



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA**

**ABEL VICENTE DOS SANTOS FILHO**

**DIRETRIZES PARA A MEDIÇÃO DAS PARCELAS DO  
CADASTRO TERRITORIAL GEORREFERENCIADO EM  
ÁREAS URBANAS**

Salvador  
2008

**ABEL VICENTE DOS SANTOS FILHO**

**DIRETRIZES PARA A MEDIÇÃO DAS PARCELAS DO  
CADASTRO TERRITORIAL GEORREFERENCIADO EM  
ÁREAS URBANAS**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana - MEAU, da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Profº. Dr. Artur Caldas Brandão

Salvador  
2008

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Reitor Macedo Costa  
BURMC - SIBIUFBA

Santos Filho, Abel Vicente dos

S237d                    Diretrizes para a medição das parcelas do cadastro territorial georreferenciado em áreas urbanas / Abel Vicente dos Santos Filho – Salvador, 2008.

156 f. il.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr. Artur Caldas Brandão  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2008.

1. Geotecnologias – Mapeamento digital. 2. Geoprocessamento.  
I. Brandão, Artur Caldas. II. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. III. Título.

CDD 526.02854

ABEL VICENTE DOS SANTOS FILHO

DIRETRIZES PARA A MEDIÇÃO DAS PARCELAS DO CADASTRO  
TERRITORIAL GEORREFERENCIADO EM ÁREAS URBANAS

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana.

Salvador, 19 de março de 2008

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Artur Caldas Brandão  
Universidade Federal da Bahia –UFBA



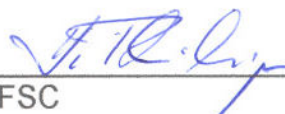
Profa. PhD. Iara Brandão de Oliveira  
Universidade Federal da Bahia –UFBA



Prof. Dr. Juan Pedro Moreno Delgado  
Universidade Estadual da Bahia –UNEB



Prof. Dr. Jürgen Wilhelm Philips  
Universidade Federal de Santa Catarina –UFSC



## **Gratidão**

Que a luz do Divino Espírito Santo oriente minhas palavras e bons sentimentos nesse momento, e os meus Mentores também.

Com essa majestosa companhia, eu sei que será revelada a gratidão.

Que a fonte do bom ser humano esteja na sabedoria, no amor universal e na ciência.

Gratidão semente.

Plantada com emoção e sentimento, cresce, e nunca mais pára de dar bons frutos, se estende por toda a existência, é eterna e infinita.

Muito agradecido Professor Artur e família, Professora Iara Oliveira, energia boa da UFBA.

Aos amigos, e até mesmo aos repentinos e fugazes companheiros que em algum momento apareceram como guia e farol. Colegas do MEAU, amigos da criação do USEGEO, a partir de 2004, e todos do Departamento de Transportes da Politécnica, e quem mais chegou. Maravilhosos ex-alunos e ex-alunas.

Alguns se foram mais cedo, e, postumamente, lembranças e homenagens, de Dr. Luciano do DNOCS, Edilson Garcia, Negro Milton, Preto (Francisco), Zé Viana, João Bezerra, gente da Engenharia e da Topografia irmã, e, até mesmo meu pai, o outro Abel, tios e tias, avós, bisavós que tive prazer de conhecer em vida, Mãe Jô e tanta gente que daria um livro, afinal, já são 36 anos de picadas e estradas, projetos e obras.

Tenho a docência no sangue, desde minha mãe, a Professora Sebastiana (Tiana), lá de Bom Conselho em Pernambuco, daí, não por coincidência, 100% de todas as minhas seis irmãs: Lúcia, Maria José (Nena), Silvia, Selma, Leyza, Célia, todas tiveram como primeira atividade a sala de aula. Irmãos Agnaldo e Zé Adomi admiram, isso incentiva.

Há um navio que navega, e de luneta apontada para a estrela e luz da criação e do progresso continuam a viagem Thiago Santos, Thales Santos, e Igor Santos herdeiros das virtudes sertanejas dos seus vovôs Bráulio e Edissa, e agora sua irmã Anna Clara soma-se a prole com o sangue do recôncavo baiano dos novos vovôs Heraldo e Ilza.

Por fim, agradeço de coração a todos e todas que apoiaram minhas idéias.

Por fim, agradeço de coração a todos e todas que mostraram que algumas adaptações melhorariam muito minhas ações, como Areobaldo, Luis Fontes e Tatiane Silva, incentivadores em aceitar e já ter seis turmas de Topografia na UCSAL e na UNIJORGE.

Tatiane e Anna Clara têm sido minhas cobaias primeiras desde o nascer do sol, nessa atitude de passar saber e cuidar, e pelo crescimento que acontece com tanta qualidade e rapidez, me sinto realizado em uma certeza, Deus me abençoa muito com esse dom de que sou capaz e posso inocular as pessoas com a semente do saber e o prazer de ser eternamente feliz.

*Abel Vicente*

Esta pesquisa teve o Apoio/Bolsa da FAPESB

## RESUMO

O mapeamento topográfico e cadastral, principalmente nas áreas urbanas, necessita de uma atualização dinâmica tal qual ocorre com o crescimento e metamorfose das ocupações urbanas. Esta pesquisa evidenciou a necessidade de um sistema de cadastro territorial completo, confiável, atualizável e orientado ao planejamento, ordenamento e gestão territorial e ambiental. Para tanto, apresentou alternativas de integração dos procedimentos clássicos de medição cadastral, otimizando-os com os modernos sistemas, técnicas, equipamentos digitais mais precisos e softwares, criando uma nova geotecnologia. A pesquisa teve como principal objetivo propor procedimentos necessários à medição e atualização do cadastro físico-territorial urbano a partir das parcelas, tendo por base o desenvolvimento de uma sistemática que satisfaça as necessidades do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) dos municípios, a legislação e especificações técnicas pertinentes. De forma específica, foram propostos critérios a serem adotados na implantação e densificação geodésica da Rede de Referência Cadastral Municipal, referentes à medição, processamento, manutenção e atualização do cadastro físico-territorial georreferenciado; bem como se avaliou o desempenho qualitativo do procedimento de medição de pontos e limites de parcelas com um teodolito convencional integrado com uma trena eletrônica digital a laser, e com medições somente a trena. A análise de qualidade teve por base a propagação de erros da medição cadastral, considerando o conjunto de pontos de uma rede hierárquica, com a seguinte proposição: a) densificação da Rede de Referência Geodésica, b) caracterização e materialização de pontos em Linhas Bases ao longo das caixas de ruas e avenidas usando o meio fio, aqui denominado de Meio Fio Geo; c) uso do método da trilateração, revitalizando-o para o georreferenciamento dos vértices da parcela. Desenvolveu-se também alternativas para o georreferenciamento interno e de fundos de lotes. A partir dos cálculos de propagação de erros nas medições, verificou-se que as alternativas apontadas resultaram em incertezas posicionais compatíveis com as necessidades da medição cadastral em áreas urbanas, possibilitando uma diminuição do tempo de medição e adequação no processo de atualização cadastral.

## **ABSTRACT**

The topographic and cadastral mapping, especially in urban areas, needs a dynamic update as occurred with the growth and metamorphosis of urban occupations. This research highlighted the need for a cadastral system complete, reliable, upgradable and oriented to planning, planning and spatial and environmental management. For both, presented alternatives for the integration of traditional procedures of cadastral measurement, optimizing them with modern systems, techniques, more precise digital equipment and software, creating a new Geotechnical. The research had as main objective propose procedures for measuring and updating the cadastre of physical urban area from the plots, based on the development of a system that meets the needs of Cadastral System (CTM) of municipalities, legislation and specifications relevant techniques. In particular, criteria were proposed to be adopted in the implementation and densification of the geodetic network Municipal Cadastral Reference, referring to the measurement, processing, maintenance and updating of the cadastre of physical and territorial georeferenced, and we evaluate the performance quality of the procedure of measurement points and boundaries of plots with a theodolite conventional integrated electronic digital tape measure with a laser, and only measurements with a tape measure. The quality analysis was based on the propagation of errors of cadastral measurement, considering the set of points in a hierarchical network, the following proposition: a) densification of Reference Geodetic Network, b) characterization and expression of points on the basis Lines boxes along the streets and avenues using the means wire, here called "Meio Fio Geo", c) use the method of trilateration, revitalizing it to the georeferencing of the vertices of the plot. It also developed alternatives to the internal georeferencing and lots of funds. From the calculations of the propagation of errors in measurements, we found that given the alternatives resulted in positional uncertainty consistent with the needs of cadastral measurement in urban areas, allowing a reduction in the time of measurement and adjustment process of updating the cadastre.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planta da localidade de Catal Hyük (6200 A.C.) .....	11
Figura 2 – Reconstituição da palnta de Catal Hyük na parede. ....	12
Figura 3 - Planta de localidade de Nippur, (1500 AC) .....	12
Figura 4 - GROMA EGÍPCIA. ....	13
Figura 5 – Mapa-Mundi de Anaximandro de Mileto. Ao lado, atualização de Hecateo .....	14
Figura 6 - Uma dioptria simples.....	15
Figura 7 - Método para calcular a circunferência da Terra de Eratóstenes.....	15
Figura 8 - Desenvolvimento cartográfico em nove séculos (VI a.C– III d.C.).....	16
Figura 9 – Parte VIII/XI da“Tabula Peutingeriana”. ....	18
Figura 10 – Ampliação do lado esquerdo superior da Parte VIII.....	18
Figura 11 - O mapa mostra claramente as Américas e a África. Foto: The Economist.....	19
Figura 12 - Mapa do cartógrafo e matemático Al-Idrisi (1456). ....	20
Figura 13 – Mapa de “Cantino”.....	21
Figura 14 - teodolite azimutale di Giovanni Gallucci. Venezia 1598.....	21
Figura 15 - Mapa-múndi de Mercator publicado em 1587. ....	22
Figura 16 - Mapa do Brasil de 1519. ....	23
Figura 17 CapitâniaHereditárias - Parcelamento da costa brasileira .....	24
Figura 18 - Planta da Sesmaria de Caramuru.....	25
Figura 19 - Planta de Salvador por volta de 1600 e abaixo (Brasile) 1626. ....	27
Figura 20 - Planta urbana de Salvador em 1764.....	29
Figura 21 – Três fortalezas de Salvador séc. XVIII. Plantas feitas entre 1756 e 1759.....	29
Figura 22 – Baía de Todos os Santos - 1882 e Brasil de 1899.....	31
Figura 23 – Rede de 1ª ordem dos pontos da RBMC. (Fonte: IBGE, 2008).....	36
Figura 24 – Redes Estaduais GPS, no Brasil e na Bahia. (Fontes: IBGE, 2006 e SEI-BA, 2008). ....	37
Figura 25 – Modelo de distribuição dos satélites do sistema GPS.....	38
Figura 26 – Aspecto da Rede de Referência Cadastral de Vitória – ES.....	56
Figura 27 – Lista comparativa dos 15 marcos da rede de controle.....	57
Figura 28 - Rede de Marcos do Sistema de Referência Cartográfica da Região Metropolitana de Salvador.....	58
Figura 29 - Efeito de vários fatores na medição da distância .....	63
Figura 30 – Métodos de levantamentos topográficos planimétricos clássicos.....	65
Figura 31: Interseção de alinhamentos em campo. ....	66
Figura 32: Detalhe dos elementos de um levantamento pelo método ortogonal. ....	67
Figura 33: Método polar.....	67
Figura 34 - Situação da Área de Estudo 1 em relação a Região Metropolitana de Salvador.....	70
Figura 35 - Situação das Áreas de Estudo 1 (Capital) e 2 (Interior da Bahia). ....	70
Figura 36 - Sistema viário, trecho da Estrada da Rainha ao Largo do Queimadinho (2005). ....	71
Figura 37 – Foto do Largo da Soledade e Ladeira da Soledade (2005).....	72
Figura 38 – Foto do Largo do Mocambinho, novo entroncamento e novo túnel (2005).....	73
Figura 39 - Foto aérea da Área 1 – Fonte CONDER.....	73
Figura 40 - Área de Estudo I e restrições: Lei 3289/83 – Dec. 4756/75. ....	74
Figura 41 - Situação da Rede de Marcos Geodésicos do SRC/RMS na Área de Estudo. ....	75
Figura 42 - Equipamento GPS de frequência L1 em rastreo na região de Ilhéus. ....	76
Figura 43 - Equipamento GPS fazendo download. ....	76
Figura 44 – GPS L1 no modo estático em bipé. GPS L1 no modo “stop-and-go”. ....	78
Figura 45 - Operação do GPS L1/L2 nas Bases MB05 e MB07 .....	80
Figura 46 - Marco sendo confeccionado e ao lado monumentalizado na Base MB05.....	81
Figura 47 – Estação Total Zeiss ELTA S20.....	82
Figura 48 – Distribuição projetada dos Pontos Geodésicos e pontos da Linha Base. ....	82
Figura 49 – Levantamento topográfico do Novo sistema sobre CD LOUOS. ....	83
Figura 50 – Levantamento topográfico do novo sistema viário - aplicativo AshtechSolutions 2.60 .....	84
Figura 51– Levantamento com GPS do Novo sistema sobre vista aérea. ....	85
Figura 52 – Vista do Novo sistema viário depois de aberto ao público (2006).....	85
Figura 53 – Distribuição projetada dos pontos geodésicos e vértices das poligonais.....	86



Figura 54 - Trena a laser da Leica, série Disto™ A5. ....	88
Figura 55- Meio fio geo sendo cravado pino .....	90
Figura 56 - Esquema da Lei dos Co-senos. ....	91
Figura 57 – Modelo Geométrico para determinação das coordenadas em Autolisp. ....	92
Figura 58 - Modelo Geométrico para determinação de coordenadas em CAD .....	92
Figura 59 - Teodolito WILD – Ótico-Mecânico T1A - Leitura direta de 20” .....	93
Figura 60 – Esquema das propriedades trigonométricas .....	93
Figura 61 – Casas com larguras e profundidade regulares .....	94
Figura 62 – Esquema para aplicação da propagação dos erros.....	97
Figura 63 – Desempenho Qualitativo - aplicação da propagação dos erros. ....	97
Figura 64 – Medição de vértices entre alinhamentos-Lei dos Co-senos. ....	100
Figura 65 – Medição de vértices entre alinhamentos com trena somente. ....	103
Figura 66 – Imóvel construído. Modelo de medições ortogonais. ....	105
Figura 67 – Medição de vértices entre alinhamentos. Lei dos Senos. ....	106
Figura 68 – Medição de vértices entre alinhamentos com trena somente. Teorema dos 180°.....	107
Figura 69 – Linha interna azul com 11 pontos comuns a imóveis construídos.....	108
Figura 70 - Operação do GPS L1/L2 nos Pontos de controle P15A e P13A em Ilhéus .....	110
Figura 71 – Ajuste da Base MB-01 em relação à RBMC .....	110
Figura 72 – Vista geral da Área de Estudo 2 com as 4 regiões e os 82 pontos de controles. ....	112
Figura 73 - Meio fio da NB 1338.....	114
Figura 74 - Meio fio geo marcado com o número 2014 metros, em alusão ao ano 2014.....	114
Figura 75 – Gráfico mostrando pontos até 6km com incerteza <6mm em 25 minutos de rastreo.....	116

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de tolerância posicional do levantamento cadastral. ....	59
Quadro 2 – Incerteza posicional na identificação de pontos .....	59
Quadro 3 – Efeitos de diversos fatores na medição de distâncias.....	63
Quadro 4 - Relatório dos cálculos brutos da poligonal de estudo .....	113
Quadro 5 – Distâncias e incertezas das bases geodésicas .....	118
Quadro 6 – Ajustamento do vetor MB-01 / VICO a partir de BOMJ .....	120
Quadro 7 - Ajustamento do vetor MB-01 / VICO a partir de RECF .....	120

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	– Associação Cartográfica Internacional
APA	– Área de Proteção Ambiental
BNH	– Banco Nacional de Habitação
CADCT	– Centro de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CECAR	– Comissão Estadual de Cartografia
CNIR	– Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
COBRAC	– Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinanciário
COMGEO	– Comitê Municipal de Geoprocessamento
CONAMA	– Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONCAR	– Comissão Nacional de Cartografia
CONDER	– Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia / 2005
CONDER	– Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador / 1974
CONFEA	– Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura
CREA	– Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CPUCS	– Comissão de Planejamento Urbanístico da Cidade do Salvador
CTM	– Cadastro Técnico Municipal
DGN	– Formato do Arquivo de Programa Microstation
DWG	– Formato dos Arquivos do Programa AutoCAD da Autodesk Inc.
DXF	– Drawing Exchange Format
EPUCS	– Escritório do Planejamento Urbanístico da Cidade do Salvador
EUST	– Estudo de Uso de Solo e Transporte da Região
FAPESB	– Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
FIG	– Federação Internacional de Geômetras
FINEP	– Financiadora de Estudo e Projeto
GPS	– Sistema de Posicionamento Global
GSA	– Greek Science after Aristotle
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	– Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IDE	– Instituto de Dados Espaciais

INDE	– Infra-Estrutura de Dados Espaciais
IPTU	– Imposto Predial e Territorial Urbano
IRIB	– Instituto de Registro Imobiliário de Brasil
LABGEO	– Laboratório de Geomensura da UFBA
MEAU	– Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, UFBA
MED	– Medidores Eletrônicos de Distância
MR	– Marco de Referência
NB e NBR	– Norma Brasileira (ABNT)
OCEPLAN	– Órgão Central de Planejamento da Prefeitura do Salvador
ONU	– Organização das Nações Unidas
PLANDURB	– Plano de Desenvolvimento Urbano da Cidade do Salvador
RBMC	– Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
REBATE	– Rede Baiana de Tecnologias de Informação Espacial
RMS	– Região Metropolitana de Salvador
RN	– Referência de Nível
RRCM	– Rede de Referência Cartográfica Municipal
SAD	– South American Datum
SCN	– Sistema Cartográfico Nacional
SEI/BA	– Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SEPLAM	– Secretaria Municipal do Planejamento
SGB	– Sistema Geodésico Brasileiro
SICAR	– Sistema Cartográfico
SIG	– Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	– Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRC	– Sistema de Referência Cadastral
UFBA	– Universidade Federal da Bahia
UFSC	– Universidade Federal de Santa Catarina
UTM	– Universal Transversa de Mercator
UNESCO	– Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	2
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.3 JUSTIFICATIVA .....	6
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CARTOGRAFIA E DO CADASTRO .....	10
2.1.1 A Cartografia na Pré-História .....	11
2.1.2 Contribuição Científica Grega na Cartografia .....	14
2.1.3 A Cartografia na Era das Grandes Navegações .....	19
2.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CARTOGRAFIA NO INÍCIO DO BRASIL....	23
2.3 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CARTOGRAFIA NA BAHIA .....	25
2.4 ASPECTOS HISTÓRICOS DO CADASTRO URBANO EM SALVADOR ....	31
2.4.1 Salvador “Semana do Urbanismo” de 1935 .....	32
2.4.2 Criação do EPUCS e PLANDURB .....	33
2.5 SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO (SGB).....	34
2.6 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO CARTOGRÁFICA BRASILEIRA.....	39
2.6.1 A cartografia na Constituição Federal .....	41
2.6.2 A Cartografia na Legislação do estado da Bahia .....	43
2.6.3 Sistema Cartográfico e Cadastral do Município do Salvador .....	47
2.6.4 Proposta de Diretrizes Nacionais para o Cadastro Territorial Multifinalitário do Ministério das Cidades .....	49
2.6.5 Análise da Legislação Cartográfica para o Cadastro.....	52
2.7 SISTEMA DE CADASTRO TERRITORIAL .....	53
2.7.1 Rede de Referência Cadastral .....	54
2.7.2 Levantamento Cadastral .....	58
2.7.3 Métodos de Medição Cadastral.....	64
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	69
3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E ACERVO CARTOGRÁFICO	69
3.2 DENSIFICAÇÃO GEODÉSICA .....	75
3.3 MEDIÇÃO CADASTRAL E DAS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS .....	83
3.3.1 Locação da Linha Base .....	86
3.3.2 O cadastro georreferenciado de dados topográficos.....	90
3.3.3 Princípios da Propagação de Erros .....	95
3.3.4 O cadastro dos limites dos imóveis .....	104
<b>4 RESULTADOS</b> .....	109
4.1 DENSIFICAÇÃO GEODÉSICA COM GPS L1/L2 – ÁREA DE ESTUDO 2	109
4.2 POSICIONAMENTO COM GPS L1 E OUTROS PRODUTOS – ÁREA DE ESTUDO 1 .....	112
4.3 ANÁLISE E RESULTADOS DAS INCERTEZAS DAS MEDIÇÕES .....	115
<b>5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO</b> .....	122
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	128
ANEXO I – Relatórios do ajustamento do posicionamento GPS L1/L2 na Área de Estudo 2.....	133
ANEXO II – Coordenadas e incertezas posicionais dos pontos da Área de Estudos 2	138
ANEXO III – Resultados dos posicionamentos com GPS L1 na Área de Estudo 1 .....	142

# 1 INTRODUÇÃO

Dez em cada dez análises, reflexões e/ou encontros técnicos que versem sobre geodésia, cartografia, georreferenciamento e geotecnologias voltadas para o mapeamento topográfico e cadastral, principalmente nas áreas urbanas, tocará em um ponto crucial, que é a necessidade de um modelo de mapeamento que seja atualizado dinamicamente tal qual ocorre com o crescimento e metamorfose das ocupações urbanas.

Fazendo uma análise entre essa demanda e as várias pesquisas já realizadas que confrontam as diversas tecnologias disponíveis para a coleta de dados espaciais, resultou esse trabalho que é analítico em parte, mas objetivamente propositivo. Evidenciam-se a necessidade de um sistema de cadastro territorial completo, confiável, atualizável e orientado ao planejamento, ordenamento e gestão territorial e ambiental.

Esse trabalho pretende integrar os procedimentos clássicos de levantamento cadastral, otimizando-os com os modernos sistemas, técnicas, equipamentos digitais mais precisos e softwares, criando uma nova geotecnologia. Para tanto, já no planejamento e no processo de medição cadastral em campo, propõe-se atribuir todos os pontos do levantamento e estabelecer uma rede hierárquica de pontos. Alguns desses pontos devem ser caracterizados e materializados para posterior atualização cadastral, evitando-se uma nova reocupação e re-serviço.

Para que o território seja totalmente representado, adota-se o conceito de cadastro territorial a partir da menor parcela, e acrescenta-se a possibilidade de mapeamento das diversas redes hoje existentes nas cidades, inclusive as subterrâneas e os sistemas de drenagem, fato que não é possível em outras tecnologias, como a aerofotogrametria e similares. Acrescenta ainda métodos para georreferenciamento interno e de fundos de lotes.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

No Brasil o termo “cadastro” é normalmente entendido pelos vários órgãos da administração pública e nas organizações privadas como uma atividade relacionada à execução de um censo, listagem ou registro de algo, inventário. Até mesmo no cadastro de imóveis, esse entendimento, não é diferente. O proprietário declara ao órgão competente, mediante solicitação ou voluntariamente, o nome, endereço, confrontantes, e a quantidade de área do imóvel sem a necessária comprovação através de medições. E o Cartório de Registro de Imóveis também adotava este mesmo procedimento para promover à identificação dos imóveis e atender ao princípio da especialidade registral (CARNEIRO, 2002). A seguir a citação de Antunes (2005) apresenta o procedimento de identificação imobiliária para fins de registro:

“Pelo princípio da especialidade ou determinação significa que o imóvel deverá estar precisamente descrito e caracterizado, conforme preceitua o art. 176, § 1º, da Lei nº.6.015/73, devendo ter cada imóvel matrícula própria, esta o número de ordem, a data, a identificação do imóvel, que será feita com indicação; se rural, do código do imóvel, dos dados constantes do CCIR, da denominação e de suas características, confrontações localização e área; se urbano, de suas características e confrontações, localização, área, logradouro, número e de sua designação cadastral, se houver.”  
(ANTUNES, 2005).

Devido às limitações acima descritas, o cadastro imobiliário não pode ser usado pela administração pública, como fonte de informação necessária, na quase totalidade das atividades relacionada ao planejamento, ordenamento e a gestão ambiental e/ou territorial. Ainda hoje, na maioria dos municípios brasileiros persiste essa realidade, com grande prejuízo para a sociedade. O planejamento, ordenamento e gestão territorial são elementos que ajudam a evitar a ocupação desordenada. A ocupação territorial indevida gera problemas sociais de difícil recuperação que às vezes, no máximo somente se consegue mitigá-los.

A idéia dominante é que o cadastro nas áreas urbanas serve apenas para cobrança de impostos, principalmente o IPTU, o chamado Cadastro Fiscal. Esse cadastro quando não acompanha o Cadastro Jurídico, com o respectivo Registro Público da parcela territorial, resulta em perda do valor dos imóveis. Esses

aspectos levam a diminuição da arrecadação e a não inserção do imóvel na economia já que os imóveis, indevidamente identificados, não têm valor para acesso ao crédito formal e bancário, por exemplo.

A dificuldade de ter, e manter, um cadastro urbano atualizado, é muito comum nas cidades brasileiras. Carneiro et al. (2000) analisou as características do cadastro urbano em 11 cidades brasileiras e todos revelaram deficiências.

A Constituição Brasileira de 1946 definiu e assegurou aos municípios brasileiros a autonomia no que se refere à decretação e arrecadação de tributos de sua competência, especialmente a cobrança de IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano, que se iniciou a partir da década de 1950. Esta foi uma década importante para o movimento do cadastro conforme citação de Carneiro (2000):

“Ainda em meados dessa década, uma empresa privada de prestação de serviços de engenharia e fotogrametria, assessorada por um destes técnicos, introduziu no Brasil a tecnologia de execução do Cadastro Técnico Urbano, adotando metodologia fotogramétrica no cadastramento de campo (utilizando como base cartográfica as ampliações de fotografias aéreas na escala de 1:1.000 , identificando em campo sobre estas fotografias aéreas, todas as unidades urbanas tributáveis territoriais e/ou prediais). Essa empresa executou esse tipo de Cadastro Técnico em cerca de 40 cidades brasileiras.” (CARNEIRO, 2000)

Órgãos, como o Banco Nacional de Habitação (BNH) e o Ministério da Fazenda, criaram linha de crédito e projeto a fundo perdido, para que as cidades implantassem o, na época denominado, Cadastro Técnico Municipal (CTM). Nesse período, já se tinha a idéia de que o cadastro deveria comportar outras informações, além da parte imobiliária, que auxiliasse no planejamento físico da infra-estrutura e sistema viário, entre outros. Vale lembrar que estes produtos eram impressos e manuseados em meio analógico.

No trabalho de Carneiro et al (2000) foram analisados seis aspectos: conteúdo e atualização do Cadastro; coleta dos dados e produto cartográfico resultante; grau de automatização do Cadastro; recursos humanos; características gerais do sistema; e pontos fortes e fracos do sistema. De um modo geral os resultados não são animadores para o cadastro urbano, principalmente no aspecto “conteúdo e atualização do cadastro”, aliás, esse é uma das principais abordagens dessa pesquisa.



No Cadastro de Imóveis Rurais, a Lei Federal nº. 10.267 de 28 de agosto de 2001, ou Lei do Georreferenciamento de Imóveis Rurais, veio alterar a situação precária do cadastro, por que caracterizado apenas declaratório. Isso por que se passou a exigir que os imóveis rurais sejam inscritos no Cadastro Nacional de Imóveis Rurais - CNIR, gerenciado conjuntamente pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) e pela Receita Federal do Brasil. Além disso, os imóveis devem ser levantados por meio de uma medição georreferenciada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e com precisão posicional determinada em Lei.

Essa lei inova, uma vez que contempla condições propícias ao planejamento do uso do solo, direitos, restrições, bem como nos casos de preservação, conservação e proteção de recursos naturais. A área destinada a Reserva Legal, e outras, também devem constar no cadastro, inclusive uma Declaração de Dados sobre Uso do Solo. Mais recentemente foi aprovada a Lei nº. 10.931 de 02 de agosto de 2004 – Alteração do Registro Público de Terras, que simplifica várias demandas do registro e do cadastro, trazendo solução administrativa para o que até então era resolvido judicialmente.

Para esta pesquisa, e, de acordo com a revisão conceitual feita, fica entendido como um sistema de cadastro territorial georreferenciado no Brasil, ao conjunto de informações relacionadas aos aspectos físico, legal e ambiental a partir da parcela, organizadas metodicamente, georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e com análise estatística das incertezas posicionais das medições.

Esse conceito aproxima o sistema cadastral brasileiro ao entendimento de cadastro adotado na maioria dos países, originalmente implementado pelo Cadastro do Ducado de Milão no Século XVIII e pelo conhecido Cadastro Napoleônico no Século XIX, bem como ao cadastro contemporaneamente estudado e recomendado pela FIG - Federação Internacional de Geômetras, conforme consta no documento “Cadastre 2014 – A Vision for a Future Cadastral System” (Kaufmann and Steudler, 1998).

Nesta pesquisa, o cadastro territorial georreferenciado será tratado no âmbito da área urbana, e, deverá propor mais informações e atributos sobre os diversos elementos e parcelas que compõem o território. Os métodos de levantamento e pós-processamento serão aplicados de modo a se obter precisão posicional melhor que a do cadastro dos imóveis rurais, sendo esta melhor que 0,50m

As ações programadas para solução das demandas acima citadas, e abordadas neste pesquisa são: densificação da rede de pontos geodésicos; poligonalização; locação de linha base; nivelamento geométrico; e o cadastro de pontos, feições e objetos.

## 1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como principal objetivo propor procedimentos técnicos-científicos necessários à medição e atualização do cadastro físico-territorial urbano a partir das parcelas, tendo por base o desenvolvimento de uma sistemática que satisfaça as necessidades do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) dos municípios, a legislação e especificações técnicas pertinentes.

De forma específica, pretende-se com esta pesquisa:

a) Propor critérios a serem adotados na implantação e densificação geodésica da Rede de Referência Cadastral Municipal, referentes à medição, processamento, manutenção e atualização do cadastro físico-territorial georreferenciado;

b) Avaliar o desempenho qualitativo do procedimento proposto no processo de medição de pontos e limites de parcelas, usando teodolito convencional integrado com uma trena digital a laser, e somente trena convencional de fibra ou de aço.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Justificativas para que um Governo implante um cadastro territorial adequado e sua atualização de forma dinâmica, vêm de há muitos séculos. Em alguns aspectos a atual realidade brasileira quanto ao cadastro territorial urbano lembra à época de Napoleão Bonaparte, na França e nos territórios conquistados, antes da implantação do Cadastro, há mais de 200 anos atrás. Isso quando existe algum cadastro.

“No dia 20 de outubro de 1803 publicou-se mais um decreto para levantar e avaliar os prédios de todos os municípios do país (*França*). Dessa vez optou-se pelo método da coleta das declarações dos proprietários e do levantamento das dimensões globais do município. Naturalmente, as declarações eram deficientes e imprecisas o que impedia confrontar as áreas declaradas com as medidas da área do município. Em 1805, os trabalhos foram cancelados. Com isso, o cadastro francês foi enriquecido com mais uma experiência fracassada.

Em julho de 1807, Napoleão Bonaparte reage aos repetitivos fracassos anteriores, decreta finalmente a criação de um cadastro baseado no levantamento de toda a nação e justifica sua decisão ao ministro do tesouro, Nicolas-Francois Comte Mollien, com as palavras: **“As meias medidas de até agora são tempo e dinheiro perdidos. A única saída dessa dificuldade é avaliar, com medições gerais no campo, cada parcela de propriedade em todos os municípios do império”** (grifo nosso) - Boletim IRIB 829 de 16/09/2003 - O cadastro napoleônico, Jürgen Philips-UFSC, Florianópolis, SC. [www.irib.org.br](http://www.irib.org.br). Captado em 10/12/2004.

Portanto, esta pesquisa contribui com metodologia relacionada ao levantamento cadastral integrado para apoiar soluções do cadastro territorial, através da junção cooperativa de esforços que tornará a relação: homem x viabilidade econômica x cadastro territorial, mais conseqüente, além de uma ação de rotina, dinâmica, permanente, harmônica e de elaboração condizente com a realidade econômica e social local.

A contribuição marcante desta pesquisa refere-se à forma de caracterização por métodos clássicos de topografia, somados à equipamentos digitais, com o propósito de obter uma precisão maior na densificação de pontos para a posterior atualização do cadastro ao longo do tempo.

Essa pesquisa se detém primordialmente nos métodos, nos recursos geométricos e equipamentos. Quanto ao problema de políticas de formação de mão de obra e profissional técnica requerem uma reflexão do poder público e são

lembrados nas recomendações finais. A justificativa para essa pesquisa é facilitar o processo de manutenção de um cadastro, pois, um cadastro sem a previsão de manutenção e atualização realmente é fadá-lo a morte prematura, é produzir para o futuro uma peça de valor histórico no presente. Certamente, devido a dinâmica na ocupação territorial, em menos de 10 anos sua principal utilidade será vista como um valor de referencial teórico, histórico, para estudo espaço-temporal.

No âmbito do Cadastro, uma nova metodologia ou procedimento desenvolvido com vista ao uso da quantidade cada vez maior de equipamentos digitais e softwares lançados desde a década de noventa (1990) se faz necessária como tema de estudo. No contexto tecnológico a contribuição se explica como nova Geotecnologia. No contexto espacial pela necessidade e avanço do Geoprocessamento no auxílio à gestão do território. No contexto político e social pela carência de “e-governo”, “governo eletrônico”, “on-line”, “presença via rede” e outros termos que a sociedade reclama para sentir-se cidadã, inserida, cadastrada, legalizada ou até mais simplesmente dispor de um endereço, um nome de logradouro e um número de porta onde more.

A Agenda 21 é o documento resultante da Conferencia Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 (ECORIO92). Esse documento relaciona diversas ações a serem implementadas pelos 179 países que assinaram o mesmo com relação à proteção e uso dos recursos naturais e melhoria também das condições das populações envolvidas. A partir da Agenda 21, diversos eventos em todo o mundo fazem fortes indicativos a respeito da adoção de medidas visando reparar tais dificuldades, o Habitat II 1996, na Turquia, em 1996, foi um deles.

Devido a pouca oferta e crescente demanda por informação geográfica, a Agenda 21, em 1992, já identificava como crítica a disponibilidade de informação geográfica e estimulava os países a desenvolver suas Infra-Estruturas de Dados Espaciais (INDE), principalmente com a crescente popularização de uso de geotecnologias tais como: sensoriamento remoto, posicionamento por satélite e SIG – Sistema de Informação Geográfica. (IBGE, 2005).

Tornou-se comum, países, estados, cidades e até bairros e comunidades menores elaborarem as suas Agendas 21, que leva o nome de nacional, estadual, municipal ou local respectivamente. O Brasil concluiu a sua Agenda 21 em 2002. A Agenda 21 municipal é importante como referencial na elaboração do Plano Diretor Municipal.

O suporte para a elaboração de Planos Diretores Municipais é outro aspecto importante do Cadastro Territorial. Para entendimento sobre a demanda por elaboração de Planos Diretores no estado da Bahia observa-se a seguinte distribuição populacional: A capital do estado, Salvador, e sede da Região Metropolitana têm uma população de 2.443.107 habitantes (IBGE, 2000) e corresponde a aproximadamente 30% da população urbana (8.772.348 habitantes) de todo o estado. No interior baiano 362 cidades com menos de vinte mil habitantes também possuem cerca de 30% dos habitantes do estado. Os 52 municípios restantes têm 40% dos habitantes. No total, o Estado da Bahia possui 415 municípios e população total de 13.070.250 habitantes. (fonte IBGE, 2000). Em 2005 já são 417 municípios.

Vários municípios da Região Metropolitana de Salvador e interior do estado da Bahia constituem-se numa rede de cidades principais que concentra mais de 70% dos fluxos sociais e econômicos” (PORTO, 2003). Observa-se que existem alguns agravantes na referida Região Metropolitana de Salvador, composta de dez municípios, como o fato de apresentar uma topografia relativamente forte, abundância de chuvas (riscos na ocupação em encostas), áreas de alagadiços ou sujeitas a inundações. Some-se as áreas de mangues, dunas, várias APAs (Áreas de Proteção Ambiental), entre outras, de forte pressão ambiental e que potencializam riscos, além de serem intensificadas por ações antrópicas e ocupações desordenadas, degradação do ambiente e horizonte, assoreamento de mananciais e erosão.

Esta desvalorização da qualidade de vida torna-se um ciclo vicioso perverso já que traz uma baixa qualidade construtiva, contaminando áreas vizinhas (menos valia), que no futuro serão ocupadas por pessoas de renda ainda mais inferior ou sem renda, como no caso das “invasões”. Essa perda de

potencialidades de áreas vizinhas traz prejuízos financeiros a terceiros e fiscais ao município, já que o valor venal será depreciado.

Esta pesquisa desenvolvida no ambiente do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana – MEAU, da Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia – UFBA, lança o tema Cadastro Territorial alertando para a negligência e preconceito com que era tratado. De forma propositiva, visa contribuir com soluções para minimizar os reclames e demandas das Instituições e da sociedade quanto à necessidade de se dispor de um sistema de cadastro territorial completo, confiável e atualizado, possibilitando uso multifinalitário, ou seja, em todas as atividades públicas e privadas, que tenha no território seu objeto de ação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os principais aspectos teóricos que foram usados como referências nessa pesquisa estão relacionados às seguintes temáticas: sistema cartográfico, sistema de cadastro territorial, sistema geodésico, legislação cartográfica.

A partir da década de 1980 os procedimentos científicos e metodológicos usados para produzir mapas, cartas e plantas vem sendo atualizados muito rapidamente, tanto pelo uso de novos equipamentos para coleta de dados em campo, quanto nas tecnologias para processamento e distribuição dos produtos da representação territorial e temas abordados.

Para acompanhar essa evolução nos métodos de produzir informações cartográficas, os profissionais e pesquisadores vem desenvolvendo esforços para se manterem atualizados e atender as novas demandas e possibilidades. No primeiro momento a principal preocupação foi de como desenvolver técnicas de aproveitamento das informações cartográficas existentes em meio analógico e ao mesmo tempo passar a produzi-las em meio digital.

Da necessidade de dispor de maneira rápida e precisa dados geográficos coletados, armazenar, consultar, cruzar, analisar, disponibilizar em diversos formatos (listas, banco de dados, mapas e cartas) no meio digital e virtual, nasceu o Geoprocessamento e as geotecnologias. Devido à rapidez como ocorreu e ocorre o crescimento nessa área, o conhecimento é difundido por meio de artigos de especialistas, pela iniciativa privada produtora de equipamentos e softwares e pela academia através de encontros, simpósios, congressos e seus respectivos anais. Entre o projeto de criação de um produto, elaboração e colocação no mercado ocorre uma caducidade precoce.

### 2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CARTOGRAFIA E DO CADASTRO

A parte processual de uma pesquisa de cadastro é orientada por processos modernos. Já o conhecimento teórico vem se acumulando há pelo menos oito milênios e teve seu momento histórico inicial mais importante no século VI a.C., onde os conceitos de esfericidade da terra, zonas, equador,

trópicos, pólos, paralelos, latitude, longitude, projeção, etc. nasceram, conforme será visto nos itens a seguir.

### 2.1.1 A Cartografia na Pré-História

A representação do espaço através dos primeiros mapas é encontrada na história do desenvolvimento humano junto com o início das primeiras aglomerações coletivas, antes da formação das cidades (4200 a.C.) e antes do uso da escrita (3500 a.C.), há 8200 anos. (Figuras 1, 2 e 3).

“A cartografia como atividade já aparece nas descobertas Pré-Históricas, antes mesmo da invenção da escrita. **Como vocábulo, Cartografia foi criado pelo historiador português Visconde de Santarém em carta de 8 de dezembro de 1839, escrita em Paris e dirigida ao historiador brasileiro Adolfo Varnhagem. Antes da consagração deste termo o vocábulo usado era cosmografia. As informações cartográficas constituem as bases sobre as quais se tomam decisões e encontram soluções para os problemas sócio-econômicos e técnicos existentes.** A Cartografia foi a principal ferramenta usada pela humanidade para ampliar os espaços territoriais e organizar sua ocupação. Hoje ela está presente no cotidiano da sociedade.” (Grifo nosso).

[miniweb.com.br/Geografia/Artigos/cartografia/CAP10\\_PCGAlbuquerque.pdf+cartografia++indicadores&hl=pt-BR](http://miniweb.com.br/Geografia/Artigos/cartografia/CAP10_PCGAlbuquerque.pdf+cartografia++indicadores&hl=pt-BR). Captado em 22/12/2004.

Os mapas mais antigos conhecidos são da região de Catal Hyük, na Turquia, e datam de cerca de 6200 a.C., estando pintados numa parede (Figura 1). A reconstituição desse mapa ancestral é mostrada na Figura 2.



Figura 1 - Planta da localidade de Catal Hyük (6200 A.C.).

Fonte: [www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100B.html](http://www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100B.html). Captado em 15/10/04.



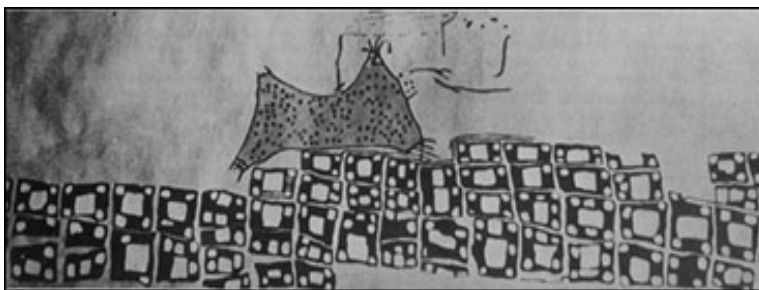


Figura 2 – Reconstituição da palta de Catal Hyük na parede.  
 Fonte: [www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100B.html](http://www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100B.html). Captado em 15/10/04.

Dentre os materiais usados para apresentar os mapas têm-se a argila, além da madeira, blocos de pedra, em placas de marfim, de bronze e outros materiais, passando pela taboinha encerada, o papiro, dos rolos e do pergaminho, até a invenção do papel (possivelmente na China, um século a.C.). O mapa da Figura 3 foi representado em argila.

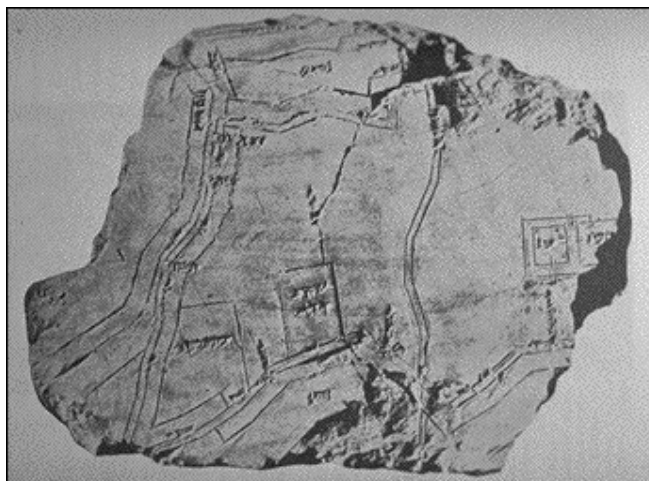


Figura 3 - Planta de localidade de Nippur, (1500 AC)  
 Fonte: [www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100B.html](http://www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100B.html), Captado em 15/10/04.

Na Bíblia, vários de seus livros (ex: Apocalipse 11:1 e 21:15, Ezequiel 42:1 a 42:2, etc.) se referem a medição, a exemplo de: varas de medir (Cânon, palavra grega, significa cana, regra, norma), taboinhas, rolos de livros e unidades de medida, para medir templos, homens, anjos e terras. O uso de cadastro da superfície terrestre começou nas antigas civilizações ao longo dos rios Tigre, Eufrates e Nilo para cobrança de impostos ou para aviventação dos lotes após as cheias do rio Nilo. No entanto não há registro de aprendizado teórico, sistemático, mas apenas uso prático, local.

Na Figura 4 apresenta-se um exemplo de Groma Egípcia – Instrumento primitivo usado para realizar levantamentos topográficos. Era utilizado em áreas planas para alinhar direções até objetos distantes e então, transferir as linhas de visada para o solo, marcando neles linhas retas. Alternativamente era possível marcar os ângulos necessários para erguer construções como as pirâmides.



Figura 4 - GROMA EGÍPCIA.

Fonte: [www.cfh.ufsc.br/~wfil/cienciagrega.htm](http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/cienciagrega.htm). Captado em 02/03/2006.

Ainda sobre o uso do vocábulo, o IBGE confirma a origem e tece considerações sobre a importância da Cartografia na visão da ONU e UNESCO:

“O vocábulo CARTOGRAFIA, etimologicamente - descrição de cartas, foi introduzido em 1839, pelo segundo Visconde de Santarém - Manoel Francisco de Barros e Souza de Mesquita de Macedo Leitão, (1791 - 1856). A despeito de seu significado etimológico, a sua concepção inicial continha a idéia do traçado de mapas. No primeiro estágio da evolução o vocábulo passou a significar a arte do traçado de mapas, para em seguida, conter a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre.

Em 1949, a Organização das Nações Unidas já reconhecia a importância da Cartografia através da seguinte assertiva, lavrada em Atas e Anais: **"CARTOGRAFIA - no sentido lato da palavra não é apenas uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, mas é a primeira ferramenta a ser usada antes que outras ferramentas possam ser postas em trabalho. "ONU, Departament of Social Affair. MODERN CARTOGRAPHY - BASE MAPS FOR WORLDS NEEDS. Lake Success.**

O conceito da Cartografia, hoje aceito sem maiores contestações, foi estabelecido em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), e posteriormente, ratificado pela UNESCO, no mesmo ano: **"A Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização. (Grifo nosso)**

Fonte:

[ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/introducao.html](http://ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/introducao.html).

Captado em 20/02/2006.

### 2.1.2 Contribuição Científica Grega na Cartografia

Enquanto a cartografia na pré-história caracterizava-se pela representação local de região da superfície terrestre, a representação de porções maiores da terra é atribuída a Anaximandro de Mileto (611-547 a.C.), geógrafo, matemático e astrônomo, sucessor de Tales de Mileto (624-548 a.C.), quando confeccionou o primeiro mapa-múndi (mundo habitado da época), em seguida atualizado por Hecateo. A Figura 5 apresenta os dois mapas. Deve-se também à Anaximandro a introdução na Grécia do uso do gnômon (relógio de sol) e a medição das distâncias entre as estrelas e o cálculo de sua magnitude. É considerado o início da astronomia grega.

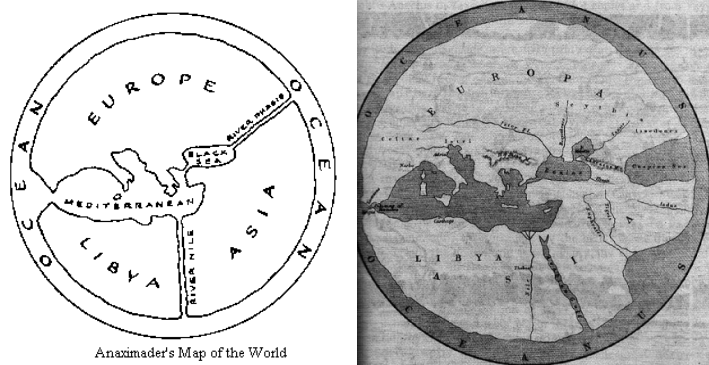


Figura 5 – Mapa-Mundi de Anaximandro de Mileto. Ao lado, atualização de Hecateo  
 Fontes: [www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/worldmap.gif](http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/worldmap.gif) Captado em 21/02/2006.  
<http://digilander.libero.it/capurromrc/10ecateo.html>. Captado em 28/02/2006.

A partir de 400 a.C. a astronomia cresceu em dois ramos: No campo prático surgiram vários instrumentos de observação gnômon, "polos" (relógio solar), o astrolábio, a dioptria (para observar estrela ou corpo celeste, em montagens mais sofisticadas, este instrumento girava em uma base que fornecia medidas de ângulos no plano horizontal) mostrada na Figura 6. No campo teórico se estabeleceu os conceitos de esfericidade da terra, zonas, equador, trópicos, pólos, paralelos, latitude, longitude, projeção, dentre outros.



Figura 6 - Uma dioptria simples.

Fonte: [www.cfh.ufsc.br/~wfil/cienciagrega.htm](http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/cienciagrega.htm). Captado em 02/03/2006.

Merece destaque o processo utilizado por Eratóstenes (276-194 a.C.), para medir o raio da terra encontrando o valor de 6247km. Eratóstenes usou no solstício de verão, a projeção do sol no fundo de um poço. Bematistas - Agrimensores que usavam o passo como instrumento, mediram até Siena 800km enquanto um gnômon, mediu em Alexandria, a projeção da sombra das colunas do prédio da Biblioteca que apresentou um ângulo de  $7,2^\circ$  como mostra a Figura 7. Levando-se em conta que hoje se considera como raio médio da Terra o valor de 6371km, pode-se apreciar a capacidade de efetuar este cálculo de forma tão precisa ( $<2\%$ ).  $(6371-6247)/6247 = 124/6247$

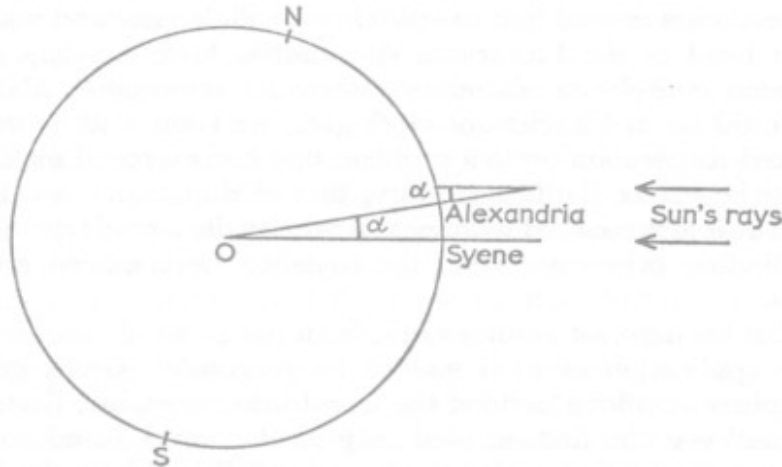


Figura 7 - Método para calcular a circunferência da Terra de Eratóstenes.

Fonte: [www.cfh.ufsc.br/~wfil/cienciagrega.htm](http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/cienciagrega.htm). Captado em 02/03/2006.

Portanto é interessante observar que nesse estágio do desenvolvimento humano, época onde o nível de conhecimento era inferior, pontual, composto de tópicos que ainda não eram ciência, e, mesmo assim, os proto-cientistas se dedicaram a esses estudos, dando foro de pesquisa e metodologia ao assunto,

até formarem um conjunto, a base e os conceitos importantes para o crescimento da cartografia como ciência.

A Figura 8 mostra em ordem cronológica nomes de alguns cientistas e fatos que aconteceram em nove séculos, depois de Tales de Mileto; e, após o primeiro mapa-mundi de Anaximandro de Mileto, até as “tábuas Peutingerianas”, século III d.C. no Império Romano.

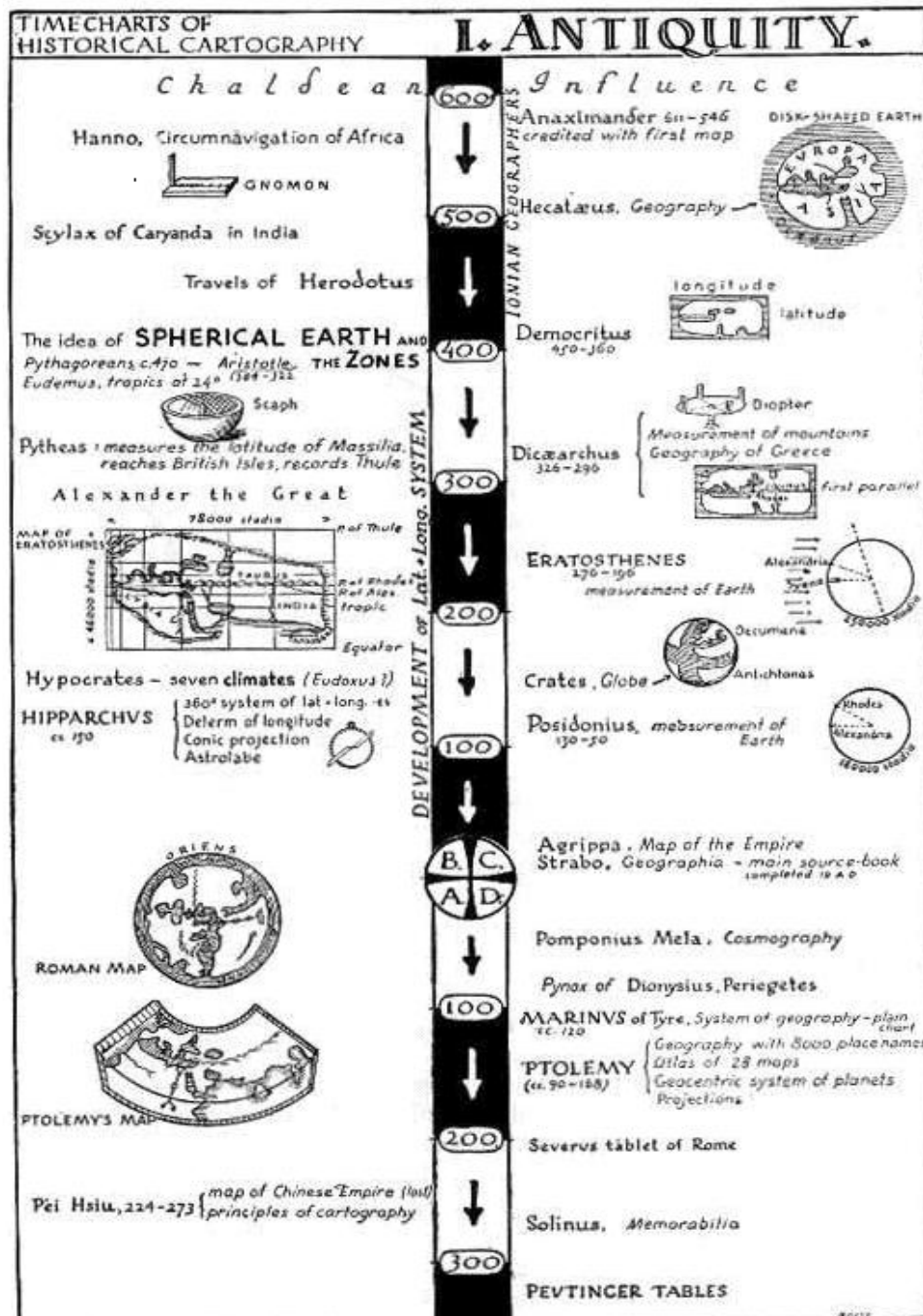


Figura 8 - Desenvolvimento cartográfico em nove séculos (VI a.C.– III d.C.).  
www.henry-davis.com/MAPS/.html. Captado em 15/10/04.

Outro destaque da história da cartografia é reservado a Hiparcus (190-120 a.C.), o matemático dos ângulos, seja concebendo, conceituando, instrumentalizando, medindo, catalogando e/ou representando a superfície terrestre. Para tal desenvolveu a trigonometria, a divisão da circunferência em 360°, a projeção cônica, o astrolábio e propôs que a Longitude fosse medida usando a eclipse lunar, mas não havia acurácia de relógio para tal. Na cidade de Rhodes passaria o meridiano zero.

Registra-se também nessa época, na Antiga Grécia, preocupação com o desenho e planejamento do espaço a construir este tema considerando-se uma melhor geometria, funcionalidade e organicidade das cidades criadas, e/ou reconstruídas, conforme surpreende-se da seguinte citação: No século V a.C. Hipódamos de Mileto, “um dos primeiros urbanistas, observava a orientação e dimensionamento das ruas segundo a intensidade de seus usos. Até hoje, aqui no Brasil muitas cidades não observam essa hierarquização...”. (Ferrari, 1984, p.218).

De 600 a.C. até 200 a.C. a Grécia floresceu de maneira incrível nos mais variados campos e o conhecimento científico e filosófico sistematizado, se fez continuamente a partir dos pensadores gregos. Foram 400 anos de formidável desenvolvimento, que se pode chamar de berço da cultura ocidental.

De 200 a.C. até pouco mais de 400 d.C. desenvolveu-se o Império Romano, onde o uso da engenharia se voltava mais para a parte construtiva, como os famosos aquedutos, praças, pontes, vias. O sistema de estradas do Império Romano com mais de 200.000 km. O registro dessa obra foi feito no século III d.C. Esses registros foram copiados em 1265. Ao todo a cópia tinha 6.82 metros de comprimento por 0.34 metros de altura, e representa a faixa de território que vai da Península Ibérica até a Índia, no sentido Este para Oeste, e, Centro/Sul da Europa e Costa do Mar Mediterrâneo ao Norte, e, ao Sul, o Norte da África. Descobertos em 1494 foram entregues a Konrad Peutinger esse legado e publicados no final do século XVI com a denominação de “Tábula Peutingeriana”. No século XIX foram divididos em 11 partes. A Figura 9 mostra a parte VIII de XI representando parte da Grécia, Turquia, Mar Negro. A

figura 10 mostra uma ampliação setorizada do lado esquerdo superior dessa parte VIII, revelando com destaque Constantinopla, hoje Istambul, Turquia.



Figura 9 – Parte VIII/XI da “Tabula Peutingeriana”.

Fonte: [www.romansites.com/tabula8segmento.htm](http://www.romansites.com/tabula8segmento.htm). Captado em 20/02/2006.



Figura 10 – Ampliação do lado esquerdo superior da Parte VIII.

Fonte: [www.romansites.com/tabula8segmento.htm](http://www.romansites.com/tabula8segmento.htm). Captado em 20/02/2006.

Vale registrar que, paralelo aos estudos do ocidente, a China também teve seu desenvolvimento nos mais diversos campos, inclusive na Astronomia e Navegação. É atribuído aos chineses o conhecimento do magnetismo no

século I d.C. vindo a ser usado para a invenção da Bússola, que depois de aperfeiçoada, na navegação e mapeamento, no século XIII pelos árabes e europeus.

Mais recentemente, janeiro de 2006, em Pequim, foi apresentado à imprensa mundial, um mapa do início do século XV que parece reforçar uma velha teoria, segundo a qual, um lendário almirante chinês chamado Zheng He, se antecipou a Cristóvão Colombo no descobrimento da América, em pelo menos 70 anos. Atribuí-se então aos chineses a descoberta do novo mundo. Entretanto, a veracidade desse mapa ainda está sendo investigada. O mapa em questão, mostrado na Figura 11, é uma cópia feita em 1763 do original, que data supostamente de 1418.



**Figura 11** - O mapa mostra claramente as Américas e a África. Foto: The Economist.  
Fonte: [www.mundogeo.com.br/noticias-diarias.php?id\\_noticia=5672](http://www.mundogeo.com.br/noticias-diarias.php?id_noticia=5672). Captado em 09/08/2006.

### 2.1.3 A Cartografia na Era das Grandes Navegações

No século XV, Portugal e Espanha inauguram o que hoje é chamado de a “Era das Grandes Navegações” que tinham como objetivo descobrir uma nova rota marítima para as Índias e, encontrar novas terras, já que todo comércio era feito pelo Mar Mediterrâneo. Para conseguir esses objetivos tiveram que aprimorar os conhecimentos de navegação, astronomia e mapeamento e para tanto Portugal criou a Escola de Sagres. Em 12 de outubro de 1492 o genovês Cristóvão Colombo, financiado pela Espanha, navegando



na direção oeste, chegou às ilhas da América Central; enquanto que em 1498, Vasco da Gama chega à Índia contornando a Costa da África. Vale salientar que neste mapa o hemisfério Sul está representado na parte de cima do mapa.

A Figura 12 mostra um mapa-mundi do cartógrafo e matemático Al-Idrisi (1456), antes da Era das Grandes Navegações com parte da Europa e Norte da África.

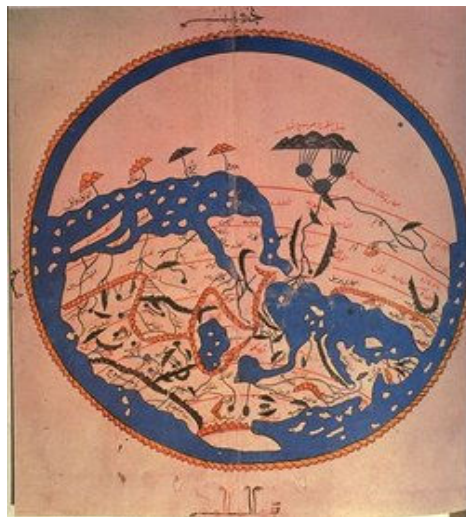


Figura 12 - Mapa do cartógrafo e matemático Al-Idrisi (1456).  
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Mapa> Captado em 12/01/2006.

Em comparação com o mapa de Al-Idrisi, o "mapa de Cantino", como ficou conhecido, é muito mais completo, data de 1502 e mede 105cm x 220cm (Figura 13). O "mapa de Cantino", descoberto em 1859, pelo Sr. Giuseppe Boni, diretor da Biblioteca Estense de Módena, Em Módena, Itália, em uma salsicharia. Ele reproduziu todas as terras conhecidas por Portugal. É o mapa mais antigo conhecido, onde aparecem o Brasil e a linha das Tordesilhas. A partir dessa época se tornou comum os mapas apresentarem a linha do Equador e os Trópicos de Câncer e de Capricórnio, além da Rosa dos Ventos, representada pela Flor de Liz, Símbolo do Rei Dom João II, indicando o Norte para a parte superior.

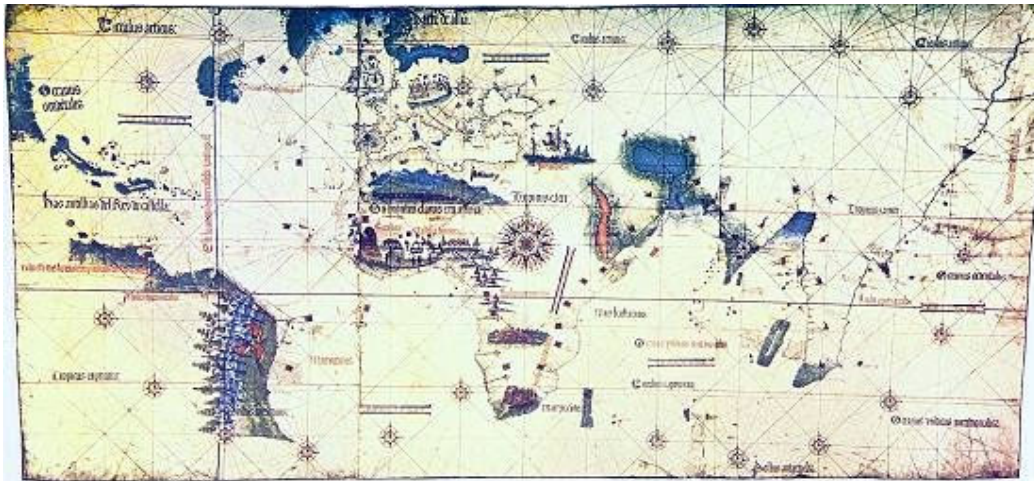


Figura 13 – Mapa de “Cantino”

Fonte: [www.novomilenio.inf.br/santos/mapa50g.htm](http://www.novomilenio.inf.br/santos/mapa50g.htm). Captado em 05/02/2006.

O cuidado na parte artística da representação, na técnica de projeção e melhoria da acurácia com novos equipamentos e processos são fatos de todo século XVI. Gerhard Mercator (1512-1594), considerado o Pai da Cartografia moderna, teve a idéia de transformar a esfera terrestre num plano retangular, usando uma projeção cilíndrica que foi batizada com seu nome (Universal Transversa de Mercator - UTM), usada até hoje. As Figuras 14 (teodolito ancestral), e 15 (planisfério de Mercator), representando a América, Europa, Ásia e a África, mostram produtos daquela época.

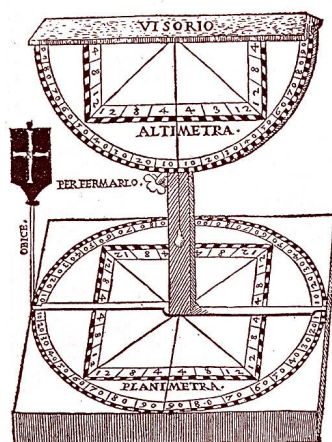


Figura 14 - teodolite azimuthale di Giovanni Gallucci. Venezia 1598.

Fonte: [www.capurromrc.it/mappe/!0121teodolite.html](http://www.capurromrc.it/mappe/!0121teodolite.html). Captado em 12/03/2006.

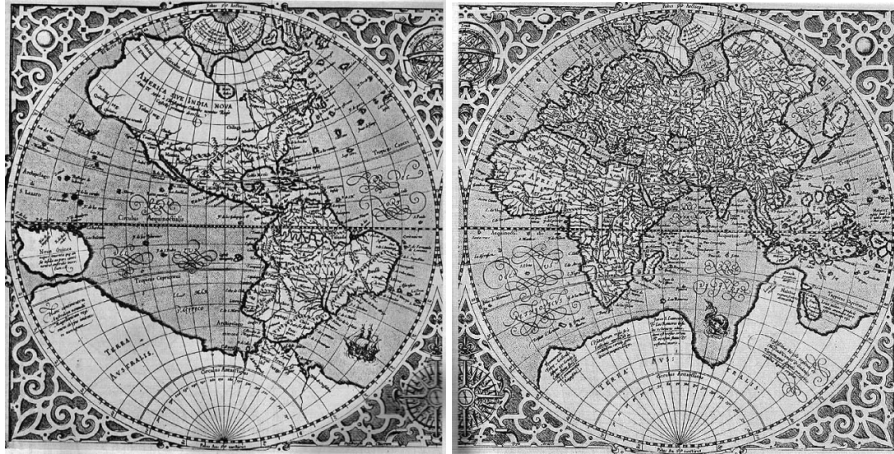


Figura 15 - Mapa-múndi de Mercator publicado em 1587.  
 Fonte:<http://digilander.libero.it/capurromrc/000000mercator1.html>. Captado em 11/02/2006.

Embora os acontecimentos dessa época tenham sido importantes, os navegadores e cartógrafos ainda se defrontavam com um grande problema que era a determinação da longitude em alto mar e da linha definida pela Bula do Papa Alexandre VI, em 1493 como sendo localizada a 100 léguas a Oeste das Ilhas dos Açores ou Cabo Verde, delimitando os territórios de Portugal e Espanha a serem descobertos. Em 1494 foi assinado o Tratado de Tordesilhas ampliando esse limite para 370 léguas.

Alguns Reis e países (Philip II em 1567 e Philip III em 1598, a Holanda em 1636, a França em 1614, a Inglaterra em 1707) chegaram a instituir prêmio, outros criaram Observatórios para desenvolvimento de um método de determinação da longitude. A princípio foi usado um método lunar complexo e impreciso. Em 1530, Regnier Gemma Frisius (1508-1555), professor de Mercator (1512-1594), publica um método usando um relógio para determinar a diferença de tempo local e absoluta, já que cada 15° graus no sentido para Leste-Oeste corresponde a 1 hora a menos, mas os relógios ainda não tinham acurácia para tal, somente 250 anos depois esse método poderia ser praticado e consagrado.

Galileo, em 1610, tentou convencer com um método baseado na medição do tempo a partir das observações das luas de Júpiter. John Harrison (1693-1776), relojoeiro inglês, depois de várias versões conseguiu fabricar um relógio de pêndulo que satisfazia para a determinação em terra firme, mas a bordo de um navio ainda levou muitos anos de pesquisa para montar um relógio náutico, com precisão de aproximadamente 1 segundo no decorrer de

um mês, fato ocorrido pelos anos de 1750, quando a Longitude pode ser medida satisfatoriamente no mar. No final do século XVIII essa tecnologia já era consagrada, porém faltava definir um meridiano de referência para todo o planeta.

Na Conferência Internacional realizada no ano de 1884, em Washington, com delegados de 25 países, inclusive o Brasil, isso foi definido. O meridiano primeiro, a origem, seria o de Greenwich na Inglaterra. Ele une os pólos e passa precisamente pela luneta principal do observatório astronômico deste subúrbio londrino, com longitude zero grau, substituindo todos os demais existentes.

## 2.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CARTOGRAFIA NO INÍCIO DO BRASIL



Figura 16 - Mapa do Brasil de 1519.

Entre o “Mapa de Cantino” de 1502 (Figura 13) e o mapa de 1519 do Atlas Miller (Figura 16), o Brasil aparece outras vezes representado (Em Piri Rei, Kunstmann, Pedro Reinel) sendo que no Atlas Miller foi feito um trabalho objetivo, direto, sobre a representação dos acidentes naturais da costa e sua topologia. Outras considerações sobre o mapa:





Com o tempo e em cada localidade, alteravam-se as dimensões das sesmarias. Em Mato Grosso usava-se a sesmaria de mato que corresponde a uma área de forma retangular de  $\frac{1}{4}$  de légua de frente por três de fundo e a sesmaria de campo, formada por uma légua de frente e por três de fundo, conforme informações encontradas na enciclopédia digital Wikidesia.

### 2.3 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CARTOGRAFIA NA BAHIA

A Figura 18 mostra a Sesmaria de Caramuru, em Salvador, Bahia. Caramuru foi um português nascido em 1475, em Viana do Castelo, Portugal, e falecido em 1557 em Salvador. Por volta de 1510 naufragou nas proximidades da costa litorânea de Salvador, mais precisamente do bairro hoje conhecido como Rio Vermelho. Muitos de seus companheiros foram mortos pelos índios Tupinambás. Depois do massacre sofrido Diogo Álvares Correia conseguiu sobreviver passando a viver com os índios, de quem recebeu a alcunha de Caramuru, inclusive casou-se com uma índia chamada Catarina Paraguaçu. O donatário Francisco Pereira Coutinho doou uma sesmaria com 400 varas de largura (correspondente a 440,00 metros) por 500 varas de comprimento (correspondendo a 550,00 metros), oficializando a ocupação que já ocorria por Diogo Álvares e os índios.

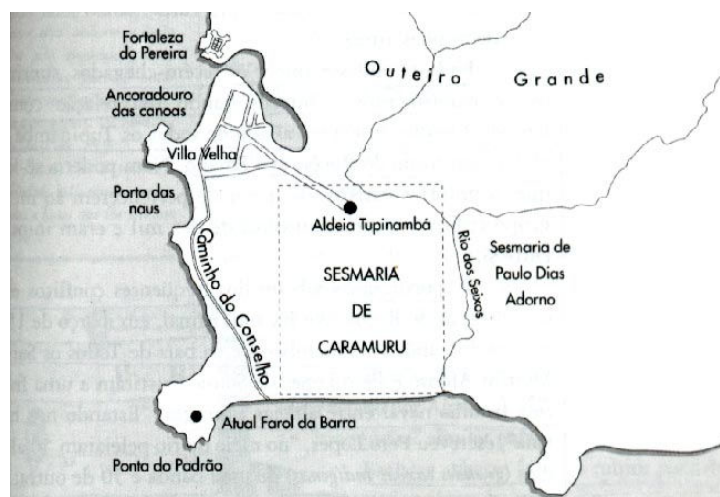


Figura 18 - Planta da Sesmaria de Caramuru

Fonte: [www.geocities.com/capitanias/caramuru.htm](http://www.geocities.com/capitanias/caramuru.htm). Captado em 26/02/2006.

Tomé de Souza, escolhido por Dom João III para ser o primeiro governador-geral do Brasil, chegou em 29 de março de 1549, acompanhado por mais de novecentas pessoas: jesuítas, soldados, colonos, degredados, algumas cabeças de gado. Trouxe também material para iniciar a construção de uma base, segundo informação oral do Profº Cid Teixeira – ele diz base, e não cidade. Base de apoio e defesa do território. Existe a possibilidade de Salvador ter sido planejada na Europa. Segundo citação do Profº Cid Teixeira, Tomé de Souza trouxe um regimento para Salvador e cita:

“Tomé de Souza veio para cá com o regimento e com informações minuciosas, foi o que alguns chamam da primeira constituição do Brasil, não há exagero. O regimento se ocupa das coisas mais minuciosas, das coisas mais casuísticas para a implantação da cidade de Salvador.

Reparem vocês, nesse minucioso regimento de Tomé de Souza, chamado “Regimento de Almeirim”, nesse minucioso regimento não há, em um só momento, grafada a palavra cidade. Ele vem fundar a cidade de Salvador mas ele não vem fundar uma cidade tal como hoje nós imaginamos...

...Dom João III, no Regimento de Almeirim, conjugou outro verbo que não é nem o circular, nem o habitar, nem o recrear, conjugou o verbo defender. O que ele manda aqui é uma fortaleza grande e forte, porque a cidade de Salvador teria que exercer o seu papel globalizante de base, de sustentação, de apoio, de estaleiros;” Prof. Cid Teixeira - Palestra proferida: *A chegada e a construção de Salvador*.

Fonte:www.cidteixeira.com.br. Captado em 26/02/2006.

Também Edson Carneiro no livro: *A Fundação de Salvador, a primeira capital do Brasil, de 1549* num “adendo” ele se refere a Salvador como cidade concebida em Portugal, planificada e racional, comparando-a a uma verdadeira Brasília do século XVI.

Como parte do plano, Tomé de Souza escolheu um ponto estratégico, protegido, de acesso difícil, acima de uma parede rochosa de uns sessenta metros de altura, de onde era possível avistar a baía e a chegada de navios e construir portões, muralhas e barricadas pelo outro lado para proteção das flechas dos índios, contando também com charcos formados com o depois chamado Rio das Tripas e mais além o Dique do Tororó.

Iniciou a construção da capital entre as atuais Praças Castro Alves e Municipal e Rua Chile. Foram construídos prédios públicos nessa parte alta, os estaleiros na parte baixa. Os equipamentos de defesa e a cidade prosperaram inclusive além dos seus dois portões iniciais. Esse crescimento e importância no contexto da América do Sul continuaram acontecendo até 1763, quando a Capital foi transferida para o Rio de Janeiro, após 214 anos como Capital da Colônia. Por volta de 1600 tinha a configuração mostrada na Figura 19.



Figura 19 - Planta de Salvador por volta de 1600 e abaixo (Brasil) 1626.  
 Fonte: [www.capurromrc.it/mappe/!39salvador.html](http://www.capurromrc.it/mappe/!39salvador.html). Captado em 28/02/2006.

O objetivo de defesa e construção militar foi seguido. Assim no século XVII, já tinha 14 fortificações na Baía de Todos os Santos e Salvador foi a cidade mais protegida dos séculos XVII e XVIII. Para tal vários engenheiros de fortificação e estrategistas foram contratados como o marechal Vauban, um famoso estrategista militar francês, cujo seguidor, o especialista em arquitetura militar, brigadeiro Jean Massé chegou a Salvador em 1715, foi contratado para elaborar um Plano de Fortificação da Capital do Brasil. Uns dos motivos foram os Holandeses que invadiram em 1624 e, por onze meses, tiveram o domínio de Salvador. Em 1638 uma nova tentativa de invasão holandesa comandada por Maurício de Nassau, foi rechaçada.

A preocupação com a segurança corria nas construções militares, na formação de mão de obra especializada e na infra-estrutura do porto de Salvador que estava se tornando a cada dia mais movimentado e mais importante, e era preciso auxiliar as embarcações que chegavam à baía. No final do século XVII o Forte de Santo Antônio da Barra foi reformado e se tornou o primeiro do continente americano com farol, que desde então passou a ser conhecido como o Farol da Barra, monumento de referência da cidade.



Em “O papel dos arquitectos e engenheiros-militares na transmissão das formas urbanas portuguesas”, Margarida Valla faz um estudo sobre a mão de obra especializada de então:

“A necessidade de um sistema administrativo que supervisionasse estas obras de fortificação e de urbanismo levou à criação de cargos preenchidos por técnicos que mais tarde, já no século XVII, se denominavam "engenheiros-militares". Estes técnicos tinham uma acção alargada de intervenção que poderia abranger projectos de arquitectura civil e religiosa ficando a seu cargo todas obras públicas nos locais onde eram nomeados. O cargo de Engenheiro-mor era de grande importância que tinha por função a direcção de todas as obras gerais de fortificação de todo o território, ... em 1603 Luis Frias de Mesquita engenheiro-mor do Brasil. Este cargo no topo da hierarquia militar, estava directamente relacionado com o Rei, que nomeava os engenheiros para diversos cargo.... Os engenheiros-militares eram militares que poderiam ter o título de "engenheiros"... A partir do final do século XVI tornou-se uma necessidade a formação de técnicos em escolas mais especializadas nos métodos de fortificação. No início, o ensino dedicava-se mais à **cosmografia** e em 1570 Pedro Nunes, cosmógrafo-mor, dava aulas de matemática. Algumas das cadeiras relacionadas com a **cosmografia** e com a **cartografia**, como a matemática e a geometria...

Dado a necessidade de construção de fortalezas e sistemas de fortificação adequados às novas tecnologias, várias escolas foram criadas no Brasil. **Em 1696 existia a aula da Baía chamada "Escola de Artilharia e Arquitectura Militar"...**

Nicolau de Abreu de Carvalho foi nomeado por Azevedo Fortes, então engenheiro-mor do Reino, para ensinar a arte militar na Baía em 1723. Outros engenheiros-militares como acção importante no Brasil foram destacados para o ensino, como José Fernandes Alpoim e José António Caldas, o primeiro ligado à escola do Rio de Janeiro e o segundo à da Baía..

...entre 1700 e 1725 , são 25 engenheiros-militares que servem o Brasil que corresponde à abertura das aulas militares.”(Grifo nosso) Comunicação apresentada no IV Congresso Luso-Afro-Brasileiro, Rio de Janeiro, 1996.

<http://urban.iscte.pt/Revista/numero1/margarida.htm>. Captado em 28/12/2005

O engenheiro Jean Massé, produziu a carta “Planta da Cidade do Salvador”, onde ele retrata os fortes, projeta o plano de defesa e construção de outros fortes como o da Soledade que não chegou a ser construído. O extremo norte ficou guarnecido na parte alta pelas baterias dos Fortes de Santo Antônio (Além do Carmo) e N. S. do Carmo (Barbalho).

Na figura 20 mostra-se a Salvador de 1764, com relação de suas igrejas, sede do governo, casa de audiência, praças, caserna e demais elementos urbanos numa legenda ao lado da parte gráfica

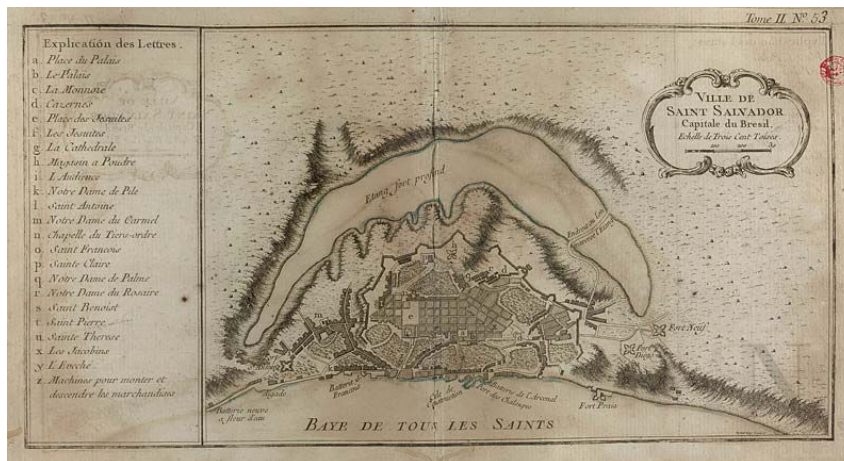


Figura 20 - Planta urbana de Salvador em 1764.

Fonte: [http://purl.pt/103/1/catalogo-digital/registo/078/078\\_ca61v\\_53.jpg](http://purl.pt/103/1/catalogo-digital/registo/078/078_ca61v_53.jpg)

O Sargento-Mor Engenheiro, Lente da Aula Militar José Antônio Caldas, produziu projetos de vários fortes, vistas de Salvador e planta da cidade (Figura 21). Observa-se que os engenheiros dessa época tinham uma atuação de levantamento local, sítio a sítio.

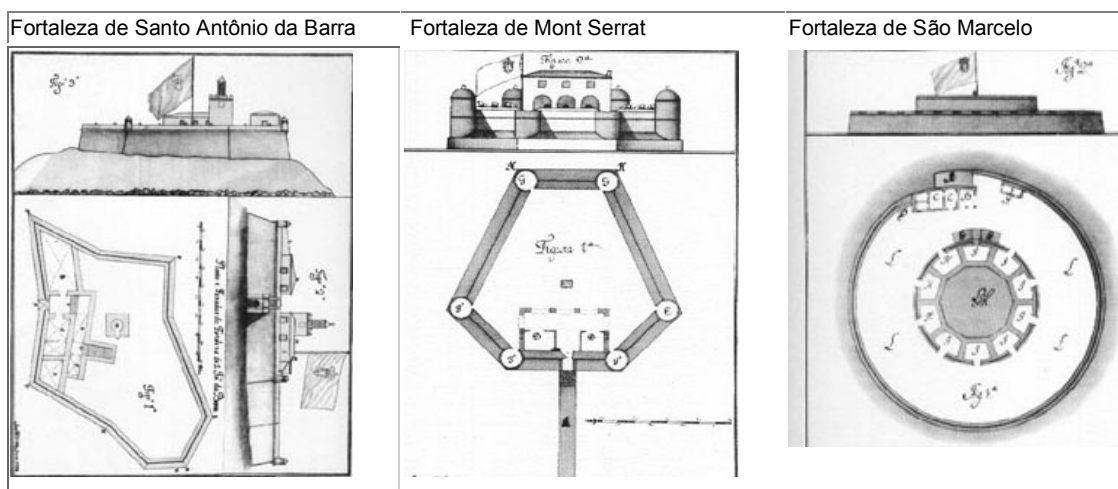


Figura 21 – Três fortalezas de Salvador séc. XVIII. Plantas feitas entre 1756 e 1759.

Fonte: [www.dochis.arq.br/html/num/num8.htm](http://www.dochis.arq.br/html/num/num8.htm). Captado em 28/02/2006.

No Brasil a preocupação em realizar o cadastro de territórios urbanos e rurais não ocorreu ao mesmo tempo e com a mesma determinação que aconteceu na Europa, a exemplo do Cadastro do Ducado de Milão no Século XVIII e no Cadastro Napoleônico no Século XIX. Apenas a área rural foi tratada no Império, quando D. Pedro II assinou a Lei nº. 601, de 18 de setembro de

1850, a chamada Lei de Terras, regulamentada pelo Decreto nº. 1318, de 30 de janeiro de 1854. Nela foi criada a Repartição Geral das Terras Públicas, que organizou um Regulamento Especial, indicando procedimentos de medição e organização das plantas individuais de parcelas territoriais e sua amarração ao mapa geral do distrito, conforme descrito no Capítulo II, artigos 12 ao 16 do referido Decreto:

“Art. 12. As medições serão feitas por territórios, que regularmente formarão quadrados de seis mil braças de lado, subdivididos em lotes, ou quadrados de quinhentos braças de lado, conforme a regra indicada no art. 14. da Lei n. 601, de 18 de setembro de 1850, e segundo o modo prático prescrito no Regulamento Especial, que for organizado pela Repartição Geral das Terras Públicas.

Art. 13. Os Agrimensores trabalharão regularmente por contrato, que farão com o Inspetor de cada distrito e no qual se fixará o seu vencimento por braça de medição, compreendidas todas as despesas com picadores, homens de corda, demarcação, etc. O preço máximo de cada braça de medição será estabelecido no Regulamento Especial.

Art. 14. O Inspetor é o responsável pela exatidão das medições; o trabalho dos Agrimensores lhes será portanto submetido; **o sendo por ele aprovado, procederá a formação dos mapas de cada um dos territórios medidos.**

Art. 15. Destes mapas fará extrair três cópias, uma para a Repartição Geral das Terras Públicas, outra para o Delegado da Província respectiva e outra que deve permanecer em seu poder: **formando afinal um mapa geral do seu distrito.** (Grifo nosso).

Art. 16. Estes mapas serão acompanhados de memoriais, contendo as notas descritivas do terreno medido e todas as outras indicações, que deverão ser feitas em conformidade do Regulamento Especial das medições.”(Decreto nº1318, de 30 de janeiro de 1854.)

Após a transferência da capital para o Rio de Janeiro, segundo os historiadores, Salvador teve no primeiro momento uma estagnação e as obras de infra-estrutura urbana passaram a ter mais prioridade do que a defesa. Acontecem importantes implantações na estrutura da cidade. E volta a crescer a população ao longo do século XIX de 45 mil para 180 mil habitantes, aproximadamente, (sendo 129.000 no censo de 1872, 174.412 em 1890 e 205.813 em 1900). Segue resumo de elementos dessa infra-estrutura, principalmente os sistemas de abastecimento de água, de iluminação pública, viário e transportes urbanos, que demandavam técnicos e conhecimento especializado para a sua implantação e manutenção, além de provocar mudança nas feições urbanas, educação e qualidade de vida. Esses sistemas atualmente são levantados e estudados em especialidades como: logística, cadastros de redes, cadastros multifinalitários, etc...

“As ampliações do porto com sucessivos aterros (1806); Licença para a implantação de indústrias (1810); a fundação da Praça do Comércio (1811); a inauguração do 1º trecho da linha férrea (1860); o serviço regular de

transportes urbanos; gôndolas (1862); bonde de burro (1866); o bonde a vapor (1869); o bonde elétrico (1897); a inauguração do Parafuso da Conceição, do atual Elevador Lacerda (1873), do Plano Inclinado Gonçalves (1874) e do Elevador do Taboão (1895); o sistema de abastecimento de água através dos chafarizes da Companhia do Queimado (1853-1857); o sistema de iluminação pública com lampiões (1829), o gasômetro da Calçada para iluminação pública a gás carbônico (1862), a iluminação elétrica (1885), o serviço de telegrama da Western Telegraph Company (1871), o serviço telefônico em Salvador (1883), a construção da ladeira da Montanha (1881), da rua da Vala e da atual Baixa dos Sapateiros (1851); a construção dos cemitérios (1836-1851); a criação dos asilos, orfanatos, hospícios e hospitais; a criação do Liceu Provincial da Bahia - atual Colégio da Bahia (1836), e do Imperial Liceu de (1872); a fundação da Academia de Belas Artes (1877), da Faculdade de Direito da Bahia (1891), **da Escola Politécnica da Bahia (1897)**, da Empresa de Navegação Bahiana (1836); a criação da Faculdade de Medicina da Bahia (1832); o aterro do Campo Grande (1851-1856); inauguração do Passeio Público (1812); inauguração do Monumento ao Dois de Julho (1895)”  
 Fonte: [www.achetudoeregiao.com.br/BA/Historia\\_de\\_salvador\\_bahia.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/BA/Historia_de_salvador_bahia.htm).  
 Captado em 28/02/2006.

Nas últimas décadas do século XIX a Baía de Todos os Santos já era bem conhecida, inclusive as suas feições geométricas e sua representação cartográfica apresentavam as ilhas e coroas e inclusive cotas batimétricas. O mapa do Brasil já revela bem o avanço para o interior (Figura 22).

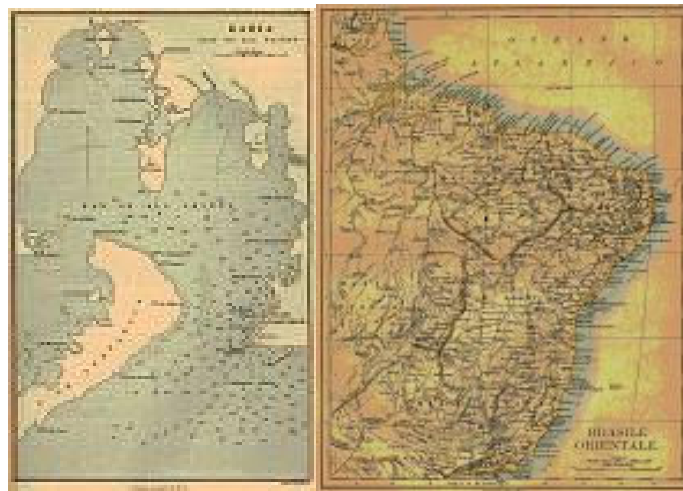


Figura 22 – Baía de Todos os Santos - 1882 e Brasil de 1899.

Fontes: [http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/bahia\\_bay\\_1882.jpg](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/bahia_bay_1882.jpg)  
[http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/brasile\\_1899.jpg](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/brasile_1899.jpg). Captado em 23/02/2006.

## 2.4 ASPECTOS HISTÓRICOS DO CADASTRO URBANO EM SALVADOR

Em Salvador, a partir de 1906 foram executados novos aterros da área da Cidade Baixa levando o crescimento para a área norte da cidade, época em

que ocorre também mais uma etapa de modernização do Porto de Salvador, que foi Inaugurado em 1914. Em 1912 na Cidade Alta começa a construção da Avenida Sete de Setembro no sentido para o sul até o bairro da Barra. Aconteciam obras pontuais que não se integravam em um plano geral de crescimento da cidade. Por essa época, segundo a atual Seplam - Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente, eram aprovados loteamentos sem contrapartida de obras de infra-estrutura correspondente, gerando problemas que se refletem até nossos dias. Entre 1932 e 1950 foram aprovados cerca de 40 loteamentos de vulto espalhados por diversas áreas da cidade, com um total aproximado de 30.100 lotes, ocupando área de 540 ha

#### 2.4.1 Salvador “Semana do Urbanismo” de 1935

Em 1935 aconteceu em Salvador a “Semana do Urbanismo”, um seminário idealizado pela Comissão Organizadora do Plano da Cidade, criada pelo Governo do Estado e pela Prefeitura Municipal, e tinha como objetivo: "Criar na Bahia uma consciência urbanística, sem a qual não seria possível uma expansão racional e metódica de nossa capital e mostrar ao povo da Bahia o caminho a seguir a fim de torná-la uma cidade modelo". (SEPLAM, 2005).

Foram realizadas palestras versando sobre: Segurança Pública e Incêndio, Saneamento das Cidades, monumentos, museus, arquivos e Belas Artes, uma cidade errada e uma cidade certa, tráfego urbano, sugestões para o Plano Diretor da Cidade. Um dos temas mais aprofundados durante a Semana do Urbanismo, dizia respeito à circulação urbana. (SEPLAM, 2006).

“Entre as conclusões da Semana do Urbanismo, destacam-se fundamentalmente as seguintes:

**1-Levantamento da Planta Cadastral do município, considerada de máxima importância para a elaboração do plano;**

2-Criação do Departamento de Urbanismo, que seria incumbido de realizar os estudos solicitados e executar os projetos recomendados pela Comissão do Plano;

3-Classificação de Salvador como Monumento Nacional, com direito a mesma subvenção que Ouro Preto, cidade que gozava deste privilégio, já recebia;

4-Estabelecimento dos nomes primitivos das ruas;

5-Organização da Sociedade distrital de melhoramentos.” (grifo nosso).

Fonte: [www.seplam.pms.ba.gov.br](http://www.seplam.pms.ba.gov.br). Captado em 10/12/2005.

Não é surpresa que o item número 1 das conclusões da “Semana do Urbanismo” seja a necessidade do levantamento da Planta Cadastral do município. Isso por que:

- a) A Bahia não tinha uma consciência e tradição cadastral e urbanística;
- b) As dezenas de loteamentos aprovados não eram georreferenciados a uma Planta Geral do Município ou a uma Base Cartográfica;
- c) As obras realizadas pontualmente, idem;
- d) A necessidade de desenvolver um Plano Diretor e todas suas implicações exigia uma planta cadastral, etc.

#### 2.4.2 Criação do EPUCS e PLANDURB

No governo do Prefeito Dr. Durval Neves da Rocha, na década de 1940, foi constituída pela primeira vez, uma comissão designada para estudar os problemas da cidade, com participação de vários organismos da sociedade. A comissão subsistiu durante cinco meses, mas seu trabalho teve grande repercussão, culminando com a contratação de um plano para a cidade – EPUCS, de acordo com o Decreto nº. 90 de outubro de 1942.

EPUCS foi o Escritório de Planejamento Urbano da Cidade do Salvador, criado na década de 40 do século XX, com a perspectiva de elaborar o plano da cidade. Em Abril de 1943 implanta-se o Escritório do Plano Urbanístico da Cidade do Salvador, entidade privada coordenado pelo Geógrafo e Urbanista baiano Mário Leal Ferreira (1895-1947) na Praça Cairu. Sua proposta de trabalho incluía:

- a) Preparação de planta cadastral;
- b) Realização de trabalhos de investigação histórica dos fatores responsáveis pela fisionomia da cidade;
- c) Composição de um corpo de doutrinas e preparação de projetos específicos. (OCEPLAN, 1976).

Conforme será visto adiante, segundo Carneiro et al (2000), em meados da década de 1960, uma empresa privada de prestação de serviços de engenharia e aerofotogrametria, começou a introduzir no Brasil a tecnologia de execução do Cadastro Técnico Urbano, adotando a metodologia fotogramétrica no cadastramento de campo. Essa empresa executou esse tipo de Cadastro

Técnico em cerca de 40 cidades brasileiras. Com tanta demanda, usando uma tecnologia desconhecida e com sede no Rio de Janeiro, Salvador não recebeu as peças técnicas e plantas que necessitava no prazo adequado, fato este comentado:

“De acordo com o que estabelecia o contrato, o Plano deveria ser entregue a prefeitura em 1946, o que não foi possível enfatizado em várias exposições de motivos do contratado. **Entre muitos fatos alegados, a não execução da Planta Cadastral da Cidade.** Antes da assinatura do aditivo ao contrato anterior, de janeiro de 1947, em 11 de março de 1947, deu-se o falecimento do professor Mário Leal Ferreira (grifo nosso). [www.seplam.pms.ba.gov.br](http://www.seplam.pms.ba.gov.br). Captado em 10/12/2005.

“Uma das queixas de Mário Leal Ferreira contra a Prefeitura, apresentada como justificativa nas solicitações de adiamento dos prazos, **era o não cumprimento do compromisso da Prefeitura em elaborar a Planta Cadastral da Cidade. A questão do cadastro e, de modo mais amplo, do estabelecimento de um sistema de informações permanentemente atualizado, é uma questão até hoje não resolvida, que prejudicou o EPUCS, o PLANDURB, o EUST e outras experiências de planejamento urbano em Salvador.**” (grifo nosso). Planejamento Urbano em Salvador. Paulo de Arruda Penteadado Filho.

Em Março de 1948 foi criado o CPUCS – Comissão do Planejamento Urbanístico da Cidade do Salvador para terminar os trabalhos de Mário Leal. Somente a partir de 1975 é que surge a idéia de criar um novo planejamento para a cidade com a elaboração do PLANDURB – Plano de Desenvolvimento Urbano da Cidade do Salvador e do EUST – Estudo de Uso do Solo e Transportes da Região Metropolitana de Salvador.

Em 1976 se dá o início do funcionamento efetivo da equipe, vinculada ao OCEPLAN – Órgão Central de Planejamento da Prefeitura do Salvador. O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador, elaborado na segunda metade da década de 70 será oficializado em meados da década seguinte. (Penteadado, 1991). Para dar apoio cartográfico a essa nova demanda foi criada a CONDER - Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador pela Lei Delegada nº. 8 de 9 de julho de 1974. Ver item 2.6.2 A Cartografia na Legislação do estado da Bahia.

## 2.5 SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO (SGB)

Um tópico importante quando se fala em cadastro ordenado, é a precisão das medidas dos limites das parcelas e dos objetos territoriais e ainda o georreferenciamento dos mesmos incluindo o relatório com a metodologia,

datum, zona e incerteza posicional. A sustentação do cadastro se dá através da implantação de uma rede de referência constituída de pontos “amarrados” ao Sistema Geodésico Brasileiro.

O SGB – Sistema Geodésico Brasileiro consiste num conjunto de pontos geodésicos descritores da superfície física da Terra, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país, com vistas às finalidades de sua utilização, que vão desde o atendimento a projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos levantamentos do horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da Terra.

De modo prático, os pontos materializados no terreno têm sua posição definidas por normas rígidas e, servem tanto ao cadastro, como também de referência precisa a diversos estudos de viabilidade e projetos de engenharia tais como: construção de estradas, túneis, pontes, gasodutos, barragens; assim como para georreferenciamento de imóveis rurais (Lei nº.10267/2001), mapeamentos diversos, geofísica, pesquisas científicas, etc.

Até 2006, o SGB como rede de 1ª ordem dos pontos da RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo, possuía 24 estações espalhadas pelo país (Figura 23). A expansão da Rede está sendo implementada, em 2007 terminou com mais de 30 Estações e devendo terminar 2008 com mais de 40. As estações da RBMC são equipadas com aparelho receptor GPS de dupla frequência (L1/L2), por isso é chamada de rede ativa, com alcance superior a 300 km. Os dados registrados nestas estações, depois de tratados, são disponibilizados gratuitamente na Internet no site do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)).

A rede passiva é outro serviço disponibilizado no mesmo site, com registro dos dados referentes às Redes Estaduais GPS (Figura 24), compostas por marcos monumentalizados e homologados pelo IBGE como resultado de diversos convênios. Podem ser usadas para amarração de poligonais, servirem de vértice de triangulação e trilateração, bem como, ocupadas por um aparelho receptor GPS do próprio usuário para georreferenciamento de estudos, projetos, obras, etc.



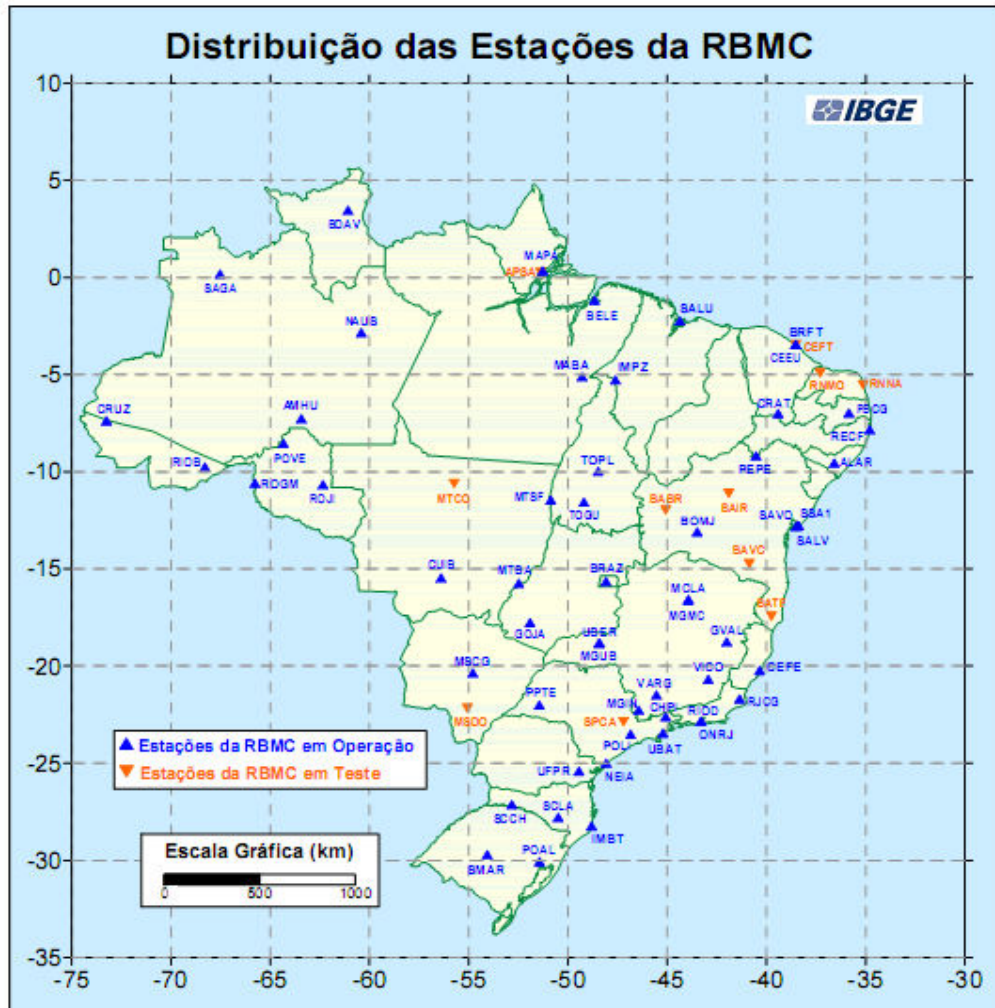


Figura 23 – Rede de 1ª ordem dos pontos da RBMC. (Fonte: IBGE, 2008)



dos três primeiros satélites e em setembro de 1994 o sistema GPS entra em pleno funcionamento. A Figura 24 mostra o modelo de distribuição dos satélites do sistema GPS. Monico (2000) lançou o livro intitulado Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS, Editora UNESP. (Ver item 2.7.3 Métodos de Medição Cadastral). Uma literatura mais atualizada sobre o assunto pode ser encontrada na internet em sites de institutos, universidades, fabricantes, anais de congressos, etc.

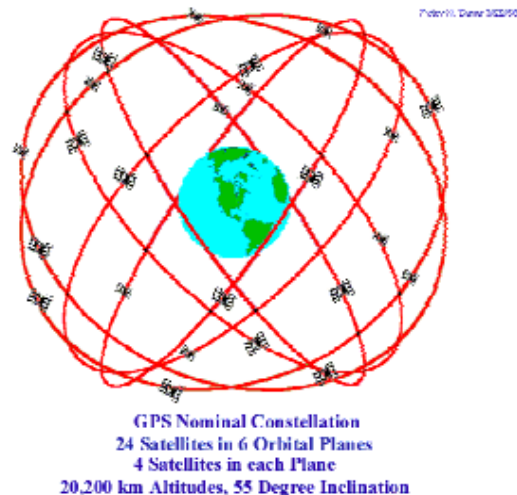


Figura 25 – Modelo de distribuição dos satélites do sistema GPS.

Fonte: <http://mtc-m16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1916/2005/11.16.12.40/doc/publicacao.pdf>  
 Captado em 06/12/2006.

O sistema GPS adota o sistema de referência global, denominado “World Geodetic System de 1984” (WGS-84).

O Sistema Geodésico Brasileiro integra o “South American Datum” – 1969 (SAD-69), que adota o elipsóide Internacional de 1967. Este é aceito e recomendado pela Assembléia Geral da Associação Geodésica Internacional (Lucerne – Suíça – 1967), onde o Brasil se fez representar.

Um tema corrente entre os usuários dos diversos sistemas é mudança do referencial geodésico no Brasil, que passará a ser geocêntrico e não mais topocêntrico como o atual (SAD-69). O novo sistema, denominado SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – começou a ser projetado desde a década de 1990, sendo essa sigla (SIRGAS) para a América do Sul, no seu desenvolvimento cresceu sua abrangência para as Américas.

Sua implantação no Brasil é conduzida pelo IBGE. Nos primeiros anos de implantação do SIRGAS, desde 25/02/2005, ocorrerá um período de

transição, com o uso dos dois sistemas, topocêntrico e geocêntrico. O DATUM SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) já está sendo usado nas monografias dos Marcos do IBGE simultaneamente com o SAD-69, e esse procedimento de adaptação será feito gradativamente até 2015.

A competência do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) quanto aos levantamentos geodésicos é determinada na Lei nº. 243, de 28 de fevereiro de 1967. As Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos foram publicadas na Resolução PR nº. 22, de 21 de julho de 1983. O Decreto nº. 89817, de 20 de junho de 1984 – Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional devem ser consultadas quanto aos padrões de exatidão. Em 2005 o IBGE publicou mudanças nas normas:

“...por meio do Decreto Nº 5334/2005, assinado em 06/01/2005 e publicado em 07/01/2005 no Diário Oficial da União, foi dada nova redação ao artigo 21 do Decreto Nº 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Pelo mesmo ato foi revogado o artigo 22 do referido decreto. Com a nova redação, fica definido que os referenciais planimétrico e altimétrico para Cartografia Brasileira são aqueles que definem o Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, conforme estabelecido pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em suas especificações e normas. Dessa forma, foi assinada em 25/02/2005 a Resolução do Presidente do IBGE Nº 1/2005 que estabelece o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), como novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional(SCN)...”

Fonte: [www.ibge.gov.br/home/geociencias/noticia\\_sirgas.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/noticia_sirgas.shtm).

Captado em 10/10/2005.

## 2.6 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO CARTOGRÁFICA BRASILEIRA

A necessidade e importância dos sistemas cartográficos e cadastrais no desenvolvimento de uma sociedade podem ser avaliadas pela abordagem do tema na legislação. Nos países mais desenvolvidos essa legislação já está consolidada e é continuamente aperfeiçoada. Nos países em desenvolvimento a exemplo do Brasil, essa legislação encontra-se ora incompleta, ora omissa, ora não aplicada.

Para melhor entender essa dinâmica no Brasil, segue um breve resumo histórico de iniciativas relacionadas com a política cartográfica e a coordenação da Cartografia nacional, atualmente sob responsabilidade da CONCAR –

Comissão Nacional de Cartografia, órgão colegiado do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Fonte: IBGE, 2006 - captado em 16/02/2006 em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

- 1502** - Primeira representação cartográfica do território brasileiro (Planisfério de Cantino).
- 1519** - Primeira representação cartográfica do território brasileiro de forma integrada (Carta Atlântica do Atlas Miller).
- 1544** - Primeira representação cartográfica com o rio Amazonas (Planisfério de Caboto).
- 1830** - Primeiros trabalhos de Cartografia Náutica, realizados por iniciativa de entusiastas brasileiros
- 1873** - Primeira tentativa de dotar o país de documentos cartográficos terrestres confiáveis, com a Comissão da Carta Geral do Império (extinta em 1874).
- 1875** - A Carta do Império resultante do trabalho da Comissão da Carta Geral do Império é apresentada na exposição internacional de Filadélfia, nos Estados Unidos.
- 1876** - Institucionalizada a repartição Hidrográfica do Ministério da Marinha, atual Diretoria Hidrográfica de Navegação (DHN).
- 1877** - Iniciados, pelo Rio Grande do Sul, os trabalhos da Carta Itinerária, com austríacos contratados pelo imperador Pedro II, que tiveram pouca direção
- 1890** - É criado a Serviço Geográfico, anexo ao Observatório Astronômico do Rio de Janeiro, para a execução de trabalhos geodésicos e geográficos, que teve pouca duração.
- 1903** - A Comissão da Carta Geral do Brasil instala-se em Porto Alegre RS, para dar início ao projeto "A Carta do Brasil", apresentado em 1900 pela 3ª Seção do Estado Maior do Exército, como o primeiro projeto de caráter sistemático para a Cartografia terrestre
- 1917** - A Serviço Geográfico Militar é progressivamente organizado na Fortaleza de Conceição, no Rio de Janeiro.
- 1920** - A Missão Cartográfica Austríaca contratada pra organizar o Serviço Geográfico do Exército chega ao Brasil, trazendo as técnicas fotogramétricas, de desenho cartográfico e de impressão off-set
- 1932** - É feita a fusão do Serviço Geográfico Militar, sediado no Rio de Janeiro, e a Comissão da Carta Geral do Brasil, sediada em Porto Alegre, constituindo o novo Serviço Geográfico do Exército
- 1936** - Instalado o Instituto Nacional de Estatística, que fora criado em 1934, dando início ao processo de fusão das atividades estatísticas e cartográficas no país, pois o sucesso dos levantamentos estatísticos dependia da existência de documentos cartográficos confiáveis.
- 1937** - Surge o Sindicato Condor, embrião do grupo empresarial brasileiro ligado à atividade cartográfica
- 1938** - O Instituto Nacional de Estatística e o Conselho Nacional de Geografia são incorporados ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com os nomes de Conselho Nacional de Geografia e Conselho Nacional de Estatística.
- 1942** - Primeiro levantamento aerofotogramétrico (Trimetrogon) realizado no Brasil, pela Força Aérea dos Estados Unidos (USAF), entre 1942 e 1943, utilizado pelo IBGE (então CNG) para mapeamento, por compilação, na escala 1:1.000.000.
- 1946** - Estabelecimento de Normas para Uniformização da Cartografia Brasileira (Decreto-Lei 9.210).
- 1962** - Publicação da primeira edição completa do álbum da Carta Internacional ao Milionésimo - CIM (46 folhas na escala 1:1.000.000 que recobrem totalmente o país).
- 1967** - Estabelecimento das diretrizes e bases da Cartografia brasileira pelo Decreto-Lei 243 de 28 de fevereiro de 1967. Criada a Comissão de Cartografia (COCAR).

- 1974** - Presidente da República determina estudos para conclusão do mapeamento topográfico do Brasil no mais curto prazo possível
- 1978** - Criação do Plano de Dinamização da Cartografia - PDC/78, para intensificar o mapeamento sistemático brasileiro, visando a cobertura plena do território na escala de 1:250.000 e o incremento da cobertura na escala 1:100.000 (nas regiões Centro-Oeste e Nordeste e em parte das regiões Sudeste e Norte), na escala 1:50.000 (nas regiões Sul e parte do Sudeste e Nordeste) e na escala 1:25.000 (em capitais estaduais).
- 1984** - Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional (Decreto nº 89.817).
- 1990** - A reforma administrativa executada pelo governo federal desativou a COCAR e, conseqüentemente, as interações no âmbito do Sistema Cartográfico Nacional. Início da absorção de novas tecnologias na produção cartográfica nacional por parte dos órgãos integrantes do SCN
- 1992** - IBGE elabora normas para levantamento GPS e implanta a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC).
- 1994** - Reativação da Comissão Nacional de Cartografia, pelo Decreto s/nº de 21 de junho de 1994, no Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO), desta vez denominada CONCAR.
- 1999** - Com a extinção do Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO), ao qual a CONCAR achava-se vinculada, a comissão foi conseqüentemente desativada.
- 2000** - Reativação da CONCAR, no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, pelo Decreto s/nº de 10 de maio de 2000 e pelo Decreto 4.781 de 16 de julho de 2003.
- 2001** - Retomada dos trabalhos da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) com a elaboração de Plano Cartográfico, integrando os planos do IBGE e DSG
- 2003/2004** – Reativação dos trabalhos da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR).
- 2005** - Elaborado o planejamento estratégico da CONCAR

### 2.6.1 A cartografia na Constituição Federal

A competência institucional para aprovar e disciplinar padrões e métodos se faz necessária e conforme a Constituição da República Federativa do Brasil:

‘Art.21 Compete à União:

XV - Organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e **cartografia** de âmbito nacional;

Art.22 Compete privativamente à União legislar sobre:

XVIII - Sistema estatístico, **sistema cartográfico** e de geologia nacionais;

“(Constituição da República Federativa do Brasil, art. 21 e 22).

Para cumprir essa competência o Governo Federal promoveu a reativação da CONCAR, no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, pelo Decreto s/nº de 10 de maio de 2000 e pelo Decreto nº. 4.781 de 16 de julho de 2003. Em 2001 ocorreu a retomada dos trabalhos da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) com a elaboração do Plano Cartográfico, integrando os planos do IBGE e DSG (Diretoria de Serviço Geográfico). Esta comissão criada pela primeira vez em 1967 com a finalidade de promover o

estabelecimento das diretrizes e bases da Cartografia brasileira pelo Decreto-Lei nº. 243 de 28 de fevereiro de 1967 era denominada de Comissão de Cartografia (COCAR). Na reforma administrativa executada pelo governo federal em 1990, a COCAR foi desativada e, conseqüentemente, as interações no âmbito do Sistema Cartográfico Nacional.(IBGE,2005).

Em 2003 e 2004 a CONCAR tratou da reativação dos seus trabalhos e em 2005 elaborou o seu Planejamento Estratégico (Missão, Visão, Objetivos Estratégicos), a seguir descritos:

“MISSÃO:

Coordenar e orientar a elaboração e a implementação da Política Cartográfica Nacional e a manutenção do Sistema Cartográfico Nacional, com vistas à ordenação da aquisição, produção e disseminação de informações geoespaciais para a sociedade brasileira.

VISÃO:

CONCAR, entidade reconhecida pela sociedade e capaz de assegurar um Sistema Cartográfico Nacional de excelência que garanta a atualidade e integridade da Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

1. Garantir a permanente aplicação e atualização da legislação cartográfica e das especificações e normas de produção, fiscalização e disseminação cartográfica, nas escalas cadastral, topográfica e geográfica.
  2. Promover a articulação entre entidades, públicas e privadas, que produzam e/ou utilizem, efetiva ou potencialmente, dados e informações geoespaciais.
  3. Elaborar e acompanhar a execução do Plano Cartográfico Nacional.
  4. Promover a formulação e a articulação de uma política cartográfica como suporte à condução do processo de planejamento e gestão territorial com apoio nos diversos fóruns do Governo Federal.
  5. Promover a cultura do uso da cartografia como instrumento de inserção e referência territorial da sociedade.
  6. Buscar fontes de recursos financeiros, de forma coordenada, que garantam os investimentos necessários para execução do plano e programas da Política Cartográfica Nacional.”
- (IBGE, 2005).

Verifica-se ser necessária a união de diretrizes básicas e normas técnicas quanto à padronização de procedimentos para a execução de cadastros urbanos. A CONCAR pode ser o fórum referencial para o desenvolvimento e validação das metodologias necessárias ao referenciamento espacial da ação pública. Quanto à qualidade dos produtos e serviços, a CONCAR é o fórum de apoio à regulamentação e à atualização da legislação da Cartografia nacional, bem como pode promover a integração dos serviços e produtos cartográficos e cadastrais nos níveis federal, estadual e municipal. (IBGE, 2005).

## 2.6.2 A Cartografia na Legislação do estado da Bahia

No estado da Bahia a articulação institucional da SEI/BA (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia), autarquia vinculada à Secretaria do Planejamento (SEPLAN) do Estado da Bahia que realiza coleta, análise e divulgação de informações socioeconômicas e ambientais do Estado, permitiu a digitalização das 227 cartas topográficas do mapeamento sistemático na escala 1/100.000 que cobrem o território baiano. Essas cartas estão disponibilizadas em arquivos vetoriais (formatos DGN e DWG) sem atualização, portanto seus dados se referem à data em que foram levantados e confeccionados em meio analógico.

Em convênio com o IBGE foi executado o mapeamento do vazio cartográfico num total de oito cartas disponibilizadas desde o final de 2007. Também com a CONDER a implantação da Rede Estadual GPS. A figura 23-B, item 2.5, mostra a distribuição dessas redes já implantadas em vários estados. Encontra-se em projeto a atualização dessa Base Cartográfica na escala 1/100.000. (SEI, 2005).

A atualização de uma base cartográfica envolve atualmente mais aspectos que a simples caracterização geométrica plana, como se estivesse usando o recurso computacional como uma “prancheta eletrônica” e seus dados fossem estanques. Cordovez,(2004) refere-se justamente aos dados e atividades necessários para obter um “Modelo Digital Urbano” que inclui, e vai muito além, do tradicional mapa ou base cartográfica. Baseado na experiência da Prefeitura Municipal de Aracaju-Sergipe, ele cita:

Mapear uma cidade não é apenas criar um mapa ou base cartográfica, mas associar nessa base a realidade física e sócio-econômica do município.

O alto investimento na obtenção de uma base cartográfica digital só se justifica se ela for imediata e intensivamente explorada e se for garantida sua atualização permanente no futuro.

A solução adotada para elaboração ou atualização da base cartográfica deve considerar o grau de precisão requerido, a disponibilidade de recursos ou fontes de financiamento e as possibilidades de manutenção e atualização dessa base.

Deve se tentar georreferenciar o maior número de informações de interesse da administração municipal e do cidadão descartando-se, porém, aquelas que apresentarem pouca confiabilidade e as que não possam ser atualizadas.

Sugere-se contratar com terceiros a obtenção da base cartográfica digital e a preparação inicial dos dados para seu uso em SIG. Sua atualização deve ser permanente e, preferencialmente, feita diretamente pelo Município.

As soluções de software adotadas para atualizar a base cartográfica, para manter os bancos de dados e para o SIG municipal, devem ser robustas, porém



simples; não podem se tornar obstáculos para a massificação do uso das informações municipais. Sofisticação pode significar elitização.

Os dados, incluindo a base cartográfica, são muito mais importantes que o software ou o hardware no contexto de um SIG municipal.”

Anais do II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto em Aracaju/SE, 10 a 12 de novembro de 2004.

Dessa experiência e conclusões pode-se refletir agora sobre as necessidades e orientações da base cartográfica de Salvador e Região Metropolitana. Ações segundo a CONDER nos últimos anos:

“No sentido de reduzir os impactos gerados pela obrigatoriedade do Decreto 7.870, a CONDER está executando o plano de densificação das RRCM, que consiste em:

- Plano com entidades públicas e privadas para implantação do apoio básico para restituição aerofotogramétrica dos vôos realizados a partir de 1998;
- Incorporação dos marcos geodésicos implantados através do Programa Bases Cartográficas Municipais - CAR/CONDER-PRODUR;
- Integração a outras redes de marcos geodésicos existentes no município;
- Implantação da 11ª Estação de Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo-RBMC (Parceria CONDER/IBGE).

Fonte: CONDER (Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia, 2005).

RRCM é a Rede de Referência Cartográfica Municipal e as suas normas são regidas pela NBR14166/98. Na Bahia, a legislação estadual preconiza que a RRCM é a referência para todos os trabalhos de cartografia, geodésia e topografia para fins de estudo, projetos, implementação e acompanhamento de obras e empreendimentos realizados por órgãos ou entidades da Administração Pública Estadual, em consonância ao art. 4º do Decreto nº 7.870/2000, do Estado da Bahia.

A SEPLAN tem como competência coordenar e promover a produção, análise e divulgação de informações estatísticas, geográficas, cartográficas, demográficas e gerenciais do Estado. Por outro lado a SEI produz informações cartográficas temáticas, estudos, análises e pesquisas sistemáticas de recursos naturais e ambientais, coordena as atividades da Comissão Estadual de Cartografia (CECAR), e disponibiliza a Base Cartográfica do estado da Bahia. (SEI /SEPLAN, 2005).

A Comissão Estadual de Cartografia (CECAR) criada pelo Decreto nº. 5922 de 30/11/1996 e reestruturado pelo Decreto nº. 8292 de 14/08/2002, com a finalidade de coordenar os trabalhos cartográficos no Estado, foi revogado pelo Decreto nº. 9620 de 01/11/2005. A CECAR passa então a ser um órgão colegiado da SEPLAN com a seguinte composição:

- “1. Diretor Geral da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, que a coordenará;
  2. 01 (um) representante da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH;
  3. 01 (um) representante da Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária - SEAGRI;
  4. 01 (um) representante da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - CONDER;
  5. 01 (um) representante da Superintendência de Recursos Hídricos - SRH;
  6. 01 (um) representante do Departamento de Infra-Estrutura de Transportes da Bahia - DERBA;
  7. 01 (um) representante da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM;
  8. 01 (um) representante das instituições estaduais de ensino superior;
  9. 01 (um) representante da Universidade Federal da Bahia;
  10. 01 (um) representante do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE;
  11. 01 (um) representante da Sociedade Brasileira de Cartografia;
  12. 01 (um) representante da Prefeitura Municipal do Salvador;
  13. 01 (um) representante da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia - SEI.”
- (Governo do Estado da Bahia, 2005)

A Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador (CONDER) também vinculada a SEPLAN e foi criada pela Lei Delegada nº. 8, de 9 de julho de 1974, modificada pela Lei nº. 7.435, de 30 de dezembro de 1998, passando a denominar-se Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER). O Conselho de Desenvolvimento do Recôncavo, entidade criada em 1967 é de onde surge a nomenclatura CONDER e foi quem promoveu um estudo que delimitou em 1970 a "área metropolitana de Salvador".

Em 1976 a CONDER iniciou o Sistema Cartográfico da Região Metropolitana de Salvador - SICAR/RMS -, tendo por objetivo suprir as demandas regionais por cartografia em grandes escalas (1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 e 1:25.000). Através do Decreto Lei nº. 7870 de 08/11/2000 o SICAR/RMS passa a ser implantado e gerenciado pela CONDER. Outro item importante para referenciamento de cadastro de **“as built”** (como construído) é a Rede de Marcos Geodésicos do Sistema de Referência Cartográfica da Região Metropolitana de Salvador – SRC/RMS faz parte desse sistema e tem função específica:

**“O SRC/RMS” referência oficial e obrigatória para todos os trabalhos de cartografia, geodésia e topografia, e para fins de estudos, projetos de implantação e acompanhamentos de obras e empreendimentos na Região Metropolitana de Salvador, realizados por órgãos ou entidades da Administração Pública Estadual, bem assim por instituições privadas, quando o andamento ou os resultados destes trabalhos devam ser acompanhados, verificados, licenciados ou aprovados por órgãos ou**

**entidades estaduais** (artigo 4º) Decreto Lei nº. 7870 de 08/11/2000.(grifo nosso). (CONDER/INFORMS, 2005).

A CONDER tem por finalidade promover, coordenar e executar a política estadual de desenvolvimento urbano, metropolitano e habitacional do Estado da Bahia e desenvolve o Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia – INFORMS com atuação na Região Metropolitana de Salvador - RMS e nas áreas urbanas dos demais municípios baianos.

“Seus principais objetivos são:

- Estruturar e manter um conjunto mínimo de dados geográficos básicos, de uso compartilhado por todos os agentes públicos e privados com atuação no Estado da Bahia;
  - Promover juntamente com as administrações municipais, a unificação da referência de endereçamento de imóveis, com base no Sistema de Numeração Métrica Linear, a consolidação das RRCM – Redes de Referência Cadastral Municipais e a estruturação dos Sistemas Municipais de Informações Geográficas;
  - Desenvolver projetos conjuntos com os diversos agentes que atuam no Estado da Bahia, através dos programas de Incubadoras de Projetos de Geoprocessamento e de Capacitação Continuada em Geotecnologias.”
- (CONDER/INFORMS, 2005).

O esforço para coordenar, promover a produção, análise, integração e divulgação de informações geográficas e cartográficas é uma preocupação que não está restrita aos órgãos dos três níveis de governo. Sempre é bom lembrar a participação do meio acadêmico e cidadãos entre os diversos agentes.

Pereira e Rocha (2004) fazem reflexões acerca de Infra-estruturas de Dados Espaciais (IDE), um tipo específico de organização em rede, que facilita a disponibilidade e acesso a dados e apontam alguns tópicos para que essa iniciativa venha a ser implementada com sucesso:

“Apesar do reconhecimento dos evidentes benefícios da constituição da IDE em diferentes níveis da administração pública, é preciso percorrer um longo caminho para alcançar-se um grau de organização que permita minimamente a sua existência. O espírito “departamentalista” deve ser superado; o patrocínio de altas esferas de governo há de ser conquistado; claras diretrizes políticas de acesso e difusão da informação geográfica têm de ser estabelecidas, e um modelo de financiamento deve ser desenhado. Também ações para a capacitação técnica e gerencial das equipes devem ser executadas com base nas carências existentes; modelos de organização e de gestão da IDE devem incluir o setor público, o setor privado e a academia; estratégias de implementação da infra-estrutura devem ser eleitas. (PEREIRA e ROCHA,(2004).

Nesse artigo ainda é lembrado a criação de um comitê – o “COMGEO” - Comitê Municipal de Geoprocessamento, que tem mandato para exercer o papel de coordenador em nível local, e a organização da REBATE – Rede Baiana de Tecnologias de Informação Espacial:

“...uma rede de cooperação tecnológica organizada em 2000 para articular o setor público (município e governo), setor privado (empresa de distribuição de energia elétrica) e academia (Universidade Federal da Bahia) – buscou conhecer a situação do geoprocessamento no estado da Bahia, favorecer o intercâmbio de informações e elevar a capacitação das organizações parceiras. Entre junho de 2000 e março de 2001, a REBATE levantou, através de projeto apoiado com recursos da FINEP e do CADCT (atual FAPESB), entre organizações sediadas no estado, informações sobre a formação do pessoal envolvido com o geoprocessamento, capacitação das equipes, parque instalado de *hardware* e *software* e políticas relativas ao uso e difusão de bases de dados espaciais por elas produzidas. A pesquisa mostrou a necessidade de o estado: estabelecer condições ambientais mais propícias à difusão e uso das geotecnologias entre instituições privadas e governamentais, através da organização de uma Infra-Estrutura de Dados Espaciais capaz de garantir a difusão e o acesso a essa informação. Em 2002, a REBATE atualizou a pesquisa, ampliando-a para recolher informações acerca de como os projetos de geoprocessamento vêm sendo especificados e geridos e em que bases se dá a encomenda e aceitação de serviços contratados a terceiros. O objetivo foi conhecer o grau de maturidade das organizações sediadas no estado da Bahia...” Fonte: [www.ufba.br/rebate](http://www.ufba.br/rebate). Captado em 26/02/2006.

### 2.6.3 Sistema Cartográfico e Cadastral do Município do Salvador

A área continental de Salvador mede 300Km<sup>2</sup> e foi mapeada em 1992, tendo como um dos produtos a sua representação planialtimétrica na escala 1/2000, com 269 folhas em formato padrão A1 analógico e também nos formatos digitais: ArcInfo (coverage/E00), ArcView (Shapefile), MaxiCAD (DXF;SEQ). Antes ocorreram levantamentos com representação apenas analógica e em outras escalas além da 1/2000 nos anos de 1980 e 1976. (Fonte: CONDER)

Outro produto disponibilizado pela CONDER são as monografias de marcos geodésicos, edição de 2001, contando com as seguintes quantidades:

Altimétrico Imbituba = 148 marcos;

Planimétrico SAD 69 =17 marcos e SAD 69/96 = 2 marcos;

Planialtimétrico SAD 69 / Imbituba = 44 marcos e SAD 69/96 / Imbituba = 19 marcos, essas monografias são disponibilizadas gratuitamente em formato analógico A4 e em .PDF para formato digital. (Fonte: CONDER).

Atualmente o SRC/RMS dispõe da seguinte rede de marcos geodésicos: 368 marcos planimétricos e 404 marcos altimétricos. O plano de densificação do SRC/RMS consiste em disponibilizar marcos geodésicos a uma distância máxima de 1.000m dos empreendimentos.

A FUNDACAO MARIO LEAL FERREIRA - FMLF (ANTIGO CENTRO DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL), produziu um CD chamado CD LOUOS – Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo (Lei nº 3.377/84), tendo como base cartográfica o mapeamento do município de Salvador realizado em 1992 pela CONDER. Esse CD informa aos usuários os parâmetros urbanísticos, legislação específica, gabaritos, usos permitidos e restrições e o sistema viário entre outros.

O Decreto Municipal Nº 16.781 de 15 de setembro de 2006 dispõe sobre a instituição do Sistema Cartográfico e Cadastral do Município do Salvador - SICAD O SICAD é constituído da Base de Dados Geográficos do Município, e subdivide-se em:

- “I – Sistema Cartográfico Municipal – SCM/PMS composto por:
  - a) Acervo Cartográfico do Município do Salvador, incluindo dados analógicos e digitais;
  - b) Rede de Referência Cadastral Municipal;
- II - Banco de dados geográficos de uso comum dos órgãos e entidades participantes e produtores de cadastros georreferenciados do Município do Salvador;
- III - Produtos gerados relativos aos incisos I e II em formato analógico e/ou digital a serem disponibilizados pelos diversos órgãos e entidades participantes;
- IV - Documentação técnica dos dados cartográficos e cadastrais inerentes à produção dos citados produtos;
- V – Dados e informações cartográficos e cadastrais que venham a ser produzidos pela Prefeitura ou disponibilizados por outras entidades através de convênios e contratos de cessão ou permissão de uso ou outros instrumentos legais.” (SALVADOR, 2006).

A Instrução Normativa nº 01/2007 do Sistema Cartográfico e Cadastral do Município do Salvador – SICAD, integrante do Sistema de Informações Municipais - SIM, expedido pela Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente-SEPLAM, coordenadora das atividades visando à padronização, manutenção, atualização e disponibilização versa sobre a instituição do Sistema Cartográfico, atribuindo responsabilidades e definindo procedimentos burocráticos e administrativos para atualização e manutenção da Base Cartográfica Digital do Município do Salvador.

Ao todo são quatro Secretarias do Governo Municipal e mais alguns órgãos e entidades das diversas esferas de governo que devem contribuir com material geográfico provenientes das suas atribuições específicas.

Nessa Instrução não consta especificações do ponto de vista da acurácia, técnicas de levantamento, normas da ABNT, profissionais habilitados

e da responsabilidade técnica das informações como os técnicos cadastrados no sistema CREA. Ela se refere a apresentação de Planta Técnica de projeto e de localização e de situação em meio digital referenciada à Rede de Referência Cadastral Municipal e a execução da Planta Técnica do projeto como construído (*as built*), referenciada à mesma Rede.

#### 2.6.4 Proposta de Diretrizes Nacionais para o Cadastro Territorial Multifinalitário do Ministério das Cidades

O CTM, definido pelo Ministério das Cidades é o inventário territorial oficial e sistemático de um Município e baseia-se no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca e se presta também a política fundiária urbana.

A política fundiária urbana é um dos importantes instrumentos que garantirá a qualidade de vida, cidadania e política social justa. Ela é descrita no Capítulo (Diretrizes Gerais), Art. 2º da Lei nº 10.257 / 2001 – Estatuto da Cidade.

“XIV - regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais.” (Brasil, 2001).

Área urbana é definida segundo a Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002, do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA,

“XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

- a) definição legal pelo poder público;
- b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana:
  1. malha viária com canalização de águas pluviais,
  2. rede de abastecimento de água;
  3. rede de esgoto;
  4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública ;
  5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
  6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e
- c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km<sup>2</sup>” (CONAMA, 2002)

O plano diretor municipal, uma exigência da Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001, dita Estatuto da Cidade, é obrigatório para as cidades brasileiras acima de vinte mil habitantes e visa ordenar o planejamento urbano. As diretrizes sobre o uso e ocupação do solo e a política fundiária urbana são

fundamentais na elaboração do plano diretor. Nesse sentido, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) revelará as áreas que mais se prestem para assentamento humano, observando aspectos como: topografia, geologia, restrições ambientais, jurídicas, legais, áreas de alagamentos, risco, entre outras.

A previsão das necessidades de cadastro e os bons resultados dessa ação feita no início desse estudo em 2005, que vão desde um cadastro planejado visando ser conseqüente, seus referenciais e caracterizações geodésicas, otimização no apoio ao planejamento, ordenamento e a gestão urbano-ambientais, atualização dinâmica, entre outros, começam a ser confirmada em ações como a da Prefeitura Municipal de Salvador no ano de 2007, com o Decreto Municipal Nº 16.781 e mais recentemente com a proposta de Resolução lançada à apreciação dos Representantes do Conselho das Cidades. Essa Resolução visa estabelecer diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário no Brasil.

Na exposição de motivos, ainda em caráter de minuta, o cadastro (CTM no Brasil) é citado como um importante instrumento de apoio as ações municipais, por meio da integração de informações territoriais, sociais, econômicas, jurídicas, ambientais e temas específicos como o direito urbanísticos, solo criado, direito de superfície, usucapião especial urbana, uso da terra urbana, justiça na tributação, regularização fundiária, parcelamento e especulação imobiliária.

A Minuta dessa Resolução propõe em nove capítulos a instituição de Diretrizes assim constituídas:

O Capítulo I – Das Disposições Gerais, define que o cadastro deve ser baseado no levantamento dos limites de cada parcela, com identificação única, e a define como a menor unidade do cadastro, sendo uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único;

No Capítulo II e III, o Cadastro fica constituído de plantas e memoriais descritivos, de arquivos, da Carta Cadastral que é definida como sendo a representação cartográfica do levantamento sistemático de todas as parcelas. Essas informações devem ser coordenadas e conectadas com o Registro de Imóveis. O levantamento deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB.

O Capítulo IV, dos Limites Territoriais, propõe que os vértices de cada parcela devem definir uma figura fechada e que esses limites sejam obtidos com precisão adequada e atributos específicos por meio de levantamento terrestre usando Topografia e Geodésia.

Nos demais Capítulos, a gestão e a atualização do cadastro são definidas como responsabilidade e competência municipal que deve promover também o acesso e integração com outros usuários atuais e potenciais. A avaliação de imóveis para fins fiscais e outros processos devem ser baseados no cadastro e esse deve ser atualizado a cada quatro anos e no máximo oito.

No âmbito municipal, várias atividades demandam o uso das informações do cadastro (CTM), entre estas estão: questões fiscais, os estudos para elaboração de planos diretores, uso e ocupação do solo, gestão ambiental, regularização fundiária, Agenda 21 local, dentre outras práticas territoriais (planejamento, ordenamento e gestão) que relacionem a sociedade ao seu território.

Território, do latim “territorium” significa pedaço de terra apropriado, sendo que esse pedaço de espaço terá características e especificidades; um grupo que o ocupará; limites; localização (posição espacial); denominação; além de um domínio jurídico e político que exercerá a organização e gerenciamento desta extensão de terra através das chamadas práticas territoriais: Planejamento, Ordenamento e Gestão (LAGE, 2005).

Planejamento pode ser definido como a projeção no espaço das políticas territoriais de uma sociedade. Projeção no espaço e Políticas Territoriais são aspectos do planejamento intimamente ligados aos produtos oriundos do Cadastro.

Ordenamento são ações para assegurar a sua manutenção e reprodução, ações essas que dão origem a criação dos equipamentos (redes de transportes, usinas, alojamentos, etc.). Nesse aspecto o cadastro pensado nos moldes dessa pesquisa satisfaz devido a necessidade de plantas em grandes escalas (1/1000, 1/500, etc.) para projetos preliminares e básicos

Gestão está associada à manutenção e recuperação dos equipamentos e à salvaguarda do patrimônio territorial (LAGE, 2005).

Definir gestão ambiental é pensar em multidisciplinaridade de agentes, idéias, técnicas, recursos ambientais, valores sócio-culturais, econômicos,



legislação, e como todos esses elementos interagem, se harmonizam e produzem o uso e exploração do meio sem exauri-lo e ainda podendo torná-lo permanente.

#### 2.6.5 Análise da Legislação Cartográfica para o Cadastro

A legislação consolida os instrumentos que formam um conjunto institucional, consultivo e normativo fundamental para deslançar uma consistente política executiva de cadastro urbano. No Brasil essa legislação carece de aperfeiçoamento, mas encontram-se respaldos legais para se implementar sistemas cartográficos e cadastrais a exemplo dos artigos 21 e 22 da Constituição da República Federativa do Brasil, as diretrizes básicas da CONCAR/IBGE, SEI/CONDER, o artigo 4º do Decreto Estadual Lei nº. 7870 de 08/11/2000 e o item “c” do objetivo da NBR 14166/1998: “Referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojetos, de projetos, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de urbanização, de levantamentos de obras como construídas(1) e de cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários”.

A atualização cadastral pode ser implementada de forma contínua através do acompanhamento das intervenções urbanas (levantamento de obra como construída ou “*as built*”) em conformidade ao acima exposto. Com isso cria-se uma nova cultura, a da organização, da integração, da articulação, com capacidade para dar respostas precisas e rápidas, como toda informação deve ser, para toda rede de usuários do sistema e produtores de informação espacial.

Os órgãos ou entidades da Administração Pública, nos três níveis de governos, devem recomendar como item obrigatório em seus editais a seguinte exigência: Os executores de obras no território urbano, para que possam receber o Certificado de Conclusão de Obra ou a Prefeitura Municipal expedir o “*habite-se*” em obras de domínio público e privado, devem exigir a planta na forma “como construída” ou “*as built*”.

Até que se tomem essas providências, recursos são gastos em levantamentos aerofotogramétricos e aquisição de imagens, mapeando as mesmas áreas que servem apenas como um elemento de informação estática,

sem que cada elemento gráfico tenha vida através da atribuição necessária para alimentar Banco de Dados ou em formatos que possam ser consultados e acessados por vários tipos de padrões e órgãos.

Os elementos gráficos quando expresso em coordenadas e representado por linhas, polilinhas, regiões, pontos e textos são chamados de dados vetoriais e tem o uso, função e/ou precisão desses elementos bem como suas dimensões, melhor de serem atualizados e, utilizados, por toda gama de políticas públicas e também pela iniciativa privada e cidadãos, quando usando a Topografia e a Geodésia em levantamentos terrestres a partir dos vértices das parcelas.

Sobre a utilização do método de levantamento aerofotogramétrico Blachut (1979), faz a seguinte observação:

“Há duas atitudes básicas a respeito do uso da fotogrametria em levantamentos e cartografia urbanos. **Em cidades com um programa de levantamentos e cartografia urbanos integrados e organizados, o uso de fotogrametria está relegado a aplicações secundárias.** Realmente se a carta básica da cidade conta com um mapa cadastral muito preciso e detalhado, que se mantém continuamente atualizado pela estrutura operacional dos levantamentos cadastrais, não há necessidade de recorrer a fotogrametria exceto para aplicações especiais e projetos ou para proporcionar informação gráfica suplementar.” (Grifo nosso).

O cadastro físico territorial quando realizado de forma preciso e abrangente dispensa o método aerofotogramétrico e vai além da cartografia sistemática. Aliás, seria uma mudança de paradigma, já que a base sistemática passaria a ser um dos produtos do mesmo.

## 2.7 SISTEMA DE CADASTRO TERRITORIAL

A FIG – Federação Internacional de Geômetras, para a definição do “Cadastro do Futuro” (Cadastre 2014 – A Vision for a Future Cadastral System; Kaufmann, J., Steudler, D.1998) elaborou estudo de 1994 a 1998, com um grupo de trabalho composto de quarenta membros de vinte seis países. O objetivo desse estudo foi levantar questões para análise de tendências, custos, privatização e comparações entre sistemas cadastrais no mundo.

Nesse estudo, a FIG recomenda a presença de aspectos econômicos, físicos/geométricos, jurídicos, fiscais, e multifinalitários como elementos de um cadastro e tem como definição para o Cadastro 2014: “É um inventário público,

metodicamente ordenado, de dados concernentes a todos objetos territoriais legais de um determinado país ou distrito, baseado na mensuração dos seus limites”.

Objetos territoriais são porções de terras homogêneas e que contêm direitos legais e restrições. Já a parcela territorial é uma porção de terra com limites definidos em qual há um direito de domínio por uma pessoa física ou jurídica.

Baseados nesses conceitos é que, além de todo rigor às técnicas e legislação vigente, o cadastro atual deve conter informações que extrapolem a esfera física. Com esta preocupação vários organismos nacionais e internacionais também influenciam nas idéias e novos conceitos que envolvem o tema. No respaldo jurídico o Brasil tem na sociedade civil organizada um importante órgão nacional, o IRIB (Instituto de Registro Imobiliário do Brasil), [www.irib.org.br](http://www.irib.org.br). É extensa a relação de trabalhos e artigos publicados pelo IRIB

Essas questões são importantes para a compreensão do uso do solo sobre os vários aspectos de gestão do território, com respaldo cada vez maior em grupos nacionais e internacionais em relação ao meio ambiente e qualidade de vida. No campo mais técnico são desenvolvidas novas tecnologias, equipamentos, práticas e principalmente a multidisciplinaridade, onde a inovação nas ciências da Informação, da Geodésia, Física, Gravimetria, Geomática ou Geoinformática, Cartografia, Sistemas de Navegação e Sensoriamento Remoto, entre outras, com reflexos sobre as áreas do georreferenciamento e do geoprocessamento, estão exigindo novos métodos de coleta, uso e manutenção, além da definição de novos padrões e normas na produção, manutenção e atualização cartográfica e cadastral.

### 2.7.1 Rede de Referência Cadastral

Uma rede de referência cadastral consiste numa densificação da rede geodésica de 1ª ordem, ao nível municipal. Na maioria dos casos, estas redes são restritas às áreas urbanas, no entanto algumas cidades brasileiras implantaram a sua rede de referência cadastral e, outras estão em construção. Existe uma necessidade de consolidação, ampliação e manutenção dessas

redes. Na Bahia um dos principais objetivos da CONDER é a consolidação das RRCM – Redes de Referência Cadastral Municipais.

A ABNT através da NBR 14166 de agosto de 1998 – Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento, fixou condições exigíveis para a implantação e manutenção da Rede de Referência Cadastral Municipal e a define como:

“3.35 Rede de Referência Cadastral: Rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinem a projetos, cadastros ou implantação e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro - SGB) e a um mesmo sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e conseqüente incorporação de todos os trabalhos de topografia e cartografia na construção e manutenção da Planta Cadastral Municipal e Planta Geral do Município, sendo esta rede amarrada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB); fica garantida a posição dos pontos de representação e a correlação entre os vários sistemas de projeção ou representação. ...”(NBR 14166, 1998).

Complemento para o cadastros são os pontos topográficos que tem sua definição como:

“3.29 ponto topográfico: Ponto de coordenadas planimétricas ou planialtimétricas, implantado e materializado no terreno, determinado por poligonal topográfica, apoiada em pontos geodésicos, ou por poligonal secundária de densificação da malha de pontos topográficos, classificadas como II P ou IPRC conforme a NBR 13133.

Ela recomenda ainda cuidados para localização dos pontos topográficos:

“5.8 Os pontos topográficos devem estar localizados em sítios notáveis que facilitem a sua ocupação e utilização e que garantam a estabilidade a perenidade de sua materialização. A sua configuração deve ser tal que nas áreas urbanizadas nenhum ponto de esquina fique distante mais do que 400 m de pontos topográficos principais ou mais do que 250 m de pontos topográficos secundários; sua densidade deve ser de no mínimo quatro pontos por km<sup>2</sup>. ...”(NBR 14166, 1998).

Para demonstrar a precisão da implantação de uma rede de referência municipal, pode-se usar como exemplo a Rede de Referência Cadastral Municipal de Vitória, capital do estado do Espírito Santo. Desde 2001 a referida rede é constituída por 37 pares de marcos intervisíveis, posicionados em locais públicos e de fácil acesso, que distam entre si de  $\pm 200\text{m}$  até  $\pm 1000\text{m}$  e servem de base de apoio topográfico ao cadastro e fechamento de poligonais. A figura 26 mostra a referida rede, e a figura 27 mostra uma tabela com o resultado da 1ª medição em 2001 (Amorim, 2004). A RRCM de Vitória tem implantada uma Rede de Controle com 15 marcos, sendo a rede principal formada por 78 vértices.

Na tabela da Figura 27 é mostrado o resultado final da 1ª medição em 2001, da reocupação em 2004, pós-processamento e tratamento estatístico do material coletado e analisado, sendo de antemão confirmada a hipótese de suficiência quanto a precisão posicional dos ditos marcos, sua metodologia e qualidade nominal dos equipamentos e desempenho dos softwares.

Além das coordenadas (Este e Norte), a altura elipsódica também foi confrontada satisfatoriamente. Como dados secundários foram comparados os azimutes e as distâncias entre os marcos da base de apoio topográfico, embora alguns tenham pouca distância entre eles (< 200m ). Para efeito do azimute, o resultado foi bom.

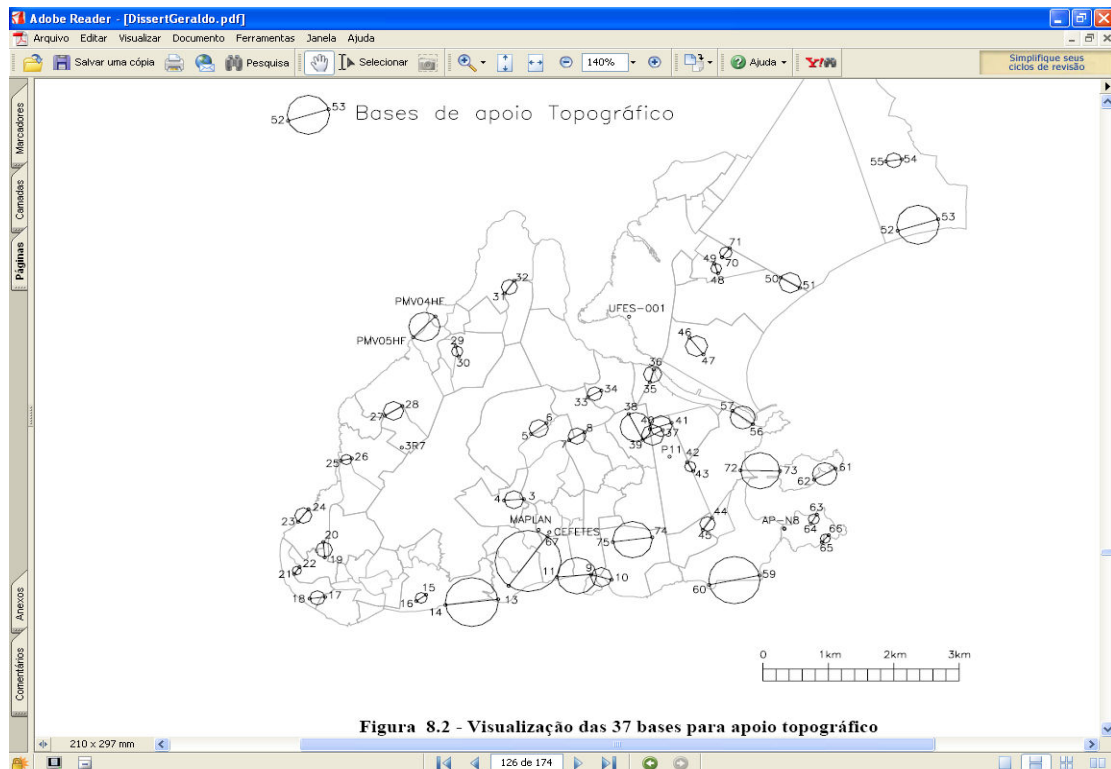


Figura 8.2 - Visualização das 37 bases para apoio topográfico

Figura 26 – Aspecto da Rede de Referência Cadastral de Vitória – ES

Adobe Reader - [DissertGeraldo.pdf]

Arquivo Editar Visualizar Documento Ferramentas Janela Ajuda

Salvar uma cópia Pesquisar Selecionar 200% Ajuda

Faça mais com o Adobe PDF

### Tabela 9.1 – Coordenadas da rede controle (ajustadas em 2004) e as coordenadas ajustadas em 2001 (SAD-69)

PONTO	COORDENADAS 2001			COORDENADAS 2004			DIFERENÇAS DE COORDENADAS		
	ESTE (m)	NORTE (m)	A. ELIPS.(m)	ESTE (m)	NORTE (m)	A. ELIPS.(m)	ESTE (m)	NORTE (m)	A. ELIPS.(m)
3R7	360 026.277	7 755 019.802	108.081	360026.277	7755019.802	108.079	0.000	0.000	-0.002
AP-N8	365 876.395	7 753 675.846	24.074	365876.395	7753675.846	24.069	0.000	0.000	-0.005
CEFETES	362 283.804	7 753 618.191	21.659	362283.815	7753618.197	21.658	0.011	0.006	0.000
P11	364 122.141	7 754 869.952	106.783	364122.141	7754869.952	106.783	0.000	0.000	0.000
PMV013	361 499.384	7 752 505.09	12.293	361499.389	7752505.089	12.293	0.005	-0.001	0.000
PMV017	358 852.687	7 752 543.122	1.556	358852.682	7752543.132	1.547	-0.005	0.010	-0.009
PMV024	358 598.913	7 753 997.535	1.021	358598.909	7753997.551	1.010	-0.004	0.016	-0.011
PMV032	361 742.039	7 757 783.931	3.438	361742.039	7757783.953	3.446	0.000	0.022	0.008
PMV034	363 078.201	7 755 965.246	27.522	363078.217	7755965.254	27.521	0.016	0.008	-0.001
PMV051	366 114.166	7 757 666.241	4.246	366114.183	7757666.256	4.245	0.017	0.015	-0.001
PMV053	368 231.226	7 758 805.069	3.369	368231.250	7758805.086	3.359	0.024	0.018	-0.010
PMV054	367 674.632	7 759 798.988	4.385	367674.653	7759799.000	4.366	0.021	0.012	-0.019
PMV05HF	360 200.292	7 756 844.243	1.958	360200.293	7756844.255	1.966	0.002	0.013	0.008
PMV071	365 039.708	7 758 327.77	2.574	365039.714	7758327.783	2.573	0.006	0.013	-0.001
UFES-001	363 502.474	7 757 189.512	25.803	363502.477	7757189.520	25.807	0.003	0.008	0.004

210 x 297 mm 144 de 174

Figura 27 – Lista comparativa dos 15 marcos da rede de controle.

Na cidade de Salvador, com área continental de 300km<sup>2</sup>, tem-se a disposição de 82 marcos planimétricos, referenciados ao Datum SAD69 e SAD69/96, distribuídos conforme a figura 28. Comparando-se a disposição dos marcos da figura 28 com aquela da figura 26, observa-se que eles não são dispostos intervisíveis aos pares, como no caso do município de Vitória, o que acarreta a necessidade de determinação de azimute verdadeiro. A distância entre marcos é irregular e em número insuficiente; por exemplo, Salvador tem um marco por cada 3.6km<sup>2</sup> enquanto Vitória tem um marco por cada 1.0km<sup>2</sup>

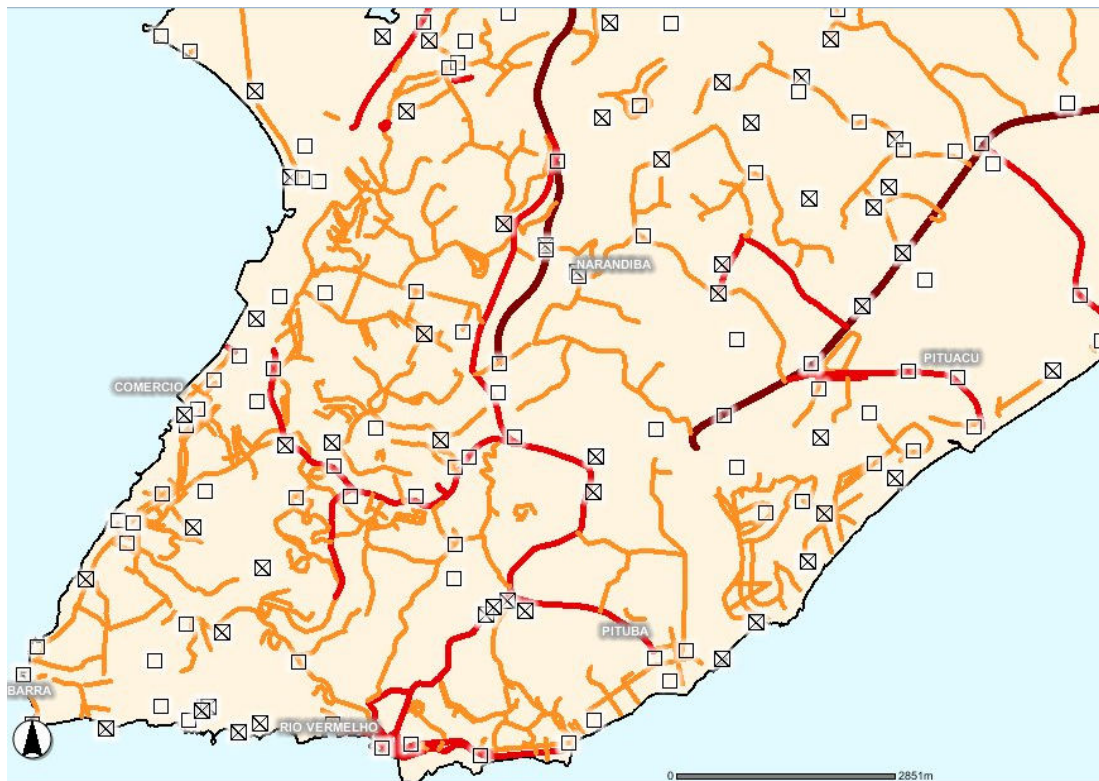


Figura 28 - Rede de Marcos do Sistema de Referência Cartográfica da Região Metropolitana de Salvador.

Fonte: Conder.

### 2.7.2 Levantamento Cadastral

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT fixou na Norma NBR 13133 de maio de 1994 - Execução de Levantamento Topográfico, as condições exigíveis para a execução de levantamento topográfico, destinado a obter conhecimento geral do terreno (relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento); informações sobre o terreno, destinadas a estudos preliminares de projeto, anteprojetos ou projetos básicos e projetos executivos.

O conjunto de critérios associados à correta escolha dos equipamentos, métodos de medição, coleta de dados em campo e manuseio dos dados é que definirão uma melhor precisão ou não dos dados obtidos. Em vários países a precisão posicional na determinação dos limites de parcelas territoriais é determinada de acordo com o desenvolvimento da região e valor do imóvel, assim imóveis urbanos perseguem uma precisão melhor. O Quadro 1

apresenta exemplos de tolerância posicional obtidas de fontes diversas por BRANDÃO (2003).

Quadro 1 – Exemplos de tolerância posicional do levantamento cadastral.  
Fonte: Brandão (2003).

PAÍS	TOLERÂNCIA POSICIONAL		
Canadá (algumas províncias)	Áreas de grande exploração e alto preço	6,0 cm	Exatidão posicional
	Áreas de média exploração	10,0 cm	
	Áreas agrícolas	16,0 cm	
	Áreas de montanhas, pastos e florestas	40,0 cm	
Estados Unidos - 1997	Áreas urbanas	20 mm + 50ppm	Precisão posicional relativa
	Áreas suburbanas	40 mm + 100ppm	
	Áreas rurais	80 mm + 200ppm	
	Áreas de pântanos e montanhas	200 mm + 200ppm	
Estados Unidos - 1999	Para todo o país	20,0 mm + 50ppm	
Holanda	Áreas rurais	40√2 cm (56,6 cm)	Precisão posicional absoluta
	Áreas urbanas	20√2 cm (28,3 cm)	
	Áreas urbanas especiais com medições de campo	6√2 cm (8,5 cm)	
Israel	Projeto de cadastro para todo o país	5 cm	Exatidão posicional
Suíça	Áreas urbanas	3,00 cm	Exatidão posicional
	Áreas suburbanas	9,00 cm	
	Áreas rurais	30 a 60 cm	

Blachut (1979) também tece considerações sobre precisão no levantamento de pontos físicos ou detalhes, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Incerteza posicional na identificação de pontos  
Fonte: Blachut (1979)

"Tipo de ponto	Erro de identificação em posição
Arestas definidas de edifícios	± 1 a ± 2 cm
Limites marcados com monumentos de concreto	± 1 cm
Meio fio	± 1 a ± 2 cm
Cercas permanentes	± 2 cm
Faróis ou outros postes	± 5 cm
Cercas de madeira	± 5 cm
Limites sinalizados com postes de madeira	± 5 cm
Árvores	± 5 cm a ± 7 cm
Arestas de terraplanagens (ou diques)	± 10 cm a ± 15 cm
Monte separador	± 15 cm a ± 20 cm
Limites de cultivo	± 20 cm a ± 50 cm"



O cadastro rural georreferenciado em obediência à Lei nº 10267 de 2001, tem como referência o SGB - Sistema Geodésico Brasileiro. O Decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002 regulamenta esta Lei, e no artigo 7º diz: “Os critérios técnicos para implementação, gerenciamento e alimentação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais - CNIR foram fixados em um ato normativo conjunto do INCRA e da Secretaria da Receita Federal”. A Instrução Especial INCRA/Número 02 de 08 de fevereiro de 2002, define a precisão posicional de 50 cm, ou melhor. As especificações técnicas para a medição cadastral no âmbito da Lei 10267/2001 foram aprovadas em 2003.

Além da precisão posicional de 50 cm a lei trouxe também a necessidade de cadastrar profissionais do sistema CONFEA/CREA junto ao INCRA para fins específicos desta Lei. Segundo o site oficial do INCRA, até o final de 2007 o Brasil credenciou 4602 profissionais em Cadastro para executarem georreferenciamento de imóveis rurais em acordo com a Lei 10.267/2001. Esse credenciamento deve ultrapassar a marca dos 5000 mil profissionais até o final do ano de 2008. A Bahia teve um maior crescimento em termos proporcionais passando de 169 para 215, um aumento de 27,2% enquanto a média nacional foi de 8,6% e São Paulo apenas 4,0%. Segue a distribuição de profissionais credenciados pelas diversas unidades da Federação - ACRE 14, ALAGOAS 12, AMAZONAS 18, AMAPA 15, BAHIA 215, CEARÁ 35, DISTRITO FEDERAL 93, ESPIRITO SANTO 85, GOIAS 415, MARANHÃO 46, MINAS GERAIS 608, MATO GROSSO DO SUL 200, MATO GROSSO 379, PARÁ 181, PARAIBA 14, PERNAMBUCO 55, PIAUI 72, PARANA 392, RIO DE JANEIRO 71, RIO GRANDE DO NORTE 17, RONDÔNIA 37, RORAIMA 40, RIO GRANDE DO SUL 380, SANTA CATARINA 217, SERGIPE 11, SÃO PAULO 1240, TOCANTINS 136, totalizando 4998 profissionais (Fonte:www.incra.gov.br. captado em 28/10/2008).

A precisão posicional dos serviços de medição cadastral a ser obedecida por esses profissionais credenciados foi discutido por Brandão (2003), que mostrou como se chegou a definição de 50 cm, tendo como base uma exigência do Código Civil Brasileiro de 1916 – Lei 3.071, de 01/01/1916 (BRASIL, 1916). Esse dispositivo foi mantido no Novo Código Civil - Lei 10.406,

de 10/01/2002 em vigor a partir de 10/01/2003, que estabeleceu (BRASIL, 2002):

“O erro máximo de um vigésimo ou de 5% na determinação da extensão ou área de um imóvel nos contratos de compra e venda foi inicialmente Art. 500. Se, na venda de um imóvel, se estipular o preço por medida de extensão, ou se determinar a respectiva área, e esta não corresponder, em qualquer dos casos, às dimensões dadas, o comprador terá o direito de exigir o complemento da área, e, não sendo isso possível, o de reclamar a resolução do contrato ou abatimento proporcional ao preço.”

Brandão (2003) propõe que as parcelas territoriais sejam determinadas com uma precisão posicional tal que não comprometa a tolerância pré-definida, mesmo quando for necessário desmembrar ou dividir as parcelas até o limite das dimensões mínimas exigidas pela legislação no caso. Para os imóveis rurais foi estudada uma expressão e no caso de imóveis urbanos outra.

“O valor da tolerância posicional foi então calculado pela expressão:

$$TP = \pm \frac{\varepsilon S \cdot S_{\min}}{2p}$$

onde,

TP é a tolerância posicional em metros;

$\varepsilon S$  é o erro máximo relativo permitido na área da parcela em valor percentual;

$S_{\min}$  é a área da parcela de dimensões mínimas em metros quadrados;

$2p$  é o perímetro correspondente à parcela de dimensões mínimas em metros.”

De acordo com o Quadro 1, verifica-se que as tolerâncias variam no espaço territorial devido a sua valorização econômica e tipo de uso e país. Brandão (2003) também concorda que devido à diversidade existente na ocupação do território brasileiro, em determinadas áreas pode-se exigir valor de tolerância posicional mais rigoroso, considerando o tamanho e forma geométrica das parcelas, o nível de exploração e potencial econômico, o valor da terra, etc., o tamanho da Fração Mínima de Parcelamento (FMP) segundo a Instrução Especial IE / INCRA 50 de 26/08/1997 ser de 3 ha nos municípios dos estados do Acre, Roraima e Amapá, e de 2ha nos municípios dos demais estados.

Brandão (2003) admitiu que o imóvel de dimensões mínimas possui forma geométrica regular (quadrado), não levando-se em conta a influência da configuração geométrica do imóvel. Assim aplicando a expressão

$$TP = \pm \frac{\varepsilon S \cdot S_{\min}}{2p}$$

E substituindo os valores encontrou:

“ $\varepsilon S = 5\%$  o erro máximo relativo permitido na área da parcela de acordo com o Código Civil Brasileiro.

$S_{\min} = 20.000 \text{ m}^2$  a área mínima de imóvel rural no Brasil permitida por Lei  
 $2p = 565,7\text{m}$  o perímetro correspondente ao imóvel de dimensões mínimas e forma geométrica regular (quadrado), resultando então,

$TP = \pm 1,77\text{m}$

Segundo a teoria dos erros, no processo de medição a precisão posicional resultante advinda do ajustamento deve ter uma qualidade de no mínimo 3x melhor que a tolerância especificada para garantir um nível de confiança de 99,7%. Então a precisão posicional do levantamento cadastral de parcelas territoriais em áreas rurais deve ser de  $\pm 0,59\text{m}$ , ou melhor.”

No caso da tolerância posicional das medições cadastrais em áreas urbanas a Lei 6.766 / 1979 (BRASIL, 1979), estabelece:

**“LEI Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**

Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências  
 CAPÍTULO II DOS REQUISITOS URBANÍSTICOS PARA LOTEAMENTO

Artigo 4º - Os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

II - Os lotes terão área mínima de  $125^2$  (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5m (cinco metros), salvo quando a legislação estadual ou municipal determinar maiores exigências ou quando o loteamento se destinar à urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;  
 “ (BRASIL.1979)

Considerando então um lote retangular (5m X 25m) atendendo as exigências legais, Brandão (2003) calculou o valor da tolerância posicional “TP” das medições cadastrais em área urbana pela mesma expressão já descrita e aqui repetida:

$$TP = \pm \frac{\varepsilon S \cdot S_{\min}}{2p}$$

E substituindo os valores encontrou:

$\varepsilon S = 5\%$  o erro máximo relativo permitido na área do imóvel de acordo com o Código Civil Brasileiro.

$S_{\min} = 125 \text{ m}^2$  a área mínima de imóvel rural no Brasil permitida por Lei  
 $2p = 60,00\text{m}$  o perímetro correspondente ao lote de dimensões mínimas (5m X 25m) com forma geométrica retangular resultando então,

$TP = \pm 0,10\text{m}$  como sendo o valor da tolerância posicional das coordenadas dos pontos que definem os limites de parcelas territoriais em áreas urbanas no Brasil.

Segundo a teoria dos erros, no processo de medição a precisão posicional resultante advinda do ajustamento deve ter uma qualidade de no mínimo 3x melhor que a tolerância especificada para garantir um nível de confiança de 99,7%. Então a precisão posicional do levantamento cadastral de parcelas territoriais em áreas urbanas deve ser de  $\pm 0,03\text{m}$ .

Para efeito de comparação com especificações de tolerâncias com o cadastro automatizado alemão, que segundo Blachut, 1979, se utiliza da seguinte fórmula empírica:

$$\Delta = (c + aD + b\sqrt{D}) \text{ cm}$$

na qual “c” representa o erro de identificação dos pontos extremos, “aD” representa o efeito dos erros sistemáticos nas medidas representa b√D representa erros acidentais sobre as medidas de distâncias. As distâncias “D” se formulam em metros, enquanto que os parâmetros “c”, “a” e “b” dependem da precisão requerida que é diferente para cada área de acordo com a densidade de sua ocupação. Aplicando tal fórmula para uma distância D = 20m, o limite do erro permissível de 3.3cm.

A seguir, segundo BLACHUT (1979), verifica-se no Quadro 3 e no gráfico da Figura 29, o efeito decorrente de vários fatores na medição da distância. Especificando: c=2, a=0.02, e b=0.2..

Quadro 3 – Efeitos de diversos fatores na medição de distâncias  
Fonte: Blachut (1979)

Erros(cm)	Distância(m)	Erro Id_c	Erro Sist_a*D	Erro Acid_b√D	$\Delta=(\text{Erro\_Id}+\text{Erro\_Sist}+b\sqrt{D})\text{cm}$
0,000	0,000	2,000	0,000	0,000	2,000
5,000	100,000	2,000	2,000	2,000	6,000
10,000	200,000	2,000	4,000	2,828	8,828
15,000	300,000	2,000	6,000	3,464	11,464
20,000	400,000	2,000	8,000	4,000	14,000
25,000	500,000	2,000	10,000	4,472	16,472

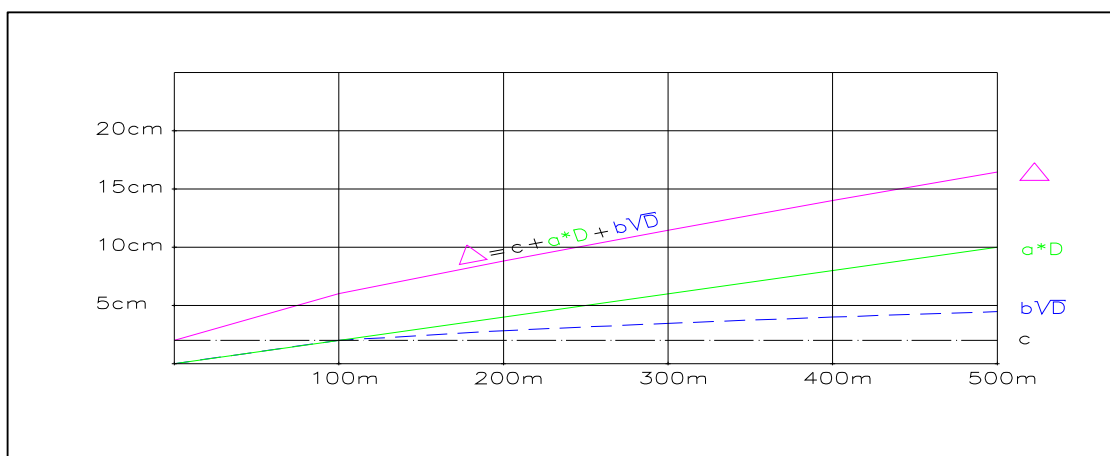


Figura 29 - Efeito de vários fatores na medição da distância

Em alguns estados da Alemanha se reconhecem as seguintes categorias, segundo BLACHUT, (1979). Menos estreitas que a primeira:

$$\Delta_1 = (2.5 + 0.01D + 0.4\sqrt{D}) \text{ cm}$$

$$\Delta_2 = (5 + 0.03D + 0.8\sqrt{D}) \text{ cm}$$

$$\Delta_3 = (5 + 0.05D + 1.2\sqrt{D}) \text{ cm}$$

Assim, para uma distância  $D=20\text{m}$ , tem-se as seguintes incertezas, respectivamente: 5cm, 9cm, e 11cm.

### 2.7.3 Métodos de Medição Cadastral

Na medição cadastral, para obter resultados com a precisão exigida faz-se necessário aliar os modernos equipamentos digitais com os métodos de levantamento já consagrados. Alguns conceitos sobre levantamentos e métodos:

A) Segundo a ABNT (1994), levantamentos topográficos são definidos em:

- “- Levantamento topográfico: Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumentos adequados à exatidão...
- Levantamento topográfico planimétrico (perimétrico): Levantamento dos limites e confrontações de uma propriedade, pela determinação do perímetro...
- Levantamento topográfico planialtimétrico: Levantamento topográfico planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno e da drenagem natural.” (ABNT, 1994).

B) Segundo o IBGE, os três principais métodos de levantamentos topográficos planimétricos para implantação de rede de referência geodésica são: triangulação, trilateração e poligonação.

- “- **Triangulação:** Obtenção de Figuras geométricas a partir de triângulos formados através da medição dos ângulos subtendidos por cada vértice. Os pontos de triangulação são denominados vértices de triangulação (VVTT). É o mais antigo e utilizado processo de levantamento planimétrico.
- **Trilateração:** Método semelhante à triangulação e, como aquele, baseia-se em propriedades geométricas a partir de triângulos superpostos, sendo que o levantamento será efetuado através da medição dos lados.
- **Poligonação:** É um encadeamento de distâncias e ângulos medidos entre pontos adjacentes formando linhas poligonais ou polígonos. Partindo de uma linha formada por dois pontos conhecidos, determinam-se novos pontos, até chegar a uma linha de pontos conhecidos.”

A figura 30 mostra o esquema para que se efetue medidas utilizadas em cada um dos métodos:

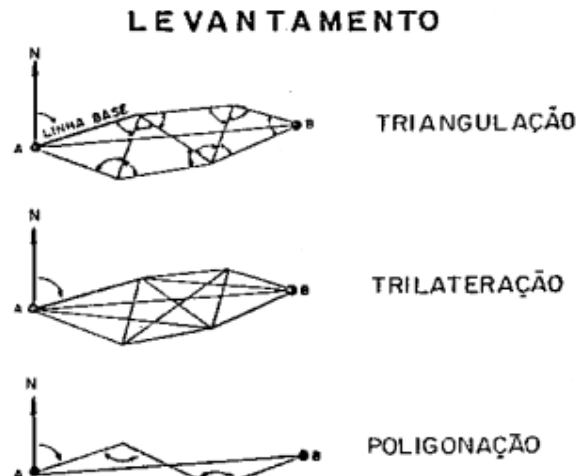


Figura 30 – Métodos de levantamentos topográficos planimétricos clássicos  
 "Fonte: IBGE – [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

A evolução dos medidores eletrônicos de distâncias (MED) tornou a aplicação do procedimento de Trilateração prático e economicamente viável, podendo, em determinadas circunstâncias, oferecer melhores resultados que a triangulação ou a poligonação. (IBGE, 2006).

C) O moderno método de posicionamento por rastreamento de satélite (usando o Sistema e equipamento GPS) tende a substituir esses métodos quando o objetivo é implantação de Rede de Referência Cadastral e densificação geodésica principalmente e em algumas áreas feições topográficas também.

Similares ao GPS existem em atividade o GLONASS (Global Navigation Satellite System) sistema russo. A China também iniciou seu próprio sistema. Em estudo está o Galileo da Comunidade Européia para entrar em operação nos próximos anos. É provável que esses sistemas operem de forma integrada e um mesmo equipamento possa rastrear e depois ser processado em um ou outro sistema a depender da escolha do usuário. Já existe no mercado equipamentos com 36 canais, o que se presta satisfatoriamente a tal propósito.

Nessa pesquisa alguns cuidados citados na literatura sobre rastreamento com GPS foram observados, principalmente o multicaminhamento, "multipath" em inglês, e a ambigüidade. Ver item 4.2

D) Segundo Blachut, 1979, os métodos de levantamento topográfico para fins cadastrais podem ser divididos em sete:

- 1-interseção de pontos usando distâncias somente,
- 2-método de extensão,
- 3-método ortogonal,
- 4-poligonação,
- 5-o método polar
- 6-interseção de pontos usando medições angulares somente,
- 7-situação de um ponto por radiações.

Nessa pesquisa são utilizados principalmente os métodos de: 1-interseção de pontos usando distâncias somente; 4-poligonação; e 5-o método polar, que serão mais bem vistos no item metodologia. Os métodos de: 2-método de extensão (alinhamento); 3-método ortogonal; e 5-o método polar, foram objeto de estudo de HASENACK, 2000, no trabalho intitulado: “Originais de Levantamento Topográfico cadastral – Possibilidade de sua utilização para a garantia dos limites geométricos dos bens imóveis.”.

Segundo HASENACK, 2000, no método de extensão (alinhamento); cria-se uma densa rede de sistemas lineares parciais e todas as medidas correspondem aos comprimentos tomados com relação às linhas definidas pela rede de levantamento. Este método é empregado principalmente em superfícies geométricas regulares. A figura 31 mostra o método de uma interseção de alinhamento.

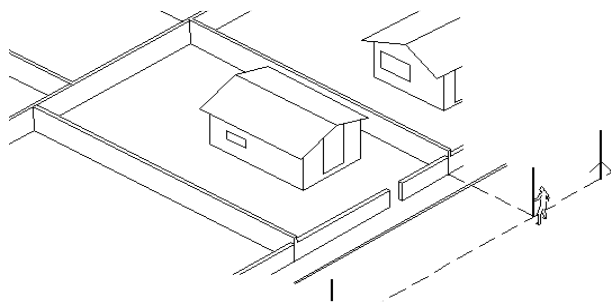


Figura 31: Interseção de alinhamentos em campo.  
Fonte: HASENACK, 2000.

O método ortogonal é semelhante ao de interseção. Não ocorre a interseção de alinhamentos, mas sim, abrange os pontos a serem levantados

por pequenos espaços retangulares em relação às linhas de referência de medição. Para se efetuar o enquadramento do ponto a ser medido com as linhas, empregam-se instrumentos munidos de prisma, chamados de esquadros de prisma ou de reflexão (JORDAN, 1961), apud HASENACK, 2000.

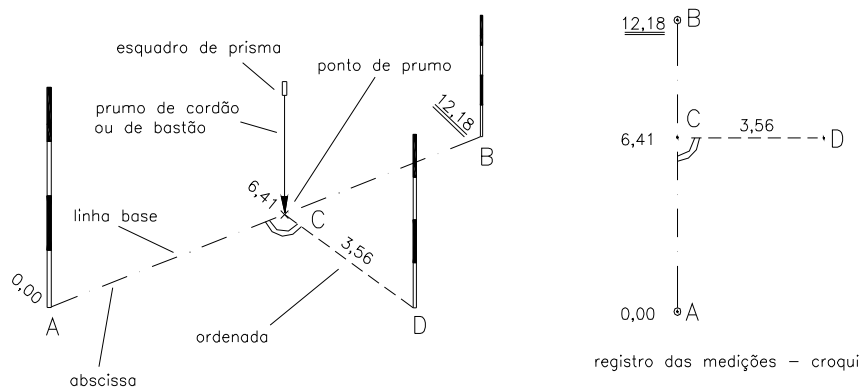


Figura 32: Detalhe dos elementos de um levantamento pelo método ortogonal.  
Fonte: HASENACK, 2000.

O método polar consiste na determinação da direção e da distância de cada novo ponto a partir de uma estação conhecida (pólo). Desta forma, conhecendo-se as coordenadas plano-retangulares da estação e tomando-se uma direção como referência, mede-se os vetores a cada ponto de interesse fazendo-se o registro das coordenadas polares. O método é mostrado na Figura 33, onde o ponto de levantamento “32” é a estação conhecida, “32-31” a direção de referência e, “14” e “16” os novos pontos medidos.

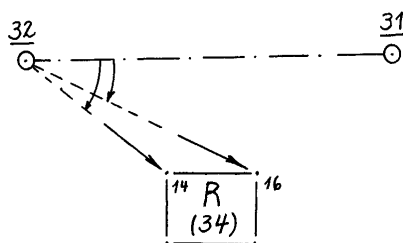


Figura 33: Método polar.  
Fonte: HASENACK, 2000.

Para que esses métodos sejam utilizados em campo cada qual faz uso de equipamentos e acessórios de medição próprios, como: Balizas, tripés, prismas, miras, trenas de aço ou fibra, dentre outros. Para obter uma precisão adequada faz-se necessário: experiência no manejo dos mesmos, cuidados na



anotação e principalmente verificar antes das medições a conservação e qualidade da calibragem dos mesmos.

Um dos itens mais utilizados são as trenas de aço. Estas têm inclusive a norma da ABNT 10.123/87 e Revisão em 2004 intitulada: “Instrumento de medição e controle – Trena de fita de aço – Requisitos” e tem como objetivo fixar as condições exigíveis para as trenas de fita de aço utilizadas para medições lineares na indústria e para uso geral, onde não se exige medições de grande exatidão. As são classificadas quanto ao grau de exatidão, como classe I e classe II. O erro máximo admissível de indicação das trenas para a classe I é: “ $\pm(0,1 + 0,1 \times l)$ ” e classe II é: “ $\pm(0,3 + 0,2 \times l)$ ”, onde “l” é o valor do comprimento, arredondado para cima e valor maior que de 0,01m, (ABNT, 2004).

As trenas de aço são recomendáveis para levantamentos urbanos. Para medidas mais precisas de distancia usam-se as trenas de invar. Segundo Blachut, 1979, o coeficiente térmico por 1º Celsius são: para madeira  $a=0.0000067$ , aço  $a=0.0000115$ , e invar  $a=0.0000016$ . Para a correção leva-se em conta a temperatura de referência e a anotada durante a medição. Outros itens que devem ser observados são: as catenárias no sentido horizontal e lateral, essa, provocada pela ação do vento; marcas imprecisas das medições parciais com agulha de aço ou lápis de cor; alargamento elástico da trena. Alguns desses efeitos podem ser reduzidos e medidos com o uso de acessórios como: tensores, dinamômetros, termômetros, eclímetros, equipamento de centragem e anemômetro.

### 3 METODOLOGIA

Os métodos e processos de medição cadastral, descritos e aplicados neste trabalho, são em sua maioria já consagrados e orientados pelas diversas normas e legislações competentes. As etapas aqui descritas seguem uma linha de ação onde propõe a conciliação e aperfeiçoamento dos métodos utilizando os equipamentos digitais os quais têm sido utilizados, até agora preponderantemente para efeito de cadastro físico-territorial urbano a partir da parcela.

As fases de coleta de dados em campo e processamento serão orientadas para uma maior quantidade de pontos físicos caracterizados e o cuidado com a qualidade posicional através de tratamento estatístico. Este critério é que dará mais valia a Rede de Referência Cadastral, a linha base de apoio e ao cadastro físico.

Concluídos os cálculos, a confecção das plantas e demais peças técnicas, serão analisados os produtos resultantes do estudo de campo na área de estudo 1 (urbana na capital) e na área de estudo 2 (urbana e rural no interior). Os processos de medição, arquivos brutos, posicionamento GPS, a atualização cadastral utilizando trena, trena digital a laser, as listas de programas computacionais, farão parte dessa ação.

As etapas desenvolvidas seguem a partir do item 3.1 junto com a atividade “Reconhecer e Inventariar”. As ações seguintes consistem em densificar, materializando pontos com precisão geodésica como está descrito nos itens 3.2 e 3.3. Esses pontos serão também poligonalizados e nivelados geometricamente. A locação da linha base e cadastro são executados após essa rede implantada.

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E ACERVO CARTOGRÁFICO

Duas áreas de estudo, no estado da Bahia, foram escolhidas para o desenvolvimento do projeto conforme mostram as figuras 34 e 35. No mapa do Brasil, é destacada na cor verde a Região Nordeste e o estado da Bahia, mostrada na Figura 35.



Figura 34 - Situação da Área de Estudo 1 em relação a Região Metropolitana de Salvador.  
Fonte CONDER



Figura 35 - Situação das Áreas de Estudo 1 (Capital) e 2 (Interior da Bahia).

Fonte IBGE:

[www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoas/elementos\\_representacao.html](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/elementos_representacao.html).  
Captado em 15/04/2005

Os requisitos para a escolha das áreas de estudo foram apresentados e discutidos na fase da pesquisa caracterizada pelo “Reconhecer e Inventariar”. De forma específica foram avaliadas as características de duas áreas, uma na capital do Estado, no município de Salvador-Bahia, e outra no interior. A escolha das áreas se deve às suas múltiplas características culturais, históricas e ambientais, bem como pela ocorrência de intervenções em seu território.

A área de estudo 1 está localizada na chamada Cidade Alta, como mostram as Figuras 26 a 40. Distante 3km (três quilômetros) ao Norte do Centro da cidade, na parte Ocidental da Cidade do Salvador voltada para a Baía de Todos os Santos, tendo como vizinhança principal os Bairros do Barbalho, Liberdade e Caixa D'Água. Parte da área está na Região Administrativa 01 (Nazaré/Barbalho) e parte na RA 04 (Cx. D'Água) e quanto à zona de Concentração ZR 03 e ZR13, respectivamente.

Na área de estudo 1 está ocorrendo uma importante intervenção realizada pela Prefeitura Municipal de Salvador no trecho Estrada da Rainha-Soledade-Largo do Queimadinho, mostrada na foto 36. Nesta área estão ocorrendo os seguintes fenômenos urbanos, com impactos principalmente na paisagem, no sistema viário (com a criação da Via Portuária/Via Expressa e acessos), na rede de drenagem (Vale do Queimadinho), com conseqüente indenização de aproximadamente 130 (cento e trinta) imóveis, valorização de imóveis (Política Fiscal), e mudança de uso do solo (reclassificação), dentre outros.



Figura 36 - Sistema viário, trecho da Estrada da Rainha ao Largo do Queimadinho (2005).

No Sistema Cartográfico da Região Metropolitana CONDER-SICAR, a área de estudo 1 está localizada nas Folhas 150.110 e 141.340, onde no lado esquerdo da junção das mesmas captam-se as coordenadas UTM, georreferenciadas ao DATUM SAD69: X=554230.530m e Y=8567414.060m.

Quanto a importância cultural e histórica da Área escolhida, este fato pode ser verificado no texto da Lei 3289/83 que altera e dá nova redação a dispositivos da Lei nº 2.403, de 23 de agosto de 1972, sobre a área da Ladeira da Soledade, Largo da Soledade, vista nas Figuras 37 até 40. As áreas vizinhas são assim definidas:

“CAPÍTULO II

DO ACERVO ARQUITETÔNICO TOMBADO PELA SPHAN E DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO CULTURAL E PAISAGÍSTICA

Art. 107 – São consideradas Áreas de Proteção Cultural e Paisagística as vinculadas à identidade da cidade, tanto por se constituírem ou abrigarem monumentos históricos, quanto por referenciarem simbolicamente, lugares importantes no âmbito da cidade (Planta 01).

Art. 108 – As Áreas de Proteção Cultural e Paisagística subdividem-se em Áreas de Proteção Rigorosa e Área de Proteção Contígua às de Proteção Rigorosa.

§ 1º - Definem-se como Áreas de Proteção Rigorosa (APR) aquelas em que os elementos da paisagem construída ou natural abrigam ambiências significativas da cidade, tanto pelo valor simbólico, associado à história da cidade, quanto por sua importância cultural, artística, paisagística e integração ao sítio urbano.

§ 2º -São Áreas de Proteção Contíguas às de Proteção Rigorosa aquelas adjacentes e contíguas à APR, cuja condição topográfica do sítio, gabaritos de altura, volumetria ou disposição de edificações podem vir a afetar marcos visuais históricos e a silhueta das Áreas de Proteção Rigorosa ou tamponar visuais importantes.” (PMS, 2005).



Figura 37 – Foto do Largo da Soledade e Ladeira da Soledade (2005).



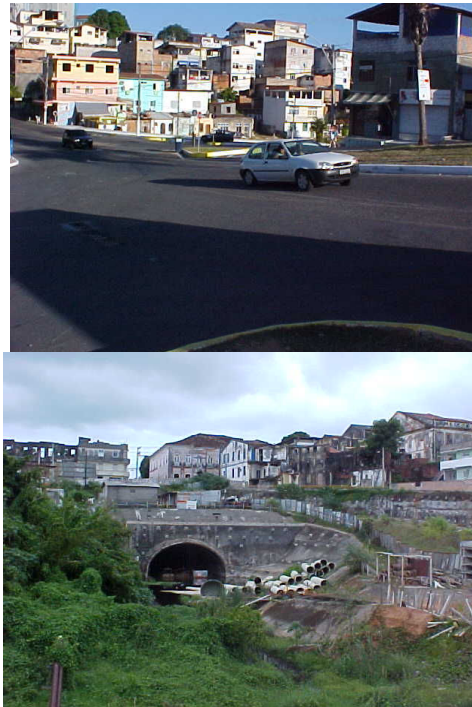


Figura 38 – Foto do Largo do Mocambinho, novo entroncamento e novo túnel (2005).



Figura 39 - Foto aérea da Área 1 – Fonte CONDER

Outros Decretos definem restrições de usos nessa área: Dec. 4756/75 – Área Arborizada 073 AA (73 – Conjunto arborizado na Encosta do Vale do Queimado, vertente da Soledade Área arborizada verde e casario marrom);

Decreto Complementar Lei 3289/83P2-02 PAVIMENTOS e Decreto Complementar Lei 3289/83P1-BARBALHO - Art. 110; Item I-6 (Figura 34).

N. V.

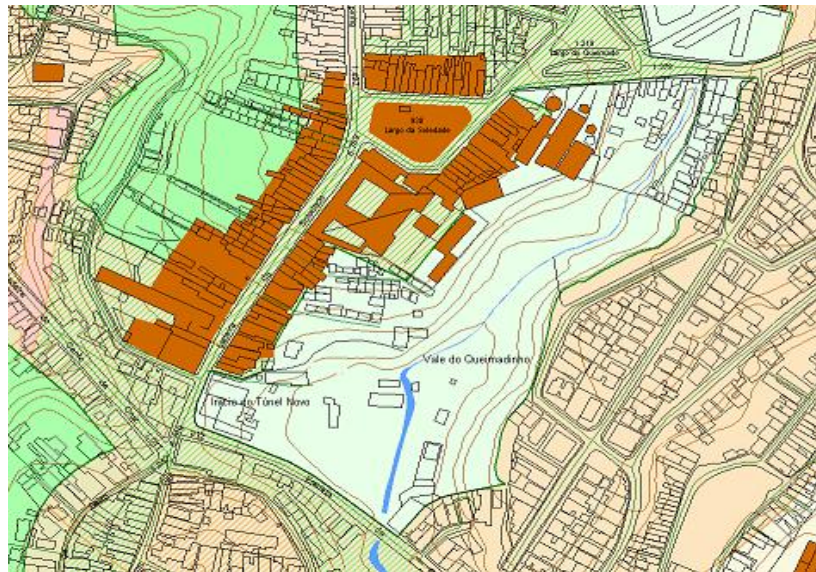


Figura 40 - Área de Estudo I e restrições: Lei 3289/83 – Dec. 4756/75.  
Escala aprox.:1/5000. Fonte: CD LOUOS 1.1

Existem produtos com acesso livre via internet da área urbana - imagens obtidas por aerofotogrametria, coloridas que podem ser impressas ou salvas ([www.conder.ba.gov.br/informs](http://www.conder.ba.gov.br/informs)). A Prefeitura Municipal de Salvador também disponibiliza imagens aéreas da sua área continental e ilhas feitas no início de 2006 ([www.mapadigital.salvador.ba.gov.br](http://www.mapadigital.salvador.ba.gov.br)), como mostra a Figura 39.

Na figura 35 observa-se a situação da Área de Estudo 1 em relação aos marcos de referência geodésica (MR) mais próximos. Os dois MRs mais próximos distam entre si 2170 metros. O MR00037, na Cidade Baixa, na rampa de Saída do Túnel Américo Simas e o MR00038 na Cidade Alta no Bairro da Cidade Nova. Os dois MRs localizados ao Norte tem acesso mais difícil.



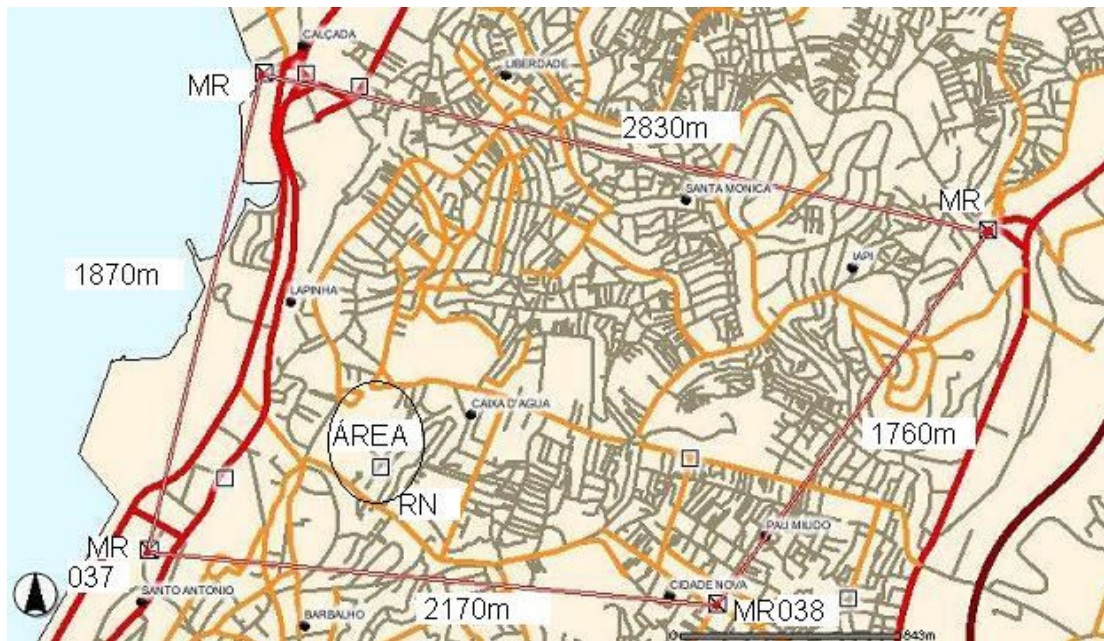


Figura 41 - Situação da Rede de Marcos Geodésicos do SRC/RMS na Área de Estudo.  
Fonte CONDER

A área de estudo 2 está localizada no interior da Bahia, ao Sul da capital Salvador, conforme mostra a figura 35. Os municípios que centralizaram as ações foram Ilhéus e Arataca na Região do Cacau e Alcobaça e Porto Seguro / Prado na Costa do Descobrimento, situados entre 400 e 800 quilômetros de distância de Salvador.

As altitudes ortométrica dos pontos coletados nessa área variam entre 5 e 550 metros aproximadamente, localizados em regiões costeiras e semi costeiras em relação ao Oceano Atlântico conforme mostrado na figura 39-B. Nessa área, a vegetação é formada tanto por Floresta Atlântica como também pelo cultivo de cacau, café, palmeiras, pastagens, dentre outros.

### 3.2 DENSIFICAÇÃO GEODÉSICA

Essa pesquisa estudou os métodos de poligonação para o controle dos marcos das poligonais e amarração da linha base, como também o de trilateração para a medição cadastral de detalhes e feições topográficas.

Além dos métodos clássicos acima citados (poligonação e trilateração), foi usado o método de posicionamento por rastreamento de satélite, com equipamento GPS topográfico, modo relativo, para implantação da Rede de



Referência Cadastral, possibilitando assim o georreferenciamento ao Sistema Geodésico Brasileiro já na etapa de amarração da linha base e feições topográficas, principalmente do sistema viário urbano.

O sistema GPS é importante em projetos dessa natureza principalmente no momento da densificação de marcos geodésicos. A precisão geodésica e rapidez da operação obtidas com o GPS eram impensáveis antes do advento dessa tecnologia a cerca de 20 anos atrás.



Figura 42 - Equipamento GPS de frequência L1 em rastreo na região de Ilhéus.



Figura 43 - Equipamento GPS fazendo download.  
Foto-Fonte: LABGEO-DT-UFBA, 2006.

A precisão e rapidez da operação dependem do modo e tipo de equipamento envolvido no rastreamento do ponto ou objeto e de acordo com o objetivo desejado. Nessa pesquisa o método de posicionamento denominado relativo foi utilizado no momento da densificação da rede de marcos, na linha base de referência e nas feições e objetos, respeitadas as restrições de cada área urbana.

No posicionamento relativo o usuário deve dispor de dois ou mais receptores. É fundamental que os dois ou mais receptores envolvidos rastreiem, simultaneamente, um grupo de satélites comuns visíveis por um período de tempo que pode variar de dezenas de minutos (20 minutos no mínimo), até algumas horas, (MONICO, 2000).

O posicionamento relativo estático executados com equipamentos de frequência simples L1 ou dupla frequência L1/L2 tem incerteza nominal em torno de  $5\text{mm} + 1\text{ppm}$ . No posicionamento com receptores de frequência simples, L1, a estação de referência não deve ultrapassar 25km de distância do outro receptor, já na dupla frequência os receptores podem distanciar-se até mais 500km para essa mesma acurácia.

Outros três modos de posicionamento GPS são: absoluto ou de navegação (incerteza de aprox. 10,00m); GPS diferencial (DGPS) com correções via link de rádio (incerteza de aprox. 1,00 a 5,00m); posicionamento relativo cinemático em tempo real - RTK (Real Time Kinematic e incerteza de poucos centímetros), (MONICO, 2000).

Nesta pesquisa, na área urbana, no estudo de caso 1, no posicionamento GPS foi usado somente receptores de uma frequência, L1, com rastreios de aproximadamente 60 minutos para o modo relativo estático, 15 minutos para o chamado estático rápido e 45 segundos para o modo stop-and-go.



Figura 44 – GPS L1 no modo estático em bipé. GPS L1 no modo “stop-and-go”.

A figura 44 mostra dois momentos do levantamento do novo sistema viário, ligando a Estrada da Rainha ao Largo do Queimadinho, quando de uma das primeiras visitas à Área com alunos da Disciplina Geodésia da UFBA. Na paisagem à esquerda o equipamento GPS L1 foi posicionado no modo estático em um marco para ser georreferenciado com precisão geodésica, na paisagem à direita, um dos dois equipamentos configurados simultaneamente para levantamento de detalhes do meio fio, passeios e canteiros no modo stop-and-go.

Já nas experiências de densificação geodésica com apenas um par de rastreadores de dupla frequência, L1/L2, e uma equipe de campo, os períodos de rastreio foram a partir de 15 minutos para implantação da rede local e de mais de quatro horas, até dez horas, para as bases geodésicas referenciadas as estações da RBMC, com distâncias superiores a 500km, evitando-se assim a poligonação GPS e o super-dimensionamento de equipes.

Para efeito de comparação, para mostrar o menor dimensionamento de pessoal, equipamentos e veículos envolvidos entre essa metodologia (posicionamento GPS relativo L1/L2) e o executado no primeiro Levantamento por Processo Aerofotogramétrico no ano 2000 em 31 cidades do Estado da Bahia, é apresentada uma cópia escaneada da proposta de execução do transporte de coordenadas por poligonação GPS para a cidade de Cruz das

Almas - Bahia, distando 130 km dos marcos 93019 e 93024 em Salvador – Bahia.

### CRUZ DAS ALMAS

#### A - EXECUÇÃO DO APOIO TERRESTRE

O transporte de coordenadas para Cruz das Almas foi realizado por poligonação GPS. Como não havia vértice do IBGE próximo da cidade, usamos os vértices 93019 e 93024 do IBGE, ambos localizados em Salvador.

Foi estabelecido um vértice auxiliar no bairro Cajá, o VTICRU, que serviu de base para o levantamento dos HV's e MR's.

O nivelamento geométrico foi composto de linhas de duplo nivelamento, amarradas em RN's da rede de referências de nível de 1.ª ordem do IBGE.

#### B – EQUIPAMENTO

Nos serviços de apoio terrestre de Cruz das Almas foi usado o seguinte equipamento :

- três estações de rastreamento marca Trimble, modelo 4600;
- dois níveis eletrônicos marca Zeiss, modelo DINI 20, com miras de código de barras;
- um laptop Texas 586;
- um utilitário Chevrolet, modelo S10;
- dois automóveis Volkswagen, modelo Gol.

#### C – PESSOAL

As equipes de campo foram constituídas de acordo com a tarefa a realizar.

A equipe de rastreamento GPS ficou com :

- dois topógrafos,
- um auxiliar de Topografia;
- um motorista

A equipe de nivelamento foi composta de :

- dois topógrafos;
- quatro auxiliares de Topografia;
- dois motoristas.

Fonte: CAR-Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional

A pesquisa de Densificação Geodésica com equipamentos GPS ocorreu nas duas áreas de pesquisa:

- a) Na área de estudos 1 densificou-se com pontos geodésicos uma rede de referência cadastral urbana local em Salvador, capital da Bahia, usando equipamento de precisão geodésica GPS mono frequência L1, modelo Promark 2, mostrado nas figuras 43 e 44, configurado no modo relativo (uma estação de coordenadas conhecidas é também ocupada simultaneamente) com duração entre 15(quinze) minutos e 60(sessenta) minutos de rastreamento. Usou-se como Base de Referência uma ou mais das três estações da RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do IBGE em operação atualmente na cidade de Salvador: Estação SALV – FAPESB/São Lázaro, Estação SSA1 - Capitania dos Portos e Estação SAVO – INCRA/CAB, bem como, marcos da rede passiva existentes na região metropolitana de Salvador. Os dados coletados foram posprocessados usando o software Ashtech Solutions 2.60. A precisão nominal dos equipamentos é: Horizontal=5mm + 1ppm, e Vertical=10mm + 2ppm. Além dessa densificação foram feitas outras observações na Região para efeito de estudo e análise do comportamento do sistema GPS e método relativo estático.
- b) Na área de estudos 2 foi realizado a densificação geodésica com equipamento GPS de precisão geodésica de dupla frequência L1/L2, marca SOKKIA, modelo GSR-2600 com 12 canais independentes, em quatro regiões geográficas ao Sul de Salvador no interior da Bahia. O GPS L1/L2 em operação é mostrado na Figura 45, centrado com bipé na Base MB05 Prado/Alcobaça e tripé na Base MB07 Prado/Porto Seguro.



Figura 45 - Operação do GPS L1/L2 nas Bases MB05 e MB07



Na área de estudos 2, foram confeccionados marcos de acordo com as dimensões padrão do INCRA para a Lei 10.267/2001. A figura 46 mostra a confecção e moldagem do concreto em forma de aço, com alma de ferro e pino padrão, ao lado um marco já monumentalizado na Base MB05



Figura 46 - Marco sendo confeccionado e ao lado monumentalizado na Base MB05.

Na área de estudo 1, localizada em área urbana, a equidistância entre pontos variou de 60,00m a 300,00m. Em áreas planejadas e de relevo menos acentuado que esta área de pesquisa, a distância estudada para implantação de uma rede de referência está sendo de no máximo 500,00m e deverão estar intervisíveis, ver item 2.7.1 Rede de Referência Cadastral.

Os pontos topográficos citados acima pela NBR 14166 têm nessa pesquisa precisão geodésica tal como ocorre nos marcos geodésico de apoio imediato, inclusive já como resultado prático pode-se indicar uma reconsideração nas denominações e hierarquia dos diversos pontos que caracterização os vértices definidos na Norma. Ver item Recomendação.

Nessa área específica foram necessários oito pontos, conforme distribuição prévia demonstrada nas figuras 48 e 49, e dividido em duas poligonais, o que é suficiente de acordo a NBR 13133/1994. A poligonalização foi utilizada fechando-se uma poligonal geral e dividida em duas poligonais com dois vértices e um dos lados comuns, analisada individualmente e depois com o sistema GPS ocuparam-se todos sete vértices. Mostrou-se com esse procedimento a possibilidade de intervisibilidade entre vértices para poligonação e de rastreo e uso das duas tecnologias onde uma delas não puder ocorrer.

Para a poligonação o equipamento utilizado foi a estação total modelo Trimble Zeiss Elta S20. Precisão angular:  $1\text{mgon} = 9\text{cc}(0.3'')$ . Linear:  $\pm(2\text{mm} = 2\text{ppm})(0.006\text{ft}+2\text{ppm})$ , mostrada na figura 47.



Figura 47 – Estação Total Zeiss ELTA S20  
Fonte: LABGEO/DT/UFBA

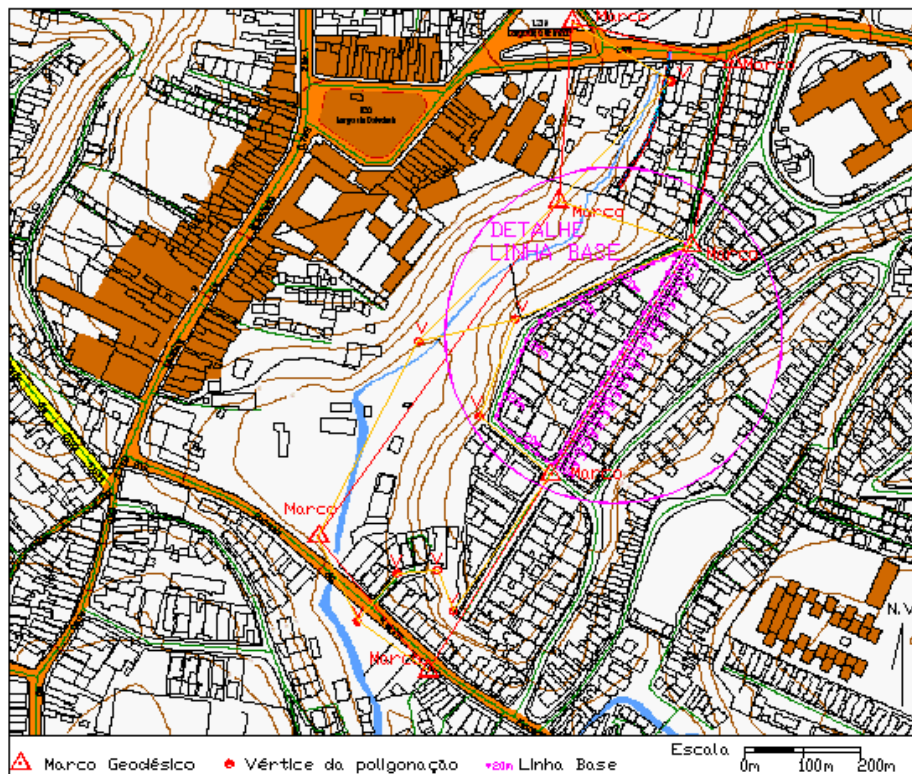


Figura 48 – Distribuição projetada dos Pontos Geodésicos e pontos da Linha Base.  
Fonte CD LOUOS.

A poligonal que contorna a Área de Estudo e contém parte do sistema viário já pronto está representada na figura 49, mede aproximadamente

48500,00 metros quadrados e o perímetro total 1200,00 metros, contendo em parte ou inteiramente os seguintes logradouros: Rua Saldanha Marinho, 2ª travessa Saldanha Marinho, Largo do Queimado, Rua Manoel Mário de Lima, Rua Monsenhor Annibal Matta, Vila Rainha, Rua Antonio Luiz Barreto, Rua Professor Arthur de Macedo, Ligação da Estrada da Rainha ao Largo do Queimado (viário novo).

A altimetria na área urbana foi executada através do transporte de altitude entre os pontos usando nivelamento geométrico e contranivelamento com nível automático marca Sokkisha modelo TM20C e “mira falante” de acordo com a NBR 13133/1994 e comparada com as altitudes obtidas pelo sistema GPS. Em todos os vértices houve análise com o nivelamento oriundo da Estação Total. A diferença maior foi de 0.004m entre o nivelamento e o contra-nivelamento. Ver em Resultados.

### 3.3 MEDIÇÃO CADASTRAL E DAS FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS

Como já descrito, na Área de Estudos 1 foram implantados oito vértices delimitando duas subáreas dentro dessa ocupação. A primeira, compondo numa área maior, o novo sistema viário e imóveis de uso residencial, comercial e misto.

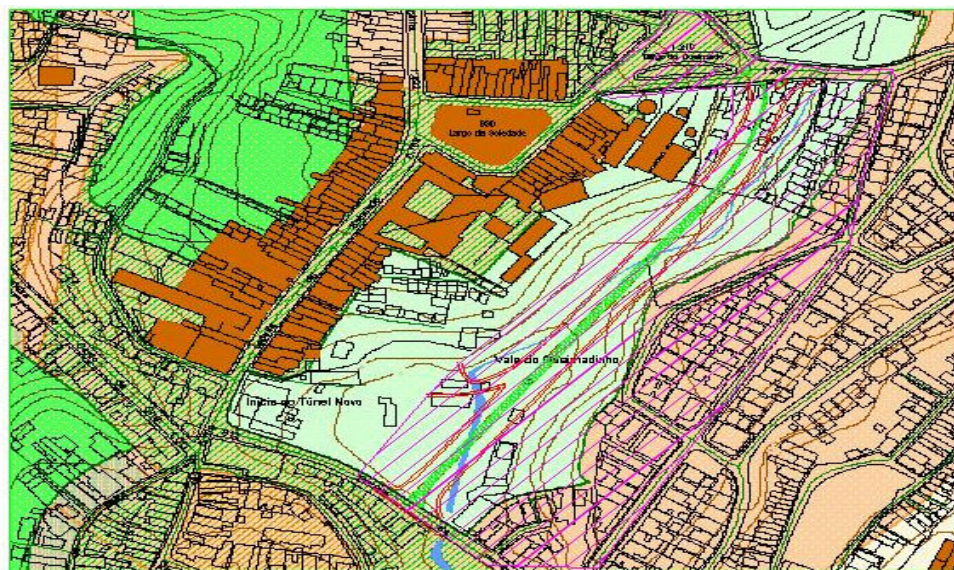


Figura 49 – Levantamento topográfico do Novo sistema sobre CD LOUOS.  
Fonte: CD LOUOS



A outra área, sito mais a direita, ficou composta pelas feições de uma quadra de uso residencial como mostra a Figura 49. Nas Figuras 51 e 53 podem ser observadas outras feições, sistema viário em vermelho e canteiro central em verde, sobre base do CD LOUOS e a hachura da Área de Estudo em cor magenta.

O aplicativo de pós-processamento dos dados do posicionamento GPS L1 no modo relativo é mostrado na Figura 50.

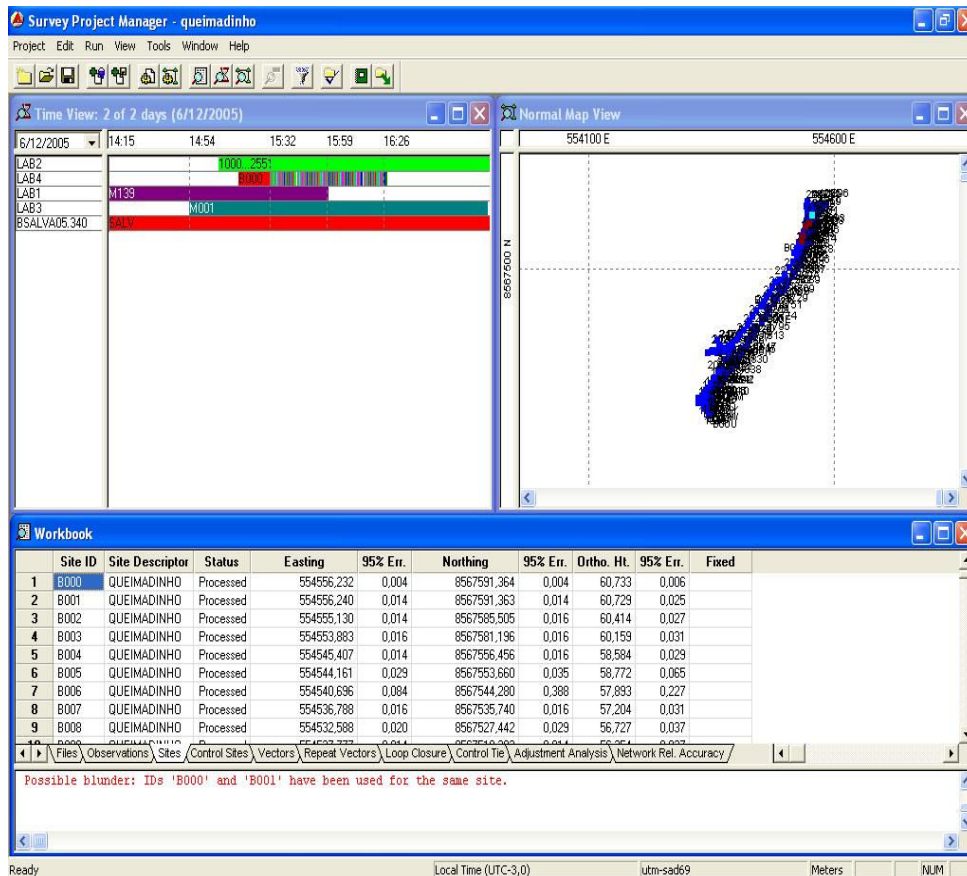


Figura 50 – Levantamento topográfico do novo sistema viário - aplicativo AshtechSolutions 2.60

A figura 51 mostra onde uma foto aérea foi sobreposta com o levantamento topográfico das margens, meio fio (cor vermelha) e canteiro central (cor verde) com GPS no modo stop-and-go.



Figura 51– Levantamento com GPS do Novo sistema sobre vista aérea.  
Fonte: CONDER.

A Figura 52, no lado esquerdo, mostra o início na Estrada da Rainha sentido para o Largo do Queimadinho e do lado direito, sentido inverso.



Figura 52 – Vista do Novo sistema viário depois de aberto ao público (2006)

O resultado do levantamento com Estação Total Zeiss de uma das poligonais mostrada na figura 53 em cor magenta, teve precisão acima de 1/10.000 conforme relatório extraído da Rotina LISP programada por esta pesquisa e mostrado no item Resultados.

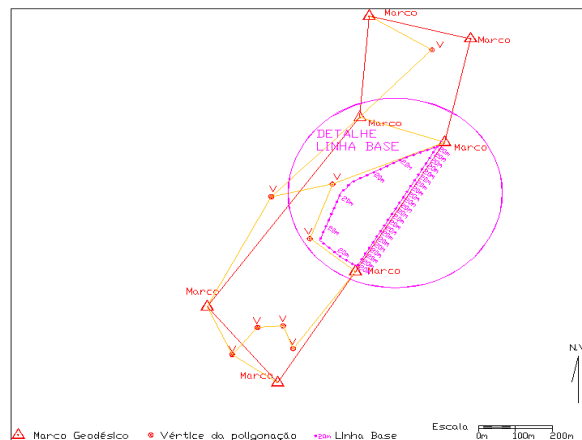


Figura 53 – Distribuição projetada dos pontos geodésicos e vértices das poligonais.

### 3.3.1 Locação da Linha Base

A linha base foi locada ao longo de uma das quadras, amarrada às poligonais, com pontos implantados aproximadamente a cada 20.00m (vinte metros) ao longo do meio fio, materializados com tinta e identificados de acordo com a metodologia do Sistema Métrico de Endereçamento Único de Imóveis Municipais já em implantação pela CONDER/INFORMS.

As várias linhas formam um polígono fechado na área detalhada em cor magenta mostrada nas figuras 53. Um levantamento parcelar foi feito com o objetivo de testar o comportamento geométrico e de fechamento de poligonal do método proposto a partir da menor unidade e descrito no item 3.3.3.

Nas obras de engenharia o estaqueamento a cada 20.00 metros é usado tradicionalmente para locação de eixos em estudos e construção de estradas, canais, linhas de eletrificação, adutoras, etc. Esta Pesquisa usou a corda de aproximadamente 20.00 metros. Foi descartado o uso de uma corda de 40.00 metros, por exemplo, devido a geometria na formação dos pontos se tornar desfavorável na maioria dos casos, com dois ângulos muito agudos e um muito obtuso. Quando isso ocorre faz-se necessário utilizar como vértice um ponto na linha base do lado oposto da rua. O efeito do erro devido à propagação decorrente da distância entre pontos foi visto no item “2.7.2 Levantamento Cadastral”.

Nos casos em que a geometria dos imóveis for de pequena largura ou muito irregular recomenda-se a fração +10.00 metros ou outra menor que 20,00

metros, bem como onde as estacas inteiras encontrarem-se nas faixas das pistas de rolamento e forem indispensáveis.

Já como primeiro produto desse método de cadastro tem-se as linhas que interligam o meio-fio da linha base, que unidas revelam num primeiro momento o sistema viário e seu sentido, caixa de rua, passeio, quadra, etc.,. Representam objetos e campos geográficos. Com o processamento dos dados geométricos desses pontos georreferenciados alguns produtos podem ser gerados como perfis longitudinais e seções transversais por exemplo.

O Sistema de Numeração Métrica Linear no endereçamento dos imóveis é parte importante no processo, fazendo com que cada ponto georreferenciado (x,y,z) tenha identificação única no Banco de Dados Alfanuméricos que deverá ser gerado. A partir desses pontos se procederá o cadastro físico de cada parcela. Para isso Costa et al (2004) apresenta alguns critérios:

“Considerando a importância da definição do sentido do logradouro, visto seu rebatimento na numeração métrica linear dos imóveis, torna-se de fundamental importância nesta etapa, o estabelecimento dos critérios para determinação do início do logradouro, definido para se determinar o logradouro-início, observa-se os logradouros conectados nas extremidades do eixo do logradouro que está sendo analisado e adota-se, de forma sucessiva, um dos critérios de definição de sentido, relacionados a seguir:

- 1º) Numeração Métrica Linear implantada - sentido de acordo com a Numeração Métrica Linear, quando já estiver implantada no logradouro;
- 2º) Via Principal - Via Secundária - sentido de acordo com a classificação funcional ou hierarquização das vias, quando houver. Este critério estabelece como logradouro início o logradouro de maior hierarquia, dentre os que definem os limites extremos dos logradouros;
- 3º) Centro - Periferia - sentido de acordo com um marco de referência, definido pelo poder municipal, a partir do qual será estabelecido o ponto central da localidade ou do município (marco zero) para distribuição da malha viária;
- 4º) Norte-Sul.

Cada ponto da linha base implantado por poligonação/irradiação, a partir dos vértices de uma poligonal principal ou dos pontos geodésicos da base de referência, e feito o controle de cada ponto, pode servir também como vértice para o levantamento parcelar. Em locais abertos os pontos da linha base podem ser levantados pelo sistema GPS relativo, podendo ser confrontados com o sistema tradicional para avaliação de controle e da acurácia.

Esses pontos da linha base servem de apoio aos levantamentos topográficos cadastrais originais e/ou recadastramento de detalhes no futuro, sempre que ocorrer necessidade de atualização, usando o método da Trilateração acima exposto, na maioria dos casos.

Para a Trilateração é indicado o uso de uma trena eletrônica a laser, tipo Disto 5™, como a da Figura 54, ou Disto Plus™ da Leica™. Esse equipamento tem alcance de 0,20m a 40,00m em qualquer superfície (sem alvo); e alcance de até 200 m com alvo especial; precisão de  $\pm 1,5$  mm; nível tubular e visor telescópico integrados. Há versão com transferência de dados para uma tabela da Planilha Excel(MS). O desempenho desse equipamento no estudo de propagação de erros nas medições cadastrais foi discutido em 3.3.3. Esse tipo de trena pode ser operado por só uma pessoa. Na área urbana é muito conveniente, pois evita a travessia por auxiliares e das trenas convencionais nas vias públicas.



Figura 54 - Trena a laser da Leica, série Disto™A5.  
Fonte: LABGEO – DT - UFBA

A montagem da monumentalização da linha base e a qualidade da base de referência na área urbana formam um sistema confiável e permanentemente acessível, com resultados técnicos adequados. Essa rede proporciona precisão uniforme, é o mecanismo de controle que permite com o tempo, a partir dos demais levantamentos individuais, um conjunto uniforme que cobrirá toda a área urbana (Blachut, T.J., 1979).

Tal densificação é importante também nos levantamentos cadastrais de obras subterrâneas, como dutos e galerias, redes de TVs a cabo, adutoras, caixas de inspeção, etc., onde metodologias como a Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto não conseguem mapear.



Na prática há necessidade de pontos codificados e caracterizados em campo, seja pelo sistema métrico, geocodificação, georreferenciados, ou outra metodologia que venha ser implantado. A NBR 14166 define os termos geocodificação e geocódigo como:

**3.7 geocodificação:** Codificação de pontos baseada nas suas coordenadas planas no sistema de representação cartográfica adotado ou nas quadrículas da planta cadastral onde estão situados, visando a ordenação das informações pela sua localização geográfica. **3.8 geocódigo:** Código formado a partir das coordenadas planas no sistema de representação cartográfica adotado ou nas quadrículas codificadas da planta cadastral, **de pontos referenciadores de elementos a serem localizados geograficamente.**”(Grifo nosso).

Essa pesquisa desenvolveu uma proposta de caracterização física dos pontos da linha base marcada no meio fio a cada 20,00 metros, aproximadamente. Esse procedimento foi denominado nesta pesquisa de MEIO-FIO GEO. Em Geoprocessamento esse “MEIO FIO GEO” com a geometria que lhe é atribuída e juntamente com outros pontos formarão os GEO-OBJETOS (Ponto, Linha e Polígono) e os GEO-CAMPOS (setores, relevo).

O meio fio geocodificado representará a materialização do sistema métrico de endereçamento acrescido da riqueza do georreferenciamento e mais qualquer outro código do sistema de dados que o município venha adotar.

Um dos produtos que uma Prefeitura pode disponibilizar de imediato será uma planta para base GPS com todos os pontos de meio fio geocodificado para os diversos órgãos, visitantes, turistas e setores de logística. De posse destes dados todos poderão circular pela cidade com certeza de saber: “Onde estou?” e “para onde vou”?, A função “GO TO” é comum a todos os equipamentos GPS, principalmente nesse caso, os de modo de navegação. É previsto num futuro próximo essa ferramenta em equipamentos de aparelho celular, relógios e veículos automotores.

Na prática esse meio fio georreferenciado (pode ser simplificado a denominação para “MEIO FIO GEO” ou “MFG”) pode ser marcado nas áreas urbanas já consolidadas com uma furadeira manual e colocado um pino, conforme a Figura 55, ou cravado um pino e pintado diferentemente com a cor azul já no processo construtivo. Ver item 4 Resultados.



Figura 55- Meio fio geo sendo cravado pino

### 3.3.2 O cadastro georreferenciado de dados topográficos

Após a implantação da linha base através do método de meio fio geo, os pontos e detalhes urbanos (feições topográficas) devem ser levantados de preferência usando o Método de “Interseção de pontos usando distâncias somente”. (Blachut, T.J., 1979) apresentou a fórmula para o cálculo analítico desse método.

$$\begin{aligned}
 Y_A &= Y_1 + \left( \frac{Y_2 - Y_1}{12} \right) p_A - \left( \frac{X_2 - X_1}{12} \right) h_A \\
 &= Y_2 - \left( \frac{Y_2 - Y_1}{12} \right) q_A - \left( \frac{X_2 - X_1}{12} \right) h_A, \\
 X_A &= X_1 + \left( \frac{X_2 - X_1}{12} \right) p_A - \left( \frac{Y_2 - Y_1}{12} \right) h_A \\
 &= X_2 - \left( \frac{X_2 - X_1}{12} \right) q_A - \left( \frac{Y_2 - Y_1}{12} \right) h_A,
 \end{aligned}$$

donde

$$p_A = \frac{\overline{12}^2 + \overline{1A}^2 - \overline{2A}^2}{2 \times \overline{12}}, \quad q_A = \frac{\overline{12}^2 + \overline{2A}^2 - \overline{1A}^2}{2 \times \overline{12}}$$

e

$$h_A = \frac{1}{2 \times \overline{12}} \times \sqrt{\overline{12}^2 (\overline{1A}^2 + \overline{2A}^2 - \overline{12}^2) + \overline{1A}^2 (\overline{12}^2 + \overline{2A}^2 - \overline{1A}^2) + \overline{2A}^2 (\overline{12}^2 + \overline{1A}^2 - \overline{2A}^2)}$$

(Blachut, T.J., 1979, p249 e 250).

Para esta pesquisa foi desenvolvido uma rotina de programação, na Linguagem Visual Lisp, para determinação automática das coordenadas dos pontos de interseção dos detalhes. A preferência por esse método de “distâncias somente” é conveniente na grande maioria dos casos e atualmente

com os medidores eletrônicos de distância (MEDs), uma única pessoa pode fazer o cadastro e/ou a atualização usando trenas eletrônicas a laser, tipo Disto 5™ (ver Figura 54), ou Disto Plus™ da Leica™ ou similares.

Outra possibilidade para o cálculo das coordenadas a partir do método da “distâncias somente” consiste em aplicar a Lei dos Co-senos: “em qualquer triângulo, o quadrado de um lado é igual à soma dos quadrados dos outros dois lados, menos o duplo produto desses dois lados pelo co-seno do ângulo formado por eles.” conforme Figura 56.

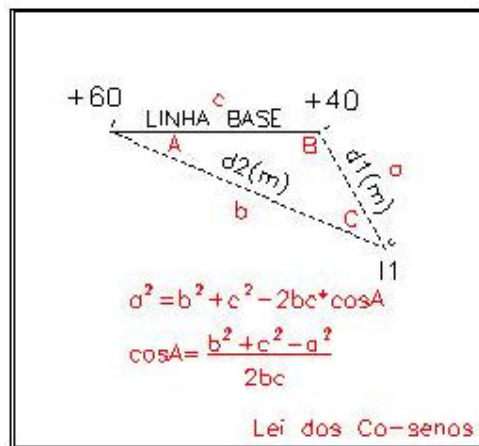


Figura 56 - Esquema da Lei dos Co-senos.

Essa solução aplicada no cadastro de fachadas, por exemplo, fornece o ângulo “A”( +60) necessário para o cálculo das coordenadas (Latitude, Longitude) I1 e I2, seguindo modelo para determinação das coordenadas em Autolisp, e que podem ser comparadas pela fórmula de “distância entre dois pontos” com a medida feita em campo I1 até I2(fachada), conforme a Figura 57.

Com as medidas e recursos dos comandos gráficos de um software de CAD (AutoCAD nesse estudo), precede-se utilizando o comando “circle” (ou “círculo” para software em português). Clica-se no ponto (+40), da Linha Base do sistema já implantado, em seguida digita-se a distancia medida até I1, obtendo-se assim o primeiro círculo. Clica-se agora no ponto (+60), digita-se a distância até I1, obtendo-se o segundo círculo e uma intercessão que corresponde ao ponto I1 desejado. Repete-se a operação para o ponto I2 e assim sucessivamente para todos os pontos medidos. O esquema é mostrado na Figura 58.



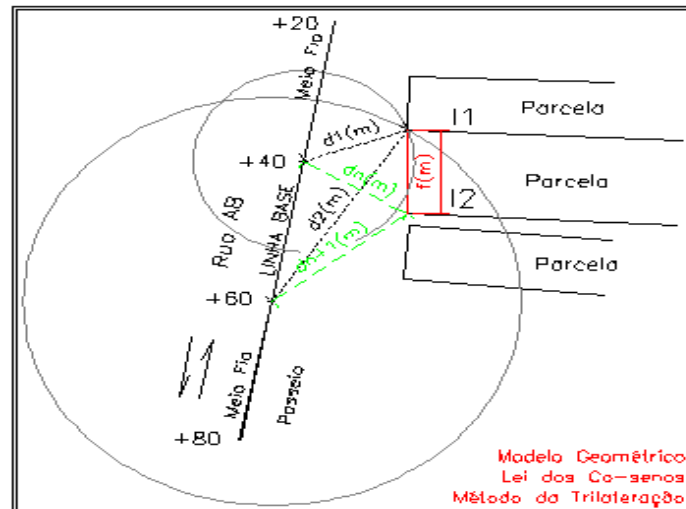


Figura 57 – Modelo Geométrico para determinação das coordenadas em Autolisp.

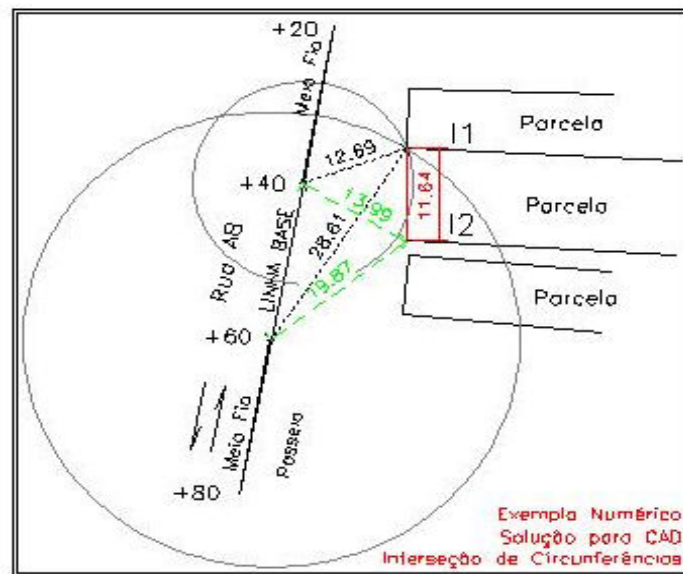


Figura 58 - Modelo Geométrico para determinação de coordenadas em CAD

Somente nos casos de imóveis com topografia e geometria muito irregular recomenda-se o “método de poligonação” e/ou “método polar” (ângulo e distância p/irradiamentos) com aparelho tipo estação total ou teodolito (ótico-mecânico ou eletrônico) adaptado com a trena a laser. O teodolito é mostrado na figura 59.

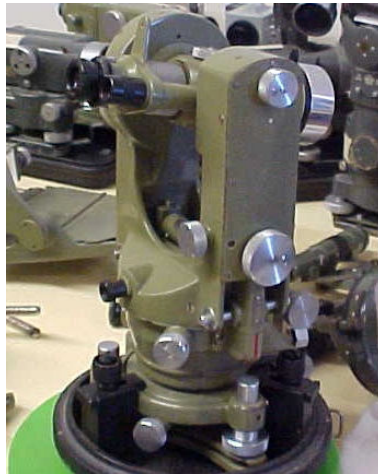


Figura 59 - Teodolito WILD – Ótico-Mecânico T1A - Leitura direta de 20".  
Fonte:LABGEO / DT / UFBA.

A base teórica para admitir o uso da trena a laser decorre do problema de precisão do método de medição de distâncias a partir de leituras estadimétricas – taqueometria, bem como outros métodos indiretos baseados em medidas angulares – trigonométrico, barra horizontal. “Como os teodolitos normalmente usados têm na sua leitura angular direta uma incerteza máxima de 20”, e nesse método as distâncias lidas não ultrapassam 100,00 metros, pode-se por hipótese quantificar uma possibilidade de erro mínimo baseado nas relações trigonométricas da tangente de um ângulo agudo. O esquema é mostrado na Figura 60.

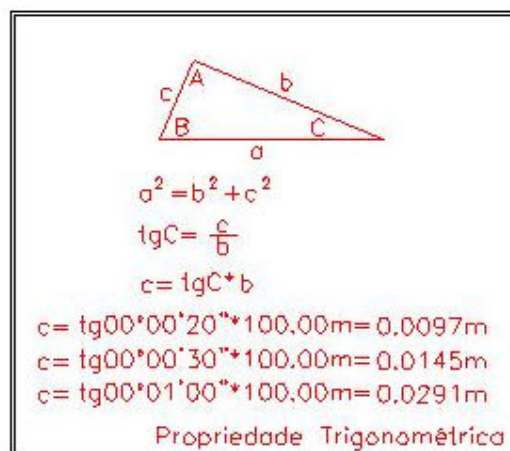


Figura 60 – Esquema das propriedades trigonométricas

Com base no exposto, pode-se afirmar que nas leituras diretas de 20” e medidas com trenas a laser o erro esperado será melhor que 1/10.000,00m, quando no processo convencional obtêm-se entre 1/500,00m a 1/1000,00m.

Para automação da representação gráfica desse tipo de levantamento, onde for indicada, nesta pesquisa foi desenvolvida rotinas de programação na Linguagem LISP como as que seguem. Na Figura 61 é mostrada um dos esquemas.

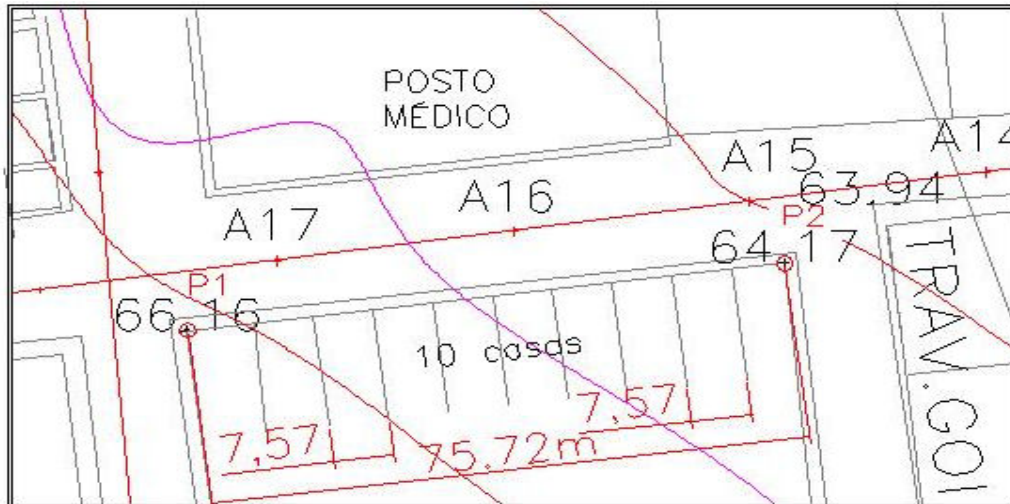


Figura 61 – Casas com larguras e profundidade regulares

Esquema mostrando a automação com rotina LISP para desenho de cadastro de casas, lotes (parcelas), com mesma largura e profundidade.

```
(defun c:m2 (/ d en n angl p1 p2 p3 p4)
  (setq n (getint "\n Digite o nº de CASAS<1>: "))
  (while (/= 1 2)
    (setq p1 (getpoint "\n Click no 1º ponto: ")
          p2 (getpoint "\n Click no 2º ponto: "))
    (command "line" p1 p2 "")
    (setq angl (angle p1 p2))
    (setq p3 (polar p1 (+ angl 1.57) 10))
    (command "line" p1 p3 "")
    (setq en (entlast))
    (setq p4 (polar p2 (+ angl 1.57) 10))
    (command "line" p2 p4 "")
    (setq d (/ (distance p1 p2) n))
    (command "offset" d en p2 "")
    (while (> n 1)
      (setq en (entlast))
      (command "offset" d en p2 "")
      (setq n (- n 1)))
    (entdel en) (princ)
  )
)
```

Na rotina LISP que segue tem-se variação nas medidas das feições. Ela foi preparada para o desenho de cadastro de casas, lotes (parcelas), com larguras diferentes e mesma profundidade:

```

;;Rotina para casas de larguras diferentes

(defun c:f (/ d en n 1.57 4 angl p1 p2 p3 p4)
  ;; (setq n (getint "\n Digite o nº de CASAS<1>: "))
  (while (/= 1 2)
    (setq p1 (getpoint "\n Click no 1º ponto: "))
    p2 (getpoint "\n Click no 2º ponto: "))
  ;; (command "line" p1 p2 "")
    (setq angl (angle p1 p2))
    (setq p3 (polar p1 (+ angl 1.57) 10))
    (command "line" p1 p3 "")
    (setq en (entlast))
    (setq p4 (polar p2 (+ angl 1.57) 10))
    (command "line" p2 p4 "")
    (setq d (getreal "\n Digite a Distancia: "))
  (command "offset" d en p2 "")
  (while (/= 1 2)
    (setq d (getreal "\n Digite a Distancia: "))
    (setq en (entlast))
    (command "offset" d en p2 "")
  ))
  (entdel en) (princ)
)

```

As rotinas em LISP ou outra linguagem são ferramentas indicadas para uso no processamento e representação gráfica de pontos coletados, por qualquer dos métodos, incluindo trilateração, para os imóveis, para os detalhes, diversos elementos da infra-estrutura urbana (postes, bocas de lobo, PVs, árvores, sistema viário, redes de abastecimento de água, guias, telefone, gás, oleodutos e outros), das feições geométricas dos logradouros, (esquinas, faces de quadras, lotes, etc.) e determinação de atributos.

### 3.3.3 Princípios da Propagação de Erros

Metodologia 1: Para Poligonação e Método Polar - Cálculo do erro de medida de um marco (M2) a partir de um marco (M1) como referência. A metodologia adotada para se avaliar o erro experimental ao se medir a distância de um marco (M2) até um determinado ponto (T3) utiliza os princípios da Propagação de Erros. Ver Figuras 62 e 63.

A técnica matemática para avaliar os erros que se comete em medidas indiretas, ou seja, aquelas calculadas através de expressões matemáticas envolvendo grandezas medidas diretamente, é a técnica de Propagação de Erros.

Se a grandeza  $R(x,y)$  é calculada a partir das grandezas medidas “x” e “y” os quais são afetados por erros de medida, tal que:

$$x_i = x_i - \bar{x}$$

$$y_i = y_i - \bar{y}$$

são os desvios das medidas, então, pode ser demonstrado que a grandeza “R” tem um erro como resultado dos erros das medidas dado por:

$$\delta R_i = R_i - R(\bar{x}, \bar{y})$$

Aplicando-se princípios da teoria dos erros e do cálculo diferencial chega-se a seguinte expressão do desvio em “R” com base nos desvios em “x” e “y”, para o caso de medidas independentes entre si:

$$S_R = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 S_x^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 S_y^2}$$

Aplicando-se estes princípios para o problema:

“Qual a incerteza para chegar em  $T_3$  (Figuras 62 e 63)?”

Observe a distribuição dos pontos principais nas Figuras 62 e 63.

Proposição:

1. Distância entre marcos até 500,00m (proposta) com GPS (erro=5mm + 1ppm)
2. Distância máxima a partir de um marco até 300,00m divididos em três alinhamentos:
  - Leitura da distância com mira, segundo ABNT, precisão linear  $\geq 1 / 1000$ .
  - Leitura da distância com trena digital, precisão nominal  $\pm 1,5mm$

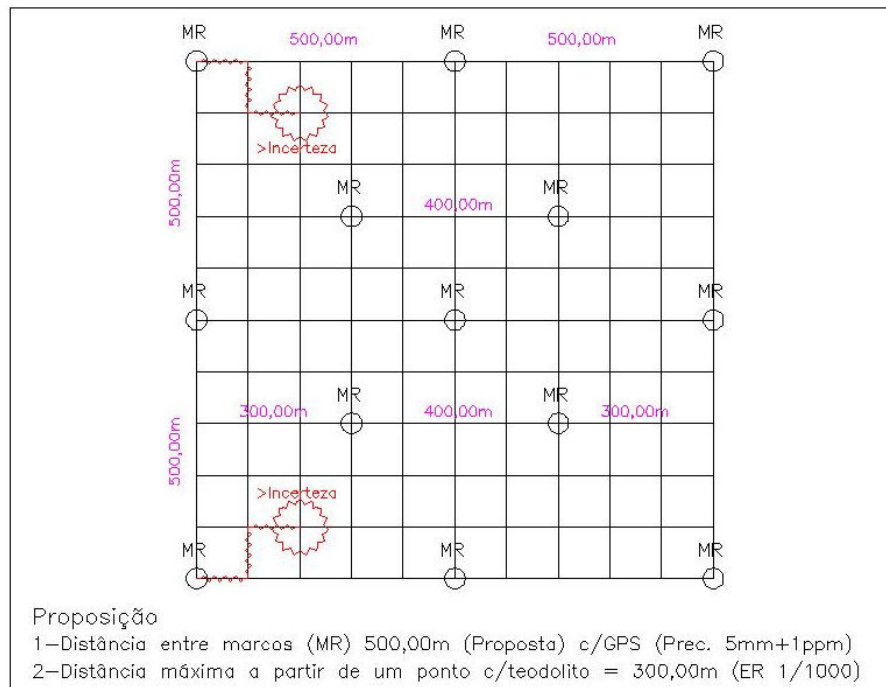


Figura 62 – Esquema para aplicação da propagação dos erros.

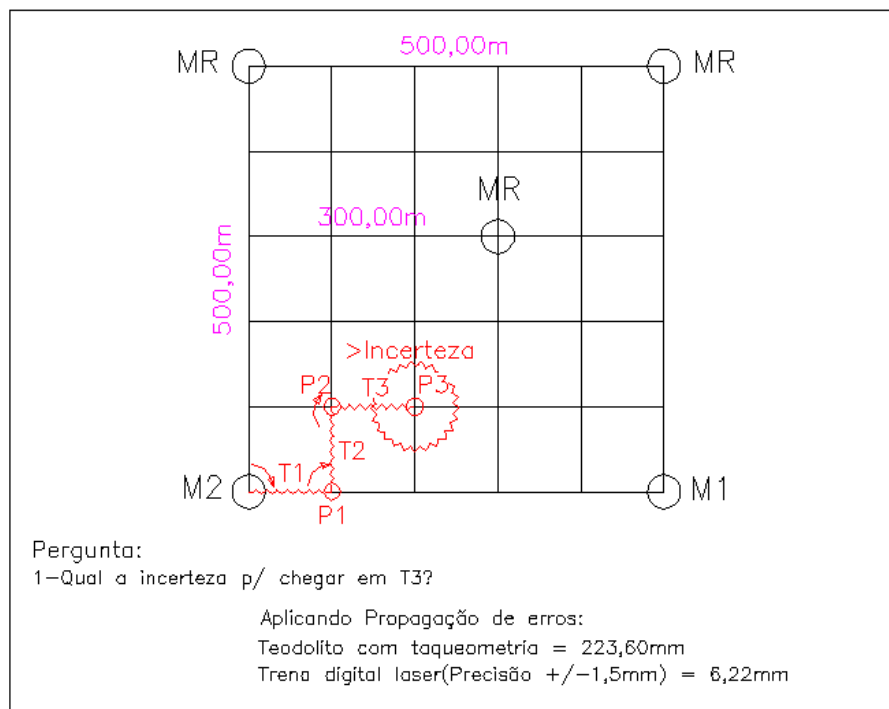


Figura 63 – Desempenho Qualitativo - aplicação da propagação dos erros.

Pergunta 1: Qual a incerteza para chegar em  $T_1$ ?

Pergunta 2: Qual a incerteza para chegar em  $T_2$ ?

Pergunta 3: Qual a incerteza para chegar em  $T_3$ ?

Com base no princípio da propagação dos erros, as respostas encontradas foram:

- Usando Teodolito ótico-mecânico/taqueometria  
 $\rightarrow 22,36\text{cm}, d_r = \frac{22,36\text{cm}}{300000\text{cm}} = 0,0745 \%$
- Usando trena digital  $\rightarrow 6,02\text{mm}$ .

Sabe-se que: o M1 e o M2 são afetados pela precisão do GPS; as três distâncias T1, T2 e T3, são afetadas pela leitura da mira (taqueometria) na primeira situação; ou pela leitura da trena digital na segunda situação. Os pontos marcados entre os segmentos são os vértices: P1, P2 e P3.

Proposição para resolver:

$$\bar{D} = T_1 + T_2 + T_3$$

$$\bar{D} = (P_1 - M_2) + (P_2 - P_1) + (P_3 - P_2)$$

Aplicando Propagação de Erros para determinar o erro na medida de  $\bar{D}$ .

a)  $\bar{D} = 300,00\text{m}$

$$s_D = \sqrt{s_{T_1}^2 + s_{T_2}^2 + s_{T_3}^2}$$

$$\begin{cases} T_1 = P_1 - M_2 \\ s_{T_1} = \sqrt{s_{P_1}^2 + s_{M_2}^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_2 = P_2 - P_1 \\ s_{T_2} = \sqrt{s_{P_2}^2 + s_{P_1}^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_3 = P_3 - P_2 \\ s_{T_3} = \sqrt{s_{P_3}^2 + s_{P_2}^2} \end{cases}$$

b)  $s_{\bar{D}} = \sqrt{s_{P_1}^2 + s_{M_2}^2 + s_{P_2}^2 + s_{P_1}^2 + s_{P_3}^2 + s_{P_2}^2}$

Aplicando para os três segmentos usando teodolito ótico-mecânico e mira falante (taqueometria), tem-se:

$$S_D = \sqrt{2S_{P_1}^2 + 2S_{P_2}^2 + S_{P_3}^2 + S_{M_2}^2}$$

$$c) S_{T_3} = \sqrt{5S_{P_1}^2 + S_{M_2}^2} = 22,36cm \rightarrow 22,366269cm$$

$$d) S_{T_2} = \sqrt{4S_{P_2}^2 + S_{M_2}^2} = 20,006249cm$$

$$e) S_{T_1} = \sqrt{2S_{P_1}^2 + S_{M_2}^2} = 14,150971cm$$

Com estes resultados, pode-se afirmar que essa metodologia não é adequada nem para o primeiro segmento. Ou seja, para as medições cadastrais que essa pesquisa propõe, considerando o que um Cadastro Territorial em áreas urbanas requer, somente com o uso da trena digital, foi possível atender a demanda para o caso de poligonação e método polar.

Metodologia 2: Na Trilateração, medidas usando distâncias somente, o cálculo do erro de medida é a partir de um Marco A, e pontos da Linha Base “1” e “2”, equidistantes entre si com medidas de aproximadamente 20,00m e pontos P1 e P2, extremas de um lado da parcela (fachada, nesse caso), com vista a avaliar o desempenho qualitativo do equipamento trena digital laser, baseados na precisão nominal do equipamento e utilizando os princípios da Propagação de Erros. Ver Figura 65.

Problema avaliado, no caso da trilateração com medidas usando distâncias somente:

Os pontos A e B ( $\approx 100 \quad 120m$ );  $L_{AB}$

Ponto A → Incerteza  $\pm 6,02mm$

Ponto B → Incerteza  $\pm 6,02mm$

A proposta consiste em locar entre os pontos A e B uma Linha Base com a tecnologia do “MEIO FIO GEO” ou “MFG”, (ver item 3 Metodologia e item 4 Resultados), ao longo do meio fio com estacas distantes  $\pm 20m$  entre si,

sabe-se as distancias  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 \Rightarrow$  hipotenusas, cujas incertezas estimadas nas medidas com trena laser é de +/- 2mm

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = \pm 2mm.$$



Sendo pontos da Linha Base:

Linha 1 2 3 4

Linha  $1 \rightarrow 4 - (2 - 1) + (3 - 2) + (4 - 3)$

Conhecer o erro de  $1 \rightarrow 2$

$\begin{cases} A \rightarrow 1 \rightarrow \text{erro em 1} \\ A \rightarrow 2 \rightarrow \text{erro em 2} \end{cases} \rightarrow \text{erro } 1 \rightarrow 2$

$A_1 = 1 - A$

$$S_{A_1} = \sqrt{S_1^2 + S_A^2}$$

$$S_{A_1} = \sqrt{2^2 + 6,02^2} = 6,34 \text{ mm}$$

Idem mantendo três segmentos  $S_{A_2} = 6,34 \text{ mm}$

Trigonometricamente  $\rightarrow a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$

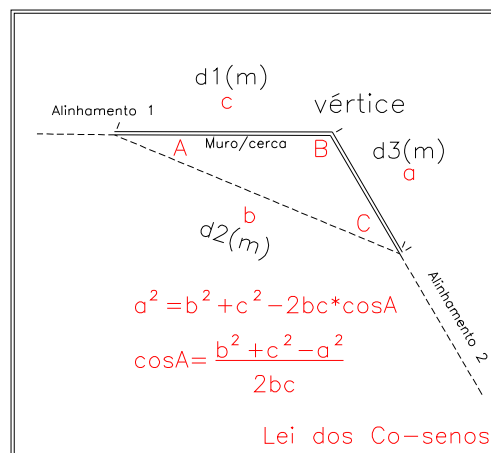


Figura 64 – Medição de vértices entre alinhamentos-Lei dos Co-senos.

Pela teoria da propagação dos erros aplicado na expressão da Lei dos Cossenos:

$$S_A = \sqrt{\left(\frac{2a}{2b}\right)^2 S_b^2 + \left(\frac{2a}{2c}\right)^2 S_c^2 + \left(\frac{2a}{2a}\right)^2 S_a^2} \quad (1)$$

Desenvolvendo as derivadas, como são parciais ao considerar  $b$  uma variável,  $c$  e  $\alpha$  são constantes.

$$\begin{aligned}\frac{\partial a}{\partial b} &= \frac{\partial}{\partial b} [b^2 - c^2 + 2bc \cos \alpha] \\ &= 2b \frac{\partial b}{\partial b} - \frac{\partial(c^2)}{\partial b} + \frac{\partial}{\partial b} (2bc \cos \alpha),\end{aligned}$$

como  $\frac{\partial b}{\partial b} = 1$  e  $\frac{\partial(c^2)}{\partial b} = 0$  (constante),  
então,

$$= 2b + 2c \cos \alpha \frac{\partial b}{\partial b}$$

ou seja,

$$\frac{\partial a}{\partial b} = 2b + 2c \cos \alpha \quad (2)$$

Da mesma forma,

$$\begin{aligned}\frac{\partial b}{\partial c} &= \frac{\partial}{\partial c} [b^2 + 2c \cos \alpha] \\ &= \frac{\partial(b^2)}{\partial c} - 2c \frac{\partial c}{\partial c} + \frac{\partial}{\partial c} (2bc \cos \alpha),\end{aligned}$$

como  $\frac{\partial c}{\partial c} = 1$  e  $\frac{\partial(b^2)}{\partial c} = 0$  (constante),  
então,

$$= -2c + 2b \cos \alpha \frac{\partial c}{\partial c}$$

$$\frac{\partial a}{\partial c} = -2c + 2b \cos \alpha \quad (3)$$

E também,

$\frac{\partial a}{\partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial \alpha} [b^2 - c^2 + 2bc \cos \alpha]$ , onde  $b$  e  $c$  são constantes,

$$\begin{aligned}&\frac{\partial}{\partial \alpha} (b^2 - c^2) + \frac{\partial}{\partial \alpha} (2bc \cos \alpha) \\ &= 2bc \frac{\partial}{\partial \alpha} (\cos \alpha) \\ &= 2bc (-\sin \alpha) \left( \frac{\partial \alpha}{\partial \alpha} \right)\end{aligned}$$

então

$$\frac{\partial a}{\partial \alpha} = -2bc \sin \alpha \quad (4)$$

Colocando as equações 2, 3 e 4 em 1

$$S_{\alpha} = \sqrt{(2b + 2c \cos \alpha)^2 S_b^2 + (2c + 2b \cos \alpha)^2 S_c^2 + (-2bc \sin \alpha)^2 S_{\alpha}^2}$$

Nesta expressão tem-se que são conhecidos:  $b, c, \alpha, \cos \alpha, \sin \alpha$ .

$$S_b = S_{A_1} = 6,34 \text{ mm}$$

$$S_c = S_{A_2} = 6,34 \text{ mm}$$

$$S_{\alpha} = 20 \text{ seg} \rightarrow \text{erro} = 1,3 \times 10^{-3} \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

$S_{\alpha}$  foi encontrada da Poligonação

Sabendo-se  $S_b = S_c$

$$S_b^2 [(2b + 2c \cos \alpha)^2 + ((-2c) + 2b \cos \alpha)^2]$$

$$S_b^2 [(2b)^2 + (8bc \cos \alpha) + (2c \cos \alpha)^2 + (2c)^2 + (2b \cos \alpha)^2 + (-8bc \cos \alpha)]$$

$$S_b^2 [(2b)^2 (1 + \cos^2 \alpha) + (2c)^2 (1 + \cos^2 \alpha)]$$

$$S_b^2 [(1 + \cos^2 \alpha) + [(2b)^2 + (2c)^2]]$$

$$S_b^2 [(1 + \cos^2 \alpha) [(2b)^2 + (2c)^2]]$$

$$S_{\alpha} = \sqrt{S_b^2 [4(1 + \cos^2 \alpha)(b^2 + c^2)] + S_{\alpha}^2 (2bc \sin \alpha)^2}$$

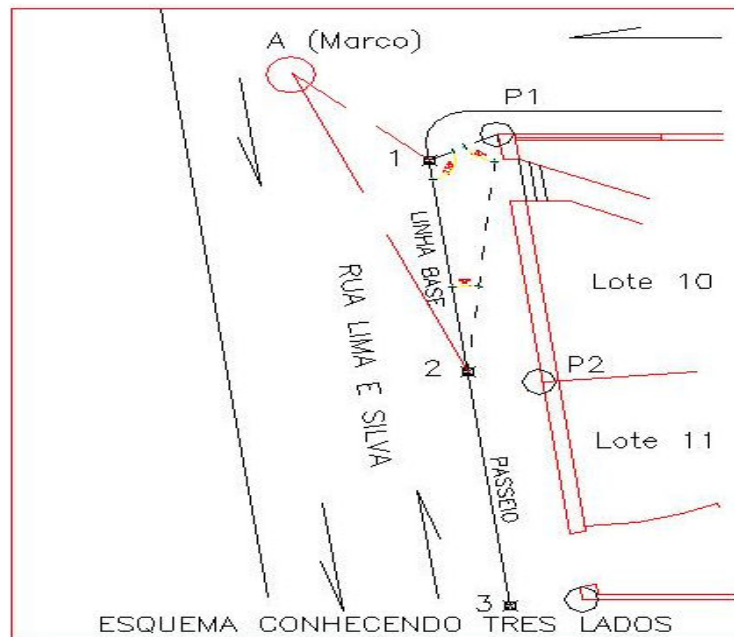


Figura 65 – Medição de vértices entre alinhamentos com trena somente.

Para localizar  $P_1(x, y)$  tem-se que medir  $\{1 \rightarrow P_1$  e  $2 \rightarrow P_1\}$ , obter  $\{1\ 2\}$  da base de dados do sistema já implantado, e assim, conhece-se os três lados:

$$\begin{cases} 1\ 2 \\ 1P_1 \\ 2P_1 \end{cases}$$

Aplicando a Lei dos Cossenos:

$$(1P_1)^2 = (1\ 2)^2 + (2P_1)^2 - 2(1\ 2)(2P_1) \cos \beta$$

$$1P_1 = P_1 - 1$$

$$5m = 25 - 20$$

Logo,

$$P_1 = 1P_1 + 1$$

$$S_{P_1}^2 = S_{1P_1}^2 + S_1^2$$

$$S_{P_1} = \sqrt{(1,5)^2 + (6,34)^2}$$

Finalmente tem-se que  $S_{P_1} = 6,52mm$

O estudo da PROPAGAÇÃO DOS ERROS aplicado na Metodologia 1, para Poligonação e Método Polar, possibilitou a avaliar o desempenho qualitativo do equipamento convencional (teodolito) e trena digital laser baseados na precisão nominal dos equipamentos e norma ABNT 13133/94. Os

resultados apresentaram-se satisfatórios apenas com medidas usando a trena digital laser.

Na Metodologia 2, o estudo da PROPAGAÇÃO DOS ERROS, para o método da trilateração, possibilitou avaliar o desempenho qualitativo do equipamento trena digital laser baseados na precisão nominal do equipamento, tendo sido satisfatório o resultado do instrumento.

### 3.3.4 O cadastro dos limites dos imóveis

Para demonstrar a viabilidade prática dos métodos propostos, anteriormente descritos, foram realizadas medições para caracterização das feições dos imóveis, georreferenciamento e o conseqüente cálculo de limites e área. Segue especificamente, a relação de alguns estudos de casos e a metodologia a ser empregada em cada ocasião. A frente do imóvel é levantada conforme descrito no item 3.3.2 e/ou 3.3.3.

Caso A – terreno com geometria irregular, e grandes dimensões para um padrão urbano unifamiliar. Esse caso, normalmente é mais adequado que seus vértices da parcela sejam levantados por irradiação, pelo método polar;

Caso B – terreno típico urbano, com limites materializados com muros, grades, cercas. Nesse caso, recomendam-se duas soluções viáveis:

1-Implantar uma estação auxiliar através do portão/aceso no interior do imóvel e como no Caso A, terá seus vértices levantados por irradiação;

2-Implantar a partir da linha base um alinhamento perpendicular a esta com o teodolito e em seguida levantar os vértices por trilateração;

Caso C – terreno típico urbano com edificação. Nesse caso recomendam-se duas soluções:

1-Se com uma única visada pode-se visualizar o limite de fundo/quintal, nessa situação, usa-se o procedimento Caso B-2;

2-São necessárias várias visadas para acesso ao limite de fundo/quintal, nessa situação, implanta-se a partir da linha base um primeiro alinhamento perpendicular a esta, daí no final dessa medida, implanta-se o segundo alinhamento para direita ( $270^\circ$ ) ou esquerda ( $90^\circ$ ), daí no final dessa medida, implanta-se o terceiro alinhamento perpendicular, que se sabe é paralelo ao primeiro. Desse ponto, caso tenha-se chegado à situação favorável levantar os



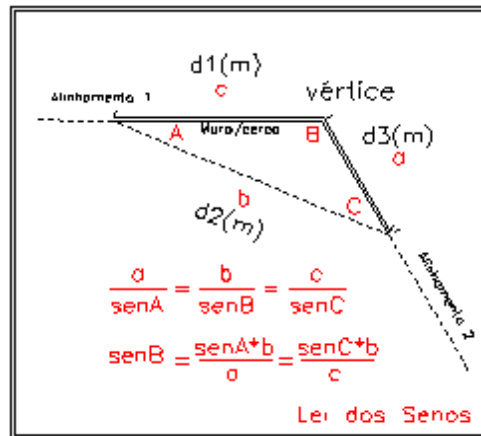


Figura 67 – Medição de vértices entre alinhamentos. Lei dos Senos.

Lei dos Senos:

A Lei dos Senos diz que em um triângulo plano qualquer, os seus lados são proporcionais aos senos dos ângulos opostos.

Assim calcula-se o ângulo do vértice B

Prosseguindo faz-se uso do Teorema dos 180° para controle do fechamento angular.

O Teorema dos 180° diz que a soma de todos os ângulos internos de um triângulo é igual à 180°.

Assim calcula-se também o ângulo do vértice C:

$$A + B + C = 180^\circ \text{ e } C = 180^\circ - (B + C).$$

De posse desses ângulos surge a possibilidade de ter-se um controle angular e linear da poligonal, para isso usa-se o ajustamento angular nas poligonais fechadas onde o erro de fechamento angular pode ser mensurado e distribuído, no caso dos ângulos calculados serem externos aos alinhamentos, à fórmula é:

$$\Sigma A_e = (n + 2) 180^\circ + (\pm \text{erro})$$

$\Sigma A_e$  = soma dos ângulos externos calculados;

n = número de ângulos calculados;

$\pm \text{erro}$  = erro de fechamento angular observado.

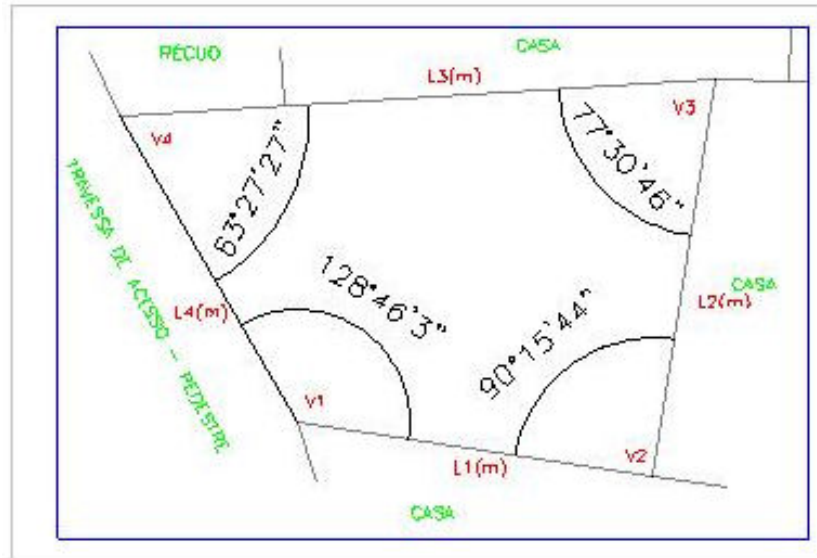


Figura 68 – Medição de vértices entre alinhamentos com trena somente. Teorema dos 180°

A Figura 68 mostra um exemplo de ângulos calculados e corrigidos pelo lado interno do imóvel usando-se a fórmula:  $\Sigma A_e = (n - 2) 180^\circ$ , caso os ângulos fossem externos a fórmula seria:  $\Sigma A_e = (n + 2) 180^\circ$ .

Como importância desses métodos tem-se como exemplo a possibilidade do levantamento parcelar de uma quadra inclusa na Área de Estudo 1, entre a Rua Manoel Mário de Lima e a Rua Monsenhor Annibal Matta, conforme a figura 69, mostrando a linha azul no fundo dos lotes e 11 pontos numerados, comuns aos vários lotes com imóveis construídos e apenas dois ainda baldios, nessa análise vê-se a necessidade de aplicar um dos métodos acima em apenas três lotes, hachurados na cor azul e numerados com os pontos 5 e 6, 7 e 8, e 9, 10 e 11 respectivamente. Observa-se que com essa metodologia têm-se ao final 20 imóveis cadastrados com praticidade e economia de tempo.

Os cálculos foram processados em rotina LISP desenvolvida para essa pesquisa. Verificaram-se os fechamentos das poligonais, comparando com um exemplo onde foram ocupados todos os vértices, pelo método da poligonização com estação total topográfica. Como conclusão depois de calculadas as diversas poligonais possíveis, com as varias séries de leitura e com os diversos instrumentos, vê-se plenamente a possibilidade de uso da trilateração como uma realidade.



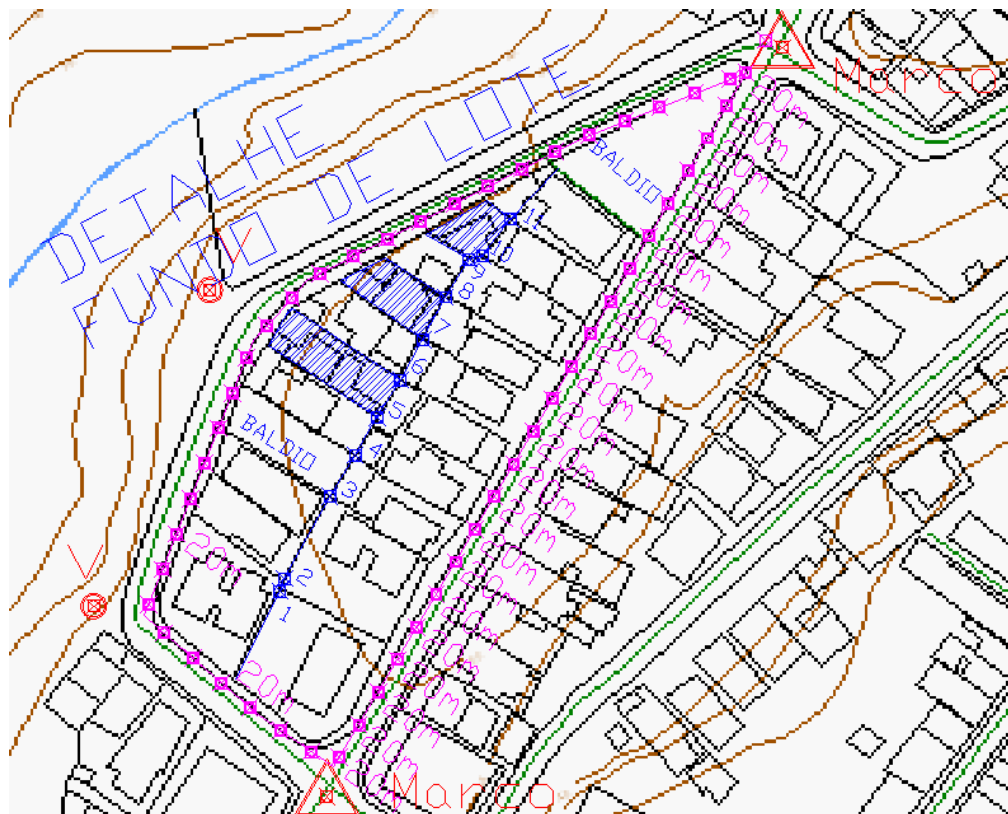


Figura 69 – Linha interna azul com 11 pontos comuns a imóveis construídos

## 4 RESULTADOS

Na Área de Estudo 1 e na Área de Estudo 2, foram aplicados os recursos, métodos e equipamentos citados e discutidos nessa pesquisa. A seguir apresentam-se os produtos gerados nos estudos de Densificação Geodésica com equipamento de dupla frequência L1/L2 na Área de Estudo 2, seguindo os resultados da pesquisa com equipamento GPS de monofrequência, tipo L1, bem como os resultados dos levantamentos tradicionais e nivelamentos na Área de Estudo 1.

### 4.1 DENSIFICAÇÃO GEODÉSICA COM GPS L1/L2 – ÁREA DE ESTUDO 2

Na Área de Estudo 2, os trabalhos de densificação geodésica foram realizados em quatro municípios da região sul do Estado da Bahia, nos municípios de Ilhéus, Arataca, Alcobaça / Prado, e Porto Seguro. Ao todo 82 pontos foram rastreados e sete bases implantadas. Nos marcos das bases o rastreamento durou em média dez horas e nos pontos de controle a partir de 20 minutos, para distâncias a partir de 0,3km, aumentando o período de rastreamento de acordo com o maior afastamento do ponto à base, chegando até 40 minutos para distâncias em torno de 30km. Na Figura 70 temos o GPS L1/L2 rastreando uma feição em telhados cerâmicos na região de Ilhéus nos pontos P15A e P13A.

No Anexo 1 encontra-se a lista resumo de relatório do ajustamento do posicionamento GPS L1/L2 gerado pelo software da Trimble nos marcos da Base MB-01 em Ilhéus e um resumo de erro do MB-02 em Arataca e da MB-05 em Alcobaça/Prado no estado da Bahia. Na figura 71 a representação gráfica da triangulação do ajustamento do pontos MB-01 com referência nos pontos da RBMC/IBGE de Bom Jesus da Lapa-BA (BOMJ) e de Viçosa-MG (VICO). Na Figura 72 uma vista geral de todos os 82 pontos nos municípios envolvidos na Área de Estudos 2. Todos os relatórios de medições seguiram o mesmo modelo, com seus vetores (distâncias), azimutes e precisão ajustados.



Figura 70 - Operação do GPS L1/L2 nos Pontos de controle P15A e P13A em Ilhéus

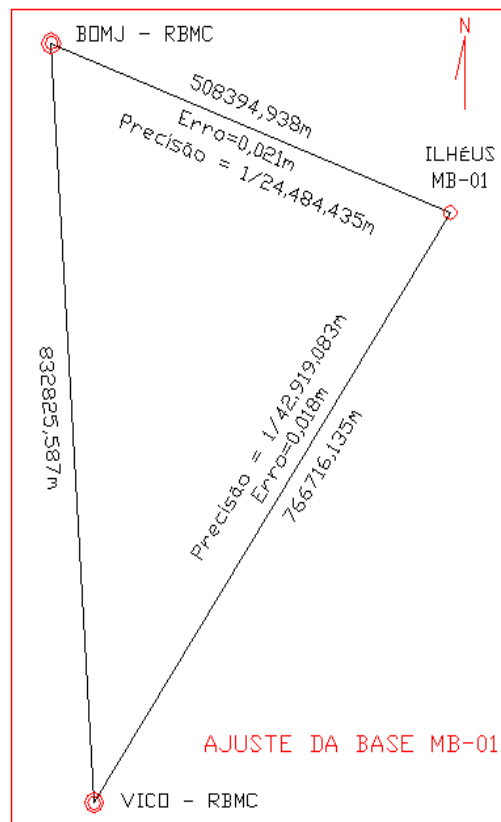


Figura 71 – Ajuste da Base MB-01 em relação à RBMC

No item 4.3 foram analisados os resultados dos levantamentos. Importante destacar as precisões obtidas com os posicionamentos GPS. O exemplo da Figura 71 ilustra bem o potencial do posicionamento GPS para o georreferenciamento ao Sistema Geodésico Brasileiro. O ponto MB-01, no município de Ilhéus, foi medido com referência a dois pontos da RBMC/IBGE, em Bom Jesus da Lapa-BA, distante cerca de 510km, e em Viçosa-MG, distante cerca de 770km. As incertezas obtidas foram menores que +/- 2cm, o que é adequado para o Cadastro Territorial em áreas urbanas.

No Brasil a densificação dos pontos da RBMC/IBGE encontram-se na ordem de grandeza de aproximadamente 500km, com perspectivas de diminuir significativamente essa distância para cerca de 300km. Ou seja, a metodologia de posicionamento GPS com equipamento de dupla frequência, pode ser usado no georreferenciamento das medições do Cadastro Territorial em qualquer município brasileiro, mesmo aqueles em que não existem infraestrutura geodésica nas proximidades.

No Anexo II encontra-se a planilha consolidada das coordenadas geodésicas de todos os pontos, que foram medidos no modo relativo com receptores GPS de uma frequência (L1). Os 22 pontos da Região de Arataca estão localizados em zona de relevo acidentado variando de 140m a 550 metros de altitude. Os 21 pontos da Região de Prado - Porto Seguro estão localizados em região com relevo variando de 10m a 90 metros de altitude. Os 19 pontos das regiões costeiras de Ilhéus e Alcobaça / Prado, estão localizados em região com relevo variando de 5m a 190 metros de altitude.

Na planilha constam os valores dos vetores dos posicionamentos e as correspondentes incertezas. O resultado do processamento com as coordenadas, vetores com distâncias médias de 15 km, e incertezas correspondentes, entre 0,005 e 0,018m, indicam uma precisão média melhor que **1/1.000.000**. Esses resultados demonstram também que essa metodologia, posicionamento relativo GPS L1, pode ser usada no Cadastro Territorial em áreas urbanas e rurais.

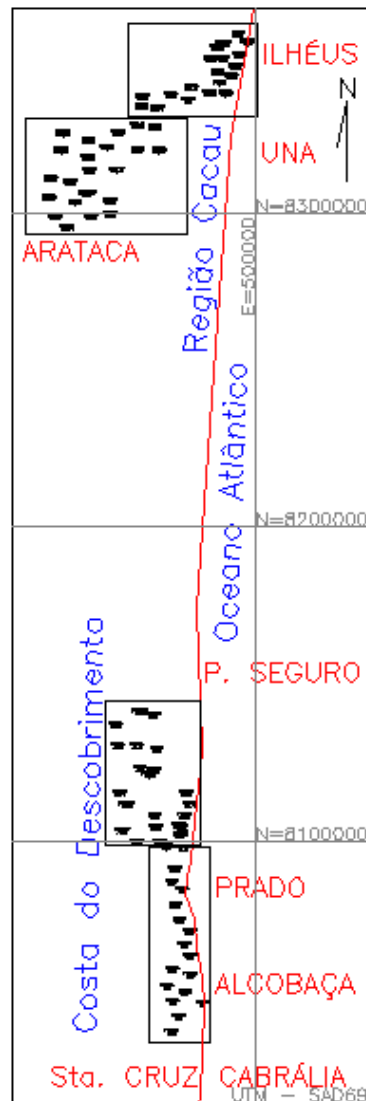


Figura 72 – Vista geral da Área de Estudo 2 com as 4 regiões e os 82 pontos de controles.

#### 4.2 POSICIONAMENTO COM GPS L1 E OUTROS PRODUTOS – ÁREA DE ESTUDO 1

No ANEXO III encontra-se uma lista de resultados obtidos no posicionamento relativo com equipamento GPS de uma frequência L1. O objetivo desse experimento foi estudar a qualidade do posicionamento sob efeito do multicaminhamento em área urbana, considerando o tempo de rastreo.

Os resultados desse posicionamento foram comparados com um levantamento pelo método de poligonação com Estação Total Zeiss. As

análises dos resultados estão no item 4.3. Abaixo o Quadro 4, com a listagem dos resultados do levantamento da poligonal, onde pode ser verificada a precisão obtida, melhor que 1/10.000. Esses dados foram processados conforme relatório extraído da Rotina LISP programada para esta pesquisa:

Quadro 4 - Relatório dos cálculos brutos da poligonal de estudo

"Número de vértices: "	4
"soma de x+: "	132.393m
"soma de x-: "	132.356m
"erro de x: "	0.0369973m
"soma de y+: "	159.14m
"soma de y-: "	159.151m
"erro de y: "	0.0101911m
"soma da projeção de x: "	264.749m
"soma de projeção de y: "	318.291m
"erro angular p/estaca: "	0.0003125
"soma dos ângulos: "	$(n+2)*180^\circ$
"constante erro x: "	-0.000139745
"constante erro y: "	3.20181e-005
"azimute de saída: "	0d0'0"
"azimute de chegada: "	0d0'0"
"erro absoluto: "	0.0383753m
"perímetro: "	433.755m
"erro relativo: "	<b>1/11303.00</b>

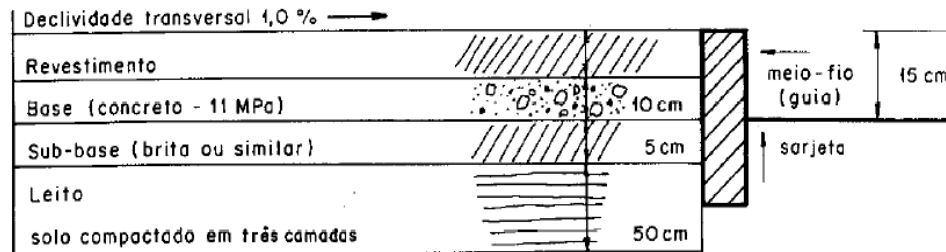
Durante a pesquisa, especialmente na fase de densificação de marcos geodésicos e de materialização de pontos de apoio geodésico voltado para o levantamento dos pontos de detalhes, foi constatado que quanto mais adensados estiverem os pontos de referência, mais rápido e preciso serão levantados as feições de lotes e parcelas, e limites de edificações e equipamentos.

Na implantação dos pontos de referência cadastral, nos cantos de quadras, obtêm-se como primeiro produto desse método de cadastro as linhas que interligam o meio-fio da linha base (item 3.3.1 Locação da linha-base). Tais linhas unidas revelarão num primeiro momento o sistema viário e seu sentido, caixa de rua, passeio, etc, e com o processamento dos dados geométricos desses pontos georreferenciados alguns produtos podem ser gerados como perfis longitudinais e seções transversais por exemplo.

Foi desenhado em CAD um modelo que pode ser assentado conforme recomenda a NB 1338/1990. O meio fio ou guia desenhado na Figura 74 deve ser assentado separando o passeio da pista de rolamento conforme Figura 73:

“4.5.5 – meio-fio ou guias e sarjetas:

As guias podem ser de concreto (simples ou armado) ou de pedra, respeitadas a espessura mínima de 12cm e a altura mínima de 30 cm: o canto livre deve estar arredondado. As sarjetas devem ser de concreto simples ou armado, respeitadas OS mínimos de 15 cm de espessura e 40 cm de largura. A construção de guias e sarjetas deve cumprir as exigências das respectivas normatizações. (NB 1338/1990)



Nota: Esta composição se destina às partes do passeio nas quais não está prevista a passagem de veículos. Para os acessos às edificações ou a passeios especiais por onde podem circular veículos, o dimensionamento deve ser feito conforme prescreve a NB-6.

Figura 2 - Esquema de composição construtiva de um passeio

Figura 73 - Meio fio da NB 1338

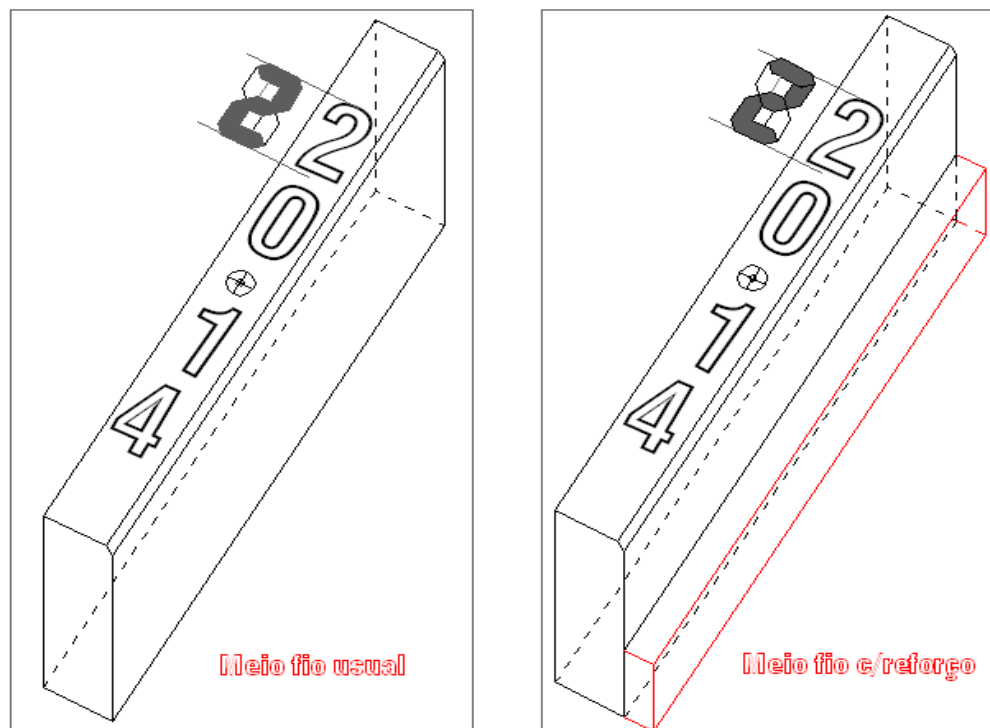


Figura 74 - Meio fio geo marcado com o número 2014 metros, em alusão ao ano 2014.

Nas áreas urbanas a serem implantadas novos arruamentos e assentados novos alinhamentos, a proposta para o MEIO FIO GEO consiste em assentar uma peça do meio-fio com o pino cravado no centro da peça no processo de construção (pré-moldado) e a pigmentação de cor azul também já agregada ao cimento. Poderá ser construída uma peça com reforço na base para lugares onde ocorra alguma fragilidade ou risco de deformação do assentamento, como mostra a peça do lado direito da Figura 74.

No processo de construção o “MEIO FIO GEO” ou “MFG” recebe na sua face superior em baixo relevo a forma do dígito “8” estilizado com sete partes que podem compor qualquer numeral de 0 a 9, sendo dois desses símbolos à esquerda e dois à direita do pino, sendo preenchidos “in loco” cada uma das sete partes do dígito com massa epóxi ou similar, e assim consiga-se dar numeração de “0000” até “9999”. Nas cidades com avenidas com extensão superior a 10km deve-se acrescentar um “X” antes do primeiro dígito para o trecho que vai de 10km até 20km e mais outro “X” para o trecho até 30km.

Observar na Figura 74 o modelo já preenchido e ressaltando o número 2014 metros em alusão ao ano 2014 (Cadastro 2014 – A Vision for a Future Cadastral System. FIG). Tornar os preceitos do Cadastro 2014, já citados no item 2.7 – Sistema de Cadastro Territorial, é uma desafio para os municípios brasileiros. Esta pesquisa apresenta uma alternativa que pode ser aplicada à realidade brasileira, possibilitando a construção de “um inventário público, **metodicamente ordenado, de dados concernentes a todos os objetos territoriais** legais de um determinado país ou distrito, **baseado na mensuração dos seus limites**”.

Objetos territoriais são porções de terras homogêneas e que contêm direitos legais e restrições. Já a **parcela territorial é uma porção de terra com limites definidos** em qual há um direito de domínio por uma pessoa física ou jurídica. O grifo nosso mostra como o MEIO FIO GEO se faz um instrumento importante para concretização desses conceitos.

#### 4.3 ANÁLISE E RESULTADOS DAS INCERTEZAS DAS MEDIÇÕES

Na fase de análise de dados, para atender aos critérios de validação e aceitação das medições torna-se necessário comparar modelos normatizados,



bem como adaptar o uso de novas geotecnologias. Com isso abrem-se possibilidades para novos parâmetros na análise do ponto de vista de ganho de qualidade no tempo, praticidade, acurácia e, no caso de posicionamentos GPS, distanciamentos cada vez maiores em relação a uma base homologada ou da RBMC. O Gráfico da figura 75 apresenta um exemplo típico das medições realizadas nesta pesquisa, correspondente ao posicionamento relativo GPS com 25 minutos de rastreo, obtendo-se incertezas menores que +/- 6mm para pontos afastados até 6km da base de referência.

As diferenças de coordenadas dos pontos, em relação a cada método de coleta frente à Norma ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 13133 de maio de 1994, para levantamentos topográficos e cadastrais são aqui comparadas, pela repetição de observações e qualidades das médias obtidas, com a correspondente precisão nominal do equipamento.

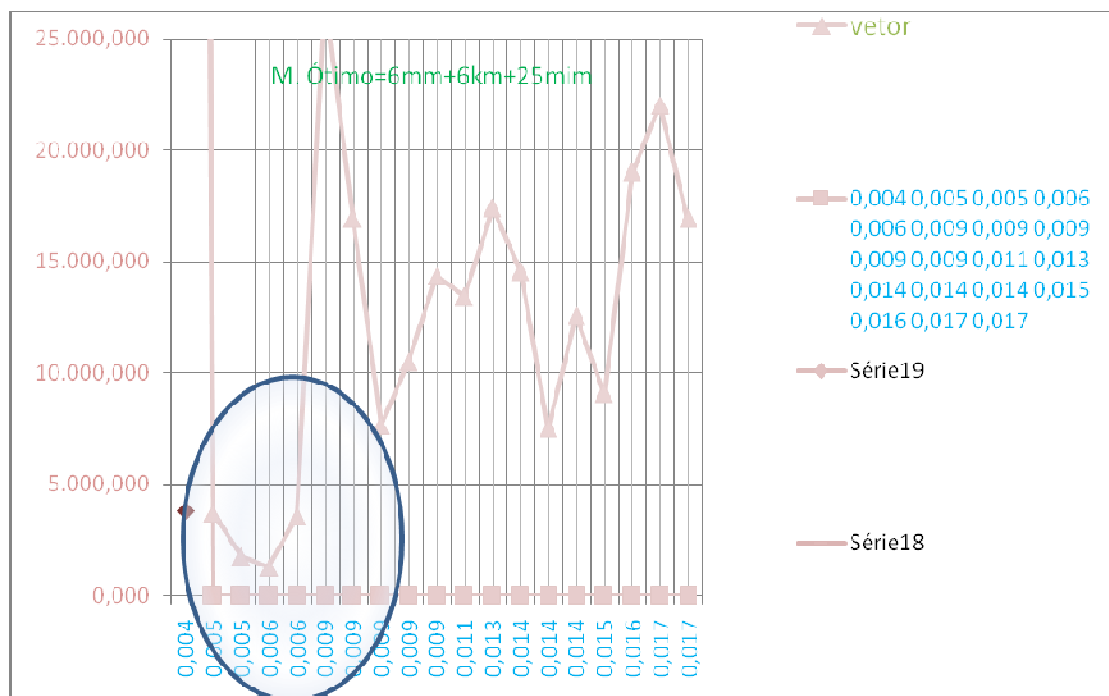


Figura 75 – Gráfico mostrando pontos até 6km com incerteza <6mm em 25 minutos de rastreo.

Nos pontos que foram levantados pelo método de posicionamento por rastreamento de satélite a qualidade posicional obtida foi excelente, quando comparada com a precisão nominal do equipamento, (horizontal=5mm + 1ppm). Tais resultados foram obtidos a partir do uso de vários recursos, como o ajuste no tempo de rastreo levando em consideração a distância da base.

Nos próprios aplicativos pós-processamento como Ashtech Solutions 2.60, Spectrum Survey, TGO, SYGEO, TCGEO, MAPGEO, existem recursos que permitem desativar satélites total ou parcialmente, em momentos de rastreamento deficientes, considerando a altura do satélite em relação ao horizonte e a qualidade do sinal.

Foram observados e utilizados apenas rastreamento onde o PDOP foi menor que seis ( $PDOP < 6$ ). Em alguns pontos os erros diminuíram significativamente quando foram descartados os primeiros segundos de rastreamento (30, 60, 90, 120 ou mais segundos). Mais detalhes sobre esses procedimentos, objetivando resolver as “ambigüidades” podem ser consultadas em MONICO (2000).

Outros parâmetros a serem observados constam nas Normas do IBGE em sua publicação: IBGE - Resolução PR nº 22, de 21 de julho de 1983 NORMAS CARTOGRÁFICAS - CAPÍTULO II - Especificações e Normas Gerais para Execução de Levantamentos Geodésicos – Sistema Geodésico Brasileiro – Especificações para poligonização:

- Erro de fechamento em azimute, máximo permitido, entre direções de controle ( $N =$  número de estações)  $8''/estação$  ou  $20'' \sqrt{N}$ ;

- Fechamento em coordenadas, valor máximo para o erro padrão em coordenadas após a compensação em azimute ( $L =$  comprimento da poligonal em km)  $0,8 \text{ m} \sqrt{L}$ . (IBGE, 2005).

Os pontos obtidos pelo sistema GPS têm a vantagem de terem incertezas relativamente uniformes em toda área de captação de acordo com a precisão do equipamento; até cerca de 25 quilômetros de afastamento entre o ponto a ser determinado para o ponto base de referência para o de mono frequência L1, e acima de 500 quilômetros para o de dupla frequência L1/L2. Essa precisão faz com que se obtenham resultados melhores que 1/50000 e até 1/100000 cumprindo com folga a norma NBR 14166:

“6.3.4 Nas operações de cálculo e ajustamento das observações, devem ser seguidas as seguintes prescrições:

a) após o processamento das observações, os vetores independentes da rede de pontos de controle devem passar por ajustamento vetorial pelo método dos mínimos quadrados, empregando-se como injunções os pontos de apoio do SGB, sendo que a precisão final, relativa aos pontos do SGB, deve ser da ordem de 10 ppm (1:100 000) ou superior, considerando-se 95% de nível de confiança;

b) somente após o cumprimento do estabelecido na alínea a) é que poderão ser ajustados os vetores pertencentes à rede de marcos geodésicos de apoio imediato, empregando-se o mesmo processo de ajustamento vetorial e usando como injunções os pontos da rede de controle, sendo que a precisão final,

relativa aos pontos da rede de controle, deve ser da ordem de 20 ppm (1:50 000) ou superior, considerando-se 95% de nível de confiança;" (ABNT 14166/98).

Os resultados dessa pesquisa confirmam uma tendência de melhora na qualidade das precisões dos métodos de medição ocorrida nos últimos 20 anos especialmente, fazendo com que a cultura de acurácia de uma parte por mil (1/1.000 e 1/10.000), admitida até a década de setenta do século XX, e outras precisões exigidas que constam na ABNT 13.133/94 e editais de órgãos públicos sejam parte do passado.

Nasce junto com o século XXI a época de uma parte por milhão (1/1.000.000), ou melhor ainda das dezenas e até centenas de milhão, como ocorreu nas sete bases estudadas nesta pesquisa, conforme pode ser constado no Anexo I, e transcrito logo abaixo em termos de um resumo em distâncias, erro e precisão de três bases (MB01, MB02 e MB05).

Quadro 5 – Distâncias e incertezas das bases geodésicas

BOMJ – Bom Jesus MB-01 (lhéus-Ba)	Distancia 508394,938m	Erro <b>0,021m</b>	Precisão horiz. (Índice) <b>1/24484435</b>
MB-01 VICO – Viçosa	Distancia 766716,135m	Erro <b>0,018m</b>	Precisão horiz. (Índice) <b>1/42919083</b>
BOMJ – Bom Jesus MB-02 (Arataca-Ba)	Distancia 485787,372m	Erro <b>0,004m</b>	Precisão horiz. (Índice) <b>1/120217071</b>
MB-02 VICO – Viçosa	Distancia 709785,001m	Erro <b>0,004m</b>	Precisão horiz. (Índice) <b>1/167792014</b>
BOMJ – Bom Jesus MB-05 (Prado/Alcobaça-Ba)	Distancia 650863,596m	Erro <b>0,010m</b>	Precisão horiz. (Índice) <b>1/63281974</b>
MB-05 VICO – Viçosa	Distancia 527138,744m	Erro <b>0,011m</b>	Precisão horiz. (Índice) <b>1/49777183</b>

Tem-se observado nessa análise a importante redução nos valores numéricos das incertezas obtidas e a conseqüente confiança nos resultados, principalmente após os ajustes fixando duas Bases da RBMC. Para exemplificar esse grande avanço na melhoria da qualidade das precisões, verificou-se na base MB-02, no município de Arataca – estado da Bahia, uma

qualidade posicional ultrapassando o patamar da centena de milhão: **1/167.000.000**.

Outras constatações verificadas nas medições dessa mesma Base MB-02:

a) O vetor MB-02 / BOMJ (RBMC Bom Jesus da Lapa), o erro no azimute foi de apenas  $0^{\circ}00'00,0011''$ . Como comparação vale lembrar que uma Estação Total de última geração tem como precisão angular  $0,3''$  e a ABNT 13.133/94 na sua Tabela IV, classificação para estações totais, tem na de melhor classe, a 3 - precisão alta:  $\leq \pm 02''$ .

b) No quadro das coordenadas geodésicas ajustadas (Anexo II) a altitude elipsóidica também pode ser analisada positivamente, pois o erro encontrado na altitude geométrica do vértice MB-02 foi de 0,007m, sendo que os outros dois vértices da triangulação tiveram 0,011m e 0,012m, BOMJ e VICO respectivamente. Vale lembrar a pouca confiança que tem sido dada ao transportes de altitudes usando o sistema GPS. Trabalho de campo, inclusive nessa pesquisa, feito e comparado com o nivelamento geométrico tradicional, tem mostrado resultado satisfatório a favor do transportes de altitudes via GPS no modo estático. Importante salientar que para adotar tal procedimento, torna-se necessário verificar se o comportamento geométrico entre as superfícies do geóide e do elipsóide não apresentam variações significativas.

Um momento de particular satisfação nessa pesquisa foi quando se comparou os vetores acima dos 600000m de distância entre bases implantadas e estações da RBMC, formando hipotenusa superior a 1600000m, como mostra o estudo feito no ajuste da Base MB-0001 usando as Estações RBMC Viçosa (VICO) e Bom Jesus da Lapa (BOMJ) e depois Recife (RECF).

Ajustou-se primeiro o vetor e azimute MB-0001 para VICO, mostrado no item 4.1, tendo fixado como segunda referência a estação RBMC de Bom Jesus da Lapa (BOMJ), obtendo-se o azimute  $211^{\circ}33'18,2483''$  e o **vetor 766716,135m**, conforme Quadro 6. Comparando-se com outro ajustamento, independente, fixando agora como segunda referência o vértice da RBMC de Recife (RECF), os termos de covariante do Quadro 7 mostram o azimute  $211^{\circ}33'18,2436''$  e o **vetor 766716,116m**, computando uma **diferença métrica de apenas 0,019m**. A pesquisa visualiza esse resultado surpreendente como um prêmio, e inimaginável a menos de uma década atrás.

Quadro 6 – Ajustamento do vetor MB-01 / VICO a partir de BOMJ

Termos de covariante, em Ilhéus  
Ajuste efetuado em WGS-84

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori (1,00 $\sigma$ )	Precisão horiz. (Índice)	Precisão 3D (Índice)
BOMJ – Bom Jesus	MB-0001	Az.	111°24'34,4521"	0°00'00,0043"	1/24484435	1/24484435
		$\Delta$ Al.	-422,164m	0,073m		
		Dist.	508394,938m	0,021m		
MB-0001	VICO - Vicososa	Az.	211°33'18,2483"	0°00'00,0050"	1/42919083	1/42919083
		$\Delta$ Al.	668,824m	0,074m		
Grifo nosso		Dist.	766716,135m	0,018m		

Quadro 7 - Ajustamento do vetor MB-01 / VICO a partir de RECF

### Termos de covariante

Ajuste efetuado em **WGS-84**

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori (1,00 $\sigma$ )	Precisão horiz. (Índice)	Precisão 3D (Índice)
RECF - Recife	MB-0001	Az.	210°01'50,2016"	0°00'00,0033"	1:60215801	1:60215801
		$\Delta$ Al.	-22,912m	0,060m		
		$\Delta$ Elev.	?	?		
		Dist.	877542,471m	0,015m		
MB-0001	VICO - Vicososa	Az.	211°33'18,2436"	0°00'00,0031"	1:67696464	1:67696464
		$\Delta$ Al.	668,811m	0,048m		
		$\Delta$ Elev.	?	?		
		Dist.	766716,116m	0,011m		

Os produtos gráficos gerados nesse método podem ser representados como tradicionalmente (papel vegetal, sulfite) na escala 1/2000, em arquivos magnéticos nos formatos DWG e DXF, reconhecidos pela maioria dos softwares, compatíveis com o SICAR/RMS, Geoprocessamento, SIG e listagens no formato texto ou planilha. Plotagem em escalas maiores (1/1000

ou 1/500) ficará a critério do usuário, pois o nível de precisão e detalhamento cobre tal necessidade.

O produto cadastral resultado da aplicação dos recursos contemporâneos com método adequado pode ser apresentado em qualquer escala, inclusive na escala cadastral (local/urbana), e principalmente são as mais utilizadas na elaboração de Relatórios Técnicos Preliminares, Orçamentos, Projetos Básicos usados na infra-estrutura urbana (1/500, 1/1000 e 1/2000) e na Regularização Fundiária.

As listagens geradas pelo processamento das medições realizadas nesta pesquisa demonstram o avanço verificado nas últimas décadas quanto ao tema densificação geodésica, principalmente na redução do tempo de rastreio por um lado e melhora na precisão por outro. Essas listagens são de arquivos brutos em linguagem RINEX baixados dos equipamentos GPS e Estação Total com suas extensões específicas. Alguns equipamentos ainda usam o cabo serial para o download, outros o sistema “blue tooth” e ainda o cartão magnético.

Nas rotinas dos serviços de medição cadastral, após o processamento, são gerados arquivos com dados georreferenciados e seus metadados em extensões compatíveis com diversos softwares, leitores de texto e planilhas. A partir desses arquivos é possível gerar os mais variados produtos e subprodutos para a topografia, cartografia, análise espacial, etc.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

O desenvolvimento desta pesquisa contribuiu para a criação ou crescimento de uma nova geotecnologia na execução de um Cadastro Físico-Territorial Urbano Georreferenciado. Essas soluções têm como foco a densificação geodésica, a medição cadastral em si, sua futura atualização para alimentar o sistema dinâmico de Cadastro Territorial das áreas urbanas.

Como conclusão, inicialmente e seguindo os objetivos dessa pesquisa para a medição cadastral tem-se uma nova visão sobre a implantação e o uso de Redes de Referência Cadastral Municipal (RRCM). A hierarquia e estruturação da rede deve ser revista e atualizada. Hoje, segundo a ABNT 14.666/98 seus elementos classificam-se em 12 itens:

- a) marcos geodésicos de precisão;
- b) marcos geodésicos de apoio imediato;
- c) marcos referenciadores de divisas estaduais e municipais;
- d) referências de nível de precisão;
- e) referências de nível de apoio imediato;
- f) referências de nível topográficas;
- g) pontos topográficos;
- h) pontos de referência de segmentos de logradouros;
- i) pontos de esquina;
- j) pontos de referência de quadras;
- k) pontos de referência para estrutura fundiária;
- l) pontos de referência de glebas.

Considerando os aspectos avaliados nesta pesquisa, bem como a realidade dos municípios brasileiros, propõe-se aqui um sistema de medição cadastral com no máximo 5 itens, que seriam:

- Rede da RBMC/IBGE, como o item a;
- Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), como o item b;
- Rede de levantamento, composto pela Linha Base-Meio Fio Geo, como item c;

- Pontos Limites de Lotes e Parcelas, como item d;
- Pontos de Edificações e equipamentos, como item f.

A rede de Referência Nacional se pautaria nas Estações da RBMC/IBGE. As demais redes hoje existentes e que vierem a ser criadas ou ampliadas ficam contidas nas Redes de Referência Cadastral Municipal (RRCM), inclusive as Redes Estaduais GPS.

A responsabilidade pela manutenção do sistema de medição cadastral deve ser do município. É o município que libera as licenças de obras nas áreas urbanas onde se localizam os Marcos Geodésicos, e onde eles se fazem mais necessários. Assim ele, o município, tem capacidade de antever essa necessidade de mudança de um marco na implantação de um empreendimento, bem como cobrar uma reparação, caso ocorreu dano, quando do fornecimento do respectivo “HABITE-SE” ou Alvará de Funcionamento. Se forem tomadas essas providências as redes terão vida longa e se prestarão ao fim a que se destinam.

Convém salientar, como demonstrado nesta pesquisa, que nos municípios que não possuem uma Estação da RBMC, a metodologia estudada recomenda como primeiro passo dotar a RRCM com uma base geodésica ajustada com pelo menos duas Estações da RBMC, preferencialmente a partir de posicionamento GPS, modo relativo, com receptores de dupla frequência, de forma a garantir incertezas posicionais na ordem de +/- 1 cm.

Na implantação de uma RRCM, demonstrou-se adequado implantar cada base geodésica de modo a cobrir um raio de rastreamento de até seis quilômetros para um tempo de observação menor que 25 minutos quando da densificação geodésica, usando receptores GPS de uma frequência no modo relativo. Nessas condições, exequível na prática, foi demonstrado nesta pesquisa a viabilidade de se obter incertezas posicionais menores que +/- 6 mm.

Após esse estudo pode-se afirmar que a falta de implementação do Cadastro Territorial nos municípios não deverá mais esbarrar na inexistência de Redes de Referência Cadastral Municipal, que tem por sua vez, como justificativa as dificuldades por equipamentos, instrumentação e métodos.



O tempo de rastreo deve levar em conta a distancia do ponto de referência, a quantidade de satélites e o valor do PDOP. Quanto mais próxima, mais satélites (acima de 9), e PDOP abaixo de 4, encontrar-se-á em menos tempo de rastreo a mesma precisão de um ponto rastreado durante 60 minutos. Economizando-se até 45 minutos por ponto.

Os equipamentos GPS de dupla frequência L1/L2, com dezenas de canais, que já começam a chegar ao mercado com custos relativamente acessíveis, pode se obter resultados similares, incertezas posicionais menores que +/- 1 cm, em média aos 12 minutos de rastreo.

Nos estudos de rastreo GPS com os pontos de controle com vistas a implantação da Linha Base, usou-se também apenas 15 minutos com resultados satisfatórios. Recomenda-se após essa constatação uma reflexão: quantos milhões de minutos de mão-de-obra de uma classe especializada e de equipamentos idem estão sendo desperdiçados por ano no Brasil?

Como toda pesquisa propositiva nova essa trará uma demanda por mão-de-obra especializada. Isso trará uma necessidade de cursos de especialização, extensão, seminários e produção de literaturas como manuais, cartilhas, artigos de rotina na internet, etc. Espera-se com isso possibilitar aos municípios brasileiros instalar seus Cadastros Territoriais. Para isso será necessário, segundo PHILIPS (1996), de técnicos especializados formados em Cadastro Territorial e em levantamento topográfico cadastral. A quantidade limitada desses profissionais no mercado, é um dos impedimentos no presente momento para tal realização

As IFES, Instituições Federais de Ensino Superior, num primeiro momento poderão contribuir mais intensamente com o oferecimento de cursos de extensão universitária, capacitando e qualificando recursos humanos em quatro campos:

- a-Coleta de dados geográficos, incluindo a medição cadastral;
- b-Processamento e criação de sub-produtos de dados espaciais;
- c-Criação, operação e manutenção de sistemas de informações geográficas e territoriais;
- d-Análise espacial

Por outro lado, iniciativas como a do Ministério das Cidades no sentido de fortalecer e otimizar o software TERRAVIEW poderá ser enriquecido de um módulo de tratamento topográfico que contemple:

a - Transformação de planilha de campo ou de pontos digitalizados em coordenadas planas (x,y,z) e sua visualização na área gráfica com possibilidades de edição.

b - Transformação de pontos da linha base em curvas de nível e perfis longitudinais e transversais para fins de Estudos Preliminares e até mesmo Projetos Básicos para terraplanagem de vias e terrenos, adutoras e redes de esgoto, entre outros usos na montagem da infra-estrutura urbana.

Na idéia de consórcio de prefeituras estará um importante elemento para o sucesso da implantação definitiva de sistemas de Cadastro Territorial Multifinalitário, tanto na obtenção de recursos, economia de mão-de-obra, equipamentos e ainda a integração técnica regional.

A tendência é de surgir mais cidades pólo operando equipamentos (GPS, estação total) para efetuarem ampliação de rede, atualização da linha base quando mudanças significativas da infra-estrutura urbana como uma via, por exemplo, for modificada em sua feição plana ou altimétrica por conta de operação de requalificação ou terraplanagem (corte e aterro), por exemplo.

As cidades consorciadas membro solicitarão esse serviço e o sistema será ressarcido financeiramente de acordo algum modo que deverá ser implantado. Diversas possibilidades e modelos podem ser adotados, a exemplo do controle da inclusão de dados no sistema pela primeira vez; mudança de algum dado ou área urbana alterada; dados de "as built" devendo ser criados parâmetros de aceitação como índices e/ou indicadores de precisão/incerteza aceitos de conformidade com cada localidade ou região.

Assumir uma implantação de sistemas de Cadastro Territorial é uma decisão política, mas faz-se necessário criar uma visão ou cultura da não intromissão política, especialmente no processo de criação e manutenção e na composição do corpo técnico. O ideal seria que esse núcleo de cadastro possa ser gerido por um conselho independente do ponto de vista administrativo e financeiro e ainda do ponto de vista jurídico que os dados por ele publicados tenham fé pública.

Esse passo é importante como fomentador na entrada e início de um processo de Sistema de Cadastro Territorial Municipal, onde todas as Secretárias, Órgãos e Instituições envolvidas troquem informações, seja como gestores, seja como produtores ou usuários. A recomendação final pretendida é que o resultado da presente pesquisa possa contribuir como elemento introdutor do desejado sistema.

As fases que compõem o processo são frutos das necessidades e demandas atuais, mostra possibilidades de integração, viabilidade e um cenário de auto-sustentação ao longo do tempo.

Segundo o dicionário on-line Priberam, **sistema** é conjunto de princípios reunidos de modo a que formem um corpo de doutrina; combinação de partes coordenadas entre si e que concorrem para um resultado ou para formarem um conjunto.

Como recomendação e principal resultado de uma pesquisa nesse assunto é desenvolver consciência que essa metodologia aqui apresentada não encerra o assunto nem se arvora eterna, o modo de coleta de dados geográficos poderá sofrer influência de tecnologias mais rápidas, equipamentos mais baratos, resultados mais precisos, em poucos anos, mas o importante é que predomine um desenvolvimento de cultura cadastral.

É possível que no futuro próximo o gestor público tenha que apresentar juntamente com a prestação de contas de seu governo, como cumprimento da Lei de Responsabilidade Fiscal, o Cadastro Territorial Georreferenciado de seu município, atualizado com relatórios de tudo que teve suas feições alteradas ou mantidas, fazendo comparação espaço-temporal com o cadastro georreferenciado recebido do governo antecessor. Portanto sugere-se esse tipo de instrumento no corpo da Lei em vigor ou na criação de uma Lei de Responsabilidade da Gestão Territorial.

Resumindo, os três pilares e seus respectivos itens importantes no avanço das **diretrizes para medição das parcelas** são:

- **1-Densificação geodésica (Redes de Referência)**
  - Lei/Norma
  - GPS/RBMC
- **2-Linha Base (Meio Fio Geo)**
  - Numeração métrica

- Referenciamento/geocodificação
- **3-Trilateração (Uso de trena)**
  - Avanço dos MED's
  - Praticidade na área urbana
  - Custo compatível com recursos de prefeituras

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, G. Passos com o título: **Confiabilidade de rede GPS de referência cadastral municipal: Estudo de caso: Rede do município de Vitória(ES)**. Dissertação de Mestrado de EESC/USP - São Carlos-SP, 2004.

ANTUNES, Luciana Rodrigues. **Introdução ao Direito Notarial e Registral . Jus Navigandi**, Teresina, ano 9, n. 691, 27 maio 2005. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=6765>>. Captado em 21/02/2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Execução e utilização de passeios públicos. NB 1338/1990**. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Execução de Levantamentos Topográficos. NBR 13133**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Rede de Referência Cadastral Municipal. NBR 14166**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Instrumento de medição e controle – Trena de fita de aço – Requisitos. Projeto de Revisão NBR 10123**. Rio de Janeiro, 2004.

BLACHUT, T. J., CHRZANOWSKI, A., SAASTAMOINEN, J.H. **Cartografía y levantamientos urbanos**. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. New York: Inc. Springer-Verlag. 1979.

Boletim IRIB 829 de 16/09/2003 - **O cadastro napoleônico**, Jürgen Philips-UFSC, Florianópolis, SC. [www.irib.org.br](http://www.irib.org.br). Captado em 10/12/2004.

BRANDÃO, Artur Caldas. **Cadastral de Parcelas Territoriais O Princípio da Vizinhança Geodésica no Levantamento**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

**BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**

BRASIL. **Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

BRASIL. **Lei 10.267, de 28 de agosto de 2001.** Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências.

**BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade.**

Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal que estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

CARNEIRO, A.F.T. **Uma proposta de reforma cadastral visando a integração entre Cadastro e Registro de Imóveis.** Tese de Doutorado. UFSC: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2000. 180p.

CARNEIRO, Andréa F. T., et al. : **Análise do Cadastro Imobiliário Urbano de Algumas Cidades Brasileiras.** COBRAC 2000 – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais em CD-ROM. Florianópolis. 2000.

CARNEIRO, Edison: **A Cidade do Salvador (1549). Uma reconstituição histórica.**(2ªed.), composto e impresso na Gráfica Econômico e administração Ltda, Salvador, 1978. 171 p.

Cordovez, **Anais do II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto em Aracaju/SE,** 10 a 12 de novembro de 2004.

Costa et al. **Cadastro Técnico Georreferenciado – Base Única de Endereçamento em Municípios Baianos.** COBRAC 2004 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC, Florianópolis, 2004.

ESTATUDO DA CIDADE. **Guia para implementação pelos municípios e cidadãos.** Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Brasília, 2001.

FERRARI, Célson. **Curso de planejamento municipal integrado urbanismo.** 4ª ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1984.

FIG. **Statement on the Cadastre.** International Federation of Surveyors, FIG Bureau, Canberra, Australia. 1995.

HASENACK, Markus. **Originais de Levantamento Topográfico cadastral – Possibilidade de sua utilização para a garantia dos limites geométricos dos bens imóveis.** Dissertação de Mestrado. UFSC. Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2000. 130 p.

HENSSEN, Jo. **Basic Principles of the Main Cadastral Systems in the World.** FIG. 1995. Disponível em: <[http://www.fig/.org.uk/Delft\\_seminar\\_95/paper2.html](http://www.fig/.org.uk/Delft_seminar_95/paper2.html)>. Acesso em: 21/05/2000.

<http://www.concar.ibge.gov.br/index3ac4.html?q=node/>. **IBGE - Resolução PR nº 22, de 21 de julho de 1983.** Legislação e Normas. [www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br).

INCRA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais.** 1ª Ed. Ministério do Desenvolvimento Agrário – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Nov, 2003. <http://www.incra.gov.br/>.

ITESP. **Terra e Cidadãos: Aspectos da Regularização Fundiária no Estado de São Paulo.** n.4 . São Paulo: ITESP, 1998. 128p. Série Cadernos ITESP.

JORDAN, W. **Tratado general de topografia - tomo I – planimetria.** Barcelona: Editora Gustavo Gili, S. A., 1961, 52p.

KAUFMANN, J, STEUDLER, D. **Cadastre 2014 – A Vision for a Future Cadastral System.** FIG, Commission 7, July 1998. 51p.

LAGE, Creuza Santos, **Notas de Aula** – Slides 13,16,17 e 18. Disciplina GEO681 – Planejamento Territorial, 2005. Mestrado de Geografia. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia.

LARSSON, Gerhard. **Land Registration and Cadastral Systems**. British Library Cataloguing in Publication Data. UK, 1991.

M. Austin e P. Vidal-Naquet. **Economia e Sociedade na Grécia Antiga**, Edições 70, (s/d).

Margarida Valla. **O papel dos arquitectos e engenheiros-militares na transmissão das formas urbanas portuguesas**. <http://urban.iscte.pt/Revista/numero1/margarida.htm>. Comunicação apresentada no IV Congresso Luso-Afro-Brasileiro, Rio de Janeiro, 1996.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**. São Paulo. Editora UNESP, 2000.

Paulo de Arruda Penteado Filho. **Planejamento Urbano em Salvador**. Conferência apresentada no seminário "Salvador e o Plano Diretor", promovido pelo CPM, em 23/04/91. Publicado em: Veracidade, v. 1, n. 2, p. 5-11, out./dez. 1991. [www.ufba.br/~paulopen/Planejamento\\_urbano\\_em\\_Salvador.html](http://www.ufba.br/~paulopen/Planejamento_urbano_em_Salvador.html).

Pereira e Rocha (2004). **“Integração e difusão da informação geográfica infra-estrutura de dados espaciais, internet e e-governo na Bahia”** PEREIRA, G. C ; ROCHA, M. C. F. 2004) BAHIA ANÁLISE & DADOS. Salvador, v. 14, n. 2, p. 297-307, set. 2004.

PHILIPS, J. **Os dez mandamentos para um cadastro moderno de bens imobiliários**. Anais II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC. Florianópolis, 13 a 17 outubro 1996.

PORTO, Edgard. **Desenvolvimento e território na Bahia**. SEI –Série Estudos e Pesquisas Salvador, 2003. 111p.

SALVADOR. **Lei 3.289/83**. Altera e dá nova redação a dispositivos da Lei nº



2.403, de 23 de agosto de 1972, e dá outras providências. Prefeitura Municipal do Salvador, Capital do Estado da Bahia

Priberam. **Dicionário on-line.**

[http://www.priberam.pt/dlpo/definir\\_resultados.aspx](http://www.priberam.pt/dlpo/definir_resultados.aspx).

CONSÓRCIO AEROIMAGEM-BASE-ENGEFOTO, **Projeto Bases Cartográficas**, Relatório Preliminar de Apoio Terrestre. CAR - Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional, julho de 1999.

SEPLAM, Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente  
<http://www.seplam.pms.ba.gov.br/>.

Wikidesia. **Enciclopédia Digital.**

<http://geodesia.ufsc.br/wikidesia/index.php/Sesmaria>. Captado em 27/02/2006.

## ANEXO I – Relatórios do ajustamento do posicionamento GPS L1/L2 na Área de Estudo 2

Área de Estudo 2 - Resumo de Relatório do ajustamento do posicionamento GPS L1/L2 gerado pelo software da Trimble com dados das medições nos marcos das Bases em Ilhéus (MB-01), Arataca (MB-02), e Alcobaça/Prado (MB-05).

### Resumo de Relatório de ajuste da rede

#### Projeto : BASE MB-01 – Ilhéus

<b>Nome do usuário</b>	Abel	<b>Data &amp; Horário</b>	13:18:23 11/1/2008
<b>Sistema de coordenadas</b>	Padrão	<b>Zona</b>	Padrão
<b>Datum do projeto</b>	WGS 1984		
<b>Datum vertical</b>		<b>Modelo de Geóide</b>	Não selecionado
<b>Unidades de coordenadas</b>	Metros		
<b>Unidades de distância</b>	Metros		
<b>Unidades de altura</b>	Metros		

### Configurações do estilo do ajuste - Um Sigma

#### Tolerâncias residuais

**Para terminar iteração** : 0,000010m  
**Corte final da convergência** : 0,005000m

**Ajustes horizontal e vertical foram efetuados**

#### Resumo estatístico

#### Ajuste bem feito em 1 iterações

**Fator de referência da rede** : 1,00  
**Teste de chi quadrado ( $\alpha=95\%$ )** : PASS.  
**Graus de liberdade** : 0,00

#### Observações GPS

**Escala definido pelo usuário aplicado à todas observações**

Escala : 11,38

#### Coordenadas ajustadas

#### Ajuste efetuado em WGS-84

**Número de pontos** : 3  
**Número de pontos restritos** : 0

**Coordenadas de grid ajustadas**Erros são relatados com uso de  $1,00\sigma$ .

Nome do ponto	Dir Norte	Erro N	Dir Leste	Erro L	Elevação	Erro el.	Fixar
BOMJ - Bom Jesus	10177039,976m	0,008m	-476580,831m	0,016m	N/A	N/A	
MB-0001	9999999,482m	0,006m	500,946m	0,010m	N/A	N/A	
VICO – Vicososa	9345783,125m	0,010m	-400289,456m	0,016m	N/A	N/A	

**Coordenadas geodésicas ajustadas**Erros são relatados com uso de  $1,00\sigma$ .

Nome do ponto	Latitude	Erro N	Longitude	Erro L	Altura	erro alt	Fixar
BOMJ - Bom Jesus	13°15'20,01936"s	0,008m	43°25'18,22406"O	0,016m	419,383m	0,054m	
MB-0001	14°53'37,37052"s	0,006m	39°01'24,21237"O	0,010m	-2,781m	0,035m	
VICO – Vicososa	20°45'41,41168"s	0,010m	42°52'11,93846"O	0,016m	666,043m	0,055m	

**Comparações da coordenada de controle**

Valores mostrados são coord. de controle menos coord. ajustadas

Nome do ponto	$\Delta$ Dir Norte	$\Delta$ Dir Leste	$\Delta$ Elevação	$\Delta$ Altura
BOMJ - Bom Jesus	-0,013m	0,008m	N/A	0,090m
VICO – Viçosa	0,015m	0,004m	N/A	-0,089m

Grifo nosso nos erros e nas precisões.

**Observações ajustadas  
Observações GPS**

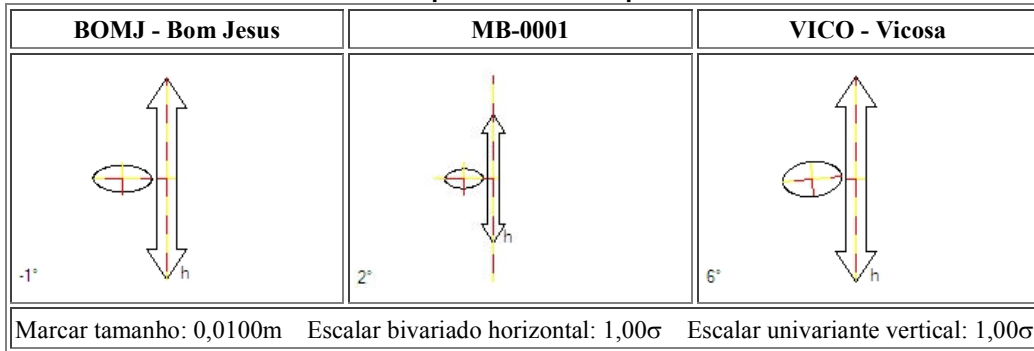
Número de observações : 2

Número de dados fora do padrão : 0

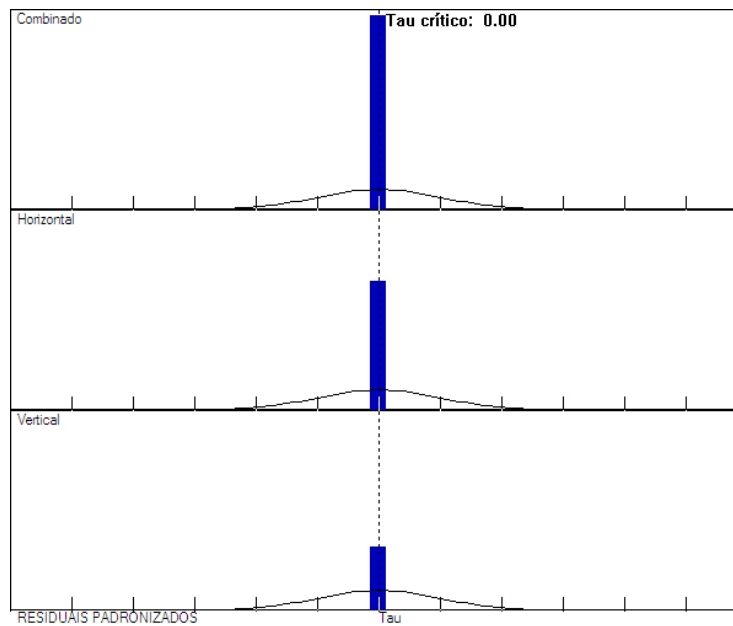
Ajuste da observação (Tau crítico = 0,00). Quaisquer erros estão em **Vermelho**.

Obs. Ident	Do Pt.	Para Pt.		Observação	Erro a posteriori ( $1,00\sigma$ )	Residual	Padrão Residual
BL1	BOMJ - Bom Jesus	MB-0001	Az.	111°24'34,4521"	0°00'00,0043"	0°00'00,0000"	0,00
			$\Delta$ Al.	-422,164m	0,073m	0,000m	0,00
			Dist.	508394,938m	0,021m	0,000m	0,00
BL11	VICO - Vicososa	MB-0001	Az.	32°44'04,7949"	0°00'00,0052"	0°00'00,0000"	0,00
			$\Delta$ Al.	-668,824m	0,074m	0,000m	0,00
			Dist.	766716,135m	0,018m	0,000m	0,00

### Elipses de erro do ponto



### Histogramas de residuais padronizados



### Termos de covariante, em Ilhéus

Ajuste efetuado em WGS-84

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori (1,00σ)	Precisão horiz. (Índice)	Precisão 3D (Índice)
BOMJ - Bom Jesus	MB-0001	Az.	111°24'34,4521"	0°00'00,0043"	<b>1/24484435</b>	1/24484435
		ΔAl.	-422,164m	0,073m		
		Dist.	508394,938m	<b>0,021m</b>		
MB-0001	VICO - Vicosa	Az.	211°33'18,2483"	0°00'00,0050"	<b>1/42919083</b>	1/42919083
		ΔAl.	668,824m	0,074m		
		Grifo nosso	Dist.	766716,135m		

### Coordenadas ajustadas – Base MB-02 - Arataca

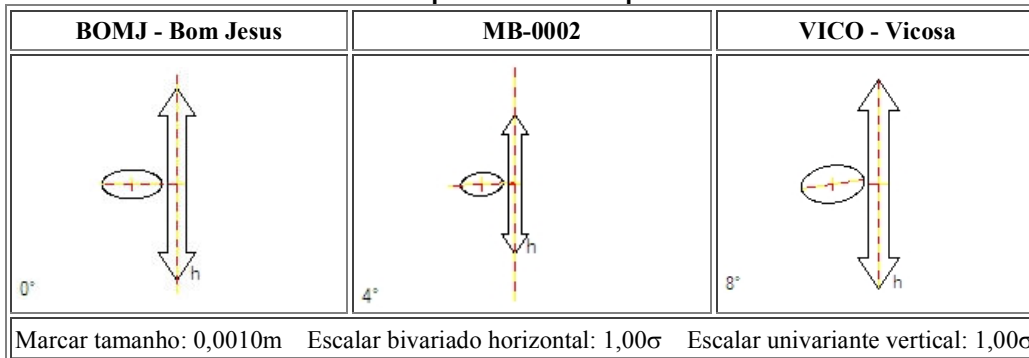
Coordenadas de grid ajustadas  
Erros são relatados com uso de  $1,00\sigma$ .

Nome do ponto	Dir Norte	Erro N	Dir Leste	Erro L	Elevação	Erro el.	Fixar
BOMJ - Bom Jesus	10218676,198m	0,002m	-433707,167m	0,003m	N/A	N/A	
MB-0002	9999998,755m	0,001m	500,528m	0,002m	N/A	N/A	
VICO - Vicososa	9387627,795m	0,002m	-359129,257m	0,004m	N/A	N/A	

Coordenadas geodésicas ajustadas  
Erros são relatados com uso de  $1,00\sigma$ .

Nome do ponto	Latitude	Erro N	Longitude	Erro L	Altura	erro alt	Fixar
BOMJ - Bom Jesus	13°15'20,01950"s	0,002m	43°25'18,22357"O	0,003m	419,440m	0,011m	
MB-0002	15°15'48,54176"s	0,001m	39°25'04,98404"O	0,002m	167,899m	0,007m	
VICO - Vicososa	20°45'41,41176"s	0,002m	42°52'11,93885"O	0,004m	666,121m	0,012m	

### Elipses de erro do ponto



### Termos de covariante – Ajuste da Base MB-02, em Arataca

Ajuste efetuado em WGS-84

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori ( $1,00\sigma$ )	Precisão horiz. (Índice)	Precisão 3D (Índice)
BOMJ Bom Jesus	MB-02	Az.	117°41'42,2430"	0°00'00,0011"	1/120217071	1/120217071
		$\Delta$ Al.	-251,541m	0,014m		
		Dist.	485787,372m	0,004m		
MB-02	VICO Vicososa	Az.	210°28'37,0713"	0°00'00,0013"	1/167792014	1/167792014
		$\Delta$ Al.	498,222m	0,017m		
		Dist.	709785,001m	0,004m		

Grifo nosso nos erros e nas precisões.

**Termos de covariante – Ajuste da Base MB-05, em Alcobaça/Prado**

Ajuste efetuado em WGS-84

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori (1,00 $\sigma$ )	Precisão horiz. (Índice)	Precisão 3D (Índice)
BOMJ – Bom Jesus	MB-05	Az.	136°40'55,9538"	0°00'00,0036"	<b>1/63281974</b>	1/63281974
		$\Delta$ Al.	-422,766m	0,046m		
		Dist.	650863,596m	<b>0,010m</b>		
MB-05	VICO - Vicosã	Az.	226°09'19,5815"	0°00'00,0033"	<b>1/49777183</b>	1/49777183
		$\Delta$ Al.	669,407m	0,040m		
		Dist.	527138,744m	<b>0,011m</b>		

Grifo nosso nos erros e nas precisões.

## ANEXO II – Coordenadas e incertezas posicionais dos pontos da Área de Estudos 2

Planilha consolidada das coordenadas geodésicas de todos os pontos da medição GPS no modo relativo com receptores de uma frequência (L1), incluindo os valores dos vetores dos posicionamentos e as correspondentes incertezas.

Pontos de Controle

Coordenadas no sistema UTM - SAD-69

### Região de Arataca-Bahia

PONTO	N (m)	E (m)	h (m)	erro (m)	vetor(m)	Precisão=1/(vetor/erro)
P0001B	8324316,54	438799,76	203,55	0,014	20.161,921	1.440.137,214
P0002A	8322063,99	446918,54	156,63	0,014	12.598,386	899.884,714
P0003A	8324532,23	456327,15	277,47	0,011	12.061,678	1.096.516,182
P0004B	8327000,24	462345,99	252,69	0,017	16.164,304	950.841,412
P0005A	8326227,25	468005,14	299,99	0,015	18.790,287	1.252.685,800
P0006B	8318955,50	438193,07	261,76	0,011	18.140,038	1.649.094,364
P0007C	8316650,17	446728,10	216,31	0,011	9.378,343	852.576,636
P0008A	8320042,49	452677,12	165,76	0,016	7.908,988	494.311,750
P0009A	8319199,53	462530,93	233,17	0,005	4.274,971	854.994,200
P0010A	8318921,27	469325,84	198,43	0,012	8.082,017	673.501,417
P0011A	8310273,04	434996,80	395,07	0,011	20.289,335	1.844.485,000
P0012B	8309111,60	441135,98	501,89	0,013	14.435,777	1.110.444,385
P0013C	8312635,53	446965,01	239,20	0,013	8.189,505	629.961,923
P0014AP	8312788,87	456065,38	141,43	0,005	951,079	190.215,800
P0015A	8303919,62	434415,52	400,25	0,014	22.463,125	1.604.508,929
P0016A	8302556,90	442615,49	209,49	0,014	16.026,875	1.144.776,786
P0017CAP	8305105,46	446341,96	182,70	0,012	11.526,900	960.575,000
P0018B	8302915,09	453684,79	150,21	0,013	9.732,368	748.643,692
P0019C	8297894,38	436281,45	552,01	0,011	23.894,131	2.172.193,727
P0020C	8294512,47	440082,38	239,14	0,015	23.499,120	1.566.608,000
P0021C	8298181,28	447688,70	140,49	0,013	16.181,546	1.244.734,308
P0022C	8298765,87	453922,57	190,81	0,017	13.826,853	813.344,294
<b>Médias</b>				<b>0,013</b>	<b>14.026,252</b>	<b>1/1.113.998,365</b>

**Região de Prado - Porto Seguro – Bahia**

PONTO	N (m)	E (m)	h (m)	erro (m)	vetor(m)	Precisão=1/ (vetor/erro)
P0001A	8136337,66	455444,44	67,53	0,012	25.773,172	2.147.764,333
P0002AP	8140290,77	463294,30	17,56	0,018	32.229,020	1.790.501,111
P0003AP	8139208,67	467456,37	29,11	0,013	33.358,067	2.566.005,154
P0004A	8129744,27	456121,30	71,68	0,018	19.678,896	1.093.272,000
P0005A	8129804,22	462245,45	79,76	0,018	22.649,064	1.258.281,333
P0006A	8128624,82	468587,07	53,30	0,011	26.035,634	2.366.875,818
P0008A	8122563,12	463236,33	79,01	0,009	18.034,955	2.003.883,889
P0009B	8121970,28	467680,04	24,25	0,010	21.395,068	2.139.506,800
P0010B	8114628,94	456902,71	73,74	0,013	8.454,083	650.314,077
P0011AP	8120367,51	466307,96	65,12	0,009	19.421,182	2.157.909,111
P0012AP	8110757,49	459036,28	81,29	0,013	9.951,460	765.496,923
P0013A	8107536,42	467959,86	62,47	0,012	9.599,702	799.975,167
P0014AP	8102594,86	457577,47	71,08	0,014	12.197,827	871.273,357
P0015B	8103601,32	468153,45	57,06	0,012	9.316,330	776.360,833
P0016A	8098927,70	462422,60	60,23	0,016	18.227,913	1.139.244,563
P0017C	8098925,05	469698,43	44,77	0,016	9.953,948	622.121,750
P0018B	8114577,72	478196,10	31,29	0,016	9.281,453	580.090,813
P0019B	8111089,32	479138,64	27,74	0,018	6.035,022	335.279,000
P0020A	8104172,34	475650,48	39,91	0,005	2.025,019	405.003,800
P0021B	8097418,18	471698,63	14,45	0,015	9.709,537	647.302,467
P0022B	8107450,28	477622,86	28,37	0,006	2.132,290	355.381,667
<b>Médias</b>				<b>0,012</b>	<b>14.793,620</b>	<b>1/1.187.808,912</b>



**Região de Ilhéus - Bahia**

PONTO	N (m)	E (m)	h (m)	erro (m)	vetor(m)	Precisão=1: (vetor/erro)
P-0001A	8332975,84	463857,18	178,58	0,011	34.431,741	3.130.158,273
P-0002B	8336013,35	464019,39	169,78	0,014	37.796,222	2.699.730,143
P-0003B	8332674,43	468705,93	184,78	0,013	35.554,480	2.734.960,000
P-0004A	8336838,35	473181,51	128,90	0,013	29.495,450	2.268.880,769
P-0005D	8335081,05	478591,66	156,00	0,012	26.406,490	2.200.540,833
P-0006B	8337408,58	485341,96	125,22	0,013	11.936,396	918.184,308
P-0007A	8337066,17	490513,80	81,58	0,012	17.850,217	1.487.518,083
P-0008A	8339211,47	479582,54	168,72	0,009	22.929,119	2.547.679,889
P-0009B	8344059,83	487968,09	125,22	0,013	13.419,758	1.032.289,077
P-0010B	8340573,85	488563,71	112,96	0,015	15.713,295	1.047.553,000
P-0011A	8342752,97	492288,63	110,09	0,013	11.936,396	918.184,308
P-0012B	8345633,62	493644,78	108,25	0,014	8.751,724	625.123,143
P-0013A	8347984,86	485844,62	130,50	0,013	12.909,849	993.065,308
P-0014C	8348290,18	489743,97	98,93	0,014	9.352,299	668.021,357
P-0015A	8349423,19	495028,31	94,79	0,007	4.760,423	680.060,429
P-0016C	8351734,77	487722,60	133,75	0,015	9.958,044	663.869,600
P-0017AP	8352906,69	489937,55	115,08	0,017	7.610,039	447.649,353
P-0018A	8353345,31	497506,17	15,68	0,005	130,606	26.121,200
P-0019C	8356060,40	494558,57	83,74	0,006	3.935,443	655.907,167
<b>Médias</b>				<b>0,010</b>	<b>14312,636</b>	<b>1/1.375.013,061</b>

**Região de Alcobaça - Bahia**

PONTO	N (m)	E (m)	h (m)	erro (m)	vetor(m)	Precisão=1: (vetor/erro)
P0004B	8038619,35	473373,73	6,96	0,009	27.011,408	3.001.267,556
P0005C	8043425,55	475624,40	8,64	0,017	22.031,574	1.295.974,941
P0006A	8048270,55	473771,59	9,85	0,013	17.394,520	1.338.040,000
P0007A	8052866,40	471900,44	9,36	0,011	13.415,618	1.219.601,636
P0008C	8047553,62	483109,03	6,40	0,016	19.029,676	1.189.354,750
P0009A	8050956,06	477761,90	8,07	0,014	14.523,266	1.037.376,143
P0010C	8056802,90	479378,59	4,73	0,015	9.064,640	604.309,333
P0011A	8058537,50	473647,36	6,57	0,014	7.497,794	535.556,714
P0012C	8062614,94	479011,25	7,55	0,005	3.706,712	741.342,400
P0013C	8066438,39	477351,54	7,58	0,006	1.261,564	210.260,667
P0014B	8070335,95	478971,28	8,01	0,009	16.901,025	1.877.891,667
P0015A	8074255,47	475815,50	16,03	0,014	12.541,105	895.793,214
P0016A	8079135,63	474599,06	27,39	0,009	7.648,461	849.829,000
P0017A	8083647,74	476747,28	6,70	0,006	3.555,308	592.551,333
P0018A	8086157,40	473421,38	5,67	0,005	1.736,623	347.324,600
P0019B	8090494,88	474437,06	29,97	0,004	3.777,858	944.464,500
P0020C	8097022,14	477168,38	31,41	0,009	10.475,634	1.163.959,333
P0021B	8101056,15	476219,62	30,07	0,009	14.341,978	1.593.553,111
P0022C	8103620,40	476505,88	33,93	0,017	16.922,253	995.426,647
<b>Médias</b>				<b>0,009</b>	<b>10.128,955</b>	<b>1/1.103.153,550</b>
<b>Médias Arataca</b>				<b>0,013</b>	<b>14.026,252</b>	<b>1/1.113.998,365</b>
<b>Médias Prado/P.Seguro</b>				<b>0,012</b>	<b>14.793,620</b>	<b>1/1.187.808,912</b>
<b>Médias Ilhéus</b>				<b>0,010</b>	<b>14.312,636</b>	<b>1/1.375.013,061</b>
<b>Médias Alcobaça</b>				<b>0,009</b>	<b>10.128,955</b>	<b>1/1.103.153,550</b>
<b>GERAL</b>				<b>0,011</b>	<b>13.315,366</b>	<b>1/1.194.993,472</b>

## ANEXO III – Resultados dos posicionamentos com GPS L1 na Área de Estudo 1

Área de Estudo 1 – Estudo do efeito do multicaminhamento e tempo de rastreo

### Site Positions

UFBA\_PASSEIO DA ESCOLA POLITÉCNICA

Horizontal Coordinate System: SAD69Chuá      Date: 12/27/07  
 Height System: Ellips. Ht.      Project file: UFBA\_PASSEIO.spr  
 Desired Horizontal Accuracy: 0.020m + 1ppm  
 Desired Vertical Accuracy: 0.040m + 2ppm  
 Confidence Level: 95% Err.  
 Linear Units of Measure: Meters

Site ID	Site Descriptor		95% Position	Fix Error	Position Status	Status	
1	A---	UFBA	East.	553036.700	0.010	Processed	
			Nrth.	8562956.046	0.010		
			Elev.	71.504	0.014		
2	AA--	UFBA	East.	553035.754	0.041	Processed	
			Nrth.	8562955.643	0.029		
			Elev.	71.235	0.033		
3	B---	POLI	East.	553036.976	0.010	Processed	
			Nrth.	8562954.068	0.010		
			Elev.	71.585	0.014		
4	BB--	POLI	East.	553036.048	0.025	Processed	
			Nrth.	8562953.652	0.024		
			Elev.	71.307	0.025		
5	C---	UFBA	East.	553037.288	0.004	Processed	
			Nrth.	8562952.088	0.004		
			Elev.	71.640	0.004		
6	CC--	UFBA	East.	553037.200	0.025	Processed	
			Nrth.	8562951.907	0.024		
			Elev.	71.280	0.024		
7	D---	POLITECNICA	East.	553037.835	0.022	Processed	
			Nrth.	8562950.052	0.022		
			Elev.	71.535	0.016		
8	SSA1		East.	552478.029	0.000	Fixed	Processed
			Nrth.	8565606.082	0.000	Fixed	
			Elev.	20.040	0.000	Fixed	
9	DD--		East.	553037.620	0.059	Processed	
			Nrth.	8562950.178	0.069		
			Elev.	71.587	0.059		