

## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS – UMA COMPARAÇÃO

LUCIA H. O. GERARDI<sup>1</sup>  
AMAMDIO L.A. TEXEIRA

BOLETIM DE GEOGRAFIA TEORETICA, 16-17 (31-34): 288-293, 1986-1987.  
(I ENCONTRO DE GEOGRAFOS DA AMERICA LATINA)

### INTRODUÇÃO

A crescente importância que os recursos computacionais tem adquirido no seio da comunidade científica ligada às geociências é um fator que, no mínimo, desperta um interesse cada vez maior sobre sua utilização.

A tecnologia emergente gera uma tendência cada vez maior para a realização de estudos integrados nas diversas áreas das geociências tendo como suporte básico o computador.

Dentre os métodos mais utilizados, o de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aparece como mais promissor no que diz respeito ao sucesso de tais estudos (Texeira e Gerardi 1986).

Considerando que os dados geográficos tem uma relação estreita com o espaço, pode-se deduzir a enorme importância que tem o estudo, definição a avaliação de porções deste espaço.

Vários métodos para avaliação de áreas são amplamente conhecidos e usados, todos eles com suas vantagens e restrições.

Neste artigo o interesse fundamental é avaliar a precisão do método de avaliação de área automático (através do SIG) e dos métodos convencionais: a planimetria (que é um método mecânico) e a amostragem (baseada em princípios estatísticos).

### O SIG

Já que o método automático de avaliação de área a ser utilizado está inserido num SIG já em funcionamento, convém uma breve explicação sobre este.

Todo sistema de Informação deve conter um conjunto de programas estatísticos que possibilite a análise de dados, tratamento e geração de informação. Entre estes programas normalmente se encontram programas para avaliação de áreas.

Neste estudo foi utilizado o GEO-INF que é um Sistema de Informação Geográfica para microcomputadores de 8 bits da linha apple, Departamento de

---

<sup>1</sup> Departamento de Planejamento humano Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP Campus Rio Claro, Brasil.

planejamento Regional do Instituto de Geociências e Ciências exactas da UNES – Rio Claro.

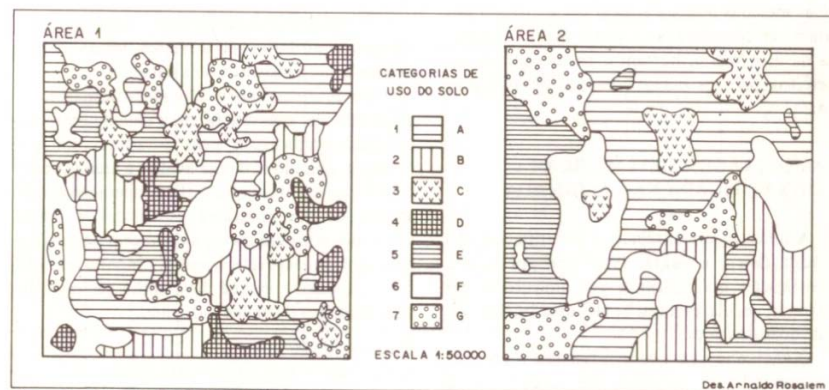
O sistema aceita dados estruturados em forma “RASTER” (matricial grade reticulada, células ou quadrículas). Assim o método de avaliação de áreas baseia-se nesta estrutura.

A grade reticulada é composta de quadrículas de tamanho regular que deve ser definido de acordo com as características de uso do Sistema.

No caso do GEO-INF a capacidade de memória a escala original dos dados (1:50000) e o nível de detalhe pretendido para os resultados finais, levaram ao estabelecimento de uma quadrícula de 1cm<sup>2</sup>, equivalente a uma área de 25 Ha no terreno. Apesar de escolha feita para este caso, deve-se lembrar que é possível trabalhar com quadrículas menores.

### COLETA DE DADOS

Para efetuar a análise entre os métodos de avaliação de áreas foram criados 2 conjuntos de dados conforme se mostra.



O primeiro conjunto apresenta um padrão mais heterogêneo, com áreas menores. O segundo já apresenta uma região menos complexa, com áreas maiores.

Os dois conjuntos abrangem uma área de 10 x 10 cm ou 2500 Ha no terreno, considerado-se que a escala é 1:50.000

As áreas foram avaliadas usando-se principalmente, planimetragem, por ser este um dos métodos mais amplamente usado e com resultados razoavelmente precisos.

Em seguida usou-se o Método de Amostragem Sistemática Estratificada não Alinhada que também proporciona uma avaliação bastante boa e cujos resultados já tem sido amplamente estudados tendo sua eficiência comprovada (Geraldine Silva, 1981). Por último utilizou-se o programa REA que faz parte do conjunto dos programas do GEO-INF.

Os dados levantados pelos três métodos constam na tabela 1.

## A) PLANIMETRIA

A planimetria das áreas da figura 1 foi feita utilizando-se planímetro mecânico Koizumi tipo KP 26.

### MEDIDAS, EM HA, OBTIDAS PELOS TRÊS MÉTODOS E SUAS VARIANTES.

Classes	Planímetro		Grade 5mm		Grade 1mm		Amostragem 5mm		Amostragem 5mm	
	Area 1	Area 2	Area 1	Area 2	Area 1	Area 2	Area 1	Area 2	Area 1	Area 2
1	525,10	783,52	543,75	781,25	575,00	850,00	550,00	871,25	575,00	800,00
2	335,00	344,56	393,75	325,00	375,00	400,00	400,00	312,50	375,00	325,00
3	236,00	146,32	218,75	143,75	225,00	125,00	206,25	162,50	225,00	150,00
4	214,76	0	181,25	0	275,00	0	181,25	0	175,00	0
5	270,22	443,68	287,50	456,25	275,00	450,00	268,75	456,25	275,00	450,00
6	513,30	434,24	525,00	437,50	425,00	350,00	487,50	425,00	525,00	425,00
7	383,50	337,48	350,00	356,25	400,00	325,00	406,25	362,50	350,00	350,00

As medidas foram tomadas em séries de três para cada classe, das quais foi extraída a medida, considerada como medida verdadeira.

A soma das medidas de cada classe deve resultar em 2500 Ha. significando um erro de subestimação de 0.07%. Para a área 2 obteve-se 2589,8 Ha ou seja uma subestimação de 0.4%. Tais erros são perfeitamente admissíveis, estando inclusive, abaixo da precisão esperada segundo bibliografia que trata do assunto (Davis, Foote e Kelly, 1972)

Considerando a magnitude do erro, julgou-se que as medidas obtidas através deste método poderiam ser consideradas como a melhor estimativa da área real, e portanto, como controle ou referência para os outros métodos de avaliação de área.

## B) AMOSTRAGEM SISTÊMICA ESTRATIFICADA NÃO ALINHADA.

A amostragem sistemática estratificada não alinhada (Berry e Backer, 1968) tem por base a estratificação do espaço a ser amostrado em polígonos regulares através de uma malha ou grade quadriculada.

O tamanho das quadriculas não é consensual, devendo ser escolhido de acordo com a área a ser amostrada.

No caso presente, trabalhou-se com malhas de 10 a 15 mm que resultaram de escolha interna que teve por objetivo testar a variação de precisão em função do tamanho da quadricula.

No primeiro caso, obteve-se uma amostra de 100 pontos e no segundo 400 pontos. A avaliação das áreas foi feita identificando-se as classes dos pontos amostrais localizados em cada quadricula, transformando-se estes valores em porcentagem em relação ao número total de pontos e finalmente, transformando-se as porcentagens em hectares tendo como referência a área total de 2500Ha.

### C) O MÈTODO AUTOMATICO – PROGRAMA ÀREA.

O programa Àrea permite avaliar áreas de diferentes atributos para varios temas. E um processo que consiste de dois passos.

No primero passo são identificadas todas as quadriculas que satisfzem aa uma determinada condição estabelecida pelo usuario, como por exemplo, quando se deseja avaliar a àrea acupada com a classe 1 da figura 1. Esta operação é feita através de um programa especifico de busca. Feito isto, o programa faz a contagem das quadriculas previamente seleccionadas, obtendo um total de quadriculas “N” ue deve estão ser multiplicado pela área de uma quadricula.

Escala 1:50.000

Quadricula – 1cm x 1cm = 500 x 500m

No terreno = 25 Ha.

Deve-se salintas neste ponto que a atribuição de uma dada característica a uma dada quadricula foi feita utilizando-se o critério de maior presença.

**TABELA 2**  
**RESULTADOS DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS (H)**

	1 P x G5 x A5	2 P x G10 x A10	3 G5 X G10 x A5 x A 10
AREA 1	10.23*	10.31*	-27.61*
AREA 2	20.23*	10.25*	-28.11*

O TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

O teste de KRUSKAL-WALLIS é recomendado para decidir se K amostras independentes provém de populações diferentes. As diferenças amostrais podem ser diferenciadas efetivas entre populações ou apenas variações caisais entre amostras aleatorias de uma mesma população (Siegel, 1975).

No caso desde trabalho, procura-se testar a hipotese da nulidade enunciada como:

H1 – não há diferenças significaticas entre as medidas obtidas pelos três metodos.

H1 – as diferenças das medidas obtidas pelos três métodos são maiores que aquelas que deveriam ser esperacadas como resultantes do acaso.

Estabeceu7-se a = 0.05 para rejeção de H0. Os resultados do metodo estão demonstrados na tabela 2.

**DICUSSÃO DOS RESULTADOS.**

Uma vez que um dos objetivos do trabalho era verificar a existência e significância de diferenças entre medidas de área obtidas por três métodos e duas variantes em duas áreas teste de características distintas, testou-se primeiramente os métodos e variantes entre si (Tabela 2, colunas 1 e 2).

Os resultados mostraram que a hipótese da nulidade deve ser rejeitada ao nível de significância  $\alpha = 0.05$  configurando, portanto, que há diferenças significativas entre as medidas obtidas pelos três métodos.

Como se supôs que a planimetria resultou em medidas “reais”, o passo seguinte foi: testar se existiam diferenças significativas entre os dois outros métodos e suas variantes.

Os resultados obtidos, conforme mostra a tabela 2 (coluna 3) demonstram que, também neste caso  $H_0$  é rejeitado provando a existência de diferenças não causais entre as medidas.

A análise do erro absoluto, erro médio e desvio padrão do erro tabelas 3 e 4 permite avaliar a adequação de cada método ou variante a cada uma das duas situações estudadas, já que a planimetragem foi considerada como controle.

**TABELA 3**  
**DIFERENÇAS DE ESTIMATIVAS EM Ha (ERRO ABSOLUTO)**

	Classe	Planimetro	Diferença Amostragem 10 mm	Diferença Amostragem 5 mm	Diferença grade 10 mm	Diferença grade 5 mm
A R E A  I	1	525.10	- 49.9	- 24.90	- 49.9	- 18.65
	2	355.18	- 19.82	- 44.82	-19.82	- 38.57
	3	236.00	11.00	29.75	11.00	17.25
	4	214.76	39.76	33.51	- 10.24	33.51
	5	270.22	- 4.78	1.47	- 4.78	- 17.28
	6	513.30	11.70	25.8	88.3	- 11.70
	7	383.50	33.5	- 22.75	-16.50	33.5
A R E A  II	1	783.52	- 16.48	2.27	- 66.48	2.27
	2	344.56	19.56	32.06	- 55.44	19.56
	3	146.32	- 3.68	- 16.18	21.32	2.57
	4	0	0	0	0	0
	5	433.68	-6.32	- 12.02	- 6.32	- 12.57
	6	434.24	9.24	9.24	84.24	- 39.26
	7	337.48	- 12.52	- 25.02	12.48	- 18.77

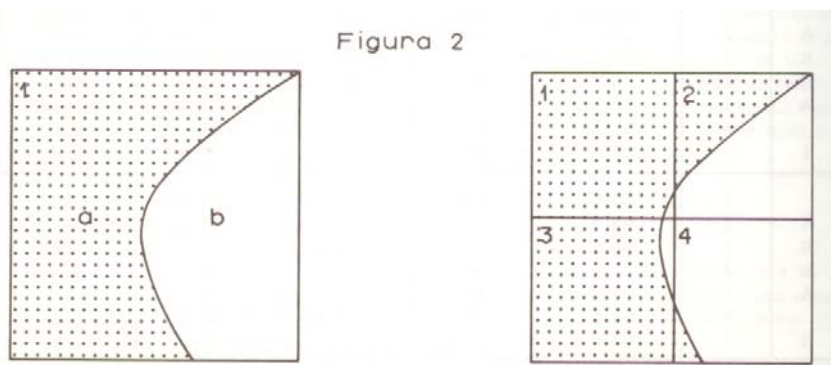
**TABELA 4**  
**MEDIDAS E DESEVIOS PADRÃO DAS DIFERENÇAS EM Ha**

	Diferença Amostra 10 mm		Diferença Amostra 5 mm		Diferença Grade 10 mm		Diferença Grade 5 mm	
	e	o	e	o	e	o	e	o
AREA 1	- 0.27	5.59	-0.28	5.50	-0.28	6.57	-0.28	5.32
AREA 2	- 1.46	3.53	- 1.46	4.35	- 1.46	- 6.6	4.35	

## CONCLUSÕES

Dos resultados conclui-se que:

- 1.- Apesar de apresentar o melhor resultado a planimetria tem a desvantagem de ser um método que consome muito tempo, dando margem à ocorrência de erros decorrentes da acuidade com que a planimetria é feita pelo usuário.
- 2.- A aplicação da amostragem com malhas distintas, para as duas áreas, demonstrou que o aumento do número de pontos amostrais (ou quadriculas) não significa necessariamente a diminuição proporcional do erro (ou aumento da precisão).
- 3.- Quando comparados os dois casos de aplicação da amostragem, conclui-se que para a área 1 (mais heterogênea), é praticamente indiferente o tamanho da malha quando relacionado ao erro médio e ao desvio padrão do erro, enquanto que para a área 2 (mais homogênea), a malha mais larga produz um resultado melhor, já que uma malha mais densa leva a uma superamostragem que induz a um erro maior.



- 4.- Quando comparados os resultados da aplicação das grades percebe-se que para ambas as áreas os resultados são sensivelmente melhores quando se utiliza a grade de 5 mm. Isto se explica pelo fato de que, ao se atribuir uma característica a uma quadricula está se cometendo um erro compensável que diminui quando as quadriculas são menores.

Por exemplo: observando na figura 2, percebe-se que, no exemplo da esquerda, segundo o critério de maior presença, a classe dominante é a, portanto, a avaliação da área da quadricula resultaria em 25 Ha de características a.

Considerando o exemplo da direita tem-se a seguinte distribuição:

Quadrícula	clase dominante
1	a
2	b
3	a
4	b

Assim a área total equivalente a 25 Ha com a mesma distribuição das características, seria avaliada como tendo 12.5 Ha de a e 12.5 Ha de b estimativa esta muito mais proxima do valor real.

5.- Quando comparados os dois métodos suas variantes e situações, constata-se que para áreas homogêneas, como é o caso da área 2, o melhor método é a amostragem com malha de 10mm. Para áreas mais heterogêneas, a estimativa mais razoável é obtida com a aplicação da grade de 5 mm.

6.- Considerando o exposto, percebe-se que a diferença fundamental entre os métodos de amostragem e grade reside na forma de atribuição da característica a cada quadrícula.

Conclui-se, então, que de forma geral, para áreas mais homogêneas a atribuição através de amostragem é mais eficiente enquanto que para áreas mais heterogêneas, a decisão subjetiva, conforme o já exposto, mostrou melhores resultados desde que se tenha o cuidado de usar em ambos os casos, quadrículas, cujo tamanho seja menor ou igual à metade do tamanho da menor área mapeada (Muñoz Luza, 1984).

#### **BIBLIOGRAFIA CITADA**

BERRY, B. J. L. E BAKER, A. M. "Geographic Sampling" in, Berry e Backer (eds) Spatial analysis – a reader in statistical geography.

DAVIS, R. E. FOOTE F. S. e KELLY J. W. Tratado de geografia de São Paulo Difel 1981.

GERALDI, L. H. O. E SILVA, B. C. N. Quantificação em Geografia São Paulo, Difel, 1981.

MUÑOZ LUZA M. A, Base de dados geograficos y teledeteccion Eletromap Ltda mimeografo 1984.

SIEGEL S. Estadística não paramétrica para as ciências do comportamento São Mc graw Hill do Brasil 1979.

TEXEIRA A. L. e GERARDI L. H. O. "Sistemas automáticos de informação para Geografia", Geografia e computação Belo horizonte, UFMG 1986 (no prelo).