

Orientações para Espacialização de Dados geográficos na Cartografia temática, utilizando os Princípios do Corocromatismo

Prof. Dr. Roberval Felipe Pereira de Lima ¹

Prof. Dr. Obéde Pereira de Lima ²

Prof. Dr. Flavo Elano Soares de Souza ³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Departamento de História e Geografia – DHG Campus CERES
Rua José Evaristo de Medeiros, s/n
59300-000 Caicó RN - Brasil
robervalfelippelima@hotmail.com

² Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Departamento de Geociências - DGEO
Campus Universitário dos Carreiros
Av. Itália, km 8
96201-900 Rio Grande RS
obede@vetorialnet.com.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Departamento de História e Geografia – DHG Campus CERES
Rua José Evaristo de Medeiros, s/n
59300-000 Caicó RN - Brasil
flavogeo@gmail.com

RESUMO : Este artigo aborda os procedimentos da cartografia temática estatística, utilizando os princípios do corocromatismo que demonstra com fidelidade satisfatória as ocorrências dos fenômenos localizados no espaço geográfico, possibilitando aos Gestores Territoriais e Ambientais um apoio na tomada de decisão. A metodologia empregada leva em consideração as técnicas estatísticas nos agrupamentos de dados, assim como o princípio essencial do corocromatismo nas representações da cartografia temática quantitativa/qualitativa.

Palavras Chave: Cartografia; Cartografia temática; Corocromatismo; Gestão Territorial.

ABSTRACT : This article approaches the procedures of the thematic cartography statistics, using the principles the chromatism that demonstrates with satisfactory allegiance the occurrences of the phenomena located in the geographic space, making possible to the Territorial and Enviroment Managers a support in the decision taking. The employed methodology it takes in consideration the statistical techniques in the groupings of data, as well as the essential principle of the chromatism in the representations of qualitative/quantitative.

Keywords: Cartography; Thematic cartography; chromatism; Territorial management.

INTRODUÇÃO

1.0 A Cartografia - Generalidades

A Cartografia é uma das ciências mais antigas da humanidade, juntamente com a Astronomia, e a confecção de mapas antecede ao surgimento da linguagem escrita, fato comprovado por muitos exploradores dos vários povos primitivos que, embora eles não houvessem alcançado a fase da escrita, desenvolveram habilidades para traçar mapas. Ela surgiu da necessidade do homem primitivo conhecer o território que habitava e de onde tirava o seu sustento e o da sua tribo.

Provas concretas desta afirmação existem espalhadas pelo mundo inteiro. Uma delas é um mapa considerado o mais antigo do mundo, encontrado no ano de 1930 durante as escavações arqueológicas das ruínas da cidade de Ga-Sur, na antiga Babilônia, localizada 300 quilômetros ao norte do atual Iraque, consistindo em uma placa de barro cozido com as dimensões retangulares de 8cm de comprimento por 7cm de largura, representando em alto relevo um trecho de rio, possivelmente o Eufrates, entre montanhas. Esta relíquia, datada de 2.500 anos a.C., encontra-se no Museu Semítico da Universidade de Harvard, no Estados Unidos da América do Norte – EUA (Raisz, 1969).

O vocábulo CARTOGRAFIA, etimologicamente descrição de cartas, foi introduzido no Brasil em 1839 pelo segundo Visconde de Santarém - Manoel Francisco de Barros e Souza de Mesquita de Macedo Leitão (1791 - 1856). A despeito de seu significado etimológico, a sua concepção inicial continha a idéia do traçado de mapas. No primeiro estágio da evolução o vocábulo passou a significar a arte do traçado de mapas, para em seguida, conter a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre (Silva et al., 2004).

Em 1949 a Organização das Nações Unidas já reconhecia a importância da Cartografia através da seguinte assertiva, lavrada em Atas e Anais:

"CARTOGRAFIA - no sentido lato da palavra não é apenas uma das ferramentas básicas do desenvolvimento econômico, mas é a primeira ferramenta a ser usada antes que outras ferramentas possam ser postas em trabalho."

Segundo Joly (1990) a Cartografia é a arte de conceber, de levantar, de redigir e de divulgar os mapas.

A Cartografia do espaço geográfico é a maneira concreta pela qual se pode representar o conteúdo de determinado território natural e/ou modificado sobre uma superfície plana de projeção, guardando uma relação dimensional e de similitude conveniente denominada escala, e de forma simplificada e convencional.

De acordo com Baker (1965) a Cartografia é a *ciência e a arte* de expressar graficamente, por meio de mapas e cartas, o conhecimento humano da superfície da Terra. Justifica aquele autor os termos qualificativos da Cartografia como *ciência e arte*, da seguinte forma:

"Ciência, porque essa expressão gráfica para alcançar exatidão satisfatória, procura um apoio científico que se obtém pela coordenação de determinações astronômicas e matemáticas com topográficas e geodésicas. Arte, quando se subordina às leis estéticas da simplicidade, clareza e harmonia, procurando atingir o ideal artístico da beleza".

Segundo Lima (1999), a ciência cartográfica tem como finalidade principal a representação da superfície terrestre em escala adequada e que reflita os temas ou assuntos do interesse de determinado aspecto ou feição; é, por conseguinte, a base fundamental de suporte de outras ciências.

A expressão gráfica do conhecimento humano da superfície da Terra abrange todos os temas ligados a fenômenos localizáveis pelas suas coordenadas e possíveis de serem cartografados. Daí pode-se depreender que a Cartografia divide-se em dois grandes campos de representações: a **Cartografia Descritiva** e a **Cartografia Analítica**.

1.1. A Cartografia Descritiva

A carta ou mapa topográfico, enquanto veículo de comunicação científica deve transmitir no mínimo as seguintes mensagens cartográficas: a representação do sistema **referencial**, composto pela rede de paralelos e meridianos, possibilitando que todos os pontos da representação possam ser definidos pelas suas coordenadas; a informação sobre **escala cartográfica**, mostrando a relação entre as dimensões naturais e as dimensões gráficas; a informação da **projeção cartográfica** adotada, definindo as propriedades geométricas com as quais se pode contar; e a **legenda convencional**, representada por um conjunto de sinais, símbolos e abreviaturas, pertencentes ao domínio de determinado conjunto universo, que possibilitam a leitura, a análise e a interpretação do conteúdo da carta ou mapa.

A **Cartografia Descritiva** é aquela que se preocupa em representar o território revelando a sua característica estática em determinado momento, como se fosse um registro instantâneo. Esta representação é conhecida como Cartografia Topográfica. A Cartografia Topográfica é a base fundamental para o ordenamento territorial e para a gestão ambiental. Para gerir um território é necessário, antes de qualquer outra coisa, conhecê-lo, pois não se pode administrar o que não se conhece.

1.2. A Cartografia Temática

A **Cartografia Analítica**, amplamente conhecida como **Cartografia Temática**, tem como propósito (objetivo) representar os fatos e fenômenos qualitativos (tipológicos) e/ou quantitativos, localizados no espaço geográfico, sobre uma base cartográfica descritiva existente.

A cartografia analítica não pode prescindir da cartografia descritiva, pois é sobre esta que se desenvolve aquela.

Os mapas temáticos são considerados como objetos geográficos e vinculados aos geógrafos como os especialistas mais competentes para execução desta tarefa. Embora tal concepção pareça um pouco exagerada, em verdade os mapas temáticos interessam aos estudos e pesquisas geográficas, na medida em que, não só abordam conjugadamente um mesmo território como também os consideram em diferentes escalas (Martinelli, 1991).

Segundo Salichtchev (1973:110) apud Martinelli (1991) ao mencionar a progressiva especialização e diversificação das realizações da cartografia científica operadas desde os séculos XVII e XVIII e cristalizadas no século XIX, aponta como uma definição ideal para o caso da cartografia temática:

“Cartografia é a ciência da representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos naturais e sociais, suas relações e suas transformações ao longo do tempo, por meio de representações cartográficas – modelos icônicos – que reproduzem este ou aquele aspecto da realidade de forma gráfica e generalizada”.

A cartografia temática popularizou-se e entrou em uso corrente e internacional (*em inglês: thematic cartography; em alemão: thematische Kartografie; etc.*), para designar todos os mapas que tratam de outro assunto além da simples representação do terreno (Joly, 1990).

A cartografia temática é uma extensão da Cartografia Topográfica, que tem por objetivo a representação gráfica dos fenômenos localizáveis das atividades humanas, observados, medidos ou estimados.

A cartografia temática é a parte da Cartografia que se ocupa do planejamento, execução e impressão de cartas e mapas, cujo assunto ou tema reflete o resultado de uma determinada constatação ou pesquisa científica, tendo em vista o seu emprego, quer na área tecnológica, biomédica, ou das ciências sociais (Lima, 1999).

O objetivo dos mapas temáticos segundo Joly (op.cit)), é o de fornecer com o auxílio de símbolos qualitativos e/ou quantitativos dispostos sobre uma base de referência, geralmente extraída dos mapas topográficos ou dos mapas de conjunto, uma representação convencional dos fenômenos localizáveis de qualquer natureza e de suas correlações.

Ainda de acordo com Lima (op.cit) a cartografia temática constitui-se numa técnica do mais alto significado para uma ciência, no momento que surge como um meio de expressão indispensável para orientar determinado trabalho, em qualquer campo do conhecimento humano.

As ciências que de forma direta ou indireta (Geografia; Oceanografia; Arquitetura; Engenharia Civil; entre muitas outras.) trabalham com o meio ambiente visando atingir a preservação, manutenção ou planejamento de qualquer espaço da superfície terrestre, devem buscar suporte na Cartografia. Sem o conhecimento preciso do espaço geográfico é inviável realizar-se planos que busquem o desenvolvimento sustentável, como base de uma economia equilibrada que propicie o desenvolvimento econômico.

Para Joly (op.cit)) a Cartografia temática é a representação gráfica de fenômenos isolados, porque não se podem colocar todas as informações específicas contidas no espaço geográfico em um único mapa. Por isto este tipo de comunicação visual deve refletir temas ou assuntos individuais como: mapas de vegetação; mapas geológicos; mapas geomorfológicos; mapas pedológicos; mapas agrícolas; mapas de uso e ocupação do solo; mapas de densidades demográficas; etc.

As seguintes questões referentes à Gestão Territorial e Ambiental: “O que ...?”, “Onde ...?”, “Quando ...?” e “Como ...?” são problemas em que a cartografia temática pode ser utilizada como uma ferramenta imprescindível no planejamento de ocupação e uso do solo e nas tomadas de decisões pelos Poderes Públicos constituídos, visando à alocação dos recursos disponíveis e conduzindo a uma

diminuição das desigualdades sociais.

Por ser o espaço geográfico um complexo “sistema” de equilíbrios móveis, que em um determinado lugar e num momento dado é regulado por causas múltiplas, interdependentes e interativas, elas próprias portadoras de consequências para o futuro, integrando não apenas certo volume espacial, mas, ainda, em certa duração temporal sob a forma de heranças e de potencialidades, a análise e a explicação desses equilíbrios se baseiam na geografia científica, sendo a Cartografia temática a sua expressão gráfica.

Para Martinelli (1991), as representações gráficas do conhecimento humano da superfície terrestre através de cartas e mapas fazem parte do sistema de sinais que o homem construiu para se comunicar com os outros, compondo uma linguagem gráfica, bidimensional, atemporal e destinada à vista, com supremacia sobre as demais linguagens, porque demanda apenas um instante de percepção. Expressam-se mediante a construção da imagem visual modulando as duas dimensões do plano (X ; Y), acrescentadas da terceira dimensão (Z) que fornece a variação da mancha inscrita na posição (X_i ; Y_i).

As imagens visuais têm três (3) modos distintos de implantação: *PONTUAL* – símbolos, representando locais específicos como igrejas, escolas, etc.; *LINEAR* – linhas representando rodovias, ferrovias, estradas, rios, etc.; e *ZONAL* – áreas com limites definidos por linhas.

As coordenadas (X ; Y) no plano fornecem as localizações dos elementos cartográficos em estudo, enquanto as variações visíveis da mancha (Z) podem ser de seis (6) diferentes modos: *TAMANHO* - variação da superfície; *VALOR* – intensidade, do claro para o escuro; *GRANULAÇÃO* – texturas, do mais fino para o mais grosseiro; *COR* – variação corocromática; *ORIENTAÇÃO* – horizontal, vertical ou oblíqua; e *FORMA* – polígonos regulares como quadrados, triângulos, pentágonos, hexágonos, etc..

2.0. Métodos da cartografia temática

A representação dos fenômenos ou fatos identificados e localizados no espaço geográfico pela cartografia temática, obedece aos princípios cartográficos da **seleção** e da **generalização**.

O princípio da seleção baseia-se no fato de que uma carta ou mapa só deve conter aquilo que for importante e fundamental ao conteúdo que se deseja transmitir, evitando-se tudo o que é supérfluo ou assessorio.

O princípio da generalização cartográfica está relacionado com as escalas das representações gráficas e os elementos que nelas devem conter. Por exemplo, um rio com largura média de 5 metros entre as margens, existente em uma localidade que está sendo representada por uma carta ou um mapa em escala de 1:100.000, evidentemente não teria a sua representação gráfica correspondente a essa dimensão, pois ela seria de apenas 0,05 milímetros; entretanto, considerando que a representação desse elemento hidrográfico é importante e não pode ser desprezado, lança-se mão do recurso da **simbologia** das convenções cartográficas para representar esse rio.

Também, utilizando-se da semiologia gráfica, povoados, vilas e cidades, são representadas por símbolos que aparecem na legenda cartográfica.

Algumas vezes o excesso de informações deve ser evitado, quando isto não sacrificar o entendimento que se deseja da carta ou mapa; é o caso, por exemplo, de uma fazenda rural com suas casas, galpões, celeiros, alojamentos dos trabalhadores, etc., em uma carta topográfica em escala de 1: 5.000. Neste tipo de representação, uma fazenda com todas as suas edificações são representadas unicamente por um símbolo relativo ao prédio mais importante no local, que é a sede, mesmo que todas as demais edificações tivessem dimensões compatíveis com a escala referida.

Na cartografia temática as representações corocromáticas quantitativas estão associadas a uma legenda contendo os respectivos intervalos de classes e suas cores correspondentes. Tal legenda deve ser estruturada de modo que permita a leitura e interpretação do conteúdo do cartograma de forma clara, direta e a mais próxima possível da realidade do que está sendo focalizado. Para isto é necessário que o número de intervalos de classes não seja por demais elevado, o que dificultaria o entendimento da mensagem cartográfica; também, não deve ser tão restritivo que prejudique a clareza da informação.

Um conjunto de informações corocromáticas quantitativas restrito à poucos intervalos de classes (por exemplo: dois intervalos) tem um elevado grau de generalização, causando um nível de informação que, embora verdadeiro, disfarça a realidade ao agrupar valores muito diferentes; por outro lado, um agrupamento estatístico de informações distribuídas em muitos intervalos de classes (por exemplo: vinte intervalos) tem um baixo grau de generalização, possibilitando o agrupamento dos valores mais próximos, de modo a ficar mais perto do que existe de fato. Para melhor ilustrar esta afirmação, seja uma análise da “renda per capita domiciliar” da população brasileira, conforme o **Quadro 1**.

Quadro 1 – Renda per capita domiciliar brasileira no ano 2000

RENDIMENTO (SMN)	% SIMPLES	% ACUMULADO
Sem rendimentos	11,7	11,7
até ½	8,0	19,7
Mais de 1/2 até 1	16,6	36,3
Mais de 1 até 2	26,1	62,4
Mais de 2 até 3	12,9	75,3
Mais de 3 até 5	10,9	86,2
Mais de 5 até 10	7,7	93,9
Mais de 10 até 20	3,3	97,2
Mais de 20	1,4	98,6
Sem declaração	1,4	100
Total	100	

FONTE: IBGE (2000)

Pela análise da distribuição do PIB brasileiro com base nesse **Quadro 1**, tendo como referência o Salário Mínimo Nacional – SMN mensal vigente em agosto de 2000, verifica-se que:

- Agrupar as informações desta tabela em dois intervalos de classes significativos implica que: o primeiro intervalo, de 0 SMN até 20 SMN, corresponde ao percentual acumulado de 97,2% do total da população; enquanto o segundo, com rendimentos acima de 20 SMN, corresponde, apenas, aos 2,8% da população total; e
- Este agrupamento revela um elevado grau de generalização, já que inclui em um único intervalo de classe as várias faixas da camada populacional com rendimentos significativamente diferenciados (de 0 à 20 SMN); isto é, há indigentes miseráveis e pobres ao lado das faixas populacionais com rendimentos que lhes garantem viver com dignidade.

O agrupamento destes dados como se encontram, em nível nacional e em dois intervalos de classes serve, apenas, para demonstrar a enorme concentração da renda relativa ao PIB nas mãos de uma pequeníssima parte da população brasileira, enquanto 61,7 milhões de brasileiros têm rendimentos somente até um (1) SMN mensal.

A fim de possibilitar uma visualização da espacialização destas informações em nível mais detalhado é imprescindível reduzir o grau de generalização cartográfica, aumentando o número de intervalos de classes que representam as suas respectivas faixas de rendimentos, seja em termos de Reais, de SMN, ou em Dólares PPC (paridade do poder de compra).

A representação gráfica dos fenômenos e/ou fatos de ocorrência no espaço geográfico, através de agrupamentos estatísticos como no exemplo acima, exige uma prévia avaliação do grau de generalização esperado. Também, é necessário atentar para o fato de que as representações temáticas corocromáticas, sejam qualitativas ou quantitativas, não devem apresentar complexidades nas suas análises; eles devem ser, acima de tudo simples, para que o leitor assimile com facilidade o que se deseja transmitir. Por isto, o número de intervalos de classes não deve ultrapassar a sete (7), salvo quando a redução numérica comprometer o nível da informação.

Experiências científicas em laboratórios demonstram que a memória visual tem dificuldade em armazenar uma grande quantidade de informações sequenciais de objetos. Tais pesquisas revelam que o ser humano normal é capaz de memorizar e repetir uma sequência de informações simples, como diferenças de cores, com alguma facilidade, até dez (10) elementos; acima deste valor a dificuldade aumenta em uma progressão geométrica. Por este motivo, é recomendável que as representações corocromáticas quantitativas fiquem em números inferiores a dez (10) intervalos de classes, sendo o ideal sete (7) intervalos de classes.

2.1 Modos de expressões temáticas

Quanto ao modo de expressão Joly (1990) lista os seguintes tipos de figuras cartográficas temáticas:

- 1) os *mapas* propriamente ditos, construídos sobre uma quadrícula geométrica numa dada escala, segundo as regras de localização (x, y) e de qualificação (z);
- 2) os *cartogramas*, representação descontínua de um fenômeno geográfico quantitativo por representações proporcionais localizadas;

- 3) os *cartodiagramas*, formados por um conjunto de diagramas posicionados sobre uma base cartográfica;
- 4) as *anamorfozes geográficas*, pelas quais, conservando a continuidade do espaço, deformam-se voluntariamente as superfícies reais para torná-las proporcionais à variável considerada. Pode-se, também, como para os mapas representativos da Terra, referir-se à classificação por escala;
- 5) os *mapas detalhados* não podem ter uma escala inferior a 1:100.000; descrevendo superfícies relativamente restritas, eles são muitas vezes publicados em séries que cobrem gradativamente um território determinado;
- 6) os *mapas regionais corográficos*, de 1:100.000 a 1:1.000.000, referem-se a unidades geográficas ou administrativas de dimensão média; no mais das vezes, cada um trata de um assunto específico; podem, portanto, ser divulgados separadamente;
- 7) os *mapas sinóticos*, ou *mapas de conjunto*, em escalas inferiores a 1:1.000.000; como os anteriores, são publicados em folhas isoladas; ou reagrupados em Atlas.

Entretanto, a classificação mais significativa, acrescenta Joly (1990), do ponto de vista metodológico, refere-se ao conteúdo dos mapas. Dessa maneira distinguem-se:

- 8) os *mapas analíticos*, ou *mapas de referência*, que representam a extensão e a repartição de um dado fenômeno, de um grupo de fenômenos aparentados ou de um aspecto particular de um fenômeno, sem outro objetivo além de precisar sua localização (por exemplo: mapas de distribuição da população; mapas das cidades; mapas dos mercados; mapas das redes hidrográficas; mapas das estradas; mapas das ferrovias; mapas de implantações zonais ou corocromáticos, hipsométricos, geológicos, administrativos, etc.);
- 9) tanto uns quanto outros desses mapas podem, além disso, ser simplesmente *qualitativos* ou ao mesmo tempo *quantitativos*; *estáticos*, ou seja, fornecer o estado de um assunto num dado momento, ou *dinâmicos*, isto é, que mostram as modificações produzidas ou que se produzirão em um certo intervalo de tempo.

Martinelli (1991) sugere agrupar os métodos de representação cartográfica temática da seguinte maneira:

- 1) representações qualitativas;
- 2) representações ordenadas;
- 3) representações quantitativas; e
- 4) representações dinâmicas.

De acordo com Libault (1975), os principais métodos da cartografia temática são:

- a) corocromáticos;
- b) pontos de contagem;
- c) figuras geométricas proporcionais;
- d) isarítmicos; e
- e) fluxogramas (fenômenos lineares).

O detalhamento de cada um destes métodos da cartografia temática foge ao escopo da apresentação desta pesquisa. Aqui será abordado, apenas, o método do corocromatismo empregado nas representações quantitativas dos IDH e dos indicadores sociais selecionados na avaliação da qualidade de vida.

2.1. Métodos corocromáticos

As cartas e *mapas corocromáticos* são aqueles que representam através das cores (escalas cromáticas) os fenômenos espaciais identificados e/ou medidos, no âmbito de uma área bem definida, podendo ser dividido em duas categorias:

- a) corocromáticas qualitativas; e
- b) corocromáticas quantitativas.

As corocromáticas qualitativas envolvem aspectos tipológicos, cujas características de ocupação

espacial permitem a representação cartográfica de sua área de abrangência por cores diferenciadas, como por exemplo: as cartas de vegetação, de relevo, de uso do solo, geológicas, geomorfológicas, etc.

As *corocromáticas quantitativas* representam valores referentes a fenômenos que se estendem numa dada superfície, limitada por linhas de contorno político-administrativo, e.x. limites distritais, municipais, estaduais, etc. O símbolo utilizado deve traduzir a relação entre o fenômeno e a área por ele ocupada (densidade). A carta corocromática quantitativa representa as variações de densidade de um fenômeno, expresso pela fórmula:

$$d = N/A \quad \text{onde: } N, \text{ é um valor numérico do fenômeno ou fato; e}$$

A, corresponde a área de ocorrência do fenômeno ou fato.

Este tipo de carta (ou cartograma¹) pode representar, também, relações entre grandezas de mesma espécie ou de espécies diferentes, desde que comparáveis e expressas através de índices ou porcentagens, como é o caso dos IDH e dos indicadores sociais.

As cores juntamente com os símbolos são elementos fundamentais na visualização e compreensão das informações contidas nos mapas, devendo seguir princípios e critérios em sua representação; para isto é necessário seguir normas existentes e preconizadas na cartografia, além de bom senso, evitando sobrecarregá-los.

Qualquer que seja a relação a ser representada, a execução de uma carta corocromática quantitativa exige:

- 1) um quadro estatístico por unidade espacial; e
- 2) uma carta base que represente, de preferência em projeção equivalente, os limites das divisões administrativas relacionadas no quadro estatístico.

Segundo Martinelli (1991), as duas dimensões (X, Y) do plano constituem a referência. É o “mapa base”. A terceira dimensão visual (Z) é explorada para representar o tema, permitindo mostrar modulações de apenas um atributo.








3.0. Cartogramas corocromáticos quantitativos

A distribuição harmoniosa das cores na elaboração de cartogramas merece um cuidado especial na concepção da correlação entre o fato ou fenômeno de ocorrência no espaço geográfico e a percepção do significado das cores através da visão humana.

A correspondência gráfica entre um fenômeno no terreno e a representação cartográfica é realizada por meio de um colorido apropriado. Cada característica será definida por uma cor específica, aplicada a toda a região com a qual se estiver trabalhando.

O esquema da **Figura 1** é um exemplo da organização dos intervalos de classes com suas cores correspondentes e a frequência em cada classe:

Figura 1 – Esquema de legenda em agrupamentos por classes

INTERVALOS	CORES	FREQÜÊNCIA
A.A.A.A a B.B.B.B		(nn)
B.B.B.B a C.C.C.C		(nn)
C.C.C.C a D.D.D.D		(nn)
D.D.D.D a E.E.E.E		(nn)
E.E.E.E a F.F.F.F		(nn)
F.F.F.F a G.G.G.G		(nn)
G.G.G.G a H.H.H.H		(nn)

Adaptação da Fonte: Brewer (1994); Atlas IDH-M Brasil (2003)

Cada cor ou tonalidade, no método corocromático, deve ser perfeitamente uniforme na extensão total da região representativa de um fato ou fenômeno qualitativo ou quantitativo.

O número de combinações realizadas a partir das cores e de suas tonalidades é quase infinito. Hoje em dia, com a facilidade do uso das cores pelos computadores, onde a variação de cada cor primária

¹ Cartograma é a designação das representações dos fatos ou fenômenos naturais e artificiais que ocorrem no espaço geográfico, por meio de gráficos e/ou diagramas, pontos, linhas ou figuras previamente convencionados, inseridos em cartas e/ou mapas base em qualquer escala.

pode ser definida pelos valores de $2^8=256$ cores, combinando-se as cores vermelha (*Red*), com a verde (*Green*) e com a azul (*Blue*) - modelo RGB - é possível obterem-se $2^8 \times 2^8 \times 2^8=2^{24}$, ou 16.777.216 cores verdadeiras (*true color*). Juntando-se a este valor mais as variações nos tons de cinza, entre a cor branca e a preta, tem-se $2^{32}=4.294.967.296$ de cores.

A visão humana não tem capacidade para distinguir tais variações de cores e tonalidades! Contudo, tal recurso constitui um valioso instrumento em análise e interpretação de imagens obtidas por aeronaves tripuladas ou em vôos orbitais e na construção das representações gráficas coloridas.

3.1. Teoria sumária das cores

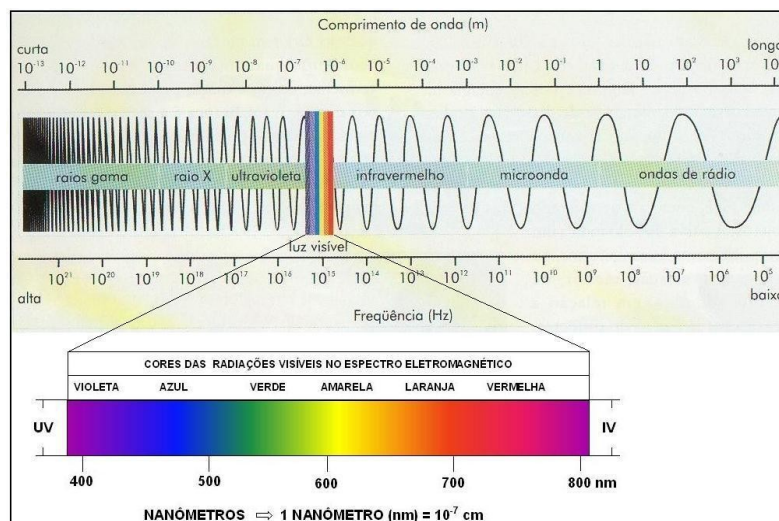
As cores são amplamente utilizadas na cartografia temática para distinguir as variações visíveis da mancha (Z), sejam nas representações qualitativas (tipológicas) ou nas quantitativas, por meio do método conhecido como corocromático. Por esta razão faz-se necessária uma rápida explanação sobre a teoria das cores.

As cores fazem parte do universo perceptível pelo sentido físico da visão humana. O azul do céu e do mar; a brancura das nuvens; a variedade dos coloridos das flores; o verde das florestas; o vermelho do sangue; etc. Inegavelmente, as cores exercem grande influência sobre as pessoas, provocando diversas reações emocionais e fisiológicas, tais como: apetite, inapetência, ódio, excitação, relaxamento, etc.

A Física demonstra que a coloração da luz resulta da variação do período (ou comprimento de onda) da vibração luminosa. A luz solar *branca* é, na realidade, uma mistura de todas as radiações luminosas possíveis e perceptíveis pelo olho humano, sendo que a decomposição pode ser feita através de um prisma de matéria transparente que proporciona ângulos de refração diferenciados em função do comprimento de onda. A **Figura 2** a seguir visualiza o espectro das radiações eletromagnéticas da energia solar e o espectro ótico da luz visível.

O arco-íris é uma repetição natural dessa experiência física. Os comprimentos de onda do espectro de luz visível são muito pequenos, estendendo-se a gama de 380 \AA até 750 \AA ¹ ($0,38\mu\text{m}$ até $0,75\mu\text{m}$; $3,8 \times 10^{-7}\text{m}$ até $7,5 \times 10^{-7}\text{m}$). O espectro ótico estende-se ao infravermelho próximo e ao ultravioleta próximo; estas radiações, apesar de não serem perceptíveis aos olhos humanos, podem ser detectadas por meio de película fotográfica (Willian, et al., 1970).

Figura 2 – Espectro das radiações eletromagnéticas da energia solar e espectro ótico da luz visível



Adaptado da FONTE: Williams et al, 1971.

No espectro ótico os comprimentos de ondas menores correspondem à cor violeta e os maiores às cores avermelhadas. Entre estas duas extremidades a variação é contínua, entretanto, é cômodo apenas destacar as cores que sobressaem.

¹ \AA - Angstrom; Unidade de medida de comprimento, equivalente a 10^{-10} m , utilizada correntemente em óptica e em técnica de raios X.

Esta amplitude total do espectro ótico é denominada de ***gama dupla***. A semi-amplitude é denominada de ***gama simples***.

Um método mnemotécnico de gravar esta sequência consiste em inserir as seis (6) cores do arco-íris (a sétima cor foi acrescentada por superstição do número cabalístico **7**) acompanhando as pontas da estrela de Davi, como na **Figura 3** na página seguinte. O triângulo no primeiro plano inclui as três cores primárias: VERMELHO; AZUL E AMARELO; o triângulo em segundo plano marca as cores obtidas misturando-se duas a duas as primárias.

Desta forma azul com amarela, em partes iguais, dará a verde. À medida que a proporção da amarela aumenta, mantendo-se a quantidade inicial da azul, será obtida uma cor azul cada vez mais esverdeada até atingir uma verde que será mais e mais amarelada. Assim sendo, cada adição da amarela aumenta o comprimento de onda.

Figura 3 – Estrela de seis pontas com as cores do arco-íris



O fenômeno descrito pode ser analisado com o auxílio de um instrumento chamado *espectrômetro*; inversamente, a observação espectrométrica pode ser utilizada para restabelecer qualquer cor já definida pelo comprimento de ondas.

A fim de simplificar e normatizar a utilização das cores foi estabelecida uma convenção internacional, padronizando as três cores primárias que, teoricamente, permite restituir todas as outras cores derivadas; em qualquer país do mundo, as tintas de impressão correspondentes são praticamente iguais. O próprio nome foi padronizado: *cyan* para a cor azul; *magenta* para a vermelha e *yellow* para a amarela (pode-se também dizer amarela primária). As proporções e as intensidades destes três componentes são definidas por meio de coordenadas *tristimulus-cor*. Praticamente, para usos cartográficos, a mistura será realizada em tramas de força diferente de cada uma das cores primárias; existem quadros impressos que permitem escolher entre as combinações mais usuais.

3.2. O simbolismo das cores

O pigmento é a substância que dá cor a tudo o que é material. As folhas das plantas são verdes por terem clorofila; a terra tem cores diferentes em cada região por apresentar composição mineral diferente, e cada mineral tem um pigmento com sua cor própria: o óxido de ferro pode ser **amarelo** ou **vermelho**; o de cobre é **verde**; o de manganês é **marrom**; o de cobalto é **azul**; etc... Até a pele dos seres humanos têm pigmentos, como a melanina que dá a cor de cada um.

Os índios brasileiros usam semente de urucum para colorir o corpo, cabelos e outros artefatos de **vermelho**; do jenipapo, que é um fruto, extraem o **azul**; também usam carvão e terra para pintar de **preto**, **branco** e **amarelo**.

Desenhar, pintar, colorir são formas de expressão, de comunicação que é natural do ser humano. Com o tempo o homem percebeu que podia extrair os pigmentos da natureza e utilizá-los em forma de tinta misturando com resina das árvores, com a clara e a gema de ovos e diferentes tipos de óleo para conservar, transportar e fixar as cores. Pintou sobre pedra, peles de animais e madeira e desenvolveu suportes próprios para a pintura: preparou as paredes com massas especiais, os afrescos; modelou cerâmica e fez azulejos decorados; fez mosaicos com vidros coloridos; telas com tecidos para pintar usando pincéis.

As técnicas de pintura se desenvolveram, se industrializaram e a tecnologia criou os pigmentos

sintéticos. Cores "artificiais", feitas em laboratório, mas tão intensas e belas como as cores naturais que tentam imitar.

As cores pigmento primárias também são chamadas de cores puras, pois não se formam pela mistura de outras cores, mas é a partir delas que todas as demais cores são formadas.

As cores estão presentes em todas as atividades dos seres humanos, produzindo sensações as mais diversas possíveis, dependendo do meio em que se encontram.

As cores quentes tendem para o amarelo e suas matizes com os alaranjados e avermelhados. As cores quentes estimulam a circulação do observador, causando um ligeiro aumento na temperatura do corpo. O amarelo é uma cor alegre, é a cor do verão; o vermelho é o sangue, é vida.

As cores frias tendem para o azul e as matizes entre o verde, azul e violeta. Ao contrário das cores quentes, diminuem a circulação do observador, causando uma ligeira queda na temperatura do corpo. O azul é a calma, a harmonia, a paz, mas também a tristeza e melancolia.

Em princípio, a escolha das cores deveria depender somente do bom gosto e da clareza que pudessem conferir ao desenho cartográfico. Todavia, pelo menos nos países ocidentais as cores evocam vários sentimentos que o cartógrafo não pode desprezar.

Uma noção mais usual sobre a comparação das cores e que corresponde, quase que perfeitamente, é a de calor: o vermelho é considerado como uma cor quente, justificada sob o ponto de vista da Física, ao afirmar que: *“o chamado corpo negro não emite radiações senão com ajuda de uma temperatura elevada: quanto mais quente, mais vivas são as radiações. A temperatura medida em graus Kelvin, é agora característica da brancura das lâmpadas fluorescentes, do papel ... O vermelho aparece, todavia, nas temperaturas mais baixas”*. Já a cor azul é tida como fria.

Parece lógico, segundo Libault (1975), transferir estas considerações para a cartografia. As cores avermelhadas não podem deixar de evocar o Sol, o calor, e serão utilizadas nas cartas tipológicas de vegetação para as árvores e plantas das regiões tropicais e, em geral de clima quente e pouco úmido; as precipitações resultarão em uma representação azulada, de tal modo que as florestas tropicais úmidas podem ser simbolizadas em violeta. O azul puro convém para florestas da zona fria: altas latitudes ou altitudes, sendo todos os verdes possíveis dedicados às regiões temperadas.

Desta forma o sistema não varia, já que faz apelo a uma tipologia bem ordenada para servir de quadro a uma organização das cores.

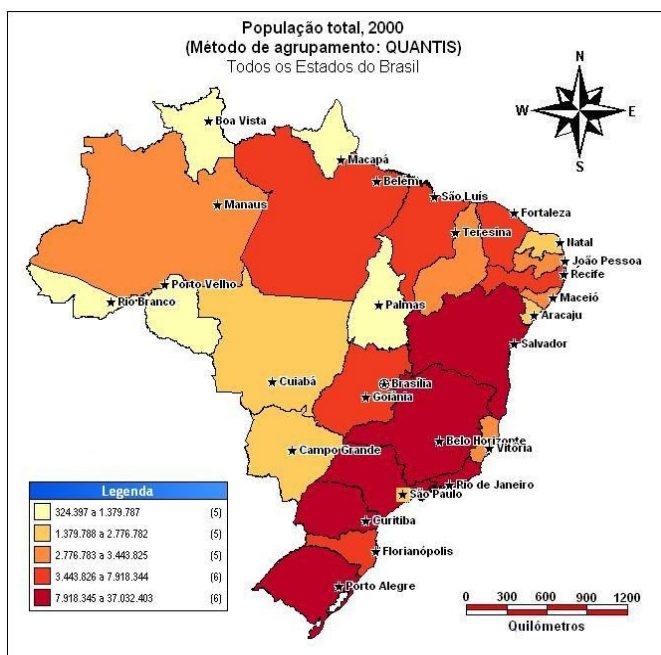
Contudo, é importante considerar esta classificação como uma abordagem cômoda dos fatos, que não será aceita em todos os países. Uma tradição de uso das cores pode se estabelecer, mas uma normalização não conseguirá agregar todas as adesões. Embora a automatização da cartografia, pelo uso atual de microcomputadores que dispõem de bibliotecas padronizadas de cores, leve seus padrões a todos os recantos do mundo. A fixação em grandes linhas, de algumas convenções, deve-se unicamente ao hábito. Mesmo assim, a diferenciação das cores vizinhas dentro da carta ou mapa não é bastante acentuada de tal modo que se torne indispensável acrescentar uma legenda que facilite o significado da cor nas suas áreas de abrangências.

3.3. O princípio essencial do corocromatismo

Qualquer que seja a variável escolhida para a representação temática corocromática quantitativa, os cálculos terão como resultado um quadro estatístico com valores para cada unidade administrativa (Regiões, Estados Municípios, etc.).

O princípio essencial do corocromatismo é a correspondência entre cores e valores. Como não se podem utilizar tantas cores quantos são os valores, há necessidade de agrupar os valores em classes. A relação unívoca e recíproca ligará a cor e a classe: a cada classe corresponderá uma cor e cada cor caracterizará uma classe. A definição torna-se um fator essencial na execução da carta ou mapa.

Os intervalos de classes podem ser determinados tanto pelo domínio do número total de elementos freqüentes (QUANTIS) quanto pelo domínio da variável (AMPLITUDE) em estudo. Por exemplo, representar as populações (variável) dos estados brasileiros mais o Distrito Federal (número total de elementos=27) em cinco (5) intervalos de classes pelo método dos quantis, resulta no agrupamento dos dados onde os três primeiros intervalos de classes contêm os quinze (15) Estados menos populosos, em que cada intervalo tem cinco (5) Estados; os dois (2) últimos intervalos de classes, com seis (6) Estados cada, contêm as doze (12) unidades da federação com as maiores populações, como se vê na **Figura 4** (página posterior).

Figura 4 – Cartograma elaborado pelo método de agrupamento dos Quantis

Adaptação da FONTE: ADHB/PNUD/Brasil, 2003

No **Quadro 2** infra visto, verifica-se a variação das Progressões Geométricas e Aritméticas, ou seja, **PG** e **PA**, juntamente com as respectivas razões de distribuição.

O **Quadro 2** mostra as variações dos escalões em Progressões Geométrica e Aritmética e suas respectivas razões.

Quadro 2– Intervalos de classes variáveis

Intervalos de classes escalonados em Progressão Geométrica (PG)			Intervalos de classes escalonados em Progressão Aritmética (PA)		
Classe	Intervalo (razão=2)	Média da classe	Classe	Intervalo (razão=7)	Média da classe
1	1	1,5	0	7	3,5
2	2	3	7	14	7
4	4	6	14	21	14
8	8	12	21	28	21
16	16	24	28	35	28
32	32	48	35	42	37,5
64	64	96	42	49	45,5
128					

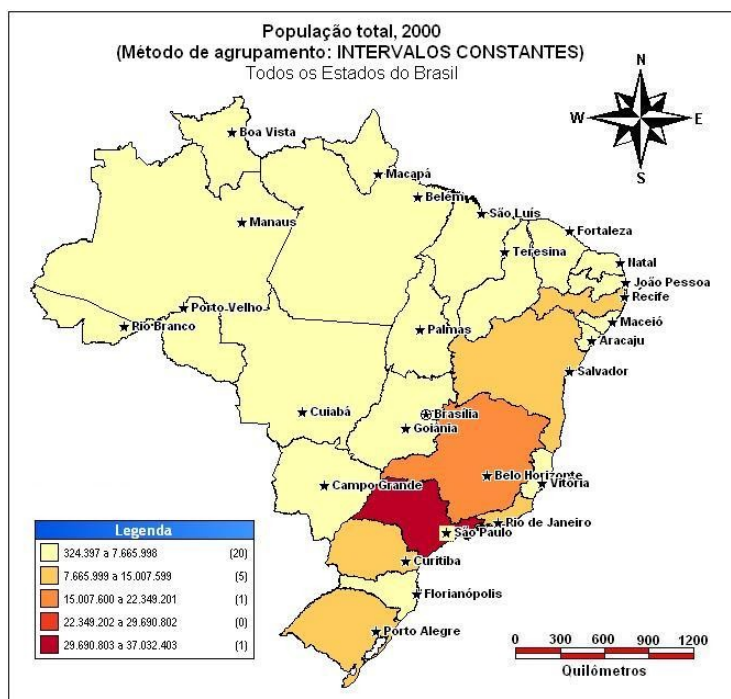
Adaptação da FONTE: Libault, 1975.

O critério é de fácil compreensão; sendo suficiente que uma redução proporcional da área suposta homogênea não modifique o resultado.

Desta forma, todas as taxas de evolução dinâmica da população como: natalidade, mortalidade, nupcialidade, fecundidade, esperança de vida ao nascer, vivência em domicílios subnormais, etc. são valores relativos, susceptíveis de representação corocromática. Com efeito, tais valores resultam da

proporção por 100 ou por 1000 habitantes.

Figura 5 – Cartograma elaborado pelo método de agrupamento com Intervalos Constantes



Adaptação da FONTE: ADHB/PNUD/Brasil, 2003

3.4 A utilização gama de cores nas representações temáticas quantitativas

A escolha da gama de cores deve levar em consideração as condições do estabelecimento das classes. Deste modo, é certo que uma variação crescente dos escalões deve corresponder a uma gama colorida também crescente com regularidade.

A gama de cores pode ser de variação simples ou dupla. Na variação pela **gama simples** a cor base será única: azul, ou verde, por exemplo, e a diferenciação resultará da modificação dos tons de uma **única cor base** escolhida; escalões mais baixos correspondendo a tonalidades mais fracas; para escalões mais altos tonalidades mais fortes. A gama simples também pode empregar cores diferentes para representar valores crescentes; para isto é necessário seguir sempre na mesma direção a partir da inicial, por exemplo: começando com amarelo passa para os verdes, azul-violeta, ou por outro lado, segundo os comprimentos de ondas, passa do amarelo até as cores laranja e vermelha, como visto acima na **Figura 5**.

A correspondência das cores pela gama dupla é usada quando se pretende destacar os valores **máximos e mínimos** de determinado tema proporcional. Assim sendo, é mais expressivo organizar a ordem das cores de modo a atribuir tonalidades mais fortes às duas extremidades da gama, com transições do violeta (valor máximo) ao azul, ao verde, passando pelos tons de amarelo, que correspondem aos valores médios, aos alaranjados, atingindo o vermelho-escuro ou castanho-escuro (valor mínimo). As transições exigirão as cores compostas: verde e laranja. Esta gama freqüente, bem distinta, deverá ser ainda mais utilizada; é também, graficamente econômica, pois pode ser realizada somente com três cores de impressão, bem combinadas.

Algumas vezes quando se pretende destacar com ênfase os valores máximos e mínimos e não se consegue com a gama dupla pelo método dos intervalos constantes, utilizam-se os métodos da variação dos escalões dos intervalos de classes em progressão aritmética ou progressão geométrica.

4.0 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

4.1 Conclusão

Uma análise sobre fenômenos e/ou fatos de ocorrências no espaço geográfico, expressos através de números contidos em planilhas de dados é uma tarefa bastante difícil, principalmente se a quantidade

de elementos espaciais é grande e organizada por ordem alfabética podendo mesmo até impossibilitar tal exame.

Representar a qualidade de vida humana através da espacialização das diversas realidades que vislumbramos e verificamos em toda a extensão do território brasileiro, é uma função de enorme complexidade, pela dificuldade em analisá-las e representá-las em virtude de suas subjetividades.

Para solucionar problemas desta natureza a Cartografia Temática dispõe de meios para a representação dos dados espaciais mencionados, através de cartogramas corocromáticos qualitativos e/ou quantitativos, facilitando a sua visualização e possibilitando a leitura, seguida de análises e interpretações dos fenômenos e fatos ocorridos no espaço geográfico.

Esta metodologia também é aplicável em nível Municipal, desde que se disponha dos dados censitários das populações por Distritos e Bairros.

4.2. Recomendação

Como ficou claramente demonstrado na elaboração de cartogramas pelo princípio essencial do corocromatismo, os métodos de agrupamentos de dados dos fenômenos de ocorrência no espaço geográfico, quantitativos e/ou qualitativos empregados neste artigo, mostraram-se eficazes na visualização da distribuição espacial da população brasileira nos Estados brasileiros. Os métodos de agrupamentos, em ordem prioritária de aplicação foram os seguintes:

- a) agrupamento dos escalões por INTERVALOS CONSTANTES (IC);
- b) agrupamento dos escalões por PROGRESSÃO ARITMÉTICA (PA); e
- c) agrupamento dos escalões por PROGRESSÃO GEOMÉTRICA (PG).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, Múcio Piragibe Ribeiro de. **Cartografia – noções básicas**. Ed. M. Marinha – DHN, Rio de Janeiro, 1965.
- JOLY, Fernand. **A Cartografia; tradução** Tânia Pellegrini. Ed. Papirus, Campinas, 1990.
- LIBAULT, André. **Geocartografia**. Ed. Nacional, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.
- LIMA, Obéde Pereira de. **Proposta metodológica para o uso do Cadastro Técnico Multifinalitário na Avaliação de Impactos Ambientais**. Florianópolis, SC, 1999, xvi, 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, 1999.
- LIMA, Roberval Felipe Pereira de. **Espacialização dos Índices de Desenvolvimento Humano – IDH por cartogramas corocromáticos estatísticos**. Florianópolis, SC, 2006. xix, 186p. il. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, 2006.
- MARTINELLI, Marcello. **Curso de Cartografia Temática**. Ed. Contexto, São Paulo, 1991.
- SILVA, Isabel de Fátima Teixeira; FREITAS, Anna Lúcia Barreto de; MAGALHÃES, Wolmar Gonçalves; AUGUSTO, Moema José de Carvalho; OLIVEIRA, Marco Antônio de. **Noções Básicas de Cartografia**. IBGE, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <
<http://www IBGE.gov.br/cartografia/manualnoçõesbásicasdecartografia> >. Acessado em: 10 Jan 2002.
- RAISZ, Erwin. **Cartografia Geral**, Tradução SCHNEIDER, Neide M. & NEVES, Péricles Augusto Machado; Revisão MEYER, Celso Santos. Ed. Científica, Rio de Janeiro, 1969.