



Delimitação de áreas para a gestão ambiental: uma contribuição ao estudo das bacias hidrográficas urbanas

N° 20060301
Março - 2006

Elizabeth Kohnert Linhares - Escola Nacional de Ciências Estatísticas/IBGE



PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO
Secretaria Municipal de Urbanismo
Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos

EXPEDIENTE

A **Coleção Estudos Cariocas** é uma publicação virtual de estudos e pesquisas sobre o Município do Rio de Janeiro, abrigada no portal de informações do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos da Secretaria Municipal de urbanismo da Prefeitura do Rio de Janeiro (IPP) : www.armazemdedados.rio.rj.gov.br.

Seu objetivo é divulgar a produção de técnicos da Prefeitura sobre temas relacionados à cidade do Rio de Janeiro e à sua população. Está também aberta a colaboradores externos, desde que seus textos sejam aprovados pelo Conselho Editorial.

Periodicidade:

A publicação não tem uma periodicidade determinada, pois depende da produção de textos por parte dos técnicos do IPP, de outros órgãos e de colaboradores.

Submissão dos artigos:

Os artigos são submetidos ao Conselho Editorial, formado por profissionais do Município do Rio de Janeiro, que analisará a pertinência de sua publicação.

Conselho Editorial:

Ana Paula Mendes de Miranda, Fabrício Leal de Oliveira, Fernando Cavallieri e Paula Serrano.

Coordenação Técnica:

Cristina Siqueira e Renato Fialho Jr.

Apoio:

Iamar Coutinho

CARIOCA – Da, ou pertencente ou relativo à cidade do Rio de Janeiro; do tupi, “casa do branco”. (Novo Dicionário Eletrônico Aurélio, versão 5.0)

DELIMITAÇÃO DE ÁREAS PARA A GESTÃO AMBIENTAL: UMA CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS¹

*Elizabeth Kohnert Linhares** - Escola Nacional de Ciências Estatísticas/IBGE

Introdução

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, realizada em Estocolmo, ocorreu há 30 anos, neste ínterim, sediamos no Brasil a “ECO 92”, mesmo assim, os problemas gerados pela urbanização desordenada permanecem e é evidente o progressivo desgaste da máquina administrativa no sentido de fornecer respostas à velocidade que os efeitos negativos da ocupação exigem e, desta forma, por força das circunstâncias, a questão ambiental urbana permanece tão atual como nos anos 70.

A dificuldade na solução dos problemas que envolvem a degradação das áreas urbanas decorre, principalmente, do fato de que as informações de áreas temáticas que prestam subsídios ao planejamento são produzidas a partir de uma visão fragmentada do ambiente. Devemos considerar também que ainda é recente a disseminação de uma ideologia ambiental mais integradora na sociedade e vivemos um momento de transformações.

Um dos maiores desafios a superar, atualmente, é “um problema de ordem prática na integração de dados culturais e ambientais”, (ODUM - 1972, p. 564). Esta afirmação é ratificada por Hogan (1993, p. 296) ao considerar a necessidade de “conciliar os limites de ecossistemas com unidades usuais de análise” na pesquisa demográfica, porque como afirma o autor “estrutura e função dos ecossistemas não são capturadas pelos indicadores usuais agregados de acordo com os limites político-legais”.

As informações disponíveis estão referenciadas a limites político-administrativos (cidades, bairros, regiões administrativas, etc.) ou a unidades ambientais (ecossistemas, bacias hidrográficas, formações vegetais, etc.). Diante deste fato, visando contribuir para o preenchimento da lacuna resultante desta incompatibilidade entre unidades de análise, sugerimos unir as informações produzidas em pesquisas estatísticas a dados produzidos em unidades ambientais usando agregados de setores censitários para formar unidades territoriais de análise que contemplem informações socioambientais.

O método proposto teve como objetivo investigar a validade na criação de agregados de setores censitários para o estudo de unidades ambientais mantendo a integridade dos limites de ambos. Escolhemos como área piloto uma bacia hidrográfica situada entre as coordenadas 22° 54' 20" S e 22° 57' 30" S e 43° 22' 30" W e 43° 18' 45" W, trecho que abrange parte da XVI Região Administrativa de Jacarepaguá e da

¹ Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais, da Escola Nacional de Ciências Estatísticas como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

* Bióloga. Escola Nacional de Ciências Estatísticas/IBGE – Gerência de Pós-graduação Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rua André Cavalcante, 106, sala 107– 20231-050 - Santa Teresa, Rio de Janeiro – RJ Tel: 055 21 2142-4693, Fax: 055 21 2514 0501, e-mail: linhares@ibge.gov.br.



XXXVIII Região Administrativa da Cidade de Deus, localizadas na zona oeste do Município do Rio de Janeiro.

Para a escolha de uma unidade ambiental observamos as diretrizes gerais de ação para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433, Cap. III, Art. 3º) que determinam, entre outras medidas, que a gestão sistemática dos recursos hídricos do País deve considerar a quantidade, a qualidade da água e a diversidade regional em seus aspectos físicos, bióticos, demográficos, econômicos, sociais e culturais.

A opção por este sítio tipicamente urbano em que o processo acelerado de ocupação nas últimas décadas contribuiu para majorar antigos déficits do homem para com o meio ambiente, se apóia no fato evidenciado por Tucci (1995), de que as enchentes ampliadas pela urbanização ocorrem nas bacias de pequeno porte.

Nas Regiões Metropolitanas a degradação ambiental é visível. Nas áreas de expansão da franja urbana é intensa a atuação de especuladores que tornam o acesso ao solo urbano proibitivo. Isto induz a um aumento das ocupações irregulares e à falta de saneamento adequado, contribuindo para sufocar os rios urbanos entre construções e lixo, transformando-os em valas a céu aberto.

As alterações na dinâmica da ocupação humana são evidenciadas pela malha de setores, a cada 10 anos, quando os polígonos são ajustados para o censo. É neste momento que eles retratam o crescimento populacional e a dinâmica espacial. À primeira vista eles parecem não oferecer os ricos conteúdos velados por suas linhas, porém através deles, podemos visualizar no território a história da ocupação humana contada sob um enfoque diferente - o geométrico.

A malha de setores é um reflexo do processo de crescimento da ocupação humana. Desta forma é útil como instrumento na investigação na escala intraurbana, porque fornece um espelho semiológico da cidade, onde cada polígono encerra um conjunto de domicílios definidos conceitualmente na fase de planejamento do Censo.

Em decorrência deste princípio de similaridade os setores podem subsidiar análises para melhorar o conhecimento de unidades ambientais onde algum processo antrópico esteja em desenvolvimento e acompanhar a evolução do quadro através dos padrões de distribuição dos fenômenos sociais.

A comparação entre as malhas de setores dos censos demográficos de 1980 e 2000 teve como objetivo ressaltar a qualidade dos setores censitários como instrumentos aptos a prestar subsídios em estudos sobre a dinâmica territorial, evidenciando as práticas espaciais ocorridas no período intercensitário, sendo também útil ao monitoramento de qualquer unidade ambiental, associando as variáveis ambientais, disponíveis ou produzidas, aos dados socioeconômicos, tradicionalmente colhidos a cada censo.

1 - O método proposto

O limite e os pontos cotados da bacia hidrográfica foram delimitados em carta planimétrica e transferidos para a carta digital em ambiente MICROSTATION. Posteriormente o contorno da bacia foi importado para o ambiente ATLASGIS com vistas à sua utilização como critério para a seleção dos setores censitários, para comparar a evolução do número de setores e de domicílios, entre 1980 e 2000 e buscar evidências para a análise de impactos observados em pesquisa de campo.

Na confecção dos setores de 1980 usamos como ponto de partida a relação de setores de 1991 existentes na bacia que já haviam sido levantados em um estudo anteriormente elaborado na área. Em seguida, consultamos uma tabela de



comparabilidade para obter a numeração correspondente aos setores de 1980 para a bacia em estudo. As cadernetas de campo da Agência do IBGE em Jacarepaguá forneceram os croquis e os descritores dos limites setoriais. Estas anotações foram usadas para desenhar os polígonos de 1980 em meio digital sobre a malha de setores de 1991. Os contornos foram posteriormente retificados de acordo com o mapa dos setores do censo 2000, fornecido pelo IBGE. As malhas de setores foram transferidas para o ambiente ATLASGIS e organizadas em níveis referentes a cada censo. Os sistemas de projeção cartográfica foram unificados automaticamente em ambiente ATLASGIS para UTM - 23, de acordo com o padrão adotado para o Censo 2000.

A delimitação da unidade socioambiental se deu a partir de um recorte espacial executado na malha do censo 2000 usando o limite da bacia como orientação (figura 1). Os setores foram selecionados através de uma ferramenta do ATLASGIS (*query*) formando um agregado de polígonos inclusos na bacia ou em seu perímetro. Optamos pelo método “touching” expressão definida no manual do software como uma região que se sobrepõe, está incluída em parte, no todo ou tem um ponto ou vértice em comum com a camada de origem.

Os polígonos selecionados deram origem a um agregado preliminar, ainda passível de redefinição de acordo com as características da bacia em estudo, como mostra a figura 2. Os setores novos foram avaliados considerando a posição e a localização de cada um deles em relação ao perímetro da bacia. Cinco setores foram excluídos porque tinham mais influência sobre as bacias vizinhas do que sobre a área em estudo (figura 3). Três setores foram copiados da camada de setores de 2000 para a nova área de gestão, porque foram considerados representativos para o conjunto da bacia. Dois estavam inclusos em setores selecionados durante a criação, mas nenhum de seus vértices tocava o perímetro da bacia. Um deles foi incluído por se tratar de uma comunidade carente em franca expansão nos divisores da bacia – a favela do Inácio Dias (figura 4).

Os dados estatísticos e ambientais, a seguir, foram organizados e vinculados a um número identificador correspondente às unidades geográficas em estudo para possibilitar a associação aos arquivos gráficos em ATLASGIS. Por isso, o vínculo utilizado na elaboração das tabelas de dados, foi o código do setor para manter a correspondência com as unidades geográficas do censo.

Censo Demográfico 1980

- Domicílio particular permanente
- População total
- Aglomerado urbano

Censo Demográfico 2000

- População residente
- Domicílio particular permanente
- Forma de abastecimento de água do domicílio particular permanente (Rede geral, Poço ou nascente na propriedade e Outra)
- Tipo de esgotamento sanitário do domicílio particular permanente (Fossa séptica, Fossa rudimentar, Vala, Rio, Lago ou mar, Outro escoadouro)
- Destino do lixo proveniente do domicílio particular permanente (Enterrado na propriedade, Jogado em terreno baldio ou logradouro, Jogado em rio, lago ou mar, Outro destino)
- Rendimento nominal mensal de trabalho
- Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes



- Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento
- Anos de estudo do responsável pelo domicílio com número de anos de estudo

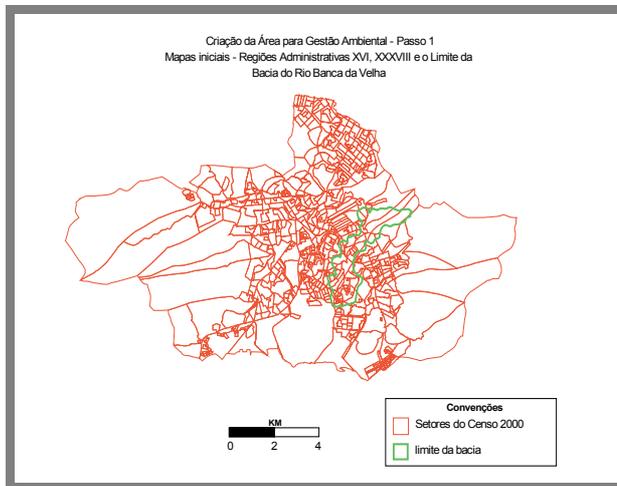


Figura 1 – Malha de setores de Jacarepaguá e o limite da bacia

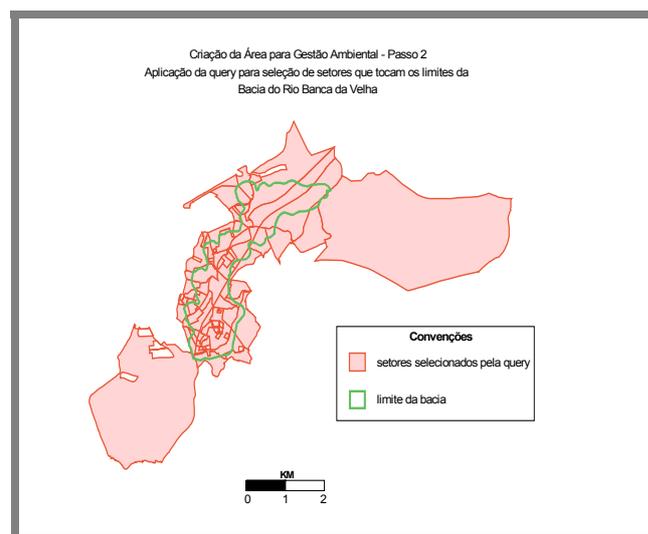


Figura 2 – agregado de polígonos produzidos na aplicação da ferramenta ATLASGIS

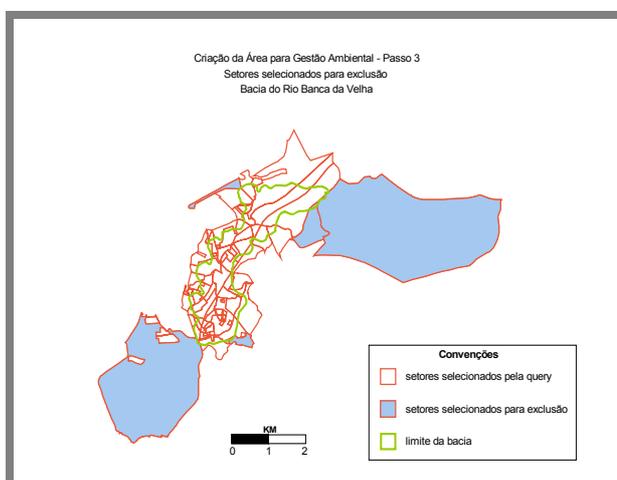


Figura 3 – setores excluídos

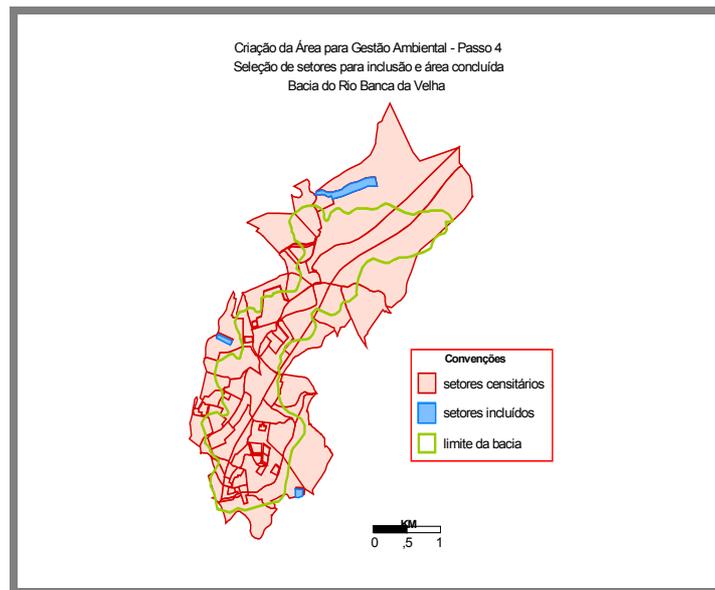


Figura 4 – setores incluídos compondo a área delimitada para a de gestão ambiental

Variáveis obtidas em campo

- ocupação no divisor
- atividades erosivas em encostas
- assoreamento das margens do rio
- depósito clandestino de lixo
- edificações em trecho inundável ou margem de rio
- edificações em área de risco nas encostas
- estreitamento de canal
- loteamento irregular
- aglomerado subnormal
- trecho de canal principal do rio ou de afluentes no setor

Em gabinete usamos dados censitários e parâmetros consagrados pela literatura específica ao tema, para determinar setores com trechos de declividade maior que 25%, o percentual de áreas verdes e os fatores decorrentes da presença humana que afetam diretamente o meio ambiente como a poluição orgânica, as condições de saneamento e outras inerentes às condições socioeconômicas da população local.

Cabe ressaltar que as variáveis colhidas em campo foram armazenadas e padronizadas para destacar a presença do impacto negativo no setor censitário. Aquelas produzidas a partir de cálculos derivados da composição de dados censitários e parâmetros consagrados pela literatura científica foram construídas usando a mesma linha de interpretação e, por isso, precisaram ser padronizadas.

Variáveis trabalhadas em gabinete

- declividade
- áreas verdes
- poluição orgânica potencial
- saneamento básico inadequado
- densidade domiciliar
- densidade na área construída
- rendimento médio per capita
- média de anos de estudo da pessoa responsável pelo domicílio

Algumas informações ambientais foram produzidas em gabinete, outras foram obtidas em campo e precedidas de um planejamento estratégico que incluiu a definição do roteiro marcando, em carta planimétrica convencional, os pontos de visita ao longo da bacia em função das áreas que sofreram intervenção da prefeitura entre os anos de 1998 e 2001, devido aos constantes transbordamentos ocorridos na bacia em estudo desde 1996.

Definimos como efeitos impactantes aqueles produzidos por interferências humanas e que podem ser de caráter positivo ou negativo quanto ao resultado da interação com os processos naturais de um ecossistema (DREW, 1986). Neste estudo, evidenciamos apenas os impactos negativos e que podem ser danosos ao meio ambiente, visando posteriormente analisar a similaridade entre os setores quanto aos eventos constatados.

A partir dos resultados obtidos e a fim de unificar as variáveis, construímos uma matriz binária contendo 73 linhas e 14 colunas. As linhas correspondendo aos setores censitários de 2000 utilizados na construção da área de gestão ambiental e as colunas se referindo às variáveis geradas em observações de campo e dados calculados em gabinete. Atribuímos uma sigla para cada variável como consta na tabela 1.

A matriz foi submetida a uma análise exploratória de dados. Escolhemos a análise de agrupamento, conforme orientação contida em Johnson & Wichern (1982) e Valentin (2000), para verificar se havia ou não semelhança entre os setores censitários, a partir dos impactos registrados para a área de gestão ambiental. Cabe frisar que as técnicas exploratórias conduzem à necessidade de decisões, tanto sobre o método mais adequado, quanto sobre o que desejamos obter como resultado.

Tabela 1

Variáveis da matriz e siglas correspondentes		
	Nome da Variável	Sigla
1	aglomerado subnormal	AGL
2	loteamento irregular	LIG
3	ocupação no divisor > 60%	ODI
4	atividades erosivas e edificações em encostas	AEE
5	atividades erosivas e edificações nas margens do rio	AMR
6	depósito clandestino de lixo	LIX
7	declividade >25%	DCL
8	área verde < 40%	AVD
9	poluição orgânica potencial	POG
10	saneamento básico inadequado	SBI
11	densidade domiciliar	DDM
12	rendimento médio per capita	RMC
13	média de anos de estudo da pessoa responsável pelo domicílio	MAE
14	densidade na área construída	DAC

Fonte: elaborado e organizado por Elizabeth Kohnert Linhares (2002)

Usamos o programa SPSS para calcular as medidas de similaridade fornecidas pelas fórmulas de Jaccard e Dice ou Sorensen e as distâncias obtidas pelo cálculo de Lance e Williams ou distância de Bray-Curtis, todos exclusivos para dados binários.

Estas medidas foram escolhidas para evidenciar os impactos dominantes na bacia e porque elas excluem os pares nulos na comparação entre os setores.

As fórmulas foram selecionadas com base em Valentin (op.cit.) sobre os dados binários, que afirma que o excesso de pares nulos pode levar “a uma falsa conclusão sobre a semelhança de grupos” (VALENTIN, op. cit. p. 26). Visamos, com o método escolhido, evitar este problema, buscar uma identidade entre os elementos da área de gestão proposta e formar grupos ecologicamente mais coerentes, de acordo com a realidade ambiental da bacia hidrográfica em estudo.

No caso desta unidade ambiental, as amostras estão representadas pelos setores censitários e os eventos impactantes são as variáveis. As freqüências de ocorrências e ausências de eventos impactantes entre as amostras ou setores, foram organizadas a partir de uma tabela de contingência onde podemos comparar as duplas presenças dos eventos (1-1), os casos discordantes (1-0) e (0-1) e as duplas ausências (0-0) de impactos.

Os coeficientes de similaridade de Dice ou Sorensen foram produzidos pela fórmula 1. Este processo exclui as duplas ausências e atribuí peso duplo aos pares coincidentes de presenças ao comparar duas amostras. Demos preferência a este método entre os demais porque ele valoriza a ocorrência simultânea de eventos e desta forma seria possível indicar setores com o mesmo conjunto de impactos.

A fórmula 2, referente à matriz de distâncias de Lance e Williams ou Bray-Curtis, também exclui as duplas ausências. Este método foi escolhido porque sofre a influência dos eventos dominantes no universo analisado e aponta os impactos mais freqüentes entre os setores analisados

Aplicamos estes dois métodos porque são complementares e quando subtraímos 1 dos valores encontrados no cálculo das distâncias de Bray-Curtis, obtemos os coeficientes de similaridade de Dice ou Sorensen. Apresentamos, abaixo, as fórmulas utilizadas:

$$\text{Fórmula 1} \quad \text{Dice ou Sorensen} = \frac{2a}{2a + b + c}$$

$$\text{Fórmula 2} \quad \text{Lance e Williams ou Bray-Curtis} = \frac{b + c}{2a + b + c}$$

Nas fórmulas 1 e 2, **a** é a soma das duplas presenças, para dois setores comparados (1 – 1) com peso duplo no método de Dice tanto no numerador e como no denominador. **b** e **c** são os pares discordantes entre os setores, correspondendo respectivamente a (1 - 0) e (0 – 1).

Ao aplicar o método de Lance & Williams, quanto mais o coeficiente resultante se aproxima de 1, maior é a distância entre os elementos comparados. No método de Dice, quanto mais o coeficiente se aproxima de 1 maior a semelhança ou similaridade entre os elementos de um grupo.

Para cada matriz de coeficientes de similaridade e de distância construímos dendogramas usando o método de associação pela média aritmética intragrupos ou de associação média e o método de ligações completas. No primeiro caso, os grupos do dendograma foram formados pela distância média entre os pares de coeficientes de similaridade ou distância, comparados entre si, e entre as distâncias médias dos grupos da amostra. De acordo com Johnson, & Wichern (1982 p.552 e 553), neste processo os elementos só entram na composição de um grupo quando possuem maior similaridade ou igual distância média em relação a todos os elementos do grupo. A

associação entre os objetos de um grupo foi calculada pela fórmula 3 (JOHNSON, & WICHERN, op. cit. p. 553).

$$\text{Fórmula 3} \quad d_{(AB)C} = \frac{\sum \sum d_{ik}}{N_{AB}N_C}$$

Para aplicar a fórmula, primeiro encontramos os elementos mais similares ou mais distantes entre os casos comparados, por exemplo, A e B, e formamos o cluster AB. Em seguida, a distância entre AB e um cluster C é calculada pela fórmula acima, onde d_{ik} é a distância entre o objeto i do cluster AB e o objeto k do cluster C. N_{AB} e N_C são o número de itens presentes nos cluster AB e C, respectivamente.

No segundo método, também conhecido como método do vizinho mais distante, os valores dos coeficientes são comparados e a fusão de um elemento a um grupo ocorre por comparação de coeficientes entre todos os elementos de um grupo (VALENTIN, op. cit. p.56)².

Na representação gráfica do dendograma usamos o default do software SPSS que adota uma escala de proporções distribuindo os coeficientes entre 0 e 25 mantendo, entretanto, as razões pré-existentes entre os valores apurados. Os grupos formados pelos setores foram categorizados e os valores atribuídos aos setores foram relacionados em planilhas EXCEL 4.0. Em seguida, foram migrados para ambiente ATLASGIS, para a confecção de mapas e avaliação dos grupos resultantes da análise exploratória. Após a definição e o mapeamento dos grupos formados observamos se havia alguma correspondência entre as áreas mais afetadas pela dinâmica espacial ao longo do período de 20 anos e os grupos de setores formados a partir da análise dos impactos.

2 - A evolução da malha de setores de 1980 a 2000

Em 1980 o agregado de setores censitários era formado por 49 polígonos que ocupavam uma área de 19,98 km². Seguindo o mesmo critério e mantendo como referência fixa o contorno da bacia que possui 5km² de área, a unidade de gestão criada a partir de setores do censo 2000 resultou em 73 setores e, embora o número de setores tenha crescido cerca de 49%, o novo agregado apresentou uma área 55% menor em relação à de 1980, com 9km² ao todo, ainda assim, excedendo o limite da drenagem em cerca de 44%.

Comparando as informações da tabela 2 temos que a média de domicílios por setor em 2000 se manteve quase a mesma de 1980 e, como é possível notar, o incremento de unidades domiciliares foi da ordem de 49% na nova área de gestão. A população acompanhou esta tendência apresentando um crescimento de 28% e desta forma o que ocorreu foi que o processo de ocupação na área de estudo culminou em uma área menor, com maior número de domicílios e maior contingente populacional.

A coincidência de limites entre os agregados produzidos e a bacia não era esperada, contudo, a área formada pelos setores de 1980, ficou quatro vezes maior do que a área da bacia do rio Banca da Velha. Isto se deveu principalmente a inclusão do setor que abrange parte da Serra dos Pretos Forros e ao fato de que a maioria dos setores censitários, naquela apuração demográfica, possuía dimensões bem maiores que a dos polígonos delimitados para o Censo 2000.

² $D_{(AB)C} = \max \{D_{AC}, D_{BC}\}$ onde, D_{AC} e D_{BC} são as distâncias entre os membros mais distantes dos grupos AC e BC, respectivamente. Este procedimento foi descartado após os resultados obtidos no mapeamento dos grupos.

No ano de 1980 a região se caracterizava por grandes vazios demográficos, as propriedades particulares eram maiores e ainda existiam sítios, a população era de 356.349 habitantes e a densidade de 2,78 hab/km²(IBGE, 1980). O incremento populacional ocorrido em 20 anos elevou o número de habitantes para 507.698 residentes (IBGE, 2000) e a densidade para 3,97 hab/km².

A região de Jacarepaguá que possuía 368 setores alcançou, em 20 anos, o número de 652 polígonos. Isto representa um incremento de 77% em termos de novas inclusões na malha censitária. A ocupação na bacia do rio Banca da Velha começou no século XVI e levou cerca 400 anos para atingir o montante de 50.000 habitantes. Somente o incremento populacional, a partir de 1980, foi responsável pelo acréscimo de mais de 10.000 habitantes.

Tabela 2

Comparação de dados censitários na área de gestão criada para a bacia do rio Banca da Velha nas pesquisas demográficas de 1980 e 2000.

ano	área de gestão criada a partir dos setores (km ²)	nº setores	população residente	domicílios	média de domicílios por setor
1980	19,98	49	39.421	10.048	205
2000	9,4	73	50.261	15.174	208

AREA DA BACIA DO RIO BANCA DA VELHA = 5 KM²

Fonte: IBGE – Censos Demográficos de 1980 e 2000.

O recorte criado com os setores censitários do censo 2000, usando como referência o limite da bacia hidrográfica do rio Banca da Velha, possui uma área de 9,4 km². Cerca de 80% dos 73 setores, 26 polígonos, estão situados nos divisores ou fazem parte dos limites da bacia e somam uma área de 7,31km².

Os processos que se encontram em andamento, nestas áreas, necessitam de monitoramento constante e podem afetar simultaneamente duas ou mais drenagens que possuem divisores comuns. A indicação dos setores situados nos divisores da bacia se constitui, portanto, em uma contribuição à gestão ambiental do território. Foi possível observar que a fragmentação dos setores contribuiu para que o conjunto de agregados se ajustasse mais aos limites da drenagem.

No período de 1980/2000 surgiram grandes adensamentos populacionais no baixo curso do rio Banca da Velha, como mostra o mapa da figura 5. O estudo do número de fragmentações mostra que 34,6% dos setores do censo de 1980, sobre a área da bacia, sofreram menos de 3 divisões, correspondendo a 17 setores. A maioria registrou entre 3 e 5 fragmentações, correspondendo a 23 setores ou 46,9% dos polígonos, 6 sofreram de 6 a 10 divisões e três apresentaram entre 10 e 18 parcelamentos no período analisado.

Os seis setores com índice de fragmentação entre 6 e 10 divisões estão concentrados no alto curso. Isto se constitui em uma combinação desfavorável, porque são regiões mais íngremes, com alto percentual de declividade³ e mais predispostas a processos erosivos. Entre elas se encontra a área onde foi registrada a mineração de saibro e é a que mais tem contribuído para o assoreamento do canal principal do rio, durante as chuvas de verão, devido ao carreamento de grande quantidade de material intemperizado desprendido durante as atividades.

³ Para ver os percentuais de declividade dos setores situados não alto curso consulte o apêndice 2.(n.d.a)

Nas observações de campo foram registradas ocupações desordenadas como loteamentos irregulares e favelas ao longo de todo o curso. Os setores divisores, quando fragmentados, podem acelerar os problemas impactantes porque também liberam material intemperizado durante o processo de ocupação, que é levado para as áreas mais baixas, contribuindo para o assoreamento do rio e entupimento de galerias de escoamento.

As áreas mais atingidas pelas sucessivas divisões estão situadas na Cidade de Deus e na Gardênia Azul, bairros que foram foco das políticas habitacionais na década de 80 e sofreram rápida transformação. São também terras de várzea desvalorizadas pela posição que ocupam e que podem, vez por outra, sofrer inundações naturais.

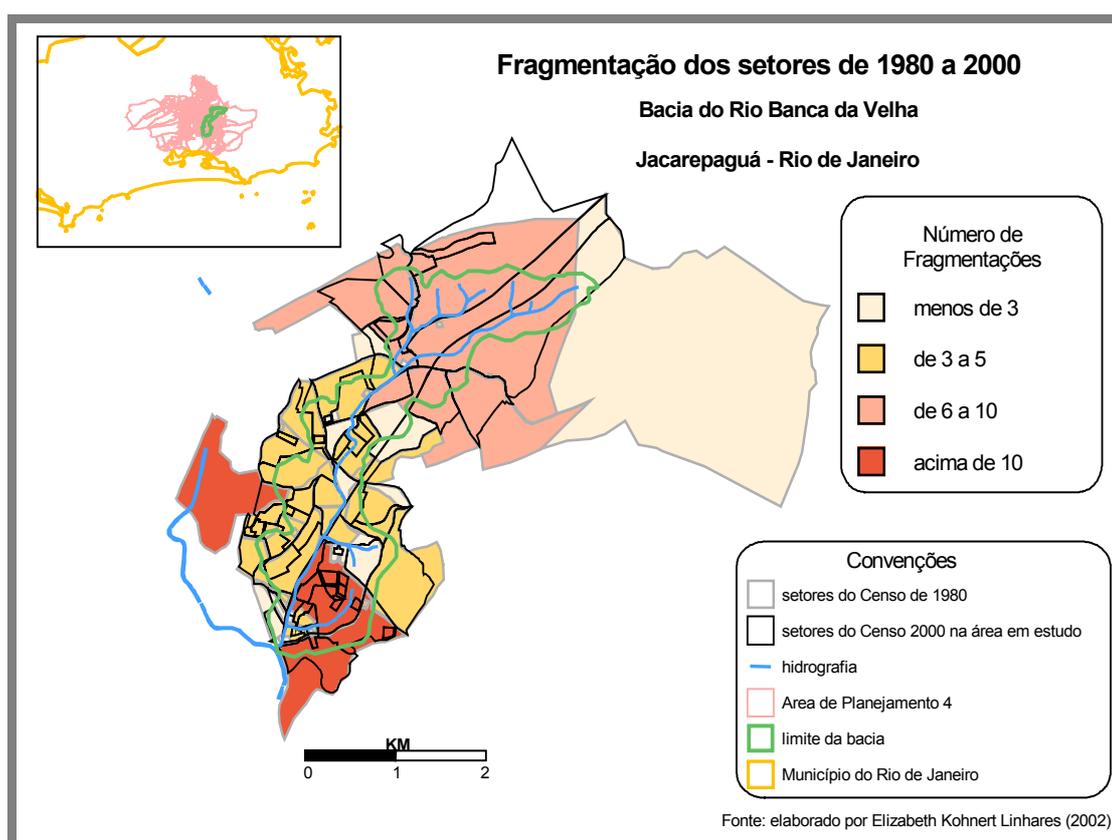


Figura 5 – Mapa de fragmentação dos setores no período 1980-2000.

Visando estabelecer um paralelo entre as sucessivas alterações ambientais e as fragmentações resultantes da dinâmica urbana ao longo dos 20 anos de ocupação estudados, unimos as informações levantadas em campo àquelas apuradas no Censo 2000. Associamos os dados a uma única unidade de observação, o setor censitário, e na seqüência do estudo comparamos, através de uma análise de agrupamento, os setores mais atingidos pelas práticas espaciais com os grupos formados a partir das variáveis contidas na matriz.

Devemos enfatizar que as técnicas de análise exploratória exigem um certo grau de interferência, obrigando a tomada de decisões por parte de quem realiza a análise. No caso deste modelo, consideramos mais satisfatórios os resultados obtidos na construção do dendograma por associação média, aplicada sobre os coeficientes de Dice ou Sorensen (figura 43) e Lance e Williams (figura 44).

Os dendogramas produzidos por estes dois métodos contêm a mesma quantidade e disposição de elementos nos agrupamentos. A macroestrutura do ecossistema da bacia se apresentou em duas partes distintas. Uma, com baixos valores para áreas verdes, concentrando 88% dos setores censitários e, outra, contendo 12% da amostra, compreendendo nove setores com mais de 40% de cobertura vegetal.

O mapeamento dos grupos formados por estes dois métodos apresentou uma distribuição contínua, associando em grupos os setores divisores da vertente esquerda, setores divisores da vertente direita e os setores ao longo das áreas de inundação. Apenas o grupo constituído pelos conjuntos habitacionais ficou espacialmente disperso. O resultado refletiu a coesão natural do sistema analisado, mostrando que as unidades político-administrativas empregadas na análise, no caso os setores censitários, são adequadas para o estudo desta unidade ambiental.

Os dendogramas formados por ligações completas apresentaram a formação de um único grupo, ressaltando a unidade ecossistêmica da área de gestão, mas a distinção entre os setores para hierarquização de impactos se tornou complexa e menos significativa. Além disso, os grupos apresentaram uma distribuição espacial dispersa durante o mapeamento e por isso foram desprezados.

O mapeamento dos grupos formados por estes dois métodos apresentou uma distribuição contínua, associando em grupos os setores divisores da vertente esquerda, setores divisores da vertente direita e os setores ao longo das áreas de inundação. Apenas o grupo constituído pelos conjuntos habitacionais ficou espacialmente disperso. O resultado refletiu a coesão natural do sistema analisado, mostrando que as unidades político-administrativas empregadas na análise, no caso os setores censitários, são adequadas para o estudo desta unidade ambiental.

Os dendogramas formados por ligações completas apresentaram a formação de um único grupo, ressaltando a unidade ecossistêmica da área de gestão, mas a distinção entre os setores para hierarquização de impactos se tornou complexa e menos significativa. Além disso, os grupos apresentaram uma distribuição espacial dispersa durante o mapeamento e por isso foram desprezados.

A disposição espacial dos grupos, de acordo com nossa avaliação, foi considerada importante na escolha do método mais eficaz. O modelo selecionado deu origem a três grupos de setores que se avizinham ou que compartilham de características comuns no que se refere ao relevo da bacia e ao conjunto de impactos analisados. Assim sendo, decidimos pelo método exploratório que, a partir do mapeamento, produziu a disposição espacial mais condizente com a realidade socioambiental da bacia hidrográfica estudada.

Entre os 64 setores com baixo índice de áreas verdes, também encontramos o maior número de loteamentos irregulares, de aglomerados subnormais e de impactos registrados. Inclui a maioria dos divisores da margem direita do rio e setores associados às áreas de inundação no baixo curso do rio.

De acordo com o percentual estabelecido por MORGAN (1986) uma área precisa de 40% de cobertura vegetal para uma proteção razoável do solo. O estudo desses índices mostrou que a área de gestão criada sobre a bacia, até o ano de 2000, possuía 50,4% ou 4,74 km² de área urbanizada e 49,6% ou 4,66 km² de área verde.

O resultado obtido neste estudo pode ser considerado satisfatório, entretanto, além de ser um valor limítrofe para a cobertura vegetal adequada, se deve em grande parte, às áreas dos setores situados nos divisores superiores da bacia. Eles incluem uma parte situada fora da área drenagem, na Serra dos Pretos Forros, comum a drenagens vizinhas. Devemos ressaltar, ainda, que a área está sob pressão constante

com a expansão das comunidades Campo de Areia e Inácio Dias, pondo em risco a flora e a fauna existentes nestes polígonos. O limite desejável de área verde logo poderá ser afetado aumentando o risco de assoreamento na bacia.

Decidimos balizar o corte na amostra a partir dos setores com percentual desejável de áreas verdes que formaram um conjunto isolado no primeiro nível do dendograma. O corte foi realizado no valor corresponde ao coeficiente 0,88, equivalente a 88% de generalização, dividindo a amostra em quatro grupos. Este ponto de ligação corresponde ao número 22, na escala gráfica do dendograma. Os grupos eleitos, descritos a seguir, foram classificados obedecendo a uma escala descendente em relação à gravidade de impactos identificados na área da bacia.

Grupo 1 - composto de 16 setores onde identificamos as ocupações situadas nas margens do canal principal em áreas de inundação ou em encostas com a ocorrência de três loteamentos irregulares e duas favelas. Mais de 80% dos setores, deste grupo, apresentaram baixos índices de áreas verdes, 14 apresentam renda média per capita baixa e média do número de anos de estudo para os chefes de domicílio baixa em 12 elementos do grupo. Os lançamentos clandestinos de lixo se concentraram neste grupo que registrou 10 das 13 ocorrências apuradas em campo. Neste grupo a densidade demográfica é alta nas áreas construídas. Os setores estão concentrados nas margens do rio ou próximas a elas, onde ocorreram enchentes. Apenas dois polígonos aparecem em áreas de risco vinculadas a ocupação de encostas.

Grupo 2 – formado por 28 setores, o maior, em número de elementos. Concentra os divisores da vertente direita que possuem mais de 60 % de área construída e são, portanto, setores com baixos percentuais de áreas verdes. Mais de 50% dos setores, ou seja, 19 deles possuem população com renda per capita baixa e 13 apresentam a média de anos de estudo baixa para os chefes de domicílio. Neste grupo estão presentes três favelas e seis loteamentos irregulares.

Grupo 3 – este grupo se caracteriza pelo predomínio de famílias numerosas, concentrando vinte setores com alta densidade domiciliar. Os setores ocupam terrenos baixos ou morros isolados que não se caracterizam como áreas de risco. São, em geral, formados por domicílios em conjuntos habitacionais ou prédios com grande número de pavimentos. Apresentam baixos percentuais de áreas verdes porque os setores se restringem às próprias edificações. Neste grupo, onze setores apresentam a renda média per capita baixa.

Grupo 4 – formado por nove setores com percentual adequado de áreas verdes. São todos divisores da bacia e quatro possuem trechos construídos na margem do rio, onde não houve registros de transbordamentos. Sete setores contêm trechos de declividade superior a 25% e, isto, reforça a necessidade de preservação da cobertura vegetal existente. A população residente apresenta alta densidade domiciliar e a renda média per capita é alta para a maioria dos setores do grupo. Concentra setores da zona residencial conhecida por Suíça Carioca.

Observamos que o **Grupo 1** apresentou as piores condições em relação aos impactos observados e reúne os setores que já registraram eventuais enchentes. Dois setores estão situados na cabeceira do rio, um é a favela do Inácio Dias, com predisposição a deslizamentos. Ambos encontram-se em área de mineração ativa, sujeita a movimento de terra e com trechos de declividade maior do que 25%.

Procuramos identificar uma possível relação entre os grupos formados no mapa síntese da figura 6 e as áreas fragmentadas apresentadas anteriormente na figura 5. Para isso, investigamos se a classificação dos setores, executada através da análise

de cluster, apresentava semelhanças ou algum padrão de distribuição entre os grupos formados que levasse a uma correspondência com as áreas de maior fragmentação.

Analisamos os 18 setores que passaram por enchentes e transbordamentos ocasionais entre 1996 e 1998. Eles estão situados em áreas que apresentaram desde menos de três fragmentações até mais de 10 subdivisões. A metade dos setores pertence ao primeiro grupo de impacto, que inclui as edificações nas margens do rio, e os outros 50%, foram inseridos no grupo 2 que se caracteriza por alta densidade populacional e concentra a maioria dos loteamentos irregulares e favelas. Entre eles, cinco loteamentos estão presentes e são áreas atingidas pelas enchentes.

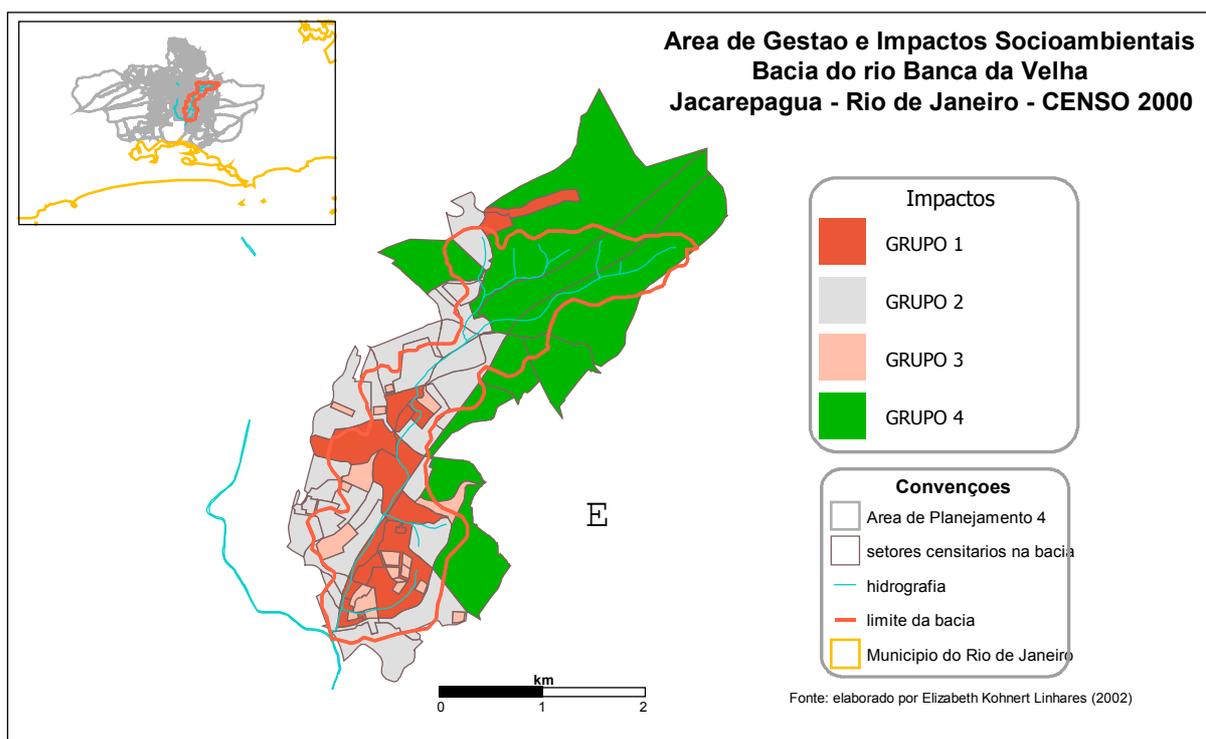


Figura 6 – Mapa síntese: área de gestão e classificação dos setores por intensidade de impactos socioambientais

A maioria dos setores do **Grupo 1** está distribuída nas áreas de 3 a 5 fragmentações e se concentra no baixo curso, ao longo do canal principal. Quatro setores sofreram mais de 10 divisões ao longo dos anos, dois estão em áreas densamente povoadas que foram subdivididas de 6 a 10 vezes e, dois, sofreram menos de 3.

Os setores do **Grupo 3** se encontram dispersos em toda a área de gestão e nove deles estão situados em áreas que sofreram mais de dez fragmentações. Correspondem aos conjuntos habitacionais ou às áreas onde foram construídos prédios com muitos pavimentos.

O **Grupo 4**, apesar de conter setores com o menor registro de impactos, compreende as áreas de cabeceira onde foram registradas de 6 a 10 fragmentações. Os setores das favelas do Inácio Dias e Campo de Areia no **Grupo 1**, derivam da mesma área original de 1980. É preciso considerar que mesmo situadas em outra vertente, elas exercem grande pressão sobre as áreas vizinhas, especialmente as florestas que sofrem constantes investidas da população local em busca de recursos imediatos. Estes setores e a área de mineração podem ser considerados como agentes

das enchentes, porque aceleram os efeitos negativos ambientais e aumentam o assoreamento de áreas mais baixas.

Podemos dizer que as fragmentações estão relacionadas, de alguma forma, aos setores que apresentaram impactos socioambientais, sendo um indicativo e uma decorrência do mau uso do solo urbano. Não é possível, contudo, estabelecer uma relação direta entre fragmentação e impacto, considerando que muitos setores contidos dos **Grupos 1 e 2**, que mais apresentaram impactos, não estão relacionados a áreas que sofreram sucessivas divisões ao longo dos anos. Entretanto, cabe considerar que neles predominam as ocupações nas margens do rio, o que contribui para o estreitamento ou até obstrução dos canais, com o conseqüente transbordamento da água da chuva.

Comentários finais

Devemos ponderar, a partir do método aplicado, que a área analisada é muito restrita e pode refletir um padrão específico da bacia do rio Banca da Velha, na qual a ocorrência de enchentes, a partir de 1996, coincidiu com a construção da Linha Amarela. Unidades ambientais diferentes em termos de posição e escala geográficas, com outros componentes físicos, bióticos e culturais, se submetidas ao mesmo tipo de análise, poderão ratificar os resultados aqui encontrados ou apresentar uma correlação mais forte entre impactos ambientais e fragmentações setoriais.

Consideramos, de acordo com os resultados alcançados, que usar os limites políticos-administrativos e os limites de unidades naturais preservando a integridade de suas gênese, pode ser viável, especialmente, se o propósito for referente ao monitoramento de processos sociais sobre áreas urbanas, como no caso aqui analisado. O ideal seria que outras áreas de drenagem municipais fossem submetidas ao mesmo estudo a título de comparação.

A observação sistemática através do Censo Demográfico insere um sentido de monitoramento e controle que permite avaliar as mudanças e momentos diferentes do processo de ocupação, que é dinâmico e incessante. O método pode ser útil para analisar o incremento do número de domicílios em áreas limítrofes a Unidades de Conservação e monitorar invasões e apontar tendências em relação a ocupação urbana em unidades ambientais.

O estudo apresentado não se esgota com esta aplicação e nem é conclusivo porque diversos aspectos ainda podem ser explorados e o material levantado neste estudo pode servir de base para diversos trabalhos futuros. As perspectivas apontam, inicialmente, para um aproveitamento das matrizes binárias e numéricas elaboradas para gerar novos mapeamentos em ambiente ATLASGIS. Outros métodos de análise exploratória também podem ser usados bem como testes estatísticos podem ser observados a partir do material existente.

A precisão na delimitação dos setores censitários vem sendo aperfeiçoada a cada década. O cumprimento desta tarefa censitária nunca exigiu que os setores fossem construídos com um alto grau de precisão cartográfica. O agente de coleta deveria receber informações suficientes para que os logradouros fossem localizados em campo e recenseados. Esta necessidade sempre foi suprida pelo mapa censitário, entretanto, os novos tempos trouxeram novas demandas, assim, com o fortalecimento do enfoque local, a precisão do traçado cresceu em importância na confecção das malhas setoriais sendo hoje exigida maior precisão na confecção dos polígonos.

A atual e crescente demanda por informações socioambientais levou o IBGE a realizar estudos e desenvolver metodologias para ajustar os limites de setores rurais

aos divisores de bacias hidrográficas. A concretização destes esforços permitirão a produção de informações para o censo agropecuário por bacias hidrográficas, o que significa um avanço no sentido de superar as dificuldades impostas pela incompatibilidade entre as unidades de análise político-administrativas e ambientais.

Diante dos novos rumos, a importância da preservação do acervo de dados censitários no IBGE, em especial a preservação de arquivos convencionais e gráficos da malha de setores, torna-se uma tarefa de valor inestimável para a sociedade, pois em tempos de caminhos incertos não podemos perder de vista os pilares sobre os quais nosso conhecimento foi construído. Eles não podem simplesmente ruir ou desaparecer e a responsabilidade de preservá-los a fim de que seja possível coloca-lo à disposição do público é um dever de indiscutível relevância.

Bibliografia

- DREW, D. Parte C. Impacto humano em geral. In: **Processos interativos homem-meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1986. p. 145-205.
- HOGAN, D. J. Crescimento populacional, padrões de assentamento e o ambiente físico. In: **Ciências sociais hoje**. Rio de Janeiro: ANPOCS, 1992. p. 285–298.
- _____. Migração, ambiente e saúde nas cidades brasileiras. In: HOGAN, D.J. ; VIEIRA, P. F. (Org.). **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Unicamp, 1995. p. 149–170.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Metodologia do censo demográfico de 1980. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 478p. (Série Relatórios Metodológicos, v. 4)
- _____. Base operacional 2000. Rio de Janeiro: IBGE. Diretoria de Geociências, Coordenação do Censo 2000, IBGE, 1999e. 2p. Documento de circulação interna.
- _____. Censo Demográfico de 1980: agregados de setores. Rio de Janeiro: IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 1999f. 1 cd-rom.
- _____. Censo Demográfico de 2000: agregados de setores versão preliminar. Rio de Janeiro : IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2001. 1 cd-rom. Documento de circulação interna.
- _____. Censo Demográfico de 2000: resultados do universo, síntese agregados de setores. Rio de Janeiro: IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2002a. 1 cd-rom.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D.W. Clustering. In: **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey : Printice-Hall Inc., 1982. Part IV – Classification and grouping techniques. Chapter 11. p. 532–578.
- MORGAN, R. P. C. Soil erosion & conservation. New York : D. A. Davidson (ed.) Longman Scientific and Technical Inc., 1986. p. 61.
- MOTA, Suetônio. Levantamento sanitário. Avaliação de cargas poluidoras. Enquadramento de Recursos hídricos. In: MOTA, Suetônio. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. Capítulo 6 p. 67–149.
- NAJAR, Alberto L. Desigualdades de bem-estar social no município do Rio de Janeiro: um exemplo de aplicação da ferramenta SIG. In: NAJAR, Alberto Lopes; MARQUES, Eduardo César Marques (Org.). **Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas da análise**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000. Parte 3, p.167-197.
- TUCCI, Carlos E. M. Alguns desafios brasileiros em recursos hídricos e meio ambiente – parte 1. **A Água em Revista**, Belo Horizonte, v. 3, n. 6, p. 9-15, nov. 1995.
- _____. Carlos E. M. Alguns desafios brasileiros em recursos hídricos e meio ambiente – parte 2. **A Água em Revista**, Belo Horizonte, v. 4, n. 7, p. 15-21, maio 1996.