering*, v.116, n.2, p.75-81.
- 27- SCHOFIELD, W. (1993). *Engineering Surveying: theory and examination problems for students*. 4.ed. Oxford, Butterworth - Heinemann ltd.
- 28- SEEBER, G. (1993). *Satellite Geodesy: foundations, methods, and applications*. New York, Walter de Gruyter.
- 29- SEGANTINE, P. C. L. (1989). *Estudo de Concordância de Curvas Verticais de Vias*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- 30- SEGANTINE, P. C. L. (1995). *Estabelecimento e ajuste de uma Rede Geodésica no Estado de São Paulo, com o sistema NAVSTAR/GPS*. São Paulo. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- 31- SEGANTINE, P. C. L. (1996). *Apostila do curso de atualização em topografia e GPS*. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- 32- UNGUENDOLI, M.; VITTUARI, L. (1994). II GPS nel rilievo stradale. *Le Strade*, n. 1300, p.149-152.
- 33- WOLF, P.R. & BRINKER, R.C. (1994). *Elementary Surveying*. 9ed. New York. Harper Colins College Publishers.