# *Boletim Gaúcho de Geografia*

*http://seer.ufrgs.br/bgg*


**UM RÁPIDO E SUCINTO PERFIL DA CARTOGRAFIA CONTEMPORÂNEA**


*Hans Augusto Thofehrn*



*Boletim Gaúcho de Geografia, 7: 17-24*, jun., 1979.

Versão online disponível em:
*http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/37640/24291*

Publicado por
**Associação dos Geógrafos Brasileiros**

**Portal de Periódicos**
**UFRGS**
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



## Informações Adicionais

**Email:** portoalegre@agb.org.br
**Políticas:** http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy
**Submissão:** http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions
**Diretrizes:** http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines

Data de publicação - jun., 1979
Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

# UM RÁPIDO E SUCINTO PERFIL DA CARTOGRAFIA CONTEMPORÂNEA *

HANS AUGUSTO THOFEHRN*

## 1 - A NATUREZA DA GEOGRAFIA.

Como não existirá GEOGRAFIA sem definição espacial - o que é tarefa da CARTOGRAFIA - é preciso seja dada, a princípio, um enunciado de Geografia atual, como, por exemplo, a de David Harvey[1]:

> "A Geografia está preocupada com a DESCRIÇÃO e com a EXPLANAÇÃO das diferenças ESPACIAIS DA superfície da Terra".
>
> Ora, EXPLANAÇÃO é a resposta à pergunta "Porque um fato é assim como é?" A função teórica da Ciência é prover explanações de fenômenos naturais, descobrir relações entre outros fenômenos e eventos, permitindo a análise, predição de eventos a esperar em certas circunstâncias e, eventualmente, através do controle destas, assegurar a ocorrência destes eventos; enquanto a
>
> DESCRIÇÃO é o estudo das relações espaciais dos fatos e eventos compreendendo sua distribuição por pontos, linhas, áreas e planos multidimensionais no espaço.

## 2 - A NECESSIDADE DA CARTOGRAFIA.[2]

Para o "discurso" e a escrita que são, por natureza *cronológicas* isto é: uma palavra segue a outra, é impossível comparar dois ou mais eventos ou fatos, lado a lado, no tempo e no espaço. O problema de comparar, por exemplo, o crescimento populacional e o tamanho da população de diferentes países, postos lado a lado a

---

(*) Geógrafo, Livre Docente em Cartografia, Doutor em Ciências e Mestre em Planejamento Urbano e Regional. Professor de Cartografia da PUC-RS e da UFRGS.

(1) HARVEY, David - Explanation in Geography, St. Martins Press. N. Iorque, 1969.

(2) ECKERT, Max - Prof. Dr. Die Kartenwissenschaft, de Gruyter, Berlim, 1921.

um mesmo instante, em sua real distribuição espacial na Terra, somente é resolvido pela CARTOGRAFIA[3].

## 3 - O SISTEMA.

Um conjunto de objetos, interligados por relações entre eles e entre os seus atributos são caracterizados por COLE e KING como um SISTEMA. É lhano que os eventos e fatos geográficos são ontologicamente sistêmicos e se manifestam, também, de forma funcional.

Segundo Hagget *in Geography, a modern Syntesis*, devem ser analisados quatro Sistemas Básicos:

1. OS SISTEMAS MORFOLÓGICOS, nos quais se estabelecem relações entre os componentes individuais por associação estatística e espacial. (Por exemplo: na Meteorologia).
2. OS SISTEMAS DE TRANSFERÊNCIA, nos quais as relações entre os componentes individuais envolvem a transferência de massa e energia. (Por exemplo: entre a vegetação e os seres vivos);
3. OS SISTEMAS ESTÍMULO-RESPOSTA e que são uma combinação híbrida dos sistemas anteriores;
4. OS SISTEMAS DE CONTROLE, nos quais se exercem procedimentos cibernéticos. Por exemplo a maior fertilidade das espécies em ambientes hostis à sobrevivência).

Os SISTEMAS em geral compreendem um grande número de fatores, ações e reações que, na maior parte das vezes permitem uma hierarquização segundo a importância de intervenção, através da análise sistemática. Então é possível simplificar o sistema reduzindo as peças que o operam em seu funcionamento ao mínimo essencial, chegando, assim, ao MODELO[4].

## 4 - O MODELO.[5]

O MODELO, abstraído das complexidades pode ser facilmente compreendido e, reduzido a uma escala conveniente, permite a visão do SISTEMA como um todo. Um modelo importa, portanto, na simulação de uma realidade através da substituição de formas complexas por análogas mais simples, para facilitar o estudo e a análise.

---

(3) Um modelo deste tipo está no "GRANDE ATLAS DAS SELEÇÕES DO READER'S DIGEST, edição 1978, p. 138: "Percentagem anual de aumento da População."

(4) STRAHLER, Artur et alii, Environmental Geoscience, Wiley, St.ª Barbara, 1973.

(5) CHORLEY et HAGGETT - Modelos Integrados em Geografia, Ed. USP, São Paulo, 1974.

## 5 - A CARTOGRAFIA COMO O MODELO MAIS ANTIGO E EFICAZ.

5.1 - A carta, representando *de uma forma generalizada, reduzida e explicada parte ou toda realidade de um espaço geográfico, no plano em escala consentânea com o grau de simplificação tematizada*, é um MODELO DE ESCALA, cujo uso remonta às civilizações mesopotâmia e nilótica.

5.2 - A CARTA (*quando preserva os ângulos e é apropriada à navegação*), ou MAPA (*quando de outras propriedades senão as loxo-ortodrômicas*) é o protótipo do MODELO sob todos os pontos de vista, em particular como substituto reduzido, simplificado, tematizado e explicado da realidade geográfica.

O modelo cartográfico se apresenta de três formas básicas:

MODELOS
- ICÔNICO (de Icono = estátua, ex.: Globos e Maquetes).
- ANALÓGICO (Semelhante, ex.: as cartas e mapas usuais projetados sobre o plano de referência).
- SIMBÓLICO (Modelos figurados e matemáticos).

É preciso ver, para o uso prático dos muitos recursos do modelo cartográfico, sua eficácia e suas naturais limitações. O desconhecimento da natureza destes modelos leva ao uso inadequado das cartas e mapas, produzindo resultados nitidamente negativos.

5.3 - O MODELO ICÔNICO, sendo tridimensional e, por isso, o modelo de menor abstração e, devido ao fato, muito popular - tem uma séria restrição de escala; isto é: nas médias e pequenas escalas as dimensões escalares de largura e comprimento (x,y) são irreconciliáveis com a altura (z).

Assim, em um Globo, imitando a forma verdadeira da Terra, de ±26 cm de diâmetro (aproximadamente 1:50 000 000), as alturas de 5 000 m e as profundidades de 15 000 m apareceriam como 0,001 cm e 0,03 cm, respectivamente. Isto é: a maior altitude na Terra não passaria, na escala, de um centésimo de milímetro e a maior profundidade, de três décimos de milímetro. Nenhuma fábrica de Globos consegue produzir uma superfície tão lisa!

Também, nas maquetes é preciso um violento exagero de escala: no caso de um modelo icônico do Rio Grande do Sul, na escala de 1: 1 000 000, a maior altitude ± 1.000 m não passaria de um milímetro e para que o relevo médio, cerca de 250 m, se torne sensível", isto é: se apresente da ordem de 2,5 cm, a escala vertical deverá ser de 1:10 000, apresentando um exagero vertical de 100 x. *Imagine-se agora, por exemplo: uma mui querida cantora folclórica brasileira com a sua silhueta exagerada 100x!*

5.4 - O MODELO ANALÓGICO, representando a Terra curva, ou parte dela, no PLANO, é sujeito a deformações variadas. A carta ou o mapa se apresentará de forma topológica (*Muda de tamanhos relativos mas preserva as seqüências*). O efeito de representar a superfície curva da Terra no plano é obtido através de projeções verdadeiras, geométricas ou simbólicas (Arranjos Matemáticos[6]). Assim a Projeção Cônica secante conforme de Lambert, ideada por Johann Heinrich Lambert, da Alsácia, em 1772, se limita a faixas de 4° de latitude, conservando, entre os paralelos de secância e os extremos, a proporção de 4/6 e 1/6 para ambos os lados. Com isso se consegue ângulos verdadeiros (ortodromas), um erro máximo de 1:1 000 nas extremidades, e com isso uma certa correção nas distâncias e nas áreas. Esta projeção, combinada com coordenadas plano-retangulares foi aplicada, pelo autor, na carta do Estado do Rio Grande do Sul na escala de 1:750 000.

Desta forma a carta do Estado Gaúcho pode ser usada pelos aviadores para percorrer linhas ortodrômicas, pelos geógrafos, para avaliar áreas e distribuições espaciais, pelos geólogos para mapear áreas litológicas, pelos agrônomos para estudo da capacidade de uso de solos e mais para um grande número de temáticas.

Por seu turno, a gratícula (não projetável) "inventada" por Gerhard Krämer, de Flandres em 1569 - e que ostenta o seu nome latinizado: "Mercator" - é um feliz arranjo matemático, usando um crescimento proporcional entre os paralelos e meridianos sem convergência, na razão de 1/cos da latitude (secante de L), fazendo com que os rumos magnéticos das linhas de navegação apareçam como linhas retas. A carta loxodrômica de Mercator teve a maior importância para a navegação marítima à bússola e as cartas de Marinha do Brasil - como as do resto do mundo - são, até o presente, construídas na gratícula de Mercator. Como não há, na gratícula, a convergência meridiana, na medida do afastamento do equador em direção aos pólos, as deformações crescem violentamente: A Groenlândia, por exemplo, de ± 2 200 000 km$^2$ passa a ter, na carta de Mercator, cerca de 18 milhões de km$^2$, isto, é um exagero de 8,2x. O Brasil com 8,457 milhões de km$^2$ representaria, então, apenas 50% da Groenlândia, quando, na realidade, a Groênlandia tem apenas 26% da área brasileira.

Conseqüentemente, avaliar áreas e distâncias em cartas náuticas derivadas do cilindro levará a absurdos e a erros grosseiros.

5.5 - O MODELO SIMBÓLICO[7] - também tem limitações sensíveis, as quais, via de regra não são reconhecidos pelos geógrafos. Os modelos MATEMÁTICOS - base da maior parte das "manipulações" quantitativas em Geografia, precisam ter em conta a natureza do número e a lógica da Matemática, que é também temática e não tem muito do

(6) COTTER, Charles A. - The Astronomical and Mathematical Fondations of Geography, Londres, Hollis & Carter, 1966.

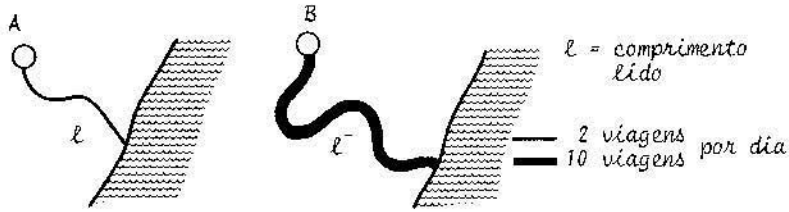
(7) SCIENTIFIC AMERICAN, Matemáticas en el Mundo Moderno, Blume, Madrid, 1974.

apregoado absolutismo. Na realidade, o número é menos complexo que a linguagem. Combinado $^{25}C^{5}$, isto é: 25 letras em palavras formadas por cinco letras na média, obter-se-á 6 375 600 combinações, enquanto com números $^{10}C^{5}$ somente se chegará a 53 130 combinações, o que representa 0,83% dos preceitos plasmados pela linguagem.

O número, por sua vez apresenta a rigidez da continuidade, e caso se queira representar 523 habitantes em sua difusão espacial é necessária a "decomposição" do termo, já que por si só, perde seu significado:

$$\begin{matrix} & 3 \\ 5 & \\ & 2 \end{matrix} \quad \text{para} \rightarrow \quad \begin{matrix} & 3 \\ 500 & \\ & 20 \end{matrix} \quad = \text{ 523 habitantes espacialmente difundidos.}$$

Quando coincidem conceitos de numeração contínua e discreta, como, por exemplo: o número de viagens feito por barcos em rios de diferentes comprimentos, é inadequada a manipulação puramente matemática e para figurar o fato é preciso passar para o modelo semiológico.




É preciso ter presente que a graficação semiológica funciona, no máximo, com cinco variáveis e que a preservação da "pregnância" com mais de três variáveis já requer bastante habilidade, tanto do estatístico como do graficador.[8]

5.6 - O mesmo vale para a ANÁLISE ESTATÍSTICA[9] nos mapas e cartas; por exemplo: *Um engenheiro rodoviário levanta a hipótese que em rios, provindos do mesmo complexo litológico, as vertentes ingremes forneceriam cascalhos de diâmetros maiores que as vertentes de gradientes mais suaves, devido a menor competência de transporte.*[8]

*Ao organizar a tabela para calcular os coeficientes de Correlação do teste "Product-Moment" de Pearson, deverão ser correlacionados: o diâmetro dos seixos com a inclinação das vertentes. No entanto não se pode correlacionar quantidades lineares em milímetros*

(8) BERTIN, Jacques - Sèmiologie Graphique, Gauthier, Paris, 1973.

(9) COLE et KING - Quantitative Geography, Wiley, Londres, 1968.

*com valores angulares, que pertencem ao sistema vetorial e são dados, no caso, no sistema sexagesimal. É preciso recorrer a um valor de natureza homogênea, por exemplo a cotangente dos ângulos, que dá uma relação semelhante ao percentual (a : b x 100).*

| | Ø mm | ang.° |
|---|---|---|
| (1) | 30 | 5°00' |
| | 40 | 6°12' |
| | 10 | 1°00' |
| | 60 | 8°10' |

| | Ø mm | ang.cotang. |
|---|---|---|
| (2) | 30 | 11,43 |
| | 40 | 09,21 |
| | 10 | 57,29 |
| | 60 | 05,97 |
| | $\bar{x} = 35$ | $\bar{y} = 28,98$ |

$V_x = 59,48$

$V_y = 115,92$

Coef. Correlação

$r = -.85$

*Na tabela 1 se vê claramente que existe uma correlação positiva (+) entre o tamanho dos seixos e o gradiante dos rios; na tabela adequada (2), esta relação passa para o inverso (-), fato que deve ser considerado na notação do resultado. Assim as médias das variáveis são, respectivamente, $\bar{x} = 35$ e $\bar{y} = 29$ e a variança "s" $V_x = 59,5$ e $V_y = 116$ e o coeficiente de correlação = -.85 ou melhor +.85. O teste confirma a hipótese do engenheiro de que o tamanho dos seixos é positivamente proporcional ao gradiente dos rios de litologias semelhantes em clima essencialmente igual, mesmo na presença de uma densa variação.*[10]

## 6 - O ADVENTO DA AEROFOTOGRAMETRIA.

A Cartografia Urbana, também beneficiada com o advento da Aerofotogrametria e Aerofotointerpretação de falsas cores, permite contemporaneamente, interpretações bastante complexas, reduzindo a pesquisa de "campo" a um mínimo. O momento econômico mais significativo da Cartografia Urbana é a atualização das cartas cadastrais pelo método da "*eliminação-presença*" com negativos em verde e vermelho, podendo taxar imediatamente os acréscimos e/ou retiradas de construções além de detectar as demais mudanças no quadro urbano. O "endereçamento" dos dados por coordenadas plano-retangulares é permitido pelo sistema "UTM" imaginado pelo genial matemático Karl Friedrich Gauss, em 1850: ele faz com que o cadastramento e conseqüente arrecadação pudesse ser inteiramente automatizado.[11]

---

(10) GREGORY, S. - Statistical Methods and the Geographer, Longman, Londres, 1963.

(11) ASP. MANUAL OF REMOTE SENSING, American Society of Photogrammetry, Fals Church, 1975.

## 7 - OS SATÉLITES ARTIFICIAIS.[12]

O aparecimento de satélites sensoreando a superfície da Terra a partir do espaço exterior, transmitindo continuadamente imagens e voltando a cada 18 dias a retroimagear o mesmo objeto, deu início à Cartografia Dinâmica - a regis rar as mudanças ecológicas, a expansão urbana, a retirada da vegetação, a sedimentação e erosão, etc., como se um filme continuado fosse. Em abril de 1971 o programa brasileiro de participação cobria os setores da Agronomia, Geologia e Oceanografia[13]; em agosto do mesmo ano se iniciou a revisão do mapa do Brasil pela cobertura integral de imagens a nível de 1:1 000 000; além disso, o "Skylab" passou a colher dados preciosos da Amazônia e iniciara-se o projeto RADAM, isto é: o levantamento por Radar Lateral, a partir da plataforma de grandes aviões, limitado, a princípio à Amazônia Legal e mais tarde estendido a todo território nacional, para fins de pesquisa geológica.

7.1 - Os satélites ensejaram uma nova e mais perfeita infra-estrutura para o planejamento compreensivo. Os exemplos mais significativos foram: A detecção do fracasso da elevação da represa de Assuã no Egito, interceptando o transporte dos sedimentos provindos dos altiplanos da Etiópia pelo rio Nilo e que frutificavam suas margens e o Delta, em troca de uma irrigação de terras em clima tão seco que a evaporação do Lago Nasser, criado pelo represamento, evapora, em dois anos apenas, o equivalente ao volume de águas da lagoa Mirim no Rio Grande do Sul. As imagens dos satélites revelaram que a oeste do atual curso do rio Nilo está um leito primitivo do rio, (Oasis de Kharga) o qual, reativado, irrigaria uma área marginal muitíssima extensa e mais fértil em clima mais favorável, sem interromper o mecanismo de deposição de sedimentos nas margens e no delta.[14]

7.2 - No "mecanismo" do curso médio-inferior do rio Mississipi, ao sul dos EE.UU., revelou-se também um antigo leito paralelo. Esta descoberta resultou com que o problema da deposição de sedimentos que faz o Mississipi correr, entre diques, em uma cota superior à planície circundante, - poderão, daí em diante, dar origem a mudanças alternativas do curso inferior, permitindo o nivelamento do leito elevado e o conseqüente aproveitamento dos ricos sedimentos para a agricultura, livrando o sistema fluvial dos venenosos efluentes dos adubos químicos.

---

(12) LINTZ, Jr. et alii, Remote Sensing of Environment, Addison, Reading, 1976.

(13) INPE, Manual do Usuário de dados do Satélite Erts, S. J. do Campo, 1975.

(14) BRUCKER, Ambros - Die Erde Aus Dem All, Westermann, Berlim, 1976.

## 8 - O FUTURO DO MODELO CARTOGRÁFICO.

O imenso campo de aproveitamento da Cartografia Contemporânea ensejou, ultimamente, a automatização dos processos de levantamento e da graficação dos mapas e cartas. O Comando Topográfico dos EE.UU. conseguiu a transformação inteiramente automatizado das imagens sensoreadas em mapas topográficos, usando um sofisticado sistema de computação eletrônico. Desta forma, uma paisagem poderá dispor de seu "modelo" em cerca de 40 a 50 horas (5000 $km^2$ a nível de 1:50 000) de operação, assegurando, desta forma, a "auscultação" das paisagens naturais em sua condição de equilíbrio dinâmico e contínuo.

Diante das novas perspectivas destes "modelos de informação dinâmicos" e da codificação automatizada de dados, a Cartografia Contemporânea cresceu muito em importância, tornando-se uma ferramenta indispensável para o planejamento e um poderoso meio de controle para a preservação dos Sistemas Naturais, indispensáveis a sobrevivência do Homem na Terra.

---

(15) HAGGETT, Peter - Geography: A Modern Syntesis, Harper, Nova Iorque, 1975.

(16) VISIO, René - Pesquisas sobre Digitalização da Restituição com vistas a Automatização de Desenho dos Mapas. Congresso de Cartografia no Rio de Janeiro, Casa Wild S. A., 1971.