
REDE DE REFERÊNCIA CADASTRAL MUNICIPAL: ESTUDO NA CIDADE DO RECIFE-PE, BRASIL

MIRELE VIEGAS DA SILVA
ESMERALDA MACHADO MALAFAIA RAMOS

Prefeitura do Recife - SCDUO
Diretoria de Informações – DI
Sistemas de Informações - Geoprocessamento
Av. Cais do Apolo, 925, 12º andar - Bairro do Recife, Recife / PE - CEP: 50030-903
{[mireleviegas.esmeraldam](mailto:mireleviegas.esmeraldam@recife.pe.gov.br)}@recife.pe.gov.br

RESUMO - Em 2007, a Prefeitura Municipal de Recife através do Projeto de Execução de Vôo Fotogramétrico e Mapeamento para a Cidade de Recife implantou uma Rede Planialtimétrica de vértices através do sistema GPS (Global Position System), nivelamento geométrico e mapa geoidal. É constituída de treze marcos materializados, localizados em áreas protegidas e de fácil acesso para servir de referência para levantamentos geodésicos e topográficos realizados no Município. O artigo irá descrever a concepção, metodologia, resultados, bem como a disponibilização das informações através da web e perspectivas futuras.

ABSTRACT – In 2007, the Municipality of Recife through Project Execution Flight Photogrammetry and Mapping for the City of Recife has deployed a network of vertices planialtimetric through GPS (Global Position System), leveling and geoid map. It consists of thirteen materialized landmarks, located in protected areas and easy access to serve as a reference for geodetic and topographical surveys undertaken in the city. The article will describe the design, methodology, results, and the provision of information through the web and future prospects.

1 INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da criação da norma NBR-14166 de 1998, define uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) para sistematizar todos os levantamentos topográficos dos municípios do país.

Para a confecção da carta cadastral é premissa básica que esta tenha sido mapeada segundo uma estrutura geodésica de referência, uma RRCM; neste sentido BLACHUT *et al.* (1979) citado por MORAIS (2004), retrata que em levantamentos cadastrais, só são aceitáveis os levantamentos baseados em uma rede de referência permanentemente monumentada, caso contrário, o sistema é tecnicamente inadequado.

A Prefeitura Municipal de Recife, em 2007, através do Projeto de Execução de Vôo Fotogramétrico e Mapeamento para a Cidade do Recife implantou uma Rede Planialtimétrica de 13 (treze) vértices. Destes, cinco foram homologados pelo IBGE e fazem parte do Sistema Geodésico Brasileiro.

O artigo irá descrever as etapas envolvidas para obtenção da Rede Planialtimétrica de Referência, através da descrição das atividades de concepção, metodologia e resultados, bem como a disponibilização das informações através da web e perspectivas futuras.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Planejamento

A Prefeitura do Recife planejou junto com a ENGEFOTO, empresa vencedora da licitação, um conjunto de treze vértices distribuído ao longo da área do Município. Destes, cinco vértices foram escolhidos para serem apresentados à Coordenação de Geodésia, na Diretoria de Geociências do IBGE, de forma a serem homologados e integrados à Rede Geodésica Brasileira.

Para o planejamento das estações geodésicas foram lançados sobre o material cartográfico disponível com a área do projeto, os vértices e referências de nível pertencentes às redes do IBGE existentes nesta área ou em torno dela.

Vértices planimétricos já existentes foram utilizados para o projeto. São eles: os vértices SAT_93193, SAT_93110, localizados na Faculdade de Odontologia de Pernambuco (FOP) em Camaragibe e na laje do prédio da Biblioteca Central da UFPE na Cidade Universitária respectivamente. Esses dados estão disponíveis no site do IBGE.

Foi verificado que várias linhas de nivelamento da rede altimétrica do IBGE também passam pela área dos trabalhos, assim como no entorno. Os dados referentes às referências do IBGE foram obtidos no site do IBGE.

A Figura 01 a seguir mostra a distribuição dos vértices escolhidos para compor a RRCM (V01 a V13), bem como, os vértices planimétricos utilizados ao longo da área do município (SAT FOP , SAT UFPE).

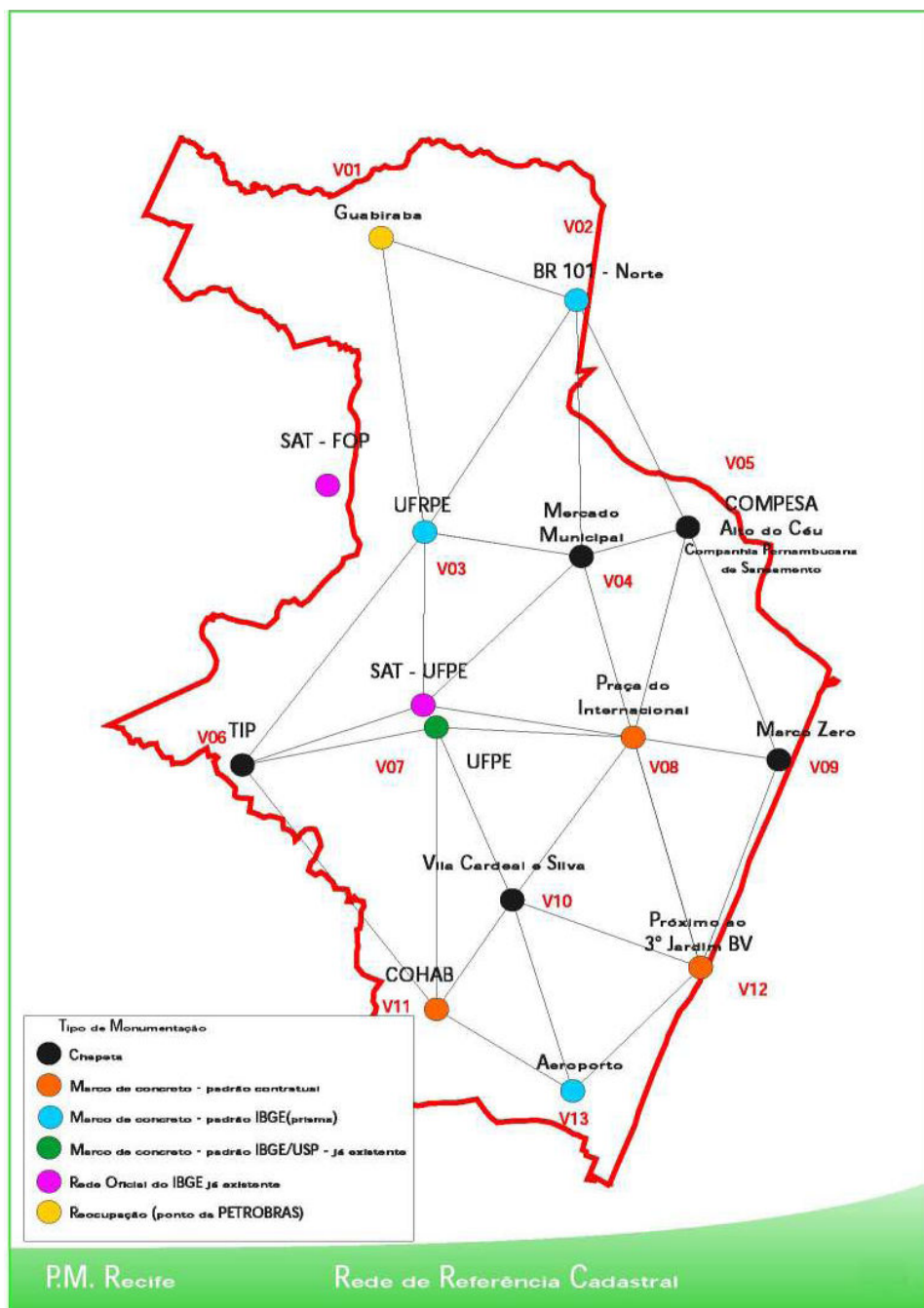


Figura 01 – Distribuição dos Vértices ao longo da área do Projeto
Fonte: Relatório Conclusivo Apoio Terrestre – ENGEFOTO (2007)

2.2 Monumentalização

A monumentalização dos cinco vértices a serem homologados pelo IBGE foi realizada através de chapas metálicas (Figura 02) implantadas em lajes de concreto e marcos padrão IBGE (Figura 03), encimados de uma chapa no topo, conforme orientações do IBGE, segundo o documento “Padronização de Marcos Geodésicos” disponível no site do IBGE.

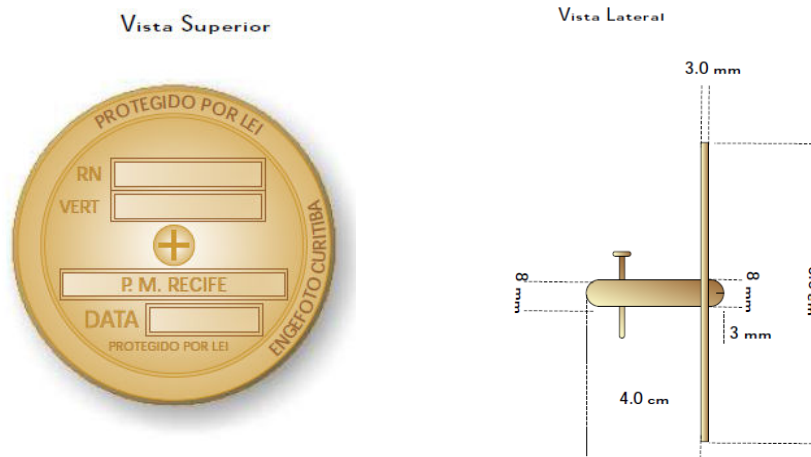


Figura 02 – Modelo de Chapa Metálica
Fonte: Relatório Conclusivo Apoio Terrestre – ENGEFOTO (2007)

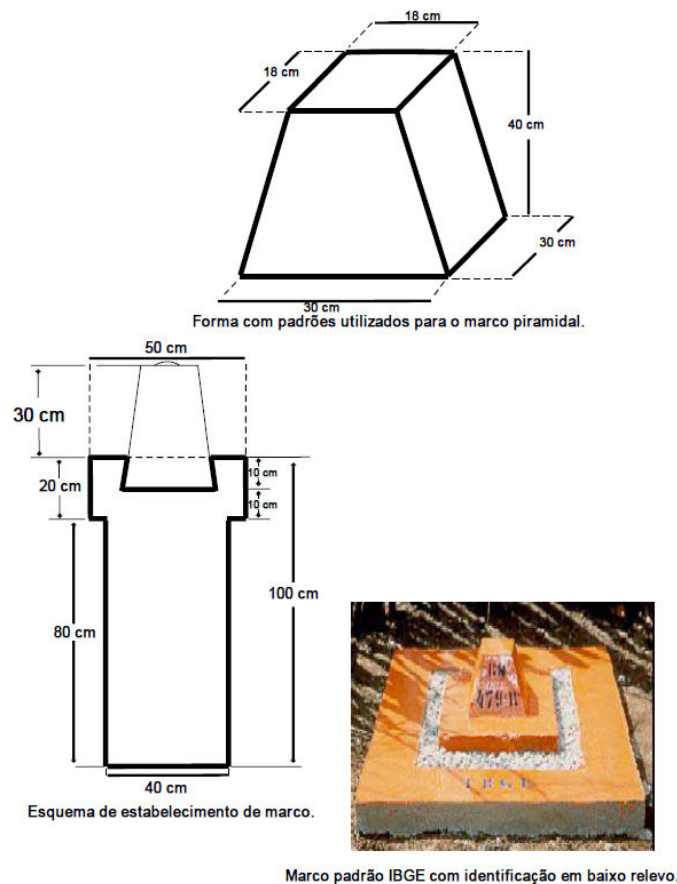


Figura 03 – Modelo de Marco – Padrão IBGE
Fonte: Relatório Conclusivo Apoio Terrestre – ENGEFOTO (2007)

Os oito vértices complementares da rede foram monumentalizados através de chapas metálicas (Figura 02) implantados em lajes de concreto ou marcos de concreto (Figura 04) com formato tronco-piramidal fixados em locais apropriados, seguros e implantados em pisos de terreno compactado.

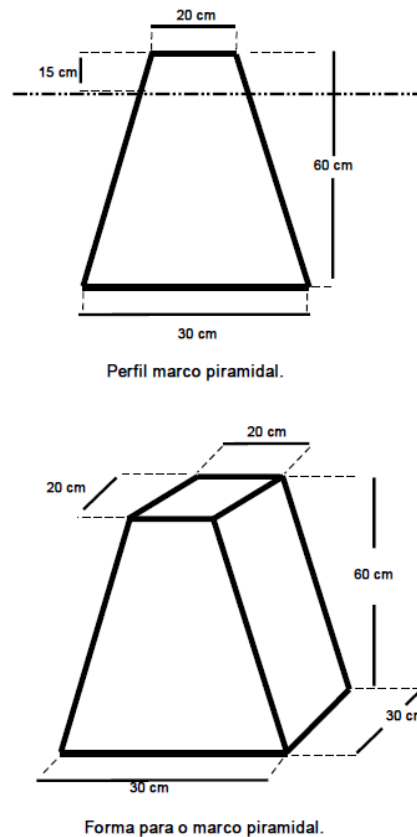


Figura 04 – Modelo de Marco de Concreto – Complementar
Fonte: Relatório Conclusivo Apoio Terrestre – ENGEFOTO (2007)

2.3 Posicionamento com GPS

Dentre as metodologias de levantamento por observação com GPS (Global Position System) destacam-se o posicionamento por ponto (posicionamento absoluto), rastreando vários satélites de uma só estação, e o posicionamento relativo ou diferencial, que consiste em efetuar observações de vários satélites em duas ou mais estações simultaneamente, como mostra a Figura 05.

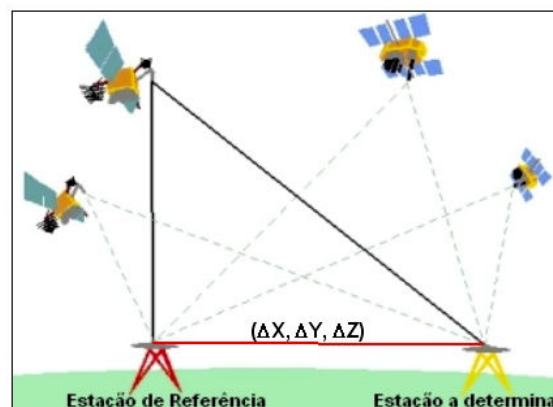


Figura 05 – Posicionamento Relativo
Fonte: Recomendações para Levantamentos Relativo Estático – GPS (2008)

Para realizar o posicionamento relativo, o usuário deve dispor de dois ou mais receptores que rastreiem, simultaneamente, os mesmos satélites. Entretanto, com o advento dos chamados Sistemas de Controle Ativos (SCA), o usuário que dispõe apenas de um receptor pode efetuar o posicionamento relativo. Deve para tal, acessar os dados de uma ou mais estações pertencentes ao SCA, como por exemplo: a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) (POLEZEL *et al.*, 2011).

Nas aplicações geodésicas e topográficas emprega-se o posicionamento relativo, uma vez que as fontes de erros que afetam os sinais GPS, tais como erros nos elementos orbitais, nos relógios dos satélites e dos receptores, as influências atmosféricas, etc., ocorrem da mesma maneira nas estações de observação que rastreiam simultaneamente os mesmos satélites, e, como são correlacionados, podem ser sensivelmente reduzidos ou mesmo eliminados.

Desta forma, para minimizar os erros orbitais e de refração ionosférica e troposférica foi realizado o posicionamento geodésico por técnicas diferenciais, dupla diferença de fase e tripla diferença de fase, obtendo-se como resultado a diferença de coordenadas geodésicas entre dois pontos (latitude e longitude geodésicas e altitude geométrica).

No caso deste projeto, foram utilizados receptores do tipo geodésico de dupla frequência podendo receber tanto L1 quanto L2.

2.4 Vértices Homologados

Um grupo de cinco vértices foi apresentado a Coordenação de Geodésia na Diretoria de Geociências do IBGE com o objetivo de serem homologados e integrados à Rede Geodésica Brasileira.

A coleta de dados foi realizada segundo metodologia do IBGE, com as seguintes características:

- Tempo de rastreio: quatro sessões com duração de seis horas cada e o intervalo entre sessões consecutivas superior a uma hora e menor a 48 horas;
- Intervalo de gravação: intervalo de 15 segundos;
- Número mínimo de satélites: para todas as sessões de rastreio foi adotado um mínimo de 4 satélites;
- Ângulo mínimo de elevação: para todas as sessões de rastreio, foram coletados dados de satélites com elevação superior ou igual a 15 graus.

2.5 Vértices não homologados

Para estes, as orientações na etapa de coleta de dados foram:

- Tempo de rastreio: uma sessão de rastreio com duração no mínimo de uma hora;
- Intervalo de gravação: intervalo de 05 segundos;
- Número mínimo de satélites: para todas as sessões de rastreio foi adotado um mínimo de quatro satélites;
- Ângulo mínimo de elevação: para todas as sessões de rastreio, foram coletados dados de satélites com elevação superior ou igual a 15 graus.

2.6 Cálculo/Ajustamento do Posicionamento com GPS

A determinação das coordenadas finais planimétricas dos cinco vértices homologados foram determinadas e comunicadas pelo IBGE.

Considerando que os oito vértices de adensamento serão determinados a partir dos vértices homologados pelo IBGE, a determinação das coordenadas finais planimétricas destes foram determinadas, pela ENGEFOTO, após a comunicação das coordenadas pelo IBGE.

O cálculo das altitudes ortométricas de alguns marcos foi realizado através de nivelamento geométrico de precisão. As altitudes ortométricas dos outros vértices foram determinadas através da elaboração de mapa geoidal relativo.

2.6.1 Nivelamento Geométrico

Para a determinação das altitudes ortométricas dos marcos a serem homologados, componentes da Rede de Referência Planialtimétrica foi adotado o método de nivelamento geométrico de precisão com o processo simultâneo de nivelamento e contranivelamento com visadas equidistantes. Foi homologado junto ao IBGE um conjunto de 05 vértices da rede de referência.

A altitude ortométrica dos vértices que não foram nivelados geometricamente foi determinada via mapa geoidal relativo.

2.6.2 Mapa Geoidal Relativo

Para a obtenção das altitudes ortométricas dos vértices foi necessária a elaboração do mapa geoidal relativo btido a partir dos pontos com altitudes ortométricas conhecidas. Para isto, foram rastreadas referências de nível niveladas geometricamente, distribuídas ao longo da área do projeto.

O mapa geoidal é utilizado basicamente para a determinação da ondulação ou desnível geoidal local , a partir de altitudes ortométricas conhecidas, obtidas por nivelamento geométrico, e das altitudes geométricas obtidas através do posicionamento tridimensional GPS. De posse do mapa geoidal foi possível calcular as alturas ortométricas dos vértices que não tiveram suas coordenadas determinadas por nivelamento geométrico.

2.6.3 Datum

As coordenadas geográficas e UTM dos pontos levantados foram referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, SIRGAS2000 e Imbituba (SC), *datum* planimétrico e altimétrico, respectivamente.

3. FISCALIZAÇÃO

No intuito de avaliar e homologar os produtos obtidos no Projeto, de acordo com as Especificações Técnicas do Termo de Referência, foi contratado uma consultoria entre a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFPE – FADE, através do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE e a Prefeitura do Recife.

Dessa forma, todas as fases envolvidas para obtenção da RRCM da Prefeitura do Recife foi validada pela referida consultoria.

4. RESULTADOS

Como resultado tem-se a Rede de Referência Cadastral Municipal (Figura 06) devidamente implantada e materializada.

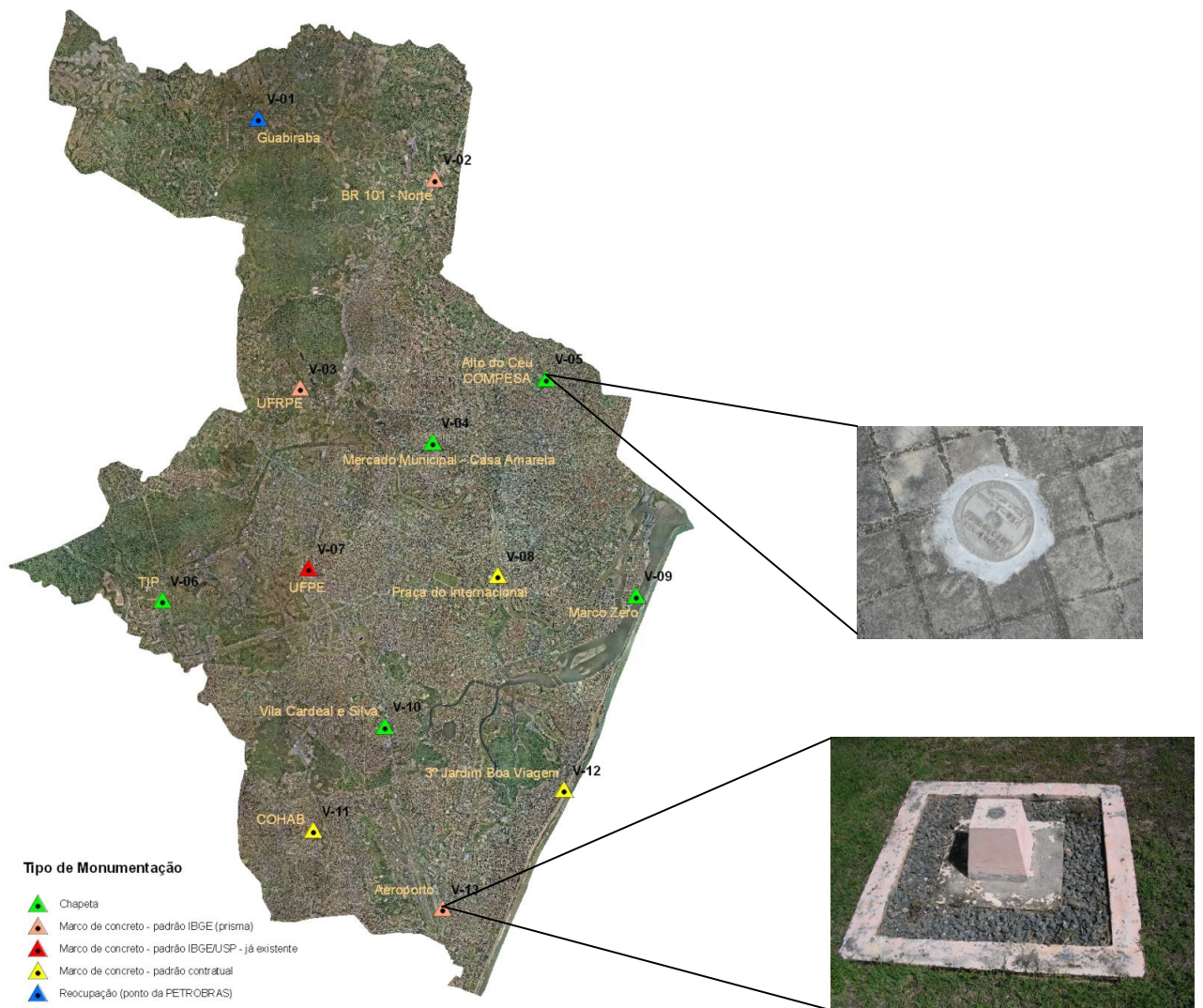


Figura 06 – Disposição dos Vértices da RRCM
Fonte: Relatório Conclusivo Apoio Terrestre – ENGEFOTO (2007)

Para cada vértice implantado da RRCM do Recife (Figura 06) foi elaborada uma monografia com as seguintes informações: nome da estação, localização, número da linha de nivelamento, código da folha de mapeamento e sua respectiva escala, número da faixa e foto onde se localiza, meridiano central, sistema de projeção, origem do sistema de projeção, *datum* horizontal, *datum* vertical, coordenadas geográficas e UTM, altitude geométrica e ortométrica, croquis, fotografia do vértice e itinerário de acesso. As monografias podem ser consultadas via web conforme item a seguir.

A tabela a seguir mostra as coordenadas finais obtidas para os vértices que compõem a RRCM:

PONTO	E	N	Alt.Geom.
V-01	284051,940	9120585,110	92,825
V-02	288613,507	9119010,763	69,919
V-03	285133,569	9113617,092	7,382
V-04	288561,489	9112225,237	15,652

V-05	291485,361	9113868,879	55,181
V-06	281573,517	9108119,321	63,031
V-07	285364,822	9108945,774	3,092
V-08	290227,239	9108756,154	-2,698
V-09	293798,408	9108246,994	-2,231
V-10	287313,191	9104877,523	3,551
V-11	285482,968	9102192,670	69,314
V-12	291946,791	9103236,979	-1,433
V-13	288819,650	9100175,364	2,663

Tabela 01 – Coordenadas Finais dos Vértices que compõem a RRCM

4.1. Disponibilização

A Prefeitura do Recife dispõe de um Sistema de Informações Geográficas Corporativo, desta forma a posição geográfica e as monografias dos marcos que compõem a RRCM encontram-se disponíveis na web na página www.recife.pe.gov.br/ESIG/ no aplicativo de consulta a Rede de Referência – Marcos Cartográficos

5. MANUTENÇÃO

É essencial que a Prefeitura Municipal, zele pela integridade física de cada marco, desta forma são realizadas visitas periódicas (uma a cada mês) a todos os vértices de forma a verificar se encontram aptos a uso, bem como se é necessário algum tipo de manutenção.

5.1 Reocupação

Conforme verificado em campo, conforme relatório de verificação da integridade dos vértices da RRCM elaborado por técnicos da Prefeitura, o vértice 11 (onze) (Figura 06), localizado na COHAB, Ibura, foi destruído, devendo ser reocupado.

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

A Rede de Referência Cadastral Municipal implantada deve ser utilizada para segundo IDOETA (1996) citado por PELEGRINA & VALMORBIDA (2010): Apoiar a construção e a atualização de plantas cadastrais municipais, Referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojetos, projetos, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de levantamentos de obras conforme construídas (“as built”) e de cadastros imobiliários para registros públicos e fiscais; Amarrar, de um modo geral, todos os serviços de topografia visando à incorporação das plantas deles decorrentes às plantas de referência cadastral do município.

No entanto, como os vértices da RRCM não dispõem de pontos de azimute para dar suporte aos trabalhos topográficos está prevista uma densificação da RRCM neste ano através da implantação de vértices intervisíveis, dando suporte aos trabalhos topográficos e desta maneira permitir a atualização de quaisquer alterações físicas quem venham a ser efetuadas.

Esses pontos permitirão que os usuários não necessariamente precisem utilizar GPS, além de dentre outras, apoiar a regularização fundiária e obras de engenharia contratadas pela Prefeitura da Cidade do Recife.

Uma das grandes dificuldades encontradas foram locais disponíveis dentro da área urbana do município para implantação de vértices segundo os padrões do IBGE devido as construções e barreiras naturais.

A manutenção é imprescindível para que o usuário possa dispor dos vértices da RRCM sempre que achar necessário. Informações do usuário sobre a situação dos vértices da Rede também é importante, sendo assim, para o Projeto de Densificação da RRCM mencionado anteriormente está sendo elaborado um formulário de situação do(s) vértice(s) da RRCM, disponibilizando-o na página do SIG Corporativo da Prefeitura (ESIG) de forma que o usuário poderá informar se o(s) vértice(s) sofreu algum dano ou dificuldade no acesso.

Segundo PELEGRINA & VALMORBIDA (2010), uma RRCM ideal é aquela que se apoia em legislação municipal específica que torne obrigatória sua utilização e que tenha uma boa publicidade para facilitar o acesso dos dados aos diferentes usuários. Desta forma está sendo elaborado um Decreto aprovando a Rede de Referência Cadastral Municipal.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem a Prefeitura Municipal do Recife - PE, pela colaboração no sentido de ceder os dados e informações ora apresentados.

8. OBSERVAÇÕES

A concepção, metodologia (procedimentos e execução) e resultados foram obtidos dos relatórios enviados à Prefeitura do Recife pela Empresa contratada, ENGEFOTO, vencedora da licitação.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR14.166 – Rede de Referência Cadastral Municipal**. Rio de Janeiro, 1998.

Engenharia e Aerolevantamentos S/A - ENGEFOTO - **Relatório Conclusivo Apoio Terrestre**, 17 pág. 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - **Recomendações para Levantamentos Relativo Estático – GPS**, 2008. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/Recom_GPS_internet.pdf, acessado em 11/11/2011.

MORAIS, R.V. **Análise de uma metodologia simplificada para o transporte de coordenadas no sistema utm num cadastro técnico urbano**. Disponível em <<http://www.ufpe.br/cgtg/ISIMGEO/CD/html/geodesia/Artigos/G006.pdf>>. Acesso: 11 novembro 2011.

PELEGRINA, M. A.; VALMORBIDA, L. **Diagnóstico da cartografia aplicada ao cadastro fiscal - Estudo de caso município de Cascavel – PR**. Disponível em: http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Cad_Geod_Agrim/Cadastro/A_76.pdf, acessado em 05/10/2011.

POLEZEL, W. G. C.; SOUZA, E. M. S.; MONICO, J. F. G. **Método de posicionamento relativo por satélite GPS com correção do efeito do multicaminho em estações de referência: formulação matemática, resultados e análises**. Disponível em: http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/xxx_cnmac/PDF/324.pdf, acessado em 11/11/2011.