

# LEVANTAMENTO GRAVIMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

Camil Gemael  
Alvaro Doubek

## 1 — INTRODUÇÃO

Em trabalhos anteriores os autores têm procurado enfatizar a importância da Geodésia Física mormente numa época em que as aplicações geodésicas dos satélites artificiais, mercê de seus extraordinários êxitos, parecem monopolizar as atenções, levando alguns estudiosos mais apressados a esquecer que nem sempre os melhores resultados decorrem da escolha de um método com total exclusão de outro(s). Em outras palavras, métodos que às vezes são erroneamente encarados como competitivos podem na verdade ser **complementares**, convidando à uma solução combinada com a adequada exploração das vantagens que cada um pode oferecer.

A esse propósito lembraremos apenas um exemplo, justamente vinculado ao prodigioso sucesso obtido pelos processos dinâmicos da Geodésia Celeste na determinação dos parâmetros do campo gravífico.

A fórmula conhecida:

$$W = \frac{kM}{r} \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} \sum_{m=0}^n \frac{a_n}{r} P_{nm} \right)$$

$$(J_{nm} \cos m\lambda + K_{nm} \operatorname{sen} m\lambda) P_{nm} (v)$$

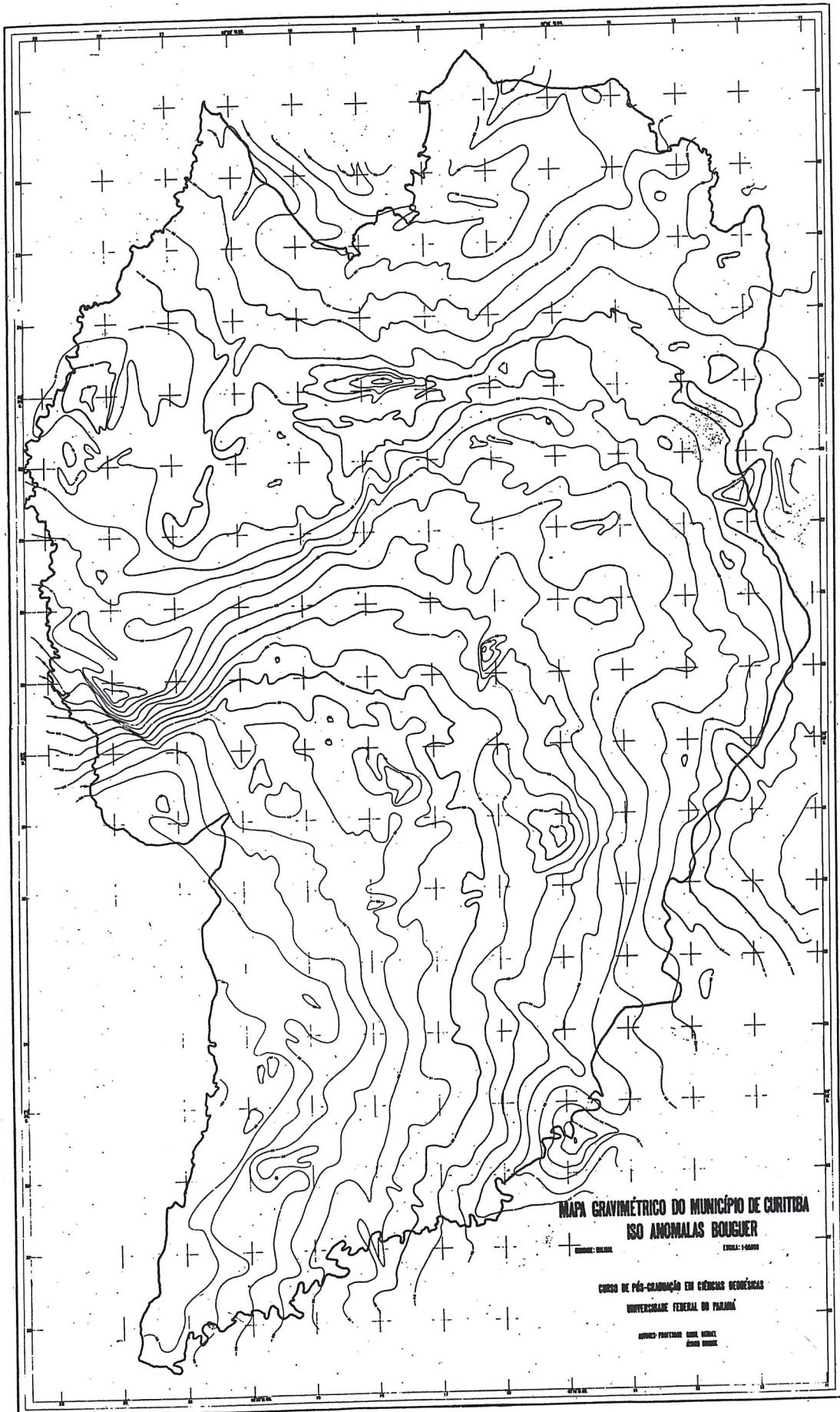
exprime o geopotencial de atração através

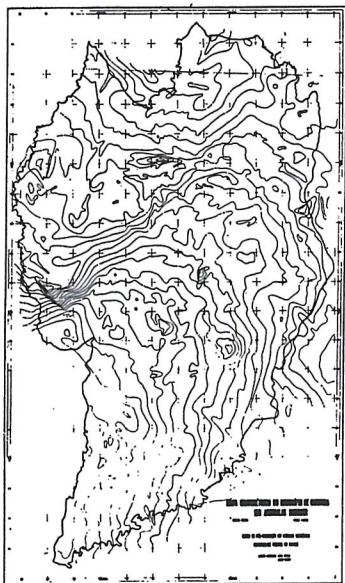
de uma série de harmônicos esféricos na qual aparecem  $(n + 1)^2 - 3$  coeficientes a determinar. No início da era espacial alguns poucos coeficientes ( $J, K$ ) eram conhecidos; hoje graças à Geodésia Celeste, o seu número se eleva a mais de três centenas. Convém lembrar, entretanto, que muitos coeficientes com ordem entre 10 e 18 e a maioria daqueles com grau superior a 18 não resultam bem determinados através da análise das perturbações orbitais, podendo ser consideravelmente melhorados por meio de processos mistos que combinam dados celestes com gravimetria terrestre.

Com esta introdução não pretendem os autores justificar o seu trabalho (qualquer tentativa nesse sentido seria obviamente supérflua) mas sensibilizar as instituições nacionais que operam na área das ciências geodésicas para que intensifiquem ao máximo as suas atividades gravimétricas a fim de que a nação possa, através de um esforço conjunto, cobrir a curto prazo os imensos vazios que ainda apresenta.

## 2 — ÁREA LEVANTADA

O levantamento gravimétrico de que trata o presente trabalho foi executado no município de Curitiba (área de 432 km<sup>2</sup>) e adjacências. A escolha da região foi ditada, dentre outras razões, por facilidades de duas na-





turezas: 1) existência de apoio cartográfico de boa qualidade (não na totalidade, mas na maior parte da zona em apreço); 2) circuitos gravimétricos relativamente curtos e próximos à base, tornando possível a utilização de alunos de graduação como operadores do gravímetro. (\*)

### 3 — MEDIDA RELATIVA DA GRAVIDADE

As determinações relativas da gravidade foram conduzidas com um gravímetro WORDEN, modelo Master, fornecido ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da UFP pelo Conselho Nacional de Pesquisas, atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

A última calibração do instrumento foi realizada há cerca de dois anos na base gravimétrica estabelecida pelo Observatório Nacional no Morro do Corcovado. No corrente ano o Curso recebeu um novo gravímetro, desta feita um LaCoste Romberg, que foi utilizado na reocupação da algumas estações antigas e no levantamento, junto com o Worden, de novas estações; os resultados, concordantes ao décimo de miligal, mostraram que a constante de Worden ainda não necessita correção.

A base gravimétrica utilizada foi a estação CP-1, no Centro Politécnico, cujo valor ( $g = 978777,7$  mgal) resultou de vários trans-

(\*) Bolsistas de Iniciação Científica do CNPq.

portes a partir da estação Woppard (\*\*) do Aeroporto Afonso Pena no vizinho Município de São José dos Pinhais.

Os circuitos gravimétricos, fechados em períodos não superiores a 3 horas, tornaram desnecessário o cálculo da componente vertical da atração lunissolar.

Em cada estação uma vez calados os níveis do gravímetro se processaram três leituras (mínimo) do pequeno dial havendo rejeição apenas nos casos de discrepância superior a dois décimos de divisão (correspondente, aproximadamente, a dois centésimos de miligal).

### 4 — REDUÇÕES GRAVIMÉTRICAS

As anomalias da gravidade foram calculadas com as fórmulas:

a) anomalia do ar livre:

$$\Delta g_f = g + 0,3086 h - \gamma$$

b) anomalia de Bouguer:

$$\Delta g_b = \Delta g_f - A - B + C$$

Na primeira fórmula não foram incluídos o termo vinculado à latitude e o termo quadrático porque o seu efeito conjunto, para as latitudes e altitudes da área considerada, não atinge um décimo de miligal.

Na segunda fórmula A é a correção de BOUGUER propriamente dita: componente vertical da atração exercida por um platô horizontal com  $h$  metros de espessura sobre um ponto de sua superfície. Adotando para a constante da gravitação o valor  $K = 6,670 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ gr}^{-1} \text{ s}^{-2}$  e para densidade média da crosta  $\sigma = 2,67 \text{ gr cm}^{-3}$  resulta:

$$A = -0,1118 h \text{ (mgal).}$$

O terceiro termo (B) leva em consideração a curvatura da Terra: transforma o platô de Gouguer em uma calota esférica de mesma espessura, estendida até a zona 0 de Hayford.

A chamada "correção do terreno" (C) pode ser negligenciada quando as variações do relevo não são acentuadas.

O cálculo da gravidade normal foi conduzido com a fórmula internacional 1930:

$$\gamma_30 = 978,049 (1 + 0,005 288 4 \operatorname{sen}^2 \phi - 0,000 005 9 \operatorname{sen}^2 2 \phi)$$

(\*\*) Sistema Potsdam "antigo".

Havendo interesse na obtenção de anomalias da gravidade coerentes com o sistema de referência 1967:

$\gamma_{67} = 978,031 \cdot 8 (1 + 0,005 \cdot 302 \cdot 4 \cdot \text{sen}^2 \phi - 0,000 \cdot 005 \cdot 9 \cdot \text{sen}^2 2\phi)$  e com o sistema Potsdam "novo", as tabelas calculadas pelo autor [2] podem facilitar as transformações.

## 5 — INFRA-ESTRUTURA CARTOGRÁFICA

Na quase totalidade das estações gravimétricas as altitudes resultaram de nívelamento geométrico: a) dez referências de nível da rede de 1.<sup>a</sup> ordem do CNG (atual IBG); b) 6 RN da rede executada pela Prefeitura de Curitiba; c) 70 RN da rede executada pelo IPPUC-DGTC; d) cerca de 800 estações perfuradas em aerofotos escala 1:8000 resultantes da densificação dos circuitos anteriores. Em algumas regiões, entretanto, os autores foram obrigados a recorrer ao nívelamento trigonométrico executado com teodo-

litos de 1" pelo método das visadas recíprocas e simultâneas com distâncias medidas eletronicamente com um telurômetro MRA-101.

As coordenadas das estações foram extraídas de cartas em escala 1:20.000.

## 6.— ISO-ANÔMALAS "AR LIVRE" E BOUGUER

Num próximo trabalho os autores pretendem apresentar, para a mesma área, cartas com iso-anômalas isostáticas nos sistemas PRATT — HAYFORD e AIRY — HEISKANEN; o presente limita-se às iso-anômalas não isostáticas de "ar livre" e de BOUGUER com "eqüidistância" de 1 mgal.

As curvas em apreço estão baseadas em aproximadamente mil estações gravimétricas o que representa uma densidade média de 2,2 estações por quilômetro quadrado.

# Calendário das Atividades Cartográficas

Atividades	Local	Organizador e/ou Patrocinador	Data
I Conferência Cartográfica das Nações Unidas	Ottawa Canadá	Instituto Panamericano de Geografia e História	1.º Trimestre 1976
XIII International Congress for Photogrammetry	Helsinki Finlândia	International Society Photogrammetry	11 - 23 Julho 1976
XVI Congresso Mundial	Oslo Noruega	IUFRO	20 Jun. - 02 Julho 1976
II Encontro de Cartografia	Piracicaba Brasil	SBC	1 - 3 Agosto 1976
VIII Conferência Internacional de Cartografia	Moscou URSS	Comitê Nacional de Cartografia da Rússia	3 - 10 Ago. 1976
XV International Congress of Surveyor	Stockholm Suécia	International Federation Surveyors	6 - 14 Junho 1977
VIII Congresso Brasileiro de Cartografia	Fortaleza Brasil	SBC	Julho 1977

A Sociedade Brasileira de Cartografia é filiada: — International Society for Photogrammetry, International Cartographic Association e International Federation Surveyors.