

Metodologia para Base Cartográfica de Referência no Cadastro de Sítios Arqueológicos - Projeto Integrado Engenho do Meio -

Prof. Ernesto Gurgel do Amaral Sobrinho, Esp.
 Prof. Carlos Alberto Pessoa Melo Galdino, Msc.
 Acadêmico Carlos Eduardo Prócel López
 Acadêmico Márcio Brito Bonifácio
 Acadêmico Cláudio David Dos Reis Vila Flor

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
 Departamento de Engenharia Cartográfica - DECart
 R. Acadêmico Hélio Ramos, s/n - Cidade Universitária
 50740-530 Recife - Pernambuco
 Fone/Fax: (081) 271-8235
 ✉ decart@npd.ufpe.br

Conteúdo	
	1. Introdução
	2. Desenvolvimento
	2.1 Estudo, planejamento, implantação e determinação de poligonais
	2.1.1 Estudo e Planejamento
	2.1.1.1 Reconhecimento
	2.1.1.2 Escolha da Área e Geometria a ser empregada
	2.1.1.3 Outros
	2.1.2 Implantação e Determinação de Poligonais
	2.1.2.1 Pontos Implantados
	2.1.2.2 Metodologia
	2.1.2.3 Utilização de GPS para RN's
	2.1.2.4 Metodologia
	2.1.2.5 Cálculos e Ajustamentos
	2.1.2.5.1 Triângulo Plano utilizando o Teorema de Legendre
	2.1.2.5.2 Fórmulas do Ajustamento pelo Método dos Correlatos
	2.1.2.5.3 Puissant para o Problema Direto
	2.2 Levantamentos planialtimétricos
	2.2.1 Determinação dos Pontos Limites
	2.2.2 Nivelamento e Contranivelamento Geométrico
	2.2.3 Metodologia
	2.3 Divisão das áreas
	2.3.1 Divisão de áreas
	2.3.2 Metodologia
	2.4 Monitoramento dos objetos encontrados
	2.4.1 Monitoramento
	2.4.2 Método Utilizado
	2.4.3 Resultado Final
	2.5 Representações gráficas, digitais e relatório
	2.5.1 Representações Gráficas
	2.5.2 Representações Digitais
	2.5.3 Relatório
	3. Conclusão
	4. Referências bibliográficas

RESUMO: O Projeto Integrado "Engenho do Meio" visa resgatar o "Sítio Histórico" com origem no século XVI. A proposta da UFPE é a Reconstrução e Preservação do Casarão do Antigo Engenho do Meio, em regime multidisciplinar de cooperação entre cursos da UFPE. Localizado na cidade do Recife, a aproximadamente 10km do centro. A metodologia empregada no trabalho, utiliza desde a forma mais rudimentar até a sofisticação de instrumentos. Na primeira etapa foi feito o estudo, implantação e determinação de poligonais retangulares envolventes às áreas de estudos, e o transporte das coordenadas por GPS. A segunda envolveu os levantamentos planialtimétricos, com nivelamento geométrico a partir de um vértice de cota arbitrária. A terceira diz respeito a divisão das áreas de estudo em seções quadradas de 2x2 metros, para controle das escavações. A quarta etapa constituiu-se do monitoramento espacial dos achados arqueológicos. Na quinta e última etapa elaborou-se as representações gráficas e digitais de todas as informações colhidas no campo, arquivando-se em meio magnético.

Palavras Chaves: Topografia, Cadastro, GPS

ABSTRACT: The integral project "Engenho do Meio" contemplate to rescue the "Historical Place", original from XVI century. The UFPE proposal is to rebuild and to preserve of "Big House "of old" Engenho do Meio", with cooperation between courses from University. Situated at 10 Km from Recife center. The method of work has been used since elementary form, until modern equipment from topography, it parcel in stages. In the first stage was developed the

study, and determination of polygons enveloped the study areas, and transport coordinate with GPS (Global Positioning System) . The second stage was developed in planimetric survey. Make grading and counter-grading the vertex of arbitrary quota. The third stage was a division the areas of study in sections of 2 X 2 meters location for control of the excavations. In the fourth stage was to do the planimetric control of places with the archaeological objects found on the area. And the fifth was the graphic and digital representation of the obtained information and the last report.

Keywords: Topography, Cadastre, GPS

1. Introdução

Visando uma integração multidisciplinar entre os Cursos da Universidade Federal de Pernambuco, e utilizando-se deste novo conceito Mundial de Ensino, o Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE atendendo à solicitação do Curso de Mestrado e Doutorado em Arqueologia do Departamento de História, desenvolveu este trabalho que teve como objetivo executar as definições e delimitações das áreas para estudos arqueológicos, monitoramento planialtimétrico antes e durante as escavações, o mapeamento das descobertas e a apresentação das mesmas em relatório técnico, anexados mapas com coordenadas UTM, modelamento e mapeamento digital.



Foto 1: Casarão do Engenho do Meio - 1947

2. Desenvolvimento

O Projeto desenvolveu-se em 5 etapas, conforme descrição abaixo:

2.1 Estudo, planejamento, implantação e determinação de poligonais

2.1.1 Estudo e Planejamento

Com as informações iniciais do projeto passou-se a fazer um estudo de como desenvolver-se o trabalho a ser executado. Planejou-se uma visita a Campo para um reconhecimento da Região onde seria implantada a Área de Estudo Arqueológico.

2.1.1.1 Reconhecimento

Em Visita a área do suposto sítio arqueológico, foram feitas pesquisas aos moradores da redondeza para se obter informações mais precisas sobre o posicionamento do Antigo Casarão do Engenho do Meio. Com a colaboração de moradores antigos da região, pessoas que foram crianças quando o casarão ainda era edificado, pode-se chegar a indicação do lugar aproximado onde o mesmo era edificado.

2.1.1.2 Escolha da Área e Geometria a ser empregada

A Escolha da área foi feita em conjunto com os arqueólogos, sendo discutida a melhor maneira de representa-la e utiliza-la em pequenas áreas denominadas de seções. Assim, escolheu-se que a área do sítio arqueológico seria dividida em sub-áreas de geometria quadrada, de forma a apresentar os valores de seus lados em números pares, para ser possível dividir por 2.

Escolheu-se para representar estas sub-áreas a forma de quadrados de lados com 40 metros(Fig. 01)

2.1.1.3 Outros



Foto 2: Materialização das seções



Foto 3: Monitoramento



Foto 4: Monitoramento e Controle

2.1.2 Implantação e Determinação de Poligonais

A Implantação da Poligonal passou a ser feita de um ponto inicial arbitrário da sub-área A-2 denominado ponto 01 da poligonal quadrada (Figura 01).

A-3			
A-2			
A-1			
A-0			

Fig. 1: Sub-áreas

2.1.2.1 Pontos Implantados

Os Pontos da poligonal envolvente a sub-área A-2 foram denominados 01, 02, 03, 04 e implantados conforme a metodologia abaixo (Figura 02).

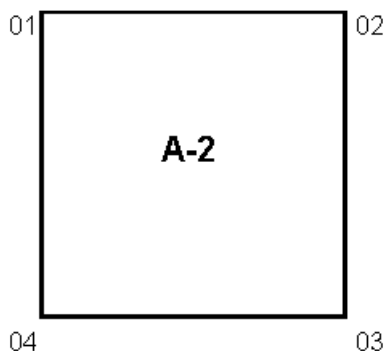


Fig. 2: Sub-área A-2

2.1.2.2 Metodologia

A Metodologia utilizada foi: Através de um ponto arbitrário, com um taqueômetro eletrônico, prisma e 01 trena de fibra (30m), tomou-se uma direção arbitrária como 00°00'00", fazendo-se a medição aproximada com a trena e determinando a distância de 40 m com o taqueômetro e o prisma para esta direção, implantou-se o ponto 02, depois posicionando-se o taqueômetro a direção de 45°00'00" da primeira direção, medindo-se com a trena o valor calculado da diagonal de um quadrado perfeito de 40x40m, que é de 56,5685m implantou-se com o taqueômetro o ponto 03. Depois posicionando-se o taqueômetro a 90°00'00" da primeira direção e procedendo-se das maneiras anteriores implantou-se o ponto 04.

Com a implantação dos 04 pontos da poligonal, passou-se a fazer medições de distâncias e ângulos internos da figura formada para se obter valores em abundância, dando assim condições de ser feito o ajustamento da poligonal.

2.1.2.3 Utilização de GPS para RN's

Utilizou-se o GPS para a determinação das coordenadas e cotas absolutas dos pontos 03 e 04 da poligonal da sub-área A-2, este levantamento foi feito utilizando-se como pontos de rastreamento do GPS as RN's do IBGE.

2.1.2.4 Metodologia

O instrumento utilizado foi um GPS, de precisão geodésica, por meio do Método Estático, a partir da base internacional UFPE, fazendo rastreamento de 1 hora para cada estação. As estações rastreadas foram os pontos 3 e 4. Os cálculos finais foram feitos no software específico do Conjunto GPS utilizado.

2.1.2.5 Cálculos e Ajustamentos

Para os cálculos utilizou-se o plano como superfície de referência, devido a área ser muito reduzida em relação ao raio da Terra. Foi utilizado para o ajustamento o cálculo dos triângulos internos como planos (fórmulas 1 a 5), o *Método dos Correlatos* (fórmulas 6 a 13). Para o transporte final de coordenadas, foi utilizado programa de computador utilizando as *Fórmulas de Puissant* (fórmulas 14 a 18).

2.1.2.5.1 Triângulo Plano utilizando o Teorema de Legendre

$$A + B + C - 180^\circ = w + \varepsilon \quad (1)$$

$$A_p = A - [(A + B + C - 180^\circ) / 3] = A - [(w + \varepsilon) / 3] \quad (2)$$

$$\varepsilon'' = c.b. \operatorname{sen} A_p / 2.M.N. \operatorname{sen} 1'' \quad (3)$$

$$M = a(1 - e^2) / (1 - e^2 \sin^2 \phi)^{3/2} \quad (4)$$

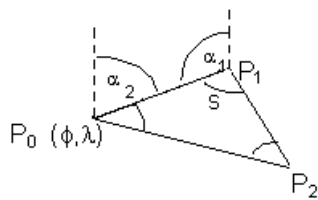


Fig. 3: Transporte de Coordenadas

Onde :

M = Curvatura Meridiana
 N = Grande Normal
 α = Azimute
 α_1 = Contra-Azimute
 s = Geodésica

Parâmetros do elipsóide GRS- 67 :

a = eixo maior = 6378160
 e = excentricidade = $f - 2f^2$
 f = 1 / 298.25

$$N = a / (1 - e^2 \sin^2 \phi) \quad (5)$$

2.1.2.5.2 Fórmulas do Ajustamento pelo Método dos Correlatos

Modelo Matemático

$$F(L_a) = 0 \quad (6)$$

Modelo Matemático Linearizado

$$BV + W = 0 \quad (7)$$

Equações Normais

$$V = P^{-1} \cdot B^T \cdot K \quad (8)$$

$$K = -(B \cdot P^{-1} \cdot B^T)^{-1} \cdot W \quad (9)$$

Valores Observados Ajustados

$$L_a = L_b + V \quad (10)$$

Modelo Estocástico

Variância Estimada da Unidade de Peso

$$\sigma_0^2 = (V^T P V) / r \quad (11)$$

MVC Matriz Variância- Covariância dos valores ajustados

$$\Sigma L_a = \Sigma L_b [I - B^T M^{-1} B P^{-1}] \quad (12)$$

MVC Matriz Variância- Covariância dos Resíduos

$$\Sigma V = \sigma_0^2 P^{-1} B^T M^{-1} B P^{-1} \quad (13)$$

2.1.2.5.3 Puissant para o Problema Direto

Cálculo da Latitude (ϕ_1): Para $s < 20$ Km

$$d\phi'' = B \cos \alpha_0 + C s^2 \sin^2 \alpha + h^2 D \quad (14)$$

$$\Delta\phi'' = d\phi'' - (d\phi'' \cdot D) \quad (15)$$

$$\phi_1 = \phi_0 + \Delta\phi'' \quad (16)$$

Onde:

$$B = 1 / [2 (1 - e^2 \sin^2 \phi_0)]$$

$$C = \text{tg} \phi_0 / [M_0 \sin 1'']$$

$$D = [3 e^2 \sin \phi_0 \cos \phi_0 \sin 1''] / [2 M_0 N_0 \sin 1'']$$

Cálculo da Longitude (λ_1):

$$\sin \Delta\lambda'' = [\sin (s / N_1) \sin \alpha_0] / \cos \phi_1 \quad (17)$$

$$\lambda_1 = \lambda_0 + \Delta\lambda'' \quad (18)$$

Onde N_1 = Grande Normal calculada no ponto 1

2.2 Levantamentos planialtimétricos

2.2.1 Determinação dos Pontos Limites

Com a definição da área onde devia-se começar os trabalhos, escolheu-se o melhor local do terreno e se materializou-se o ponto 01 da poligonal da sub-área A-2. Tomando-se os pontos 01, 02, 03, 04 da poligonal da sub-área A-2 (Figura 02).

2.2.2 Nivelamento e Contranivelamento Geométrico

Utilizou-se para o nivelamento e contranivelamento o Método de Nivelamento Geométrico por ser o método mais preciso.

2.2.3 Metodologia

O plano formado pelos três vértices da Rede Fundamental, materializada na área do projeto por meio de GPS, foi transportada a partir de valores de cota absolutas de três pontos Referência de Nível mais próximos, não colineares, foram amarrados os vértices da sub-área de pesquisa, com o método de Nivelamento Geométrico, deixando cada vértice da poligonal referida ao mesmo plano da Rede Fundamental.

2.3 Divisão das áreas

2.3.1 Divisão de áreas

A divisão da sub-área A-2 em seções de 2x2m, fez-se necessário para o controle efetivo de todo o material que passou-se a achar

com as escavações (Figura 04).

01	02	03	04	19	20
21								
41								
61								
81								
:								
:								
:								
:								
:								
381								

Fig. 4: Divisão da sub-área em seções

2.3.2 Metodologia

Para se fazer a divisão da sub-área A-2 nestas seções, decidiu-se utilizar o taqueômetro eletrônico, prisma e a trena, por este instrumento apresentar um bom índice de precisão. Assim foram materializadas seções ou trincheiras quadradas de 2x2 m de lado, que serviriam tanto para a organização da escavação quanto para o monitoramento dos objetos encontrados.

2.4 Monitoramento dos objetos encontrados

2.4.1 Monitoramento

O monitoramento dos alicerces encontrados obedece a dois critérios, tanto o posicionamento plano determinado pela localização em cada um dos setores, quanto pela altura que se encontravam no momento em que foram descobertos, outros objetos achados como: vasilhas, instrumentos metálicos, depois de peneirar a terra extraída, foram catalogados apenas em relação as seções.

2.4.2 Método Utilizado

Por meio do Nivelamento Geométrico através das cotas absolutas dos pontos da poligonal da sub-área A-2 foram obtidas as diferenças de cotas dos níveis de cada objeto escavado, para depois serem somadas aos valores das cotas iniciais, obtendo-se finalmente a cota absoluta de cada objeto encontrado.

Através de uma antiga planta da Casa do Engenho, a partir de pontos conhecidos que foram sendo encontrados ou pelos alicerces que foram identificados pelos alunos de Engenharia Civil, foi possível determinar o lugar preciso onde devia-se escavar, isto foi feito locando os pontos da planta original no terreno, com o taqueômetro eletrônico e o prisma. Este processo ajudou para que o tempo gasto nas escavações fosse menor, otimizando ainda mais o trabalho das outras equipes.

2.4.3 Resultado Final

O resultado final foi a catalogação dos alicerces, como também dos objetos encontrados, contendo a localização de cada um na seção da sub-área de pesquisa, a cota absoluta de cada objeto referido ao Plano da Área do projeto, assim como uma descrição dos mesmos e o levantamento planialtimétrico final das bases da Casa do Engenho.

2.5 Representações gráficas, digitais e relatório

2.5.1 Representações Gráficas

Com os dados da caderneta de campo e os croquis foram feitos em papel vegetal os desenhos da área estudada em escala 1:500, perfis transversais e curvas de nível.

2.5.2 Representações Digitais

Com os dados referidos acima, utilizou-se programas de computador, TOPOEVN, SURFER usados, respectivamente para o devido controle do banco de dados, assim como, para criar uma primeira imagem do levantamento, digitalizou-se de cartas antigas e os desenhos do item anterior. Criando a partir deles um sistema de informações dividido em níveis temporais dos levantamentos feitos,

desde a área original passando pela divisão da mesma em seções, da representação final das bases da Casa do Engenho, até uma descrição final dos objetos encontrados. incorporando os dados em MAXICAD: digitalização dos mapas iniciais do terreno e da Casa, via mesa digitalizadora, e importando para o AUTOCAD para a sua edição final.

2.5.3 Relatório

O Relatório Final apresentado ao Departamento de História da UFPE fundamentou-se de todos os dados explicitados neste trabalho.

3. Conclusão

Este trabalho tornou-se um ponto de partida para novos elos de desenvolvimento de atividades entre cursos afins, mostrando que é possível o desenvolvimento de técnicas , melhor manipulação e obtenção de dados em trabalhos integrados por profissionais que estejam conscientes de preservar e mudar o mundo em que vivem, melhorando as condições de vida de nosso planeta. Os valores encontrados após os ajustamentos, mostram que a precisão obtida está dentro do padrão exigido pelas normas técnicas. O Trabalho de campo que serviu como base para este trabalho, está interrompido esperando a liberação de verbas.

4. Referências bibliográficas

ANDRADE, J.B.: *Navstar GPS*. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR, Curitiba, 1988

GEMAEL, C.: *Introdução ao Ajustamento de Observações e Aplicações Geodésicas*. Editora da UFPR, 1ª. edição, Curitiba, 1994

ESPARTEL, L.: *Curso de Topografia*, Editora Globo, 655 páginas, Rio de Janeiro - RJ, 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.: *Azimuthes, Coordenadas, Altitudes - Pontos Geodésicos de Apoio Fundamental - Estado de Pernambuco, IBGE, 1981.*