
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

RAIMUNDO NONATO CAMILO NETO

POSICIONAMENTO GEODÉSICO DE ZONAS ESPECIAIS AEROPORTUÁRIAS –
ZEA: UMA METODOLOGIA APLICADA AO AEROPORTO INTERNACIONAL DO
RECIFE/GUARARAPES NO ESTADO DE PERNAMBUCO.

Recife
2018

RAIMUNDO NONATO CAMILO NETO

**POSICIONAMENTO GEODÉSICO DE ZONAS ESPECIAIS AEROPORTUÁRIAS –
ZEA: UMA METODOLOGIA APLICADA AO AEROPORTO INTERNACIONAL DO
RECIFE/GUARARAPES NO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Departamento de Engenharia Cartográfica, do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação.

Área de concentração: Geodésia Aplicada

Orientadora: Prof^ª. Dr. Techn. Andréa de Seixas

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

C183p Camilo Neto, Raimundo Nonato.
Posicionamento geodésico de zonas especiais aeroportuárias – ZEA: uma metodologia aplicada ao Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes no Estado de Pernambuco. / Raimundo Nonato Camilo Neto. - 2018.
190 folhas, il., tabs., abr., sigl. e simb.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. techn. Andréa de Seixas.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2018.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação. 2. Zona especial aeroportuária – ZEA. 3. Plano de zona de proteção de aeródromo – PZPA. 4. Levantamentos geodésicos. I. Seixas, Andréa de (Orientadora). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-323

**“POSICIONAMENTO GEODÉSICO DE ZONAS ESPECIAIS AEROPORTUÁRIAS –
ZEA: UMA METODOLOGIA APLICADA AO AEROPORTO INTERNACIONAL DO
RECIFE/GUARARAPES NO ESTADO DE PERNAMBUCO”**

POR

RAIMUNDO NONATO CAMILO NETO

Defesa de Dissertação defendida em 04/05/2018.

Banca Examinadora:

Profa. Dr. Techn. ANDRÉA DE SEIXAS (ORIENTADORA)

Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dr^a. DANIELLE DE MELLO ROCHA (MEMBRO EXTERNO)

Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. SÍLVIO JACKS DOS ANJOS GARNÉS (MEMBRO INTERNO)

Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dr^a. ANDREA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO (MEMBRO INTERNO)

Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta dissertação aos meus filhos (Renato e João Miguel), esposa (Andreia) e pais (Maria Antônia e José Braga) pelo incentivo, amor e paciência. E a todos aqueles que acreditaram, dando-me sempre força para vencer os meus ideais.

AGRADECIMENTOS

A Deus por mostrar o caminho, fazer em mim sua morada e não permitir que a solidão, o cansaço e o desespero me dominassem, ensinando a ter esperança e amor na vida.

Aos meus filhos (Renato e João Miguel) pelo abraço forte em cada chegada e pela torcida do término dessa etapa de minha vida para poder aproveitar mais o tempo.

A minha esposa (Andreia) pelo apoio, amor, companheirismo, paciência e incentivo na realização dos meus sonhos.

Aos meus pais (Maria Antônia e José Braga) pelo amor, formação moral e apoio.

Esta dissertação não teria sido concluída sem o apoio, dedicação e companheirismo incondicional da Prof^a. Dr. Techn. Andréa de Seixas durante todo o tempo do mestrado.

Ao Professor Dr. Silvio Garnés pelas sugestões e incentivo nesta dissertação.

Às Professoras Danielle Rocha e Andrea Carneiro pelas valorosas contribuições no processo de construção do meu trabalho.

A todos os Professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Departamento de Engenharia Cartográfica – DECart, pelo conhecimento concedido ao longo desses dois anos.

Aos amigos e mestrandos Alex, José Arimatéia e Paulo José, pelas brincadeiras, risadas e apoio que fizeram esta jornada ser mais tranquila.

Aos MSc. Alexandre Souza e MSc. Ermerson Vasconcelos pela amizade, companheirismo e ajuda em todas as etapas do meu curso.

Aos alunos do Curso Técnico em Edificações Denize Barbosa, Evandro Alves e Daniel Bonner por participarem desse projeto e pela dedicação.

Aos Engenheiros Ten. Coronel Ricardo Fernandes Consulin e o Ten. Coronel José Wellington Dias pelo apoio profissional e acreditar no meu potencial.

Aos funcionários e prestadores de serviços do Departamento de Engenharia Cartográfica e da Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, pela atenção e dedicação, em especial a Elisabeth Galdino.

Ao Laboratório de Geodésia (LAGEO) e ao Laboratório de Topografia (LATOP) pela cessão das instrumentações e softwares.

Ao Projeto de Pesquisa intitulado a Geodésia aplicada à discretização de edificações prediais e o estabelecimento de padrões de referência metrológica, PROPESQ/CTG/UFPE.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação, meus agradecimentos.

RESUMO

A Prefeitura Municipal da Cidade do Recife estabeleceu através da Lei nº 16414, de 29 de julho de 1998, a Zona Especial do Aeroporto - ZEA, uma zona de diretrizes específicas que dispõe sobre as condições de Uso e Ocupação do Solo e suas implicações nas áreas de entorno do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes – Gilberto Freyre, em Recife, no Estado de Pernambuco. Neste contexto, a política de desenvolvimento urbano dessas áreas é regulamentada por legislações compartilhadas, e muitas vezes sobrepostas, no que diz respeito principalmente aos interesses de segurança e proteção ao espaço aéreo do Aeroporto. O Comando da Aeronáutica, através da Portaria nº 957/GC3, de 09 de junho de 2015, já dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo, que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas. A ZEA compreende as áreas de entorno do Aeroporto, que requerem tratamento diferenciado quanto à sua ocupação e instalação de usos, visando conter a densidade populacional, limitar os gabaritos máximos das edificações e a compatibilização com a Lei Federal específica da área. A presente Dissertação desenvolve uma análise espacial de um trecho da Zona Especial do Aeroporto e suas implicações, quanto às restrições de ocupação tridimensional, nas áreas de entorno do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes no Estado de Pernambuco. A área de estudo compreende um polígono formado por um trecho da ZEA, localizado entre as ruas Brigadeiro Cyro e Adauto C. Leal, no Bairro de Boa Viagem, no Município do Recife, no Estado de Pernambuco. Para desenvolver o estudo foram necessárias incursões para implantação dos pinos que identificam os vértices virtuais da poligonal da ZEA com a realização de levantamentos por meio do Global Navigation Satellite System – GNSS, método relativo estático e método Real Time Kinematic - RTK e por meio de levantamentos clássicos (com o emprego de Estação Total) para a coleta dos dados dos cruzamentos das ruas, interpretação e identificação do trecho em análise. Nesta Dissertação foi desenvolvida uma metodologia para determinação de coordenadas dos vértices virtuais da poligonal do trecho da ZEA. Além disso, foi elaborado um mapa temático, mostrando a interface entre a ZEA e a Portaria nº 957/GC3/2015. Os resultados obtidos a partir da metodologia desenvolvida na área de estudo determinaram as coordenadas no Sistema Geodésico Local – SGL (SIRGAS2000) dos vértices virtuais da poligonal da ZEA e favoreceram o cumprimento da Lei Municipal nº 16414/1998 e Portaria nº 957/GC3/2015.

Palavras-chave: Zona especial aeroportuária – ZEA. Plano de zona de proteção de aeródromo – PZPA. Levantamentos geodésicos.

ABSTRACT

The Municipality of Recife established through Law nº 16414, of July 29, 1998, the Special Zone of the Airport - ZEA, a zone of specific guidelines that provides on the conditions of Land Use and Occupation and their implications in the areas around the Recife / Guararapes - Gilberto Freyre International Airport, in Recife, in the State of Pernambuco. In this context, the policy of urban development in these areas is regulated by shared and often superimposed legislation, mainly in the interests of safety and protection of the airspace of the Airport. The Aeronautics Command, through Ordinance nº 957/GC3, of June 9, 2015, already provides for restrictions on objects projected in the airspace, which may adversely affect the safety or regularity of air operations. The ZEA comprises the areas surrounding the airport, which require different treatment as to its occupation and installation of uses, aiming to contain the population density, limit the maximum jigs of the buildings and the compatibility with the specific Federal Law of the area. This dissertation develops a spatial analysis of a stretch of the Airport Special Zone and its implications for three-dimensional occupancy restrictions in the surrounding areas of Recife / Guararapes International Airport in the State of Pernambuco. The study area comprises a polygon formed by a section of the ZEA, located between Brigadeiro Cyro and Adauto C. Leal streets, in the Boa Viagem neighborhood, in the Municipality of Recife, State of Pernambuco. In order to develop the study, it was necessary to make the incursions for the implantation of the pins that identify the virtual vertices of the ZEA traverse by conducting surveys through the Global Navigation Satellite System (GNSS), the static method and the Real Time Kinematic method, and through surveys (using Total Station) for the data collection of street crossings, interpretation and identification of the section under analysis. In this dissertation a methodology was developed to determine the coordinates of the virtual vertices of the polygon of the ZEA section. In addition, a thematic map was drawn up, showing the interface between the ZEA and Administrative Rule nº 957/GC3/2015. The results obtained from the methodology developed in the study area determined the coordinates in the Local Geodetic System - SGL (SIRGAS2000) of the virtual vertices of the ZEA traverse and favored compliance with the Municipal Law nº 16414/1998 and Ordinance nº 957/GC3/2015.

Keywords: Airport special zone – ZEA. Aerodrome protection zone plan – PZPA. Geodetic surveys.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Vista superior das superfícies limitadoras de obstáculos	28
Figura 2 -	Cortes das superfícies limitadoras de obstáculos	28
Figura 3 -	Vista superior e de perfil da Área de Aproximação e Cone do PZPA	30
Figura 4 -	Adaptado da Curva de Ruído do Plano de Zona de Proteção de Ruído	31
Figura 5 -	Plano Específico de Zoneamento de Ruído para Recife - PEZR	33
Figura 6 -	Regiões de restrições quanto ao uso e ocupação na cidade do Recife	34
Figura 7 -	Imagem do Programa Cartográfico de Proteção ao Voo	36
Figura 8 -	Vista Aérea das Superfícies componentes do PBZPA	38
Figura 9 -	Corte Longitudinal AA - Superfícies Imaginárias	38
Figura 10 -	Corte Transversal BB - Superfícies Imaginárias	38
Figura 11 -	Vista Aérea das Superfícies de Aproximação	39
Figura 12 -	Superfícies de Aproximação, Corte AA	40
Figura 13 -	Plano Específico de Ruído-PEZR, do Aeroporto Internacional do Recife	42
Figura 14 -	Sistema geodésico geocêntrico e quase geocêntrico	47
Figura 15 -	Altitudes ortométrica, elipsoidal - geométrica e a ondulação Geoidal	48
Figura 16 -	Coordenadas Geodésicas	49
Figura 17 -	Coordenadas Geodésicas	51
Figura 18 -	Ilustração do Posicionamento Relativo	54
Figura 19 -	Ilustração do Posicionamento Relativo cinemático em tempo real - RTK convencional	55
Figura 20 -	Poligonal apoiada	57
Figura 21 -	Esquema do Método de Irradiação 3D	58
Figura 22 -	Combinação do GPS com o taqueômetro eletrônico	60
Figura 23 -	Localização do ponto P a partir da interseção de retas	60
Figura 24 -	Localização do ponto P a partir do ponto médio da interseção de retas	61
Figura 25 -	Localização do ponto P a partir do prolongamento de retas	62
Figura 26 -	Mapa da Área de Estudo com os vértic. de referência plotados no Google Earth (2017), coordenadas UTM SIRGAS2000 em metros e esboço da poligonal do trecho da ZEA em análise	65
Figura 27 -	Procedimentos metodológicos	67
Figura 28 -	Vista da estação BB1 e BS2	70

Figura 29 -	Vista da estação SP3 e PA4	70
Figura 30 -	Vista da estação AB5 e BM6	70
Figura 31 -	Vista da estação MJ7 e JJ8	70
Figura 32 -	Vista da estação JG9 e GA10	71
Figura 33 -	Vista da estação AUX1 e AJ11	71
Figura 34 -	Vista da estação CS1 e CC2	71
Figura 35 -	Vista da estação CV3 e EB4	72
Figura 36 -	Vista da estação BD5 e BA6	72
Figura 37 -	Vista área das estações RBMC-RECF, V12 e V13	73
Figura 38 -	Vértice de referência V12 e V13	74
Figura 39 -	Linhas de Bases do processamento	75
Figura 40 -	Menu AstGeoTop2013	78
Figura 41 -	Apresentação da tela Transformações de Coordenadas do <i>software</i> AstGeoTop2013	79
Figura 42 -	Trecho 01 da ZEA (1º caminhamento) plotados no Google Earth	80
Figura 43 -	Trecho 01 da ZEA (2º caminhamento) plotados no Google Earth	81
Figura 44 -	Ocupação de ponto-objeto com Receptor GNSS	85
Figura 45 -	Imagem dos Dados do RTK para o ponto CS1	87
Figura 46 -	Imagem dos Dados do RTK para o ponto CC2	147
Figura 47 -	Imagem dos Dados do RTK para o ponto CV3	147
Figura 48 -	Imagem dos Dados do RTK para o ponto EB4	148
Figura 49 -	Imagem dos Dados do RTK para o ponto BD5	148
Figura 50 -	Imagem dos Dados do RTK para o ponto BA6	149
Figura 51 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto BB1.....	89
Figura 52 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto BS2	157
Figura 53 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto SP3	157
Figura 54 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto PA4	158
Figura 55 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto AB5	158
Figura 56 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto BM6	159
Figura 57 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto MJ7	159
Figura 58 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto JJ8	159
Figura 59 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto JG9	160
Figura 60 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto GA10	160

Figura 61 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto AUX1	160
Figura 62 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto AJ11	161
Figura 63 -	Imagem dos dados coletados a partir do ponto BF2	161
Figura 64 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de CS1	90
Figura 65 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de CC2	162
Figura 66 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de CV3	162
Figura 67 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de EB4	163
Figura 68 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BD5	163
Figura 69 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BA6	164
Figura 70 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BB1	164
Figura 71 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BS2	165
Figura 72 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de SP3	165
Figura 73 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de PA4	166
Figura 74 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de AB5	166
Figura 75 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BM6	167
Figura 76 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de MJ7	167
Figura 77 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de JJ8	168
Figura 78 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de JG9	168
Figura 79 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de GA10 ..	169
Figura 80 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de AJ11 ...	169
Figura 81 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de AUX.1	170
Figura 82 -	Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BF2	170
Figura 83 -	Determinação do vértice virtual	91
Figura 84 -	Determinação do vértice virtual em cruzamento do tipo T	91
Figura 85 -	Postos-objeto medidos com RTK e utilizados para o cálculo da poligonal (A, B, C e D)	93
Figura 86 -	Cruzamento da Av Boa Viagem com a rua Brig. Cyro e cruzam. da rua Brig. Cyro com a rua Setubal	96
Figura 87 -	Cruzamento da rua Setubal com a Pe. Leandro Camelo e cruzamento da rua Pe. Leandro Camelo com a rua Prof. Augusto Lins e Silva	177
Figura 88 -	Cruzamento da Prof. Augusto Lins e Silva e rua Baltazar Passos e cruz. da rua Baltazar Passos com a rua Maj. Armando S. Melo e cruzamento da rua Major Armando Sousa Melo com a rua João Cardoso Aires	178

Figura 89 -	Cruzamento da João Cardoso Aires com a rua José Hipólito Cardoso e cruzamento da rua José Hipólito Cardoso com a rua General Salgado	178
Figura 90 -	Cruzamento da General Salgado com a rua Almirante Bat. Leão e cruz. da rua Almirante Batista com o prolongamento da rua José H. Cardoso ..	179
Figura 91 -	Cruzamento da rua Sideral com a rua Cosmorama e cruzamento da rua Cosmorama com a rua Copacabana	180
Figura 92 -	Cruzamento da rua Copacabana com a rua Conde Vila Flor, o cruzam. da rua Conde de Vila Flor com a rua Sgt. Valdir Correia e o cruzamento da rua Sgt. Valdir Correia com a rua Eng. Lauro Borba	180
Figura 93 -	Cruzamento da rua Eng. Lauro Borba com a rua Barão de Beberibe, o Cruz. da rua Barão de Beberibe com a rua Waldemar Nery C. Monteiro..	181
Figura 94 -	Cruzamento da rua Waldemar Nery C. Monteiro com a rua Barão de Souza Leão e o Cruzamento da rua Barão de Souza Leão com a rua Dr. Luiz Correia de Oliveira	181
Figura 95 -	Cruzamento Dr. Luiz Correia de Oliveira e rua Barão de Tefé, cruzam. da rua Barão de Tefé com a rua Aranã e rua Aranã com a rua Adalto Leal	182
Figura 96 -	Gabarito dentro da superfície de Aproximação	97
Figura 97 -	Gabarito dentro da superfície de decolagem	97
Figura 98 -	Gabarito dentro da superfície de transição	98
Figura 99 -	Gabarito dentro da superfície horizontal interna	98
Figura 100-	Gabarito dentro da superfície cônica	99
Figura 101-	Gabarito dentro da superfície de proteção do voo visual	99
Figura 102-	Gabarito dentro da superfície horizontal externa	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Quadro Resumo das Legislação.....	44
Tabela 2 -	Classificação dos Métodos de posicionamento.	53
Tabela 3 -	Valores de tolerância para o erro de fechamento linear.....	57
Tabela 4 -	Coordenadas Geodésicas e Planas Retangulares UTM em SIRGAS 2000 das Estações V12 e V13 ajustadas.	75
Tabela 5 -	Coordenadas Geodésicas e Plano Retangulares UTM em SIRGAS 2000 (ajustadas).	76
Tabela 6 -	Desvio Padrão das coord. ajustadas.	77
Tabela 7 -	Coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL (SIRGAS2000) obtidos por receptor GNSS.	78
Tabela 8 -	Coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL (SIRGAS2000) obtidos por estação total.	82
Tabela 9 -	Planilha topográfica planimétrica de cálculo analítico (1º caminhamento) - poligonal apoiada das Estações BI1, BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e BF2.	82
Tabela 10-	Planilha topográfica planimétrica de cálculo analítico (2º caminhamento) - poligonal apoiada das Estações BI1, BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, AJ11 e BF2.	83
Tabela 11-	As coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL a partir da base CS1 (SIRGAS2000).....	86
Tabela 12-	As coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL a partir da base CC2 (SIRGAS2000)	136
Tabela 13-	As coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL a partir da base CV3 (SIRGAS2000)	137
Tabela 14-	As coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL a partir da base EB4 (SIRGAS2000).	139
Tabela 15-	As coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL a partir da base BD5 (SIRGAS2000).	141
Tabela 16-	As coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL a partir da base BA6 (SIRGAS2000)	143
Tabela 17-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a	

	partir da base BB1.	89
Tabela 18-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base BS2. Fonte: Software AstGeoTop 2013	150
Tabela 19-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base SP3. Fonte: Software AstGeoTop 2013	150
Tabela 20-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base PA4. Fonte: Software AstGeoTop 2013	151
Tabela 21-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base AB5. Fonte: Software AstGeoTop 2013	151
Tabela 22-	As Coordenadas Topocêntrica no SGL s e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base BM6. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	152
Tabela 23-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base MJ7. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	152
Tabela 24-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base J7, JJ8. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	153
Tabela 25-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base JG9. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	153
Tabela 26-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base GA10. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	154
Tabela 27-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base AUX1. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	155
Tabela 28-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base AJ11. Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	155
Tabela 29-	As Coordenadas Topocêntricas no SGL e Geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base BF2 . Fonte: Software AstGeoTop 2013.....	156
Tabela 30-	Coordenadas calculadas pela interseção das retas do cruzamento, da poligonal (A, B, C e D), próximo ao ponto CC1.....	92
Tabela 31-	Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Cosmorama e Copacabana, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CC2	171
Tabela 32-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Copacabana e Conde Vila Flor, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CC2	171

Tabela 33-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Conde Vila Flor e Sgt. Valdir Correia, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CV3.....	171
Tabela 34-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Sgt. Valdir Correia e Eng. Lauro Borba, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CV3	172
Tabela 35-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Eng. Lauro Borba e Barão de Beberibe, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto EB4.....	172
Tabela 36-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Barão de Beberibe e Waldemar Nery C. Monyeiro, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto EB4	172
Tabela 37-	Coordenadas calcul. pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Waldemar Nery C. Monteiro e Barão de Souza Leão, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BD5	172
Tabela 38-	Coordenadas calcul. pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Barão de Souza Leão e Dr. Luiz Correia de Oliveira, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BD5	173
Tabela 39-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas doutor Luiz Correia de Oliveira e Barão de Tefé, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BA6	173
Tabela 40-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Barão de Tefé e Aranã, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BA6	173
Tabela 41-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Aranã e Adauto C. Leal, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BA6	173
Tabela 42-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Brig. Cyro e Av. Boa Viagem, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BB1	174
Tabela 43-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Brig. Cyro e Setubal, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BS2	174
Tabela 44-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas setúbal e Pe. Leandro Camelo, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto SP3.	174
Tabela 45-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Pe.	

	Leandro Camelo e Prof. Augusto Lins e Silva, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto PA4.....	175
Tabela 46-	Coordenadas calcul. pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Prof. Augusto Lins e Silva e Baltazar Passos, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto AB5	175
Tabela 47-	Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Baltazar P. e Maj. Armando Melo, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BM6	175
Tabela 48-	Coord. calculadas pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Major Armando Melo e João C. Aires, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto MJ7	175
Tabela 49-	Coordenadas calcul. pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Prof. João Cardoso Aires e José Hipólito Cardoso, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto JJ8	176
Tabela 50-	Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas José Hipólito Cardoso e Gen. Salgado, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto JG9	176
Tabela 51-	Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Gen. Salgado e Alm. Batista Leão, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto GA10	176
Tabela 52-	Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Alm. Batista Leão e prolongamento da rua José Hipólito Cardoso, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto AJ11	176
Tabela 53-	Vértices Virtuais obtidos pelo Método analítico usando a Estação Total.	94
Tabela 54-	Vértice Virtual obtido pelo método analítico usando GNSS.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
COMAR	Comando Aéreo Regional
COMAER	Comando Da Aeronáutica
DAC	Departamento de Aviação Civil
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DGPS	Differential Global Positioning System
ESIG	Programa Cartográfico da Prefeitura Municipal do Recife
GLONASS	Global, Navigation Satellite System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GRS	Geodetic Reference System
ICA	Instituto de Cartografia da Aeronáutica
ITRF	Internacional Terrestrial Reference Frame
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
LUOS	Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife
MDT	Modelos Digitais de Terreno
MMQ	Método dos Mínimos Quadrados
NMM	Nível Médio do Mar
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
ONU	Organização das Nações Unidas
PDGPS	Phase Differential Global Positioning System
PMR	Prefeitura Municipal da Cidade do Recife
PROCAPV	Programa Cartográfico Aeroportuário e de Proteção ao Voo
PBZPA	Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
PTL	Plano Topográfico Local
PZPA	Plano de Zona de Proteção de Aeródromo
PZPANA	Plano de Zona de Proteção de Auxílio à Navegação Aérea
PZPR	Plano de Zona de Proteção de Ruído
PZR	Plano de Zona de Ruído

RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RTK	Real Time Kinematic
SBRF	Código Aeroportuário para o Aeroporto Internacional do Recife (OACI)
SEPLAM	Secretaria de Planejamento Urbano e Ambiental
SCA	Sistema de Controle Ativos
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SGL	Sistema Geodésico Local
SGR	Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
STL	Sistema Topocêntrico Local
ZDE	Zonas de Diretrizes Específicas
ZEА	Zona Especial do Aeroporto
WADGPS	Wide Area Differential Global Positioning System
WGS84	World Geodetic System

LISTA DE SÍMBOLOS

(X, Y, Z)	Coordenadas cartesianas tridimensionais Geocêntricas
φ	Latitude
λ	Longitude
h	Altitude Elipsoidal
H	Altitude Ortométrica
N	Ondulação Geoidal
(x, y, z)	Coordenadas cartesianas tridimensionais Topocêntricas
e	Excentricidade
n	Número de vértices da poligonal
A_c	Ângulo interno corrigido
A_i	Ângulo interno
ΔX_i e ΔY_i	Projeções das coordenadas no eixo X e Y
ΔX e ΔY	Projeções corrigidas das coordenadas no eixo X e Y
D_i	Distância horizontal
A_{zi}	Azimute
ε_L	Erro de fechamento linear;
ε_X e ε_Y	Erros das projeções no eixo X e Y
$C(X_i)$ e $C(Y_i)$	Correções das projeções no eixo X e Y
P	Perímetro da poligonal
L	Comprimento do lado da poligonal
ΔX_c e ΔY_c	Projeções corrigidas no eixo X e Y
X_{i-1} e Y_{i-1}	Coordenadas do vértice
X_i e Y_i	Coordenadas finais no eixo X e Y
a	Semi-eixo maior do elipsóide
b	Semi-eixo menor do elipsóide
h_i	Altura do instrumento
h_s	Altura do Prisma
Z_i	Ângulo zenital.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	OBJETIVOS	25
1.1.1	Objetivo geral	25
1.1.2	Objetivos específicos	25
1.2	ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	25
2	EMBASAMENTO LEGAL, HISTÓRICO E TÉCNICO DA ZEA	27
2.1	LEGISLAÇÕES INTERNACIONAIS	27
2.2	CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA	29
2.3	PORTARIA Nº 1141/GM5, DE 8 DE DEZEMBRO DE 1987	30
2.4	CONSTITUIÇÃO FEDERAL	31
2.5	LEI MUNICIPAL Nº 16176, DE 9 DE ABRIL DE 1996	32
2.6	PORTARIA DAC Nº 232/DGAC, DE 14 DE ABRIL DE 1997	32
2.7	LEI MUNICIPAL Nº 16414, DE 29 DE JULHO DE 1998	34
2.8	REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL	35
2.9	LEI MUNICIPAL Nº 17511, DE 29 DE AGOSTO DE 2008	37
2.10	PORTARIA Nº 256, DE 13 DE MAIO DE 2011	37
2.11	RESOLUÇÃO ANAC Nº 281, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2013	39
2.12	PORTARIA Nº 957/GC3, DE 9 DE JULHO DE 2015	39
2.13	PORTARIA Nº 1255/SIA, DE 20 DE MAIO DE 2016	41
2.14	INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DAS LEGISLAÇÕES A PARTIR DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS	42
3	POSICIONAMENTO GEODÉSICO DE ZEA	45
3.1	SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA	45
3.1.1	Superfícies de Referência	46
3.1.2	Sistema de coordenadas cartesianas tridimensionais geocêntricas (X, Y, Z) e coordenadas geodésicas elipsoidais (ϕ , λ , h)	48
3.1.3	Sistema geodésico local (SGL)	51
3.2	MÉTODOS DE LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS E TOPOGRÁFICOS	52
3.2.1	Método de posicionamento por satélites GNSS	52
3.2.1.1	Método de posicionamento GNSS relativo estático	53
3.2.1.2	Método de posicionamento por GNSS RTK	54
3.2.2	Métodos terrestres de medição com estação total	55
3.2.2.1	Método da poligonação	55
3.2.2.2	Método da irradiação simples 3D	58
3.3	DETERMINAÇÃO GEODÉSICA DOS PONTOS DE LIMITES DA ZEA	59
3.3.1	Levantamento de cruzamentos de vias	59
3.3.2	Definição e interseção de retas	60
4	EXPERIMENTOS E ANÁLISES METODOLÓGICAS	63
4.1	ÁREA DE ESTUDO	63
4.2	MATERIAIS	66
4.3	METODOLOGIA	66
4.4	DEFINIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS PONTOS DE REFERÊNCIA	69

4.4.1	Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos de refer. com GNSS	72
4.4.1.1	Medições com o método relativo estático (trecho 1 e 2)	72
4.4.1.2	Processamento, resultado e análise	75
4.4.2	Definição do sistema geodésico local (SGL)	77
4.4.3	Medição, proces. e análise dos resultados dos pontos de refer. com estação total	79
4.4.3.1	Medições com o método da poligonação (trecho 1)	79
4.4.3.2	Processamento, resultado e análise	81
4.5	DEFINIÇÃO DOS PONTOS-OBJETO	84
4.5.1	Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos-objeto com GNSS método RTK (Trecho 2)	84
4.5.1.1	Medições com o método RTK (trecho 2)	85
4.5.1.2	Processamento, resultado e análise	85
4.5.2	Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos-objeto com a estação total (trecho 1)	88
4.5.2.1	Medições com o método de irradiação 3D (trecho 1)	88
4.5.2.2	Processamento, resultado e análise	88
4.5.3	Delimitação e interpretação dos cruzamentos e eixos de vias	90
4.5.3.1	Método Analítico através do programa auto CAD (Procedimentos e Resultados)	90
4.5.4	Determinação dos vértices do trecho da ZEA	93
4.5.4.1	Método Analítico através do programa auto CAD (Procedimentos e Resultados)	94
4.5.4.2	Estudo qualitativo 3D e análise de gabarito	95
4.5.4.2.1	<i>Estudo Qualitativo 3D</i>	95
4.5.4.2.2	<i>Análise de gabarito</i>	96
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	101
5.1	CONCLUSÕES	101
5.2	RECOMENDAÇÕES	105
	REFERÊNCIAS	107
	APÊNDICE A - MAPA DA INTERFACE ENTRE A ZEA, PBZPA, A ÁREA PATRIMONIAL DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE RECIFE, O PROGRAMA ESIG E O PZR	112
	APÊNDICE B – MAPA MOSTRANDO OS PONTOS DE APOIO GEODÉSICOS NA ÁREA DE ENTORNO DO AEROPORTO	113
	APÊNDICE C - MONOGRAFIAS DOS VÉRTICES IMPLANTADOS COM GNSS	114
	APÊNDICE D - MONOGRAFIAS DOS VÉRTICES IMPLANTADOS COM O MÉTODO DA POLIGONAÇÃO	124
	APÊNDICE E - TABELAS DOS DADOS DE COORD. GEODÉSICAS E TOPOCÊNTRICAS COLETADOS A PARTIR DAS BASES DE REF. (RTK)	136
	APÊNDICE F - FIGURAS CONTENDO OS PONTOS COLETADOS COM	

RTK NOS CRUZAMENTOS DAS BASES CC2, CV3, EB4, BD5 E BA6	147
APÊNDICE G - AS TABELAS CONTENDO OS PONTOS COLETADOS POR IRRADIAÇÃO NOS CRUZAMENTOS DAS BASES BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2	150
APÊNDICE H - AS FIGURAS MOSTRANDO OS DADOS OBTIDOS COM A ESTAÇÃO TOTAL E PROJETADOS NA IMAGEM DO GOOGLE EARTH NOS CRUZAMENTOS DAS BASES BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2	157
APÊNDICE I - DEFINIÇÃO DOS CRUZAMENTOS ATRAVÉS DE MÉTODOS ANALÍTICO UTILIZANDO O PROGRAMA AUTO CAD PARA O ESTABELECIMENTO DOS VÉRTICES VIRTUAIS A PARTIR DOS PONTOS CC2, CV3, EB4, BD5 E BA6, OBTIDOS POR GNSS E A PARTIR DOS PONTOS BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2 COM O USO DE ESTAÇÃO TOTAL	162
APÊNDICE J - TABELAS DAS COORDENADAS CALCULADAS PELA INTERSEÇÃO DAS RETAS DOS CRUZAMENTOS LEVANTADOS, DA POLIGONAL (A, B, C E D), A PARTIR DOS PONTOS CC2, CV3, EB4, BD5 E BA6, OBTIDOS POR GNSS/RTK E A PARTIR DOS PONTOS BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2 OBTIDOS COM O USO DE ESTAÇÃO TOTAL	171
APÊNDICE K - ANÁLISE 3D DOS CRUZAMENTOS DOS VÉRTICES VIRTUAIS VV3 ATÉ O VV11, DO 1º TRECHO, ONDE OS DADOS FORAM OBTIDOS POR ESTAÇÃO TOTAL E DOS CRUZAMENTOS DOS VÉRTICES VIRTUAIS VV1 ATÉ O VV12, DO TRECHO 2, OBTIDO POR RECEPTOR GNSS	177
ANEXO A - COORDENADAS DOS MARCOS ESTABELECIDOS PELO ICA	183
ANEXO B - RELATÓRIO DE V-12	184
ANEXO C - RELATÓRIO DE V-13	185
ANEXO D - DESCRIÇÃO DA POLIGONAL DA ZEA, CONFORME LEI Nº 16414/1998	186
ANEXO E - MONOGRAFIA DA ESTAÇÃO RBMC-REC	190

1 INTRODUÇÃO

O Aeroporto é uma estrutura de engenharia complexa com sistemas construtivos específicos e dotados de instalações necessárias ao apoio de aeronaves, cargas e passageiros. O mesmo é visto também como parâmetro de desenvolvimento econômico, onde traz a opção moderna de integrar as regiões nacionais e internacionais através do transporte modal de pessoas e mercadorias, com a finalidade de formar polos culturais, políticos e sociais, através da geração de empregos e reunir empresas que partilham dos mesmos interesses, numa mesma região.

No Brasil a gestão aeroportuária é feita através de concessão da União Federal, onde a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) administra a maioria dos aeródromos públicos civis e é regulado pelos tratados, convenções e atos internacionais de que seja signatário, além das normas nacionais como o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), leis federais, estaduais e municipais.

A disposição farta de uma infraestrutura básica para atender ou adequar o funcionamento na área de entorno do aeroporto viabiliza um crescimento da malha urbana, onde se transforma uma área antes desocupada e relativamente distante dos centros urbanos em zonas antropizadas como é o caso do Aeroporto Internacional de Recife/Guararapes – Gilberto Freyre. Um fluxo natural de expansão e ocupação urbana é vetorizado na direção dos polos aeroportuários, pois as comunidades buscam usufruir das benfeitorias implantadas próximas ao aeroporto. Com isso comprometem a sua segurança. A ocupação, no entanto, precisa atender a normas específicas relacionadas à segurança.

O crescimento desordenado das grandes cidades vem gerando diversos problemas na infraestrutura urbana. Esses atingem também as proximidades dos aeroportos, provocando conflitos de interesses e a necessidade de impor restrições, por parte de uma gestão adequada, ao uso e ocupação do solo, para evitar ocupações irregulares, que possam limitar ou impedir as operações aéreas, induzindo a sua possível interdição.

Para gerenciar e restringir a ocupação no entorno das regiões aeroportuárias, as autoridades contam com os Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA), que estabelecem os gabaritos para construção ou limites posicionais permitidos, além do Plano de Zona de Ruído (PZR) que defini regiões específicas, no entorno do aeroporto, para tratamento acústico adequado ou uso restrito que não comprometa a segurança, a saúde e o bem estar da população circunvizinha.

A área do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes pertence à União Federal, jurisdicionada ao Comando da Aeronáutica e faz parte da Zona Especial do Aeroporto (ZEA). Essa integra o elenco das Zonas de Diretrizes Específicas (ZDE), a que se referem à Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife, e compreende as áreas de entorno do Aeroporto localizadas no perímetro do território municipal.

Com esse panorama, a Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) participa do processo legal de zoneamento urbano, com o controle da permissão para a instalação de atividades humanas e da fiscalização do uso e ocupação do solo, de forma a prevenir que as implantações de novas atividades possibilitem situações de conflito com os usos preexistentes. A PCR tem a função de trazer limitações por zonas e informar os parâmetros que regulam as áreas restritas ou permitidas para ocupação.

Apesar da atualização dos dados cartográficos do Município do Recife, desde 2006, através do programa ESIG, a área da ZEA ainda não está implantada e os casos de estudos geoespaciais nessa região são realizados pelo Comando da Aeronáutica. Embora o ordenamento da política de desenvolvimento urbano deva recair sobre a administração municipal.

Consultando as normas em vigor supracitadas, percebe-se a falta de metodologia para a implantação dos vértices da ZEA, assim como para identificação dos parâmetros limitadores dos Planos e Zoneamentos específicos no entorno do Aeroporto.

Neste contexto, foi desenvolvida nesta Dissertação uma metodologia de posicionamento geodésico e estudos qualitativo 3D em um trecho da área da Zona Especial do Aeroporto (ZEA), fazendo uso de Métodos Terrestres de Medição e Métodos de Posicionamento por Satélites, para a localização Planialtimétrica vinculada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e estabelecimento de uma infraestrutura de dados geodésicos/topográficos na região do Aeroporto Internacional do Recife.

A identificação das leis, sua aplicação e suas contribuições vinculadas a Geodésia em um estudo de caso real, com a materialização de pontos georreferenciados, possibilita a modernização, facilitando a consulta ou fiscalização de dados cadastrais de imóveis em áreas municipais, proporcionando segurança nos parâmetros urbanísticos para engenharia nas construções novas ou pré-existentes.

1.1 OBJETIVOS

Esta Dissertação tem como objetivos:

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver uma metodologia para o posicionamento e análise espacial de um trecho da Zona Especial do Aeroporto – ZEA, regulamentada pela Lei Municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998) e suas implicações, quanto às restrições de ocupação tridimensional, nas áreas de entorno do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes no Estado de Pernambuco.

1.1.2 Objetivos específicos

- Interpretar e identificar um trecho da ZEA em análise e a área patrimonial da União ocupada pelo Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes;
- Avaliar as legislações urbanísticas municipais e sua relação com as restrições impostas a ZEA;
- Definir uma metodologia para a determinação de coordenadas dos vértices virtuais da poligonal do trecho da ZEA em análise;
- Aplicar a metodologia proposta a um trecho da ZEA do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes; e
- Elaborar um mapa temático mostrando os limites legais da ZEA e respectiva interface com a Portaria nº 957/GC3, de 09 de julho de 2015 (BRASIL, 2015a).

1.2 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por cinco capítulos. No capítulo 1 são apresentados os problemas, as justificativas, os objetivos: geral e específicos.

No capítulo 2 denominado “Embasamento legal, histórico e técnico da ZEA” apresentam-se as normatizações vigentes, a definição legal da Zona Especial do Aeroporto – ZEA, a legislação urbanística, os Planos da Zona de Proteção Aeroportuária e as implicações previstas nas áreas de entorno do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes no estado de Pernambuco.

O capítulo 3: “Posicionamento Geodésico da ZEA” destaca a definição das estruturas geodésicas, o Sistema Geodésico Topocêntrico, as superfícies de referência, a rede de referência, a integração de GNSS e Estação Total, os métodos de levantamentos geodésicos e topográficos como: os métodos de posicionamento por GNSS, o relativo estático, o RTK e os Métodos Terrestres de Medição com Estação Total (a poligonação e irradiação 3D).

O capítulo 4: “Metodologia dos Experimentos, Análises e Discussão dos Resultados” explana a metodologia adotada, a área de estudo, os materiais e os métodos escolhidos, resultados e discussões.

O capítulo 5: “Conclusões e Recomendações” discute os resultados obtidos para cada objetivo proposto e finaliza as questões apresentadas na dissertação, inclusive propondo novas pesquisas a serem estudadas.

Seguindo com as Referências Bibliográficas que apresentam as fontes utilizadas e os respectivos autores, assim como os ANEXOS e os APÊNDICES.

2 EMBASAMENTO LEGAL, HISTÓRICO E TÉCNICO DA ZEA

O estabelecimento da Zona Especial Aeroportuária necessita de um estudo mais completo, que envolva as legislações, abordando os aspectos históricos e embasamento jurídico, até as decisões técnicas, que definem as superfícies limitadoras, as demarcações e métodos a serem utilizados para o enquadramento das áreas dentro de um contexto complexo e compartilhado.

2.1 LEGISLAÇÕES INTERNACIONAIS

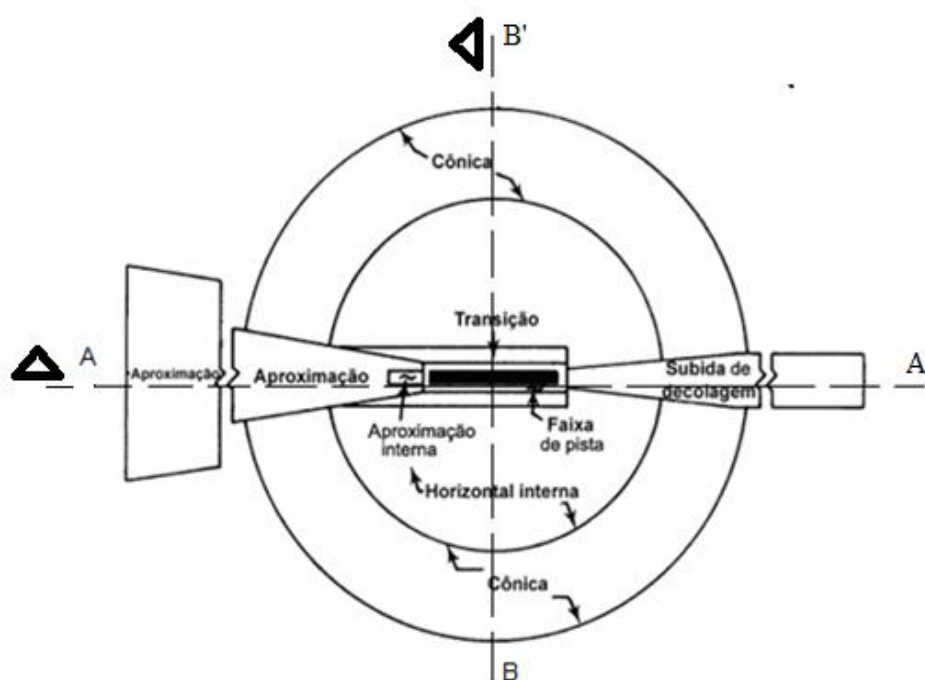
Em 07 de dezembro de 1944 na Conferência Internacional de Aviação Civil, em Chicago, foi promulgada a Convenção de Aviação Civil Internacional, confirmada pelo Brasil, em Washington em 29 de maio de 1945. O documento conhecido como Convenção de Chicago cria a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), que passou a integrar a Organização das Nações Unidas (ONU) e padroniza, através de normas e regulamentações, o desenvolvimento e as diversas atividades envolvidas no âmbito da Aviação Civil de maneira segura e sistemática. Em cumprimento às normas e recomendações estabelecidas em Anexos à Convenção Internacional de Aviação Civil, ratificada pelo Brasil por meio do Decreto Nº 21713, de 27 de agosto 1946 (BRASIL, 1946), em especial ao determinado pelo seu Anexo 14, que trata das restrições e remoções de obstáculos com o objetivo de definir as especificações do espaço aéreo ao redor dos aeródromos, deixam claro, as limitações impostas às implantações de empreendimentos inadequados nas áreas de entorno dos aeródromos.

Esta restrição visa permitir que as operações das aeronaves nos aeródromos sejam realizadas de forma segura e evita que estes se tornem inoperantes pelo crescimento de obstáculos em seu entorno. Isto se consegue, estabelecendo-se uma série de superfícies limitadoras de obstáculos, que definem os limites para os quais os objetos podem se projetar no espaço aéreo (MARTINS et al., 2011).

O anexo 14 (BRASIL, 1946) é parte dos 18 volumes da regulamentação básica que trata das Concepções e Operações de Aeródromos na convenção internacional. Em seu capítulo 4, remoção e restrição de obstáculo, mostra as superfícies limitadoras de obstáculos estabelecidas para cada área do entorno do aeroporto, representados pelas Figuras 1 com a vista de topo, horizontal e a Figura 2 com a análise vertical das áreas com limitações. As Figuras 1 e 2 apresentam, em plano horizontal e vertical, respectivamente, as áreas padronizadas pela Organização Internacional para compor o mosaico de todos os Aeródromos

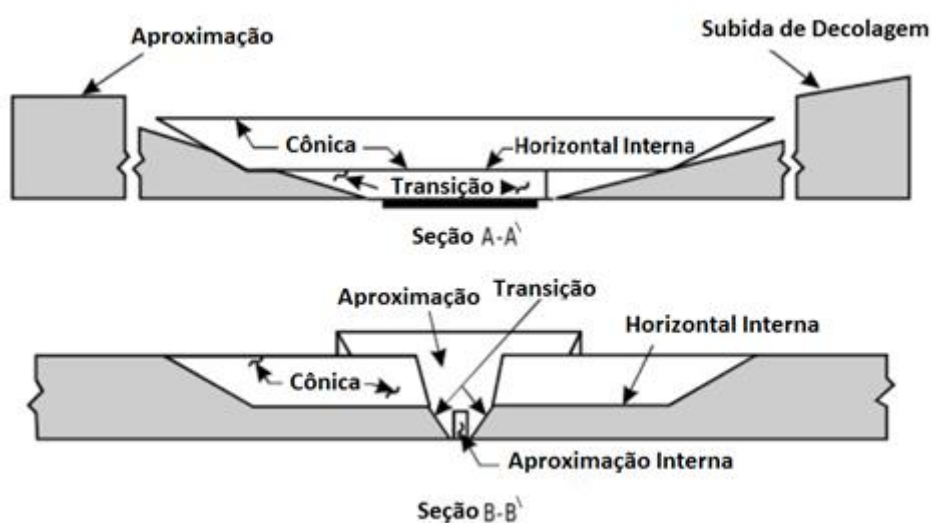
Brasileiros e que é alvo das fiscalizações e controle dos órgãos públicos, pois interferem na segurança e nas operações aéreas. O Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes, assim como todos os Aeroportos das capitais Brasileiras, possui todas as áreas previstas na Convenção de Chicago.

Figura 1 – Vista superior das superfícies limitadoras de obstáculos.



Fonte: adaptado *Internacional Civil Aviation Organization* (2009).

Figura 2 – Cortes das superfícies limitadoras de obstáculos.



Fonte: *Internacional Civil Aviation Organization* (2009).

2.2 CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA

Aprovado pela Lei nº 7565, de 19 de dezembro de 1986 (BRASIL, 1986), que trata dos Planos de Zona de Proteção e de Zoneamento de Ruído, o Código Brasileiro de Aeronáutica, estabelece em seu artigo 43 que as propriedades vizinhas dos aeródromos e das instalações de auxílio à navegação aérea estão sujeitas a restrições especiais, provocando uma especificidade quanto ao uso e ocupação das áreas do entorno do Aeroporto. E em seu parágrafo único, estabelece que as restrições a que se refere este artigo são relativas ao uso das propriedades quanto a edificações, instalações, culturas agrícolas e objetos de natureza permanente ou temporária, bem como a tudo mais que possa embaraçar as operações de aeronave ou causar interferência nos sinais dos auxílios à radio navegação ou dificultar a visibilidade de auxílios visuais.

No artigo 44 da Lei nº 7565/86, a legislação ainda esclarece que as restrições de que trata o artigo anterior artigo 43 são as especificadas pela autoridade aeronáutica, mediante aprovação dos seguintes planos, válidos, respectivamente, para cada tipo de auxílio à navegação aérea:

I - Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos;

II - Plano de Zoneamento de Ruído;

III - Plano Básico de Zona de Proteção de Heliportos;

IV - Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea.

Em seu paragrafo 1º, do artigo 44, o Código Brasileiro Aeronáutico ainda versa sobre a conformidade com as conveniências e peculiaridades de proteção ao voo. A cada aeródromo poderão ser aplicados Planos Específicos, observadas as prescrições, que couberem, dos Planos Básicos. No paragrafo 4, desse mesmo artigo o legislador ainda provoca as Prefeituras Municipais quando responsabiliza as administrações públicas a compatibilizar o zoneamento do uso do solo, nas áreas vizinhas aos aeródromos, às restrições especiais constantes dos Planos Básicos e Específicos.

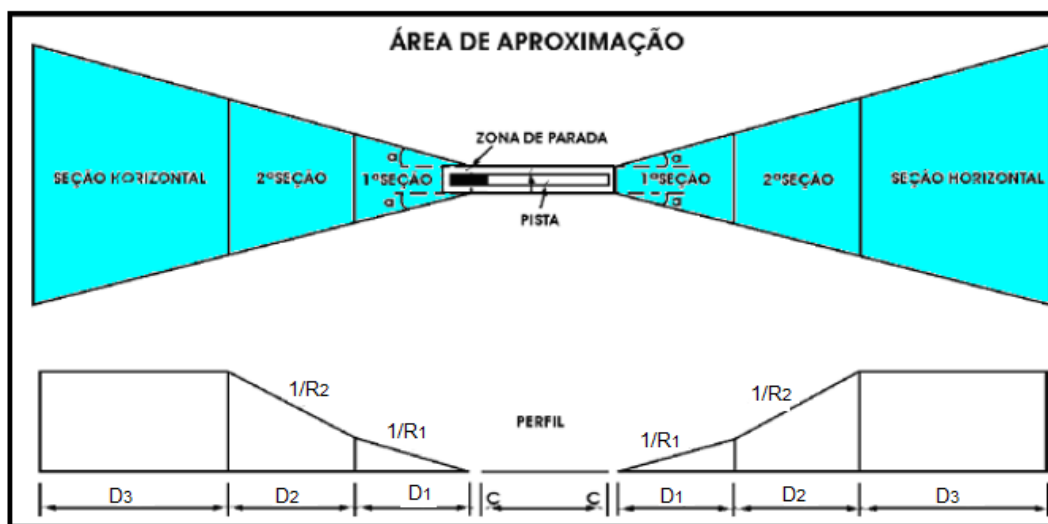
O paragrafo 5 preconiza que as restrições especiais estabelecidas aplicam-se a quaisquer bens, quer sejam privados ou públicos. O artigo 45 informa que a Autoridade Aeronáutica poderá embargar a obra ou construção de qualquer natureza que contrarie os Planos Básicos ou os Específicos de cada aeroporto, ou exigir a eliminação dos obstáculos

levantados e em desacordo com os referidos Planos, posteriormente à sua publicação, por conta e risco do infrator, que não poderá reclamar qualquer indenização.

2.3 PORTARIA Nº 1141/GM5, DE 8 DE DEZEMBRO DE 1987

Neste contexto é publicada a Portaria Nº 1141/GM5, de 8 de Dezembro de 1987 (BRASIL, 1987), do antigo Ministério da Aeronáutica, que trata sobre as Zonas de Proteção e que pretende disciplinar e orientar sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica, principalmente, no que tange às competências e aos Planos Básicos de Zona de Proteção de Aeródromos (PBZPA) e ao Plano de Zona de Proteção de Ruído (PZPR). Naquele momento, o atual Comando da Aeronáutica, que antes tinha *status* de Ministério, normatizava e emitia os pareceres sobre os Zoneamentos, que eram apreciados pelos seus órgãos subordinados chamados de COMAR (Comando Aéreo Regional). A Figura 3, a seguir, descreve as divisões da área de aproximação e seu cone de altura característico, previsto na Portaria Nº 1141/GM5, de 8 de Dezembro de 1987 (BRASIL, 1987).

Figura 3 – Vista Superior e de perfil da Área de Aproximação e Cone do Plano de Zona de Proteção de Aeródromo

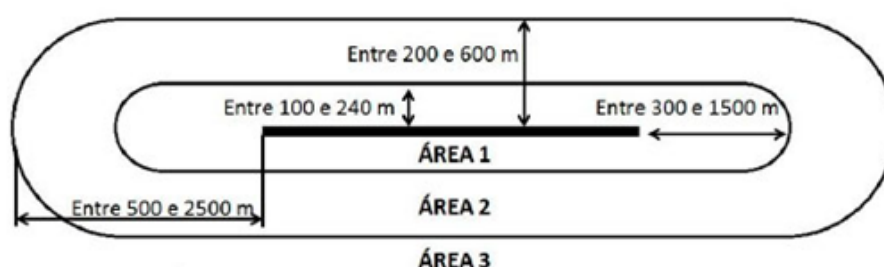


Fonte: Portaria nº 1141/87 (BRASIL, 1987).

As áreas de Aproximação apresentadas na Portaria Nº 1141/GM5/87 (BRASIL, 1987) mostram uma subdivisão de áreas chamadas de seções e que apresentam limitações horizontais e verticais específicas, a partir de um ponto C (Cabeceiras), a uma distância D, característica da região e uma rampa (R) para atingir a limitação de altura, também definida como gabarito máximo que balizam as áreas das Zonas Aeroportuárias. A Portaria Nº

1141/GM5/87 (BRASIL, 1987) ainda apresenta as curvas de ruído como mostra a Figura 4, indicando outra região peculiar da área de segurança ao redor dos Aeroportos e que diz respeito à proteção de ruído causado pelos motores das aeronaves, baseadas no porte e característica da pista de pouso. Essa delimitação foi a princípio, estabelecida para todos os aeroportos brasileiros, e os dados variavam com as dimensões das pistas de pouso e os tipos de aeronaves permitidas para operar naquele aeródromo. Posteriormente, foram elaborados planos específicos para cada aeroporto.

Figura 4 - Adaptado da Curva de Ruído do Plano de Zona de Proteção de Ruído.



Fonte: Portaria nº 1141/87 (BRASIL, 1987).

2.4 CONSTITUIÇÃO FEDERAL

Observando a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988), o poder público Municipal apresenta a maior parcela de responsabilidade na fiscalização e no acompanhamento da ocupação das áreas localizadas no entorno dos aeródromos, frente ao parcelamento e uso do solo urbano e a atuação quanto à elaboração do Plano Diretor do Município. A Prefeitura Municipal deve cumprir as exigências quanto ao uso que é determinado com base em legislação específica, como Código Brasileiro de Aeronáutica, portarias e resoluções, em sua maioria do Comando da Aeronáutica, que pretende salvaguardar o sítio aeroportuário frente às grandes ameaças para o desenvolvimento, à operação dos aeródromos e ao bem-estar da população.

Em seu artigo 30 a Constituição Federal (BRASIL, 1988) dispõe que compete aos Municípios, entre outros aspectos:

- I - legislar sobre assuntos de interesse local;*
- II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, e*
- VIII - promover, no que couber adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.*

Este artigo 30 estipula que a responsabilidade pelo planejamento urbano, estruturação, ordenamento e controle do uso do solo urbano recaia sobre os governos municipais, que devem também observar os dispositivos normativos constantes da legislação federal sobre o assunto (BRASIL, 1988).

Em seu artigo 182, a Constituição Federal trata da política de desenvolvimento urbano que deve ser executada pelo poder público Municipal e tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (BRASIL, 1988).

2.5 LEI MUNICIPAL Nº 16176, DE 9 DE ABRIL DE 1996

A lei Municipal nº 16176/96 (RECIFE, 1996), define as normas gerais para o desenvolvimento da cidade e estabelece as regras de localização, das funções e atividades urbanas, em consonância com as diretrizes do plano diretor.

A Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) da Cidade do Recife (RECIFE, 1996) esclarece em seu artigo 13, inciso V, que a Zona Especial do Aeroporto - ZEA faz parte das Zonas de Diretrizes Específicas – ZDE, onde englobam as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo. As ZDE são unidades urbanas que compõe a divisão territorial do Município, conforme zoneamento.

Em seu Artigo 25, a Lei Municipal nº 16176/96 (RECIFE, 1996) estabelece que a ZEA compreende as áreas de entorno do Aeroporto dos Guararapes que requerem tratamento diferenciado quanto à sua ocupação e instalação de usos, visando conter a densidade populacional e a compatibilização com a Lei Federal específica da área. Em seu parágrafo único o artigo informa ainda que a Secretaria de Planejamento Urbano e Ambiental - SEPLAM elaborará lei específica para os fins previstos no "caput" daquele artigo submetendo-a a aprovação da Prefeitura Municipal da Cidade do Recife.

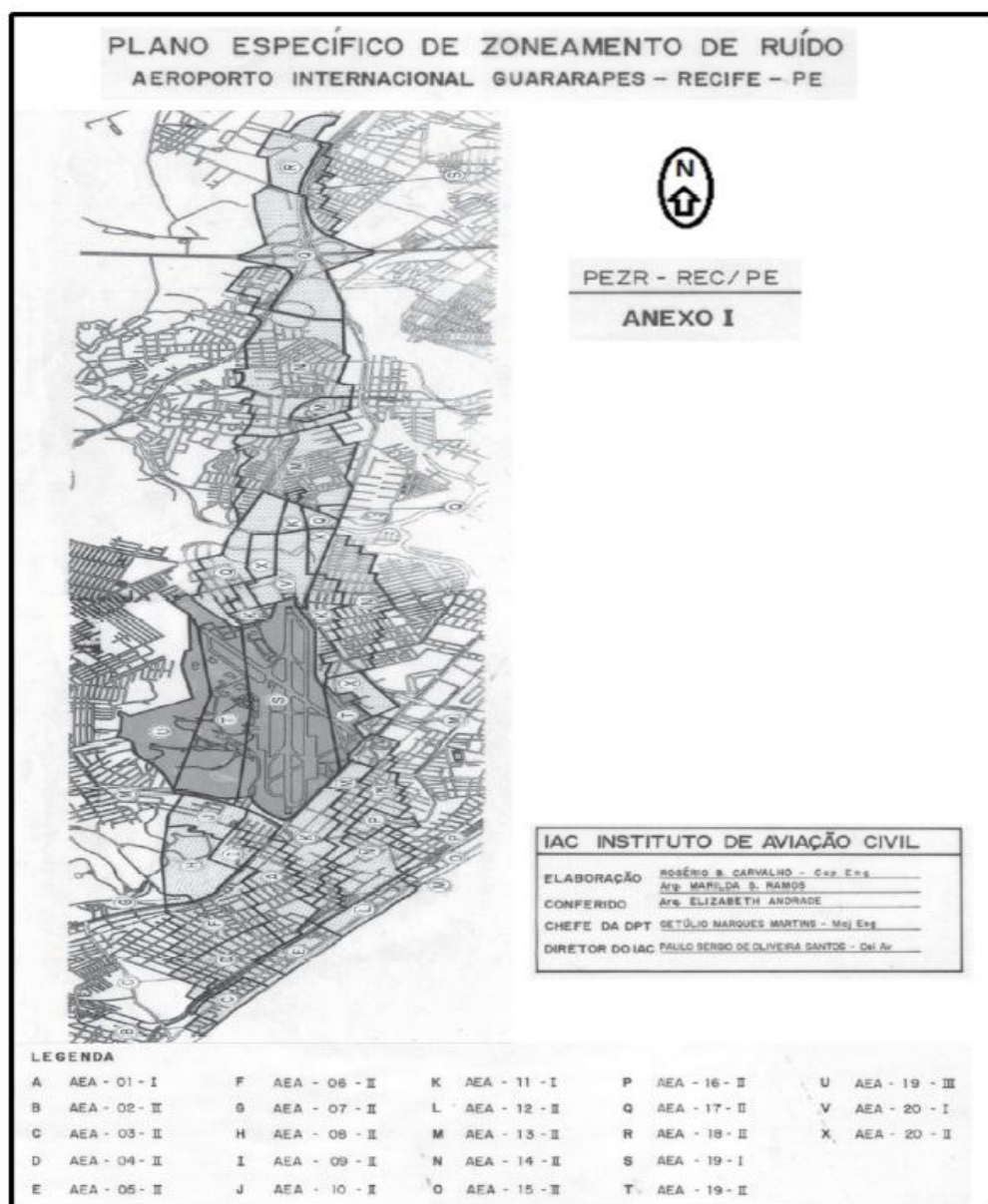
2.6 PORTARIA DAC Nº 232/DGAC, DE 14 DE ABRIL DE 1997

Em 1997, o Departamento de Aviação Civil (DAC), departamento do antigo Ministério da Aeronáutica, aprova o Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Internacional dos Guararapes – PE e estabelece as restrições ao uso do solo através da Portaria

DAC nº 232/DGAC/97 (BRASIL, 1997). As restrições são especificadas através de áreas denominadas “Áreas Especiais Aeroportuárias”.

A Portaria nº 232/DGAC/97 (BRASIL, 1997), além de normatizar o Plano de Ruído do Recife, orienta, através de seu artigo 4º, que a Prefeitura da Cidade do Recife compatibilize o zoneamento do uso do solo, conforme a Figura 5, frente à limitação do Plano de Ruído do Aeroporto Internacional de Recife (BRASIL, 1997).

Figura 5 – Plano Específico de Zoneamento de Ruído para Recife – PEZR.



Fonte: adaptado da Portaria DAC nº 232/DGAC/97 (BRASIL, 1997).

A utilização de letras em determinadas regiões da Figura 6 indicam, no anexo VII da Portaria DAC nº 232/DGAC/97 (BRASIL, 1997), a correspondência de restrições quanto à característica do uso, sendo permitida ou proibida determinada atividade de acordo com a localização.

Figura 6 – Regiões de restrições quanto ao uso e ocupação na cidade do Recife.

MUNICÍPIO DO RECIFE		
AREAS	BAIRRO	USOS DO SOLO PROIBIDOS
K	IPSEP e Ibura	Habitacional, serviços de educação, saúde, cultura e de culto religioso
L	Boa Viagem	Habitacional em condomínio horizontal, serviços de educação, saúde, cultura e culto religioso
M	Boa Viagem, Imbiribeira, Areias e Estância	Habitacional multifamiliar ou em condomínio horizontal, serviços de educação, saúde, cultura e culto religioso
N	Boa Viagem e Jardim São Paulo	Habitacional em condomínio horizontal, serviços de educação, saúde, cultura e culto religioso
O	Boa Viagem	
P	Boa Viagem	
Q	Ibura e CEASA	Habitacional, serviços de educação, saúde, cultura e de culto religioso
R	Cidade Universitária	Habitacional em condomínio horizontal, serviços de saúde, cultura e culto religioso
S	Área patrimonial do Aeroporto	Habitacional, serviços de educação, saúde, cultura e culto religioso
T		Sem restrição
U		Sem restrição
V	Área de expansão do aeroporto	Habitacional, serviços de educação, saúde, cultura e
X		culto religioso

Fonte: Portaria DAC nº 232/DGAC/97 (BRASIL, 1997).

2.7 LEI MUNICIPAL Nº 16414, DE 29 DE JULHO DE 1998

O Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre (SBRF) e seu entorno ocupam áreas do perímetro urbano, sob a responsabilidade de ordenamento territorial do Município do Recife e sujeitas à legislação específica para seu uso e ocupação (ANEXO D). A Prefeitura Municipal da Cidade do Recife aprova a Lei nº 16414, de 29 de Julho de 1998 (RECIFE, 1998), que dispõem sobre as condições de Uso e Ocupação do Solo na Zona Especial do Aeroporto - ZEA e dá outras providências. Em seu Art. 2 a Lei esclarece que a Zona Especial do Aeroporto, tem seu perímetro externo descrito e delimitado em conformidade com a Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife - LUOS (BRASIL, 1996) e a Portaria DAC nº 232/DGAC, de 14 de abril de 1997 (BRASIL, 1997), do Departamento de Aviação Civil do Ministério da Aeronáutica.

A legenda e a delimitação das áreas expostas na Figura 5 foram utilizadas como base de dados para a elaboração da Lei Municipal nº 16414/1998 (RECIFE, 1998) e indicam a condição de ruído exposta na região, e com isso o ente público pode determinar o tipo de

ocupação que será permitida, seu uso e tipo de atividade que poderá ser exercida naquela área ou tipo de tratamento acústico indicado para aprovação.

2.8 REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL

Em 2005 é criada a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC através da Lei nº 11182, de 27 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005a), no lugar do antigo DAC (Departamento de Aviação Civil) da Aeronáutica, que é extinto. Cabe à ANAC adotar as medidas necessárias para o atendimento do interesse público e para o desenvolvimento e fomento da aviação civil, da infraestrutura aeronáutica e aeroportuária do País, no que diz respeito também ao uso e ocupação do solo, no aspecto de legislar sobre o ruído (BRASIL, 2005a).

Desde então, a ANAC estabelece os regulamentos para os operadores de aeródromos, os requisitos de elaboração e aplicação do Plano de Zoneamento de Ruído – PZR e define critérios técnicos aplicáveis na análise de questões relacionadas ao ruído aeronáutico na aviação civil. A agência define o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), como o documento pelo qual a autoridade aeronáutica estabelece as normas para a ocupação ordenada das áreas no entorno dos aeroportos, sujeitas aos efeitos do ruído aeronáutico. Este plano visa compatibilizar o desenvolvimento das diversas atividades urbanas ou rurais ali situadas com os níveis do ruído aeronáutico. É composto pelas curvas de nível de ruído e pelo zoneamento das áreas delimitadas por estas curvas, nas quais são definidas as condições para seu aproveitamento.

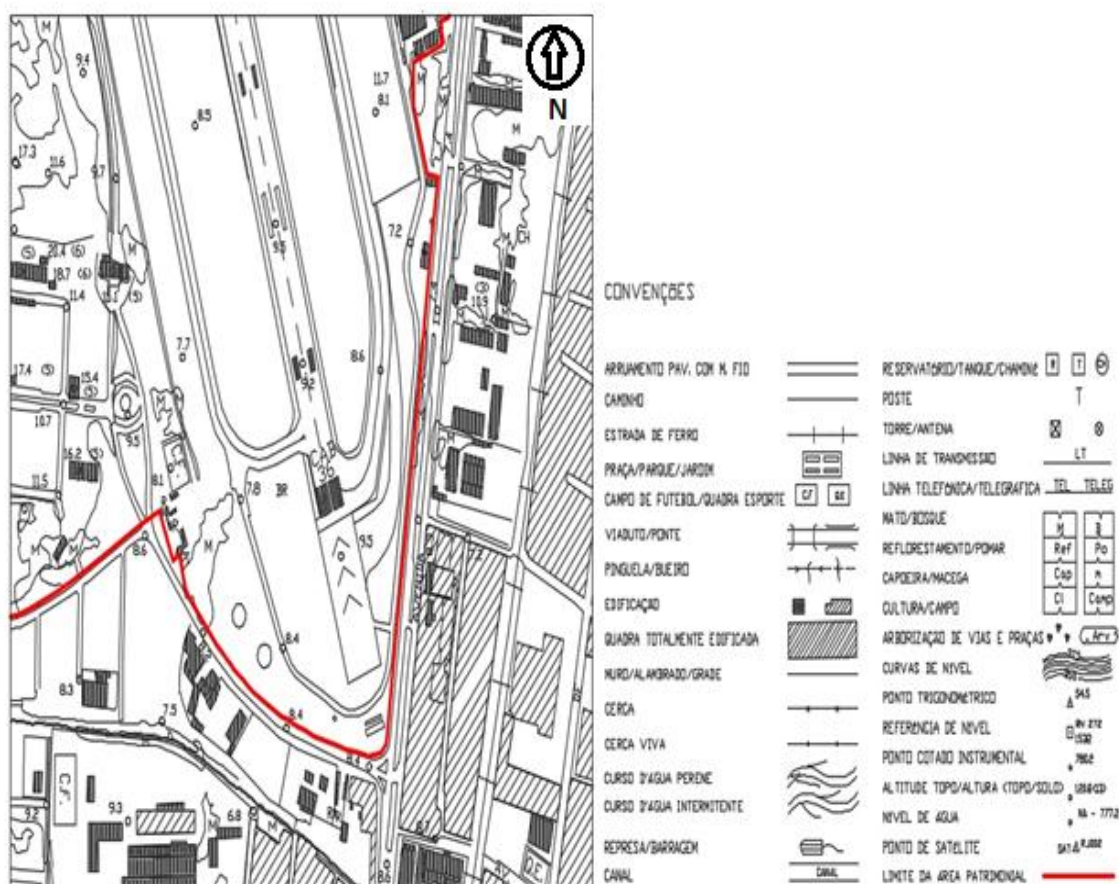
Os PZR são documentos elaborados pela Superintendência de Estudos e Pesquisas e Capacitação para a Aviação Civil (SEPC), organização que reuniu as atribuições do extinto Instituto de Aviação Civil (IAC) do antigo Ministério da Aeronáutica, usando como critérios para sua elaboração e aplicação os dispostos na Portaria nº 1141/GM5/87 (BRASIL, 1987).

O Comando da Aeronáutica, que antes detinha todas as atribuições sobre os Planos das Zonas de Proteção dos Aeroportos e seus Cones de Altura e os Planos de Zoneamento de Ruído (PZR) com seus estudos sobre as Curvas de Ruído, agora passa a atuar somente na elaboração dos PZPA. Nesse mesmo ano, o Comando da Aeronáutica publica a portaria Nº 76/DGCEA, de 09 de junho de 2005 (BRASIL, 2005b), que aprova o Plano Específico da Zona de Proteção do Aeródromo de Recife/Guararapes – Gilberto Freyre e informa no artigo 1, parágrafo 1, que o Plano foi enviado para todas as Prefeituras envolvidas, inclusive a Prefeitura Municipal do Recife. No parágrafo 3 desse mesmo Artigo, a portaria relata que as

restrições deste Plano foram determinadas mediante estudos locais com base nas diversas cartas aeronáuticas na escala 1:10.000, que compõem um mapeamento espacial do Programa Cartográfico Aeroportuário e de Proteção ao Voo (PROCAPV) elaborado no ano de 2000. As plantas do PROCAPV foram elaboradas pelo Instituto de Cartografia da Aeronáutica (ICA), na escala 1:20.000, para o detalhamento das Faixas de Pista, Áreas de Aproximação e Áreas de Transição e fazem parte de um programa de atualização continua, em face às mudanças e constantes modernizações dos Aeroportos Nacionais, porém até o momento não foram realizados novos mapeamentos.

A Figura 7 ilustra a imagem de parte do Aeroporto Internacional de Recife vetorizada pelo Programa Cartográfico Aeroportuário e de Proteção ao Voo. O PROCAPV trouxe uma atualização dos dados da região na área de entorno do Aeroporto e serviu para um planejamento e posterior Plano Específico da Zona de Proteção do Aeroporto da cidade do Recife. O programa também apresentava todos os obstáculos existentes e trazia o georreferenciamento das áreas ocupadas efetivamente pelo aeroporto, inclusive as cabeceiras e pontos de apoio.

Figura 7 - Imagem do Programa Cartográfico Aeroportuário e de Proteção ao Voo.



Fonte: adaptado ICA (2000).

2.9 LEI MUNICIPAL Nº 17511, DE 29 DE AGOSTO DE 2008

A elaboração de Planos Diretores como instrumentos básicos da política urbana brasileira foi estabelecida no artigo 182 da Constituição Federal, tendo se tornado obrigatório para as cidades com mais de 20 mil habitantes. O Estatuto da Cidade, promulgado em 2001, veio a regulamentar o referido artigo da Constituição e exigiu a participação da população na elaboração do plano diretor.

O Estatuto da Cidade, em seu artigo 4, institui como instrumento especial do planejamento municipal o Plano Diretor, que é aprovado por lei municipal. Além disso, é ainda o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, engloba todo o território do Município e poderá determinar o parcelamento, a edificação ou a utilização compulsória do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, devendo fixar as condições e os prazos para implementação da referida obrigação.

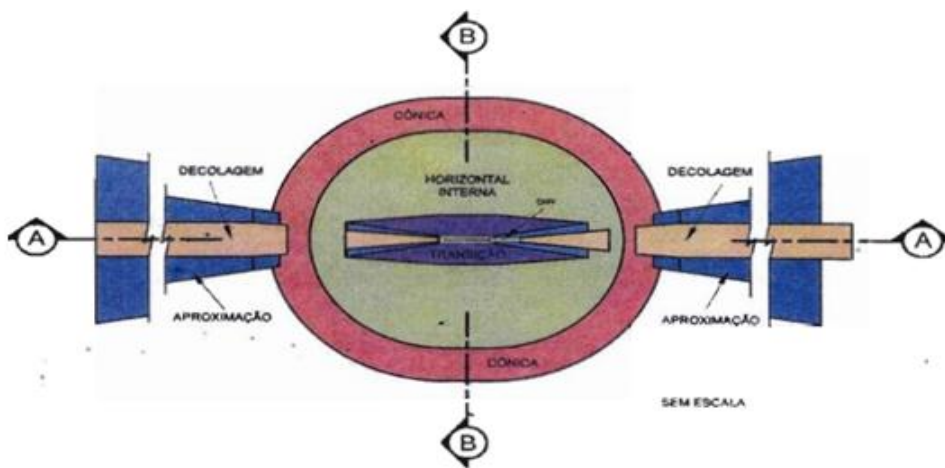
A Zona Especial de Aeroporto (ZEA), devido as suas características ligadas às operações aéreas, permite ou restringe construções em áreas restritivas de alturas e por ser uma área de atividade potencialmente geradora de incômodo à vizinhança, por ruídos ou sons, se tornou objeto de leis específicas, condição explicitada no artigo 137 do Plano Diretor da cidade do Recife (RECIFE, 2008) que apresenta a Zona Especial do Aeroporto – ZEA como a área onde se encontra situado o Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes - Gilberto Freire e o seu entorno. O Plano Diretor afirma ainda que a delimitação territorial e a sua regulamentação serão objetos de lei específica.

2.10 PORTARIA Nº 256, DE 13 DE MAIO DE 2011

A partir da criação da ANAC, a Aeronáutica não legislava mais sobre a Zona de Proteção de Ruído, mas continuava normatizando e analisando processos sobre a Zona de Proteção de Aeródromos. Em 2011, publicou a Portaria Nº 256/GC5, de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre as restrições relativas às ocupações, que pudessem afetar adversamente a segurança e a regularidade das operações aéreas. Essa portaria deixava de regulamentar todas as questões relacionadas ao ruído, passando a interferir somente sobre assuntos pertinentes do Plano de Zona de Proteção de Aeródromo, conforme ilustra a Figura 8, com as regiões de restrição de obstáculos, em uma vista aérea, a Figura 9, com o corte longitudinal dessas mesmas regiões e a Figura 10, com um corte transversal das áreas,

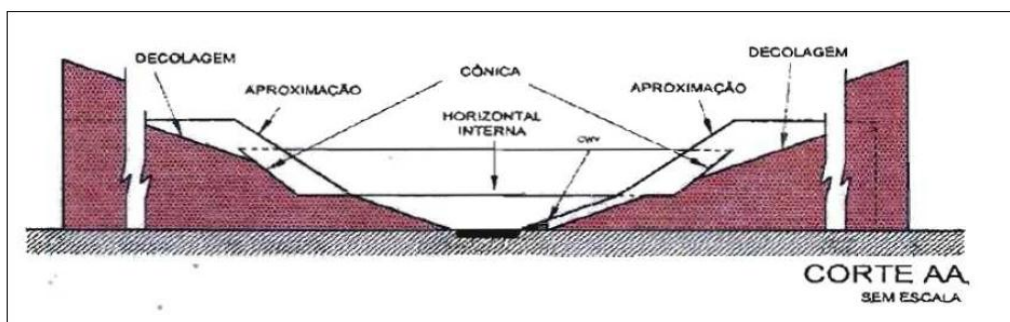
mostrando o cone de altura das superfícies imaginárias. O conhecimento dessas áreas atualizadas pela Portaria nº 256/GC5/11 (BRASIL, 2011) contribuíram para delimitação das áreas da ZEA e serviram de parâmetros horizontais de distâncias e verticais de altura dentro do Plano Básico de Proteção do Aeroporto.

Figura 8 – Vista Aérea das Superfícies componentes do PBZPA.



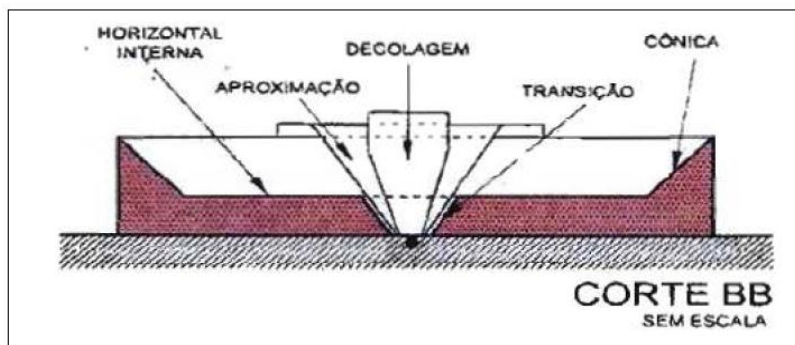
Fonte: BRASIL (2011).

Figura 9 - Corte Longitudinal AA– Superfícies Imaginárias.



Fonte: BRASIL (2011).

Figura 10 - Corte Transversal BB – Superfícies Imaginárias.



Fonte: BRASIL (2011).

2.11 RESOLUÇÃO ANAC Nº 281, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2013

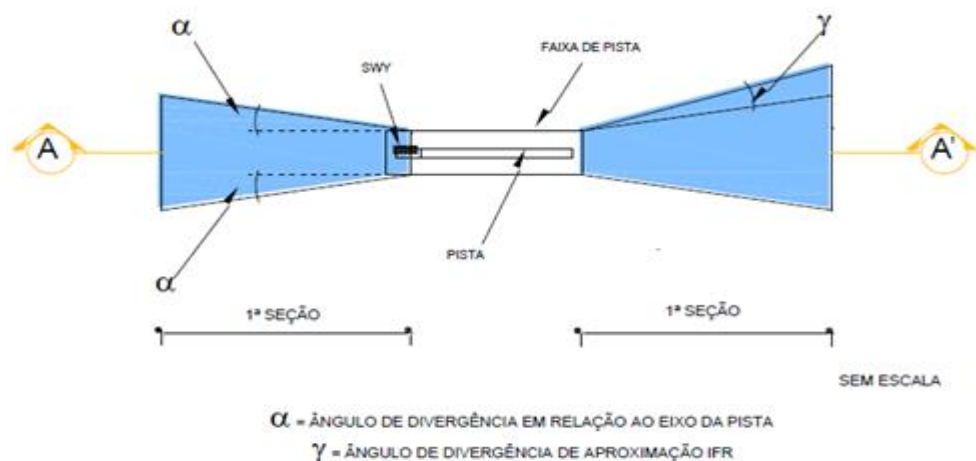
Em 2013, a ANAC elabora, então, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161, da Resolução ANAC nº 281, de 10 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013), que trata dos Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR. Essa Resolução determina que o operador de aeródromo deveria buscar ações de compatibilização do uso do solo com o Município. Porém o único documento utilizado para balizar o estudo de ruído foi a Portaria DAC nº 232/DGAC/97 (BRASIL, 1997), do Departamento de Aviação Civil (DAC) que foi utilizado como parâmetro para o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil.

2.12 PORTARIA Nº 957/GC3, DE 9 DE JULHO DE 2015

Atualmente, já está aprovado o novo Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea (PZPANA) para o Aeroporto Guararapes – Gilberto Freyre (SBRF), através da Portaria DECEA Nº 23/ICA, de 14 de julho de 2015 (BRASIL, 2015b), que determina as características do Aeroporto e suas superfícies limitadoras de obstáculos. Na mesma época da Portaria nº 23, o Comando da Aeronáutica publica uma nova Portaria a de nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015 (BRASIL, 2015a), em vigor até o momento, e dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas.

Na Figura 11 é mostrada a Superfície de Aproximação do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo previsto na Portaria nº 957/GC3 em vista aérea.

Figura 11 – Vista Aérea das Superfícies de Aproximação.

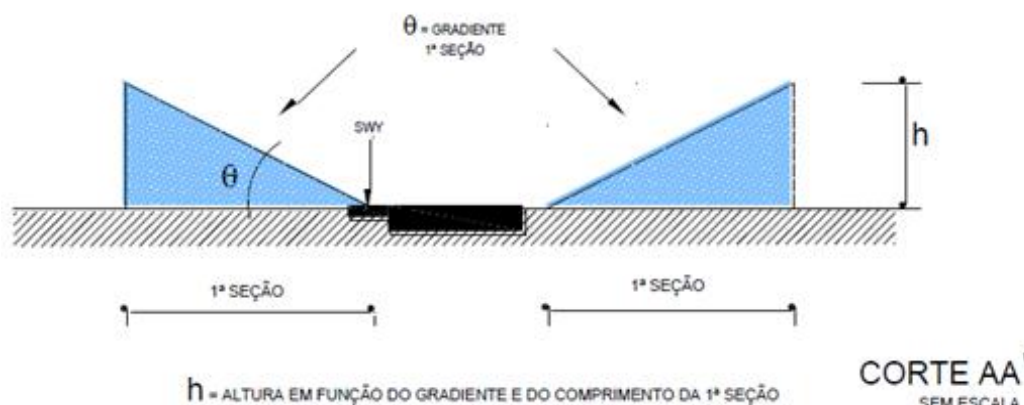


Fonte: BRASIL (2015a).

A faixa de aproximação prevista na Portaria nº 957/GC3/2015 (BRASIL, 2015a), última atualização da legislação, será utilizada para determinar a posição atual da ZEA em relação ao Plano de Proteção do Aeródromo e para sinalizar os limites previstos dos obstáculos em relação à altura h , em função do gradiente de comprimento das seções.

A Figura 12 mostra a Superfície de Aproximação do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo previsto na Portaria nº 957/GC3 do ponto de vista do corte AA, plano vertical.

Figura 12 – Superfícies de Aproximação, Corte AA'.



Fonte: BRASIL (2015a).

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA ainda disponibiliza através do site <http://servicos.decea.gov.br/aga/>, a projeção do Plano Básico da Zona de Proteção de Aeródromo do Aeroporto dos Guararapes – Gilberto Freyre (SBRF), representado no mapa mostrado no Apêndice A, carta temática com a confrontação e posicionamentos do trecho da Zona Especial do Aeroporto em relação ao Plano de Proteção do Aeródromo.

Na Portaria de nº 957/GC3 (BRASIL, 2015a), ainda se destaca a competência da administração Municipal/Distrital, que deve compatibilizar o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano contido dentro dos limites horizontais dos planos de zona de proteção, garantir a preservação e a proteção dos sítios aeroportuários e a compatibilização do planejamento urbano com os planos de zona de proteção, fiscalizar os objetos projetados no espaço aéreo e o desenvolvimento de atividades urbanas quanto a sua adequação aos planos de zona de proteção, receber, apurar denúncias sobre a existência de objetos que possam vir a contrariar os dispositivos previstos nesta Portaria, bem como nas normas complementares do Comando

da Aeronáutica (COMAER) e exigir do interessado, nos processos de solicitação de novos objetos ou de expansão de objetos existentes, a decisão final da Aeronáutica.

2.13 PORTARIA Nº 1255/SIA, DE 20 DE MAIO DE 2016

Em 2016, foi publicada, no Diário Oficial da União, a Portaria nº 1255/SIA, de 20 de maio de 2016, da ANAC (BRASIL, 2016), que valida às curvas de ruído para o Aeroporto Internacional Guararapes – Gilberto Freyre, localizado em Recife/PE – SBRF, proposta pela INFRAERO, como demonstra a Figura 13.

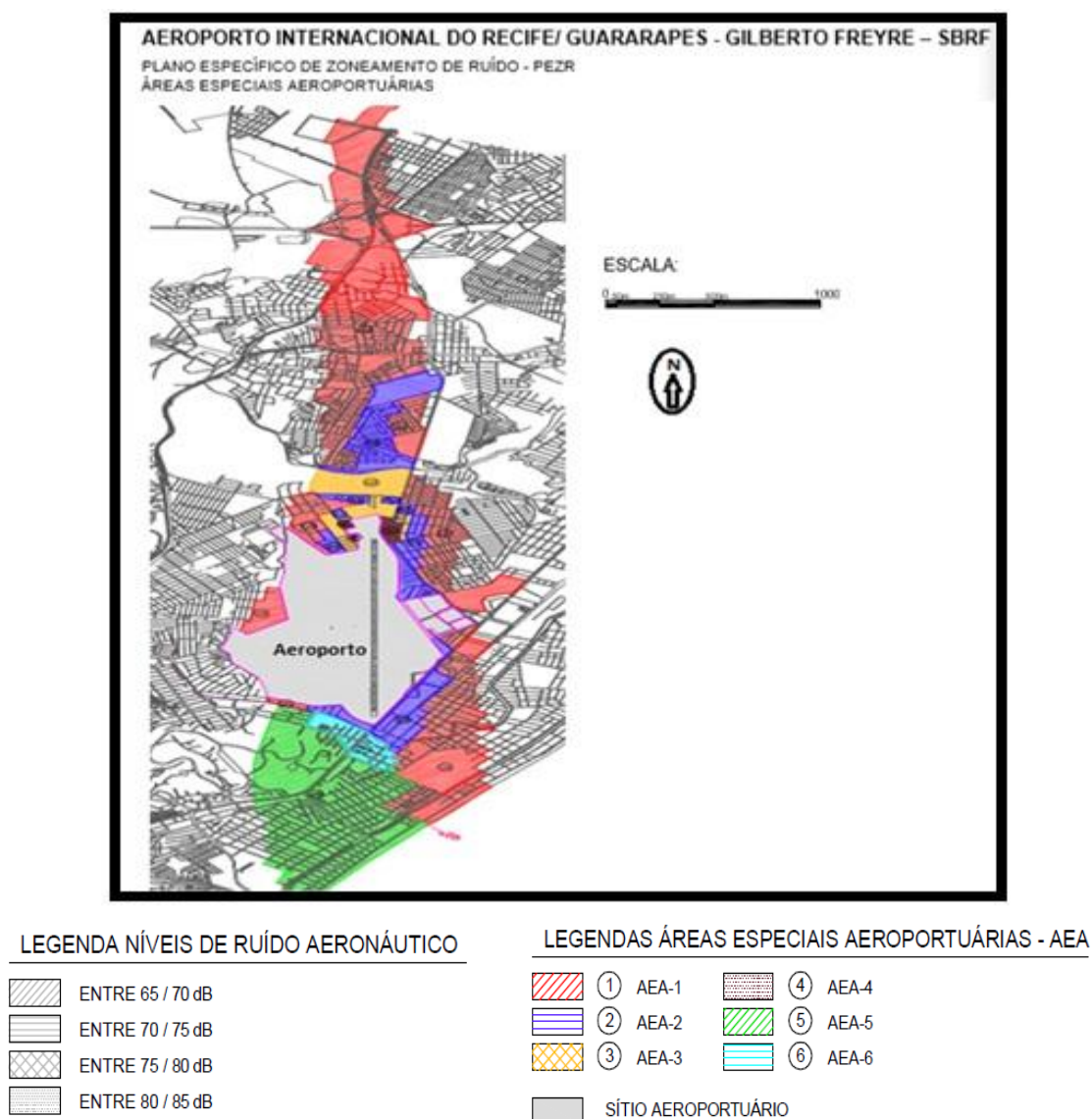
Esta Portaria é válida para os parâmetros, que devem ser considerados como diretrizes para o planejamento do aeroporto e serviram de base para a elaboração do novo Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR) do Aeroporto de Recife e revoga a Portaria DAC nº 232/DGAC, de 14 de abril de 1997 (BRASIL, 1997).

No artigo 2, da Portaria nº 1255/2016, o legislador deixa claro que o operador do aeródromo, no caso de Recife a INFRAERO, deve divulgar o novo PEZR aos municípios e demais órgãos interessados, de acordo com o disposto no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161 (BRASIL, 2013), devendo ainda ser obedecidas as restrições ao uso do solo estabelecidas pelo Art. 44, da Lei nº 7.565/ 1986 (BRASIL, 1986), que trata dos Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos e do Plano de Zoneamento de Ruído.

O PEZR de 1997 trazia uma divisão por áreas de influência, formado por letras, que eram separadas por tipo de tratamento acústico e restrições quanto ao uso de edificações nos locais determinados pelo Plano, expostos na legenda, porém o novo Plano de Ruído só traz as regiões separadas por letras e cores correspondentes ao tratamento acústico das construções.

Apesar da atualização das áreas de proteção de ruído, a poligonal descrita na lei municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998), que delimita a ZEA, ainda não foi atualizada ou sofreu alguma modificação para atender aos Planos de proteção do Aeródromo.

Figura 13 - Plano Específico de Ruído – PEZR, do Aeroporto Internacional do Recife.



Fonte: adaptado BRASIL (2016).

2.14 INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DAS LEGISLAÇÕES A PARTIR DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

Os produtos cartográficos presentes nas legislações utilizadas revelam as características dos espaços e ajudam a compreensão dos objetos e áreas a serem delimitadas.

Para esclarecer e melhor visualizar os perímetros aos quais se refere as normativas referente ao tema tratado nesta dissertação, foi elaborado um mapa (Apêndice A).

A sobreposição dos dados previstos nos planos e nas leis mostram as relações de proximidade e divergências nas projeções dos obstáculos e áreas no entorno do Aeroporto.

A planta topográfica do Comando da Aeronáutica que delimita a área da União é mostrada o Apêndice A, onde se situam também as regiões mais críticas do Aeroporto Internacional de Recife/Guararapes. A área perimetral murada é representada por linhas em azul e é efetivamente ocupada, onde se estende da Av. Mascarenhas de Moraes, no Bairro da Imbiribeira, seguindo pelo Bairro do Ibura até o Bairro do Jordão.

Próximo a área da União Federal, restrita ao Aeroporto, existem pontos de apoio implantados pelo Instituto de Cartografia da Aeronáutica (ANEXO A), as cabeceiras 18 e 36, da pista de pouso, e pontos implantados pela empresa ENGEFOTO, marcos da Prefeitura Municipal do Recife (ANEXO B e C).

Um mapa considerando a área do aeroporto e seu entorno imediato será apresentado no Apêndice B, mostrando os pontos de apoio geodésicos existentes.

A Portaria nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015 (BRASIL, 2015a), descreve a área de Proteção do Aeroporto com várias regiões com limitações específicas devido à proximidade com a Pista de Pouso e a importância da altitude ortométrica em relação à cabeceira da pista.

O Apêndice A mostra ainda que a área do PBZPA do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre (SBRF) é bem mais ampla do que a área prevista para a ZEA e se estende pela Região Metropolitana do Recife, nos Municípios de Abreu e Lima, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, São Lourenço da Mata e Vitória de Santo Antão e Recife, em áreas que estejam localizados dentro dos limites laterais das superfícies limitadoras de obstáculos. Nesta dissertação deteve-se ao a área do PBZPA referente ao município do Recife.

A legislação, dentro do âmbito municipal, só contempla estudos e limitações dentro da área da ZEA e acaba reduzindo a extensão do Plano de Proteção existente no Aeroporto Internacional de Recife, previsto na legislação Federal (BRASIL, 2015a).

Para o esclarecimento e acompanhamento cronológico das legislações será apresentado na tabela 1, um quadro resumo com as principais legislações municipais e federais estudadas e seus contextos.

Tabela 1 – Quadro Resumo das Legislações.

QUADRO RESUMO DAS LEGISLAÇÕES			
Ano	Legislação	Jurisdição	Contexto
1946	Lei nº 21.713, de 27 de agosto de 1946	Federal	Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de Dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945
1986	Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986	Federal	Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica
1987	Portaria nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987	Federal	Dispõe e aprova as Zonas de Proteção (PBZPA e PBZR)
1988	Constituição de 1988, de 05 de outubro de 1988	Federal	Constituição da República Federativa do Brasil
1996	Lei nº 16.176, de 09 de abril de 1996	Municipal	Estabelece a Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife - LUOS
1997	Portaria DAC nº 232/DGAC, de 14 de abril de 1997	Federal	Aprova o Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Internacional dos Guararapes – PE.
1998	Lei nº 16.414, de 29 de julho de 1998.	Municipal	Dispõe sobre as condições de Uso e Ocupação do Solo na Zona Especial do Aeroporto - ZEA
2005	Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005a	Federal	Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC.
2005	Portaria nº 76/DGCEA, de 09 de junho de 2005b	Federal	Aprova o Plano Específico da Zona de Proteção do Aeródromo de Recife/Guararapes - Gilberto Freyre.
2008	Lei nº 17.511, de 29 de agosto de 2008	Municipal	Plano Diretor do Município do Recife
2011	Portaria nº 256, de 13 de maio de 2011	Federal	Dispõe sobre as restrições relativas às implantações que possam afetar adversamente a segurança e a regularidade das operações aéreas,
2013	Resolução ANAC nº 281, de 10 de setembro de 2013	Federal	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161 (RBAC 161)
2015	Portaria Nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015a	Federal	Dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas
2016	Portaria nº 1255/SIA, de 20 de maio de 2016, da ANAC	Federal	Valida curvas de ruído para o Aeroporto Internacional Guararapes – Gilberto Freyre localizado em Recife/PE – SBRF

Fonte: O Autor (2017).

3 POSICIONAMENTO GEODÉSICO DE ZEA

Determinar as coordenadas dos vértices virtuais da poligonal da ZEA, que se encontram no centro dos cruzamentos das vias, previstas na Lei municipal N° 16.414/1998 faz parte do objetivo principal dessa dissertação e requer a utilização combinada de equipamentos GNSS e estação total.

Neste capítulo serão abordados o Sistema Geodésico de Referência (SGB), para a descrição dos vértices delimitadores da ZEA no Sistema Geodésico Oficial do País, envolvendo as transformações de coordenadas cartesianas tridimensionais geocêntricas do SGB (X, Y e Z) em coordenadas (x, y e z) do Sistema Geodésico Local (SGL), os respectivos Métodos Geodésicos e Topográficos para a definição dos Pontos de Referência e Pontos-objeto envolvidos na caracterização das áreas delimitadoras da ZEA. Assim como a determinação dos pontos delimitadores dos vértices da ZEA a partir da interpretação geométrica dos cruzamentos dos eixos das vias discretizadoras dos limites normalizados da ZEA citados anteriormente no capítulo 2.

As legislações quanto ao Plano da Zona de Proteção de Aeródromo (PZPA) solicita o conhecimento das altitudes em relação a uma superfície de referência ao Nível Médio do Mar (NMM) (Superfície Geoidal) para análise de objetos projetados no espaço aéreo, que venham a interferir no gabarito do Aeroporto (BRASIL, 2015a). Essa exigência legal remete a problemática de compatibilizar os levantamentos realizados com receptor GNSS, onde a princípio está amarrado a um Sistema Geodésico de Referência e as grandezas adquiridas por métodos clássicos de levantamento usando a estação total, onde este último se vincula a um Sistema Geodésico Local ou um Sistema Topográfico Local. Nesta dissertação será considerada a vinculação a um SGL. A utilização dos métodos geodésicos se faz necessária uma vez que estes métodos permitem a determinação das coordenadas de um ponto na grandeza milimétrica.

3.1 SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA

O Sistema Geodésico de Referência é utilizado, quando é necessário identificar a posição de um ponto na superfície da Terra. Este por sua vez, está associado a uma superfície de referência (item 3.1.1), que mais se aproxima da forma da Terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos.

Um Sistema Geodésico utiliza como modelo matemático da Terra um elipsóide de revolução posicionado em relação à Terra. O elipsóide pode ser geocêntrico, onde seu centro coincide com o centro de massa da Terra, ou então, quase geocêntrico, onde seu centro é posicionado, conforme a melhor adaptação da superfície do elipsóide de referência a superfície física (topográfica) terrestre a ser representada (GEMAEL, 1984).

No Brasil, o Sistema Geodésico de Referência oficial é o SIRGAS2000, que emprega a densificação do ITRF 2008 (Internacional Terrestrial Reference Frame), do elipsóide de referência GRS 80 (Geodetic Reference System 1980), portanto, o mesmo elipsóide empregado no WGS84 (World Geodetic System). O SGB é constituído pelas redes planimétrica, altimétrica e gravimétrica [(IBGE, 2005) e (IBGE, 2016)].

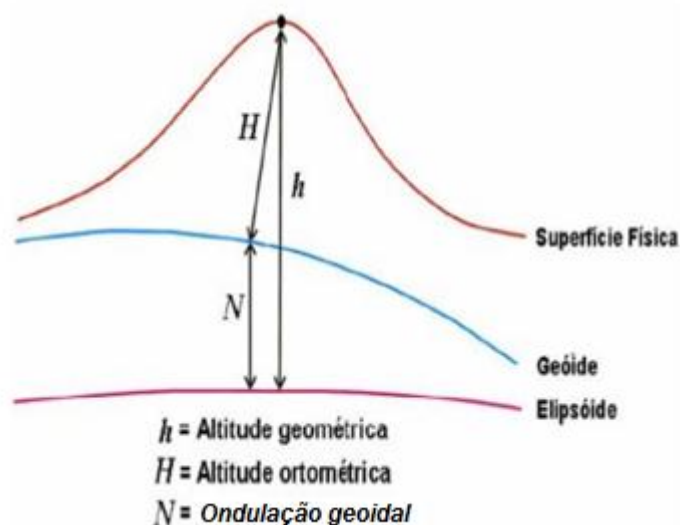
Um Sistema Geodésico de Referência moderno apresenta as seguintes características: sua definição pressupõe a adoção de um elipsóide de revolução, cuja origem coincide com o centro de massa da Terra e com eixo de revolução coincidente com o eixo de rotação da Terra. A sua materialização se dá mediante o estabelecimento de uma rede de estações geodésicas com coordenadas tridimensionais. Estas coordenadas são estabelecidas através de técnicas de posicionamento espacial de alta precisão. Sendo assim, as medidas estão relacionadas a um Sistema Cartesiano Tridimensional (3D) com origem no geocentro (IBGE, 2016) (Item 3.1.2). No posicionamento por satélites, os Sistemas Geodésicos de Referência adotados são, em geral, globais e geocêntricos, haja vista que o movimento dos satélites ocorre ao redor do centro de massa da Terra (MONICO, 2008).

3.1.1 Superfícies de Referência

Segundo Gemael (1999), um geodesta trabalha com três formas representativas para a Terra. São elas (Figura 14):

- a) A superfície física (superfície topográfica), onde são realizadas as operações geodésicas e que corresponde ao aspecto exterior e irregular da superfície terrestre;
- b) A superfície geoidal, representada por uma superfície equipotencial da gravidade melhor ajustada globalmente ao NMM (Nível Médio do Mar);
- c) A superfície elipsoidal por ser uma superfície matematicamente trabalhável, onde serão realizados os cálculos geodésicos.

Figura 15 - Altitudes ortométrica, elipsoidal geométrica e a ondulação Geoidal.



Fonte: GEMAEL, (1999).

As altitudes ortométrica (H), elipsoidal (h) e a ondulação geoidal (N), estão relacionadas e podem ser determinadas na prática pela Equação 1 (GEMAEL, 1999):

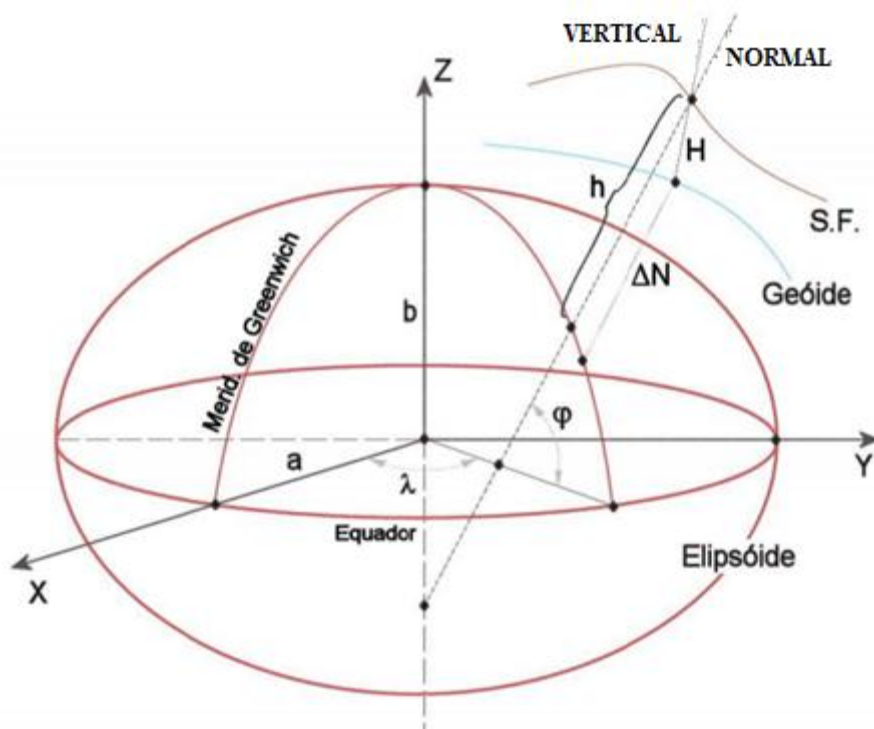
$$H = h - N \quad (1)$$

A diferença entre a altitude elipsoidal e a altitude ortométrica representa a ondulação geoidal.

3.1.2 Sistema de coordenadas cartesianas tridimensionais geocêntricas (X, Y, Z) e coordenadas geodésicas elipsoidais (φ, λ, h)

As coordenadas geodésicas elipsoidais são denominadas de latitude (φ), longitude (λ) e altitude elipsoidal (h), apresentadas na Figura 16. Estas são denominadas coordenadas geodésicas elipsoidais, pois utilizam a superfície do elipsóide como referência. A latitude geodésica (φ) de um ponto P é o ângulo que a reta normal do ponto P forma com sua projeção no equador. A longitude geodésica (λ) do ponto P é o diedro formado pelo meridiano geodésico paralelo ao de Greenwich (origem) e pelo meridiano do ponto P , contado sobre o plano do equador. A altitude elipsoidal (h) é a distância do ponto P ao elipsóide contada ao longo da respectiva normal do ponto (GEMAEL, 2002, p.17).

Figura 16 - Coordenadas Geodésicas.



Fonte: Adaptada DE FREITAS (2005).

As coordenadas (X, Y, Z) de um ponto P localizado na superfície da Terra são expressas pelas equações previstas na Resolução PR nº 22 (IBGE,1983) e apresentadas na Figura 16.

$$X = (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \quad (2)$$

$$Y = (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \quad (3)$$

$$Z = [N(1 - e^2) + h] \sin \varphi \quad (4)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (5)$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \quad (6)$$

Onde:

X = Coordenada no eixo X;

Y = Coordenada no eixo Y;

Z = Coordenada no eixo Z;

h = Altitude elipsoidal;

φ = Latitude geodésica;

λ = Longitude Geodésica;

e^2 = Primeira excentricidade ao quadrado;

N = Grande normal;

$N (1- e^2)$ = Pequena normal;

a = Semi-eixo maior do elipsóide, e

b = Semi-eixo menor do elipsóide.

As coordenadas (X, Y, Z) são definidas como coordenadas cartesianas tridimensionais geocêntricas, que através de uma conversão geodésica de coordenadas podem ser expressas em coordenadas geodésicas elipsoidais (Resolução PR n°23, IBGE, 1989), conforme as equações (7), (8) e (9).

$$h = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos \varphi} - N. \quad (7)$$

$$\varphi = \arctan \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2} \left(1 - e^2 \frac{N}{N + h} \right)^{-1}} \quad (8)$$

$$\lambda = \arctan \frac{Y}{X} \quad (9)$$

Onde:

X = Coordenada no eixo X;

Y = Coordenada no eixo Y;

Z = Coordenada no eixo Z;

h = Altitude elipsoidal;

φ = Latitude geodésica;

λ = Longitude Geodésica;

e^2 = Primeira excentricidade

da superfície, o qual pode ter sua tangencia estabelecida no ponto inicial do levantamento ao quadrado, e

N = Grande normal.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\operatorname{sen}\lambda_0 & \cos\lambda_0 & 0 \\ -\operatorname{sen}\varphi_0 \cos\lambda_0 & -\operatorname{sen}\varphi_0 \operatorname{sen}\lambda_0 & \cos\varphi_0 \\ \cos\varphi_0 \cos\lambda_0 & \cos\varphi_0 \operatorname{sen}\lambda_0 & \operatorname{sen}\varphi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Sendo:

x, y e z: Coordenadas no Sistema Geodésico Local,

φ_0 e λ_0 : Latitude e a longitude geodésica do ponto escolhido como origem do Sistema Geodésico Local;

X, Y e Z: Coordenadas cartesianas geocêntricas de um ponto; e

X_0 , Y_0 e Z_0 : Coordenadas cartesianas geocêntricas do ponto origem.

3.2 MÉTODOS DE LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS E TOPOGRÁFICOS

O estabelecimento do sistema geodésico se desenvolve a partir do conjunto de atividades que objetivam a definição das coordenadas dos pontos integrantes do sistema. Denomina-se “Levantamentos Geodésicos” ao conjunto de atividades voltadas para as medições, e observações de grandezas físicas e geométricas que conduzem à obtenção das coordenadas (IBGE, 1983).

O Levantamento topográfico envolve o conjunto de métodos e processos de medição de ângulos horizontais e verticais, de distância horizontais, verticais e inclinadas, com instrumentos adequados à exatidão pretendida. Primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas (NBR 13133, 1994).

3.2.1 Método de posicionamento por satélites GNSS

O posicionamento geodésico GNSS está relacionado à determinação da posição de objetos com relação a um referencial específico. O posicionamento pode ser classificado em absoluto, quando as coordenadas estão associadas diretamente ao geocentro, e relativo, no caso em que as coordenadas são determinadas com relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas (MONICO, 2008).

O posicionamento por satélites GNSS (Global Navigation Satellite System) permite a determinação da posição de um ponto através da latitude, longitude e altitude elipsoidal, em

função das coordenadas cartesianas tridimensionais X, Y e Z em relação ao centro de massa da Terra (Figura 16).

Atualmente o GNSS é formado por várias constelações de satélites: O GPS, Sistema criado pelos Estados Unidos, o GLONASS, desenvolvido na antiga União Soviética, o Galileu, desenvolvido pela Agência Espacial Europeia e o Beidou, Sistema desenvolvido pela China (MONICO, 2008). Segundo o mesmo autor, o posicionamento através do GNSS pode ser realizado a partir de diferentes métodos e observáveis. Ressalta-se que as observáveis (pseudodistância e diferença da fase da portadora) utilizadas no processo de estimação das coordenadas é um dos principais fatores que influenciam nos níveis de precisão alcançados. Os métodos de posicionamento (Tabela 2) podem ser classificados como absoluto ou relativo, estático e cinemático.

Tabela 2 – Classificação dos Métodos de posicionamento

MÉTODOS DE POSICIONAMENTO		
ABSOLUTO	RELATIVO	DIFERENCIAL
Estático	Estático	DGPS (Differential GPS)
Cinemático	Estático Rápido	PDGPS
	Semi cinemático	WADGPS
	Cinemático	

Fonte: MONICO (2008).

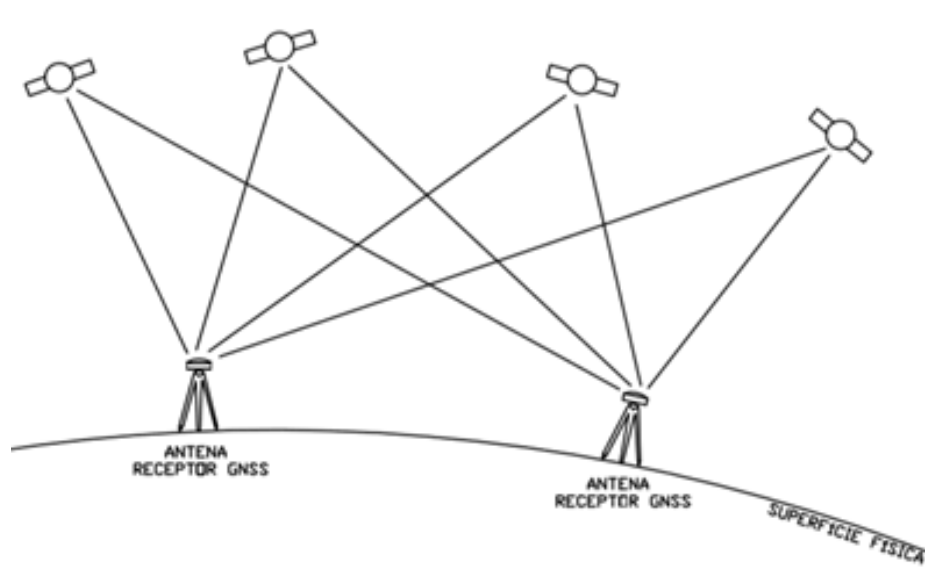
Nesta dissertação foram empregados dois métodos de posicionamento por satélites, tais como: Posicionamento Relativo Estático e Posicionamento Relativo Cinemático em Tempo Real ou RTK (Real Time Kinematic).

3.2.1.1 Método de posicionamento GNSS relativo estático

Um posicionamento relativo é caracterizado pelo rastreamento simultâneo dos satélites em, no mínimo, dois receptores. Um receptor deve ser instalado em uma estação de coordenadas conhecidas, denominada de base, e o outro receptor é instalado no local, onde se deseja obter as coordenadas geodésicas, denominado de estação móvel ou itinerante (MONICO, 2008).

A Figura 18 demonstra o emprego de dois receptores rastreando simultaneamente, para realizar o posicionamento com a necessidade de instalar um dos receptores em um ponto ou uma base com coordenadas conhecidas.

Figura 18 - Ilustração do Posicionamento Relativo.



Fonte: Adaptado de Monico, (2008).

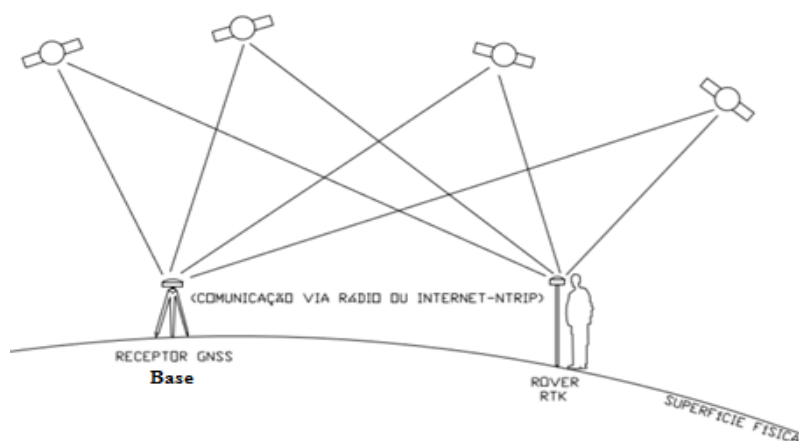
Diversas estações bases denominadas RBMC no Brasil vem sendo rastreadas vinte e quatro horas por dia, o que permite aos usuários fazerem combinações de dados simultâneos entre um único receptor e os dados das bases obtidas posteriormente.

3.2.1.2 Método de posicionamento por GNSS RTK

No posicionamento relativo cinemático são necessários pelo menos dois receptores de rastreio para se determinar o ponto desejado. O advento do Sistema de Controle Ativos (SCA), possibilitou fazer o posicionamento relativo cinemático, acessando os dados de uma ou mais estações pertencentes ao SCA. No caso do Brasil, tem-se disponível a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) (MONICO, 2008). Segundo o mesmo autor, o método utiliza a fase da onda portadora, embora a pseudodistância seja muito importante para a determinação da posição do satélite na sua órbita no instante da transmissão do sinal. Os dados coletados podem ser processados após a coleta (pós-processados) ou no momento da coleta (tempo real). No posicionamento relativo cinemático em tempo real é necessário que a estação móvel disponha de “*link*” de rádio ou outro tipo de sistema similar, e que o receptor da estação tenha o “*software*” adequado para o processamento dos dados coletados em tempo real. Assim, os dados que serão coletados na estação de referência irão para a estação móvel.

A Figura 19 mostra, que no método RTK as informações do receptor “rover”, com coordenadas desconhecidas serão corrigidas e fornecidas no momento do levantamento, a partir das coordenadas da antena do receptor base, já conhecidas.

Figura 18 - Ilustração do Posicionamento Relativo Cinemático em tempo real - RTK.



Fonte: Adaptado de Monico, (2008).

Para realizar esse tipo de posicionamento, os receptores base e o “rover” rastream simultaneamente os satélites, onde a antena do receptor base ocupará um ponto com coordenadas conhecidas e os dados coletados neste ponto serão transmitidos para o receptor “rover” através de um “link” de rádio ou de outro tipo de comunicação, como por via protocolo de internet – NTRIP (SOUZA, A. N. ; GARNÉS, S J A ; MARQUES, H. A., 2014).

3.2.2 Métodos terrestres de medição com estação total

Os métodos terrestres de medição executados com estação total podem ser divididos em: irradiação, bilateração, interseção a vante, interseção a ré, poligonação, trilateração, triangulação e nivelamento trigonométrico (KAHMEN e FAIG, 1988). Nesta dissertação serão empregados os métodos da poligonação 3D com centragem forçada e irradiação 3D.

3.2.2.1 Método da poligonação

A poligonal é uma série de alinhamentos consecutivos, onde são medidas no campo as distâncias inclinadas, respectivos ângulos verticais e direções horizontais. Este método é bastante utilizado para a criação de “arcabouço” de apoio nos levantamentos topográficos.

Com os vértices da poligonação é possível determinar detalhes da área desejada (ERBA et al., 2003).

A implantação de poligonais é bastante utilizada nos levantamentos topográficos, pois estas são também estruturas geodésicas definidoras de pontos de referência, que podem ser determinados tridimensionalmente. Estas estruturas se aproximam mais dos elementos a serem levantados. O método da poligonação exige que seus vértices sejam intervisíveis entre si, fazendo necessário inicialmente o reconhecimento da área do levantamento. Para uma melhor qualidade da poligonal e minimizar os erros de centragem no ponto pode ser utilizado o método da centragem forçada que garante a estabilidade da posição, mesmo que a alidade e o prisma sejam trocados. Três tripés, três bases nivelantes, o instrumento de medição e dois prismas formam o conjunto mínimo necessário para realizar o procedimento de centragem forçada. Após a calagem do instrumento de medição e realização da medição, pode-se este ser retirado e substituído pelo prisma (KAHMEN e FAIG, 1998).

A poligonal utilizada nesta dissertação é denominada poligonal tipo 3 (NBR 13133, 1994): Poligonais enquadradas e apoiadas em pontos e direções distintas em um desenvolvimento retilíneo.

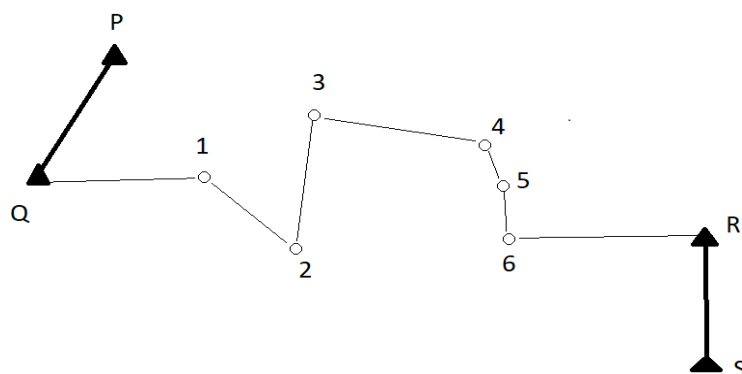
Este tipo de poligonal é recomendada para a determinação de redes básicas urbanas e para a implantação/locação em projetos viários, que têm seu desenvolvimento o mais próximo possível da reta que une os seus pontos de partida e de chegada, permitindo a avaliação dos erros de fechamento transversal (função do erro angular) e de fechamento longitudinal (função do erro linear), podendo ser aplicados quaisquer métodos de ajustamento, com base no modo em que se propagam estes erros, pelo método tradicional e/ou pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) (NBR 13133/1994). Nesta dissertação será aplicado o método tradicional de ajustamento.

A Figura 20 apresenta uma poligonal enquadrada, onde se conhece as coordenadas dos pontos P e Q, pontos de partida e dos pontos R e S, pontos de chegada.

De acordo com Silva e Segantine (2015), calcula-se o erro de fechamento angular (ea) comparando o azimuth do alinhamento final dado (R-S) com o azimuth do alinhamento final transportado, este último utilizando os dados do levantamento de campo e o azimuth do alinhamento inicial (Q-P). Uma vez calculado o erro de fechamento angular e estando este dentro da tolerância, distribui-se o erro pelo número de ângulos horizontais medidos. Calculando-se em seguida os azimuths corrigidos de cada alinhamento. Após isso se realiza o cálculo das projeções parciais para descobrir o erro de fechamento linear, estando este dentro

das tolerâncias, calculam-se as respectivas correções para cada projeção parcial. E em seguida calculam-se as projeções corrigidas e as coordenadas finais dos novos vértices implantados (1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Figura 20 - Poligonal enquadrada.



Fonte: Adaptado de Silva e Segantine, (2015).

A Tabela 3 apresenta a classificação da qualidade do levantamento em função da precisão relativa alcançada. Correlacionando com as aplicações e respectivas precisões das estações totais.

Tabela 3 – Valores da tolerância para o erro de fechamento linear.

Qualidade do Levantamento	Precisão relativa	Aplicações	Observações
Alta	1:50.000 ou melhor	Pontos de controle para trabalhos de engenharia de alta precisão como em túneis, monitoramento de estruturas e outros.	Exige o uso de estações totais com precisão angular da ordem de 1" e preciso linear da ordem de 1mm+1ppm e centragem forçada.
Boa	Entre 1:10.000 e 1:50.000	Trabalhos gerais de engenharia, tais como, construção civil, rodovias, locações de obras, levantamentos cadastrais urbanos, loteamentos e outros.	Pode ser usada estações totais com precisão angular entre 2" e 7" e preciso linear da ordem de 2mm+2ppm ou teodolitos e trena de aço. Recomenda-se o uso de centragem forçada.
Regular	Entre 1:5000 e 1:10.000	Trabalhos de cadastro rural, pré-projetos de engenharia civil, obras de drenagem e outros.	Pode ser usada estações totais com precisão angular iguais ou inferior a 7" e preciso linear igual ou inferior a 3mm+3ppm ou teodolitos e trena de fibra de vidro.
Baixa	Entre 1:500 e 1:5.000	Trabalhos de cadastro rural, movimentação de terra, mapeamento em escalas reduzidas e outros	Pode ser usada estações totais com precisão angular iguais ou inferior a 7" e preciso linear igual ou inferior a 5mm+5ppm ou teodolitos e trena de fibra de vidro.

Fonte: Silva e Segantine (2015).

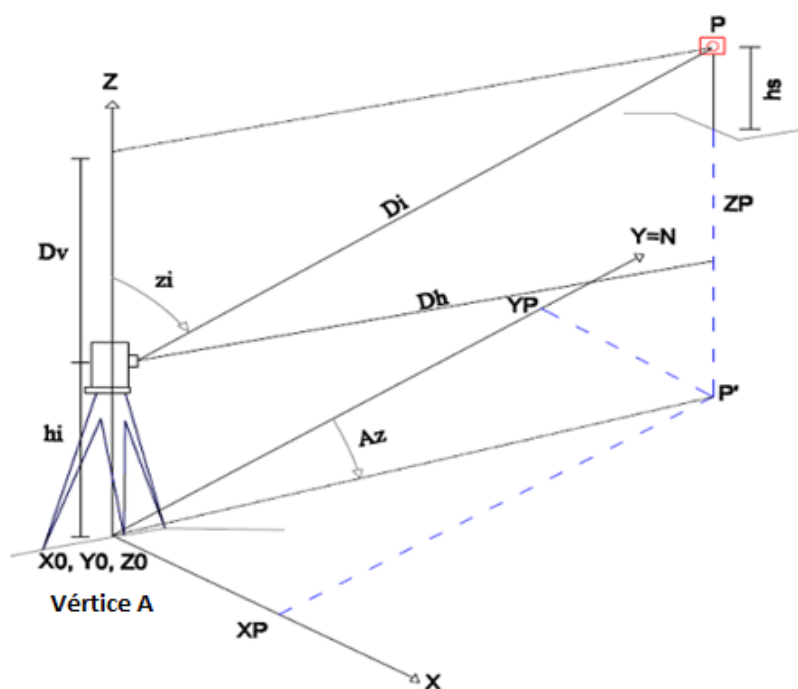
3.2.2.2 Método da irradiação simples 3D

Segundo ESPARTEL (1987), o Método da Irradiação também é conhecido como método da Decomposição em Triângulos ou das Coordenadas Polares e é empregado na avaliação de pequenas superfícies relativamente planas.

O instrumento fica estacionado sobre o vértice A e em seguida inicia-se o processo de “varredura” dos elementos contidos na área de interesse próximos ao ponto ocupado, medindo-se, de cada elemento representado, as direções horizontais e as distâncias inclinadas e respectivos ângulos verticais (KAHMEN e FAIG, 1988).

O ponto P de interesse é obtido a partir do Azimute (Az) medido no plano XY, do ângulo zenital (Zi) medido no plano vertical, que contém o eixo Z, da distância inclinada (Di) medida do equipamento ao prisma no ponto de interesse P, das alturas do instrumento (hi) e do prisma (hs) e das coordenadas conhecidas do vértice A (Figura 21).

Figura 21 - Esquema do Método de Irradiação 3D.



Fonte: adaptado de KAHMEN e FAIG (1988).

As coordenadas cartesianas tridimensionais do ponto de interesse em um sistema dextrógiro, são obtidas através das Equações 11, 12 e 13:

$$X_p = X_0 + D_i \cdot \sin Z_i \cdot \sin A_z \quad (11)$$

$$Y_p = Y_0 + D_i \cdot \sin Z_i \cdot \cos A_z \quad (12)$$

$$Z_p = Z_0 + (h_i - h_s + D_i \cdot \cos Z_i) \quad (13)$$

onde:

XP, YP e ZP: Coordenadas do ponto P no referencial local;

X0, Y0 e Z0 - Coordenadas da origem;

hi - Altura do instrumento;

hs - Altura do Prisma;

Di - Distância inclinada;

$D_v = D_i \cdot \cos Z_i$

Az - Azimute (considerando que o eixo Y esta orientado para a direção norte); e

Zi - Ângulo zenital.

3.3 DETERMINAÇÃO GEODÉSICA DOS PONTOS DE LIMITES DA ZEA

A seguir será apresentado a determinação geodésica dos pontos limites da ZEA considerando o levantamento de cruzamentos de vias e definição de interseções dos eixos das vias.

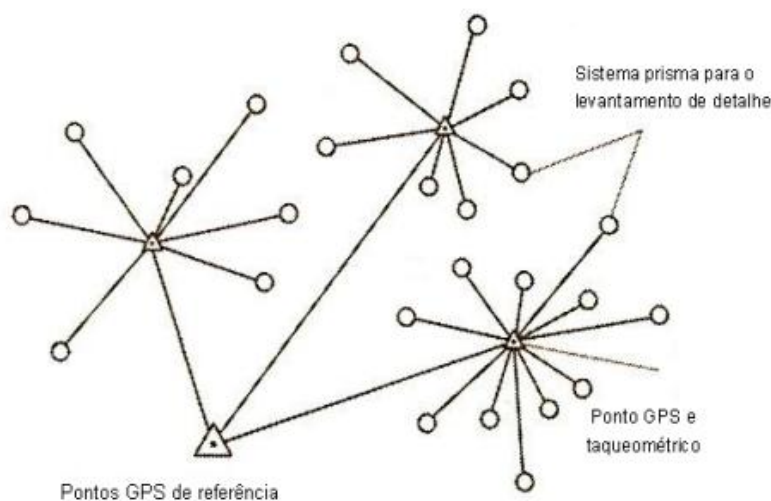
3.3.1 Levantamento de cruzamentos de vias

O receptor GNSS utilizado nas medições proporciona rapidez e precisão na aquisição dos dados, porém devido às edificações altas e outros obstáculos é necessário a utilização combinada com a estação total para a obtenção do posicionamento pretendido.

Um grande problema no levantamento cadastral com GNSS é a perda de sinal causada pelas edificações, árvores, torres, pontes, entre outros. Por esse motivo o emprego do GNSS no levantamento cadastral está restrito para áreas abertas. Com a apresentação de tais obstáculos, o GNSS é empregado principalmente para determinar os pontos de estação ocupados por taqueômetros eletrônicos (Estações Totais) ou outros instrumentos convencionais utilizados em levantamentos (SEEBER, 2003).

A Figura 22 mostra a combinação nos levantamentos de Estação Total e receptores GNSS.

Figura 22 - Combinação do GPS com o taqueômetro eletrônico.



Fonte: SEEBER, (2003).

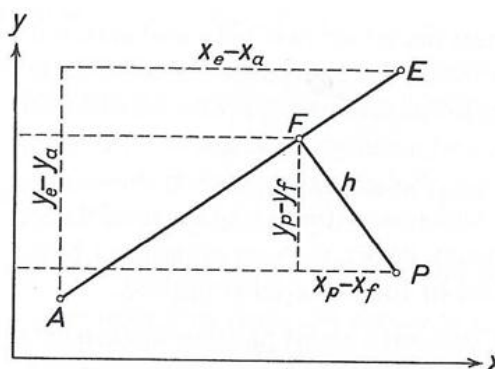
3.3.2 Definição e interseção de retas

O levantamento dos pontos dos cruzamentos possibilitam a definição das vias trazendo a necessidade da determinação do eixo virtual através dos cálculos e elementos da geometria analítica.

Conforme descrito em Kahmen e Faig (1988), o método da interseção das retas consiste na determinação das coordenadas de um vértice a partir do encontro de dois segmentos de retas.

A Figura 23 ilustra a possibilidade de interseção entre retas perpendiculares, onde o ponto P é localizado pela normal no alinhamento AE no ponto F.

Figura 23 – Localização do ponto P a partir da interseção de retas.



Fonte: KAHMEN e FAIG (1988).

Através do valor de h e das variações das coordenadas da reta AE serão calculadas as coordenadas do ponto P pelas equações (14 a 18):

$$x_p - x_f = \frac{y_e - y_a}{s} \cdot h = + a \cdot h \quad (14)$$

$$y_p - y_f = - \frac{x_e - x_a}{s} \cdot h = - o \cdot h \quad (15)$$

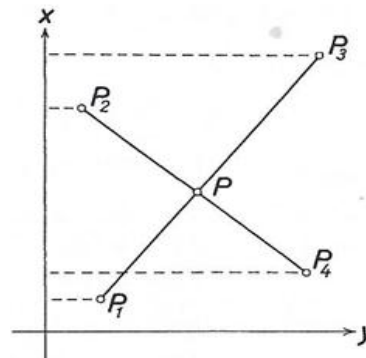
$$s = \sqrt{(x_e - x_a)^2 + (y_e - y_a)^2} \quad (16)$$

$$a = \frac{y_e - y_a}{s} \quad (17)$$

$$o = \frac{x_e - x_a}{s} \quad (18)$$

Pode-se ainda localizar o ponto P da intersecção entre duas retas, conforme Figura 24.

Figura 24 – Localização do ponto P a partir do ponto médio da intersecção de retas.



Fonte: KAHMEN e FAIG, (1988).

Uma linha reta é comumente definida por dois pontos ou por um ponto e seu azimute. O coeficiente de direção m é simplesmente a razão o/a , conforme a equação 19.

$$\tan a = \frac{x_e - x_a}{y_e - y_a} = m \quad (19)$$

Assim, como o $P_1 (x_1, y_1)$ e m definem uma linha reta pela equação 20:

$$x - x_1 = m_1 (y - y_1) \quad (20)$$

Uma segunda linha reta tem a equação 21 para defini-la:

$$x - x_2 = m_2 (y - y_2) \quad (21)$$

O ponto de intersecção $P (x/y)$ tem que cumprir ambas as equações anteriores, através da equação 22:

$$y - y_1 = \frac{(x_2 - x_1) - m_2 (y_2 - y_1)}{m_1 - m_2} \quad (22)$$

Se uma linha é dada pelos pontos P1 (x1, y1) e P3 (x3, y3) e uma segunda linha pelos pontos P2 (x2, y2) e P4 (x4, y4), então as coordenadas do ponto P, interseção das retas é calculado através das equações (23 a 26):

$$y = y_1 + (y - y_1) \quad (23)$$

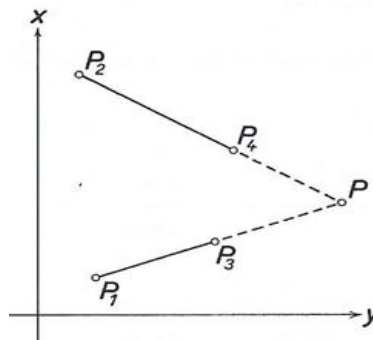
$$x = x_1 + (x - x_1) \quad (24)$$

$$m_1 = \frac{x_{P3} - x_{P1}}{y_{P3} - y_{P1}} \quad (25)$$

$$m_2 = \frac{x_{P4} - x_{P2}}{y_{P4} - y_{P2}} \quad (26)$$

O ponto P ainda pode ser encontrado a partir da interseção do prolongamento de duas retas, conforme Figura 25.

Figura 25 – Localização do ponto P a partir prolongamento de retas.



Fonte: KAHMEN e FAIG, (1988).

O valor do ponto P é calculado através das equações (27 a 30):

$$y = y_{P1} + (y - y_{P1}) \quad (27)$$

$$x = x_{P1} + (x - x_{P1}) \quad (28)$$

$$m_1 = \frac{x_{P3} - x}{y_{P3} - y} \quad (29)$$

$$m_2 = \frac{x_{P4} - x}{y_{P4} - y} \quad (30)$$

Onde o valor do ponto P é o encontro entre o m1 e m2 e através do prolongamento das retas se chega a interseção no ponto P.

4 EXPERIMENTOS E ANÁLISES METODOLÓGICAS

As etapas dos procedimentos metodológicos executadas são apresentadas em um fluxograma, e estão descritas no item 4.3, para o melhor entendimento. Para os métodos empregados foram utilizados equipamentos e softwares que foram associados aos trabalhos de campo, aos processamentos e as análises dos resultados.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende um trecho que compõe parte da Zona Especial do Aeroporto (ZEA), regulamentada pela Lei Municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998), localizada no bairro de Boa Viagem, no Município do Recife no Estado de Pernambuco (capítulo 2).

Essa área foi dividida em 2 partes, onde no 1 trecho, entre o canal de Setubal e o mar observam-se grande quantidade de obstáculos verticais (edifícios) e no 2 trecho, entre o canal de Setubal e a linha férrea do metrô em direção ao aeroporto, observam-se residências e apartamentos de no máximo 3 andares limitando a utilização de receptores GNSS por causa do efeito de multi-caminho. Assim, para comparar os procedimentos de medição com GNSS e estação total com a finalidade do levantamento dos cruzamentos das vias, escolheu-se o 1 trecho para medição com estação total e 2 trecho para medição com GNSS.

No 1º trecho foram implantados, pelo método de posicionamento GNSS relativo estático, pontos de referência no início da área de estudo, Base Inicial 1 (BI1) e Base Inicial 2 (BI2) e no final da área de estudo os pontos Base Final 1 (BF1) e Base Final 2 (BF2) que serviram de controle para os cálculos da poligonal apoiada tipo 3. A partir dos vértices iniciais do trecho 1, foram transportados pelo método da poligonação com centragem forçada, utilizando estação total, os pontos denominados BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10 e AJ11. A poligonal foi desenvolvida até encontrar os vértices finais do trecho 1.

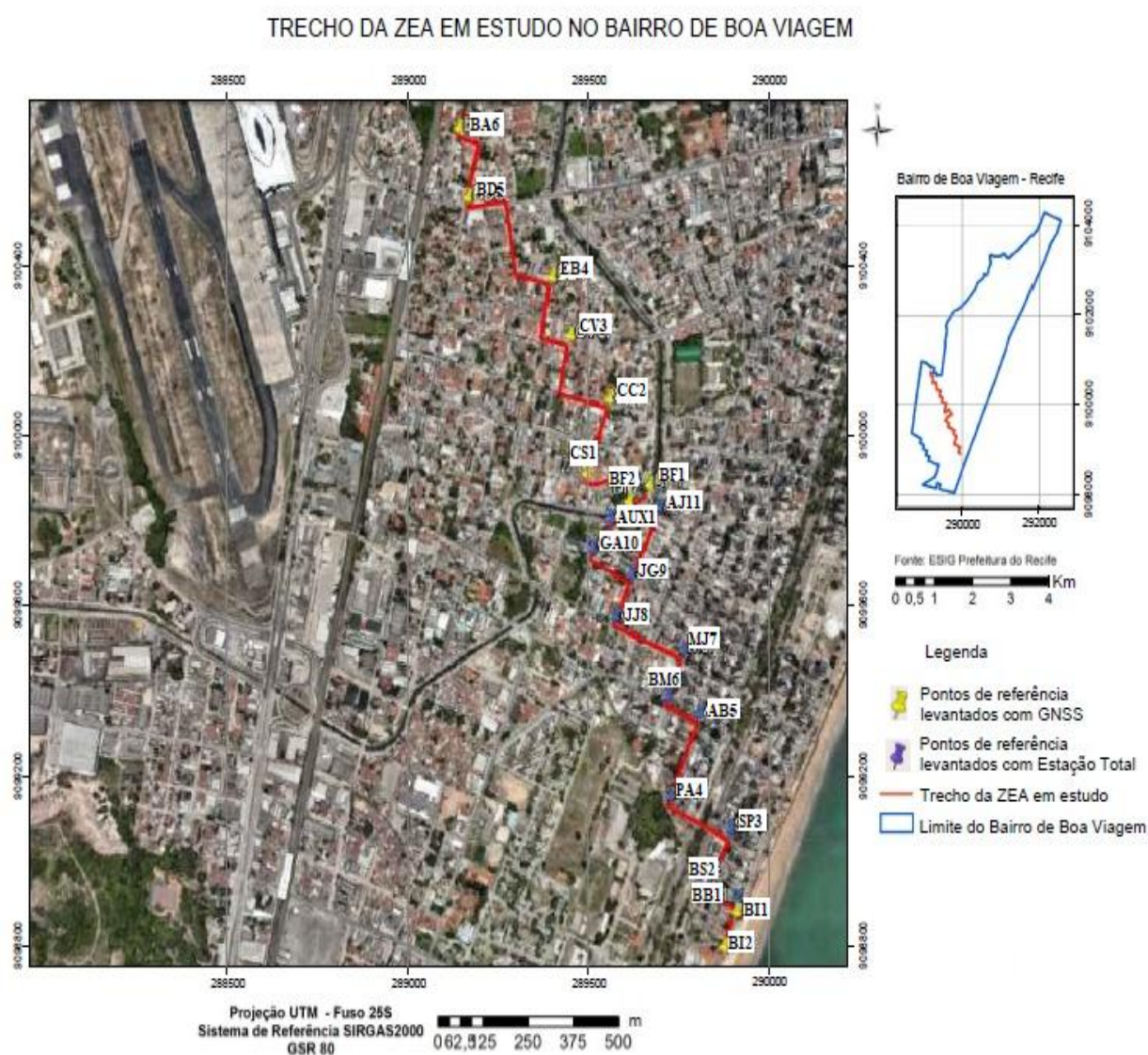
Os nomes destes pontos foram escolhidos com as iniciais dos cruzamentos das vias envolvidas na delimitação da ZEA, conforme Apêndice D. Como exemplo, BB1 corresponde ao ponto de referência localizado no meio fio próximo ao cruzamento das vias avenida Boa Viagem com a rua Brigadeiro Ciro e BS2 corresponde ao ponto de referência localizado no meio fio próximo ao cruzamento da rua Brigadeiro Ciro com a rua Setúbal (BS2) e assim sucessivamente para os pontos de referência citados acima.

No 2º trecho foram implantados 6 pontos de referência através de pinos de aço, onde cada pino foi implantado no meio fio próximo a cada Vértice Virtual da poligonal da ZEA para posterior levantamento do cruzamento. Os pinos foram identificados como, respectivamente, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, onde as letras representam as iniciais das vias envolvidas na delimitação da ZEA. Os pontos foram georreferenciados usando o Método de Posicionamento GNSS Relativo Estático.

Para a coleta dos dados foram utilizadas as legislações específicas e suas descrições quanto ao posicionamento, especificações e delimitação.

A área descrita nos subitens a seguir contém a delimitação de parte da poligonal da ZEA e para melhorar as ilustrações das áreas de estudo foram confeccionados alguns mapas temáticos com o emprego do software ArcGis10. Observa-se o mapa elaborado (Figura 26) mostrando a sua localização, de acordo com dados da Prefeitura do Recife, disponibilizados em SIRGAS2000. A área de estudo está ilustrada com uma poligonal aberta em cor vermelha e os pontos em amarelo representam os pontos de referência levantados com GNSS e os pontos em azul representam os pontos levantados com estação total.

Figura 26 – Mapa da Área de Estudo com os vértices de referência plotados no Google Earth (2017), coordenadas UTM SIRGAS2000 em metros. E esboço da poligonal do trecho da ZEA em estudo.



Fonte: ArcGis 10, Adaptado Google Earth (2017).

A primeira parte do trecho vai desde a rua Brigadeiro Cyro, localizada próximo ao mar, na praia de Boa Viagem, até encontrar o prolongamento do eixo da Rua José Hipólito Cardoso, próxima ao canal de Setúbal e a segunda parte vai desde a Rua Cruzeiro do Forte, após o canal até a Rua Adauto C. Leal, próxima a via férrea do metrô (Estação Aeroporto) e aeroporto internacional.

A justificativa para adoção desta Área em questão foi à proximidade do Aeroporto Internacional, região mais crítica da ZEA, quanto aos planos de proteção do Aeródromo e a

imediação dos vértices conhecidos da Prefeitura Municipal da Cidade do Recife, V12 e V13 (ANEXOS B e C).

4.2 MATERIAIS

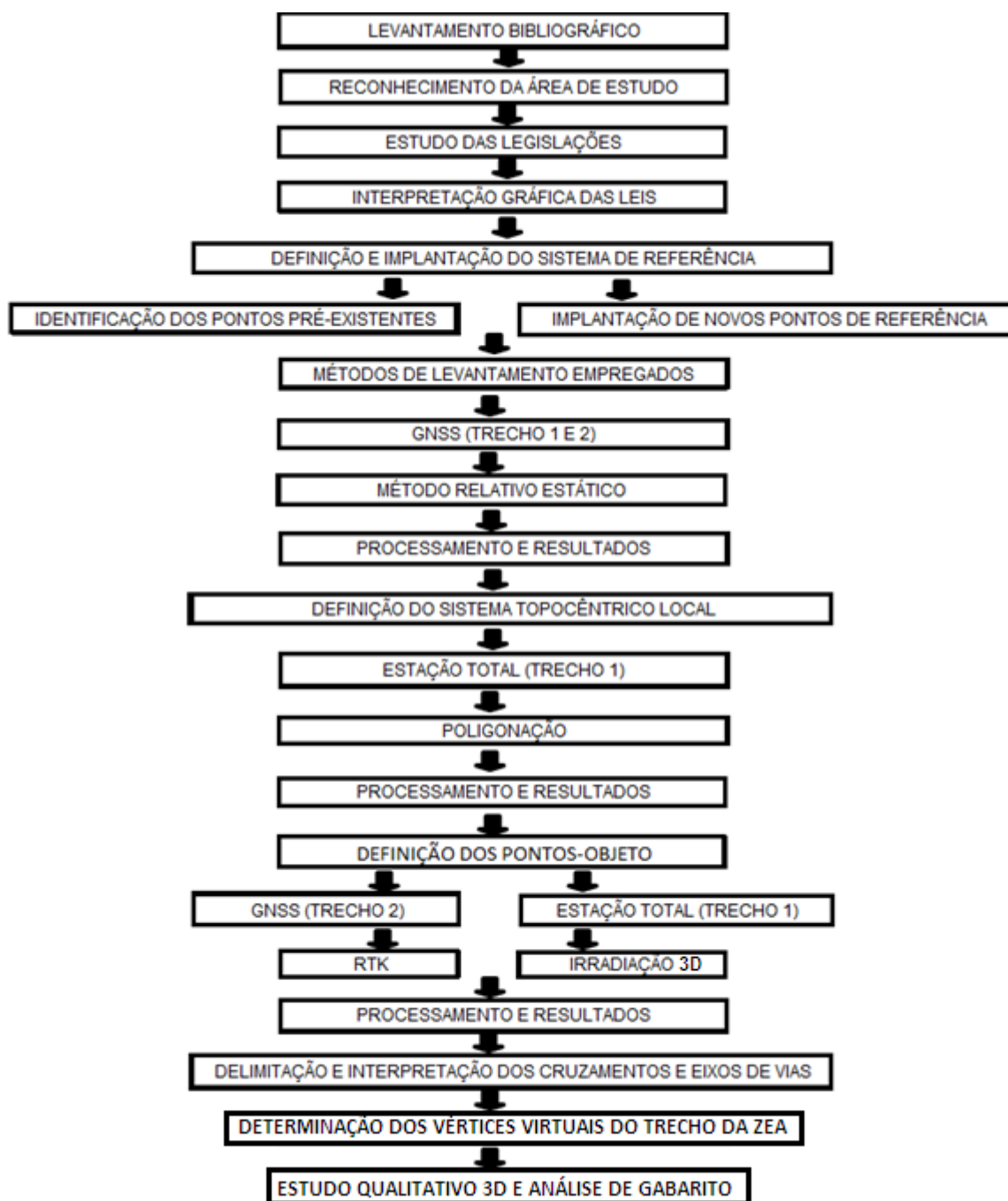
A determinação das coordenadas foi realizada com o emprego de receptores GNSS e Estação Total. Foram utilizados também projetos e plantas em Plataforma CAD disponibilizados pelos órgãos públicos do Comando da Aeronáutica e da Prefeitura Municipal da Cidade do Recife para a delimitação das áreas previstas na legislação, além desses, os materiais utilizados estão listados detalhadamente a seguir:

- a) 01 (um) par de receptores GNSS HIPER LITE+: dupla frequência (L1 e L2), Rádio com alcance de até 2km em RTK, Precisão horizontal de 3mm + 0,5 ppm e vertical de 5mm + 0,5 ppm para levantamentos estáticos e estáticos-rápidos e horizontal de 10mm + 1 ppm e vertical de 15mm + 1 ppm para levantamentos cinemáticos e RTK (TOPCON, 2003);
- b) Estação Total (Topcon GPT3200 N/NW), precisão angular (5") e linear (5mm + 5ppm). De acordo com a NBR 13133/1994, a precisão angular e linear deste instrumento é classificada como precisão média;
- c) Acessórios para o levantamento de campo, tais como: prismas, guarda-sol, base nivelante, adaptadores base-prisma, trena, tripés, dentre outros;
- d) *Softwares*: AutoCad2016 (versão estudantil), ArcGis 10, TOPCOM TOOLS v.8.2 (com Hardlock do LAGEO/DECart), Excel 2010, AstGeoTop [(GARNÉS, 2013) e (GARNÉS, 2016)], TopconLink v.8.2.3 e Magnet Tools v.3.0;
- e) Base Cartográfica dos softwares ESIG, Prefeitura Municipal da Cidade do Recife e Google Earth.

4.3 METODOLOGIA

A seguir é feita a descrição dos procedimentos adotados no desenvolvimento da dissertação, seguindo o esquema da Figura 27.

Figura 27 - Procedimentos metodológicos.



A Figura 27 é um fluxograma que tem por objetivo a representação simplificada de uma série de eventos fundamentais para a aplicação das técnicas abordadas. A descrição do planejamento segue desde o estudo bibliográfico com o levantamento das legislações e trabalhos na área, passando pela coleta de dados até a análise dos resultados, elaboração de produtos cartográficos e estudo qualitativo 3D.

Foi realizada a inspeção e o reconhecimento da área de estudo com a identificação dos vértices de interesse que compõem o trecho da ZEA.

A interpretação gráfica das legislações compreendeu a fase de entendimento dos projetos aprovados pela Lei Municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998), pelos Planos urbanísticos e pelas Portarias do Comando da Aeronáutica.

Na fase da definição e implantação do Sistema de Referência foram identificados os pontos de referência pré-existentes, V12 e V13 (ANEXOS B e C), da Prefeitura Municipal da Cidade do Recife, a estação RBMC-RECF (ANEXO E) e a materialização dos pontos de referência BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5, BA6, BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e AJ11, que serviram de apoio aos levantamentos dos cruzamentos.

Os dados dos levantamentos foram processados e obtidos os valores para serem discutidos nos resultados e definição do Sistema Geodésico Local (SGL). Nos levantamentos com o emprego de Estação Total no trecho 1, foram implantados pontos de referência através do método da poligonação para processamento e resultado nas proximidades dos vértices ZEA e os pontos de referência do trecho 2 foram determinados através de posicionamento GNSS Método relativo estático.

Apartir dos pontos de referência implantados foram levantados os pontos-objeto para detalhamento e caracterização dos cruzamentos das vias, através do método RTK, no trecho 2 e com o método da irradiação 3D, para o trecho 1. Com os dados processados dos cruzamentos foram estabelecidos os vértices virtuais dos trechos da ZEA.

Os pontos de referência foram materializados próximos a região do trecho de interesse, com coordenadas conhecidas e definidas em um sistema de referência no SGL que possibilitou o posicionamento preciso da poligonal do trecho da ZEA em estudo.

Os pontos previstos da poligonal da ZEA encontram-se nos eixos das ruas descritas na Lei Municipal Nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998), a serem localizados e analisados nesta dissertação, porém devido às vias movimentadas e com grande fluxo de veículos foi desenvolvida uma metodologia para definir as coordenadas para o estabelecimento da Zona específica através dos vértices virtuais.

Apartir dos vértices virtuais encontrados nos trechos 1 e 2, foram definidas regiões para uma análise qualitativa 3D, onde foram destacados as relações da ocupação no sentido das características das construções verticais entre a área dentro do zoneamento e na região limite fora da área da ZEA.

Os dados da análise qualitativa 3D foram extraídas do Google Earth (2017) e representaram a ocupação na área de estudo no entorno da delimitação da ZEA. Em seguida foram também discutidas uma análise do gabarito frente a legislação do Comando da Aeronáutica, que contempla o plano de proteção do aeródromo.

4.4 DEFINIÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS PONTOS DE REFERÊNCIA

O conjunto dos pontos de referência foi classificado em 2 (duas) categorias:

- Pontos de referência implantados com GNSS.
- Pontos de referência implantados com Estação Total.

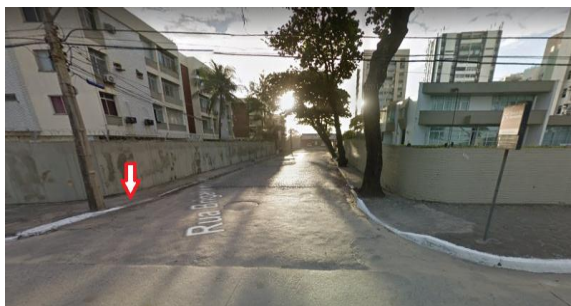
Na primeira etapa foi realizado um reconhecimento da área de interesse e foram definidos a localização dos pontos, onde seriam colocados os pinos de aço para delimitação dos vértices da ZEA nos trechos 1 e 2. As medições de Campo com receptores GNSS foram realizadas nos dias 01/04/2017, 07/04/2017, 12/05/2017 e 19/05/2017. Em todas as medições neste período foram utilizados dois receptores GNSS (L1 e L2), modelo Hiper V e/ou os dois receptores GNSS (L1 e L2), modelo Hiper Lite +. No dia 01/04/2017 foram implantados todos os pinos, denominados BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6 nos dois trechos para a definição das bases dos levantamentos, sendo 4 no trecho 1 para amarração da poligonal apoiada e os outros no trecho 2, além dos pontos V12 e V13 (ANEXOS B e C) pré existentes, marcos da Prefeitura Municipal da Cidade do Recife, para serem usados também como referência para a localização e processamento das coordenadas no SGL.

No 1º trecho foram definidos inicialmente 4 pontos de referência através dos métodos de levantamento com posicionalmente GNSS relativo estático, sendo 2 no início (BI1 e BI2) do trecho e 2 no final (BF1 e BF2).

Neste trecho também foi utilizado o método da poligonação com centragem forçada para definir os pontos de referência. Os dados adquiridos foram ajustados, processados e utilizados para a determinação dos vértices da ZEA pelo processo analítico.

Os pontos de referência do trecho 1 e determinados com o método da poligonação foram determinados com o método da poligonação e denominados de BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e AJ11, conforme mostrado nas Figuras 28 até a 33.

Figura 28 – Vistas das estações BB1 e BS2.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 29 – Vistas das estações SP3 e PA4.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 30 – Vistas das estações AB5 e BM6.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 31 – Vistas das estações MJ7 e JJ8.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 32 – Vistas das estações JG9 e GA10.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 33 – Vistas das estações AUX1 e AJ11.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

No trecho 2 determinaram-se os pontos de referência denominados de CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, pelo método de posicionamento GNSS relativo estático. As Figuras 34 até a 36 ilustram os locais dos vértices implantados.

Figura 34 – Vistas das estações CS1 e CC2.



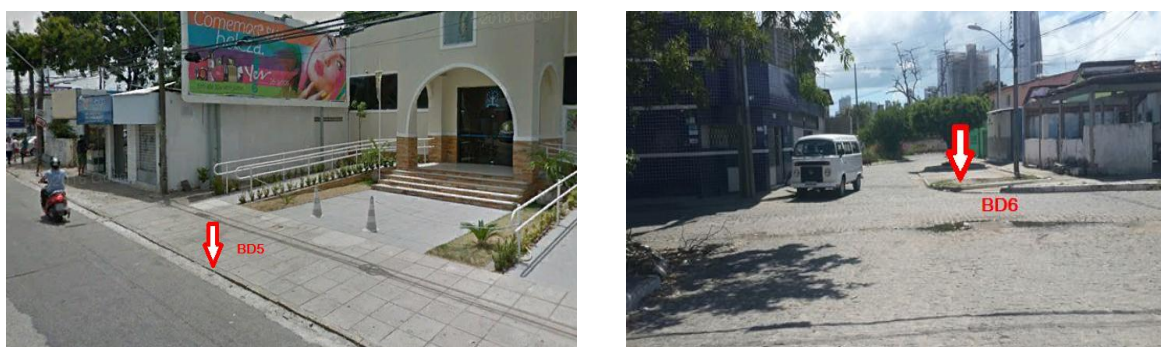
Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 35 – Vistas das estações CV3 e EB4.



Fonte: Imagem adaptada Google Earth (2017).

Figura 36 – Vistas das estações BD5 e BA6.



Fonte: Imagem adaptado Google Earth (2017).

4.4.1 Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos de referência com GNSS

Nesta etapa foi realizado o georreferenciamento de pontos de referência nos trechos 1 e 2. Os dados foram coletados com os receptores GNSS (L1 e L2) nos vértices V12 e V13, da Prefeitura Municipal da Cidade do Recife, e depois nos vértices BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, que estão materializados próximos aos cruzamentos de interesse.

4.4.1.1 Medições com o método relativo estático (trecho 1 e 2)

Na medição foram utilizados quatro (4) receptores geodésicos L1/L2, com taxa de gravação dos dados de 5 segundo e máscara de elevação de 15°. Os receptores foram instalados com tripés e bases nivelantes, e em seguida foram medidas as alturas das

respectivas antenas. A campanha visou medir simultaneamente as estações existentes RBMC RECF (ANEXO E), V12 (ANEXO B) e V13 (ANEXO C), sendo que os dados da estação RBMC-RECF foram disponibilizados pelo IBGE (2016), através do site https://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/tela_inicial.php?tipo=8.

Foram utilizados os receptores Hiper V fixos para medição das estações V12 e V13, e os vértices implantados BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6 que foram ocupadas pelos receptores Hiper Lite +, sendo deslocados a cada 1 hora. A base inicial (BI1 e BI2) e a base final (BF1 e BF2) implantadas no primeiro trecho serviram de base para a poligonal enquadrada tipo 3 implantada com estação total (item 3.2.2.1).

A campanha foi realizada no dia 01/04/2017 ocupando os vértices V12 e V13, com o tempo de medição de aproximadamente 8 horas para cada ponto e os outros vértices com tempo de medição de aproximadamente 1 hora. A Figura 37 ilustra a configuração geométrica em uma vista área dos vértices BI1; BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6 utilizados para o georreferenciamento e as estações RBMC-RECF, V12 e V13.

Figura 37 – Vista área das estações RBMC-RECF, V12 e V13.



Fonte: ArcGis 10, adaptado Google Earth (2017).

A Figura 26 ilustra a localização dos vértices de referência BI1, BI2, BF1 e BF2 do trecho 1.

A Figura 38 apresenta a ocupação dos vértices de referência V12 e V13, em Boa Viagem, próximo ao Aeroporto, vértices do E-SIG, em Recife.

Figura 38 – Ocupação dos vértices de referência V12 e V13.



Foto: 01/04/2017.

Os vértices de referência BI1 e BI2 (Apêndice C), respectivamente, estão localizados na Avenida Boa Viagem, próximo ao clube da aeronáutica e os vértices de referência BF1 e BF2 (Apêndice C), respectivamente, estão localizados na Avenida Marechal Juarez Távora, próximo ao canal de Setúbal e a rua Cruzeiro do Forte, todos os pontos no bairro de Boa Viagem, em Recife.

No trecho 2 foram implantados mais 6 pinos próximos a cada vértice virtual do trecho da ZEA que, de acordo com a Lei municipal 16414/1998 (RECIFE, 1998) coincidem com o cruzamento das interseções das vias urbanas (ANEXO D). Os pinos foram denominados respectivamente, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, onde as letras representam as iniciais das ruas em que se cruzam, rua Cosmorama com a Rua Sideral (CS1), rua Cosmorama com a rua Copacabana (CC2), rua Conde Vila Flor com a rua sargento Valdir Correa (CV3), rua Engenheiro Lauro Borba com a rua Beberibe (EB4), rua Barão de Sousa Leão com a rua Dr. Luiz Correia de Oliveira (BD5) e rua Barão de Tefé com a rua Aranã (BA6).

Os pontos foram georreferenciados usando o método posicionamento GNSS relativo estático e a Figura 26 mostra a posição espacial dos pontos de referência implantados.

Durante a implantação das hastes metálicas nos pontos de referência foi identificado que a localização de cada vértice era próxima e desse modo o procedimento com RTK poderia funcionar ocupando apenas alguns vértices dos cruzamentos, pois a partir de um vértice era

possível visualizar 1 ou 2 cruzamentos e assim diminuir o número de bases para o procedimento RTK, conforme ilustração da Figura 26.

4.4.1.2 Processamento, resultado e análise

O processamento e ajustamento dos vértices V12 e V13 medidos na campanha do dia 01/04/17 foi realizado com o software TOPCON TOOLS 7.2 com um nível de confiança de 95%, as estações geodésicas: V12 e V13 foram usadas como referências (Tabela 4).

Tabela 4 - Coordenadas Geodésicas e Plano- Retangulares UTM em SIRGAS2000 das Estações V12 e V13 (ANEXO B e C) ajustadas.

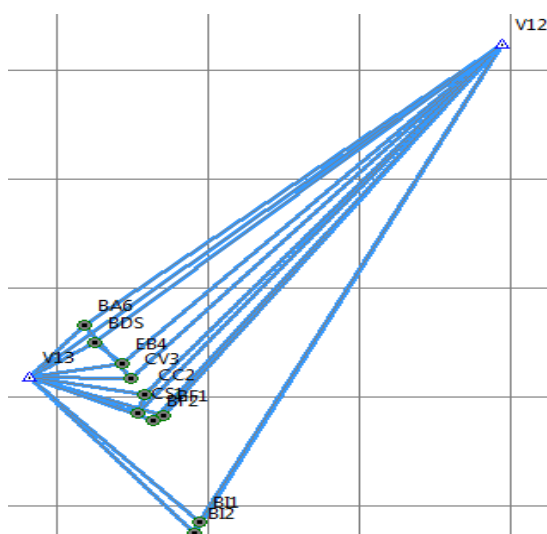
PONTOS	COORDENADAS GEODÉSICAS				COORDENADAS UTM		ALTITUDE ELIPSOIDAL	
	LATITUDE (φ)	$\sigma\varphi$ (m)	LONGITUDE (λ)	$\sigma\lambda$ (m)	E (m)	N (m)	h (m)	σh (m)
V12	8°06'30,16494"S	0,000	34°53'17,32461"W	0,000	291946,791	9103236,979	-1,433	0,000
V13	8°08'09,33049"S	0,000	34°54'59,92550"W	0,000	288819,654	9100175,344	2,69	0,000

Fonte: Software TOPCON TOOLS 7.2.

Fixadas as coordenadas dos vértices V12 e V13 foram determinadas as coordenadas dos vértices implantados com GNSS no trecho 1 e no trecho 2.

A campanha resultou nas coordenadas geodésicas e UTM (SIRGAS2000) dos vértices BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6 para a definição de um Sistema Geodésico Local na área de estudo. A Figura 39 ilustra as linhas de base criadas em cada processamento.

Figura 39 – Linhas de Bases do processamento.



Fonte: Magnet tools versão 3.0

As coordenadas geodésicas (ϕ , λ , h) e as plano-retangulares UTM (E, N), em SIRGAS2000, oriundas do processamento e ajustamento e respectivos desvios padrão dos vértices implantados são apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 - Coordenadas Geodésicas e Plano-Retangulares UTM em SIRGAS2000 (ajustadas).

PONTOS	COORDENADAS GEODÉSICAS				COORDENADAS UTM		ALTITUDE ELIPSOIDAL	
	LATITUDE (ϕ)	$\sigma\phi$ (m)	LONGITUDE (λ)	$\sigma\lambda$ (m)	E (m)	N (m)	h (m)	σh (m)
BI1	8°08'52,82432"S	0,007	34°54'23,23506"W	0,006	289949,31	9098844,284	-2,067	0,008
BI2	8°08'55,98410"S	0,006	34°54'24,55232"W	0,005	289909,439	9098747,008	-1,798	0,006
CS1	8°08'19,88452"S	0,005	34°54'36,66716"W	0,005	289533,289	9099854,433	-0,620	0,007
CC2	8°08'14,29128"S	0,006	34°54'35,06158"W	0,005	289581,636	9100026,52	-0,509	0,008
CV3	8°08'00,76537"S	0,000	34°54'38,15600"W	0,008	289486,227	9100165,124	-1,687	0,011

Fonte: Software TOPCON TOOLS 7.2

Conforme Tabela 5 observa-se que os desvios padrão na latitude variam de 5mm a 9mm, o desvio padrão na longitude variam de 5mm a 8mm e o desvio padrão na altitude elipsoidal variam de 6mm a 11mm, garantindo o posicionamento dos pontos de referência na ordem milimétrica. Além disso foi realizada a verificação do erro de fechamento da Rede através do comando “Loop Closures”, onde foi evidenciado na Tabela 6 que as linhas de base são consistentes, com a discrepância máxima na horizontal de 9mm no fechamento dos triângulos. Na vertical a discrepância máxima de 2,9cm.

Tabela 6 – Desvio Padrão das Coordenadas Ajustadas.

Loop	dHz (m)	dU (m)	Horz Tolerance (m)	Vert Tolerance (m)	dHz (ppm)	dU (ppm)	Length (m)
BA6-V12(07/04/2017 18:02:35)	0,0022	0,0291	0,0715	0,1015	0,27	3,5	8295,2867
BA6-CV3(07/04/2017 18:20:40)							
CV3-V12(07/04/2017 18:20:40)							
BA6-V13(07/04/2017 18:02:35)	0,0068	0,0046	0,0392	0,0692	3,68	2,5	1840,3453
BA6-CV3(07/04/2017 18:20:40)							
CV3-V13(07/04/2017 18:20:40)							
BF1-V12(07/04/2017 13:40:00)	0,0096	0,0147	0,0716	0,1016	1,15	1,77	8313,3233
BF1-BF2(07/04/2017 13:40:00)							
BF2-V12(07/04/2017 13:27:10)							
BF1-V13(07/04/2017 13:40:00)	0,0066	0,0136	0,0397	0,0697	3,41	6,98	1943,5995
BF1-BF2(07/04/2017 13:40:00)							
BF2-V13(07/04/2017 13:27:10)							
BI2-V12(07/04/2017 11:45:50)	0,0034	0,0061	0,0793	0,1093	0,35	0,62	9859,8144
BI1-BI2(07/04/2017 12:04:10)							
BI1-V12(07/04/2017 12:04:10)							
BI2-V13(07/04/2017 11:45:50)	0,0034	0,0025	0,0482	0,0782	0,94	0,68	3647,0169
BI1-BI2(07/04/2017 12:04:10)							
BI1-V13(07/04/2017 12:04:10)							
CS1-V12(07/04/2017 15:04:45)	0,0038	0,012	0,0716	0,1016	0,46	1,44	8320,4706
CC2-CS1(07/04/2017 15:15:05)							
CC2-V12(07/04/2017 15:15:05)							
CS1-V13(07/04/2017 15:04:45)	0,0025	0,003	0,0387	0,0687	1,43	1,74	1737,353
CC2-CS1(07/04/2017 15:15:05)							
CC2-V13(07/04/2017 15:15:05)							
EB4-V12(07/04/2017 16:30:30)	0,0027	0,0049	0,0699	0,0999	0,33	0,62	7971,2849
BD5-EB4(07/04/2017 16:40:50)							
BD5-V12(07/04/2017 16:40:50)							
EB4-V13(07/04/2017 16:30:30)	0,003	0,0048	0,0372	0,0672	2,06	3,35	1443,1184
BD5-EB4(07/04/2017 16:40:50)							
BD5-V13(07/04/2017 16:40:50)							

Fonte: Software TOPCON TOOLS 7.2

4.4.2 Definição do sistema geodésico local (SGL)

O Sistema Geodésico Local foi definido com a origem no vértice da RBMC - RECF: 8°03'03,46970"S, 34°57'05,45910"W e a altitude elipsoidal de 20,180 m, mesma origem definida no Campus Recife da UFPE (MENDONÇA et al, 2010) (ANEXO E).

A transformação das coordenadas geodésicas (SIRGAS2000) no SGL foi realizada utilizando o software AstGeoTop (GARNÉS, 2013).

Para os cálculos dos parâmetros de transformação entre as coordenadas cartesianas geocêntricas (X, Y, Z) (SIRGAS2000) e as coordenadas no SGL no trecho 1 e 2 foram empregados no primeiro momento os vértices RECF, V12, V13, BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, obtidos a partir do método de posicionamento GNSS, identificados e materializados nos dois sistemas de coordenadas e apresentadas as respectivas coordenadas X, Y e h do Sistema Geodésico Local (STL) na Tabela 7.

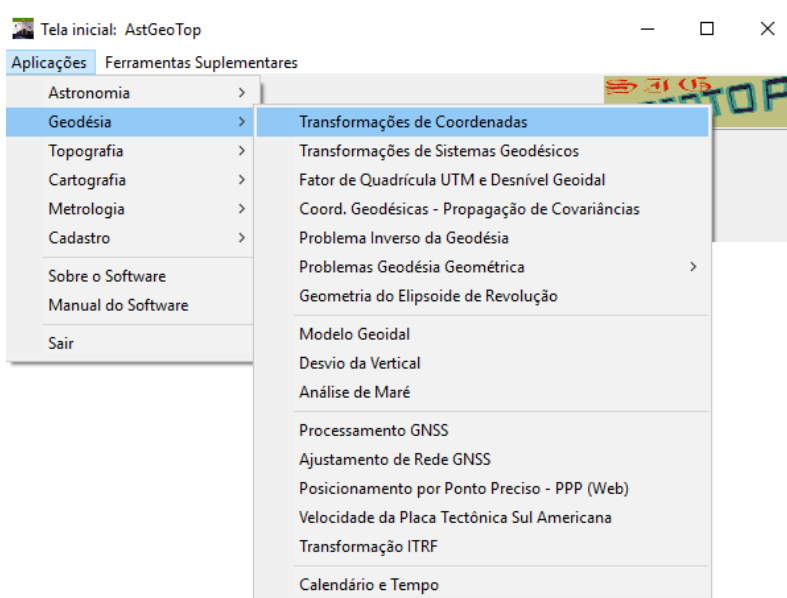
Tabela 7 – Coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL (SIRGAS2000) obtidas por receptores GNSS.

PONTOS	COORDENADAS GEODÉSICAS		COORDENADAS NO SGL		ALTITUDE ELIP.
	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	x (m)	y (m)	h (m)
RECF	8°03'03,46970"S	34°57'05,45910"W	150000,000	250000,000	20,180
V12	8°06'30,16494"S	34°53'17,32461"W	156984,333	243649,542	-1,433
V13	8°08'09,33049"S	34°54'59,92550"W	153842,950	240603,428	2,69
BI1	8°08'52,82432"S	34°54'23,23506"W	154965,999	239267,142	-2,067
BI2	8°08'55,98410"S	34°54'24,55232"W	154925,664	239170,073	-1,798
CS1	8°08'19,88452"S	34°54'36,66716"W	154554,920	240279,134	-0,620
CC2	8°08'14,29128"S	34°54'35,06158"W	154604,089	240450,960	-0,509
CV3	8°08'09,76537"S	34°54'38,15600"W	154509,375	240590,008	1,687
EB4	8°08'05,10044"S	34°54'39,69464"W	154462,288	240733,325	1,745
BD5	8°07'58,75979"S	34°54'45,93913"W	154271,144	240928,134	3,038
BA6	8°07'53,84945"S	34°54'48,05539"W	154206,372	241078,994	1,254
BF1	8°08'20,69843"S	34°54'30,95255"W	154729,857	240254,112	-0,967
BF2	8°08'22,16780"S	34°54'33,28911"W	154658,323	240208,979	-1,228

Fonte: Software AstGeoTop 2013.

O software AstGeoTop (GARNÉS, 2013) foi utilizado para realizar as etapas necessárias a transformação, onde primeiro é acessado o menu “Aplicações” do programa; em seguida selecionada a opção “Geodesia” e por fim seleciona a opção “Transformações de Coordenadas”, como ilustra a Figura 40.

Figura 40 – Menu AstGeoTop2013.



Fonte: AstGeoTop2013.

A Figura 41 ilustra a apresentação da tela Transformações de Coordenadas do software AstGeoTop2013.

Figura 41 – Apresentação da tela transformações de coordenadas do *software* AstGeoTop2013.

TRANSFORMAÇÕES DE COORDENADAS

Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnês
Departamento de Eng. Cartográfica/UFPE
Transformações de Coordenadas © Versão 2013.05.24

Opção de entrada: ☐ Teclado ☒ Arquivo

GroupBoxSistGeodesico: ☐ Córrego Alegre ☐ SAD69 (Brasil) ☐ WGS84 ☒ SIRGAS2000 ☐ PERSONALIZADO

Tipo de Transformação: ☐ Planas -> Geodésicas ☐ Geodésicas -> Cartesianas Geocêntricas ☐ Cartesianas Geocêntricas -> Geodésicas ☒ Geodésicas -> Planas

Elipsoide de entrada: SIRGAS2000 Datum: 6378137 298,257222101

COORDENADAS GEODÉSICAS ☐ gg.mmmssssss ☒ gg° mm' ss,sssss "

linhas	ID_Pto	Latitude	Longitude	Alt.Elíp.(m)
4	BF2	-8°08'22,16779"	-34°54'33,28910"	-1.228
5	BI1	-8°08'52,82433"	-34°54'23,23505"	-2.067
6	BI2	-8°08'55,98411"	-34°54'24,55230"	-1.798
7	CC2	-8°08'14,29129"	-34°54'35,06157"	-0.509
8	CS1	-8°08'19,88453"	-34°54'36,66716"	-0.62
9	CV3	-8°08'09,76536"	-34°54'38,15601"	1.687
10	EB4	-8°08'05,10042"	-34°54'39,69464"	1.745
11	V12	-8°06'30,16494"	-34°53'17,32461"	-1.433
12	V13	-8°08'09,33050"	-34°54'59,92550"	2.69

Observação: A latitude SUL e a longitude OESTE devem ter valores NEGATIVOS

Projeção: ☐ UTM ☐ RTM ☐ LTM ☐ TM (Generalizada) ☒ Sist. Geodésico Local ☐ Sist. Topográfico Local

Coord. Geodésicas da Origem Topocêntrica: Latitude: -8°03'03,46970" Longitude: -34°57'05,45910" Alt.Elipsoidal: 20.180 Fator de elevação: 1,00000371416019

Origem das Coordenadas Planas: X = 150000,000 Y = 250000,000

Elipsoide de saída: SIRGAS2000 Datum: 6378137 298,257222101

linhas	ID_Pto	x(m)	y(m)	Alt.Elíp.(m)
6	BI2	154925,664	239170,073	-1,798
7	CC2	154604,089	240450,960	-0,509
8	CS1	154554,920	240279,134	-0,620
9	CV3	154509,375	240590,008	1,687
10	EB4	154462,288	240733,325	1,745
11	V12	156984,333	243649,542	-1,433
12	V13	153842,950	240603,428	2,690

Calcular > Resultados CAD

Fonte: AstGeoTop2013.

4.4.3 Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos de referência com estação total

O levantamento no Sistema Geodésico Local dos pontos de referência do trecho 1, pelo método da poligonação, foi realizado nos dias, 02/06/2017, 18/01/2018 e 19/01/2018.

4.4.3.1 Medições com o método da poligonação (trecho 1)

No dia 02 de junho de 2017 foi realizada uma visita técnica de campo e as medições pelo método da poligonação com duração de 8 (oito) horas com uma equipe de 4 (quatro) pessoas. Nesse dia foram materializados os vértices BB1, BS2, SP3, PA4 e AB5 no trecho 1 da ZEA a partir dos vértices BI1 e BI2 existentes. No dia 18/01/2018 foram medidos e implantados os vértices BM6, MJ7, JJ8, JG9 e do vértice AJ11, última ponto do trecho, que pôde ser visualizado a partir do vértice JG9. No dia 19/01/2018, o levantamento foi iniciado no vértice JG9, materializados os vértices GA10 e AUX1 e medido o trecho final da poligonal apoiada tipo 3, ou seja GA10, AUX1, BF2 e BF1.

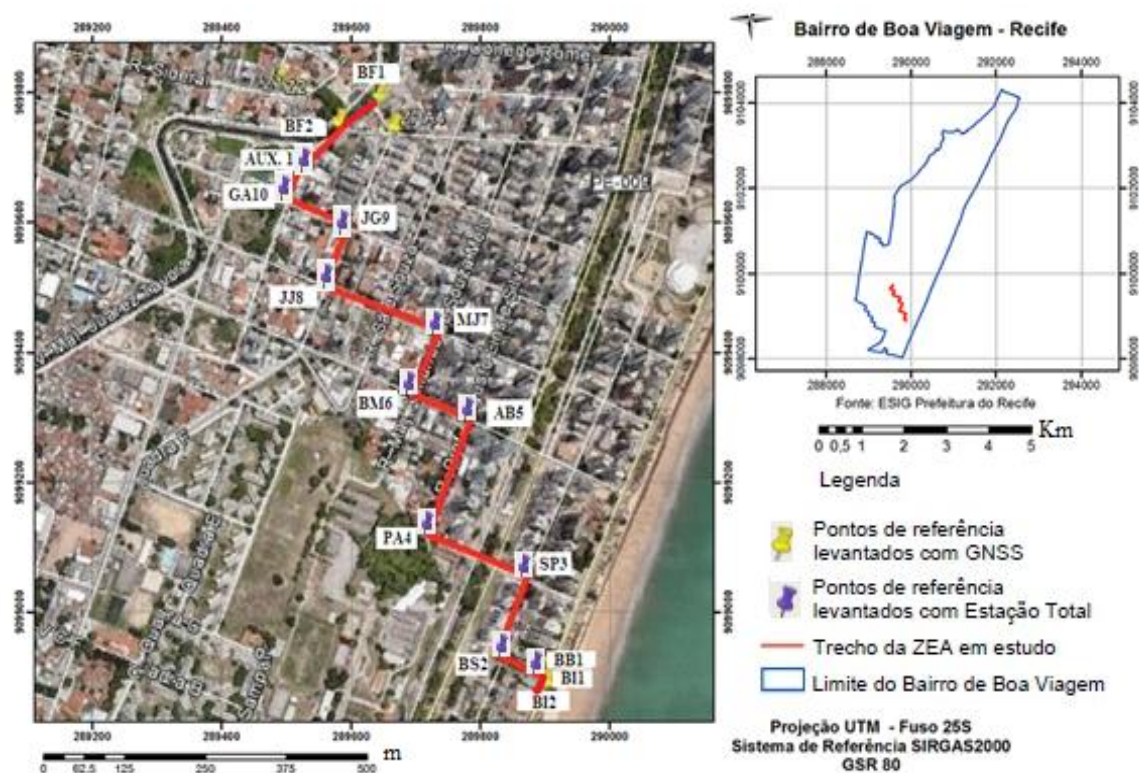
Com as coordenadas da base inicial BI1 e BI2 conhecidas após o devido processamento foi realizado o método da poligonação e irradiação, com visadas conjugadas PD e PI com o uso de estação total para o levantamento dos eixos dos cruzamentos das vias para posterior localização dos vértices virtuais da poligonal do trecho da ZEA em estudo.

A partir da base inicial foi realizado o transporte de pontos denominados BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e AJ11.

Os dados angulares e lineares dos pontos implantados foram coletados duas vezes com a estação total com visadas conjugadas diretas e inversas, com o dispositivo de centragem forçada. As visadas angulares e lineares para os pontos-objeto materializados foram realizadas uma vez em duas posições da luneta (direta e inversa).

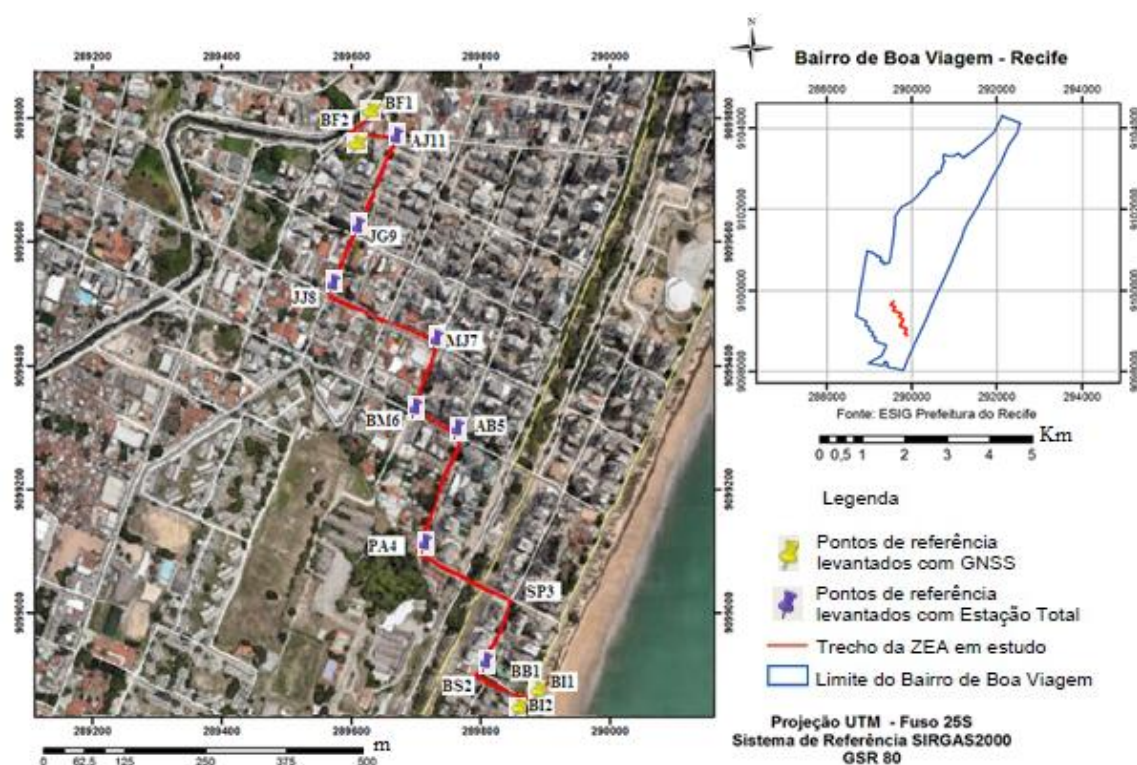
A partir do ponto JG9 foram definidos 2 caminhamentos, pois apartir desse vértice é possível visualizar 2 cruzamentos envolvendo o início e o fim do trecho curvo (último cruzamento do trecho 1). O primeiro caminhamento segue os pontos JG9, GA10, AUX1, BF2 até o ponto BF1, onde a necessidade do ponto AUX1 se deve ao trecho em formato curvo, conforme observado na Figura 42. O segundo caminhamento permanece com os mesmos pontos do primeiro trecho até o ponto JG9, onde segue passando pelo ponto AJ11, BF2 até o ponto BF1, conforme a Figura 43.

Figura 42 – Trecho 01 da ZEA (1º Caminhamento) plotados no Google Earth.



Fonte: ArcGis 10, adaptado Google Earth (2017).

Figura 43 – Trecho 01 da ZEA (2º Caminhamento) plotados no Google Earth.



Fonte: ArcGis 10, adaptado Google Earth (2017).

4.4.3.2 Processamento, resultado e análise

Para a transformação das coordenadas no SGL em coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altitude elipsoidal) (SIRGAS2000), dos pontos obtidos com o uso da estação total, utilizou-se também o software AstGeoTop (GARNÉS, 2013), foi mudada a ordem do tipo de transformação ilustrada na Figura 41, ou seja, de coordenadas no SGL (x, y, h) em coordenadas geodésicas e definindo a origem topocêntrica do SGL no vértice RECF: 8°03'03,46970"S, 34°57'05,45910"W e altitude elipsoidal 20,180m.

Os cálculos dos parâmetros de transformação entre as coordenadas foram empregados nos vértices BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e AJ11, obtidos a partir do método com estação total, identificados e materializados nos dois sistemas de referência. A Tabela 8 apresenta respectivamente as coordenadas geodésicas (Latitude e Longitude) e coordenadas x e y do Sistema Geodésico Local (SGL).

Os dados do levantamento topográfico usando a estação total foram colocados numa rotina do software excel 2010 e processadas para a identificação das coordenadas topocêntricas apresentadas.

Tabela 8 – Coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL (SIRGAS2000) obtidas por estação total.

PONTOS	COORDENADAS GEODÉSICAS		COORDENADAS NO SGL	
	φ	λ	x (m)	y (m)
BB1	8°08'51,94372"	-34°54'23,54443"	154956,531	239294,196
BS2	8°08'50,65101"	-34°54'25,51717"	154896,146	239333,916
SP3	8°08'47,10102"	-34°54'23,76775"	154949,712	239442,969
PA4	8°08'44,35229"	-34°54'29,41470"	154776,856	239527,432
AB5	8°08'38,31619"	-34°54'27,00255"	154850,719	239712,857
BM6	8°08'36,55297"	-34°54'29,57095"	154772,100	239767,034
MJ7	8°08'33,59311"	-34°54'28,2670"	154813,873	239857,959
JJ8	8°08'30,62239"	-34°54'33,87500"	154640,362	239949,242
JG9	8°08'27,79940"	-34°54'32,56532"	154680,464	240035,963
GA10	8°08'25,80922"	-34°54'36,28898"	154566,480	240097,115
AUX1	8°08'23,26230"	-34°54'34,57550"	154618,942	240175,354
AJ11	8°08'22,41834"	-34°54'30,20691"	154752,677	240201,271

Fonte: Software AstGeoTop 2013.

O processamento e ajustamento dos vértices de referência existentes medidos nas campanhas dos dias 02/06/2017, 18/01/2018 e 19/01/2018 foram realizados com rotina no software Excel 2010 apresentados conforme as Planilhas Topográficas de Cálculo Analítico das Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Planilha topográfica planimétrica de cálculo analítico – (1° caminhamento) poligonal apoiada das Estações BI1, BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e BF2.

Est.	PV.	Ângulo Interno			Azimute			Dist. H	Coord. Parciais (Ptos. Visados)		Coord. Finais Corrigidas (Ptos. Visados)	
		°	'	"	°	'	"		X	Y	X	Y
-	-							m				
BI1	BB1	138	8	6,0	340	41	57,50	28,663	154956,525	239294,194	154956,531	239294,196
BB1	BS2	142	37	35,7	303	19	33,20	72,288	154896,124	239333,909	154896,146	239333,916
BS2	SP3	262	49	31,5	26	9	4,79	121,479	154949,665	239442,953	154949,712	239442,969
SP3	PA4	89	52	55,9	296	2	0,67	192,421	154776,768	239527,406	154776,856	239527,432
PA4	AB5	265	40	39,7	21	42	40,30	199,565	154850,593	239712,814	154850,719	239712,857
AB5	BM6	102	51	5,0	304	33	45,30	95,492	154771,954	239766,987	154772,100	239767,034
BM6	MJ7	260	6	18,0	24	40	3,54	100,045	154813,708	239857,902	154813,873	239857,959
MJ7	JJ8	93	4	27,1	297	44	30,60	196,090	154640,158	239949,180	154640,362	239949,242
JJ8	JG9	267	4	7,0	24	48	37,40	95,529	154680,244	240035,891	154680,464	240035,963
JG9	GA10	93	23	47,04	298	12	24,40	129,373	154566,234	240097,040	154566,480	240097,115
GA10	AUX1	275	37	55,20	33	50	19,60	94,183	154618,681	240175,269	154618,942	240175,354
AUX1	BF2	195	40	7,68	49	30	27,30	51,772	154658,053	240208,887	154658,323	240208,979

Fonte: Excel 2010.

Os dados nas Tabela 9 apresentaram um erro angular tolerável de $0^{\circ}0'16,87''$. O somatório das projeções em x é igual -307,984 e o somatório das projeções em y é igual 941,733, obtendo-se um erro linear de 0,324 e uma precisão relativa de 1/5436,088.

O erro de fechamento longitudinal (Lg) é de 0,014 m e o erro de fechamento transversal (Tr) é de 0,280 m obtendo-se de acordo com a NBR 13133 uma tolerância para o erro de fechamento transversal $\leq 0,294$ e uma tolerância para o erro de fechamento longitudinal $\leq 0,074$, considerando o c (erro médio de posição dos pontos de apoio) igual 0,003, o e (coeficiente que expressa a tolerância para o erro transversal) igual a 0,06 e f (coeficiente que expressa a tolerância para o erro longitudinal) igual a 0,15.

A qualidade do levantamento foi classificada como regular, conforme valores de tolerância para o erro de fechamento linear em função da precisão relativa, apresentado na Tabela 3. Com respeito ao posicionamento geodésico da ZEA, tema dessa dissertação, a qualidade do levantamento de uma poligonal deverá ser classificada como boa ou melhor, ou seja a qualidade do levantamento com o uso de Estação Total não atingiu o resultado esperado para a precisão linear.

Tabela 10 - Planilha topográfica planimétrica de cálculo analítico – (2° caminamento) poligonal apoiada das Estações BI1, BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, AJ11 e BF2.

Est.	PV.	Ângulo Interno			Azimute			Dist. H	Coordenadas Parciais (Ptos. Visados)		Coordenadas Finais Corrigidas (Ptos. Visados)	
		°	'	''	°	'	''		X	Y	X	Y
-	-							m				
BI1	BB1	138	8	6,0	340	41	57,50	28,663	154956,525	239294,194	154956,531	239294,196
BB1	BS2	142	37	35,7	303	19	33,20	72,288	154896,124	239333,909	154896,146	239333,916
BS2	SP3	262	49	31,5	26	9	4,86	121,479	154949,665	239442,953	154949,712	239442,969
SP3	PA4	89	52	55,9	296	2	0,78	192,421	154776,768	239527,406	154776,856	239527,433
PA4	AB5	265	40	39,7	21	42	40,50	199,565	154850,593	239712,814	154850,721	239712,857
AB5	BM6	102	51	5,0	304	33	45,50	95,492	154771,955	239766,987	154772,102	239767,035
BM6	MJ7	260	6	18,0	24	40	3,54	100,045	154813,709	239857,902	154813,875	239857,959
MJ7	JJ8	93	4	27,1	297	44	30,60	196,09	154640,159	239949,18	154640,365	239949,244
JJ8	JG9	267	4	7,0	24	48	37,60	95,529	154680,244	240035,892	154680,468	240035,964
JG9	AJ11	178	46	45,0	23	35	22,60	180,362	154752,422	240201,182	154752,677	240201,271
AJ11	BF2	71	4	42,7	274	40	5,41	94,689	154658,047	240208,888	154658,323	240208,979

Fonte: Excel 2010.

Os dados nas Tabela 10 apresentaram um erro angular tolerável de $0^{\circ}0'12,12''$. O somatório das projeções em x é igual -307,676 e o somatório das projeções em y é igual 941,837, obtendo-se um erro linear de 0,3207 e uma precisão relativa de 1/5019,881.

O erro de fechamento longitudinal (L_g) é de 0,001 m e o erro de fechamento transversal (Tr) é de 0,291 m obtendo-se de acordo com a NBR 13133 uma tolerância para o erro de fechamento transversal $\leq 0,294$ e uma tolerância para o erro de fechamento longitudinal $\leq 0,074$, considerando o c (erro médio de posição dos pontos de apoio) igual 0,003, o e (coeficiente que expressa a tolerância para o erro transversal) igual a 0,06 e f (coeficiente que expressa a tolerância para o erro longitudinal) igual a 0,15.

A qualidade do levantamento foi classificada como regular, conforme valores de tolerância para o erro de fechamento linear em função da precisão relativa, apresentado na Tabela 3. Com respeito ao posicionamento geodésico da ZEA, tema dessa dissertação, a qualidade do levantamento de uma poligonal deverá ser classificada como boa ou melhor, ou seja a qualidade do levantamento com o uso de Estação Total não atingiu o resultado esperado para a precisão linear.

4.5 DEFINIÇÃO DOS PONTOS-OBJETO

Os pontos-objeto utilizados para caracterizar os cruzamentos das vias foram localizados nos meios-fios, onde foram coletados no mínimo 2 pontos nos trechos retos das ruas antes e depois dos cruzamentos, e no mínimo 3 pontos para identificar os trechos em curvas. Estes pontos foram levantados pelo método da irradiação 3D, simultaneamente ao método da poligonação. Os pontos-objeto foram escolhidos desta maneira para melhor representar a área do cruzamento das vias.

4.5.1 Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos-objeto com GNSS método RTK (Trecho 2)

Nesta etapa foi realizado o georreferenciamento de pontos-objeto no trecho 2. Os dados foram coletados com os receptores GNSS Hiper Lite + (L1 e L2) a partir dos vértices CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, que estão materializados próximos aos cruzamentos de interesse.

4.5.1.1 Medições com o método RTK (trecho 2)

As medições com o método RTK foram realizados nos dias 07/04/2017, 12/05/2017 e 19/05/2017, sendo que no dia 07/04/2017 não foi obtido êxito nas medições de campo. No dia 12/05/2017 foram medidos os dados dos cruzamentos, tendo-se como bases os vértices CS1, CC2 e CV3 e no dia 19/05/2017 foram medidos os dados restantes dos cruzamentos, tendo-se como bases os vértices EB4, BD5 e BA6, todos do trecho 2.

As denominações dos pontos-objeto foram dadas com base no ponto da estação seguido da letra A e uma sequência numérica crescente. Foram feitas duas medidas por ponto para melhoria da precisão, após a configuração da “base” e depois do receptor “rover”, com medição das alturas das antenas. A Figura 44 ilustra a ocupação dos pontos-objeto para caracterização dos detalhes dos cruzamentos.

Figura 44 – Ocupação de ponto-objeto com Receptor GNSS.



Foto: 12.05.2017

Como em cada ponto foram feitas 2 leituras a nomenclatura dos pontos-objeto vem seguida dos números 1 ou 2. Como exemplo dessa nomenclatura, foram denominados os pontos coletados a partir do vértice CS1 como CS1A11, CS1A12 e assim sucessivamente.

4.5.1.2 Processamento, resultado e análise

Os pontos-objeto foram obtidos pelo método RTK e extraídos da coletora com o software topconlink v.8.2.3 em coordenadas plano - retangulares (UTM) - SIRGAS2000 e em seguida transformadas em coordenadas geodésicas elipsoidais (φ , λ e h) com a ajuda do programa AstGeoTop2013, também utilizado para as transformações em coordenadas do

Sistema Geodésico Local (SGL) ao final utilizando como origem a RBMC RECF. Na Tabela 11 estão os dados coletados através da base CS1 e já processados pelo programa AstGeoTop2013 em coordenadas no SGL.

Tabela 11 – As Coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL (AstGeoTop2013) a partir da base CS1 (SIRGAS2000).

Ponto	COORD. NO SGL		COORD. GEODÉSICAS				ALT. ELIP.
	x(m)	y(m)	Latitude	$\sigma\varphi$ (m)	Longitude	$\sigma\lambda$ (m)	h (m)
CS1A11	154532,476	240275,475	-8°08'20,00371"	0,009	-34°54'37,40030"	0,005	-1,103
CS1A12	154532,472	240275,479	-8°08'20,00358"	0,006	-34°54'37,40043"	0,006	-1,102
CS1A21	154557,951	240269,604	-8°08'20,19474"	0,005	-34°54'36,56810"	0,012	-1,189
CS1A22	154557,949	240269,601	-8°08'20,19484"	0,005	-34°54'36,56817"	0,009	-1,186
CS1A31	154586,211	240269,421	-8°08'20,20061"	0,007	-34°54'35,64495"	0,007	-1,054
CS1A32	154586,209	240269,42	-8°08'20,20064"	0,005	-34°54'35,64501"	0,007	-1,067
CS1A41	154609,537	240275,159	-8°08'20,01373"	0,006	-34°54'34,88301"	0,017	-0,996
CS1A42	154609,538	240275,159	-8°08'20,01373"	0,005	-34°54'34,88298"	0,016	-1,018
CS1A51	154622,336	240280,943	-8°08'19,82543"	0,006	-34°54'34,46493"	0,015	-0,952
CS1A52	154622,346	240280,931	-8°08'19,82583"	0,007	-34°54'34,46460"	0,013	-0,969
CS1A53	154657,495	240305,083	-8°08'19,03954"	0,007	-34°54'33,31648"	0,006	-1,314
CS1A54	154657,484	240305,086	-8°08'19,03944"	0,007	-34°54'33,31684"	0,006	-1,314
CS1A71	154669,464	240326,474	-8°08'18,34322"	0,017	-34°54'32,92558"	0,009	-1,191
CS1A72	154669,468	240326,472	-8°08'18,34326"	0,013	-34°54'32,92545"	0,012	-1,169
CS1A81	154650,608	240342,465	-8°08'17,82274"	0,015	-34°54'33,54160"	0,009	-1,035
CS1A82	154650,606	240342,473	-8°08'17,82248"	0,017	-34°54'33,54167"	0,004	-1,046
CS1A91	154635,744	240351,212	-8°08'17,53806"	0,017	-34°54'34,02717"	0,008	-0,99
CS1A92	154635,749	240351,206	-8°08'17,53825"	0,016	-34°54'34,02701"	0,007	-0,988
CS1A101	154618,268	240357,311	-8°08'17,33944"	0,014	-34°54'34,59814"	0,006	2,174
CS1A102	154618,264	240357,305	-8°08'17,33964"	0,013	-34°54'34,59827"	0,006	2,194
CS1A111	154608,482	240350,853	-8°08'17,54982"	0,013	-34°54'34,91772"	0,009	-0,641
CS1A112	154608,483	240350,851	-8°08'17,54988"	0,016	-34°54'34,91768"	0,006	-0,649
CS1A121	154645,161	240334,022	-8°08'18,09757"	0,011	-34°54'33,71950"	0,017	-0,96
CS1A122	154645,165	240334,014	-8°08'18,09784"	0,013	-34°54'33,71938"	0,015	-0,964
CS1A131	154630,619	240294,526	-8°08'19,38326"	0,005	-34°54'34,19439"	0,009	-0,97
CS1A132	154630,614	240294,528	-8°08'19,38320"	0,006	-34°54'34,19455"	0,01	-0,966
CS1A141	154612,832	240284,105	-8°08'19,72253"	0,005	-34°54'34,77538"	0,007	-0,966
CS1A142	154612,832	240284,102	-8°08'19,72263"	0,007	-34°54'34,77538"	0,01	-0,971
CS1A151	154590,397	240277,15	-8°08'19,94899"	0,004	-34°54'35,50824"	0,004	-1,012
CS1A152	154590,397	240277,154	-8°08'19,94886"	0,004	-34°54'35,50824"	0,005	-0,999
CS1A161	154562,914	240276,097	-8°08'19,98336"	0,005	-34°54'36,40601"	0,005	-1,111
CS1A162	154562,914	240276,097	-8°08'19,98336"	0,005	-34°54'36,40598"	0,01	-1,115
CS1A171	154557,538	240276,797	-8°08'19,96060"	0,003	-34°54'36,58162"	0,004	-1,164
CS1A172	154557,539	240276,798	-8°08'19,96057"	0,003	-34°54'36,58159"	0,003	-1,158

Tabela 11 – As Coordenadas Geodésicas e Topocêntricas no SGL (AstGeoTop2013) a partir da base CS1 (SIRGAS2000) – Continuação.

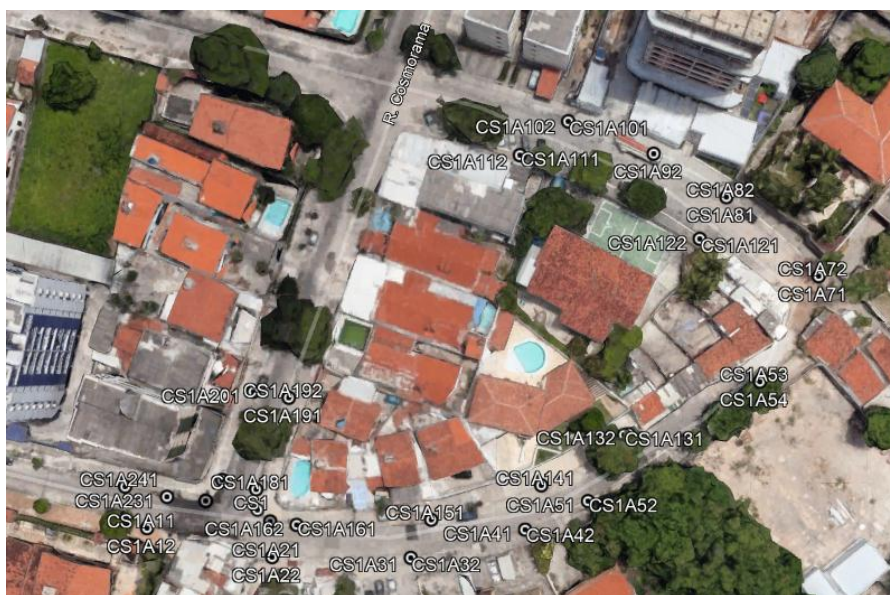
CS1A181	154554,667	240283,286	-8°08'19,74939"	0,004	-34°54'36,67541"	0,007	-0,938
CS1A182	154554,662	240283,29	-8°08'19,74926"	0,005	-34°54'36,67560"	0,008	-0,948
CS1A191	154561,393	240301,854	-8°08'19,14493"	0,005	-34°54'36,45577"	0,004	-0,69
CS1A192	154561,394	240301,853	-8°08'19,14497"	0,004	-34°54'36,45574"	0,004	-0,693
CS1A201	154554,239	240303,066	-8°08'19,10553"	0,004	-34°54'36,68947"	0,005	-0,753
CS1A202	154554,24	240303,067	-8°08'19,10549"	0,005	-34°54'36,68944"	0,005	-0,745
CS1A211	154547,66	240285,182	-8°08'19,68771"	0,005	-34°54'36,90430"	0,014	-1,173
CS1A212	154547,661	240285,185	-8°08'19,68761"	0,006	-34°54'36,90427"	0,014	-1,173
CS1A213	154544,365	240280,97	-8°08'19,82481"	0,007	-34°54'37,01192"	0,004	-1,303
CS1A221	154544,361	240280,971	-8°08'19,82478"	0,006	-34°54'37,01205"	0,005	-1,301
CS1A222	154544,365	240280,969	-8°08'19,82484"	0,006	-34°54'37,01192"	0,005	-1,296
CS1A231	154536,483	240281,791	-8°08'19,79812"	0,006	-34°54'37,26940"	0,006	-1,417
CS1A232	154536,481	240281,792	-8°08'19,79808"	0,006	-34°54'37,26946"	0,007	-1,421
CS1A241	154527,943	240283,858	-8°08'19,73086"	0,007	-34°54'37,54840"	0,005	-1,161
CS1A242	154527,94	240283,859	-8°08'19,73083"	0,007	-34°54'37,54850"	0,005	-1,176

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

As outras planilhas contendo os valores das coordenadas geodésicas e no SGL (AstGeoTop2013) a partir das bases CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, obtidas com o GNSS pelo método RTK encontram-se no Apêndice E.

A partir dos dados obtidos e descritos na Tabela 11 e Apêndice E foram gerados pontos e projetados na imagem do programa Google Earth para melhor visualização e entendimento. A Figura 45 mostra os pontos coletados com RTK no cruzamento da base CS1.

Figura 45 – Imagem dos Dados do RTK para o ponto CS1.



Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

As outras imagens dos dados obtidos pelos pontos coletados com o RTK (CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6) e projetados na imagem do Google Earth encontram-se no Apêndice F.

4.5.2 Medição, processamento e análise dos resultados dos pontos-objeto com a estação total (trecho 1)

Nesta etapa foi realizado o levantamento de pontos-objeto no trecho 1. Os dados foram coletados com Estação Total Topcon GPT3200 N/NW a partir dos vértices BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 e BF2, que estão materializados próximos aos cruzamentos de interesse.

4.5.2.1 Medições com o método de irradiação 3D (trecho 1)

No dia 02 de julho de 2017 foram medidos os dados dos cruzamentos pelo método de irradiação 3D, a partir das bases BB1, BS2, SP3, PA4 e AB5 e no dia 18/01/2018 foram medidos os dados dos cruzamentos das bases BM6, MJ7, JJ8, JG9 e no dia 19/01/2018 foram medidos os dados dos cruzamentos a partir das bases GA10, AUX1, AJ11 e BF2.

As denominações dos pontos-objeto foram dadas com base no ponto de origem seguido da letra A e uma sequência numérica crescente.

4.5.2.2 Processamento, resultado e análise

Os pontos-objeto foram obtidos pelo método de levantamento por irradiação 3D e anotados em uma caderneta de campo, posteriormente os dados foram inseridos no programa excel 2010, onde foram processados e transformados através do programa AstGeoTop2013 utilizando como origem topocêntrica a RBMC RECF. Na Tabela 17 estão os dados calculados através da irradiação a partir da base BB1, e já transformados em coordenadas geodésicas pelo programa AstGeoTop2013.

As planilhas contendo os pontos-objeto obtidos pelo método de levantamento por irradiação a partir das bases BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 e BF2 estão no Apêndice G.

Tabela 17 – As coordenadas no SGL e as coordenadas geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da base BB1 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
BB1A1	154967,497	239270,578	-8°08'52,71236"	-34°54'23,18617"
BB1A2	154983,472	239304,826	-8°08'51,59749"	-34°54'22,66444"
BB1A3	154969,606	239307,335	-8°08'51,51586"	-34°54'23,11741"
BB1A4	154967,314	239302,443	-8°08'51,67511"	-34°54'23,19227"
BB1A5	154963,806	239301,127	-8°08'51,71797"	-34°54'23,30685"
BB1A6	154959,695	239302,632	-8°08'51,66898"	-34°54'23,44116"
BB1A7	154953,617	239305,523	-8°08'51,57490"	-34°54'23,63972"
BB1A8	154956,68	239294,248	-8°08'51,94191"	-34°54'23,53961"
BB1A9	154960,851	239291,759	-8°08'52,02292"	-34°54'23,40335"
BB1A10	154960,77	239288,413	-8°08'52,13184"	-34°54'23,40598"
BB1A11	154960,59	239287,987	-8°08'52,14570"	-34°54'23,41186"
BB1A12	154955,24	239276,525	-8°08'52,51881"	-34°54'23,58659"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

A partir dos dados obtidos foram gerados os pontos coletados com a Estação Total e projetados na imagem do Google Earth para melhor visualização e entendimento. A Figura 56 mostra os pontos coletados com Estação Total no cruzamento do vértice BB1.

Figura 51 – Imagem dos dados coletados a partir do vértice BB1.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

As Figuras mostrando os dados obtidos com a Estação Total e projetados na imagem do Google Earth dos cruzamentos posteriores são mostrados no Apêndice H.

4.5.3 Delimitação e interpretação dos cruzamentos e eixos de vias

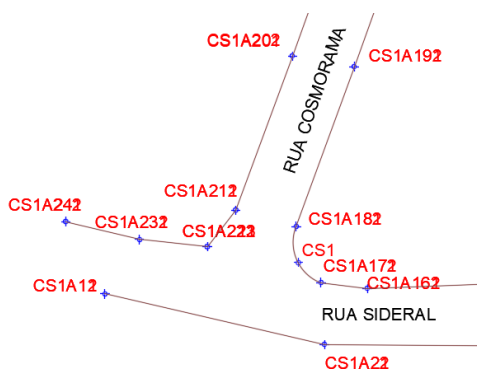
A partir dos dados dos pontos-objeto foram representados os detalhes das vias e seus cruzamentos. Com os cruzamentos definidos, foram realizadas as interseções das retas pelo método analítico para estabelecimento dos vértices virtuais.

4.5.3.1 Método Analítico através do programa auto CAD (Procedimentos e Resultados)

A sequência do levantamento e a determinação das coordenadas dos vértices virtuais serão explicitadas a seguir:

1 - Levantamento com RTK ou com Estação Total dos pontos-objeto de detalhes nos cruzamentos das vias. A Figura 64 mostra os pontos-objeto calculados e apresentados no programa AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 64 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de CS1.



Fonte: Autor, (2017).

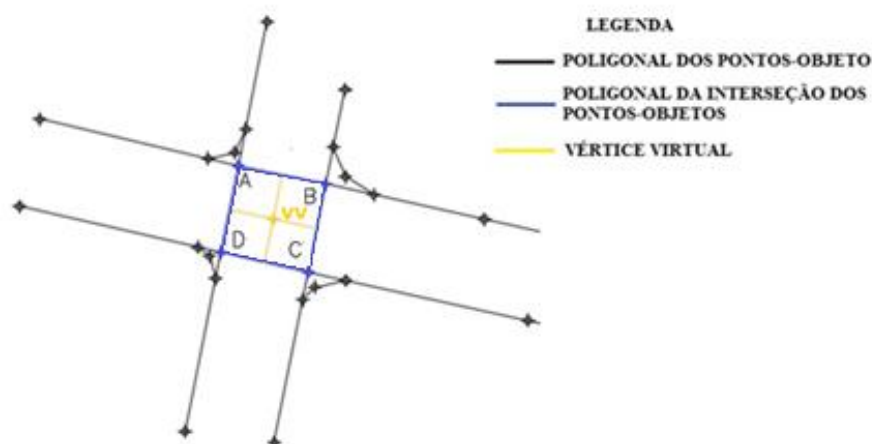
A representação gráfica dos pontos-objeto de detalhes nos cruzamentos das vias a partir dos pontos CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, obtidos por GNSS/RTK e os pontos-objeto obtidos a partir dos pontos BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 e BF2 com o uso de estação total encontram-se no Apêndice I.

2 – Definição dos eixos dos logradouros foi feita através da interseção dos pontos-objeto das laterais das vias.

A definição dos eixos dos logradouros foi feita através da interseção dos pontos-objeto das laterais das vias, formando as coordenadas da poligonal (A, B, C e D), conforme Figura 83, onde posteriormente foram traçadas as distâncias médias de cada lado da poligonal e

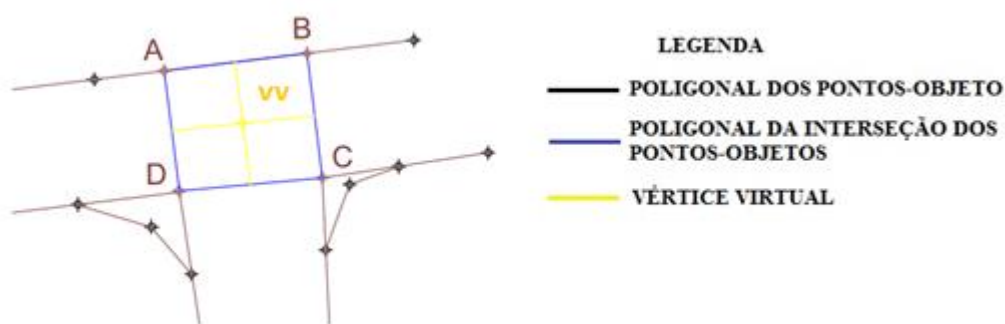
através da interseção dos pontos médios foram encontrados os cruzamentos que determinam os vértices virtuais.

Figura 83 – Determinação do vértice virtual.



Quando a estrutura do cruzamento foi do tipo T, a definição dos eixos dos logradouros foi realizada através da interseção dos pontos de cruzamento das laterais das vias, traçando ainda o prolongamento perpendicular da via anterior até a via posterior, continuando com a média das coordenadas da poligonal (A, B, C e D), formada pela interseção dos pontos médios e posterior interseção do vértice virtual, conforme a Figura 84.

Figura 84 – Determinação do vértice virtual em cruzamento do tipo T.



A Tabela 30 mostra os valores calculados das coordenadas, resultado das interseções das retas do cruzamento, poligonal (A, B, C e D) a partir dos pontos de referência por GNSS/RTK.

Tabela 30 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas do cruzamento, poligonal (A, B, C e D), próximo ao ponto CS1.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.545,601	240.279,585
B	154.552,544	240.277,447
C	154.551,099	240.271,184
D	154.544,039	240.272,812

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

As Tabelas das coordenadas da poligonal A, B, C e D (método analítico) dos cruzamentos levantados a partir dos pontos CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6, obtidos por GNSS/RTK e a partir dos pontos BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 e BF2 obtidos com o uso de estação total serão apresentados no Apêndice J.

A Figura 85 apresentada mostra os pontos-objeto medidos com RTK e estes foram utilizados para o cálculo da poligonal (A, B, C e D), conforme exemplo a seguir que mostra as coordenadas calculadas pela interseção das retas (método analítico) do cruzamento próximo ao ponto CV3 entre a rua Conde de Vila Flor e a rua Sgt. Valdir Correa.

Figura 85 – Pontos-objeto medidos com RTK e utilizados para o cálculo da poligonal (A, B, C e D).

PONTO CV3A142		PONTO CV3A152		PONTO CV3A122		PONTO CV3A112	
X=	154.502,407	X=	154.503,820	X=	154.499,795	X=	154.478,687
Y=	240.601,624	Y=	240.608,454	Y=	240.599,714	Y=	240.604,328
Azimute da linha A-B				Azimute da linha C-D			
11°,41'18,73"				282°,19'49,24"			
11,68853697				282,3303442			

PONTO A

Yi=	240599,2504
Xi=	154501,9159

PONTO CV3A192		PONTO CV3A202		PONTO CV3A172		PONTO CV3A162	
X=	154.510,291	X=	154.521,557	X=	154.509,098	X=	154.510,434
Y=	240.597,262	Y=	240.594,694	Y=	240.599,131	Y=	240.605,836
Azimute da linha A-B				Azimute da linha C-D			
102°,50'26,70"				11°,16'07,84"			
102,8407501				11,26884375			

PONTO B

Yi=	240597,6033
Xi=	154508,7936

PONTO CV3A42		PONTO CV3A52		PONTO CV3A22		PONTO CV3A12	
X=	154.506,650	X=	154.505,443	X=	154.510,586	X=	154.524,963
Y=	240.588,051	Y=	240.582,090	Y=	240.589,999	Y=	240.586,723
Azimute da linha A-B				Azimute da linha C-D			
191°,26'47,94"				102°,50'11,30"			
191,4466499				102,8364727			

PONTO C

Yi=	240590,7704
Xi=	154507,2006

PONTO CV3A72		PONTO CV3A62		PONTO CV3A92		PONTO CV3A102	
X=	154.499,321	X=	154.496,608	X=	154.495,333	X=	154.485,347
Y=	240.587,156	Y=	240.574,488	Y=	240.593,275	Y=	240.595,739
Azimute da linha A-B				Azimute da linha C-D			
192°,05'16,66"				283°,51'38,18"			
192,0879616				283,8606061			

PONTO D

Yi=	240592,0332
Xi=	154500,3655

4.5.4 Determinação dos vértices do trecho da ZEA

Com a definição dos cruzamentos e a média das coordenadas foi possível determinar o vértice virtual, ponto descrito na legislação municipal da Cidade do Recife como vértice da poligonal que compõe a ZEA.

4.5.4.1 Método Analítico através do programa auto CAD (procedimentos e resultados)

Com os cruzamentos definidos e os pontos de interseção das retas encontrados no programa Autocad2016, foi calculado a média das coordenadas e delimitado o ponto central dos cruzamentos que representa o vértice virtual da poligonal da ZEA.

O vértice virtual foi determinado conforme metodologia apresentada.

Os valores encontrados dos vértices virtuais pelo método analítico estão descritos na Tabela 53, na ordem das vias a partir da rua Brig. Cyro até o prolongamento da rua José Hipólito Cardoso, pelo método com Estação Total.

Tabela 53 – Vértices Virtuais obtidos pelo método analítico usando a Estação Total (Trecho 1).

VÉRTICES VIRTUAIS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
VV1	154970,188	239292,468
VV2	154887,73	239332,607
VV3	154946,0405	239450,4295
VV4	154779,891	239528,1
VV5	154857,184	239718,254
VV6	154773,678	239759,416
VV7	154821,475	239860,947
VV8	154633,252	239945,936
VV9	154676,111	240042,67
VV10	154569,599	240089,845
VV11	154751,442	240205,197

Fonte: Excel (2010).

Os valores encontrados pelo método analítico serão descritos na Tabela 54, na ordem das vias a partir da rua Sideral até a rua Adauto C. Leal.

Tabela 54 – Vértices Virtuais obtidos pelo método analítico usando o GNSS (Trecho 2).

VÉRTICES VIRTUAIS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
VV1	154548,321	240275,257
VV2	154611,964	240454,325
VV3	154481,145	240486,642
VV4	154504,569	240594,915
VV5	154432,458	240610,968
VV6	154458,059	240739,621

Tabela 54 – Vértices Virtuais obtidos pelo método analítico usando o GNSS (Trecho 2) - Continuação

VV7	154362,445	240761,308
VV8	154335,483	240931,407
VV9	154226,145	240918,503
VV10	154258,569	241068,828
VV11	154200,42	241083,547
VV12	154218,662	241149,828

Fonte: Excel (2010).

4.5.4.2 Estudo qualitativo 3D e análise de gabarito

O estudo qualitativo 3D e a análise de gabarito contribuem para o entendimento da legislação e a interpretação do uso e ocupação do solo na região.

4.5.4.2.1 Estudo Qualitativo 3D

Com a análise qualitativa 3D dos cruzamentos das vias, prevista na Lei Municipal nº 16.414, de 29 de julho de 1998 (BRASIL, 1998) será possível expressar as características físicas da região em relação ao estado do uso e ocupação do solo.

No trecho 1, levantado com estação total, o primeiro caso é identificado na Figura 86 que verifica a ocupação atual no cruzamento da Avenida Boa Viagem com a rua Brigadeiro Cyro, local da implantação do ponto Vértice Virtual 1 (VV1) e do cruzamento da rua Brigadeiro Cyro com a rua Setúbal, local da implantação do ponto Vértice Virtual 2 (VV2). A representação da área da ZEA está ilustrada com hachura em vermelho.

Na região, pode-se observar que existem edifícios que preservam no máximo 3 andares, ao lado esquerdo inferior da imagem do cruzamento dentro da área da ZEA, porém na área superior direita existem prédios com mais de 20 andares dentro do limite da ZEA.

Figura 86 – Cruzamento da Av. Boa Viagem com a rua Brig. Cyro.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

A análise qualitativa 3D dos cruzamentos dos vértices virtuais VV3 até o VV11, do 1º trecho, onde os dados foram obtidos por estação total e os cruzamentos dos vértices virtuais VV1 até o VV12, do trecho 2, obtido por receptor GNSS/RTK estão abordados de acordo com a situação física apresentada no Apêndice K.

4.5.4.2.2 *Análise de gabarito*

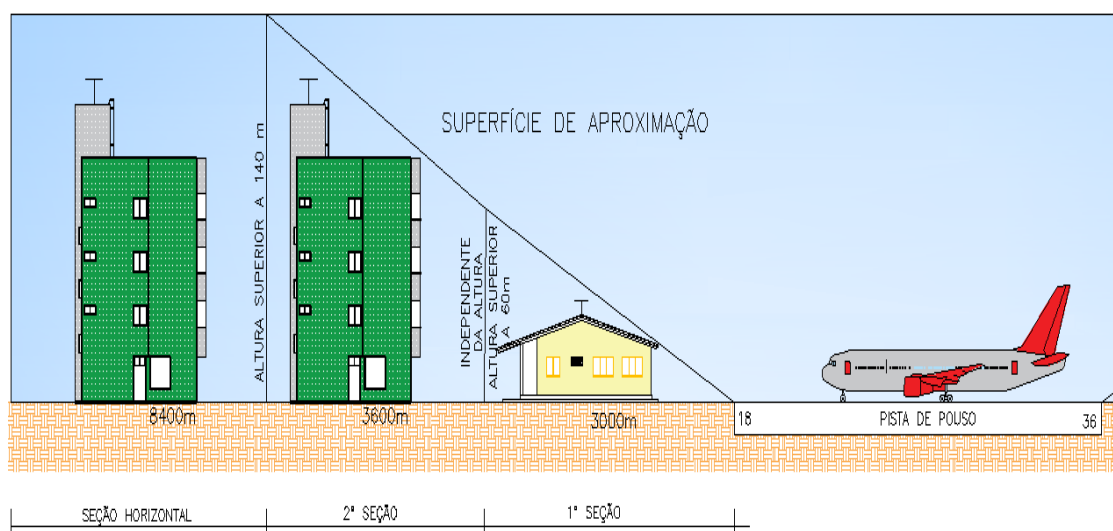
Nesta seção será apresentada uma análise de gabarito com base na portaria nº 957/GC3 (BRASIL, 2015a). Essa análise deve ser aplicada para estudos de altura e de posicionamento de obstáculos com respeito a pista de pouso.

Com as limitações estabelecidas no Artº 109, da Portaria nº 957/GC3 (BRASIL, 2015a) será apresentada uma interpretação da legislação, nas Figura 96 a 102, mostrando os gabaritos dentro dos limites da superfície de aproximação que se subdivide em primeira seção, segunda seção e seção horizontal em relação as cabeceiras da pista de número 18 e 36, do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre.

A limitação do gabarito nessa região para todos os obstáculos que se encontrarem dentro da primeira seção, ou quando possuírem altura superior a 60 metros em relação à borda interna e se encontrarem dentro da segunda seção, ou possuírem altura superior a 140 metros em relação à borda interna quando se encontrar dentro da seção horizontal.

A portaria nº 957/GC3 (BRASIL, 2015a) ainda informa que deverá ser analisado os objetos que se caracterizem como de natureza perigosa, como exemplo, os postos de gasolina, que se encontrarem dentro dos limites da superfície de aproximação.

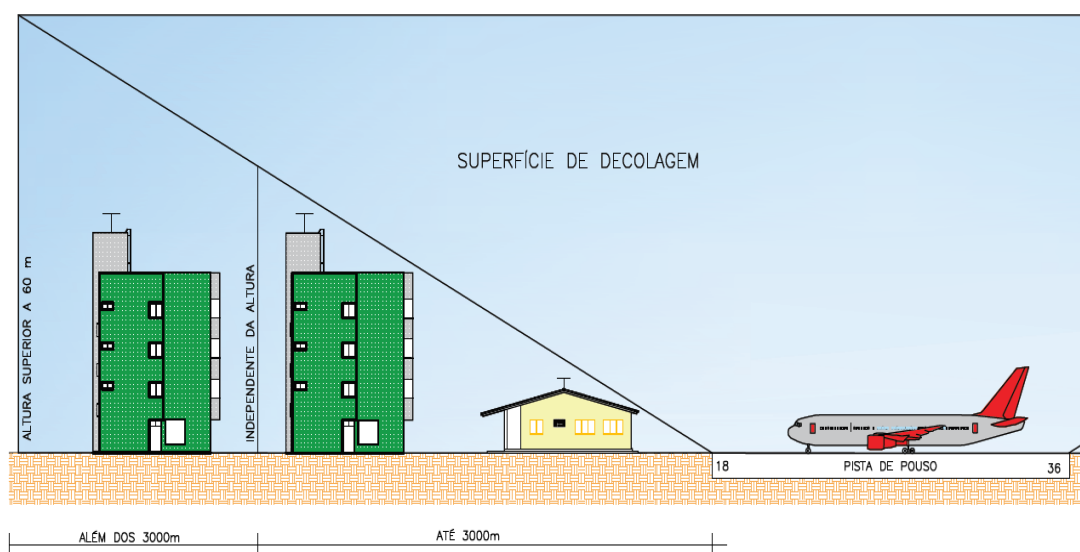
Figura 96 – Gabarito dentro da Superfície de Aproximação.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 97 mostra os gabaritos dentro dos limites laterais da superfície de decolagem do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre que obrigam a análise dos objetos que se encontrarem dentro de 3.000 metros da borda interna ou se encontrarem além de 3.000 metros da borda interna e possuírem altura superior a 60 metros em relação à borda interna. Ainda deverão ser analisados os objetos que se caracterizem como de natureza perigosa em qualquer região da superfície de decolagem.

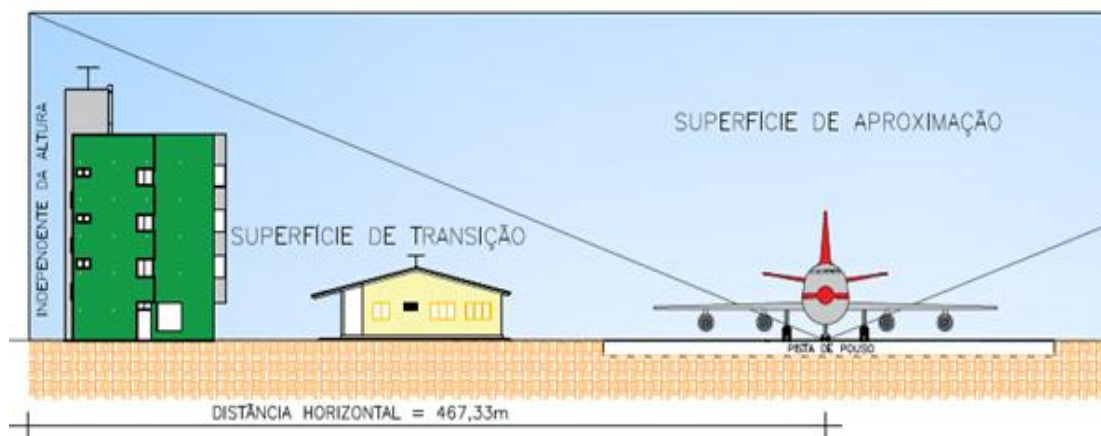
Figura 97 – Gabarito dentro da Superfície de Decolagem.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 98 mostra os gabaritos dentro dos limites laterais da superfície de transição do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre que limita qualquer objeto independente da altura nessa região.

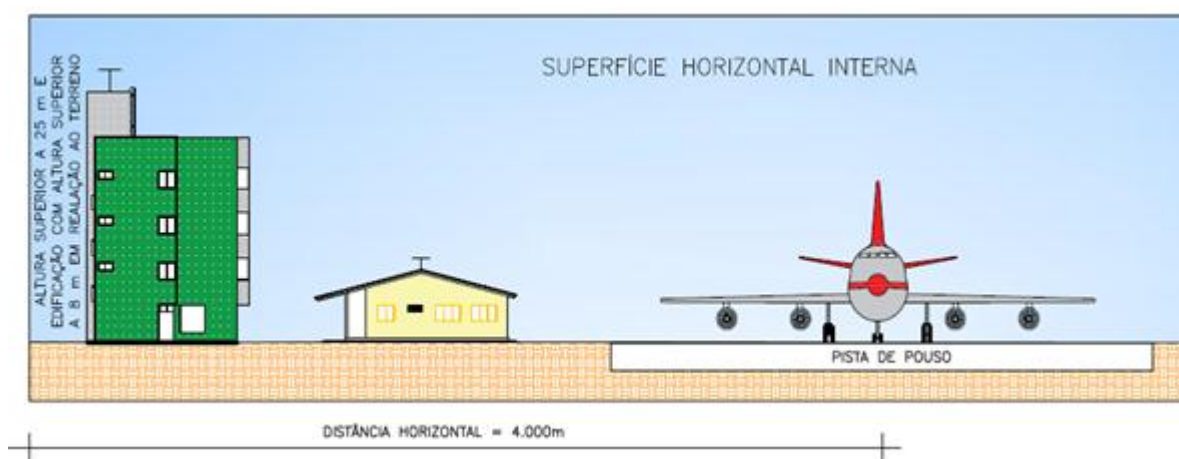
Figura 98 – Gabarito dentro da Superfície de Transição.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 99 mostra os gabaritos dentro dos limites laterais da superfície horizontal interna do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre, que limitam as construções de obstáculos quando possuir altura superior a 25 metros em relação à elevação do aeródromo e se elevar acima da superfície do terreno em mais de 8 metros.

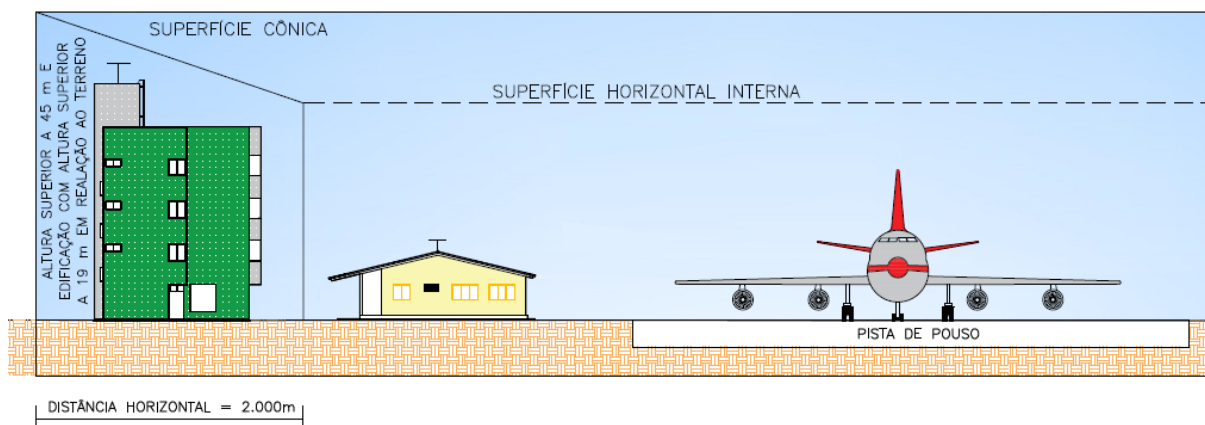
Figura 99 – Gabarito dentro da Superfície Horizontal Interna.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 100 mostra os gabaritos dentro dos limites laterais da superfície cônica do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre, que limitam as construções de obstáculos quando possuir altura superior a 45 metros em relação à elevação do aeródromo e se elevar acima da superfície do terreno em mais de 19 metros.

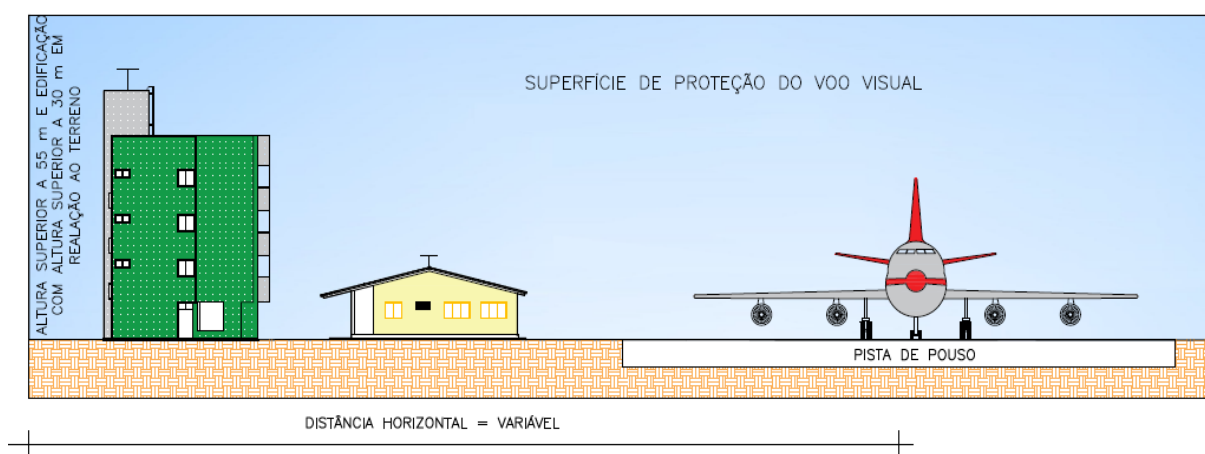
Figura 100 – Gabarito dentro da Superfície Cônica.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 101 mostra os gabaritos dentro dos limites laterais da superfície de proteção do voo visual do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre, que limitam as construções de obstáculos quando possuir altura superior a 55 metros em relação à elevação do aeródromo e se elevar acima da superfície do terreno em mais de 30 metros.

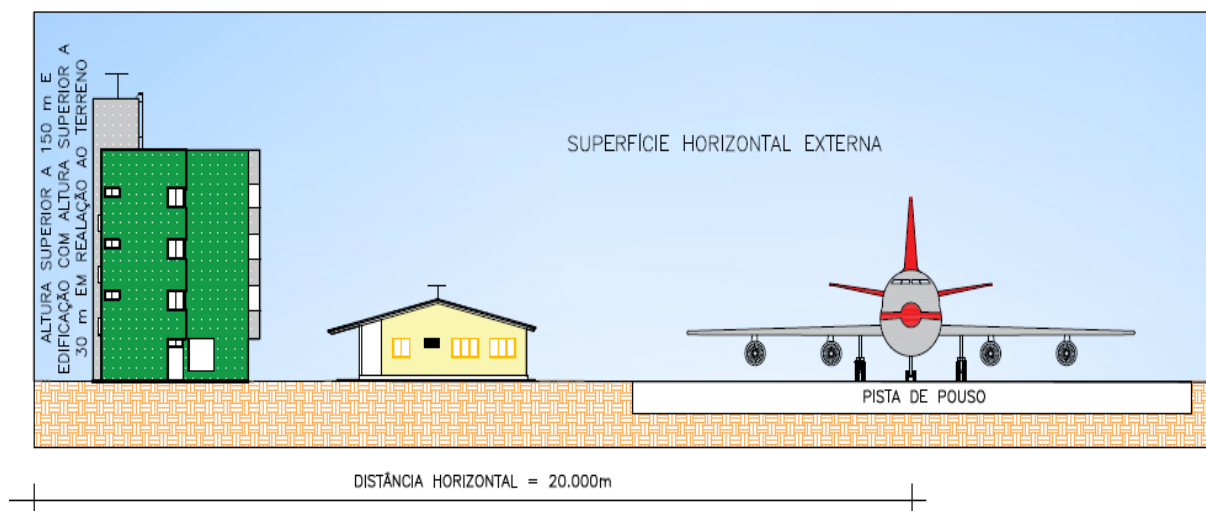
Figura 101– Gabarito dentro da Superfície de Proteção do Voo Visual.



Fonte: Autor (2017).

A Figura 102 mostra os gabaritos dentro dos limites laterais da superfície horizontal externa do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Gilberto Freyre, que limitam as construções de obstáculos quando possuir altura superior a 150 metros em relação à elevação do aeródromo e se elevar acima da superfície do terreno em mais de 30 metros.

Figura 102 – Gabarito dentro da Superfície Horizontal Externa.



Fonte: Autor (2017).

Na Portaria de nº 957/GC3 (BRASIL, 2015a), ainda se destaca a competência da administração Municipal/Distrital que compete compatibilizar o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano contido dentro dos limites horizontais dos planos de zona de proteção e mostra o dever de se exigir do interessado a decisão final do Comando da Aeronáutica (COMAER), nos processos de solicitação de novos objetos ou de expansão de objetos existentes.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta dissertação teve como objetivo principal desenvolver uma metodologia de posicionamento e análise espacial de um trecho da Zona Especial do Aeroporto – ZEA, regulamentada pela Lei Municipal nº 16.414, de 29 de julho de 1998 (BRASIL, 1998) e suas implicações, quanto às restrições de ocupação tridimensional, nas áreas de entorno do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes no Estado de Pernambuco.

Para a realização da Dissertação foi necessário implantar pontos de referência, através de levantamentos empregando receptores GNSS (método de posicionamento relativo estático) e estação total (método da poligonação com centragem forçada) e determinação de pontos-objeto por meio de método GNSS/RTK e irradiação simples, respectivamente.

No trecho da ZEA, área em estudo, além da identificação e estudo dessa parte importante do zoneamento municipal, a região foi contemplada com a implantação e densificação de pontos de referência.

5.1 CONCLUSÕES

Ao observar as fontes bibliográficas foi constatado que o assunto do Plano de Zona de Proteção de Aeródromos está muito ligado historicamente ao Plano de Zona de Proteção de Ruído, porém trata-se de áreas espaciais distintas, com finalidades diferentes.

Tratando das limitações no entorno do Aeroporto, o próprio Código Brasileiro de Aeronáutica (BRASIL, 1986) esclarece no seu parágrafo 4º do artigo 44º que “*As administrações públicas deverão compatibilizar o zoneamento do uso do solo, nas áreas vizinhas aos aeródromos, às restrições especiais constantes dos Planos Básicos e Específicos*”, estes últimos elaborados em conformidade com as conveniências e peculiaridades de proteção ao voo no aeródromo, onde irão ser aplicados.

A primeira legislação estudada, nesta Dissertação, foi a Portaria Nº 1141/GM5, de 8 de Dezembro de 1987 (BRASIL, 1987), do antigo Ministério da Aeronáutica, que trata sobre as Zonas de Proteção e que pretende disciplinar e orientar a utilização do entorno dos aeroportos com base no Código Brasileiro de Aeronáutica, principalmente, no que tange as competências e atribuições dos Planos Básicos de Zona de Proteção de Aeródromos (PBZPA) e do Plano de Zona de Proteção de Ruído (PZPR). Naquele momento o atual Comando da Aeronáutica, que antes tinha *status* de Ministério, normatizava e emitia os pareceres sobre os Zoneamentos, que eram apreciados pelos seus órgãos subordinados chamados de COMAR

(Comando Aéreo Regional) (CAMILO NETO e DE SEIXAS, 2016).

Em 1997, o Departamento de Aviação Civil (DAC) lança a Portaria DAC nº 232/DGAC/1997 (BRASIL, 1997), que aprova o Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Internacional dos Guararapes – PE e as restrições ao uso do solo que são especificadas através de áreas denominadas “Áreas Especiais Aeroportuárias”. A portaria normatiza o Plano de Ruído de Recife e orienta, através de seu Artigo 4º, a Prefeitura Municipal de Recife compatibilizar o zoneamento do uso do solo.

Nesse contexto, a Prefeitura Municipal do Recife aprova no ano seguinte a Lei nº 16414, de 29 de Julho de 1998 (RECIFE, 1998), alvo principal desse artigo e suas implicações, que dispõe sobre as condições de Uso e Ocupação do Solo na Zona Especial do Aeroporto - ZEA. Em seu Art. 2º a Lei esclarece que a Zona Especial do Aeroporto, tem seu perímetro externo descrito e delimitado, na conformidade com a Portaria DAC nº 232 / DGAC, de 14 de abril de 1997 (BRASIL, 1997), do Departamento de Aviação Civil do Ministério da Aeronáutica e outras legislações. A legenda das áreas, mostrada na Figura 05, indica a condição de ruído exposta na região e com isso o órgão pode determinar o tipo de ocupação, que será permitida, uso e tipo de atividade, que poderá exercer naquela área ou tipo de tratamento acústico indicado para aprovação.

Já em 2005 é criada a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC através da Lei Nº 11.182, de 27 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005a) e a partir desse momento a Aeronáutica não legislava mais sobre a Zona de Proteção de Ruído, mas continua normatizando e analisando processos sobre a Zona de Proteção de Aeródromos e em 2011 lança a Portaria Nº 256/GC5, de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre as restrições relativas às implantações, que possam afetar adversamente a segurança e a regularidade das operações aéreas.

Após a criação da ANAC foi evidenciado uma lacuna na legislação, o que dificultou as decisões nas áreas de ocupação do entorno do Aeroporto a época, visto que a ANAC ainda não tinha uma legislação específica sobre o assunto, o que se concretizou oito anos depois com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161, da Resolução ANAC nº 281, de 10 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013), que tratava dos Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR. Essa Resolução determinava que o operador de aeródromo, no caso em Recife o Administrador do Aeroporto é a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), deve buscar ações de compatibilização do uso do solo com o Município.

Apesar do vínculo legal nesta época buscar aproximar a Prefeitura da Cidade do Recife

e a INFRAERO quanto as obrigações de resguardar o aeroporto, principalmente quanto ao Plano de Zoneamento de Ruído, não se pode esquecer o novo Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) do Aeroporto Guararapes – Gilberto Freyre (SBRF) que foi determinado através da Portaria DECEA Nº 23/ICA, de 14 de julho de 2015 (BRASIL, 2015b), as características do Aeroporto e suas superfícies limitadoras de obstáculos. Na mesma época da Portaria nº 23 o Comando da Aeronáutica publica uma nova Portaria a de nº 957/GC3/2015 (BRASIL, 2015a), em vigor até o momento que dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo, que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas.

Com essa nova Portaria as normatizações e análises de processos sobre objetos projetados no espaço aéreo passam a ser realizadas pelos órgãos regionais do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA, subordinado ao Comando da Aeronáutica, responsável por delimitar as restrições dentro do Plano de Zona de Proteção de Aeródromo.

Em seu Art. 109 a Portaria de nº 957/GC3 (BRASIL, 2015a) descreve e delimita o novo objeto, ou extensão de objeto, de qualquer natureza, temporária ou permanente, fixa ou móvel, que deverá ser submetido à autorização do órgão regional do Comando da Aeronáutica, DECEA, encarregado pelas avaliações e autorizações.

A Aeronáutica ainda disponibiliza o Plano de Zona de Proteção de Aeródromo em meio digital, onde foi confrontado com os dados de áreas da Região Metropolitana do Recife, através do programa ESIG da Prefeitura do Recife para visualização, conforme Apêndice A.

Ainda para corroborar com a importância da delimitação precisa da ZEA e as exigências legais da Prefeitura Municipal do Recife (PMR) existe o tema: expedição de alvará de localização e funcionamento, onde fora analisado o Decreto de nº 25023 de 28 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009), que trata dos documentos necessários para ingresso do processo de Alvará Provisório e a Lei complementar de nº 17982/14 de 13 de janeiro de 2014 (BRASIL, 2014), que institui o alvará de localização e funcionamento condicionado e o definitivo.

A PCR exige a Autorização dos órgãos competentes, de quaisquer dos entes da Federação, com amparo na legislação e normas pertinentes ou quando a natureza ou características do uso ou atividade pretendida assim o exigirem. Dentre estes, a documentação liberatória emitida pelo COMAR, quando se tratar de atividade inserida em Zona Especial de Aeroporto ou Aeroclube ou em outras áreas que estejam sob o controle deste órgão, em face das normas pertinentes, para documentos provisórios e para documentos definitivos, o legislador deve solicitar a autorização da Aeronáutica nas áreas dentro da Zona Especial

Aeroportuária - Cones ruídos – ZEA. Com essas legislações a PCR vincula todas as exigências de construções ou licenças a região da ZEA e ao perímetro descrito.

Com a interface das respectivas, Lei Municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998) e Portaria nº 957/GC3/2015 (BRASIL, 2015a), foi possível observar os limites horizontais de cada zona, suas sobreposições e atrelado aos gabaritos das superfícies limitadoras pode-se esclarecer elementos e parâmetros que contribuirão para o controle do uso e ocupação do solo e zoneamento espacial no aspecto tridimensional dos objetos projetados no espaço do entorno do aeroporto.

Com a interpretação e a análise gráfica das legislações foi possível definir o trecho previsto para esta dissertação, o levantamento com o emprego de receptores GNSS no método Relativo Estático se apresentou pertinente para o posicionamento dos pontos de referência implantados e o levantamento pelo método RTK se mostrou adequado à obtenção dos pontos-objeto para o detalhamento dos cruzamentos das vias e estabelecimento dos vértices virtuais da ZEA. Os pontos-objeto levantados com o método RTK tiveram uma precisão planimétrica menor ou igual a 2,5 cm e uma precisão altimétrica melhor ou igual a 3,0 cm. Precisoões essas instaladas na controladora durante os procedimentos de RTK em campo.

Conforme a metodologia aplicada e levando em consideração as análises feitas para os resultados, conclui-se que os pontos de referência implantados (BI1, BI2, BF1, BF2, CS1, CC2, CV3, EB4, BD5 e BA6), obtidos com o uso dos receptores GNSS, poderão ser utilizadas para o georreferenciamento de imóveis e objetos existentes na área da ZEA, favorecendo o cumprimento da NBR 14166/1998 e monitoramentos das construções, conforme Lei Municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998) e Portaria nº 957/GC3/2015 (BRASIL, 2015a) do Comando da Aeronáutica. As vantagens desse método se faz presente na rapidez da coleta dos dados de campo com posterior processamento, a possibilidade de levantamento sem a intervisibilidade de trechos, pois sempre existem obstáculos e o próprio trânsito intenso dificulta os serviços em vias urbanas e outra vantagem é que neste sistema é possível no momento do levantamento saber a precisão dos dados. A principal desvantagens encontrada seriam as interferências dos prédios e árvores nos levantamentos por GNSS, impedindo a leitura dos dados em campo e prejudicando a qualidade do sinal.

Foi verificado o erro de fechamento da Rede, onde foi evidenciado que as linhas de base são consistentes, com a discrepância máxima na horizontal de 9 mm no fechamento dos triângulos e 2,9 cm de discrepância máxima na vertical.

Ao Avaliar as legislações urbanísticas municipais e sua relação com as restrições impostas a ZEA, percebe-se um conflito entre as normativas e que apesar do estado exercer um importante papel na organização do espaço urbano, normatizando e regularizando as ações dos atores públicos e privados, faltam na região da Zona Especial do Aeroporto definição de parâmetros e instrumentos urbanísticos específicos para o estabelecimento de obras naquela área.

Com o desenvolvimento da metodologia para determinação de coordenadas dos vértices virtuais da poligonal do trecho da ZEA em análise foi possível chegar as coordenadas no Sistema Geodésico Local para estabelecimento dos limites do Zoneamento e possibilidade de implementação de projetos em engenharia e cadastros na região.

O trabalho de campo para os métodos de levantamento com o uso de Estação Total e a respectiva análise desses dados levantados durante a dissertação, conforme a metodologia aplicada e levando em consideração as análises feitas para os resultados, conclui-se que os pontos de referência implantados (BB1, BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1 e AJ11) não poderão ser utilizados para o georreferenciamento de imóveis urbanos e objetos existentes na área da ZEA uma vez que os erros posicionais encontrados estão classificados como regular, de acordo com a Tabela 3, item 3.2.2.1. Embora o método da poligonação aplicado deveria ter atingido uma qualidade de levantamento boa ou melhor. As vantagens encontradas no método usando a estação total durante o levantamento foi a rapidez, pois o tempo de campo se assemelha ao do levantamento usando o receptor GNSS/RTK e o custo do serviço usando equipamentos clássicos se torna mais barato.

A desvantagem se encontra na visualização do prisma nos trechos, visto a grande movimentação de pessoas e veículos na via, e a precisão do levantamento que só será encontrada após o processamento dos dados e deverá atender as legislações reguladoras.

Conforme a metodologia aplicada e levando em consideração as análises feitas para os resultados, conclui-se que as coordenadas dos vértices virtuais encontrados com GNSS/RTK foram satisfatórias e realizadas com a interseção dos pontos coletados do trecho da ZEA, conforme Lei Municipal nº 16414, de 29 de julho de 1998 (RECIFE, 1998).

5.2 RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados obtidos nessa dissertação, as análises feitas e os resultados encontrados, recomendam-se:

- Realizar pesquisas de pontos-objeto 3D na região do zoneamento, inclusive com a validação da nuvem de pontos do MDT existente, LASER scanner aerotransportado, ALS (Airborne Laser Scanner), também conhecido como LIDAR (Light Detection and Ranging);
- Observar que a área da ZEA é muito extensa e necessita de mais estudos sobre os impactos e limitações as zonas urbanas para que a sociedade tenha ciência e preocupação quanto a preservação e proteção da superfície de domínio do aeroporto;
- Considerar o estudo das maiores e mais altas construções na região da ZEA que não foram investigadas nesta dissertação e deverão ser vislumbradas em outros trabalhos, pois permitirá uma visão atual do crescimento da verticalização da paisagem no entorno do aeroporto para futuro planejamento e controle do desenvolvimento urbano;
- Conhecer e identificar a região da ZEA em outros municípios;
- Obter junto aos órgãos públicos os demais dados e parâmetros necessários a identificação dos outros trechos da área do zoneamento municipal para que seja garantido o direito a publicidade e a compatibilização com a ZEA para garantir a sua preservação, e
- Refazer a poligonal levantada com centragem forçada para atingir uma classificação boa ou melhor (Tabela 3, item 3.2.2.1).

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR-13133. Execução de levantamentos topográficos.** Rio de Janeiro. 1994

ABNT: **NBR 14166. Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento.** Rio de Janeiro. 1998.

BRASIL. **Lei nº 21713, de 27 de agosto de 1946.** Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. Disponível em: <<http://>>. Acesso em: 25 set. 2016.

BRASIL. **Lei nº 7565, de 19 de dezembro de 1986.** Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565.htm>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. **Portaria nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987.** Dispõe sobre Zonas de Proteção. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/portaria1141.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei nº 16176, de 09 de abril de 1996.** Estabelece a Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife - LUOS. Disponível em: <<http://www.legiscidade.recife.pe.gov.br/lei/16176/>>. Acesso em 06 jan. 2015.

BRASIL. **Portaria DAC nº 232/DGAC, de 14 de abril de 1997.** Aprova o Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Internacional dos Guararapes – PE. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/port232DGAC.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. **Lei Nº 10257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade).** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 11182, de 27 de setembro de 2005a.** Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm>. Acesso em 06 jan. 2015.

BRASIL. **Portaria nº 76/DGCEA, de 09 de junho de 2005b.** Aprova o Plano Específico da Zona de Proteção do Aeródromo de Recife/Guararapes - Gilberto Freyre. Disponível em: <<http://servicos.decea.gov.br/arquivos/aga/planos/SBRF/portaria.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. **Portaria nº 256, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as restrições relativas às implantações que possam afetar adversamente a segurança e a regularidade das operações aéreas, e da outras providências. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/2011/PGAer2011-0256.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

BRASIL. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161, Resolução ANAC nº 281, de 10 de setembro de 2013.** Plano de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC161EMD01.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. **Portaria Nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015a.** Dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas. Disponível em: <http://www.decea.gov.br/static/storage/2015/10/portaria_957.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. **Portaria DECEA Nº 23/ICA, de 14 de julho de 2015b.** Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea (PZPANA) para o Aeroporto Guararapes – Gilberto Freyre (SBRF). Disponível em: <servicos.decea.gov.br/arquivos/aga/planos/95107f53-0dd5-4202.../portaria.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BRASIL. Portaria nº 1255/SIA, de 20 de maio de 2016, da ANAC. **Valida curvas de ruído para o Aeroporto Internacional Guararapes – Gilberto Freyre, localizado em Recife/PE – SBRF.** Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/zoneamento_ruído/port-1255-validacao-curvas-de-ruído-sbrf.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 9310, de 15 de março de 2018.** Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9310.htm>. Acesso em: 07 mai. 2018.

CAMILO NETO, R. N.; DE SEIXA, A. **Análise e discussão das normalizações para o estabelecimento da zona especial aeroportuária – ZEA, do aeroporto internacional do Recife/Guararapes – PE.** VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2016.

DAL'FORNO, G. L.; AGUIRRE, A. J. ; HILLEBRAND, F. L.; GREGORIO, F. V. **Transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico local pelos métodos da Norma NBR 14166:1998 e o de rotações e translações.** In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010.

DECEA – **Departamento de Controle do Espaço Aéreo.** Disponível em: <<http://servicos.decea.gov.br>>. Acesso em: 29/05/2016.

DE FREITAS, S. R. C. **Sistemas Geodésicos de Referência e Bases Cartográficas: Parte I - Aspectos Introdutórios.** Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas, Departamento de Geomática - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Palestra apresentada como atividade do Projeto PADCT UFPE/UFPR, Recife, 16 a 19/03/2005.

ERBA, D.A.; THUM, B. A.; SILVA, C.A. da; SOUZA, G.C. de; VERONEZ, M. R.; LEANDRO, R. F.; MAIA, T.C. B. **Topografia para estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia.** 2003.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9ª Edição. Rio de Janeiro. Ed. Globo, 1987.

GARNÉS, S. J. A. **Sistema de Projeção e Orientação das Plantas Topográficas**. COBRAC 98 – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – UFSC – Florianópolis. 1998.

GARNÉS, S. J. A.; SIQUEIRA, V. P. ; CACHO, Jerson Perez . **Definição para implantação do sistema topográfico local de Campo Grande - MS e análise das fórmulas da NBR 14166**. In: IV CBCG, 2005, Curitiba. IV Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Curitiba - PR: Departamento de Geomática da UFPR, 2005.

GARNÉS, S. J. A. AstGeoTop. **Software (Módulo: Transformações de Coordenadas)**. Recife-PE: Departamento de Engenharia Cartográfica. Universidade Federal de Pernambuco. 2013.

GARNÉS, S. J. A. AstGeoTop. **Software (Módulo: Levantamento Planialtimétrico)**. Recife-PE: Departamento de Engenharia Cartográfica. Universidade Federal de Pernambuco. 2013.

GEMAEL, C. **Geodésia**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 147p. 1984.

GEMAEL, C. **Geodésia Física**. Curitiba: Editora UFPR. 319p. 1999. (Reimpressão 2002).

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações - aplicações geodésicas**, Curitiba-PR: UFPR, 1994.

GEMAEL, C. **Introdução à Geodésia Física**. Curitiba: Editora da UFPR, 1999.

IAC – Instituto de Aviação Civil. **Manual de Implementação de Aeroportos**. Rio de Janeiro, 2004.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29/05/2016.

IBGE. Resolução PR nº 01 – **Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro**, 2005. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf>. Acesso em: 24 out. 2016.

IBGE. Resolução PR nº 22 – **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em território brasileiro**, 1983. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/bservico1602.pdf>. Acesso em: 24 out. 2016.

IBGE. A Resolução PR nº23 - **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos**. 1989.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistemas de Referência**. Disponível em:<www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/download/sisref_2.pdf>. Acesso em: 24 out. 2016.

ICA, **Projeto do Aeroporto Internacional dos Guararapes – Recife/PE, Programa Cartográfico Aeroportuário e de Proteção ao Voo (PROCAPV)**, Convênio INFRAERO/DPV – DECEA, Instituto de Cartografia da Aeronáutica, 2000.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - **DOC 8168 – PANS-OPS - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures** – Canadá, 2006, 783p. Disponível em: <>. Acesso em: 24 out. 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION – **ANNEX 14 – Aerodrome Design and Operations**. Canadá, 2009. Disponível em: <>. Acesso em: 24 out. 2016.

KAHMEN, H. e FAIG, W. **Surveying**. Berlin. 1988. Ed. de Gruyter.

MARTINS, J. L. F. ; SALDANHA, D. L. ; Rocha, Ronaldo dos Santos da. **Utilização de imagens de alta resolução no mapeamento e gerenciamento de zonas de proteção de aeródromos**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v. 63, p. 599, 2011.

MENDONÇA, F. J. B. ; GARNÉS, S. J. A. ; PEREIRA, C. M. ; BARROSO NETO, J. A. ; MELO, W. D. A. . **Análise do Ajustamento por Mínimos Quadrados de uma Trilateração Topográfica com Injunções nos planos UTM e Topocêntrico**. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, RECIFE.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e aplicações**. São Paulo, 2008, 476p. Editora UNESP, 2ª ed.

RECIFE. **Lei nº 16414, de 29 de julho de 1998**. Dispõe sobre as condições de Uso e Ocupação do Solo na Zona Especial do Aeroporto - ZEA e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/leis/leizea.doc>>. Acesso em 06 jan. 2015.

RECIFE. **Lei nº 17511/2008 (Plano Diretor do Município do Recife)**. Promove a Revisão do Plano Diretor do Município do Recife.

RECIFE. **Decreto nº 25023 de 28 de dezembro de 2009**. Regulamenta a Lei Municipal nº 17.524, de 31 de dezembro de 2008, que dispõe sobre a emissão de alvarás de localização e funcionamento para atividades urbanas no Município do Recife. Disponível em: <<http://www.legiscidade.recife.pe.gov.br/decreto/25023/>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

RECIFE. Lei complementar de nº 17982, de 13 de janeiro de 2014. **Institui o alvará de localização e funcionamento condicionado e o definitivo, e dá outras providências**. Disponível em:<http://www.recife.pe.gov.br/pr/secfinancas/portalfinancas/uploads/pdf/leis/lei_17982_2014.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2016.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, methods and Applications**. Berlim, New York: walter de Gruyter, 2003.

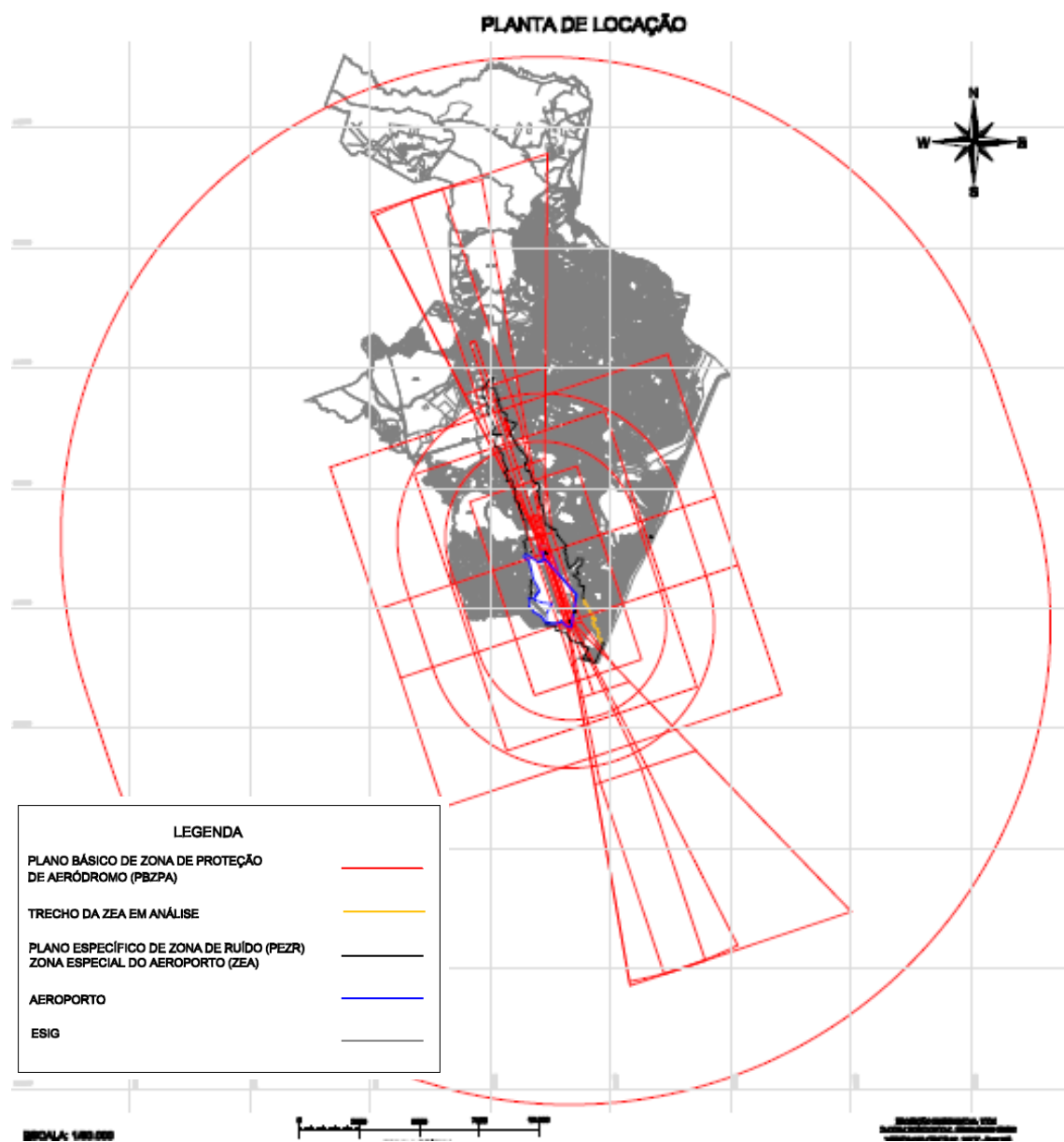
SILVA, I.; SEGANTINE, P. C. L. **Topografia para engenharia: teoria e prática de Geomática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2015.

SOUZA, A. N.; GARNÉS, S. J. A. ; MARQUES, H. A. **AVALIAÇÃO DO POSICIONAMENTO GNSS OBTIDO PELOS MÉTODOS CINEMÁTICOS RTK/NTRIP E PPP EM TEMPO REAL**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v. 66, p. 1117, 2014.

SOUZA, W. O.; GARNES, S. J. A. **Aplicação de métodos para determinação do desvio da vertical na integração de posicionamento GNSS com levantamentos topográficos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012.

TORGE, W. **Geodesy**. Berlin: de Gruyter, 3 ed., 2001.

APÊNDICE A - MAPA DA INTERFACE ENTRE A ZEA, PBZPA, A ÁREA PATRIMONIAL DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE RECIFE, O PROGRAMA ESIG E O PZR



Fonte: Autor (2017).

APÊNDICE C - MONOGRAFIAS DOS VÉRTICES IMPLANTADOS COM GNSS

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BI1	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 07/04/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'52,82432"S / Sigma: 0,007m
Longitude:	34°54'23,23506"W / Sigma: 0,006m
Altitude Elip.:	-2,067m / Sigma: 0,008m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.098.844,284
UTM (E)	289.949,310
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.965,999
y (m):	239.267,142
LOCALIZAÇÃO	
Próximo ao meio-fio, em frente ao Clube da Aeronáutica – Av. Boa Viagem, nº 6838, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 07/04/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BI2	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 07/04/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'55,98410"S / Sigma: 0,006m
Longitude:	34°54'24,55232"W / Sigma: 0,005m
Altitude Elip.:	-1,798 m / Sigma: 0,006m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.098.747,008
UTM (E)	289.909,439
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.925,664
y (m):	239.170,073
LOCALIZAÇÃO	
Próximo ao meio-fio, na Av. Boa Viagem com rua Brigadeiro Ciro, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 07/04/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BF1	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 07/04/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'20,69843"S / Sigma: 0,008m
Longitude:	34°54'30,95255"W / Sigma: 0,007m
Altitude Elip.:	-0,967m / Sigma: 0,009m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.099.830,251
UTM (E)	289.708,371
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.729,857
y (m):	240.254,112
LOCALIZAÇÃO	
Próximo ao meio-fio, na Av. Mal. Juarez Távora com a rua Alm. Batista Leão, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 07/04/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BF2	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 07/04/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'22,16780"S / Sigma: 0,007m
Longitude:	34°54'33,28911"W / Sigma: 0,008m
Altitude Elip.:	-1,228m / Sigma: 0,009m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.099.784,767
UTM (E)	289.637,046
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.658,323
y (m):	240.208,979
LOCALIZAÇÃO	
Próximo ao meio-fio, na Av. Mal. Juarez Távora, em frente ao número 313 na esquina da rua Cruzeiro do Forte, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 07/04/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: CS1	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 12/05/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'19,88452"S / Sigma: 0,005m
Longitude:	34°54'36,66716"W / Sigma: 0,005m
Altitude Elip.:	-0,620m / Sigma: 0,007m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.099.854,433
UTM (E)	289.533,289
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.554,920
y (m):	240.279,134
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Cosmorama com a rua Sideral, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 12/05/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: CC2	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 12/05/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'14,29128"S / Sigma: 0,006m
Longitude:	34°54'35,06158"W / Sigma: 0,005m
Altitude Elip.:	-0,509m / Sigma: 0,008m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.100.026,520
UTM (E)	289.581,636
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.604,089
y (m):	240.450,960
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Cosmorama com a rua Copacabana, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 12/05/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: CV3	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 12/05/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude	8°08'09,76537"S / Sigma: 0,009m
Longitude	34°54'38,15600"W / Sigma: 0,008m
Altitude Elip.:	1,687m / Sigma: 0,011m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.100.165,134
UTM (E)	289.486,237
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.509,375
y (m):	240.590,008
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Conde de Vila Flor com a rua Sgt. Valdir Correia, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 12/05/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: EB4	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 19/05/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'05,10044"S / Sigma: 0,006m
Longitude:	34°54'39,69464"W / Sigma: 0,006m
Altitude Elip.:	1,745m / Sigma: 0,007m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.100.308,244
UTM (E)	289.438,452
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.462,288
y (m):	240.733,325
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Engenheiro Lauro Borba com a rua Beberibe, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 12/05/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BD5	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 19/05/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°07'58,75979"S / Sigma: 0,005m
Longitude:	34°54'45,93913"W / Sigma: 0,005m
Altitude Elip.:	3,038m / Sigma: 0,006m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.100.502,160
UTM (E)	289.246,342
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.271,144
y (m):	240.928,134
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Barão de Sousa Leão com a rua Dr. Luiz Correia de Oliveira, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 19/05/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BA6	TIPO: ESTAÇÃO GPS
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 19/05/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°07'53,84945"S / Sigma: 0,007m
Longitude:	34°54'48,05539"W / Sigma: 0,007m
Altitude Elip.:	1,254m / Sigma: 0,009m
Coordenadas Planas (UTM)	
UTM (N)	9.100.652,727
UTM (E)	289.180,835
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.206,372
y (m):	241.078,994
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Barão de Tefé com a rua Aranhã, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



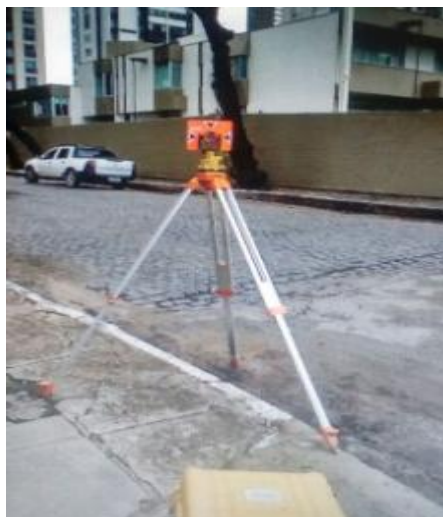
Data: 19/05/2017

APÊNDICE D - MONOGRAFIAS DOS VÉRTICES IMPLANTADOS COM O MÉTODO DA POLIGONAÇÃO

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BB1	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 02/06/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'51,94372"S
Longitude:	34°54'23,54443"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.956,531
y (m):	239.294,196
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da avenida Boa Viagem com a rua Brigadeiro Ciro, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 02/06/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BS2	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 02/06/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'50,65101"S
Longitude:	34°54'25,51717"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.896,146
y (m):	239.333,916
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Brigadeiro Ciro com a rua Setubal, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 02/06/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: SP3	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 02/06/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'47,10102"S
Longitude:	34°54'23,76775"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.949,712
y (m):	239.442,969
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Setubal com a rua Pe. Leandro Camelo, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 02/06/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: PA4	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 02/06/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'44,35229"S
Longitude:	34°54'29,41470"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.776,856
y (m):	239.527,432
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Pe. Leandro Camelo com a rua Prof. Augusto Lins e Silva, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 02/06/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: AB5	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 02/06/2017	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
DADOS GEODÉSICOS COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'38,31619"S
Longitude:	34°54'27,00255"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.850,719
y (m):	239.712,857
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Prof. Augusto Lins e Silva com a rua Baltazar Passos, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 02/06/2017

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: BM6	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 18/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'36,55297"S
Longitude:	34°54'29,57095"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.772,100
y (m):	239.767,034
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da Baltazar Passos com a rua Major Armando Mello, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 18/01/2018

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: MJ7	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 18/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'33,59311"S
Longitude:	34°54'28,21670"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.813,873
y (m):	239.857,959
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Major Armando Mello com a rua João Cardoso Aires, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 18/01/2018

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: JJ8	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 18/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'30,62239"S
Longitude:	34°54'33,87500"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.640,362
y (m):	239.949,242
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua João Cardoso Aires com a rua José Hipólito Cardoso, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 18/01/2018

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: JG9	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 18/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
DADOS GEODÉSICOS COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'27,79940"S
Longitude:	34°54'32,56532"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.680,464
y (m):	240.035,963
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua José Hipólito Cardoso com a rua General Salgado, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 18/01/2018

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: GA10	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 19/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'25,80922"S
Longitude:	34°54'36,28898"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.566,480
y (m):	240.097,115
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua General Salgado com a rua Almirante Batista Leão, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 19/01/2018

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: AUX1	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 19/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'23,26230"S
Longitude:	34°54'34,57550"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.618,942
y (m):	240.175,354
LOCALIZAÇÃO	
Rua Almirante Batista Leão em frente ao edifício de nº 53 em Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 19/01/2018

RELATÓRIO DE ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA

DADOS DA ESTAÇÃO	
NOME DA ESTAÇÃO: AJ11	TIPO: ESTAÇÃO TOPOGRÁFICA
MUNICÍPIO: RECIFE	UF: PE
ÚLTIMA VISITA: 18/01/2018	SITUAÇÃO DO MARCO: BOM
COORDENADAS (SIRGAS2000 – Época 2000.4)	
Coordenadas Geodésicas	
Latitude:	8°08'22,41834"S
Longitude:	34°54'30,20691"W
Coordenadas Topocêntricas	
x (m):	154.752,677
y (m):	240.201,271
LOCALIZAÇÃO	
Cruzamento da rua Almirante Batista Leão com o prolongamento da rua José Hipólito Cardoso, Boa Viagem, Recife – PE.	
DESCRIÇÃO	
Pino de Aço - Vergalhão.	

Foto:



Data: 18/01/2018

APÊNDICE E - TABELAS DOS DADOS DE COORDENADAS GEODÉSICAS E TOPOCÊNTRICAS COLETADOS A PARTIR DAS BASES DE REFERÊNCIA (RTK)

Tabela 12 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base CC2 (SIRGAS2000).

Ponto	COORD. NO SGL		COORD. GEODÉSICAS				ALT. ELIP.
	x(m)	y(m)	Latitude	$\sigma\varphi$ (m)	Longitude	$\sigma\lambda$ (m)	h (m)
CC2A1	154601,325	240434,378	-8°08'14,83103"	0,005	-34°54'35,15179"	0,01	-0,538
CC2A2	154601,326	240434,382	-8°08'14,83090"	0,005	-34°54'35,15176"	0,009	-0,537
CC2A21	154605,337	240445,801	-8°08'14,45922"	0,006	-34°54'35,02079"	0,005	-0,642
CC2A22	154605,342	240445,802	-8°08'14,45916"	0,006	-34°54'35,02063"	0,005	-0,646
CC2A31	154604,996	240449,466	-8°08'14,33992"	0,004	-34°54'35,03192"	0,005	-0,581
CC2A32	154604,999	240449,47	-8°08'14,33979"	0,005	-34°54'35,03182"	0,006	-0,584
CC2A41	154601,74	240452,411	-8°08'14,24406"	0,005	-34°54'35,13830"	0,013	-0,509
CC2A42	154601,738	240452,412	-8°08'14,24403"	0,005	-34°54'35,13837"	0,012	-0,504
CC2A51	154539,262	240468,258	-8°08'13,72843"	0,005	-34°54'37,17926"	0,016	-0,364
CC2A52	154539,254	240468,258	-8°08'13,72843"	0,01	-34°54'37,17953"	0,013	-0,359
CC2A61	154465,102	240487,05	-8°08'13,11698"	0,004	-34°54'39,60185"	0,018	-0,569
CC2A62	154465,097	240487,044	-8°08'13,11717"	0,004	-34°54'39,60201"	0,019	-0,577
CC2A71	154466,296	240493,947	-8°08'12,89249"	0,005	-34°54'39,56286"	0,017	-0,727
CC2A72	154466,302	240493,944	-8°08'12,89256"	0,005	-34°54'39,56267"	0,015	-0,724
CC2A81	154471,865	240492,635	-8°08'12,93517"	0,006	-34°54'39,38095"	0,014	-0,727
CC2A82	154471,864	240492,637	-8°08'12,93511"	0,008	-34°54'39,38098"	0,01	-0,708
CC2A91	154476,82	240492,96	-8°08'12,92457"	0,007	-34°54'39,21909"	0,009	-0,725
CC2A92	154476,822	240492,966	-8°08'12,92438"	0,007	-34°54'39,21902"	0,011	-0,726
CC2A101	154479,519	240495,55	-8°08'12,84024"	0,005	-34°54'39,13093"	0,007	-0,638
CC2A102	154479,515	240495,544	-8°08'12,84043"	0,005	-34°54'39,13106"	0,006	-0,623
CC2A111	154482,294	240508,308	-8°08'12,42495"	0,006	-34°54'39,04032"	0,005	-0,264
CC2A112	154482,293	240508,307	-8°08'12,42498"	0,007	-34°54'39,04035"	0,005	-0,259
CC2A121	154488,901	240505,409	-8°08'12,51928"	0,009	-34°54'38,82448"	0,013	-0,298
CC2A122	154488,904	240505,409	-8°08'12,51928"	0,008	-34°54'38,82438"	0,013	-0,306
CC2A131	154486,505	240493,939	-8°08'12,89267"	0,006	-34°54'38,90271"	0,007	-0,617
CC2A132	154486,505	240493,94	-8°08'12,89264"	0,006	-34°54'38,90271"	0,01	-0,609
CC2A141	154487,21	240490,471	-8°08'13,00555"	0,007	-34°54'38,87966"	0,005	-0,666
CC2A142	154487,214	240490,477	-8°08'13,00536"	0,007	-34°54'38,87953"	0,006	-0,665
CC2A143	154496,013	240486,427	-8°08'13,13715"	0,007	-34°54'38,59211"	0,011	-0,666
CC2A144	154496,013	240486,433	-8°08'13,13696"	0,007	-34°54'38,59211"	0,008	-0,669
CC2A161	154599,714	240460,195	-8°08'13,99070"	0,008	-34°54'35,20451"	0,007	-0,624
CC2A162	154599,713	240460,192	-8°08'13,99077"	0,009	-34°54'35,20455"	0,006	-0,63
CC2A171	154621,083	240454,721	-8°08'14,16882"	0,006	-34°54'34,50646"	0,009	-0,771
CC2A172	154621,082	240454,738	-8°08'14,16824"	0,007	-34°54'34,50649"	0,009	-0,775

Tabela 12 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base CC2 (SIRGAS2000) - Continuação

CC2A173	154622,584	240447,159	-8°08'14,41494"	0,011	-34°54'34,45740"	0,016	-0,726
CC2A174	154622,569	240447,186	-8°08'14,41406"	0,013	-34°54'34,45788"	0,013	-0,718
CC2A191	154619,537	240449,444	-8°08'14,34069"	0,006	-34°54'34,55689"	0,012	-2,75
CC2A192	154619,531	240449,434	-8°08'14,34101"	0,009	-34°54'34,55709"	0,015	-2,745
CC2A193	154614,259	240447,121	-8°08'14,41620"	0,005	-34°54'34,72934"	0,018	-0,603
CC2A194	154614,26	240447,118	-8°08'14,41630"	0,004	-34°54'34,72931"	0,018	-0,598
CC2A211	154612,542	240444,47	-8°08'14,50251"	0,005	-34°54'34,78541"	0,011	-0,609
CC2A212	154612,535	240444,474	-8°08'14,50238"	0,005	-34°54'34,78564"	0,009	-0,582
CC2A221	154607,728	240431,214	-8°08'14,93402"	0,004	-34°54'34,94263"	0,016	-0,514
CC2A222	154607,718	240431,211	-8°08'14,93411"	0,004	-34°54'34,94295"	0,018	-0,507

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 13 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base CV3 (SIRGAS2000).

Ponto	COORD. NO SGL		COORD. GEODÉSICAS				ALT. ELIP.
	x(m)	y(m)	Latitude	$\sigma\varphi$ (m)	Longitude	$\sigma\lambda$ (m)	h (m)
CV3A11	154524,964	240586,727	-8°08'09,87213"	0,008	-34°54'37,64677"	0,005	1,454
CV3A12	154524,963	240586,723	-8°08'09,87226"	0,008	-34°54'37,64680"	0,006	1,456
CV3A21	154510,591	240590,000	-8°08'09,76561"	0,004	-34°54'38,11630"	0,006	1,657
CV3A22	154510,586	240589,999	-8°08'09,76564"	0,005	-34°54'38,11646"	0,005	1,666
CV3A31	154507,838	240589,759	-8°08'09,77346"	0,011	-34°54'38,20622"	0,006	1,694
CV3A32	154507,836	240589,758	-8°08'09,77349"	0,010	-34°54'38,20628"	0,007	1,697
CV3A41	154506,650	240588,050	-8°08'09,82909"	0,005	-34°54'38,24502"	0,010	1,751
CV3A42	154506,650	240588,051	-8°08'09,82906"	0,005	-34°54'38,24502"	0,008	1,76
CV3A51	154505,442	240582,086	-8°08'10,02324"	0,005	-34°54'38,28448"	0,013	1,832
CV3A52	154505,443	240582,090	-8°08'10,02311"	0,005	-34°54'38,28442"	0,007	1,835
CV3A61	154496,623	240574,496	-8°08'10,27031"	0,005	-34°54'38,57252"	0,005	1,897
CV3A62	154496,608	240574,488	-8°08'10,27057"	0,004	-34°54'38,57301"	0,007	1,891
CV3A71	154499,321	240587,153	-8°08'09,85830"	0,007	-34°54'38,48444"	0,006	1,878
CV3A72	154499,321	240587,156	-8°08'09,85823"	0,006	-34°54'38,48444"	0,005	1,88
CV3A81	154498,803	240590,721	-8°08'09,74216"	0,005	-34°54'38,50136"	0,007	1,872
CV3A82	154498,800	240590,717	-8°08'09,74232"	0,004	-34°54'38,50146"	0,008	1,871
CV3A91	154495,336	240593,276	-8°08'09,65902"	0,004	-34°54'38,61463"	0,008	1,81
CV3A92	154495,333	240593,275	-8°08'09,65905"	0,005	-34°54'38,61473"	0,009	1,806
CV3A101	154485,349	240595,749	-8°08'09,57856"	0,007	-34°54'38,94086"	0,007	1,994
CV3A102	154485,347	240595,739	-8°08'09,57886"	0,007	-34°54'38,94093"	0,006	1,997
CV3A111	154478,681	240604,322	-8°08'09,29949"	0,004	-34°54'39,15873"	0,007	2,137
CV3A112	154478,687	240604,328	-8°08'09,29930"	0,005	-34°54'39,15854"	0,006	2,14
CV3A121	154499,795	240599,718	-8°08'09,44933"	0,004	-34°54'38,46898"	0,006	1,807

Tabela 13 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base CV3 (SIRGAS2000) - Continuação

CV3A122	154499,795	240599,714	-8°08'09,44943"	0,004	-34°54'38,46898"	0,006	1,803
CV3A131	154501,512	240600,214	-8°08'09,43316"	0,004	-34°54'38,41289"	0,007	1,739
CV3A132	154501,503	240600,206	-8°08'09,43342"	0,004	-34°54'38,41318"	0,004	1,734
CV3A141	154502,414	240601,615	-8°08'09,38757"	0,006	-34°54'38,38344"	0,007	1,654
CV3A142	154502,407	240601,624	-8°08'09,38727"	0,005	-34°54'38,38367"	0,005	1,656
CV3A151	154503,822	240608,452	-8°08'09,16500"	0,005	-34°54'38,33748"	0,010	1,822
CV3A152	154503,820	240608,454	-8°08'09,16494"	0,005	-34°54'38,33754"	0,010	1,826
CV3A161	154510,433	240605,840	-8°08'09,24999"	0,004	-34°54'38,12150"	0,005	1,859
CV3A162	154510,434	240605,836	-8°08'09,25012"	0,006	-34°54'38,12147"	0,005	1,854
CV3A171	154509,099	240599,133	-8°08'09,46833"	0,005	-34°54'38,16506"	0,006	1,794
CV3A172	154509,098	240599,131	-8°08'09,46840"	0,005	-34°54'38,16509"	0,005	1,787
CV3A181	154509,163	240598,080	-8°08'09,50261"	0,005	-34°54'38,16297"	0,012	1,7
CV3A182	154509,166	240598,081	-8°08'09,50258"	0,006	-34°54'38,16287"	0,010	1,697
CV3A191	154510,288	240597,259	-8°08'09,52934"	0,004	-34°54'38,12622"	0,005	1,766
CV3A192	154510,291	240597,262	-8°08'09,52922"	0,004	-34°54'38,12612"	0,004	1,774
CV3A201	154521,557	240594,695	-8°08'09,61277"	0,004	-34°54'37,75809"	0,014	1,602
CV3A202	154521,557	240594,694	-8°08'09,61280"	0,004	-34°54'37,75809"	0,014	1,607
CV3A211	154452,352	240603,023	-8°08'09,34186"	0,004	-34°54'40,01878"	0,004	2,306
CV3A212	154452,349	240603,019	-8°08'09,34199"	0,004	-34°54'40,01888"	0,004	2,306
CV3A221	154438,114	240606,143	-8°08'09,24037"	0,004	-34°54'40,48389"	0,008	2,236
CV3A222	154438,115	240606,140	-8°08'09,24044"	0,004	-34°54'40,48386"	0,007	2,244
CV3A231	154435,703	240605,621	-8°08'09,25735"	0,007	-34°54'40,56265"	0,007	2,184
CV3A232	154435,703	240605,612	-8°08'09,25764"	0,009	-34°54'40,56265"	0,010	2,174
CV3A241	154434,752	240604,635	-8°08'09,28946"	0,004	-34°54'40,59370"	0,009	2,182
CV3A242	154434,762	240604,631	-8°08'09,28959"	0,004	-34°54'40,59337"	0,010	2,189
CV3A251	154432,515	240593,484	-8°08'09,65243"	0,008	-34°54'40,66675"	0,014	2,106
CV3A252	154432,521	240593,465	-8°08'09,65305"	0,008	-34°54'40,66653"	0,017	2,112
CV3A261	154425,592	240594,356	-8°08'09,62409"	0,006	-34°54'40,89290"	0,008	2,113
CV3A262	154425,541	240594,338	-8°08'09,62467"	0,004	-34°54'40,89457"	0,008	2,116
CV3A271	154427,960	240606,298	-8°08'09,23533"	0,004	-34°54'40,81557"	0,007	2,199
CV3A272	154427,951	240606,313	-8°08'09,23487"	0,004	-34°54'40,81587"	0,007	2,194
CV3A281	154427,473	240608,052	-8°08'09,17826"	0,004	-34°54'40,83150"	0,007	2,169
CV3A282	154427,473	240608,053	-8°08'09,17823"	0,003	-34°54'40,83150"	0,006	2,169
CV3A291	154426,575	240608,733	-8°08'09,15609"	0,004	-34°54'40,86083"	0,010	2,149
CV3A292	154426,567	240608,740	-8°08'09,15586"	0,004	-34°54'40,86109"	0,008	2,158
CV3A301	154412,615	240611,934	-8°08'09,05195"	0,004	-34°54'41,31687"	0,012	2,181
CV3A302	154412,637	240611,954	-8°08'09,05127"	0,004	-34°54'41,31615"	0,013	2,178
CV3A311	154414,200	240618,749	-8°08'08,83009"	0,008	-34°54'41,26510"	0,007	2,166
CV3A312	154414,230	240618,751	-8°08'08,83003"	0,009	-34°54'41,26412"	0,014	2,182
CV3A321	154427,352	240615,660	-8°08'08,93060"	0,004	-34°54'40,83546"	0,006	2,26

Tabela 13 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base CV3 (SIRGAS2000) - Continuação

CV3A322	154427,351	240615,673	-8°08'08,93018"	0,004	-34°54'40,83549"	0,011	2,258
CV3A331	154429,450	240616,141	-8°08'08,91494"	0,005	-34°54'40,76693"	0,004	2,264
CV3A332	154429,456	240616,148	-8°08'08,91472"	0,005	-34°54'40,76673"	0,005	2,263
CV3A341	154430,305	240617,966	-8°08'08,85552"	0,005	-34°54'40,73901"	0,006	2,243
CV3A342	154430,307	240617,966	-8°08'08,85552"	0,005	-34°54'40,73895"	0,007	2,242
CV3A351	154431,984	240626,336	-8°08'08,58307"	0,006	-34°54'40,68419"	0,007	2,339
CV3A352	154431,985	240626,331	-8°08'08,58323"	0,006	-34°54'40,68416"	0,006	2,34
CV3A361	154438,057	240621,074	-8°08'08,75435"	0,004	-34°54'40,48580"	0,006	2,307
CV3A362	154438,070	240621,038	-8°08'08,75552"	0,005	-34°54'40,48538"	0,008	2,318
CV3A371	154437,142	240616,581	-8°08'08,90060"	0,005	-34°54'40,51569"	0,007	2,307
CV3A372	154437,142	240616,582	-8°08'08,90054"	0,005	-34°54'40,51566"	0,007	2,302
CV3A381	154438,094	240614,249	-8°08'08,97648"	0,004	-34°54'40,48456"	0,008	2,315
CV3A382	154438,091	240614,249	-8°08'08,97648"	0,004	-34°54'40,48466"	0,007	2,321
CV3A391	154440,301	240612,833	-8°08'09,02258"	0,004	-34°54'40,41247"	0,005	2,331
CV3A392	154440,302	240612,832	-8°08'09,02262"	0,004	-34°54'40,41244"	0,005	2,322
CV3A401	154448,929	240610,932	-8°08'09,08444"	0,005	-34°54'40,13063"	0,013	2,289
CV3A402	154448,933	240610,927	-8°08'09,08458"	0,004	-34°54'40,13050"	0,007	2,29

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 14 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base EB4 (SIRGAS2000).

Ponto	COORD. NO SGL		COORD. GEODÉSICAS				ALT. ELIP.
	x(m)	y(m)	Latitude	$\sigma\varphi$ (m)	Longitude	$\sigma\lambda$ (m)	h (m)
EB4A1	154474,558	240732,199	-8°08'05,13704"	0,005	-34°54'39,29379"	0,019	1,406
EB4A11	154474,550	240732,186	-8°08'05,13749"	0,006	-34°54'39,29406"	0,008	1,422
EB4A12	154474,551	240732,189	-8°08'05,13739"	0,005	-34°54'39,29402"	0,009	1,416
EB4A21	154466,043	240734,129	-8°08'05,07425"	0,005	-34°54'39,57197"	0,004	1,619
EB4A22	154466,042	240734,127	-8°08'05,07431"	0,005	-34°54'39,57200"	0,007	1,618
EB4A31	154463,063	240733,841	-8°08'05,08362"	0,004	-34°54'39,66931"	0,006	1,699
EB4A32	154463,068	240733,847	-8°08'05,08342"	0,004	-34°54'39,66915"	0,006	1,694
EB4A41	154459,998	240730,945	-8°08'05,17789"	0,004	-34°54'39,76941"	0,006	1,853
EB4A42	154459,998	240730,942	-8°08'05,17799"	0,006	-34°54'39,76941"	0,005	1,86
EB4A51	154457,774	240720,275	-8°08'05,52521"	0,004	-34°54'39,84203"	0,015	2,045
EB4A52	154457,788	240720,270	-8°08'05,52537"	0,005	-34°54'39,84160"	0,010	2,032
EB4A61	154450,444	240719,482	-8°08'05,55106"	0,004	-34°54'40,08149"	0,016	2,05
EB4A62	154450,441	240719,480	-8°08'05,55113"	0,005	-34°54'40,08159"	0,018	2,049
EB4A71	154453,041	240732,559	-8°08'05,12540"	0,004	-34°54'39,99668"	0,007	1,792
EB4A72	154453,039	240732,557	-8°08'05,12546"	0,005	-34°54'39,99674"	0,005	1,793
EB4A81	154452,402	240735,013	-8°08'05,04550"	0,004	-34°54'40,01756"	0,012	1,797

Tabela 14 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base EB4 (SIRGAS2000) - Continuação

EB4A82	154452,405	240735,013	-8°08'05,04550"	0,006	-34°54'40,01746"	0,007	1,792
EB4A91	154449,197	240737,959	-8°08'04,94964"	0,006	-34°54'40,12228"	0,012	1,825
EB4A92	154449,199	240737,957	-8°08'04,94968"	0,009	-34°54'40,12221"	0,009	1,814
EB4A101	154441,507	240739,702	-8°08'04,89290"	0,006	-34°54'40,37347"	0,014	1,953
EB4A102	154441,504	240739,699	-8°08'04,89300"	0,007	-34°54'40,37357"	0,010	1,956
EB4A111	154390,822	240751,226	-8°08'04,51789"	0,013	-34°54'42,02922"	0,012	3,205
EB4A112	154390,820	240751,224	-8°08'04,51796"	0,013	-34°54'42,02929"	0,013	3,209
EB4A121	154370,705	240737,334	-8°08'04,97016"	0,007	-34°54'42,68632"	0,016	3,147
EB4A122	154370,706	240737,331	-8°08'04,97025"	0,007	-34°54'42,68629"	0,013	3,146
EB4A123	154370,710	240737,325	-8°08'04,97045"	0,007	-34°54'42,68613"	0,013	3,14
EB4A131	154368,529	240750,563	-8°08'04,53956"	0,012	-34°54'42,75744"	0,009	3,167
EB4A132	154368,541	240750,585	-8°08'04,53884"	0,012	-34°54'42,75705"	0,009	3,159
EB4A133	154368,520	240750,577	-8°08'04,53910"	0,009	-34°54'42,75773"	0,005	3,148
EB4A141	154370,506	240753,857	-8°08'04,43230"	0,064	-34°54'42,69289"	0,122	3,738
EB4A142	154370,262	240754,006	-8°08'04,42731"	0,046	-34°54'42,70090"	0,089	6,568
EB4A143	154369,638	240753,740	-8°08'04,43613"	0,006	-34°54'42,72122"	0,031	3,305
EB4A151	154372,343	240755,237	-8°08'04,38734"	0,016	-34°54'42,63290"	0,030	4,541
EB4A152	154372,337	240755,202	-8°08'04,38845"	0,025	-34°54'42,63310"	0,040	4,986
EB4A161	154361,112	240747,158	-8°08'04,65041"	0,005	-34°54'42,99970"	0,018	3,192
EB4A162	154361,112	240747,158	-8°08'04,65041"	0,005	-34°54'42,99970"	0,019	3,174
EB4A171	154355,356	240774,777	-8°08'03,75141"	0,005	-34°54'43,18781"	0,012	3,085
EB4A172	154355,335	240774,786	-8°08'03,75111"	0,005	-34°54'43,18849"	0,005	3,098
EB4A181	154363,617	240776,274	-8°08'03,70266"	0,005	-34°54'42,91796"	0,019	2,944
EB4A182	154363,619	240776,268	-8°08'03,70285"	0,006	-34°54'42,91789"	0,018	2,946
EB4A191	154369,423	240763,344	-8°08'04,12349"	0,004	-34°54'42,72826"	0,013	3,436
EB4A192	154369,433	240763,357	-8°08'04,12307"	0,006	-34°54'42,72794"	0,014	3,452
EB4A193	154369,425	240763,347	-8°08'04,12340"	0,006	-34°54'42,72820"	0,010	3,402
EB4A201	154365,980	240765,307	-8°08'04,05963"	0,005	-34°54'42,84074"	0,009	3,319
EB4A202	154365,981	240765,307	-8°08'04,05963"	0,005	-34°54'42,84071"	0,006	3,314
EB4A211	154365,104	240768,444	-8°08'03,95750"	0,004	-34°54'42,86936"	0,018	3,304
EB4A212	154365,114	240768,436	-8°08'03,95776"	0,004	-34°54'42,86903"	0,018	3,3
EB4A221	154373,081	240755,249	-8°08'04,38700"	0,009	-34°54'42,60876"	0,006	3,363
EB4A222	154373,081	240755,249	-8°08'04,38700"	0,009	-34°54'42,60876"	0,016	3,372
EB4A231	154369,755	240753,904	-8°08'04,43078"	0,007	-34°54'42,71741"	0,010	3,32
EB4A232	154369,760	240753,899	-8°08'04,43095"	0,006	-34°54'42,71724"	0,010	3,297
EB4A241	154368,512	240750,555	-8°08'04,53982"	0,006	-34°54'42,75800"	0,008	3,205
EB4A242	154368,494	240750,539	-8°08'04,54033"	0,008	-34°54'42,75856"	0,007	3,218
EB4A251	154444,594	240746,195	-8°08'04,68154"	0,009	-34°54'40,27265"	0,004	1,928
EB4A252	154444,595	240746,200	-8°08'04,68137"	0,007	-34°54'40,27262"	0,010	1,931
EB4A261	154451,967	240744,728	-8°08'04,72927"	0,015	-34°54'40,03180"	0,012	1,751

Tabela 14 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base EB4 (SIRGAS2000) - Continuação

EB4A262	154451,967	240744,728	-8°08'04,72927"	0,015	-34°54'40,03180"	0,008	1,751
EB4A271	154454,637	240745,805	-8°08'04,69421"	0,007	-34°54'39,94460"	0,008	1,593
EB4A272	154454,642	240745,806	-8°08'04,69418"	0,006	-34°54'39,94443"	0,011	1,595
EB4A281	154456,146	240748,105	-8°08'04,61936"	0,006	-34°54'39,89531"	0,015	1,428
EB4A282	154456,144	240748,110	-8°08'04,61919"	0,005	-34°54'39,89535"	0,016	1,418
EB4A291	154457,546	240754,994	-8°08'04,39513"	0,006	-34°54'39,84960"	0,015	1,25
EB4A292	154457,544	240754,991	-8°08'04,39523"	0,006	-34°54'39,84964"	0,012	1,235
EB4A301	154464,591	240754,587	-8°08'04,40836"	0,006	-34°54'39,61947"	0,006	1,24
EB4A302	154464,587	240754,582	-8°08'04,40852"	0,005	-34°54'39,61957"	0,006	1,225
EB4A311	154463,204	240747,716	-8°08'04,63200"	0,004	-34°54'39,66475"	0,005	1,375
EB4A312	154463,236	240747,712	-8°08'04,63213"	0,004	-34°54'39,66371"	0,008	1,38
EB4A321	154463,434	240744,174	-8°08'04,74728"	0,004	-34°54'39,65723"	0,010	1,54
EB4A322	154463,443	240744,176	-8°08'04,74721"	0,004	-34°54'39,65694"	0,010	1,538
EB4A331	154467,107	240741,100	-8°08'04,84734"	0,005	-34°54'39,53722"	0,008	1,639
EB4A332	154467,106	240741,095	-8°08'04,84750"	0,004	-34°54'39,53725"	0,012	1,634
EB4A341	154475,899	240739,089	-8°08'04,91277"	0,006	-34°54'39,25001"	0,005	1,454
EB4A342	154475,885	240739,079	-8°08'04,91309"	0,007	-34°54'39,25047"	0,006	1,452

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 15 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BD5 (SIRGAS2000).

Ponto	COORD. NO SGL		COORD. GEODÉSICAS				ALT. ELIP.
	x(m)	y(m)	Latitude	$\sigma\varphi$ (m)	Longitude	$\sigma\lambda$ (m)	h (m)
BD5A11	154324,405	240934,654	-8°07'58,54745"	0,006	-34°54'44,19932"	0,007	1,637
BD5A12	154324,409	240934,652	-8°07'58,54752"	0,007	-34°54'44,19919"	0,004	1,637
BD5A21	154348,164	240937,595	-8°07'58,45167"	0,004	-34°54'43,42323"	0,005	1,077
BD5A22	154348,164	240937,590	-8°07'58,45184"	0,005	-34°54'43,42323"	0,005	1,078
BD5A31	154353,717	240929,207	-8°07'58,72471"	0,009	-34°54'43,24181"	0,005	0,818
BD5A32	154353,714	240929,204	-8°07'58,72481"	0,011	-34°54'43,24188"	0,005	0,82
BD5A41	154347,038	240928,208	-8°07'58,75724"	0,006	-34°54'43,45998"	0,005	1,122
BD5A42	154347,037	240928,205	-8°07'58,75734"	0,010	-34°54'43,46002"	0,006	1,121
BD5A51	154343,391	240926,870	-8°07'58,80078"	0,005	-34°54'43,57911"	0,009	1,268
BD5A52	154343,386	240926,867	-8°07'58,80088"	0,006	-34°54'43,57927"	0,011	1,274
BD5A61	154341,641	240922,023	-8°07'58,95856"	0,018	-34°54'43,63626"	0,007	1,471
BD5A62	154341,640	240922,024	-8°07'58,95852"	0,017	-34°54'43,63629"	0,008	1,46
BD5A71	154342,721	240900,310	-8°07'59,66533"	0,005	-34°54'43,60091"	0,005	1,61
BD5A72	154342,717	240900,316	-8°07'59,66514"	0,005	-34°54'43,60104"	0,006	1,617
BD5A81	154343,805	240900,374	-8°07'59,66322"	0,008	-34°54'43,56549"	0,007	1,588
BD5A82	154343,808	240900,362	-8°07'59,66361"	0,007	-34°54'43,56540"	0,008	1,584

Tabela 15 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BD5 (SIRGAS2000) - Continuação

BD5A91	154346,568	240876,144	-8°08'00,45195"	0,011	-34°54'43,47517"	0,012	1,486
BD5A92	154346,571	240876,128	-8°08'00,45247"	0,013	-34°54'43,47507"	0,015	1,49
BD5A101	154338,207	240877,151	-8°08'00,41919"	0,004	-34°54'43,74829"	0,006	1,565
BD5A102	154338,211	240877,151	-8°08'00,41919"	0,004	-34°54'43,74816"	0,004	1,565
BD5A111	154331,654	240920,216	-8°07'59,01739"	0,007	-34°54'43,96247"	0,013	1,555
BD5A112	154331,657	240920,204	-8°07'59,01778"	0,007	-34°54'43,96240"	0,014	1,56
BD5A121	154328,689	240923,728	-8°07'58,90309"	0,004	-34°54'44,05935"	0,007	1,584
BD5A122	154328,689	240923,739	-8°07'58,90273"	0,004	-34°54'44,05935"	0,008	1,584
BD5A131	154323,251	240925,366	-8°07'58,84979"	0,004	-34°54'44,23701"	0,008	1,723
BD5A132	154323,217	240925,410	-8°07'58,84835"	0,004	-34°54'44,23811"	0,006	1,727
BD5A141	154301,740	240922,699	-8°07'58,93664"	0,009	-34°54'44,93967"	0,005	2,396
BD5A142	154301,740	240922,720	-8°07'58,93595"	0,009	-34°54'44,93966"	0,004	2,398
BD5A151	154241,347	240915,294	-8°07'59,17779"	0,005	-34°54'46,91247"	0,004	3,601
BD5A152	154241,343	240915,300	-8°07'59,17760"	0,005	-34°54'46,91260"	0,005	3,602
BD5A161	154232,931	240914,421	-8°07'59,20624"	0,007	-34°54'47,18738"	0,010	3,684
BD5A162	154232,933	240914,412	-8°07'59,20654"	0,005	-34°54'47,18732"	0,008	3,669
BD5A171	154230,343	240913,608	-8°07'59,23270"	0,006	-34°54'47,27190"	0,011	3,635
BD5A172	154230,348	240913,607	-8°07'59,23273"	0,006	-34°54'47,27174"	0,011	3,647
BD5A181	154228,627	240911,564	-8°07'59,29925"	0,005	-34°54'47,32797"	0,005	3,625
BD5A182	154228,623	240911,586	-8°07'59,29853"	0,006	-34°54'47,32810"	0,005	3,621
BD5A191	154225,546	240898,245	-8°07'59,73281"	0,005	-34°54'47,42857"	0,016	3,485
BD5A192	154225,546	240898,247	-8°07'59,73275"	0,006	-34°54'47,42857"	0,016	3,48
BD5A281	154216,789	240891,331	-8°07'59,95789"	0,006	-34°54'47,71457"	0,005	3,348
BD5A282	154216,786	240891,327	-8°07'59,95802"	0,006	-34°54'47,71467"	0,005	3,351
BD5A211	154220,042	240905,880	-8°07'59,48429"	0,014	-34°54'47,60837"	0,011	3,669
BD5A212	154220,039	240905,884	-8°07'59,48416"	0,012	-34°54'47,60846"	0,009	3,662
BD5A221	154218,224	240911,270	-8°07'59,30885"	0,006	-34°54'47,66779"	0,006	3,718
BD5A222	154218,218	240911,272	-8°07'59,30878"	0,006	-34°54'47,66796"	0,009	3,702
BD5A231	154213,213	240914,512	-8°07'59,20331"	0,007	-34°54'47,83148"	0,009	3,97
BD5A232	154213,217	240914,512	-8°07'59,20334"	0,006	-34°54'47,83135"	0,007	3,945
BD5A241	154200,695	240915,671	-8°07'59,16565"	0,005	-34°54'48,24038"	0,015	3,614
BD5A242	154200,691	240915,671	-8°07'59,16565"	0,006	-34°54'48,24051"	0,007	3,604
BD5A251	154173,929	240921,607	-8°07'58,97253"	0,004	-34°54'49,11472"	0,004	3,222
BD5A252	154173,912	240921,618	-8°07'58,97217"	0,004	-34°54'49,11528"	0,004	3,185
BD5A261	154177,222	240930,106	-8°07'58,69591"	0,005	-34°54'49,00716"	0,006	2,555
BD5A262	154177,224	240930,113	-8°07'58,69568"	0,005	-34°54'49,00710"	0,007	2,542
BD5A271	154192,302	240926,250	-8°07'58,82138"	0,006	-34°54'48,51457"	0,006	2,724
BD5A272	154192,330	240926,243	-8°07'58,82158"	0,004	-34°54'48,51366"	0,005	2,715
BD5A273	154209,293	240923,793	-8°07'58,90129"	0,004	-34°54'47,95955"	0,004	3,012
BD5A291	154209,309	240923,845	-8°07'58,89957"	0,005	-34°54'47,95902"	0,007	3,013

Tabela 15 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BD5 (SIRGAS2000) - Continuação

BD5A292	154209,318	240923,847	-8°07'58,89951"	0,006	-34°54'47,95872"	0,005	3,005
BD5A301	154218,445	240923,299	-8°07'58,91732"	0,005	-34°54'47,66058"	0,006	3,109
BD5A302	154218,445	240923,306	-8°07'58,91709"	0,005	-34°54'47,66058"	0,005	3,117
BD5A311	154222,453	240925,189	-8°07'58,85580"	0,007	-34°54'47,52968"	0,015	3,129
BD5A312	154222,449	240925,191	-8°07'58,85574"	0,007	-34°54'47,52981"	0,015	3,109
BD5A321	154224,197	240928,446	-8°07'58,74977"	0,005	-34°54'47,47270"	0,006	2,996
BD5A322	154224,192	240928,446	-8°07'58,74977"	0,006	-34°54'47,47287"	0,007	2,983
BD5A331	154225,457	240933,706	-8°07'58,57855"	0,007	-34°54'47,43155"	0,006	3,116
BD5A332	154225,453	240933,709	-8°07'58,57845"	0,005	-34°54'47,43168"	0,005	3,113
BD5A341	154232,802	240934,465	-8°07'58,55380"	0,006	-34°54'47,19164"	0,010	3,278
BD5A342	154232,794	240934,455	-8°07'58,55413"	0,006	-34°54'47,19190"	0,011	3,287
BD5A351	154232,223	240931,383	-8°07'58,65415"	0,007	-34°54'47,21053"	0,008	2,988
BD5A352	154232,234	240931,404	-8°07'58,65347"	0,006	-34°54'47,21017"	0,012	2,979
BD5A361	154233,667	240926,805	-8°07'58,80317"	0,006	-34°54'47,16336"	0,007	3,141
BD5A362	154233,667	240926,809	-8°07'58,80301"	0,006	-34°54'47,16336"	0,006	3,141
BD5A371	154238,650	240924,169	-8°07'58,88895"	0,005	-34°54'47,00059"	0,006	3,23
BD5A372	154238,649	240924,170	-8°07'58,88892"	0,005	-34°54'47,00062"	0,005	3,223
BD5A381	154246,396	240925,084	-8°07'58,85913"	0,006	-34°54'46,74755"	0,008	3,157
BD5A382	154246,374	240925,086	-8°07'58,85906"	0,006	-34°54'46,74827"	0,007	3,149

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 16 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BA6 (SIRGAS2000).

Ponto	COORD. NO SGL		COORD. GEODÉSICAS				ALT. ELIP.
	x(m)	y(m)	Latitude	$\sigma\varphi$ (m)	Longitude	$\sigma\lambda$ (m)	h (m)
BA6A11	154201,41	241068,469	-8°07'54,19204"	0,004	-34°54'48,21745"	0,012	1,502
BA6A12	154201,409	241068,468	-8°07'54,19210"	0,004	-34°54'48,21748"	0,015	1,511
BA6A21	154203,95	241075,611	-8°07'53,95956"	0,004	-34°54'48,13450"	0,007	1,342
BA6A22	154203,951	241075,609	-8°07'53,95963"	0,004	-34°54'48,13447"	0,007	1,331
BA6A31	154206,849	241079,419	-8°07'53,83562"	0,008	-34°54'48,03981"	0,006	1,215
BA6A32	154206,843	241079,421	-8°07'53,83555"	0,007	-34°54'48,04001"	0,008	1,222
BA6A41	154211,594	241080,419	-8°07'53,80305"	0,005	-34°54'47,88481"	0,006	1,006
BA6A42	154211,538	241080,392	-8°07'53,80395"	0,006	-34°54'47,88665"	0,006	0,992
BA6A511	154220,356	241077,955	-8°07'53,88326"	0,007	-34°54'47,59859"	0,007	0,927
BA6A512	154220,353	241077,958	-8°07'53,88316"	0,006	-34°54'47,59869"	0,006	0,935
BA6A61	154215,027	241074,829	-8°07'53,98499"	0,007	-34°54'47,77267"	0,007	1,2
BA6A62	154215,017	241074,844	-8°07'53,98453"	0,006	-34°54'47,77299"	0,007	1,211
BA6A71	154207,883	241076,927	-8°07'53,91672"	0,007	-34°54'48,00603"	0,009	1,294
BA6A72	154207,883	241076,927	-8°07'53,91672"	0,005	-34°54'48,00603"	0,008	1,298

Tabela 16 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BA6 (SIRGAS2000) - Continuação

BA6A81	154249,561	241064,997	-8°07'54,30496"	0,006	-34°54'46,64454"	0,005	0,96
BA6A82	154249,565	241064,996	-8°07'54,30499"	0,007	-34°54'46,64441"	0,005	0,947
BA6A91	154252,124	241062,801	-8°07'54,37643"	0,007	-34°54'46,56081"	0,005	0,906
BA6A92	154252,122	241062,803	-8°07'54,37637"	0,007	-34°54'46,56090"	0,006	0,918
BA6A101	154252,982	241059,917	-8°07'54,47030"	0,004	-34°54'46,53280"	0,007	0,953
BA6A102	154252,98	241059,915	-8°07'54,47036"	0,004	-34°54'46,53284"	0,01	0,954
BA6A111	154251,237	241051,659	-8°07'54,73909"	0,005	-34°54'46,58976"	0,006	1,157
BA6A112	154251,233	241051,656	-8°07'54,73919"	0,004	-34°54'46,58990"	0,005	1,16
BA6A121	154258,225	241050,284	-8°07'54,78384"	0,005	-34°54'46,36151"	0,004	1,16
BA6A122	154258,228	241050,28	-8°07'54,78397"	0,004	-34°54'46,36141"	0,005	1,161
BA6A131	154264,764	241081,294	-8°07'53,77445"	0,005	-34°54'46,14799"	0,008	0,442
BA6A132	154264,77	241081,295	-8°07'53,77442"	0,004	-34°54'46,14779"	0,007	0,428
BA6A141	154264,112	241077,646	-8°07'53,89318"	0,005	-34°54'46,16926"	0,006	0,564
BA6A142	154264,111	241077,617	-8°07'53,89412"	0,005	-34°54'46,16930"	0,005	0,553
BA6A151	154265,338	241075,621	-8°07'53,95911"	0,006	-34°54'46,12920"	0,007	0,516
BA6A152	154265,34	241075,623	-8°07'53,95904"	0,006	-34°54'46,12914"	0,007	0,519
BA6A161	154270,459	241074,845	-8°07'53,98434"	0,005	-34°54'45,96193"	0,006	0,451
BA6A162	154270,456	241074,838	-8°07'53,98457"	0,005	-34°54'45,96203"	0,007	0,456
BA6A171	154278,857	241075,898	-8°07'53,95006"	0,004	-34°54'45,68758"	0,004	0,051
BA6A172	154278,853	241075,893	-8°07'53,95022"	0,004	-34°54'45,68771"	0,005	0,051
BA6A181	154281,275	241067,118	-8°07'54,23586"	0,004	-34°54'45,60859"	0,006	-0,091
BA6A182	154281,27	241067,117	-8°07'54,23589"	0,004	-34°54'45,60875"	0,008	-0,093
BA6A191	154271,656	241065,959	-8°07'54,27360"	0,006	-34°54'45,92281"	0,01	0,389
BA6A192	154271,65	241065,951	-8°07'54,27386"	0,006	-34°54'45,92300"	0,009	0,386
BA6A201	154258,126	241084,147	-8°07'53,68162"	0,006	-34°54'46,36481"	0,007	0,299
BA6A202	154258,119	241084,136	-8°07'53,68197"	0,005	-34°54'46,36504"	0,007	0,297
BA6A211	154256,437	241076,068	-8°07'53,94459"	0,006	-34°54'46,41998"	0,005	0,602
BA6A212	154256,439	241076,056	-8°07'53,94495"	0,006	-34°54'46,41992"	0,006	0,612
BA6A221	154252,784	241073,697	-8°07'54,02175"	0,006	-34°54'46,53930"	0,009	0,865
BA6A222	154252,78	241073,696	-8°07'54,02178"	0,006	-34°54'46,53943"	0,008	0,863
BA6A231	154221,67	241082,325	-8°07'53,74097"	0,016	-34°54'47,55569"	0,009	1,155
BA6A232	154221,67	241082,33	-8°07'53,74081"	0,016	-34°54'47,55569"	0,01	1,147
BA6A241	154212,676	241084,809	-8°07'53,66014"	0,005	-34°54'47,84948"	0,006	1,182
BA6A242	154212,675	241084,805	-8°07'53,66027"	0,007	-34°54'47,84952"	0,005	1,186
BA6A251	154208,82	241087,164	-8°07'53,58352"	0,004	-34°54'47,97545"	0,01	1,167
BA6A252	154208,808	241087,2	-8°07'53,58235"	0,004	-34°54'47,97584"	0,011	1,188
BA6A261	154208,325	241089,717	-8°07'53,50039"	0,004	-34°54'47,99165"	0,007	1,266
BA6A262	154208,321	241089,721	-8°07'53,50029"	0,005	-34°54'47,99178"	0,007	1,273
BA6A271	154213,596	241111,1	-8°07'52,80435"	0,005	-34°54'47,81952"	0,017	1,033
BA6A272	154213,606	241111,1	-8°07'52,80438"	0,005	-34°54'47,81920"	0,017	1,044

Tabela 16 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BA6 (SIRGAS2000) - Continuação

BA6A281	154220,747	241139,788	-8°07'51,87056"	0,008	-34°54'47,58601"	0,01	0,541
BA6A282	154220,756	241139,755	-8°07'51,87163"	0,008	-34°54'47,58572"	0,007	0,509
BA6A291	154228,276	241143,685	-8°07'51,74368"	0,007	-34°54'47,34006"	0,012	0,212
BA6A292	154228,301	241143,673	-8°07'51,74407"	0,007	-34°54'47,33925"	0,011	0,189
BA6A301	154238,846	241141,361	-8°07'51,81932"	0,01	-34°54'46,99477"	0,011	-0,162
BA6A302	154238,827	241141,354	-8°07'51,81954"	0,007	-34°54'46,99539"	0,007	-0,165
BA6A311	154239,611	241150,466	-8°07'51,52294"	0,009	-34°54'46,96981"	0,008	-0,098
BA6A312	154239,634	241150,456	-8°07'51,52327"	0,006	-34°54'46,96906"	0,011	-0,13
BA6A321	154234,17	241151,608	-8°07'51,48578"	0,004	-34°54'47,14754"	0,018	0,02
BA6A322	154234,163	241151,611	-8°07'51,48568"	0,005	-34°54'47,14780"	0,009	0,019
BA6A331	154233,054	241188,451	-8°07'50,28654"	0,005	-34°54'47,18409"	0,012	-0,856
BA6A332	154233,06	241188,447	-8°07'50,28670"	0,006	-34°54'47,18392"	0,006	-0,852
BA6A341	154236,292	241201,476	-8°07'49,86260"	0,005	-34°54'47,07838"	0,006	-1,318
BA6A342	154236,299	241201,489	-8°07'49,86218"	0,004	-34°54'47,07815"	0,005	-1,314
BA6A351	154227,211	241202,626	-8°07'49,82518"	0,011	-34°54'47,37502"	0,01	-1,292
BA6A352	154227,213	241202,618	-8°07'49,82544"	0,011	-34°54'47,37493"	0,009	-1,291
BA6A361	154216,051	241157,834	-8°07'51,28316"	0,007	-34°54'47,73944"	0,016	0,238
BA6A362	154216,046	241157,834	-8°07'51,28316"	0,006	-34°54'47,73961"	0,019	0,226
BA6A371	154214,475	241155,425	-8°07'51,36158"	0,006	-34°54'47,79093"	0,01	0,311
BA6A372	154214,475	241155,426	-8°07'51,36155"	0,007	-34°54'47,79093"	0,017	0,31
BA6A381	154211,274	241154,635	-8°07'51,38732"	0,007	-34°54'47,89547"	0,009	0,365
BA6A382	154211,288	241154,615	-8°07'51,38794"	0,012	-34°54'47,89502"	0,007	0,383
BA6A391	154204,302	241156,268	-8°07'51,33417"	0,008	-34°54'48,12322"	0,005	0,512
BA6A392	154204,296	241156,288	-8°07'51,33352"	0,006	-34°54'48,12342"	0,005	0,512
BA6A401	154202,539	241149,479	-8°07'51,55515"	0,009	-34°54'48,18081"	0,007	0,539
BA6A402	154202,53	241149,476	-8°07'51,55525"	0,004	-34°54'48,18110"	0,006	0,55
BA6A411	154209,442	241147,782	-8°07'51,61037"	0,011	-34°54'47,95532"	0,01	0,473
BA6A412	154209,463	241147,763	-8°07'51,61099"	0,007	-34°54'47,95463"	0,009	0,468
BA6A421	154211,66	241146,494	-8°07'51,65231"	0,007	-34°54'47,88285"	0,011	0,433
BA6A422	154211,674	241146,495	-8°07'51,65228"	0,004	-34°54'47,88239"	0,009	0,431
BA6A431	154212,302	241143,126	-8°07'51,76192"	0,006	-34°54'47,86187"	0,007	0,407
BA6A432	154212,208	241143,123	-8°07'51,76201"	0,006	-34°54'47,86494"	0,015	0,427
BA6A441	154207,445	241123,903	-8°07'52,38766"	0,004	-34°54'48,02047"	0,012	0,818
BA6A442	154207,416	241123,907	-8°07'52,38752"	0,004	-34°54'48,02142"	0,009	0,804
BA6A451	154195,503	241089,707	-8°07'53,50076"	0,005	-34°54'48,41046"	0,005	1,324
BA6A452	154195,498	241089,71	-8°07'53,50066"	0,005	-34°54'48,41063"	0,005	1,319
BA6A461	154188,226	241091,771	-8°07'53,43360"	0,006	-34°54'48,64818"	0,012	1,404
BA6A462	154188,213	241091,772	-8°07'53,43357"	0,008	-34°54'48,64860"	0,006	1,406
BA6A471	154186,311	241082,642	-8°07'53,73075"	0,006	-34°54'48,71070"	0,015	1,424
BA6A472	154186,355	241082,543	-8°07'53,73398"	0,006	-34°54'48,70928"	0,016	1,422

Tabela 16 – As coord. Geod. e Topoc. (AstGeoTop2013) a partir base BA6 (SIRGAS2000) - Continuação

BA6A481	154194,124	241080,324	-8°07`53,80619"	0,004	-34°54`48,45548"	0,004	1,409
BA6A482	154193,979	241080,405	-8°07`53,80356"	0,004	-34°54`48,46024"	0,004	1,387
BA6A491	154191,399	241066,873	-8°07`54,24404"	0,005	-34°54`48,54447"	0,006	1,63
BA6A492	154191,399	241066,877	-8°07`54,24391"	0,004	-34°54`48,54447"	0,004	1,622
BA6A501	154187,597	241055,484	-8°07`54,61474"	0,005	-34°54`48,66864"	0,009	1,937
BA6A502	154187,647	241055,495	-8°07`54,61439"	0,006	-34°54`48,66701"	0,01	1,93

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

APÊNDICE F - FIGURAS CONTENDO OS PONTOS COLETADOS COM RTK NOS CRUZAMENTOS DAS BASES CC2, CV3, EB4, BD5 E BA6.

Figura 46 – Imagem dos Dados do RTK para o ponto CC2.



Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

Figura 47 – Imagem dos Dados do RTK para o ponto CV3.



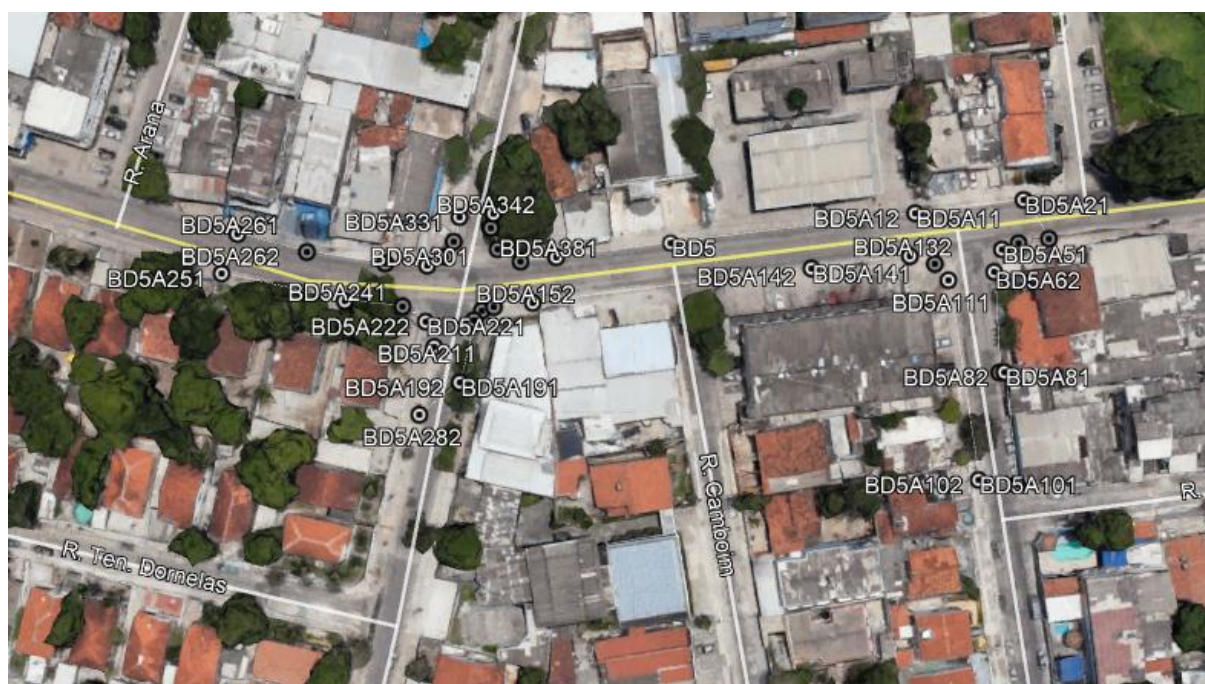
Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

Figura 48 – Imagem dos Dados do RTK para o ponto EB4.



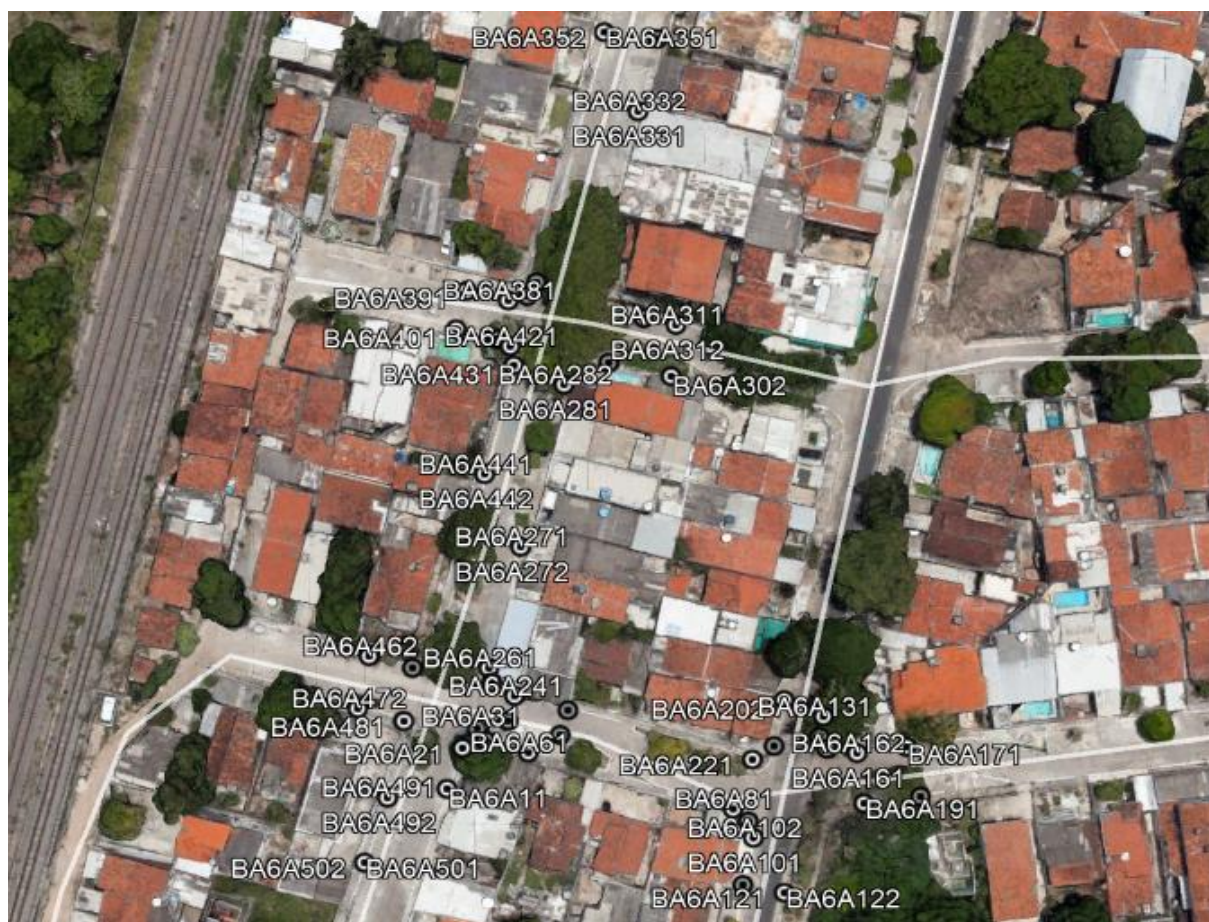
Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

Figura 49 – Imagem dos Dados do RTK para o ponto BD5.



Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

Figura 50 – Imagem dos Dados do RTK para o ponto BA6.



Fonte: Adaptado Google Earth (2017).

APÊNDICE G - AS TABELAS CONTENDO OS PONTOS COLETADOS POR IRRADIAÇÃO NOS CRUZAMENTOS DAS BASES BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2.

Tabela 18 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases BS2 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	ϕ	λ
BS2A1	154898,985	239331,102	-8°08'50,74237"	-34°54'25,42459"
BS2A2	154897,038	239332,742	-8°08'50,68900"	-34°54'25,48819"
BS2A3	154895,308	239335,806	-8°08'50,58928"	-34°54'25,54472"
BS2A4	154895,442	239339,318	-8°08'50,47499"	-34°54'25,54035"
BS2A5	154896,269	239341,048	-8°08'50,41864"	-34°54'25,51331"
BS2A6	154890,882	239348,211	-8°08'50,18550"	-34°54'25,68931"
BS2A7	154893,709	239353,911	-8°08'49,99995"	-34°54'25,59702"
BS2A8	154905,031	239318,536	-8°08'51,15143"	-34°54'25,22700"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 19 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases SP3 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	ϕ	λ
SP3A1	154963,409	239447,701	-8°08'46,94679"	-34°54'23,32048"
SP3A2	154957,465	239450,489	-8°08'46,85606"	-34°54'23,51463"
SP3A3	154954,108	239453,159	-8°08'46,76916"	-34°54'23,62430"
SP3A4	154954,465	239458,371	-8°08'46,59948"	-34°54'23,61269"
SP3A5	154956,614	239462,801	-8°08'46,45530"	-34°54'23,54247"
SP3A6	154949,3	239466,053	-8°08'46,34947"	-34°54'23,78141"
SP3A7	154947,178	239461,808	-8°08'46,48762"	-34°54'23,85074"
SP3A8	154943,522	239458,584	-8°08'46,59261"	-34°54'23,97013"
SP3A9	154939,448	239458,981	-8°08'46,57968"	-34°54'24,10321"
SP3A10	154935,953	239460,662	-8°08'46,52497"	-34°54'24,21739"
SP3A11	154929,699	239453,5	-8°08'46,75812"	-34°54'24,42166"
SP3A12	154935,371	239450,882	-8°08'46,84332"	-34°54'24,23640"
SP3A13	154938,417	239447,848	-8°08'46,94210"	-34°54'24,13685"
SP3A14	154938,234	239443,785	-8°08'47,07435"	-34°54'24,14285"
SP3A15	154936,3	239439,783	-8°08'47,20463"	-34°54'24,20601"
SP3A16	154944,094	239437,483	-8°08'47,27943"	-34°54'23,95137"
SP3A17	154945,072	239439,472	-8°08'47,21469"	-34°54'23,91946"
SP3A18	154948,46	239443,04	-8°08'47,09856"	-34°54'23,80880"
SP3A19	154963,626	239440,464	-8°08'47,18230"	-34°54'23,31337"
SP3A20	154956,714	239440,885	-8°08'47,16865"	-34°54'23,53916"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 20 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases PA4 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
PA4A1	154788,483	239519,825	-8°08'44,59938"	-34°54'29,03548"
PA4A2	154783,785	239522,081	-8°08'44,52596"	-34°54'29,18896"
PA4A3	154780,001	239525,859	-8°08'44,40299"	-34°54'29,31258"
PA4A4	154779,238	239534,551	-8°08'44,12006"	-34°54'29,33754"
PA4A5	154784,388	239543,26	-8°08'43,83656"	-34°54'29,16934"
PA4A6	154789,584	239541,517	-8°08'43,89327"	-34°54'28,99959"
PA4A7	154785,716	239531,942	-8°08'44,20496"	-34°54'29,12592"
PA4A8	154785,813	239529,835	-8°08'44,27356"	-34°54'29,12273"
PA4A9	154787,895	239527,882	-8°08'44,33712"	-34°54'29,05472"
PA4A10	154792,282	239525,777	-8°08'44,40562"	-34°54'28,91140"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 21 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases AB5 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
AB5A1	154845,819	239699,861	-8°08'38,73883"	-34°54'27,16314"
AB5A2	154849,469	239709,231	-8°08'38,43382"	-34°54'27,04391"
AB5A3	154849,738	239715,961	-8°08'38,21476"	-34°54'27,03517"
AB5A4	154847,327	239717,911	-8°08'38,15130"	-34°54'27,11393"
AB5A5	154843,611	239719,719	-8°08'38,09243"	-34°54'27,23533"
AB5A6	154846,41	239728,38	-8°08'37,81052"	-34°54'27,14390"
AB5A7	154850,594	239726,311	-8°08'37,87786"	-34°54'27,00725"
AB5A8	154853,455	239725,596	-8°08'37,90112"	-34°54'26,91379"
AB5A9	154856,655	239729,095	-8°08'37,78721"	-34°54'26,80923"
AB5A10	154860,844	239739,599	-8°08'37,44530"	-34°54'26,67242"
AB5A11	154869,516	239736,996	-8°08'37,52999"	-34°54'26,38917"
AB5A12	154865,326	239726,123	-8°08'37,88392"	-34°54'26,52600"
AB5A13	154864,47	239721,708	-8°08'38,02764"	-34°54'26,55395"
AB5A14	154867,606	239718,112	-8°08'38,14468"	-34°54'26,45146"
AB5A15	154873,043	239715,32	-8°08'38,23554"	-34°54'26,27384"
AB5A16	154873,849	239704,731	-8°08'38,58022"	-34°54'26,24751"
AB5A17	154863,556	239709,856	-8°08'38,41343"	-34°54'26,58373"
AB5A18	154860,693	239710,241	-8°08'38,40091"	-34°54'26,67726"
AB5A19	154855,286	239704,628	-8°08'38,58364"	-34°54'26,85390"
AB5A20	154850,767	239693,484	-8°08'38,94639"	-34°54'27,00148"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 22 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases BM6 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
BM6A1	154776,542	239773,934	-8°08'36,32789"	-34°54'29,42649"
BM6A2	154774,661	239770,031	-8°08'36,45497"	-34°54'29,48792"
BM6A3	154766,18	239768,021	-8°08'36,52043"	-34°54'29,76492"
BM6A4	154757,792	239771,929	-8°08'36,39321"	-34°54'30,03895"
BM6A5	154751,423	239764,941	-8°08'36,62069"	-34°54'30,24701"
BM6A6	154765,543	239758,213	-8°08'36,83968"	-34°54'29,78573"
BM6A7	154767,254	239755,857	-8°08'36,91633"	-34°54'29,72983"
BM6A8	154766,752	239753,048	-8°08'37,00777"	-34°54'29,74619"
BM6A9	154762,856	239744,644	-8°08'37,28134"	-34°54'29,87343"
BM6A10	154767,931	239738,895	-8°08'37,46850"	-34°54'29,70762"
BM6A11	154772,782	239749,285	-8°08'37,13028"	-34°54'29,54919"
BM6A12	154775,505	239751,572	-8°08'37,05579"	-34°54'29,46028"
BM6A13	154779,228	239751,351	-8°08'37,06298"	-34°54'29,33866"
BM6A14	154792,959	239744,621	-8°08'37,28200"	-34°54'28,89006"
BM6A15	154785,234	239758,414	-8°08'36,83305"	-34°54'29,14246"
BM6A16	154780,861	239760,671	-8°08'36,75960"	-34°54'29,28535"
BM6A17	154779,801	239762,466	-8°08'36,70118"	-34°54'29,31998"
BM6A18	154780,019	239764,847	-8°08'36,62366"	-34°54'29,31287"
BM6A19	154781,73	239768,47	-8°08'36,50573"	-34°54'29,25696"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 23 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases MJ7 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
MJ7A1	154804,441	239863,089	-8°08'33,42574"	-34°54'28,51543"
MJ7A2	154811,794	239859,947	-8°08'33,52805"	-34°54'28,27521"
MJ7A3	154813,841	239853,618	-8°08'33,73404"	-34°54'28,20833"
MJ7A4	154811,262	239847,988	-8°08'33,91728"	-34°54'28,29252"
MJ7A5	154817,643	239845,158	-8°08'34,00937"	-34°54'28,08410"
MJ7A6	154819,738	239849,47	-8°08'33,86900"	-34°54'28,01568"
MJ7A7	154823,028	239853,077	-8°08'33,75158"	-34°54'27,90822"
MJ7A8	154826,937	239853,357	-8°08'33,74249"	-34°54'27,78052"
MJ7A9	154833,596	239850,506	-8°08'33,83524"	-34°54'27,56299"
MJ7A10	154836,402	239859,139	-8°08'33,55422"	-34°54'27,47136"
MJ7A11	154830,976	239861,631	-8°08'33,47315"	-34°54'27,64858"
MJ7A12	154828,52	239865,805	-8°08'33,33726"	-34°54'27,72883"
MJ7A13	154829,217	239869,369	-8°08'33,22124"	-34°54'27,70610"
MJ7A14	154830,9	239873,303	-8°08'33,09318"	-34°54'27,65111"
MJ7A15	154823,503	239873,859	-8°08'33,07510"	-34°54'27,89275"
MJ7A16	154821,871	239870,32	-8°08'33,19031"	-34°54'27,94604"

Tabela 23 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas a partir da bases MJ7 - Continuação

MJ7A17	154817,997	239868,034	-8°08'33,26474"	-34°54'28,07258"
MJ7A18	154813,755	239869,066	-8°08'33,23115"	-34°54'28,21116"
MJ7A19	154806,284	239872,226	-8°08'33,12832"	-34°54'28,45526"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 24 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases JJ8 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
JJ8A1	154647,22	239934,529	-8°08'31,10080"	-34°54'33,65157"
JJ8A2	154640,527	239937,532	-8°08'31,00305"	-34°54'33,87023"
JJ8A3	154635,987	239938,399	-8°08'30,97485"	-34°54'34,01854"
JJ8A4	154631,477	239933,632	-8°08'31,13006"	-34°54'34,16585"
JJ8A5	154627,502	239924,744	-8°08'31,41939"	-34°54'34,29567"
JJ8A6	154621,17	239927,926	-8°08'31,31580"	-34°54'34,50252"
JJ8A7	154626,067	239938,875	-8°08'30,95942"	-34°54'34,34259"
JJ8A8	154625,322	239943,85	-8°08'30,79749"	-34°54'34,36694"
JJ8A9	154620,49	239946,552	-8°08'30,70951"	-34°54'34,52483"
JJ8A10	154611,347	239950,624	-8°08'30,57703"	-34°54'34,82348"
JJ8A11	154614,766	239959,014	-8°08'30,30391"	-34°54'34,71182"
JJ8A12	154626,915	239953,52	-8°08'30,48268"	-34°54'34,31494"
JJ8A13	154631,254	239953,723	-8°08'30,47609"	-34°54'34,17320"
JJ8A14	154634,951	239958,83	-8°08'30,30984"	-34°54'34,05248"
JJ8A15	154638,654	239967,246	-8°08'30,03585"	-34°54'33,93151"
JJ8A16	154644,997	239964,094	-8°08'30,13842"	-34°54'33,72430"
JJ8A17	154640,428	239953,753	-8°08'30,47505"	-34°54'33,87352"
JJ8A18	154643,37	239946,112	-8°08'30,72378"	-34°54'33,77738"
JJ8A19	154651,914	239942,263	-8°08'30,84902"	-34°54'33,49827"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 25 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases JG9 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
JG9A1	154667,701	240032,493	-8°08'27,91194"	-34°54'32,98288"
JG9A2	154668,877	240035,381	-8°08'27,81790"	-34°54'32,94447"
JG9A3	154669,089	240039,583	-8°08'27,68112"	-34°54'32,93756"
JG9A4	154665,458	240043,28	-8°08'27,56083"	-34°54'33,05618"
JG9A5	154656,889	240047,126	-8°08'27,43564"	-34°54'33,33611"
JG9A6	154658,221	240054,234	-8°08'27,20426"	-34°54'33,29266"
JG9A7	154669,608	240049,217	-8°08'27,36752"	-34°54'32,92067"
JG9A8	154673,236	240049,009	-8°08'27,37432"	-34°54'32,80212"

Tabela 25 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas a partir da bases JG9 - Continuação

JG9A9	154676,468	240052,327	-8°08'27,26627"	-34°54'32,69656"
JG9A10	154678,685	240057,363	-8°08'27,10234"	-34°54'32,62415"
JG9A11	154687,282	240059,163	-8°08'27,04372"	-34°54'32,34333"
JG9A12	154683,065	240049,901	-8°08'27,34525"	-34°54'32,48105"
JG9A13	154682,845	240045,213	-8°08'27,49781"	-34°54'32,48822"
JG9A14	154685,918	240041,935	-8°08'27,60454"	-34°54'32,38782"
JG9A15	154694,568	240038,074	-8°08'27,73015"	-34°54'32,10525"
JG9A16	154691,72	240031,651	-8°08'27,93927"	-34°54'32,19826"
JG9A17	154683,672	240035,246	-8°08'27,82227"	-34°54'32,46116"
JG9A18	154675,285	240032,373	-8°08'27,91579"	-34°54'32,73513"
JG9A19	154672,695	240026,586	-8°08'28,10420"	-34°54'32,81972"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 26 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases GA10 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
GA10A1	154581,856	240090,581	-8°08'26,02178"	-34°54'35,78671"
GA10A2	154569,677	240094,03	-8°08'25,90955"	-34°54'36,18457"
GA10A3	154565,293	240100,276	-8°08'25,70624"	-34°54'36,32780"
GA10A4	154567,935	240107,975	-8°08'25,45562"	-34°54'36,24152"
GA10A5	154561,524	240110,876	-8°08'25,36121"	-34°54'36,45096"
GA10A6	154558,845	240102,911	-8°08'25,62049"	-34°54'36,53844"
GA10A7	154556,038	240099,347	-8°08'25,73651"	-34°54'36,63013"
GA10A8	154551,608	240098,815	-8°08'25,75384"	-34°54'36,77484"
GA10A9	154544,813	240100,597	-8°08'25,69585"	-34°54'36,99681"
GA10A10	154538,697	240094,919	-8°08'25,88069"	-34°54'37,19658"
GA10A11	154547,693	240092,536	-8°08'25,95823"	-34°54'36,90271"
GA10A12	154552,32	240089,649	-8°08'26,05220"	-34°54'36,75155"
GA10A13	154553,157	240085,922	-8°08'26,17351"	-34°54'36,72419"
GA10A14	154551,459	240080,211	-8°08'26,35942"	-34°54'36,77964"
GA10A15	154557,02	240074,892	-8°08'26,53254"	-34°54'36,59796"
GA10A16	154559,982	240083,787	-8°08'26,24299"	-34°54'36,50124"
GA10A17	154562,526	240087,471	-8°08'26,12307"	-34°54'36,41814"
GA10A18	154565,322	240087,896	-8°08'26,10923"	-34°54'36,32681"
GA10A19	154574,039	240085,459	-8°08'26,18853"	-34°54'36,04204"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

Tabela 27 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases AUX1 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
AUX1A1	154618,817	240184,038	-8°08'22,97964"	-34°54'34,57961"
AUX1A2	154623,232	240190,207	-8°08'22,77882"	-34°54'34,43541"
AUX1A3	154630,957	240203,37	-8°08'22,35031"	-34°54'34,18312"
AUX1A4	154628,462	240198,227	-8°08'22,51773"	-34°54'34,26460"
AUX1A5	154642,863	240238,167	-8°08'21,21756"	-34°54'33,79433"
AUX1A6	154637,228	240247,797	-8°08'20,90411"	-34°54'33,97844"
AUX1A7	154633,041	240227,446	-8°08'21,56659"	-34°54'34,11513"
AUX1A8	154628,004	240213,524	-8°08'22,01979"	-34°54'34,27962"
AUX1A9	154616,762	240193,223	-8°08'22,68066"	-34°54'34,64677"
AUX1A10	154609,631	240183,378	-8°08'23,00116"	-34°54'34,87968"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25

Tabela 28 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases AJ11 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
AJ11A1	154781,612	240195,559	-8°08'22,60409"	-34°54'29,26174"
AJ11A2	154771,867	240196,222	-8°08'22,58253"	-34°54'29,58007"
AJ11A3	154766,202	240197,049	-8°08'22,55563"	-34°54'29,76513"
AJ11A4	154760,773	240198,792	-8°08'22,49891"	-34°54'29,94249"
AJ11A5	154756,083	240201,037	-8°08'22,42584"	-34°54'30,09570"
AJ11A6	154749,653	240199,395	-8°08'22,47930"	-34°54'30,30575"
AJ11A7	154745,415	240189,881	-8°08'22,78899"	-34°54'30,44416"
AJ11A8	154738,679	240192,204	-8°08'22,71339"	-34°54'30,66421"
AJ11A9	154741,473	240198,495	-8°08'22,50861"	-34°54'30,57296"
AJ11A10	154740,534	240201,345	-8°08'22,41586"	-34°54'30,60364"
AJ11A11	154738,089	240202,281	-8°08'22,38541"	-34°54'30,68350"
AJ11A12	154734,838	240202,558	-8°08'22,37640"	-34°54'30,78970"
AJ11A13	154734,979	240209,608	-8°08'22,14692"	-34°54'30,78512"
AJ11A14	154739,828	240209,166	-8°08'22,16129"	-34°54'30,62672"
AJ11A15	154746,635	240209,992	-8°08'22,13438"	-34°54'30,40437"
AJ11A16	154747,218	240215,367	-8°08'21,95941"	-34°54'30,38534"
AJ11A17	154744,12	240220,074	-8°08'21,80622"	-34°54'30,48655"
AJ11A18	154742,26	240234,234	-8°08'21,34531"	-34°54'30,54736"
AJ11A19	154745,598	240229,772	-8°08'21,49055"	-34°54'30,43830"
AJ11A20	154750,014	240222,409	-8°08'21,73019"	-34°54'30,29403"
AJ11A21	154752,757	240217,323	-8°08'21,89573"	-34°54'30,20441"
AJ11A22	154760,819	240209,831	-8°08'22,13958"	-34°54'29,94102"
AJ11A23	154772,555	240206,149	-8°08'22,25938"	-34°54'29,55764"
AJ11A24	154780,819	240205,663	-8°08'22,27520"	-34°54'29,28768"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25

Tabela 29 – As coord. no SGL e as coord. geodésicas (AstGeoTop2013) a partir da bases BF2 (SIRGAS2000).

Ponto	Coordenadas no SGL		Coordenadas Geodésicas	
	x(m)	y(m)	φ	λ
BF2A1	154703,509	240205,136	-8°08'23,13577"	-34°54'34,43367"
BF2A2	154684,27	240203,417	-8°08'22,65217"	-34°54'34,03045"
BF2A3	154663,594	240194,379	-8°08'21,96744"	-34°54'33,76370"
BF2A4	154651,306	240185,125	-8°08'21,47142"	-34°54'33,69513"
BF2A5	154683,658	240210,765	-8°08'22,80667"	-34°54'33,84610"
BF2A6	154674,583	240208,042	-8°08'22,53470"	-34°54'33,70020"
BF2A7	154673,281	240208,509	-8°08'22,51536"	-34°54'33,65941"
BF2A8	154673,672	240209,912	-8°08'22,55660"	-34°54'33,63591"
BF2A9	154681,005	240216,054	-8°08'22,86681"	-34°54'33,66247"
BF2A10	154701,299	240212,388	-8°08'23,25118"	-34°54'34,21476"

Fonte: Software AstGeoTop Versão 2013.04.25.

APÊNDICE H - AS FIGURAS MOSTRANDO OS DADOS OBTIDOS COM A ESTAÇÃO TOTAL E PROJETADOS NA IMAGEM DO GOOGLE EARTH NOS CRUZAMENTOS DAS BASES BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2.

Figura 52 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto BS2.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 53 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto SP3.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 54 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto PA4.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 55 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto AB5



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 56 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto BM6.



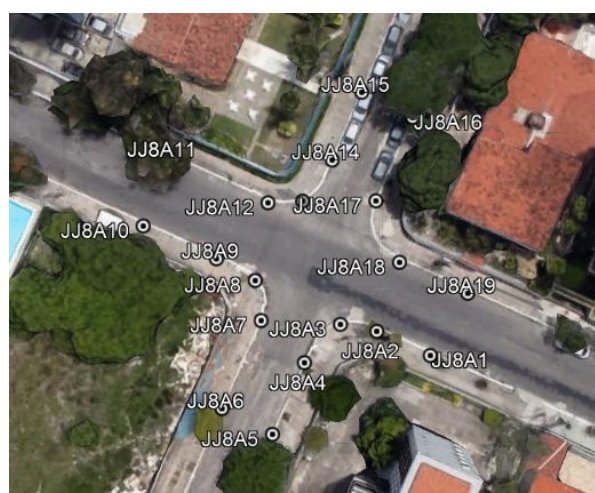
Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 57 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto MJ7.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 58 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto JJ8.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 59 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto JG9.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 60 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto GA10.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 61 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto AUX1.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

Figura 62 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto AJ11.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

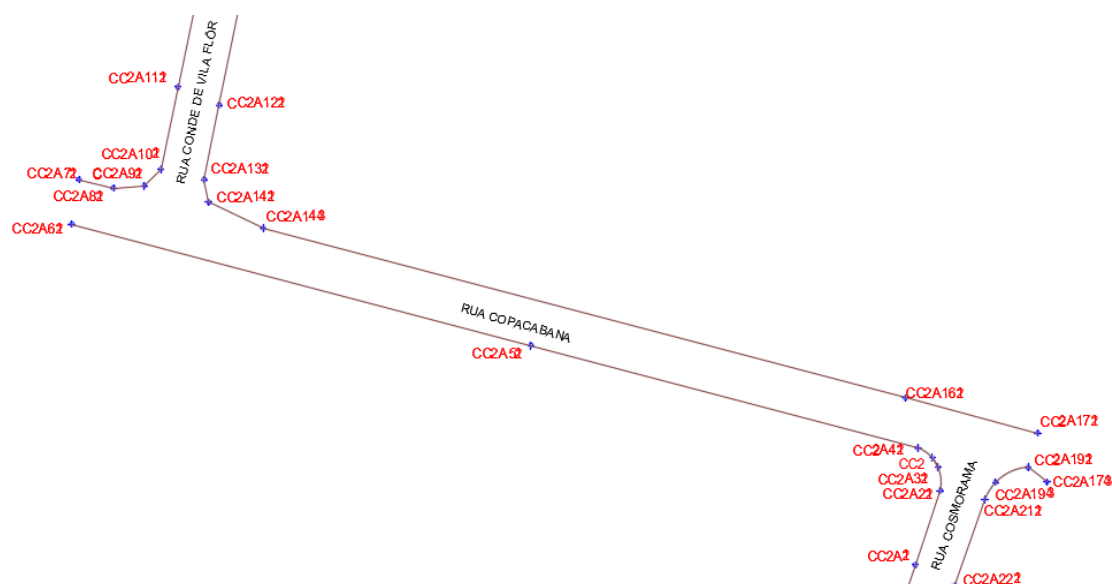
Figura 63 – Imagem dos dados coletados a partir do ponto BF2.



Fonte: Adaptado Google Earth (2018).

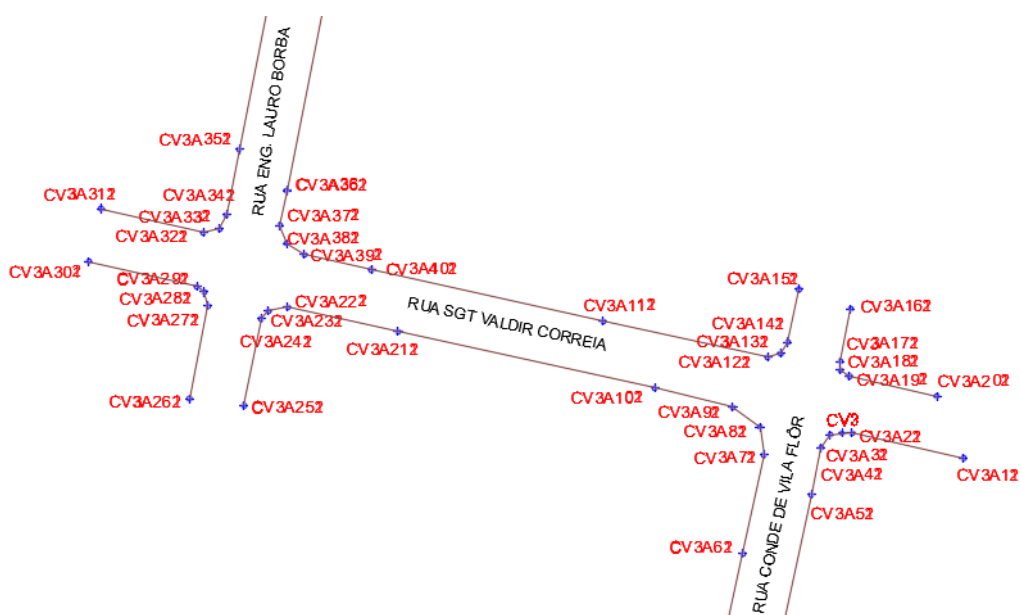
APÊNDICE I - DEFINIÇÃO DOS CRUZAMENTOS ATRAVÉS DE MÉTODOS ANALÍTICO UTILIZANDO O PROGRAMA AUTO CAD PARA O ESTABELECIMENTO DOS VÉRTICES VIRTUAIS A PARTIR DOS PONTOS CC2, CV3, EB4, BD5 E BA6, OBTIDOS POR GNSS E A PARTIR DOS PONTOS BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2 COM O USO DE ESTAÇÃO TOTAL

Figura 65 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de CC2.



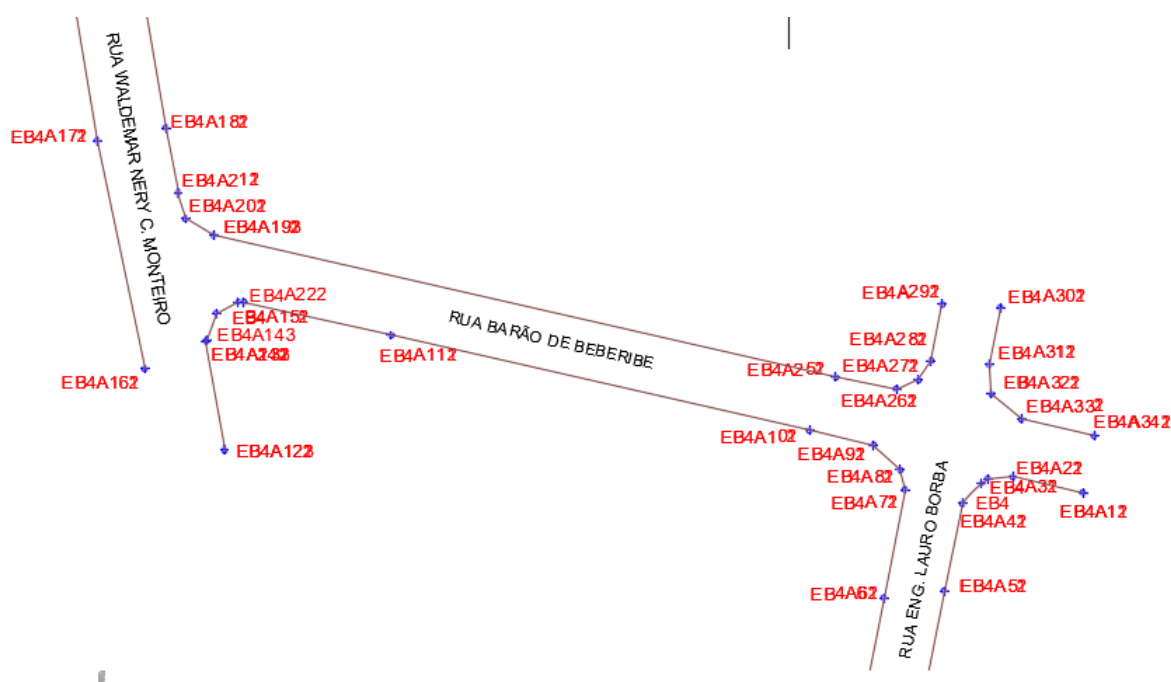
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 66 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de CV3.



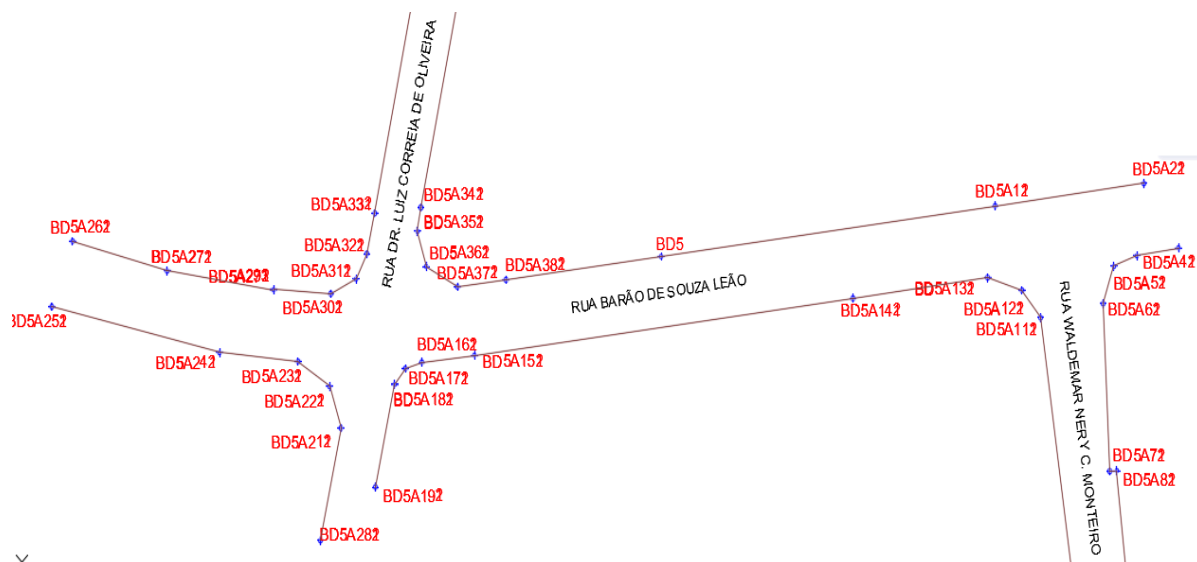
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 67 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de EB4.



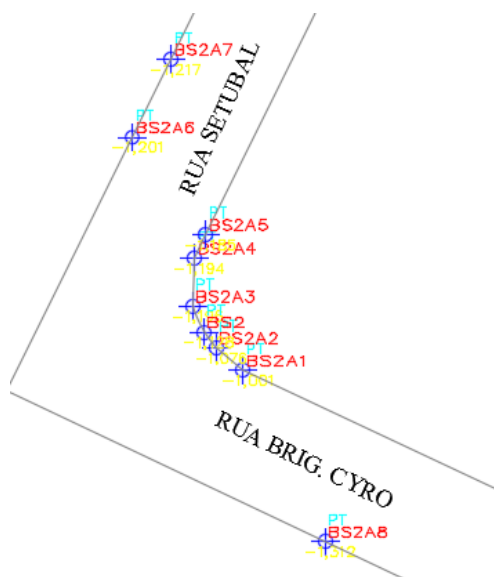
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 68 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BD5.



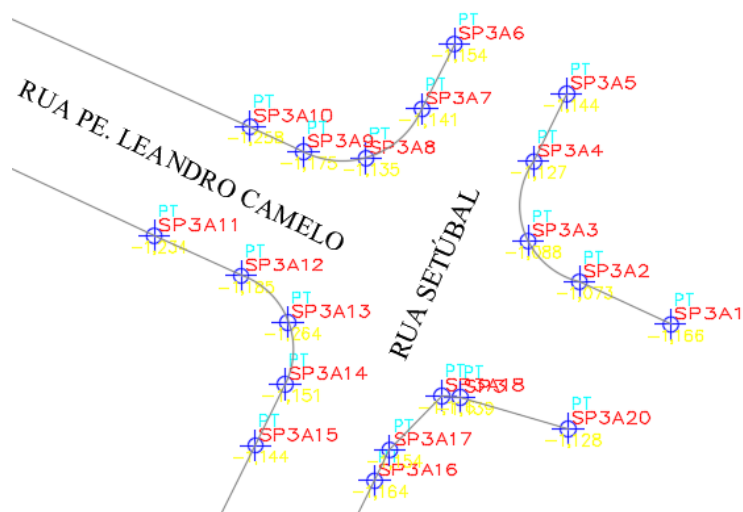
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 71 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BS2.



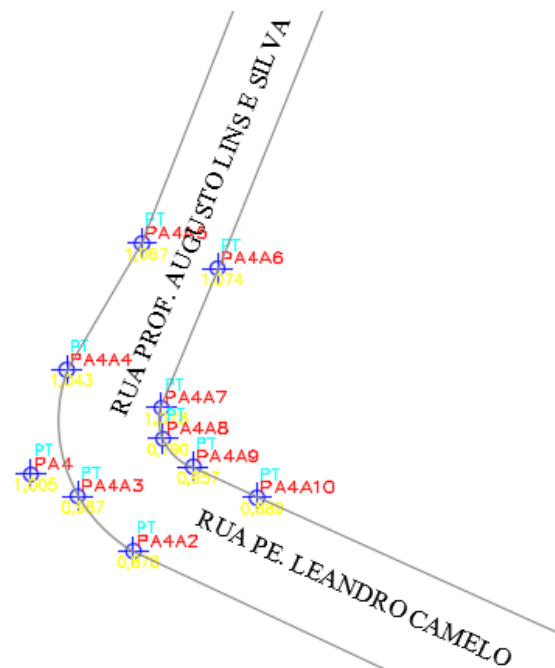
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 72 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de SP3.



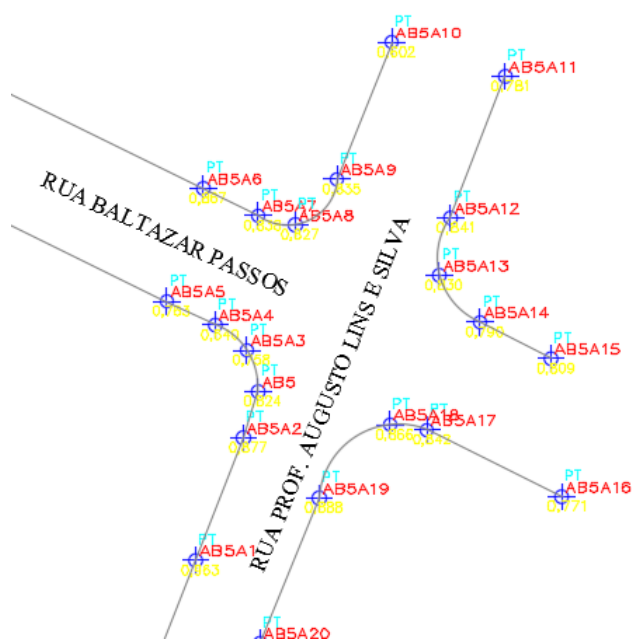
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 73 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de PA4.



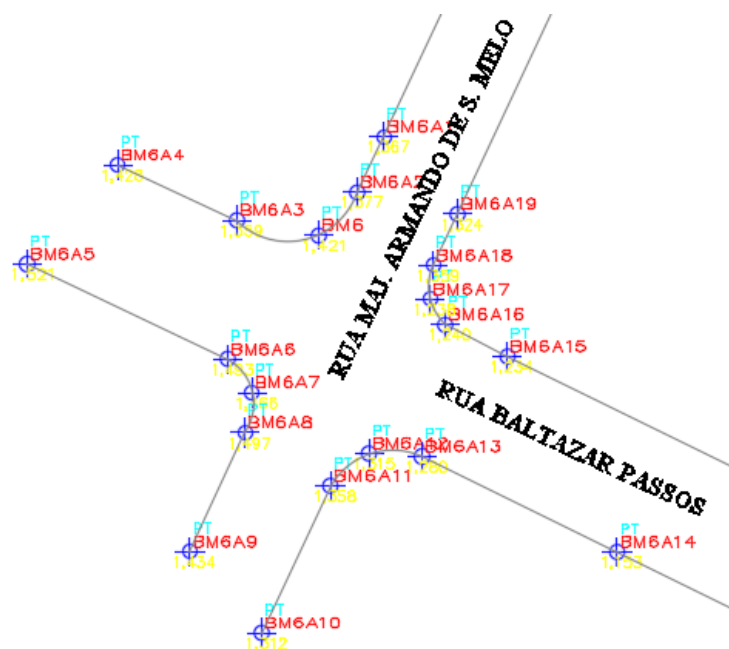
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 74 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de AB5.



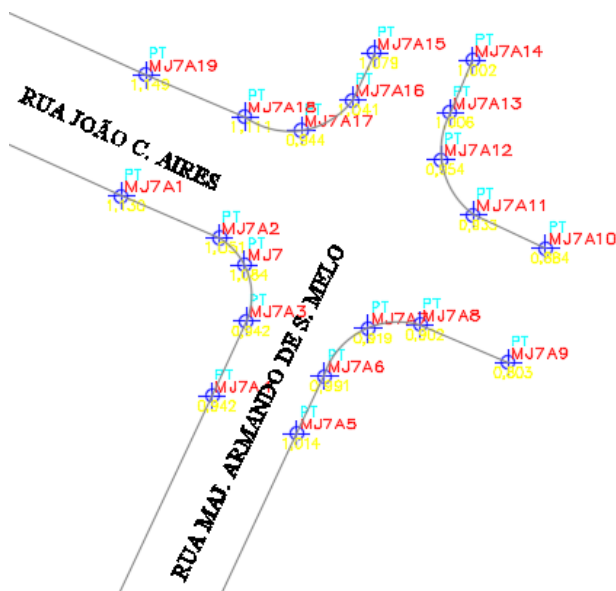
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 75 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BM6.



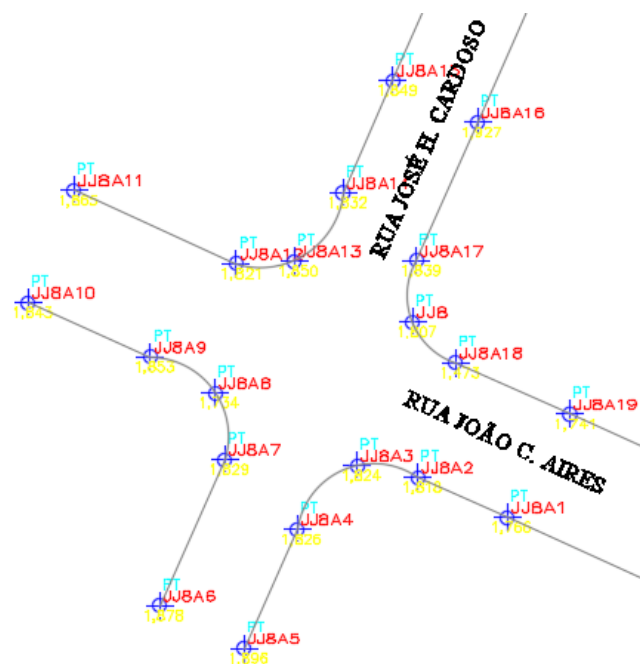
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 76 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de MJ7.



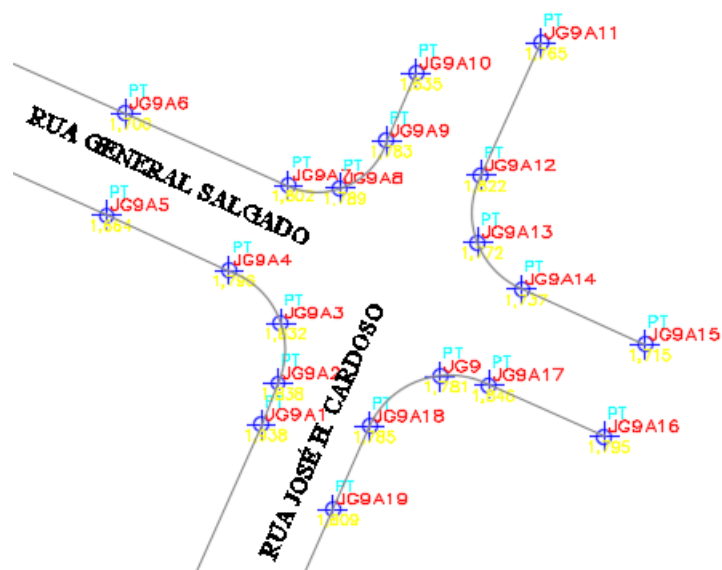
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 77 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de JJ8.



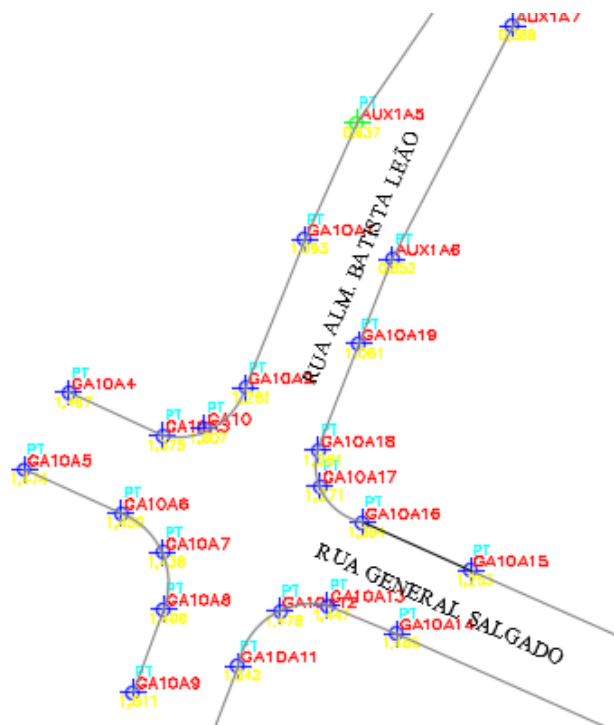
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 78 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de JG9.



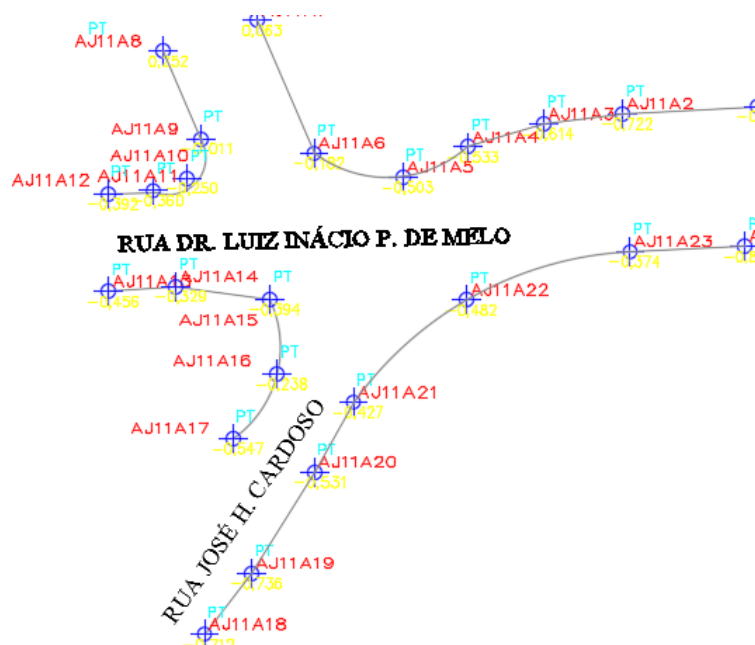
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 79 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de GA10.



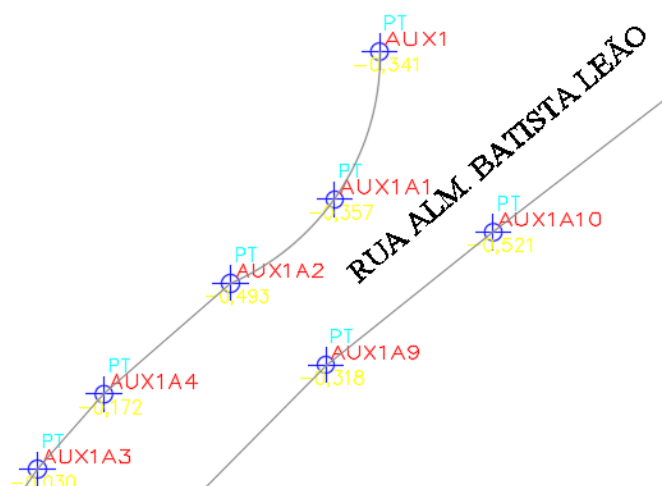
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 80 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de AJ11.



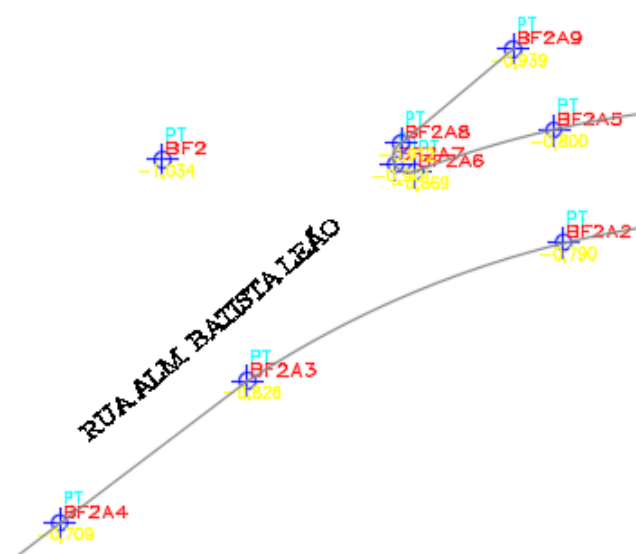
Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 81 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de AUX.1.



Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

Figura 82 – Pontos-objetos de detalhes nos cruzamentos das vias, a partir de BF2.



Fonte: adaptado AutoCad2016. (versão estudantil).

APÊNDICE J - TABELAS DAS COORDENADAS CALCULADAS PELA INTERSEÇÃO DAS RETAS DOS CRUZAMENTOS LEVANTADOS, DA POLIGONAL (A, B, C E D), A PARTIR DOS PONTOS CC2, CV3, EB4, BD5 E BA6, OBTIDOS POR GNSS/RTK E A PARTIR DOS PONTOS BS2, SP3, PA4, AB5, BM6, MJ7, JJ8, JG9, GA10, AUX1, AJ11 E BF2 OBTIDOS COM O USO DE ESTAÇÃO TOTAL.

Tabela 31 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Cosmorama e Copacabana, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CC2.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.608,916	240.457,836
B	154.616,324	240.455,939
C	154.615,442	240.452,493
D	154.607,175	240.451,033

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 32 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Copacabana e Conde Vila Flor, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CC2.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.478,540	240.491,064
B	154.485,492	240.489,095
C	154.483,774	240.482,318
D	154.476,773	240.484,092

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 33 – Coordenadas calculadas pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Conde Vila Flôr e Sgt. Valdir Correia, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CV3.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.501,916	240.599,255
B	154.508,794	240.597,603
C	154.507,199	240.590,761
D	154.500,365	240.592,028

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 34 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Sgt. Valdir Correia e Eng. Lauro Borba, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto CV3.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.429,733	240.615,099
B	154.436,534	240.613,662
C	154.435,196	240.606,783
D	154.428,370	240.608,327

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 35 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Eng. Lauro Borba e Barão de Beberibe, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto EB4.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.455,327	240.744,057
B	154.462,100	240.742,237
C	154.460,907	240.735,300
D	154.453,902	240.736,890

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 36 – Coord. calculadas pela inters. das retas dos cruzam. das ruas Barão de Beberibe e Waldemar Nery C. Monteiro, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto EB4.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.357,152	240.766,161
B	154.366,328	240.764,066
C	154.367,550	240.756,503
D	154.358,748	240.758,499

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 37 – Coord. calculadas pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Waldemar Nery C. Monteiro e Barão de Souza Leão, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BD5.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.329,611	240.935,297
B	154.340,228	240.936,612
C	154.341,374	240.927,363
D	154.330,719	240.926,357

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 38 – Coord. calculadas pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Barão de Souza Leão e Dr. Luiz Correia de Oliveira, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BD5.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.222,890	240.923,032
B	154.230,708	240.923,233
C	154.229,187	240.914,030
D	154.221,796	240.913,713

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 39 – Coordenadas calculadas pela inters. das retas dos cruzamentos das ruas Dr. Luiz Correia de Oliveira e Barão de Tefé, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BA6.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.255,770	241.072,867
B	154.263,446	241.073,954
C	154.261,269	241.064,708
D	154.253,797	241.063,784

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 40 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Barão de Tefé e Aranhã, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BA6.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.195,503	241.089,708
B	154.207,464	241.086,246
C	154.204,738	241.077,827
D	154.193,979	241.080,405

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 41 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos das ruas Aranhã com a Adauto C. Leal, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BA6.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.215,028	241.153,730
B	154.224,431	241.153,661
C	154.222,055	241.145,042
D	154.213,138	241.146,876

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

As tabelas a seguir mostram os valores calculados das coordenadas, resultado das interseções das retas do cruzamento a partir dos pontos de referência coletados por Estação Total.

Tabela 42 – Coord. calcul. pela inters. das retas dos cruzamentos da rua Brigadeiro Cyro com a av. Boa Viagem, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BB1.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.965,999	239.299,633
B	154.978,360	239.293,867
C	154.974,371	239.285,314
D	154.962,024	239.291,059

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 43 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua Brig. Cyro com a rua Setubal, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BS2.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.886,428	239.339,211
B	154.893,678	239.335,615
C	154.889,166	239.326,031
D	154.881,646	239.329,572

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 44 – Coord. calculadas pela inters. das retas dos cruzamentos da rua Setúbal com a rua Padre Leandro Camelo, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto SP3.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.944,588	239.456,575
B	154.951,952	239.453,136
C	154.947,059	239.443,458
D	154.940,563	239.448,549

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 45 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua Padre Leandro Camelo com a rua Prof. Augusto Lins e Silva, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto PA4.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.778,479	239.533,190
B	154.784,771	239.529,469
C	154.781,737	239.523,152
D	154.774,576	239.526,591

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 46 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua Prof. Augusto Lins e Silva com a rua Baltazar Passos, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto AB5.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.854,849	239.724,337
B	154.863,244	239.720,483
C	154.858,554	239.712,475
D	154.852,089	239.715,722

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 47 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua Baltazar Passos com a rua Major Armando de Souza Melo, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto BM6.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.772,450	239.765,243
B	154.778,732	239.761,918
C	154.774,902	239.753,617
D	154.768,629	239.756,887

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 48 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua Major Armando de Souza Melo com a rua João Cardoso Aires, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto MJ7.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.820,222	239.866,498
B	154.826,895	239.863,675
C	154.822,697	239.855,338
D	154.816,087	239.858,279

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 49 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua João Cardoso Aires com a rua José Hipólito Cardoso, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto JJ8.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.631,868	239.951,477
B	154.638,300	239.948,592
C	154.634,640	239.940,367
D	154.628,203	239.943,311

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 50 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua José Hipólito Cardoso com a rua General Salgado, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto JG9.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.674,427	240.047,316
B	154.680,753	240.044,463
C	154.677,973	240.038,015
D	154.671,291	240.040,887

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 51 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua General Salgado com a rua Alm. Batista Leão, da poligonal (A, B, C e D), levantados pelo ponto GA10.

PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.567,521	240.094,552
B	154.574,091	240.091,854
C	154.571,604	240.084,958
D	154.565,181	240.088,015

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

Tabela 52 – Coordenadas calculadas pela interseção das retas dos cruzamentos da rua Alm. Batista Leão com o prolongamento da rua José Hipólito Cardoso, levantados pelo ponto AJ11.

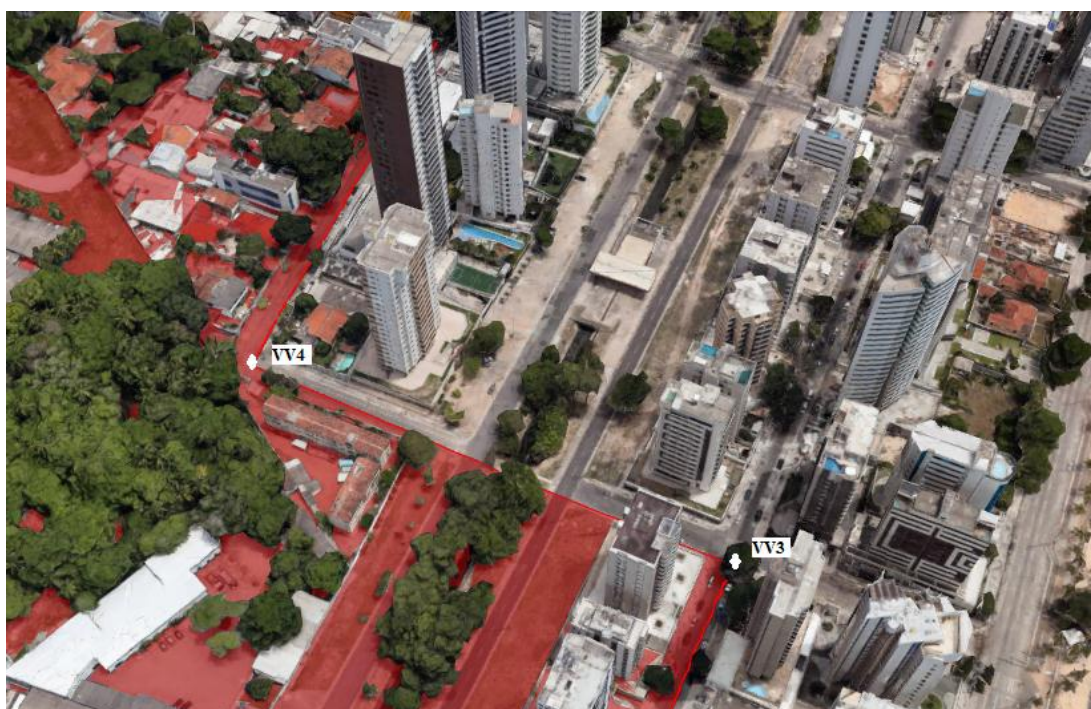
PONTOS	MÉTODO ANALÍTICO	
	X (m)	Y (m)
A	154.752,292	240.208,205
B	154.758,599	240.207,132
C	154.751,648	240.203,434
D	154.743,230	240.202,016

Fonte: AutoCad2016. (versão estudantil).

APÊNDICE K - ANÁLISE 3D DOS CRUZAMENTOS DOS VÉRTICES VIRTUAIS VV3 ATÉ O VV11, DO 1º TRECHO, ONDE OS DADOS FORAM OBTIDOS POR ESTAÇÃO TOTAL E DOS CRUZAMENTOS DOS VÉRTICES VIRTUAIS VV1 ATÉ O VV12, DO TRECHO 2, OBTIDO POR RECEPTOR GNSS.

Na figura 87 são apresentados dois cruzamentos, sendo o 1º formado pela rua Setubal com a rua Pe. Leandro Camelo, com vértice virtual 3 (VV3), onde se vislumbram várias construções de prédios em sua proximidade que variam de 7 a 15 andares, dentro e fora da área de limite da ZEA. O 2º cruzamento é formado pelas ruas Padre Leandro Camelo e Prof. Augusto Lins e Silva, com o vértice virtual 4 (VV4) e na região pode-se observar que existem edifícios que preservam apenas 3 andares, dentro da área da ZEA, porém no lado oposto existem prédios de até 18 andares próximo ao limite do trecho em estudo.

Figura 87 – Cruzamento da rua Setubal com a rua Pe. Leandro Camelo e cruzamento da rua Pe. Leandro Camelo com a rua Prof. Augusto Lins e Silva.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

Existe também o caso da figura 88 que mostra o cruzamento da rua Prof. Augusto Lins e Silva e rua Baltazar Passos, composto pelo vértice virtual 5 (VV5), o cruzamento da rua Baltazar Passos com a rua Maj. Armando S. Melo, composto pelo vértice virtual 6 (VV6) e o cruzamento da rua Maj. Armando S. Melo com a rua João Cardoso Aires, sendo composto do vértice virtual 7 (VV7), onde na maior parte da área da ZEA está ocupada com construções de até 7 andares, porém existem alguns poucos prédios com mais de 20 andares.

Figura 88 – Cruzamento da Prof. Augusto Lins e Silva e rua Baltazar Passos, cruzamento da rua Baltazar Passos com a rua Maj. Armando S. Melo e cruzamento da rua Maj. Armando S. Melo com a rua João Cardoso Aires.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

Na figura 89 será apresentado o cruzamento da rua João Cardoso Aires com a rua José Hipólito Cardoso, com o vértice virtual 8 (VV8) e o cruzamento da rua José Hipólito Cardoso com a rua General Salgado, formado pelo vértice virtual 9 (VV9) que apresentam várias construções de prédios em sua proximidade que variam de 7 a 15 andares.

Figura 89 – Cruzamento da rua João Cardoso Aires com a rua José Hipólito Cardoso e cruzamento da rua José Hipólito Cardoso com a rua General Salgado.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

A figura 90 apresenta o cruzamento da rua General Salgado com a rua Almirante Batista Leão, formado pelo vértice virtual 10 (VV10) e o cruzamento da rua Almirante Batista Leão com o prolongamento da rua José Hipólito Cardoso, formado pelo vértice virtual 11 (VV11). Na região pode-se observar que existem edifícios dentro e fora da área da ZEA que mantém a altura de até 10 andares.

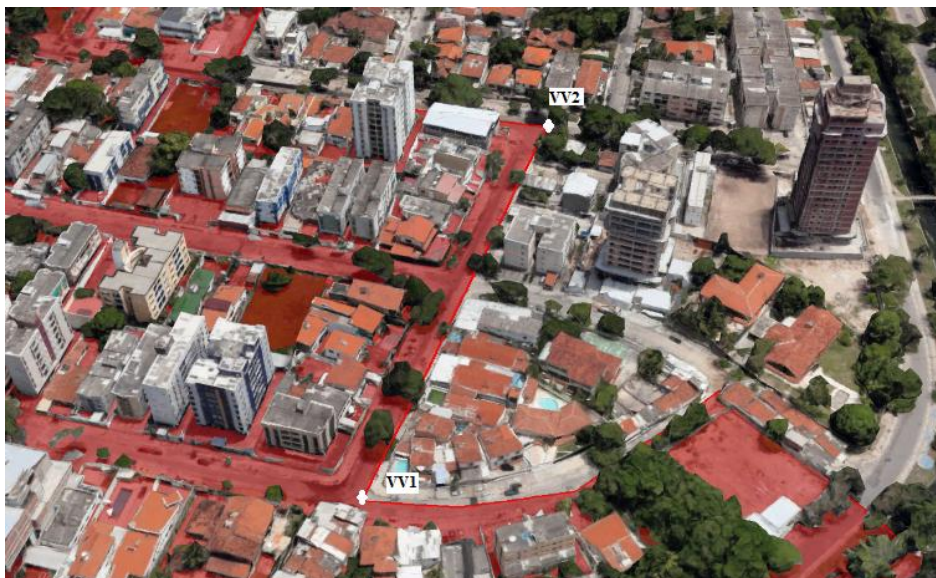
Figura 90 – Cruzamento da General Salgado com a rua Almirante Batista Leão e cruzamento da rua Almirante Batista com o prolongamento da rua José Hipólito Cardoso.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

No trecho 2 de parte da ZEA, adotado nesta dissertação, onde os dados foram levantado por receptores GNSS/RTK, as construções mantêm de modo geral a altura média de 3 andares, apesar de existirem prédios de 10 andares dentro da área da ZEA, conforme observado na figura 91 que mostra o cruzamento da rua Cosmorama com a rua Sideral (VV1) e o cruzamento da Cosmorama com a rua Copacabana (VV2).

Figura 91 – Cruzamento da rua Sideral com a rua Cosmorama e cruzamento da rua Cosmorama com a rua Copacabana.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

Na figura 92 será apresentado o cruzamento da rua Copacabana com a rua Conde Vila Flor (VV3), o cruzamento da rua Conde de Vila Flor com a rua Sgt. Valdir Correia (VV4) e o cruzamento da rua Sgt. Valdir Correia com a rua Eng. Lauro Borba (VV5), sendo possível visualizar nos trechos que a área está tomada por residências horizontais e alguns prédios de 3 a no máximo 5 andares.

Figura 92 – Cruzamento da rua Copacabana com a rua Conde Vila Flor, cruzamento da rua Conde de Vila Flor com a rua Sgt. Valdir Correia e o cruzamento da rua Sgt. Valdir Correia com a rua Eng. Lauro Borba.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

Na figura 93 será apresentado o cruzamento da rua Eng. Lauro Borba com a rua Barão de Beberibe (VV6), o cruzamento da rua Barão de Beberibe com a rua Waldemar Nery C. Monteiro (VV7), sendo possível visualizar que a região tem predominância de casas e poucos prédios de até 3 andares.

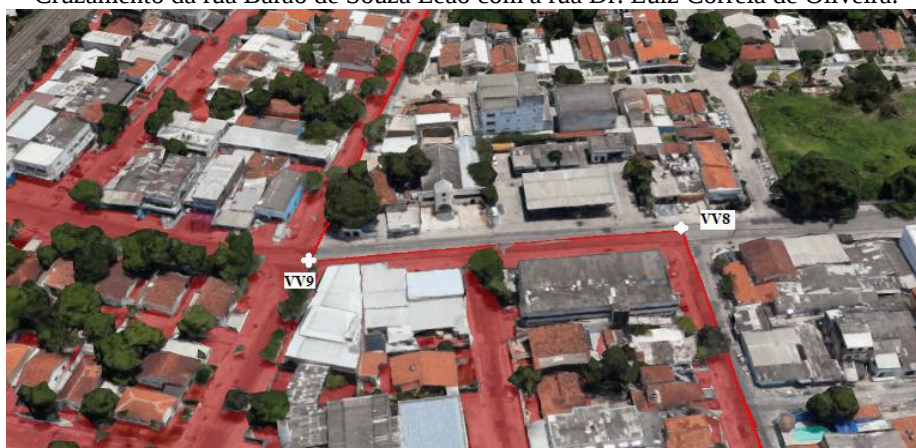
Figura 93 – o cruzamento da rua Eng. Lauro Borba com a rua Barão de Beberibe, o cruzamento da rua Barão de Beberibe com a rua Waldemar Nery C. Monteiro.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

Na figura 94 será apresentado o cruzamento da rua Waldemar Nery C. Monteiro com a rua Barão de Souza Leão (VV8) e o cruzamento da rua Barão de Souza Leão com a rua Dr. Luiz Correia de Oliveira (VV9), sendo possível visualizar que a região tem áreas comerciais e residenciais, porém com alturas bem reduzidas e construções de no máximo 2 andares dentro da área da ZEA.

Figura 94 – o cruzamento da rua Waldemar Nery C. Monteiro com a rua Barão de Souza Leão e o Cruzamento da rua Barão de Souza Leão com a rua Dr. Luiz Correia de Oliveira.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

Na Figura 95 será apresentado o cruzamento da rua Dr. Luiz Correia de Oliveira e rua Barão de Tefé (VV10), cruzamento da rua Barão de Tefé com a rua Aranã (VV11) e rua Aranã com a rua Adalto C. leal (VV12), final do trecho 2, sendo possível visualizar construções de no máximo 2 andares.

Figura 95 – O cruzamento Dr. Luiz Correia de Oliveira e rua Barão de Tefé, cruzamento da rua Barão de Tefé com a rua Aranã e rua Aranã com a rua Adalto C. leal.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

MC: 33° W. Gr.

MC: 33° W. Gr.

MC: 33° W. Gr.

[illegible]

Observações:

- 1 - AS COORDENADAS TRIDIMENSIONAIS FORAM OBTIDAS POR RASTREAMENTO DE SATÉLITES, COM ORIGEM NA ESTAÇÃO RECIFE-PE DA PBMC DO IBGE
- 2 - AS COORDENADAS TRIDIMENSIONAIS DO PONTO DE TESTE DE VOR NO TAXI "J" FORAM OBTIDAS POR IRRADIAÇÃO DIRETO, COM ORIGEM NO A2-250

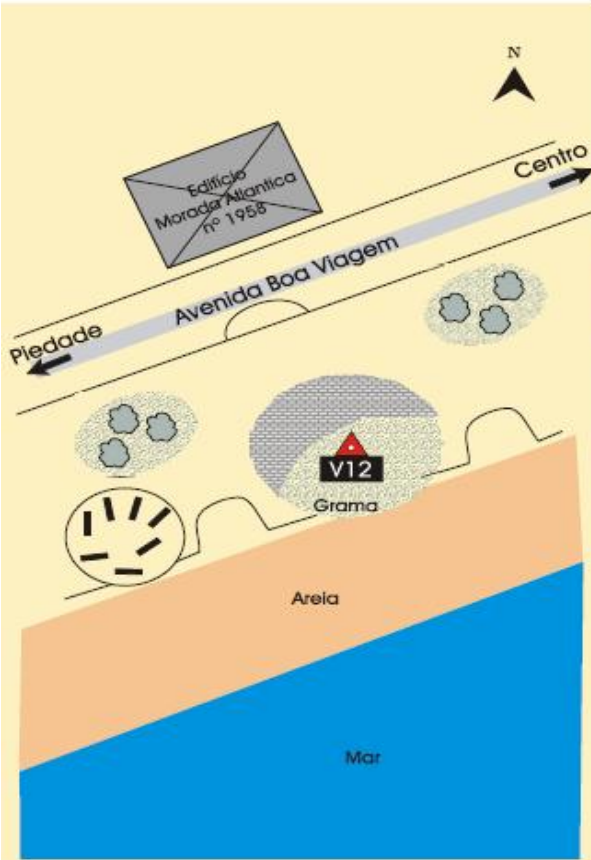
Eng.º de Campo:
CREA N.º:

2002106314

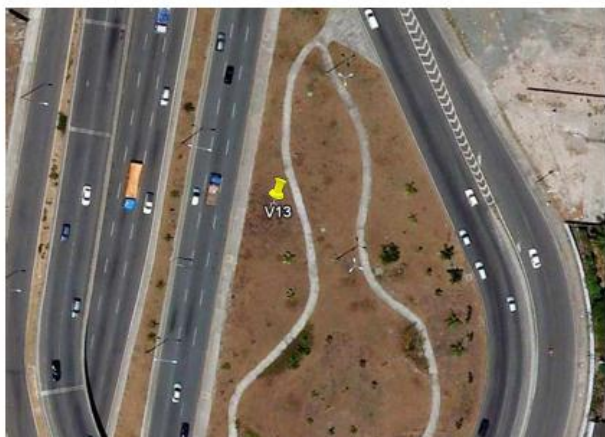
LISTA SBRF

alvado em: 1/4

ANEXO B - RELATÓRIO DE V-12

 ENGEFOTO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.		MONOGRAFIA DE MARCOS	
Nome da Estação: V12		Obra / Ano: 819/07	
DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO-UTM	COORDENADAS	
Município: Recife Localidade: Boa Viagem Linha: 02 Folha: 90-13-00 Foto/Faixa: 78/15 Data: 10/2007	Meridiano Central = 33° W Origem N (Equador) = 10000000 m Origem E (MC 33° W) = 500000 m K0 = 0.9996 DATUM H SIRGAS-2000 DATUM V Imbituba/SC	LAT. = 08° 06' 30.16493"S LONG. = 34° 53' 17.32463"W N = 9103236.979 m E = 291946.791 m H (GEOM) = -1.433 m H (ORTO.)* = 4.533 m	
Descrição: Marco de concreto tronco piramidal, medindo 20x30x60cm, encimado por Chapa metálica, com as seguintes inscrições: V-12, PROTEGIDO POR LEI – PREF. RECIFE – ENGEFOTO CURITIBA; DATA 10/07.			
CROQUIS		ITINERÁRIO	
		Estação V12 está localizada na Avenida Boa Viagem, enfrente ao prédio de Nº1958, em um canteiro.	
		* Altitude ortométrica obtida por nivelamento geométrico.	
		FOTO	
			

ANEXO C - RELATÓRIO DE V-13

			MONOGRAFIA DE MARCOS		
Nome da Estação: V13=SAT93991		Marco de Azimute: AZ13		Obra / Ano: 995/12	
DADOS GERAIS		SISTEMA DE PROJEÇÃO-UTM		COORDENADAS	
Município: Recife Localidade: Linha: Folha: Foto/Faixa: Data: 03/2013		Meridiano Central = 33° W Origem N (Equador) = 10000000 m Origem E (MC 33° W) = 500000 m K0 = 0.9996 DATUM H SIRGAS-2000 DATUM V Imbituba/SC		LAT = 8° 8' 9.33050" S LONG = 34° 54' 59.92550" W N = 9100175,344m E = 288819,654m H (GEOM) = 2,690m H (ORTO.)* = 8.3648 m	
Descrição: Marco de concreto padrão IBGE encimado por chapa metálica, com as seguintes inscrições: V13, PROTEGIDO POR LEI – URB RECIFE – ENGEFOTO CURITIBA; DATA 10/07.					
IMAGEM PANORÂMICA			LOCALIZAÇÃO		
			Estação V13 está localizada em um canteiro próximo à Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes e à Praça Min. Salgado Filho. *Altitude ortométrica obtida via nivelamento geométrico.		
IMAGEM LOCAL			FOTO		
					

ANEXO D - DESCRIÇÃO DA POLIGONAL DA ZEA, CONFORME LEI Nº 16414/1998**ANEXO ÚNICO****DESCRIÇÃO DOS LIMITES ZONA ESPECIAL DO AEROPORTO - ZEA**

Inicia no cruzamento do eixo da Av. Boa Viagem com o eixo da Rua Brigadeiro Cyro segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Setubal; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Pe. Leandro Camelo; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Professor Augusto Lins e Silva; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Baltazar Passos; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Major Armando Mello; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua João Cardoso Aires; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua José Hipólito Cardoso; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua General Salgado; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Almirante Batista Leão; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o prolongamento do eixo da Rua José Hipólito Cardoso; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Cruzeiro do Forte; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Sideral; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Cosmorama; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Copacabana; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Conde Vila Flor; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Sargento Valdir Correia; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Engenheiro Lauro Borba; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Barão de Beberibe; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Waldemar Nery Carneiro Monteiro; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Barão de Souza Leão; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Dr. Luiz Correia de Oliveira; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Barão de Tefé; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Aranã; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Adauto C. Leal; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Sul; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o ponto de cruzamento com o prolongamento do eixo da Rua dos Tijolos; deflete à esquerda e segue por este prolongamento e pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Marechal Mascarenhas de Moraes; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Barão de Monte Alto; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Arcelina de Oliveira; deflete a direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da alça direita da Av. Presidente Dutra; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada alça até encontrar o eixo da Av. Presidente Dutra, segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Gonçalves de Magalhães; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Manoel de Macedo; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua José Lins do Rêgo; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua L. Trovão; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Senador Robert Kennedy; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua José Fernandes Portugal; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Professor Nelson Melo; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Julio Santa Cruz

de Oliveira; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Antônio Conselheiro; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua J. Guilherme; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Saldanha Marinho; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Alvaro Moreyra; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua, até encontrar o eixo da Av. Raimundo Diniz; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Machado de Assis; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Jean Emile Favre; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Francisco Barreto; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Dr. Raposo Pinto; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Pintor A. de Albuquerque; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Virgínia Heráclio; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Alagoas; deflete a esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Professor José Vicente, deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Colônia Isabel; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Hélio Brandão; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Presidente Kennedy; deflete a esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Recife; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Av. Tenente Felipe Bandeira de Melo; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Gal. Francisco Figueiroa; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua e seu prolongamento até encontrar o eixo da Avenida Isabel de Gois; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Antonio Vidal, neste ponto, deflete à direita e segue em linha reta perpendicular a Av. Isabel de Gois até encontrar o eixo da Av. Dr. José Rufino; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o prolongamento da divisa lateral esquerda da Escola José Mariano deflete a esquerda e segue por esta divisa até encontrar o eixo da Rua Barros Sobrinho deflete a direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Dr. Adelino Filho, deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua, cruzando a linha férrea e seguindo pelo prolongamento do eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Nossa Senhora de Fátima; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Dr. Gustavo Pinto; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Prof. Pedro Augusto; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Vitoriano Ebla neste ponto deflete à direita e segue em linha reta até encontrar o ponto de cruzamento do eixo da Av. Recife com o eixo da Rua SD 5364 neste ponto deflete a esquerda e segue pelo eixo da Av. Recife até encontrar o eixo do viaduto SD 5365 deflete à direita e segue pelo eixo do citado viaduto até encontrar o eixo da Av. Engenheiro Abdias de Carvalho deflete à esquerda e segue pelo eixo da Rua SD 5409 até encontrar o eixo da Rua Carneiro de Mariz, deflete a direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Poção deflete a esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Alexandria deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Araruna; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Antônio Curado; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Nelson Viana deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Dr. Carlos de Brito, deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Valdemar Falcão deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Ruth Moura deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Manoel Alves Deus Dará, deflete a esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Jornalista Adroaldo Silva deflete a direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Jader de P. Jardim deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Dr. João C. da Silva deflete à esquerda e segue pelo eixo da

citada rua até encontrar o eixo da Rua Antonio Borges Uchoa; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Pantaleão Cisne deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Francisco Bezerra Monteiro deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o canteiro central da Av. Visconde de São Leopoldo deflete à direita e segue por este canteiro até encontrar o prolongamento do eixo da faixa lateral direita da Av. Reitor Joaquim Amazonas deflete à esquerda e segue por este prolongamento e pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Avenida da Engenharia deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo do Riacho do Braga (Cavouco) deflete à esquerda e segue pelo eixo do citado riacho até encontrar o eixo da faixa direita da Av. Reitor Joaquim Amazonas deflete à direita e segue pelo eixo da citada faixa por 135m (cento e trinta e cinco metros), neste ponto deflete à esquerda e segue em linha reta, com um ângulo de 86°30' (oitenta e seis graus e trinta minutos), até encontrar o eixo da Avenida Jornalista Anibal Fernandes deflete à esquerda e segue pelo eixo da referida avenida por um trecho de 150m (cento e cinquenta metros), neste ponto deflete à direita e segue em linha reta até encontrar o ponto de cruzamento do eixo da Avenida Professor Luiz Freire com o prolongamento da divisa lateral esquerda do Colégio Militar do Recife, deflete à direita e segue pela referida divisa por um trecho de 220m (duzentos e vinte metros), neste ponto deflete à esquerda e segue em linha reta até encontrar o ponto de cruzamento com o eixo da via interna à propriedade do DNER segue pelo eixo da citada via até encontrar o eixo da Rua SD 8710, deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da BR. 232; deflete à esquerda e segue pelo eixo da Rua SD 5367 até encontrar a divisa lateral direita da CEAGEPE deflete à direita e segue contornando a divisa da propriedade do CEAGEPE até encontrar a Rua SD 5519, neste ponto segue o prolongamento da divisa da CEAGEPE até encontrar o eixo da Rua SD 5518 neste ponto deflete à esquerda e segue pelo eixo da referida rua até encontrar o eixo da BR 101; deflete à direita e segue pelo eixo da citada BR até encontrar o prolongamento do eixo da Rua Guarulhos; deflete à esquerda e segue por este prolongamento e pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Jericó; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Real; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Icarai; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Realeza; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua SD 9799 deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Linha Ferrea; deflete à esquerda e segue pelo eixo da linha férrea até encontrar o eixo da Rua José Demétrio; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Rio Continguiuba, segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Travessa Manoel Salvador; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada travessa até encontrar o eixo da Rua Manoel Salvador; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Cardoso Reis; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Padre Diogo Rodrigues; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Padre Nóbrega; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Av. Dr. José Rufino; deflete à direita e segue pelo eixo da citada avenida até encontrar o eixo da Rua Deoclécio Cesar deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Vilas Boas; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Capitão Alfredo Passos; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Pesqueira; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Olinda, deflete à direita segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Argemiro Galvão; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Rio Solimões; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua das Laranjeiras; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Rio Oiapoque; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Ipojuca; deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até

encontrar o eixo da Rua das Laranjeiras; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Linha Férrea, segue por este eixo até o cruzamento da Linha Férrea, com o prolongamento do eixo da Av. Dois Rios, deflete à direita e segue pelo prolongamento do eixo da citada avenida e pelo seu eixo até encontrar o eixo da Rua Rio Una; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua do Desterro deflete à direita e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Rio Moxotó; deflete à esquerda e segue pelo eixo da citada rua até encontrar o eixo da Rua Teotônio de Melo Filho; neste ponto deflete à direita e segue em linha reta, até encontrar o cruzamento do eixo da Rua Alhandra, com o eixo da Avenida Oliveira Salazar neste ponto deflete a direita e segue em linha reta até encontrar o vértice M 22, do perímetro da área patrimonial do Aeroporto dos Guararapes segue obedecendo o limite da referida área patrimonial até encontrar o cruzamento da Av. Maria Irene com a Rua 22 de Agosto segue pelo eixo da rua 22 de Agosto até encontrar o eixo da Av. Julio Cezar; deflete à esquerda e segue pela linha limite Recife/Jaboatão, até encontrar a faixa de praia, deflete a esquerda e segue pela faixa litorânea até encontrar o prolongamento do eixo da Rua Brigadeiro Ciro, deflete à esquerda e segue por este prolongamento até encontrar o ponto inicial, fechando assim a poligonal que define o perímetro da área em apreço.

ANEXO E - MONOGRAFIA DA ESTAÇÃO RBMC-RECF



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

Relatório de Informação de Estação

RECF - Recife

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC

Data: 06/01/2000

Atualização: 20/03/2015 - Troca de equipamento

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: RECIFE

Ident. da Estação: RECF

Código SAT: 93110

Código Internacional: 41617M001

Informações Adicionais: Esta estação pertence à Rede de Densificação do IGS e à Rede de Referência do SIRGAS

2. Informação sobre a localização

Cidade: Recife

Estado: Pernambuco

Informações Adicionais: Pino de centragem forçada com uma chapa cravada no pilar de concreto de base retangular, medindo 0,40 x 0,22 m e altura de 1,37 m acima da laje de concreto do prédio da Biblioteca. 1,37m do nível do terraço, na parte sul da laje de concreto da Biblioteca Central da UFPE, na Avenida dos Reitores, bairro Cidade Universitária e a 0,60 km além da RN 3640 X.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 08° 03' 3,4697"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 34° 57' 5,4591"	Sigma:	0,002 m
Alt. Elip.:	20,180 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	5.176.588,653 m	Sigma:	0,002 m
Y:	-3.618.162,163 m	Sigma:	0,001 m
Z:	-887.363,920 m	Sigma:	0,001 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	9.109.554,895 m		
UTM (E):	284.931,043 m		
MC:	-33		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- | | | |
|-------|-------------------------|---------------------------|
| 4.1.1 | Tipo do Receptor | - TRIMBLE NETR8 |
| | Número de Série | - 4923K35519 |
| | Versão do Firmware | - 4.87 (Principal) |
| | Atualização do Firmware | - 03/02/2015 às 17:00 UTC |
| | | |
| 4.1.2 | Tipo do Receptor | - TRIMBLE NETR8 |
| | Número de Série | - 4923K35519 |
| | Versão do Firmware | - 4.85 (Principal) |
| | Atualização do Firmware | - 19/09/2014 às 12:00 UTC |
| | | |
| 4.1.3 | Tipo do Receptor | - TRIMBLE NETR8 |
| | Número de Série | - 4923K35519 |
| | Versão do Firmware | - 4.70 (Principal) |
| | Atualização do Firmware | - 14/03/2013 às 18:00 UTC |