

TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS EM GEOGRAFIA



*Jussara Mantelli

**Miguel César Sanchez

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Definição de Cartografia

A Cartografia surgiu, antes da História, da necessidade do homem de representar, contando com o material disponível e um alto grau de intuição, o local onde vivia e os fenômenos que o cercavam, em especial os acidentes naturais, os quais se encontravam mais intimamente a ele ligados. Sendo o mapa o principal instrumento usado pelos homens para se orientarem e se informarem, ele se constituiu em um importante instrumento de comunicação. O mapa é uma forma de linguagem mais antiga que a própria escrita. Foi muito usado pelos povos pré-históricos, que, não dispondo de condições para registrarem suas idéias e mensagens através de expressões escritas, passaram a recorrer ao uso do mapa como forma de comunicação.

Portanto, a Cartografia surgiu antes pela necessidade do homem do que pela especulação científica. O homem precisou de mapas, desde logo, para se localizar, se locomover, se apossar de terras, organizar o trabalho agrário e se defender do inimigo.

Na bibliografia cartográfica disponível, entre as diversas definições atribuídas à Cartografia, a mais com-

* Aluna de Pós-Graduação do Curso de Geografia - IGCE - UNESP - Rio Claro.

**Professor do Departamento de Planejamento Regional - IGCE - UNESP - Rio Claro.

pleta pode ser considerada aquela apresentada pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), quando define, em 1966, a Cartografia como sendo

"... o conjunto de operações científicas, artísticas e técnicas, intervindo a partir de resultados de observações diretas ou de exploração de uma documentação, visando à elaboração de cartas, mapas e plantas e outras formas de expressão, assim como sua utilização."

Essa definição, bastante abrangente, serve para destacar que aqueles que se preocupam com a Cartografia, além de necessitarem de uma boa base de conhecimentos científicos específicos nos seus campos de atuação, necessitam também de um mínimo de conhecimento e sensibilidade artística para representarem, da melhor forma possível, os dados e informações que lhes interessam.

1.2 - Divisões da Cartografia

De acordo com a bibliografia disponível, é possível admitir que a Cartografia possa ser subdividida em Cartografia Temática, Cartografia de Base ou Matemática e Metacartografia.

A Cartografia Temática visa especificamente à representação gráfica de temas. Todos os fenômenos que ocorrem no espaço e no tempo podem ser incluídos no seu campo de interesse. É na tentativa de buscar soluções para melhor representar esses tipos de dados e informações, que está o seu verdadeiro objetivo. Cada vez mais, a especialização da Cartografia se amplia e possibilita a representação de temas os mais variados, não só das ciências tradicionais, como também dos campos do conhecimento humano mais recentes.

Aplicações de cartas temáticas acham-se largamente difundidas pela Geografia e ciências afins, e é na Cartografia que o planejador ou pesquisador vai encontrar técnicas apropriadas para a representação de dados das mais variadas procedências.

Sendo assim, a Cartografia Temática fundamenta a sua

maior preocupação em colocar, dentro de contornos os mais precisos possíveis, uma variedade muito mais ampla de temas que precisam ser representados.

A rigor, pode-se afirmar que todo assunto diferente daquele contemplado pela carta topográfica pode ser considerado tema-objeto de preocupação da Cartografia Temática.

A Cartografia de Base ou Matemática se ocupa em representar, com exatidão, parte ou toda a superfície da Terra. Sua fundamental preocupação é com as dimensões (resolvida pela escala) e formas (resolvida pelos tipos de projeções). Utiliza-se de simbologia básica, visando facilitar a comunicação entre os que com ela trabalham.

A Cartografia de Base visa representar precisamente a superfície terrestre, cuidando da elaboração do mapa-base. Assim, fica clara a diferenciação existente entre Cartografia de Base e Cartografia Temática. Esta se preocupa com as maneiras mais eficazes, claras, corretas e fáceis de apresentar os temas que interessam aos mais diversos campos do conhecimento científico voltados para a questão de distribuições espaciais.

A Metacartografia cuida da concepção teórica da representação, levando em conta todos os elementos necessários para a elaboração de uma imagem gráfica eficaz.

A forma, a cor, a tonalidade, a orientação, a dimensão e a estrutura de pontos, linhas e áreas são os elementos visuais empregados pela Cartografia, constituindo o que se chama de elementos de maior relevância da linguagem cartográfica.

Admitindo-se a importância do documento cartográfico nos trabalhos geográficos, cabe ao geógrafo se inteirar das regras de legibilidade e dos assuntos relacionados com as variáveis visuais, os quais deverão proporcionar o embasamento necessário para o preparo de representações gráficas que facilitem a captação de mensagens básicas escolhidas pelos autores da representação e que deverão chegar ao usuário de maneira correta, no menor tempo e com o menor esforço mental possível.

O geógrafo necessita adquirir conhecimentos funda-

mentais de Cartografia para o desenvolvimento dos seus trabalhos, pois ela funciona como importante ponto de apoio à Geografia. Pode-se afirmar que a Cartografia é atribuída a função de ser uma técnica auxiliar da Geografia, e, através dela, o geógrafo chega, com mais facilidade, não só às análises, mas também às comparações e ao estabelecimento de conclusões e recomendações.

Considerando que a Geografia se preocupa fundamentalmente com a organização e a distribuição espacial de itens de seu interesse, é imprescindível o uso de representações cartográficas que poderão e deverão ter um considerável poder explicativo, capaz de eliminar, muitas vezes, páginas e páginas discursivas.

1.3 - O significado da Cartografia nos trabalhos geográficos

SANCHEZ (1973) expõe a idéia de que a Cartografia é, por si só, uma ciência perfeitamente definida, com propósitos e métodos próprios, quando cuida da representação da superfície terrestre, seja ela apenas uma porção, seja ela como um todo. E o geógrafo precisa sempre adquirir conhecimentos básicos de Cartografia para desenvolver trabalhos geográficos, pois ela funciona como uma técnica que visa facilitar a análise dos dados e informações em seu local de ocorrência; sem ela, portanto, os trabalhos geográficos podem se tornar difíceis de serem compreendidos.

A Cartografia tem-se mostrado como um recurso muito importante na representação de itens, o que permite uma classificação e uma comparação dos temas geográficos, não apenas em termos qualitativos, mas, sobretudo, em termos quantitativos.

A Cartografia, em especial a Temática, se utiliza bastante da quantificação e se aprimora para acompanhar os grandes avanços no processo de obtenção e tratamento dos dados e informações, ao mesmo tempo em que oferece alternativas de melhores representações. Sendo assim, na constante preocupação de representar a distribuição espacial

e temporal dos dados e informações, a Cartografia torna-se instrumento de grande utilização e significado para a Geografia.

Para uma melhor utilização da Cartografia, torna-se necessário conhecer bem os recursos e as restrições dos vários tipos de representações possíveis de serem construídas. Para não se aceitar um tipo de representação cartográfica, é preciso ter-se argumentos suficientes para refutá-lo, bem como capacidade para recomendar outros.

2. PRINCIPAIS TIPOS DE GRÁFICOS EMPREGADOS NA GEOGRAFIA

A construção de tabelas representa, para quem enfrenta o problema de interpretação de dados numéricos, um grande passo no sentido de facilitar a análise dos números coletados para estudos. No entanto, as tabelas estatísticas, mesmo aquelas mais cuidadosamente elaboradas, revelam-se, muitas vezes, meios inadequados para que o significado das informações possa ser compreendido rápida, clara e facilmente. Convertendo-as em gráficos, pode-se solucionar ou, pelo menos, amenizar as dificuldades referentes às análises e comparações de quantidades.

Entre os principais requisitos a serem estabelecidos na representação gráfica, estão a simplicidade, a clareza e a exatidão. As vezes, alguns desenhos e traços são inseridos nos gráficos, resultando um embelezamento desnecessário, que pode trazer confusões ao leitor. A simplicidade dá condições de analisar rapidamente o fenômeno exposto. Assim, a representação gráfica deve conter apenas o essencial para a leitura dos elementos considerados relevantes. Também é importante a clareza, pois desse aspecto depende a precisão da informação no momento em que o gráfico é visualizado.

O elaborador da representação gráfica dispõe de variáveis e itens visuais que facilitam a sua tarefa de representar. Usados de maneira correta, os dados e informações serão mais fácil e rapidamente percebidos. Sendo assim, a comparação dos dados também se torna mais fácil,

abrindo-se o caminho para as conclusões e recomendações.

A maior utilidade das representações gráficas é poupar tempo e esforço na análise de grandes conjuntos de dados numéricos. Elas podem retratar não só o presente, mas também o passado e o futuro. Por isso são muito aplicadas nas pesquisas e recomposições históricas, nas análises de situações atuais e nas previsões futuras.

ARKIN (1942) destaca que os gráficos podem ser classificados, de acordo com o método empregado para fazer a representação, nos seguintes tipos:

2.1 - Gráficos lineares

Representam as variações quantitativas através de segmentos de retas ou curvas cuja distância da linha básica pode variar muito ou pouco.

O gráfico linear, provavelmente a modalidade empregada com maior freqüência, mostra alterações nas quantidades dos fenômenos e fatos estudados, sob a forma da linha que se movimenta através do fundo reticulado. As oscilações da linha proporcionam rápida percepção visual da tendência do comportamento dos dados, ao longo de certo período de tempo.

Geralmente representam-se sob a forma de gráfico linear os dados que expressam um comportamento contínuo no tempo.

Esta modalidade de gráficos é preferida a qualquer outra, quando existe um número considerável de dados a incluir e quando esses dados são contínuos ou se comportam como tais. Este gráfico é também o tipo mais eficaz para representar as variações de uma quantidade em um período de tempo muito grande.

Os gráficos lineares podem ser classificados em simples, múltiplos e compostos. Os dados da Tabela 1 servem para exemplificar cada uma das modalidades mencionadas.

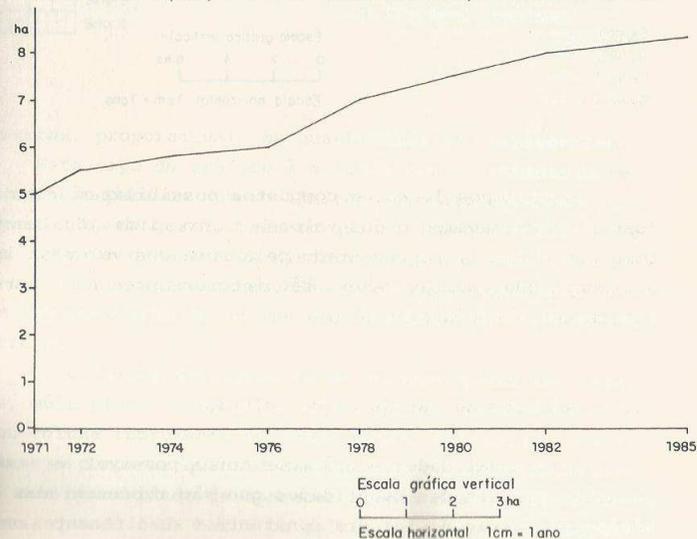
TABELA 1 - Áreas ocupadas pelos vários setores da voçoroca no município de São Pedro - SP (ha).

Anos	Setor 1	Setor 2	Setor 3	Setor 4
1971	5,0	5,5	6,5	12,0
1972	5,5	6,5	6,7	12,2
1974	5,8	7,5	7,0	12,3
1976	6,0	8,0	7,2	12,5
1978	7,0	9,0	7,4	12,7
1980	7,5	10,0	7,5	12,8
1982	8,0	12,0	7,8	13,0
1985	8,3	14,0	8,5	13,5

FONTE: Coleta direta em campo.

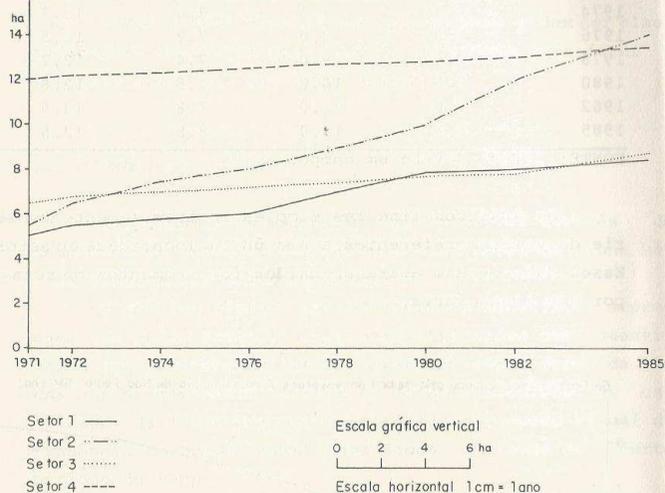
Os gráficos lineares simples mostram somente uma série de valores referentes a uma única localidade ou setor. Esses dados podem aparecer unidos por segmentos de reta ou por uma linha curva.

Gráfico 1- Área ocupada pelo setor 1 da voçoroca A no município de São Pedro - SP (ha)



Os gráficos lineares múltiplos incluem várias séries de valores para uma mesma ou para diferentes localidades. As linhas com legendas diferenciadas permitem uma comparação dos valores.

Gráfico 2 - Áreas ocupadas pelos vários setores da vocação A no município de São Pedro-SP (ha)

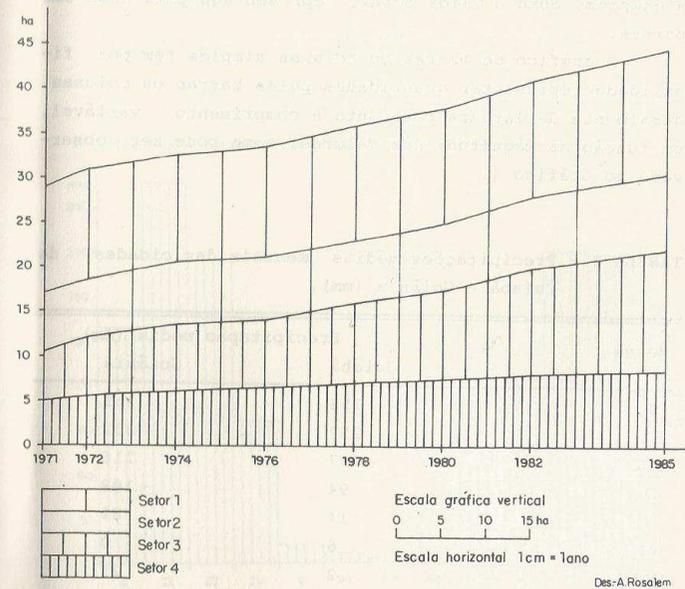


Os gráficos lineares compostos possibilitam manifestar o comportamento dos valores tanto individualmente como com o total, representado pela soma dos valores individuais que, muitas vezes, são interessantes de serem analisados acumulativamente.

2.2 - Gráficos de barras ou de colunas

Esta modalidade de gráficos torna possível as comparações visuais das quantidades que são representadas em séries de barras de largura constante e de diferentes com-

Gráfico 3 - Áreas ocupadas pelos vários setores da vocação A no município de São Pedro-SP (ha)



primentos, proporcionais às quantidades que representam.

Este tipo de gráfico é a forma mais eficiente de representação para um número limitado de valores, não ultrapassando, em geral, três ou quatro; também é eficiente para comparar quantidades discriminadas por lugares, tipos ou espécies diferentes. São gráficos recomendados para a representação de séries não contínuas ou variáveis discretas.

Os gráficos de barras ou de colunas podem ser simples, múltiplos e compostos. São simples, quando cada barra ou coluna representa um valor total; múltiplos, quando se deseja comparar quantidades de duas ou mais localidades, sem necessidade de aparecer a soma das partes; e compostos, quando cada barra ou coluna se apresenta subdivi-

dida, de maneira que possa representar tanto as partes que a compõem, como o valor total, representado pela soma das partes.

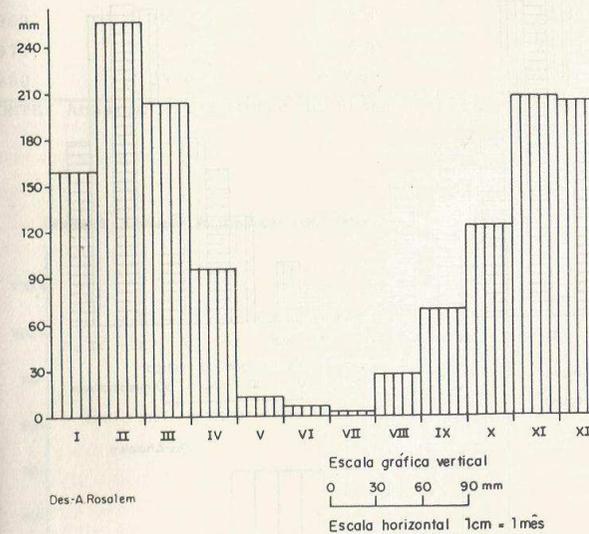
O gráfico de barras ou colunas simples tem por finalidade representar quantidades pelas barras ou colunas, geralmente de largura constante e comprimento variável, em função da magnitude dos valores, como pode ser observado no Gráfico 4.

TABELA 2 - Precipitações médias mensais das cidades de Cuiabá e Goiânia (mm).

Meses	Precipitação média (mm)	
	Cuiabá	Goiânia
I	158	155
II	257	232
III	207	116
IV	94	108
V	14	89
VI	6	0
VII	2	21
VIII	26	1
IX	69	100
X	121	44
XI	206	209
XII	202	119

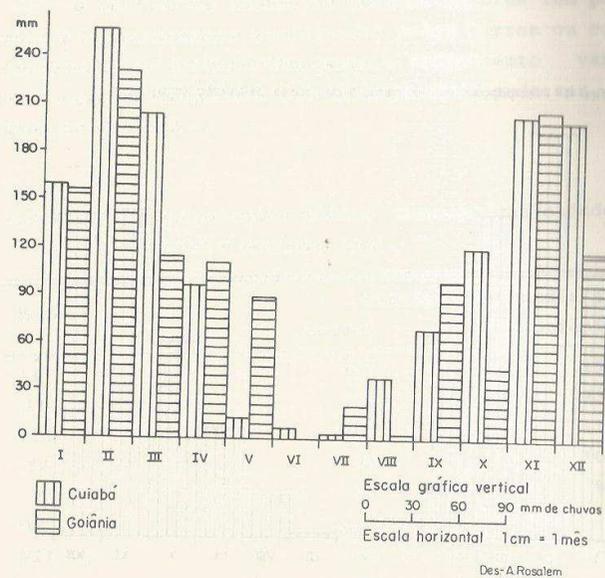
FONTE: Coleta direta em campo.

Gráfico 4 - Precipitações médias mensais da cidade de Cuiabá (mm)



Nos gráficos múltiplos, as barras ou colunas são construídas uma ao lado da outra, permitindo e facilitando comparações (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Precipitações médias mensais das cidades de Cuiabá e Goiânia (mm)



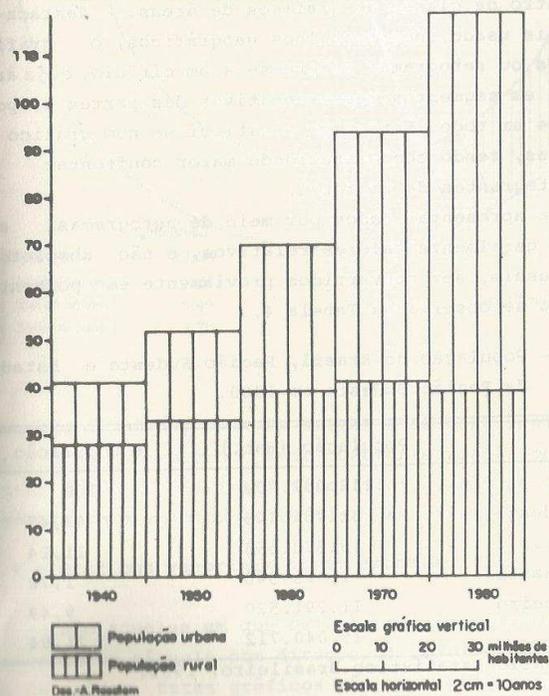
Os gráficos de barras ou colunas compostas são apropriados para comparar quantidades em épocas diferentes, confrontando-as em seus vários componentes, ao mesmo tempo em que permite uma idéia da soma total das partes. Estes gráficos consistem em barras ou colunas constituídas por tantos segmentos quantas forem as posições constituintes do todo que está sendo analisado. Portanto, este gráfico é recomendado para ilustrar variáveis que possam ser decompostas em várias componentes (Gráfico 6).

TABELA 3 - Evolução da população rural-urbana do Brasil - 1940/80.

Anos	População rural	População urbana	Total (mil hab.)
1940	28.360	12.880	41.240
1950	33.200	18.800	52.000
1960	38.700	31.300	70.000
1970	41.000	53.000	94.000
1980	39.000	80.500	111.950

FONTE: Anuário Estatístico do Brasil, 1982.

Gráfico 6 - Evolução da população rural-urbana do Brasil (1940-80)



2.3 - Gráficos de áreas

Existem duas modalidades de gráficos de áreas a destacar. Em uma delas, cotejam-se as áreas de figuras separadas, para avaliar a proporção entre dois totais diferentes: na outra, subdivide-se determinada figura para confrontar as partes constitutivas de um total. Qualquer figura geométrica se presta à construção destes gráficos. As figuras irregulares também podem ser utilizadas para essas tarefas, embora sejam mais difíceis de serem comparadas.

Devem ser utilizados estes gráficos de áreas exclusivamente quando se representam poucas quantidades, em regra duas ou três, referentes a lugares, espécies, tipos ou outras discriminações de natureza quantitativa.

Dentro da classe de gráficos de áreas, destaca-se como o mais usado, nos trabalhos geográficos, o gráfico de setores ou setograma. Refere-se a um círculo, cuja área se divide em segmentos representativos das partes proporcionais de um todo. Este tipo constitui-se num gráfico de componentes, tendo como finalidade maior confrontar as partes integrantes de um total.

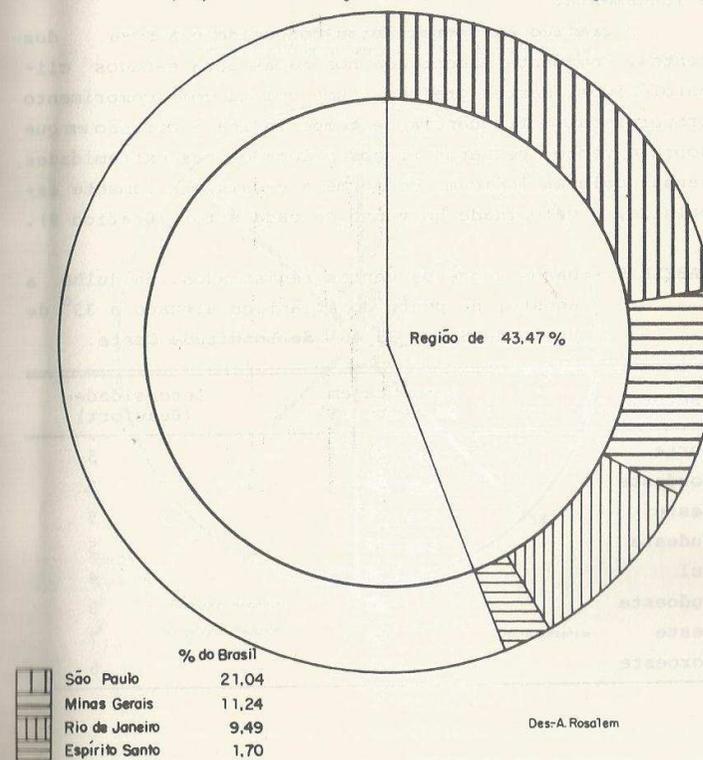
Para apresentar dados por meio de setogramas, empregam-se geralmente valores relativos, e não absolutos, devendo, assim, ser convertidos previamente em porcentagens, como se observa na Tabela 4.

TABELA 4 - População do Brasil, Região Sudeste e Estados da Região Sudeste em 1980.

Unidades	População (Hab.)	% População
Brasil	119.002.706	100
Região Sudeste	51.734.125	43,47
Minas Gerais	13.378.553	11,24
Espírito Santo	2.023.340	1,70
Rio de Janeiro	11.291.520	9,49
São Paulo	25.040.712	21,04

FONTE: Anuário Estatístico Brasileiro, 1982.

Gráfico 7 - População do Brasil da Região Sudeste e dos Estados da Região Sudeste-1980



RAISZ (1974) destaca outras duas modalidades de gráficos que, embora sendo mais comumente usadas para representar dados referentes à climatologia, são de grande relevância para estudos geográficos em geral.

2.4 - Gráficos vetoriais ou em estrela

São aqueles em que os valores se representam nos raios de um círculo com direções definidas, desde seu ponto de origem. Estes gráficos são empregados especifica-

mente para representar valores em que o elemento direção é fundamental.

O gráfico em estrela mais conhecido é a rosa dos ventos, comumente encontrada nos mapas para estudos climatológicos. Nestes gráficos, uma coluna com comprimento proporcional à frequência de tempo indica a direção em que sopra o vento; pequenos traços colocados nas extremidades dessas colunas indicam, conforme a escala previamente escolhida, a velocidade do vento de cada setor (Gráfico 8).

TABELA 5 - Dados sobre os ventos registrados, de julho a agosto, no ponto do Atlântico situado a 35° de Latitude Sul e 35°40' de Longitude Oeste.

Setor	Porcentagem do tempo (%)	Intensidade (Beaufort)
Norte	21	5
Nordeste	12	5
Leste	6	5
Sudeste	6	5
Sul	8	4
Sudoeste	10	5
Oeste	12	7
Noroeste	20	6

Os gráficos vetoriais representam qualquer tipo de dado, desde que a direção seja uma informação importante a ser discriminada, como pode ser verificado no Gráfico 9, quando se representa a variável população.

Gráfico 8 - Ventos registrados de julho a agosto no ponto do Atlântico situado a 33° de latitude sul e 35°40' de longitude oeste

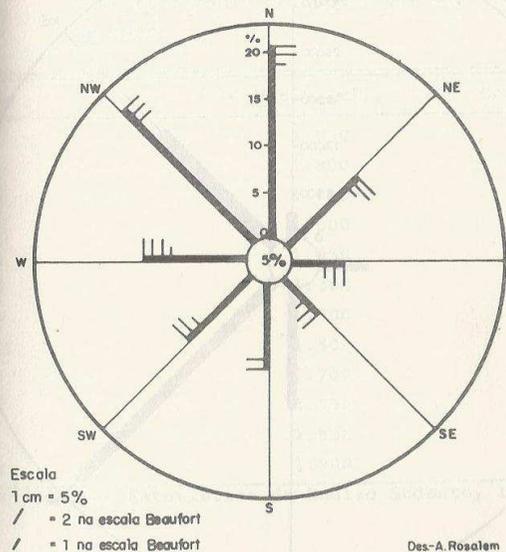
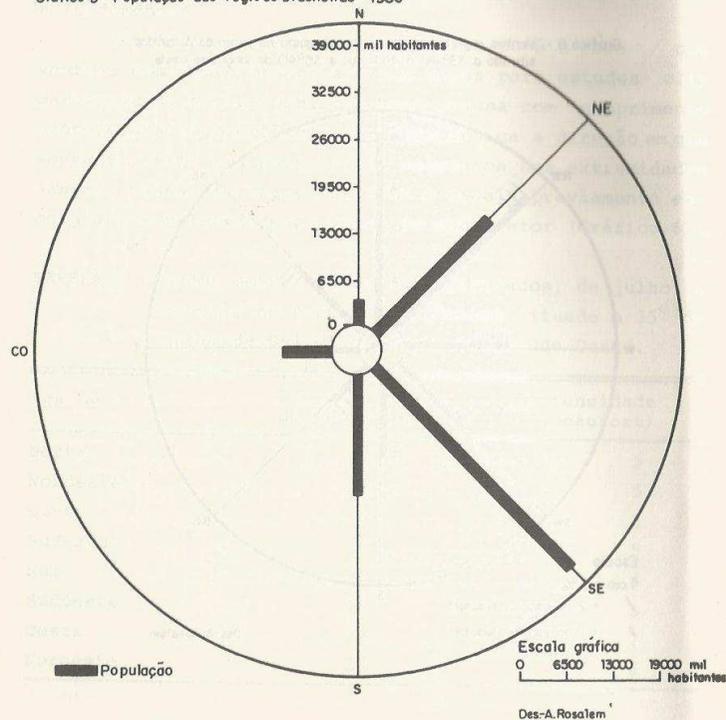


TABELA 6 - População das regiões brasileiras em 1980.

Regiões	População (mil hab.)
Norte	3.604
Nordeste	28.112
Sudeste	39.854
Centro-Oeste	5.074
Sul	16.496

FONTE: Anuário Estatístico Brasileiro, 1982.

Gráfico 9 - População das regiões brasileiras - 1980



2.5 - Gráficos radiais

São semelhantes aos gráficos vetoriais, porém com a diferença de que os raios não representam orientações perfeitamente definidas. Podem representar uma ou mais variáveis medidas desde o centro da representação.

O princípio geral desta classe de gráficos é de grande validade e pode estabelecer comparações muito interessantes. Esta modalidade de gráficos se presta bem para a representação de variáveis cíclicas ou que se desenvolvem durante os meses do ano, como pode ser verificado

no exemplo do Gráfico 10.

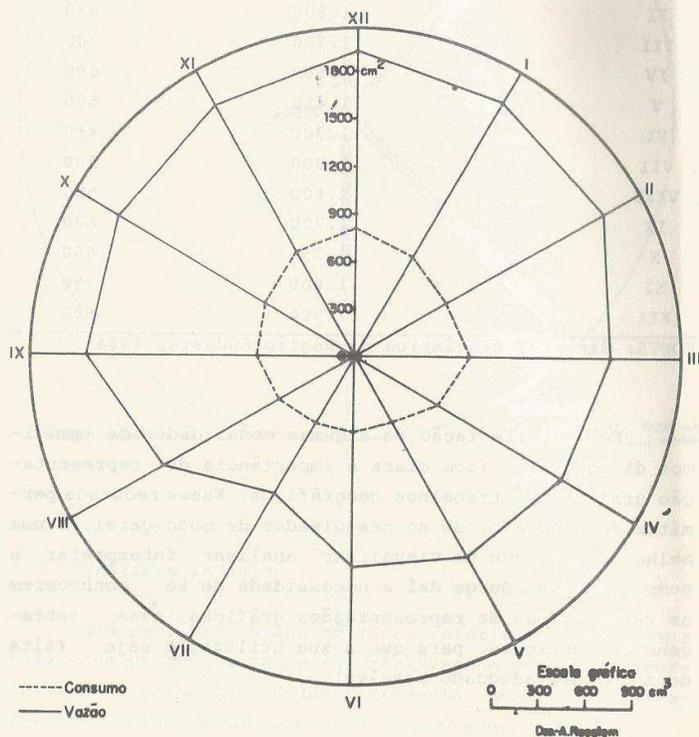
TABELA 7 - Vazão média apresentada no córrego Jabaquara, e consumo médio da cidade por ele abastecida em 1980.

Meses	Vazão (m ³)	Consumo (m ³)
I	1.850	720
II	1.800	680
III	1.700	700
IV	1.500	600
V	1.450	500
VI	1.300	480
VII	1.000	500
VIII	1.400	550
IX	1.700	620
X	1.750	660
XI	1.800	750
XII	1.900	800

FONTE: Sinopse Estatística da Região Sudeste, 1984.

Pela apresentação de algumas modalidades de gráficos disponíveis, fica clara a importância da representação gráfica nos trabalhos geográficos. Esses recursos permitem ao geógrafo, ou ao pesquisador de modo geral, uma melhor capacidade de visualizar, analisar, interpretar e comparar dados. Surge daí a necessidade de se conhecerem os vários tipos de representações gráficas, suas vantagens e restrições, para que a sua utilização seja feita de modo mais adequado possível.

Gráfico 10- Vazão média apresentada no córrego Jabaquara e consumo médio da cidade por ele abastecido em 1980



3. PRINCIPAIS CARTOGRAMAS EMPREGADOS EM GEOGRAFIA

Cartogramas são representações de itens geográficos mensuráveis qualitativa ou quantitativamente, que têm, sobre as outras espécies de representações gráficas, a vantagem de informar sobre o local de ocorrência dos dados e informações trabalhadas. Tais dados e informações, ao serem representados em cartogramas, passam a adquirir maior importância que os limites da área em estudo. Esses limites são normalmente estabelecidos pelas coordenadas geográficas e podem adquirir contornos completamente diferentes, se levarmos em conta os diferentes valores assumidos pela variável cuja representação cartográfica está sendo objeto de interesse.

Neste item, tenciona-se abordar, de forma simples e prática, a finalidade da Cartografia Temática nos trabalhos geográficos, através da definição e construção de alguns tipos de cartogramas básicos, empregados na representação de fatos ou fenômenos com conotação espacial.

3.1 - Cartogramas coropléticos

Os cartogramas coropléticos são construídos fundamentalmente para mostrar quantidades ou qualquer outro tipo de informação relacionada com a superfície onde elas ocorrem. Tal superfície é, geralmente, uma unidade política, mas pode ser qualquer outro tipo de área (ha, km, etc.). Através desses cartogramas, pode-se ilustrar, com grande eficiência, a distribuição de dados estatísticos ou outro tipo de informação que se refira às subdivisões de um conjunto territorial maior. As quantidades que correspondem a cada divisão podem ser classificadas e representadas através de um colorido gradual, que mostra as características crescentes ou decrescentes dos elementos representados. Quando não for possível a utilização de cores, pode-se fazer uso de outra forma de representação. É a malha de hachuras, cujas densidades maiores se referem aos valores de maior intensidade do fenômeno em questão.

Esse tipo de representação cartográfica proporciona um alto grau de generalização, por mostrar as informações como se estivessem distribuídas uniformemente em cada subunidade da área em que se está trabalhando.

De acordo com MONKHOUSE (1966), dispõe-se de uma grande variedade de procedimentos estatísticos para cálculos, visando à composição dos mapas de densidades em superfícies. A unidade administrativa-base escolhida pelo pesquisador depende da escala e do grau de detalhe que deseja no cartograma. No entanto, quando as formas e as áreas das unidades administrativas forem irregulares e discrepantes, pode-se obter, com esse procedimento, modelos falsos da realidade.

MONKHOUSE argumenta ainda que é fácil cair no erro de considerar que um agrupamento de uma unidade de grandes dimensões implica uniformidade de distribuição; isso está longe de ser uma verdade, pois o valor médio pode ocultar uma ampla gama de variações locais, resultando obviamente que, quanto mais extensa for a unidade administrativa, maior será a generalização apresentada no cartograma.

Para o estabelecimento dos cartogramas desta espécie, uma das principais tarefas a cumprir é a determinação dos intervalos de classe.

SANCHEZ (1972) comenta que o emprego de técnicas cartográficas, em Geografia, tem como objetivo principal solucionar os problemas de análise, correlação e explicação de dados e informações.

Toda vez que a Geografia tem diante de si itens para serem representados graficamente ou mapeados e necessita classificá-los, ela enfrenta problemas referentes aos critérios que deverão ser adotados para realizar essa classificação.

Uma das principais preocupações daqueles que lidam com a elaboração de cartogramas geográficos está justamente na escolha de intervalos de classe. É preciso buscar uma técnica de classificação que diminua ou mesure o grau de generalização utilizado pelo pesquisador que classifica.

Técnicas mais elaboradas, além de reduzir o grau de subjetividade que normalmente acompanha a consecução dos cartogramas, permitem medir o grau de generalização adotado pelo pesquisador, ao classificar os dados. Com isso, mais de um pesquisador pode chegar ao mesmo resultado, desde que empregue o mesmo processo de tratamento dos dados.

Coloca-se como exemplo a série de dados referentes ao pessoal ocupado na área rural do Estado do Rio Grande do Sul, em 1980 (Tabela 8), tendo como finalidade mostrar as diversas formas de se chegar à escolha dos limites dos intervalos de classes para a subsequente construção dos cartogramas.

O primeiro obstáculo a enfrentar refere-se à classificação desses dados, para que o mapeamento resultante seja inteligível e eficaz. Para isso, segue-se uma explanação sobre as várias técnicas de seleção dos intervalos de classe.

A) Quando o número de casos for elevado, como, por exemplo, na distribuição de um item de caráter municipal em um determinado estado, pode-se trabalhar apenas com as unidades mais representativas. Isso pode ser conseguido pela técnica de classificação da distância máxima, proposta por AYYAR.

Esta modalidade de classificação separa, de todos os municípios, aqueles mais representativos na série de dados referentes ao pessoal ocupado na agricultura em 1980. Para tanto, a série de dados deve ser ordenada de maneira decrescente.

A determinação da distância máxima pode ser conseguida tanto pelo processo gráfico como pelo processo analítico.

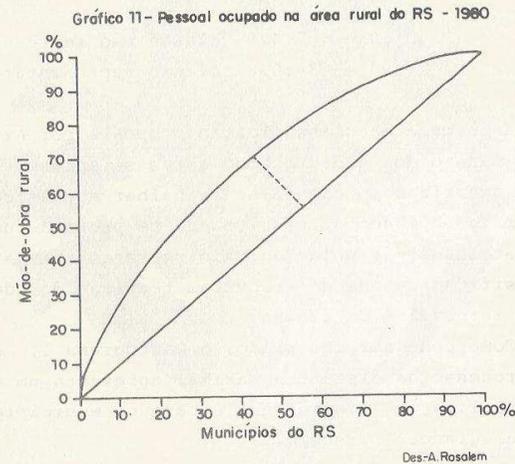
Para a construção do gráfico, coloca-se, na abscissa, todos os casos que estão sendo estudados, pela ordem de importância (municípios do Rio Grande do Sul), e, na ordenada, o percentual acumulado da variável em questão (pessoal ocupado). Constrói-se a curva real para o caso estudado e relaciona-se com a diagonal do gráfico. Onde

TABELA 8 - PESSOAL OCUPADO NA AGRICULTURA DO RIO GRANDE DO SUL EM 1980.

Muni- cípios	Número de pessoas	Número de cípios	Número de pessoas										
1	85	40	12.899	78	9.471	118	9.678	137	4.360	196	2.426		
2	2.967	41	13.534	80	6.587	119	4.966	138	3.508	197	3.039		
3	253	42	1.333	81	9.608	120	4.949	139	8.613	198	13.759		
4	261	43	3.274	82	6.956	121	6.170	160	3.990	199	21.164		
5	1.654	44	4.824	83	10.080	122	7.307	161	8.732	200	5.135		
6	540	45	31.350	84	4.877	123	6.176	162	10.114	201	1.442		
7	60	46	14.416	85	15.504	124	8.471	163	3.871	202	4.248		
8	6.223	47	23.313	86	5.589	125	8.885	164	3.829	203	5.315		
9	4.390	48	7.493	87	6.355	126	6.274	165	3.526	204	9.789		
10	1.985	49	12.026	88	8.261	127	14.908	166	4.002	205	8.459		
11	1.935	50	17.980	89	2.725	128	15.086	167	12.632	206	12.868		
12	2.706	51	14.223	90	8.156	129	21.437	168	3.349	207	2.696		
13	718	52	748	91	4.737	130	8.005	169	2.140	208	6.849		
14	2.258	53	826	92	8.602	131	7.460	170	3.866	209	3.057		
15	465	54	1.628	93	7.479	132	11.830	171	4.892	210	5.977		
16	6.741	55	20.924	94	2.723	133	3.349	172	6.009	211	16.510		
17	1.015	56	4.222	95	8.996	134	3.950	173	7.611	212	9.965		
18	5.274	57	16.657	96	9.203	135	4.015	174	8.907	213	3.515		
19	6.166	58	12.425	97	1.842	136	8.840	175	4.893	214	10.032		
20	2.943	59	9.745	98	817	137	7.543	176	2.740	215	12.223		
21	1.398	60	4.879	99	2.959	138	10.201	177	10.301	216	3.052		
22	3.465	61	16.713	100	7.411	139	4.673	178	5.806	217	7.909		
23	10.058	62	34.038	101	1.628	140	8.869	179	7.985	218	6.713		
24	6.166	63	10.222	102	4.200	141	4.258	180	5.279	219	4.035		
25	5.023	64	5.091	103	3.639	142	21.124	181	2.427	220	7.892		
26	8.522	65	25.098	104	3.815	143	7.754	182	4.118	221	10.499		
27	8.365	66	18.618	105	4.399	144	7.322	183	12.029	222	5.300		
28	5.294	67	8.714	106	8.166	145	6.877	184	4.274	223	10.400		
29	2.074	68	10.310	107	10.922	146	7.308	185	2.082	224	10.170		
30	9.823	69	7.850	108	25.695	147	7.981	186	6.736	225	8.027		
31	2.832	70	9.605	109	11.528	148	5.520	187	5.635	226	8.670		
32	4.048	71	4.707	110	6.346	149	4.431	188	4.569	227	7.315		
33	6.521	72	5.637	111	8.920	150	7.130	189	30.256	228	8.544		
34	13.162	73	3.697	112	5.423	151	7.126	190	12.456	229	4.215		
35	23.118	74	8.844	113	6.041	152	6.282	191	6.377	230	10.846		
36	2.939	75	10.193	114	5.356	153	7.890	192	2.198	231	12.160		
37	4.894	76	15.117	115	15.117	154	4.098	193	3.962	232	11.571		
38	4.542	77	3.824	116	11.256	155	3.223	194	2.718				
39	10.360	78	5.306	117	6.309	156	3.877	195	3.119				

Fonte: Censo Agropecuario do Rio Grande do Sul, 1984.

ocorrer a maior distância da curva real em relação à diagonal, encontra-se o limite de representatividade dos dados.



A distância máxima encontra-se entre o 95º e 96º município ordenado, o que significa que somente os 95 primeiros municípios são representativos quanto ao pessoal ocupado na agricultura.

A determinação do limite de representatividade dos dados pode também ser conseguida analiticamente, pela fórmula proposta por AYYAR, onde Y' é o valor da distância máxima:

$$Y' = (\% \text{ acum var } y \cdot \cos 45^\circ - \% \text{ acum var } x \cdot \sen 45^\circ) \cdot 0,1$$

Quando o valor da distância máxima começar a diminuir, é no valor anterior que está a distância máxima. Ela determina a separação dos municípios mais representativos dos não representativos. Quando isso ocorrer, os cálculos podem ser suspensos, pois já está definido o limite de re-

presentatividade buscado.

Realizados os cálculos e a representação gráfica dos dados, a variável pessoal ocupado na agricultura do Rio Grande do Sul ficou assim determinada:

60 — 7.479 classe não representativa
7.493 — 34.038 classe representativa

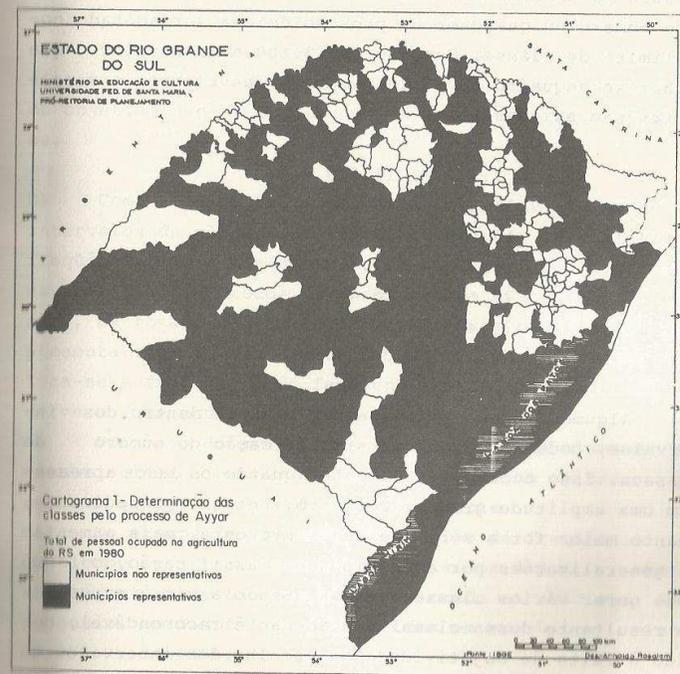
A técnica de classificação proposta por AYYAR facilita o manejo dos dados quando estes se apresentam em grande quantidade, podendo-se trabalhar apenas com as unidades mais representativas. Quando se pretende um estudo mais detalhado, as unidades mais representativas podem ser reclassificadas, usando-se outras técnicas de determinação de intervalos de classe.

Como pode ser observado, o Cartograma 1, elaborado pelo processo da distância máxima, apresenta um alto grau de generalização, uma vez que separa os municípios em apenas duas grandes classes.

B) Uma maneira bastante utilizada pelos estudiosos que trabalham com a questão da determinação dos intervalos de classe é a divisão da série em números inteiros de classes, por exemplo: 3, 5, 8, 10, etc. Essa técnica, entretanto, mostra-se despojada de rigor científico quando sugere dividir a série apenas visualmente, conforme a amplitude, seja grande ou pequena. Essa classificação é bastante subjetiva e traz, muitas vezes, divergências entre dois pesquisadores, na classificação de uma mesma série de dados. Sendo assim, esse procedimento acaba tendo sua validade restringida, dada a falta de critérios precisos para determinar o número adequado de classes.

Supondo que a série apresentada na Tabela seja considerada grande, uma vez que ocorre em nível estadual, foi subdividida em 7 classes.

Determinar-se-ia, primeiramente, a sua amplitude total: 7.479 é o menor valor dos municípios representativos, e 34.038, o maior valor, sendo a amplitude total equivalente a 26.545. Dividindo a amplitude total pelo número de



classes já determinado (7), obtém-se 3.792,14, passando esse número ou qualquer um próximo dele a ser adotado como limite de classe. Supondo que 3.800 seja o valor que melhor se enquadra na série proposta, as classes resultantes são as seguintes:

7.479 — 11.279
11.279 — 15.079
15.079 — 18.879
18.879 — 22.679
22.679 — 26.479
26.479 — 30.279
30.279 — 34.079

Algumas vezes, ao enquadrar a série dentro dos intervalos, pode aparecer uma simplificação do número de classes. Isso ocorre, geralmente, quando os dados apresentam uma amplitude grande. Portanto, nesse procedimento, quanto maior for a série de dados proposta, mais aumentam as generalizações por esse tipo de classificação, o que pode gerar várias classes vazias. Sendo assim, o mapeamento resultante dessa classificação não é recomendável, devido à falta de objetividade na escolha dos intervalos de classe.

C) Um outro modo de estabelecer intervalos de classes é aquele no qual se fixa previamente qual será o valor do intervalo a ser utilizado. Essa fixação, meramente subjetiva, é resultante da simples observação visual dos dados distribuídos na tabela. Pode-se fixar, no exemplo em questão, o valor 4.000, que resultará em 7 classes assim distribuídas:

7.493 — 11.493
11.493 — 15.493
15.493 — 19.493
19.493 — 23.493
23.493 — 27.493
27.493 — 31.493

Como no caso anterior, o uso dessa técnica possibilita a ocorrência de classes vazias. Isso se deve à falta de objetividade na escolha do valor do intervalo de classe.

D) Como técnica bastante usada para a determinação de intervalos de classes, tem-se a construção de gráficos de frequência. Para a elaboração de cada gráfico, colocam-se, na abscissa, todos os dados presentes na tabela (no caso, os totais de mão-de-obra rural dos municípios representativos do Rio Grande do Sul), e, na ordenada, coloca-se a frequência do fenômeno, que é dada pelo número de vezes que cada valor se repete na série.

Por meio do gráfico de frequência, as classes são estabelecidas a partir da identificação dos valores que separam grupos com frequência semelhante.

No exemplo em questão, o gráfico de frequência é praticamente inútil, pois, na tabela dos dados, ocorre apenas um único caso por valor colocado na abscissa. Sendo assim, os dados ficarão contidos em uma única classe (7.479 — 34.038).

A situação do pesquisador diante do gráfico de frequência, em muitos casos, assemelha-se àquela em que ele se vê diante da tabela de dados, pois, quando trabalha com o gráfico, está novamente diante de uma tarefa subjetiva de escolher, decidindo se deseja muito ou pouco detalhe, de modo a ficar com um grande ou um pequeno número de classes. Pode ocorrer, ainda, outro problema sério: aquele em que dois pesquisadores, trabalhando com os mesmos dados, cheguem a resultados diversos e sem condições de argumentar, cientificamente, sobre o porquê de suas classificações não coincidirem.

Nesse caso, a construção do cartograma se faz desnecessária, uma vez que o critério de classificação se mostrou totalmente inadequado para os dados utilizados.

E) Os intervalos de classe podem ser obtidos, também, a partir da classificação dos dados pelo processo dos quartis.

Pela técnica dos quartis, primeiro ordenam-se os valores para a determinação de cada classe, através da aplicação da fórmula $QI = (n + 1)/4$, onde n é o número de ocorrências. No caso, os representativos são os primeiros 95 municípios, resultando sua classificação no seguinte:

$$Q1 = (95 + 1)/4 = 24^{\circ}$$

$$Q2 = 2 \cdot (95 + 1)/4 = 48^{\circ}$$

$$Q3 = 3 \cdot (95 + 1)/4 = 72^{\circ}$$

$$Q4 = 4 \cdot (95 + 1)/4 = 96^{\circ}$$

As classes obtidas para os municípios mais representativos, usando-se a técnica dos quartis, foram os seguintes:

$$7.493 \text{ — } 8.714$$

$$8.732 \text{ — } 10.201$$

$$10.222 \text{ — } 13.358$$

$$13.534 \text{ — } 34.038$$

Para aplicar a fórmula, na obtenção das classes pelo método dos quartis, devem-se ordenar os dados de maneira crescente ou decrescente. Os valores encontrados, através da aplicação da fórmula, dizem respeito às posições dos limites dos intervalos de classe estabelecidos na tabela dos dados já ordenados. Como exemplo, cita-se o resultado obtido no primeiro quartil, que foi 24. Isso quer dizer que a primeira classe englobará os vinte e quatro primeiros municípios que aparecem na tabela, sendo formada pelo limite inferior, constituído pelo menor valor da série representativa (7.493), até o valor 8.714, que corresponde ao valor colocado na vigéssima quarta posição na série dos dados, obtendo-se a classe dos municípios pertencentes ao primeiro quartil.

A determinação dos intervalos de classe, por essa técnica, tem como finalidade principal ilustrar a distri-

buição do fenômeno em quatro níveis diferentes, de acordo com a intensidade de ocorrência no espaço mapeado.

Essa é uma fórmula aconselhada de representação, onde cada quartil abrange 25% dos dados, propiciando, assim, boas informações sobre o comportamento espacial da variável estudada, conforme pode ser verificado no Cartograma 2. Em estudos evolutivos, onde se analisa o processo de ocupação de uma determinada área em datas diferentes, essa técnica pode facilitar estudos comparativos.

F) Os limites de intervalos de classe também podem ser escolhidos através do processo proposto por Jean Gallais, que é baseado na média e na amplitude dos dados. Através desse procedimento, pode-se determinar 5 ou 7 classes, segundo as fórmulas:

$$i = \frac{\bar{X} - \text{menor valor}}{2,5}$$

$$i = \frac{\text{maior valor} - \bar{X}}{2,5}$$

Para o conjunto dos dados propostos, a média resultante da divisão do somatório dos dados pelo número de casos, é 12.346,76.

Optou-se pela determinação de cinco classes, sendo que, para os dois primeiros intervalos, obteve-se:

$$I = 12.346,76 - 7.493/2,5 = 1.941,50$$

Para os dois últimos intervalos, obteve-se:

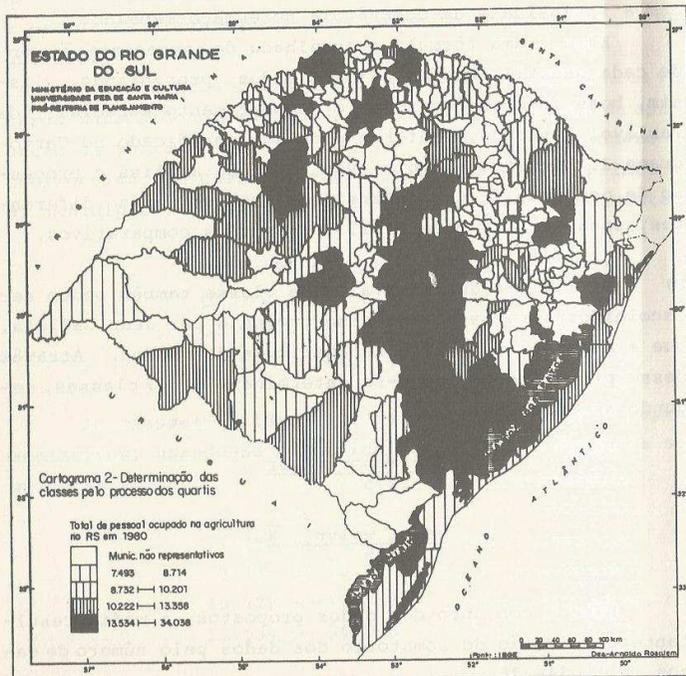
$$I = 34.038 - 12.346,76/2,5 = 8.676,50$$

Os dois primeiros valores obtidos foram:

$$7.493 + 1.941,5 = 9.434,5$$

$$9.434,5 + 1.941,5 = 11.376,0$$

Os dois últimos valores obtidos foram:



$$34.038 - 8.676,5 = 25.361,5$$

$$25.361,5 - 8.676,5 = 16.685,0$$

Feitos os arredondamentos, obtiveram-se as classes seguintes:

$$7.493 - 9.435$$

$$9.435 - 11.376$$

$$11.376 - 16.686$$

$$16.686 - 25.362$$

$$25.362 - 34.038$$

A proposta de J. Gallais apresenta-se como um bom critério para determinar intervalos de classe, pois se fundamenta em cálculos matemáticos que levam em conta os valores extremos e a média do conjunto de dados (Cartograma 3).

No caso da escolha de sete classes, utiliza-se a mesma fórmula, colocando-se o valor 3,5 no denominador.

G) Quando se tem dúvidas sobre o número de classes para mapear uma série de dados, pode-se aplicar a sugestão proposta por STURGES. Esta fornece o número de classes a ser utilizado. A fórmula de STURGES é

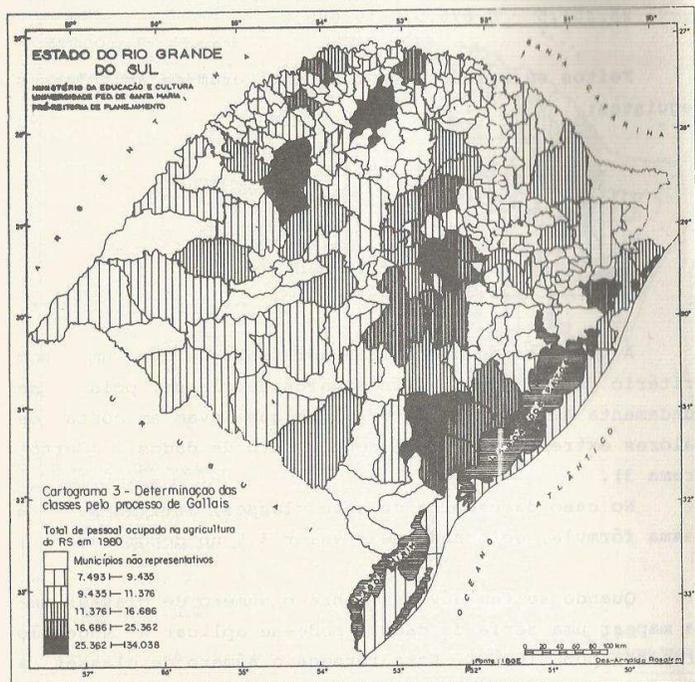
$$K = 1 + 3,3 \cdot \log n,$$

onde n é o número total de observações (95) e k é o número de classes.

No exemplo da mão-de-obra rural do Rio Grande do Sul, tem-se

$$K = 1 + 3,3 \cdot \log 95$$

Assim, K é igual a 7,53, que, arredondado, determina um total de 8 classes. Para determinar o intervalo de classe, divide-se a amplitude total pelo número de classes sugerido pela técnica, ou seja, $26.545/8 = 3.318$, resultando nos seguintes intervalos.



7.493 — 10.811
10.811 — 14.129
14.129 — 17.447
17.447 — 20.765
20.765 — 24.083
24.083 — 27.401
27.401 — 30.719
30.719 — 34.038

Esta técnica de determinação de intervalos de classe pode se apresentar como um bom recurso cartográfico quando a série de dados e a amplitude total não forem muito grandes. Quando o número de dados for elevado, poderão resultar intervalos grandes, além do inconveniente de aparecer grande número de classes vazias.

Conforme a seqüência dos dados, é aconselhável o uso da amplitude útil, ao invés da amplitude total. A amplitude útil consiste em eliminar os valores máximos e mínimos que se apresentam discrepantes na série de dados. Esse procedimento pode evitar a determinação de classes vazias.

ii) A determinação das classes para fins de mapeamento também pode ser feita em relação à média dos dados.

O processo consiste em dividir os dados em apenas duas classes. A média é a separatriz entre os valores que se encontram abaixo dela e os que se encontram acima. Através da soma dos dados e da divisão pelo número de casos (95), obteve-se a média, que equivale a 12.347, resultando nas seguintes classes:

7.493 — 12.223
12.425 — 34.038

Essa modalidade de determinação de classes pode ter utilidade dependendo dos objetivos do mapeamento e do conjunto de dados. Se a amplitude dos dados for muito grande, a média pode mascarar a realidade, reduzindo, com isso, a validade de classificação. Isso ocorre devido ao al-

to grau de generalização a que serão submetidos os dados, quando divididos em apenas duas classes, como pode ser verificado no exemplo do Cartograma 4.

I) Ainda se pode estabelecer intervalos de classe através do desvio padrão em relação à média dos dados.

As fórmulas a serem utilizadas neste processo de determinação de limites de classe, são:

$$\text{VARIÂNCIA } S^2 = \Sigma \frac{X^2}{n} - X^{-2}$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } DP = S^2$$

A partir dos dados da tabela, obtiveram-se os resultados a seguir:

$$\bar{X} = 12.347$$

$$S^2 = 28.291.763$$

$$DP = 5.375$$

$$\bar{X} - 1 DP = 12.347 - 5.375 = 6.972$$

$$\bar{X} \quad \quad \quad 12.347 \quad \quad \quad = 12.347$$

$$\bar{X} + 1 DP = 12.347 + 5.375 = 17.722$$

$$\bar{X} + 2 DP = 12.347 + 10.750 = 23.097$$

$$\bar{X} + 3 DP = 12.347 + 16.125 = 28.472$$

$$\bar{X} + 4 DP = 12.347 + 21.500 = 33.847$$

$$\bar{X} + 5 DP = 12.347 + 26.875 = 39.222$$

As classes resultantes deste método foram:

$$6.972 \text{ — } 12.347$$

$$12.347 \text{ — } 17.722$$

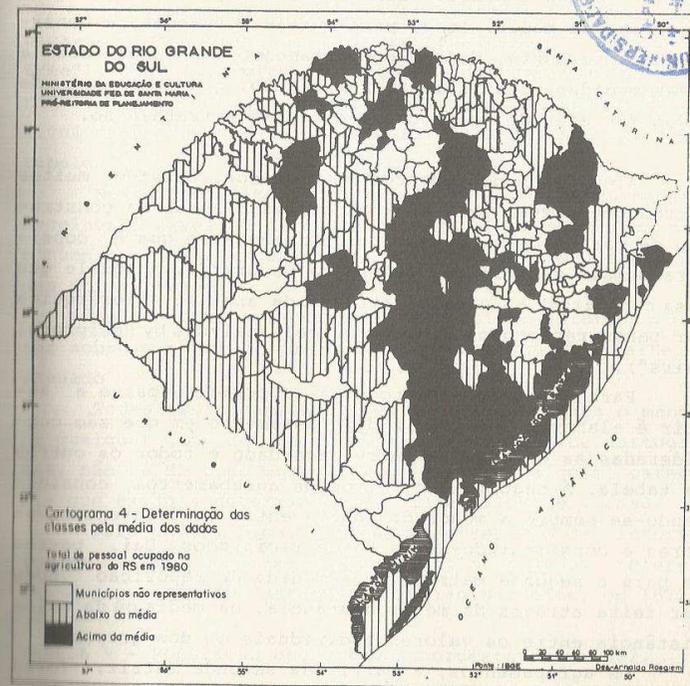
$$17.722 \text{ — } 23.097$$

$$23.097 \text{ — } 28.472$$

$$28.472 \text{ — } 33.847$$

$$33.847 \text{ — } 39.222$$

Esse processo matemático-estatístico de estabelecer intervalos de classe representa um recurso razoável, uma



vez que coloca o desvio padrão uma, duas, três vezes acima ou abaixo da média. Isso, para muitas situações, é considerado importante, dado o comportamento dos dados face a essas medidas estatísticas. Entretanto, quando o número de dados for elevado, o processo é bastante trabalhoso.

J) Além dos procedimentos mencionados, existem muitos outros que servem para estabelecer as classes na construção de cartogramas. Desses procedimentos, o que é considerado mais científico, dentro da Geografia, é aquele que visa constituir as classes através da análise hierárquica por pares recíprocos ("Hierarchical Analysis by Reciprocal Pairs").

Para utilizar essa técnica, o primeiro passo a seguir é elaborar uma matriz de afastamento em que são consideradas as diferenças entre cada dado e todos os outros da tabela. A seguir, são feitos os agrupamentos, considerando-se sempre a menor distância entre os diferentes valores e constituindo-se os pares recíprocos. Daí, parte-se para a segunda matriz, cuja medida de reposição pode ser feita através da menor distância, da média ou da maior distância entre os valores individuais ou dos grupos.

Os agrupamentos, a partir da segunda matriz, foram feitos levando-se em conta a menor distância entre os grupos ou resíduos (valores das densidades, os quais ainda não foram agrupados).

As matrizes de afastamento vão sendo elaboradas até que todos os valores estejam agrupados. Assim, valoriza-se desde o máximo detalhe, o que levaria a considerar cada valor constituindo uma classe, até o máximo de generalização, ou seja, a perda total de detalhe, o que levaria a considerar todos os dados constituindo uma única classe.

Conhecendo o valor das distâncias pelas quais se verificam os vários agrupamentos, calculam-se os seus correspondentes valores percentuais. O valor do último agrupamento corresponde ao máximo de perda de detalhes (100%). Através de uma regra de três simples, calcula-se o percentual de perda de detalhe de cada um dos afastamentos que

serviram como valores dos agrupamentos.

Utilizando-se os valores percentuais obtidos, organiza-se o dendograma ou a árvore de ligação ("linkage tree"), a qual permite facilmente a determinação das várias classes e, o que é mais importante, a mensuração do nível de perda de detalhe no qual essas classes foram estabelecidas.

Nesse procedimento, a tarefa final do pesquisador é escolher o nível de perda de detalhe e, conseqüentemente, o número de classes desejado, de acordo com as finalidades do seu trabalho.

Ao elaborar o mapeamento, é possível informar o leitor sobre o nível de generalização ou perda de detalhe empregado.

Todas essas considerações são válidas para o manejo de qualquer tipo de dado e para a construção de cartogramas, não só do tipo coroplético, mas de qualquer categoria que exija a determinação de intervalos de classe.

Para exemplificar a técnica de seleção de intervalos de classe, tomaram-se como exemplo os dados referentes à população dos estados da Região Nordeste, em 1872.

TABELA 9 - População dos estados nordestinos - 1872.

Estados	População (mil hab.)
Bergipe	176
Piauí	202
Rio Grande do Norte	234
Alagoas	348
Maranhão	359
Paraíba	376
Ceará	722
Pernambuco	842
Bahia	1.380

FONTE: Anuário Estatístico Brasileiro, 1978.

De posse da tabela dos dados, realizam-se os estágios de agrupamento, pela classificação hierárquica por pares recíprocos, em função do menor afastamento entre os

elementos, como se observa nas matrizes que seguem:

PRIMEIRO ESTÁGIO

	Se	Pi	Rn	Al	Ma	Pb	Ce	Pe	Ba
Se	0	26	58	172	183	200	546	666	1.204
Pi	26	0	32	146	157	174	520	640	1.178
Rn	58	32	0	114	125	142	488	608	1.146
Al	172	146	114	0	11	28	374	494	1.032
Ma	183	157	125	11	0	17	363	483	1.021
Pb	200	174	142	28	17	0	346	466	1.004
Ce	546	520	488	374	363	346	0	120	658
Pe	666	640	608	494	483	466	120	0	538
Ba	1.204	1.173	1.146	1.032	1.021	1.004	658	538	0

SEGUNDO ESTÁGIO

	Se/Pi	Rn	Al/Ma	Pb	Ce/Pe	Ba
Se/Pi	0	32	146	174	520	1.178
Rn	32	0	114	142	488	1.146
Al/Ma	146	114	0	17	363	1.021
Pb	174	142	17	0	346	1.004
Ce/Pe	520	488	363	346	0	538
Ba	1.178	1.146	1.021	1.004	538	0

TERCEIRO ESTÁGIO

	Se/Pi/Rn	Al/Ma/Pb	Ce/Pe	Ba
Se/Pi/Rn	0	142	488	1.146
Al/Ma/Pb	142	0	346	1.004
Ce/Pe	488	346	0	538
Ba	1.146	1.004	538	0

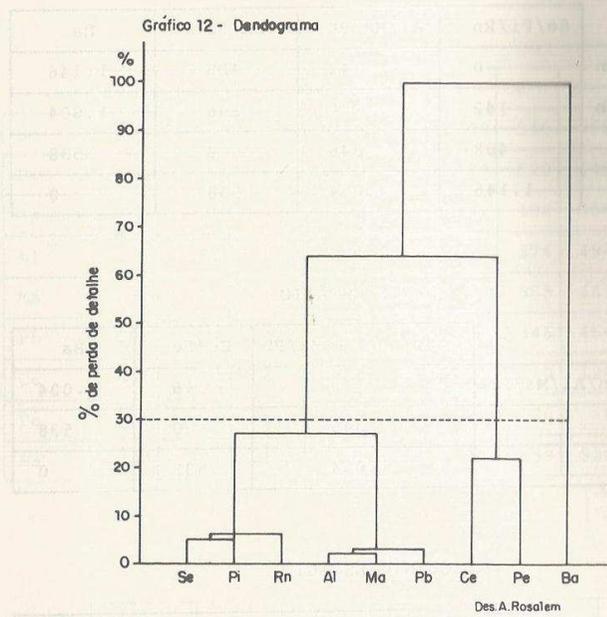
QUARTO ESTÁGIO

	Se/Pi/Rn/Al/Ma/Pb	Ce/Pe	Ba
Se/Pi/Rn/Al/Ma/Pb	0	346	1.004
Ce/Pe	346	0	538
Ba	1.004	538	0

QUINTO ESTÁGIO

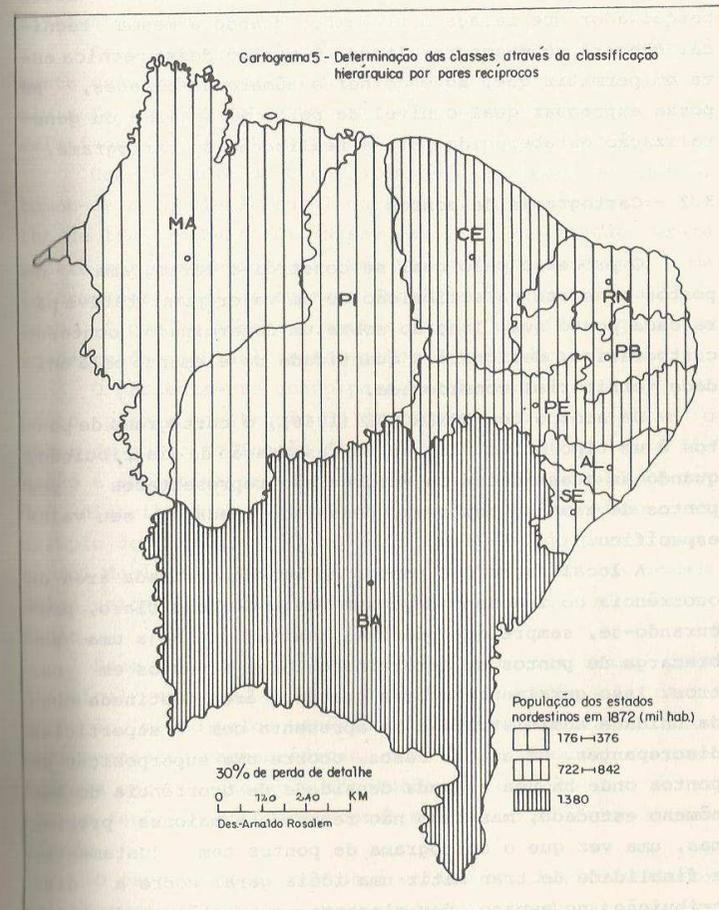
	Se/Pi/Rn/Al/Ma/Pb/Ce/Pe	Ba
Se/Pi/Rn/Al/Ma/Pb/Ce/Pe	0	538
Ba	538	0

Para a construção do dendograma, toma-se, como equivalente a 100% de perda de detalhe, o último valor agrupado, no caso, 538. Tomando-se como base este princípio, chega-se aos seguintes percentuais de perda de detalhe para os agrupamentos, nos vários estágios: 2,04%; 4,83%; 11,30%; 3,16%; 5,95%; 26,39%; 64,31%.



Calculados os percentuais dos agrupamentos, e construído o dendograma, parte-se para a escolha do percentual de perda de detalhe para elaborar o mapeamento. Para tanto, optou-se por determinar, no dendograma, uma perda de detalhe equivalente a 30%, o que resultou em três classes, conforme pode ser verificado no Cartograma 5.

A determinação de intervalos de classe para elaborar cartogramas é uma questão bastante importante, para a qual o elaborador dos cartogramas deve estar atento. A análise hierárquica por pares recíprocos é uma técnica que visa restringir a um mínimo possível a subjetividade do pesquisador. Com o auxílio da árvore de ligação, é muito simples estabelecer o grau de generalização ou o nível de perda de detalhe. Fica a cargo do pesquisador escolher o



nível de perda de detalhe que desejar, e qualquer outro pesquisador que refaça o trabalho, usando a mesma técnica, chegará ao mesmo resultado. O mérito dessa técnica está em permitir que, ao escolher o número de classes, se possa expressar qual o nível de perda de detalhe ou generalização estabelecido para a realização do cartograma.

3.2 - Cartogramas de pontos

O processo pelo qual se constrói o cartograma de pontos consiste na atribuição de um valor quantitativo para cada ponto que, lançado sobre um determinado contorno cartográfico, designará a quantidade do elemento pela unidade territorial considerada.

De acordo com MONKHOUSE (1966), o cartograma de pontos é um tipo muito útil de representação de distribuição, quando as quantidades ou valores são representados por pontos de tamanho uniforme, possuindo, cada um, seu valor específico.

A localização dos pontos em uma determinada área de ocorrência do fenômeno deve ser feita de modo claro, procurando-se, sempre que possível, evitar que haja uma sobrecarga de pontos em determinado local e vazios em outros. Isso geralmente ocorre quando a área destinada a cada unidade administrativa se apresenta com superfícies discrepantes. Em alguns casos, ocorre uma superposição de pontos onde há uma elevada densidade de ocorrência do fenômeno estudado, mas isso não representa maiores problemas, uma vez que o cartograma de pontos tem, justamente, a finalidade de transmitir uma idéia geral sobre a distribuição, no espaço, dos elementos que estão sendo objeto de estudo.

A distribuição aleatória dos pontos é a mais utilizada na construção desses cartogramas, quando não se tem informação detalhada sobre os locais exatos de ocorrência do fenômeno que está sendo estudado. Os pontos são localizados com maior exatidão quando se conta com informação mais detalhada a respeito da localização precisa dos valores derivados da investigação sobre o terreno. Nessas

casos, o poder explicativo da representação é significativamente melhorado.

Esse cartograma pode servir para comparar visualmente os elementos distribuídos no espaço, podendo-se concluir facilmente sobre as maiores concentrações e vazios relativos ao elemento mapeado.

Como exemplo de construção de cartograma de pontos, tomou-se a população rural do Brasil, projetada para julho de 1989 (Tabela 10). Nesse caso, a localização exata poderá ser desconsiderada, uma vez que não se dispõe de informações precisas sobre a localização exata do fatomapeado. O que se deseja é apenas passar uma idéia geral a respeito da população rural pelos estados brasileiros.

O procedimento usado para estabelecer o valor do ponto, para a construção do cartograma, foi o de fixar o valor do ponto em função da amplitude dos dados. Essa fixação é subjetiva, resultando da observação visual dos dados distribuídos na tabela e da escala do mapa-base. No exemplo do Cartograma 6, o valor estabelecido para o ponto foi de 100.000 habitantes, e a distribuição dos mesmos pelas unidades político-administrativas se fez aleatoriamente.

Esse tipo de representação cartográfica traz, como principal vantagem, a facilidade de construção e de interpretação, mesmo pelos usuários pouco familiarizados com representações cartográficas, pois basta observar o cartograma para se chegar a conclusões a respeito das áreas onde o fenômeno estudado ocorre com maior ou menor intensidade.

O cartograma de pontos é utilizado, fundamentalmente, para representar valores absolutos obtidos através das escalas intervalar e razão, e o seu uso é recomendado para os casos em que os valores se distribuem de forma irregular no espaço, especialmente os que se referem à população.

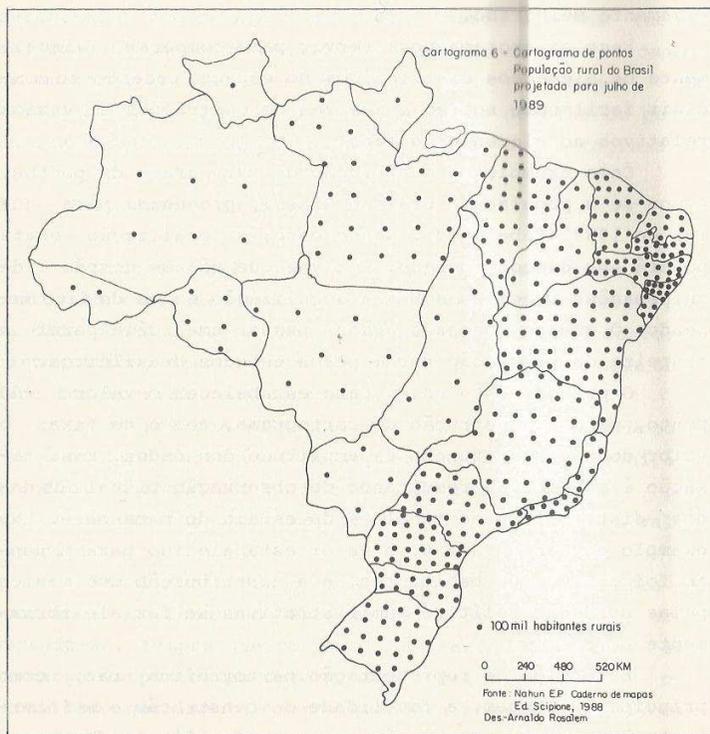


TABELA 10 - População rural brasileira projetada para julho de 1989.

Unidades federativas	População rural (mil hab.)
Acre	181
Alagoas	1.029
Amapá	90
Amazonas	579
Bahia	5.081
Ceará	2.376
Espírito Santo	613
Goiás	1.310
Maranhão	3.177
Mato Grosso	570
Mato Grosso do Sul	398
Minas Gerais	3.644
Pará	2.394
Paraíba	1.262
Paraná	2.581
Pernambuco	2.315
Piauí	1.289
Rio de Janeiro	829
Rio Grande do Norte	746
Rio Grande do Sul	2.153
Rondônia	596
Roraima	36
Santa Catarina	1.319
São Paulo	2.640
Sergipe	541

FONTE: Anuário Estatístico do Brasil, 1987/88.

3.3 - Cartogramas pictóricos

Os cartogramas pictóricos, ou pictogramas, são aqueles em que a simbologia empregada evoca o fato representado. Os cartogramas dessa espécie constituem-se em uma classe bastante utilizada porque, segundo ARKIN (1946), é

uma representação que impressiona fácil e rapidamente, sugerindo o tipo de informação que está sendo mapeada.

Os pictogramas podem, de maneira geral, ser classificados em qualitativos e quantitativos. Os primeiros são aqueles nos quais os símbolos mostram apenas a distribuição do fato estudado pela área de ocorrência. Já, nos quantitativos, além de mostrarem a distribuição espacial, os símbolos obedecem a uma escala onde também se evidencia a intensidade do fato.

Os cartogramas pictóricos, quando relativos à morfologia do terreno são chamados fisiográficos ou morfológicos. Através de símbolos colocados dentro dos limites do espaço estudado, podem ser esquematizados vários símbolos elementares da morfologia da região, e isso vem a permitir uma percepção mais rápida das formas predominantes. Além dos aspectos fisiográficos, como relevo, rios, etc., tem-se a possibilidade de construir cartograma pictórico, utilizando-se de ampla gama de símbolos sugestivos, representando, com maior destaque visual, a presença de aspectos da paisagem, por exemplo: picos elevados, bosques, falhas de relevo, etc.

Um outro tipo de cartograma pictórico é aquele no qual se usam grafismos específicos para colocar em evidência os aspectos dos fenômenos representados. Por exemplo: a produção de automóveis pode ser muito bem expressa pela figura de um carro. Também podem ser empregados símbolos literais (letras iniciais), de medida aproximadamente proporcional às quantidades representadas. No entanto, com muita frequência, complicam a visualização geral do mapa, sobretudo quando têm que ser incluídos outros títulos.

Para a construção do cartograma pictórico que mostra a população rural do Brasil projetada para julho de 1989, utilizaram-se figuras humanas estilizadas, pois esse tipo de representação é bastante comum quando se necessita ilustrar dados relativos à população.

A determinação do valor para cada símbolo, na confecção do cartograma pictórico, foi feita de maneira subjetiva, verificando-se a amplitude dos dados. A cada fi-



gura do cartograma, atribuem-se 300 mil habitantes rurais. Esse tipo de representação provoca um elevado nível de generalização.

A importância fundamental dos cartogramas pictóricos ou fisiográficos é que eles constituem uma forma fácil e bem particular de evidenciar os aspectos de maior intensidade na área objeto de representação gráfica.

Essa modalidade de cartograma se presta, portanto, para representações qualitativas e quantitativas e para valores absolutos.

Como ocorre com o cartograma de pontos, a representação pictórica é recomendada para ilustrar dados relativos à população. O êxito da representação depende sobretudo da eleição do valor atribuído à figura. Este não pode ser tão baixo a ponto de dificultar a inclusão de todas as figuras, nem tão alto de modo que algumas unidades apareçam vazias.

3.4 - Cartogramas isopléticos

Esta modalidade de representação ocupa um lugar de destaque entre as várias formas de representação cartográfica, incluindo itens distribuídos espacialmente. A construção de um cartograma de isolinhas satisfatório vai depender do número de dados disponíveis e da continuidade espacial que eles apresentam.

Os valores mostrados por esses cartogramas são dados pela oposição e valor de cada linha no conjunto do espaço. Essas linhas, também denominadas isaritmas, são numeradas em função da intensidade do fenômeno.

As isolinhas mais frequentemente traçadas são as curvas de nível, e é provável que a noção das demais isolinhas tenha se originado delas e se expandido a outros campos científicos.

Num cartograma isoplético, uma brusca variação do fenômeno, em um pequeno espaço, é dada pela proximidade das linhas, enquanto que os distanciamentos maiores mostram uma suavidade na mudança.

Para o seu traçado, as isolinhas seguem o processo

matemático da interpolação, mas fica a critério do pesquisador adaptar o traçado matemático às leis que atuam na distribuição do fenômeno em questão, pois, muitas vezes, só a posição matemática dos pontos por onde passarão as isolinhas não é suficiente.

SANCHEZ (1974) apresenta uma técnica gráfica baseada num procedimento geométrico para a realização da interpolação. Esse procedimento visa colaborar para os traçados das isolinhas entre dois pontos, com valores conhecidos. Uma das maneiras mais usadas para realizar interpolação é medir com régua e dividir o espaço entre os dois pólos conhecidos. Isso só é conseguido facilmente, quando a distância entre os pólos coincide com números inteiros ou quando os intermediários são múltiplos dos pólos.

Para solucionar problemas que eventualmente surgirão quando a distância entre os dois pólos é dada por um número que não se pode dividir pelos valores inteiros que se deseja interpolar, e devido aos cálculos serem muito demorados, foi usado o processo gráfico com a manipulação de uma régua e esquadro, seguindo os passos específicos desse processo.

Supondo que, entre as extremidades 7.280 e 12.800, tenha que passar o valor 8.714, o processo gráfico pressupõe os seguintes passos:

- A - unir as duas extremidades com uma linha auxiliar;
- B - colocar a marca 7,28mm da régua sobre o ponto 7.280, de maneira que o alinhamento da régua forme, com o traço auxiliar, um ângulo menor que 90 graus;
- C - com a régua na posição anterior, usar a marcação 12,8mm da régua, cujo ponto corresponderá ao valor 12.800;
- D - marcar, na mesma posição anterior, a localização do ponto 8,714mm na régua, que corresponderá ao valor 8.714;
- E - utilizar um esquadro e unir a posição 12.800 com a posição 12,8mm, marcada sobre a linha inclinada;
- F - com o esquadro na posição anterior, colocar a ré-

gua na sua base para servir de apoio. O esquadro será deslizado até a posição do ponto 8.714 da linha inclinada e mostrará, então, a posição para a qual deverá ser transferido o ponto 8.714 sobre a linha auxiliar traçada entre os pólos.

Quando se elabora um cartograma dessa espécie, ocorrem geralmente situações em que mais de uma isolinha poderá ser traçada entre os dois pólos, e o processo gráfico usado permite encontrar, ao mesmo tempo, todos os pontos intermediários, abreviando, assim, o processo de interpolação.

Para mostrar, na prática, essa modalidade de cartograma, tomaram-se, como exemplo, as densidades demográficas das unidades político-administrativas brasileiras da Tabela 11.

TABELA 11 - Densidades demográficas do Brasil - 1980.

Unidades Federativas	Hab./Km ²
Amapá	1
Rondônia	2
Acre	2
Amazonas	1
Roraima	0,5
Pará	3
Maranhão	12
Piauí	9
Ceará	36
Rio Grande do Norte	36
Paraíba	49
Pernambuco	63
Alagoas	72
Sergipe	52
Bahia	17
Minas Gerais	23
Espírito Santo	44
Rio de Janeiro	260
São Paulo	101
Paraná	38
Santa Catarina	38
Rio Grande do Sul	29
Mato Grosso do Sul	4
Mato Grosso	1
Goiás	6

FONTE: Censo Demográfico do Brasil - 1984.

Os cartogramas isopléticos são recomendados para evidenciar distribuições a respeito de fenômenos climáticos, ou qualquer outro que possa ser quantificado e representado por um conjunto de pontos cujos valores mostram continuidade espacial ou se comportam como tal.

Essa modalidade de representação cartográfica também tem grande aplicação em estudos relativos à população, como densidades demográficas e distribuições de povoamento, quando não há exigência de detalhamento na distribuição e desde que ela apresente uma continuidade.

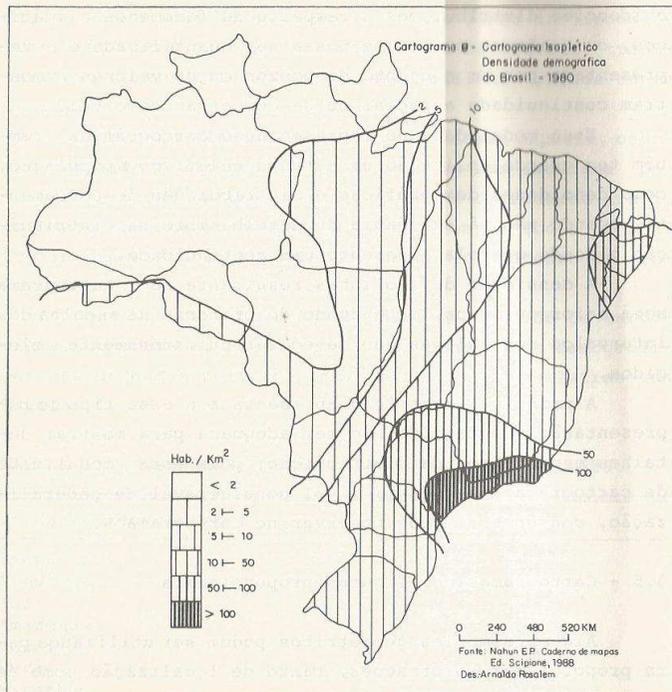
A densidade de isolinhas resultante no cartograma será maior ou menor, dependendo do critério de escolha dos intervalos dos valores que devem ser cuidadosamente eleitos.

A principal restrição apresentada a esse tipo de representação é o fato de não ser adequada para mostrar detalhes específicos da distribuição, pois essa modalidade de cartograma acarreta um nível considerável de generalização, conforme se pode observar no Cartograma 8.

3.5 - Cartogramas com figuras proporcionais

Alguns símbolos geométricos podem ser utilizados para proporcionar informações, tanto de localização como de quantidade, mostrando a intensidade de um determinado item no interior de certas unidades espaciais.

A distribuição das variações dos itens pode ser expressa com clareza, através da utilização de figuras com áreas proporcionais, colocadas nos cartogramas. As figuras podem ser apresentadas sob a forma de círculos, quadrados, triângulos ou outros grafismos geométricos. Os círculos, coloridos ou hachurados de maneira conveniente, permitem uma diferenciação nítida da intensidade dos fenômenos colocados no interior de uma determinada área. Em um cartograma com figuras proporcionais, é possível combinar diversas variáveis visuais, o que permite uma abrangência maior de informações. As cores e tonalidades variadas, as formas e dimensões permitem apresentar, ao mesmo tempo, as variações de um fenômeno em seus diversos



aspectos.

A questão fundamental, para a elaboração dessa modalidade de cartogramas, é a construção de uma escala que guarde e mostre a proporcionalidade das figuras utilizadas.

Para o caso de se utilizarem círculos, convém destacar que não será o raio do círculo, mas sim sua área, que deverá guardar a proporcionalidade com os dados representados.

Sendo assim, o princípio geral que rege esse tipo de representação pode ser entendido, partindo-se do seguinte raciocínio:

Uma localidade A, com 10.000 habitantes, foi representada por um círculo com 5cm de raio. Qual será o raio do círculo proporcional a uma localidade B, que tivesse 20.000 habitantes? Se fosse usado o critério raio, era de se esperar que o círculo B tivesse 10cm de raio.

Todavia, não é o raio, mas sim a área do círculo, que entra em proporção. Sendo assim, o círculo que representa 10.000 habitantes está para o círculo que representa 20.000 habitantes, assim como a área do círculo que representa 10.000 habitantes está para a área do círculo que representa 20.000 habitantes.

$$\frac{10.000}{20.000} = \frac{R_1^2}{R_2^2} \qquad \frac{10.000}{20.000} = \frac{S^2}{R_1^2}$$

$$\frac{10.000}{20.000} = \frac{25}{R_1^2} \qquad R_2^2 = 10.000 / 25 \times 20.000$$

$$R = \frac{25 \times 20.000}{10.000} \qquad R_2^2 = 50$$

$$R = 50 \qquad R = 7\text{cm}$$

Esses 7cm representam o valor do raio de um círculo cuja área é proporcional ao círculo que representa 20.000 habitantes.

Para evitar todos esses cálculos para cada locali-

dade a ser representada no cartograma, tem-se a possibilidade de se utilizar um ábaco previamente elaborado para resolver questões como essas de proporcionalidade de áreas de figuras planas.

Para a elaboração do cartograma com figuras proporcionais, utilizaram-se os dados da população rural do Brasil, projetada para julho de 1989.

O tamanho do raio foi obtido a partir do ábaco elaborado para o caso, na determinação das classes (CEZAR, 1985).

Essa modalidade de representação cartográfica é especificamente adequada para apresentar a distribuição de população em uma unidade espacial.

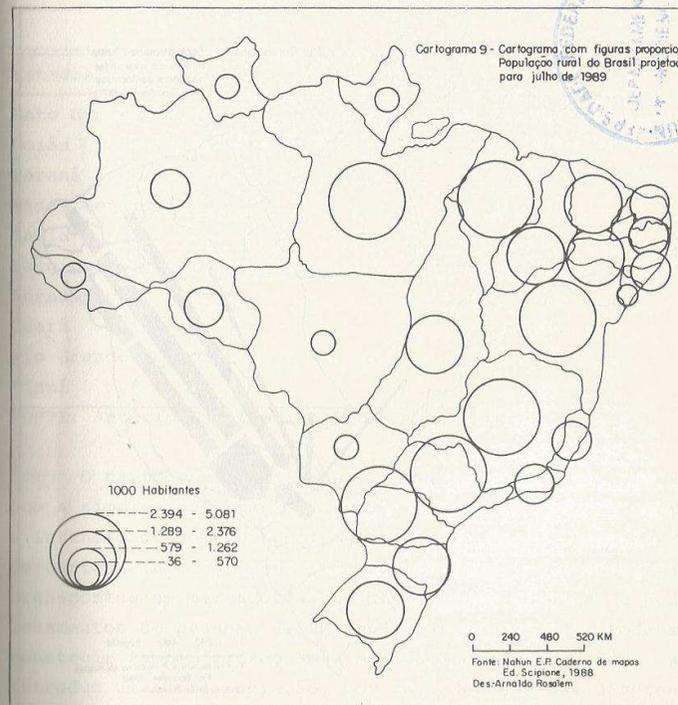
A desvantagem inerente a esse método é que a grande ocorrência de elevadas densidades de população em algumas regiões leva, com frequência, à superposição de símbolos, dificultando a elaboração e a interpretação do cartograma.

Os dados utilizados para a elaboração dos cartogramas com figuras proporcionais poderão entrar na sua forma absoluta ou original ou, então, sofrerem um agrupamento, como é o caso do Cartograma 9.

3.6 - Cartogramas de fluxos

Os cartogramas de fluxos ou fluxogramas são bastante utilizados para ilustrar dados com conotações de movimentos espaciais. Geralmente são representados por faixas que indicam a direção seguida pelo fenômeno, ao mesmo tempo em que transmitem uma impressão quantitativa, mediante a sua espessura.

Para exemplificar os cartogramas de fluxos, tomou-se, como exemplo, o deslocamento dos principais migrantes nacionais para o estado de São Paulo, em 1970. Para tanto, atribuiu-se um milímetro de espessura para representar 1.000 migrantes, no Cartograma de número 10.



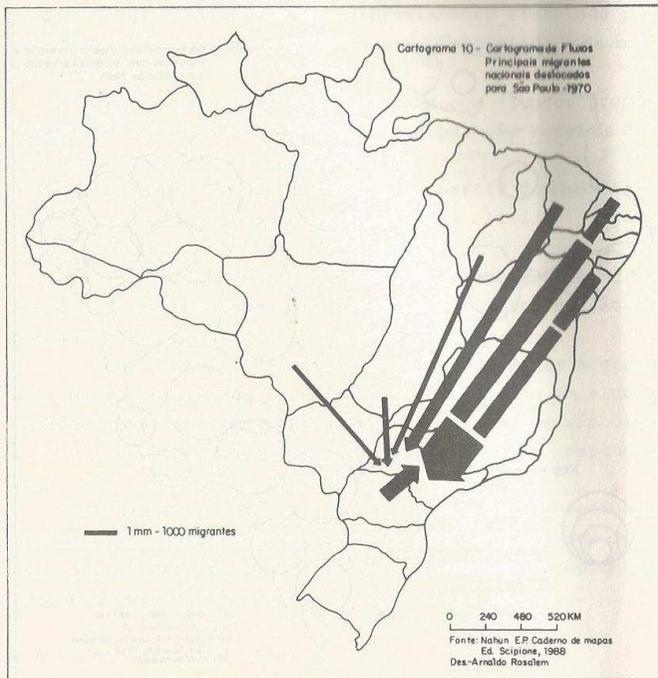


TABELA 12 - Principais migrantes deslocados para São Paulo - 1970.

Estados	Número de migrantes
Mato Grosso	1.000
Goiás	540
Paraná	4.200
Minas Gerais	11.300
Bahia	4.500
Bergipe	3.700
Pernambuco	5.300
Ceará	2.750
Rio Grande do Norte	3.200
Piauí	2.700

FONTE: Anuário Estatístico Brasileiro, 1974.

O cartograma de fluxos é bastante sugestivo, pois, com a simples observação visual, pode-se considerar sobre a intensidade do fenômeno representado. Essa modalidade de cartograma é bastante recomendada para representar transportes de mercadorias ou de produtos em geral e deslocamentos de pessoas de um lugar para outro. Pode-se construir também fluxogramas mais elaborados, quando se introduz uma diferenciação, por meio de legendas diferentes, entre os diversos tipos de produtos transportados pela mesma via.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalidade de contribuir para a definição de uma metodologia cartográfica específica, este trabalho evidenciou a validade e a importância dos gráficos e cartogramas para o cientista interessado na representação gráfica de fatos ou fenômenos distribuídos espacialmente. Toda representação gráfica deve, fundamentalmente, contribuir para o melhor entendimento dos assuntos estudados.

Ao apresentar algumas técnicas diferentes de cons-

trução de cartogramas, procurou-se, sempre que possível, discutir os processos empregados na sua construção técnica e a escolha dos intervalos de classe. Este assunto se revelou como sendo uma das principais preocupações do elaborador de cartogramas quantitativos.

A partir do entendimento das definições apresentadas para os diversos tipos de gráficos e cartogramas e das peculiaridades referentes a cada modalidade de representação, bem como dos seus recursos e restrições, pode-se chegar, com mais facilidade, à escolha do tipo mais adequado de tratamento e representação dos dados e informações.

Entre as diversas maneiras possíveis de determinação de intervalos de classe, para representação cartográfica das variáveis com conotação espacial, um dos mais eficazes procedimentos é o emprego da classificação hierárquica por pares recíprocos, pois, por meio dessa técnica, o pesquisador fundamenta sua tarefa em procedimentos científicos, que possibilitam a fixação do nível de generalização no qual se está elaborando o mapeamento. Apesar de ser bastante trabalhoso, especialmente quando realizado manualmente e com um número de dados elevado, esse procedimento deve ser adotado, pois proporciona ao pesquisador condições de mensurar o grau de detalhamento com que deseja trabalhar.

A partir das definições e dos exemplos para os diversos tipos de cartogramas, ficam evidentes as peculiaridades referentes a cada modalidade de representação. Sendo assim, acredita-se que o conteúdo exposto neste trabalho tenha utilidade, uma vez que apresenta um leque de opções para escolha do melhor tipo de tratamento de dados e informações numéricas, visando à representação gráfica ou cartográfica, conforme os objetivos gerais e específicos do pesquisador.

As representações gráficas e cartográficas devem ser buscadas visando sempre facilitar a transmissão de mensagens básicas que, muitas vezes, a simples tabela não consegue transmitir.

Existe em Cartografia uma preocupação fundamental,

que é a de atender à eficácia gráfica; esse objetivo é atingido toda vez que se consegue transmitir uma determinada mensagem de modo correto, rápido e com o menor esforço mental possível. A apresentação de alguns tipos de representações gráficas e cartográficas visou oferecer, algumas opções que possam fundamentar e orientar a escolha daqueles usuários que necessitem apresentar a imagem gráfica mais eficaz.

BIBLIOGRAFIA

- ARKIN, Herbert & COLTON, Raymond R. Gráficos: construção e emprego. Rio de Janeiro, IBGE, 1964.
- BARTHELMES, Heloisa. Novo tipo de cartograma aplicável à representação do uso da terra. Boletim Geográfico, Rio Claro, 160:27-32, 1961.
- CARVALHO, Edilson A. Aspectos da cartografia utilizada em planejamentos populacionais e agrícolas. Dissertação de mestrado sob a orientação do Professor Doutor Miguel César Sanchez. Rio Claro, 1983.
- CHERON, A.O. & SANCHEZ, M.C. Determinação de espaços mais representativos. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 2:61-75, 1971.
- CÉZAR, H.X.L. Soluções gráficas na cartografia de fenômenos quantitativos. Revista Brasileira de Geografia, Ano XX, Rio de Janeiro, Jan./Mar. 1958.
- CUENIN, René. Cartographie Générale. Editions Eyrolles, Tome 1, Paris, 1972.
- DEBETZ, Charles H. Cartografia: um estudo e normas para a construção e emprego de mapas e cartas. (Versão em português publicada pela Inspeção Hidrográfica da Secretaria do Comércio), 1943.
- DINIZ, José A.F. Classificação de uma variável e sua aplicação na Geografia. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 1(1):24-40, 1971.
- EBERT, Greinfendarff Max. Cartografia. Madri, Editorial Hispano-Americana, 1961.

- GERARDI, L.H.O. & SILVA, B.C.N. Quantificação em Geografia. São Paulo, Difel, 1981.
- JOLY, Fernand. La Cartographie. Presses Universitaires de France, Coleção Magellan - La Géographie et ses problèmes, n.34, França, 1976.
- LIBAULT, André. Geocartografia. São Paulo, Nacional/USP, 1975.
- MONKHOUSE, F.J. & WILKINSON, H.R. Mapas y diagramas. Oikous-tau, Barcelona, Espanha, 1966.
- NENTWIG SILVA, B.C. A propósito de uma técnica de seleção de intervalos de classe para fins de mapeamento. Geografia, Rio Claro, 5(9-10):85-96, 1980.
- NENTWIG SILVA, B.C.; GALBRAITH, J.H.; BANDEIRA DE MELO & SILVA, S.C. Técnica estatística para agrupamento e mapeamento de informações geográficas. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 4(7-8):29-42, 1974.
- RAIZS, Erwin. Cartografia general. 5. ed., Barcelona, Ediciones Omega, 1974.
- ROBINSON, A.H. Elements of cartography. New York, Ed. John Wiley & Sons, 1960.
- SANCHEZ, Miguel C. A problemática dos intervalos de classes na elaboração de cartogramas. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 4:53-65, 1972.
- . A cartografia como técnica auxiliar da Geografia. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 3(6):31-46, 1973.
- . Interpolação para elaborar cartogramas isopléticos. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 4(7-8):51-60, 1974.
- . Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, 11(21-22):74-81, 1981.
- SANTOS, Márcia Maria. A representação gráfica da informação geográfica. Geografia, Rio Claro, 12(23):01-13, 1984.
- SOUKUP, João. Ensaio cartográficos. São Paulo, Empresa Gráfica da Revista dos Tribunais, 1966.