

Capítulo de Livro¹

Metodologias e abordagens quantitativas para a análise da relação população-espaço-ambiente (PEA) no âmbito da ABEP: Caminhos percorridos e Desafios futuros.

Silvana Amaral e Antonio Miguel Vieira Monteiro

Divisão de Processamento de Imagens, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil

Introdução

Marandola e Hogan (2007) fizeram o primeiro esforço em gerar uma síntese da produção brasileira no campo população e ambiente (P-A). Neste trabalho, os autores avaliaram as tendências dos estudos de P-A em suas dimensões teórica, metodológica e temática observando a trajetória dos trabalhos apresentados nas sessões temáticas organizadas dentro dos encontros nacionais de estudos populacionais desde 1992 pelo *GT-PopEA-Grupo de Trabalho População, Espaço e Ambiente* (criado em 1990 como o *GT População e Meio Ambiente*) no âmbito da *ABEP-Associação Brasileira de Estudos Populacionais*. Este artigo recupera esta temática, mas para tratar um recorte específico: uma análise para a dimensão metodológica das abordagens quantitativas apresentadas para tratar das interações entre população, espaço e ambiente (PEA) no campo da demografia ambiental. A análise é restrita e limitada a um conjunto de 18 textos escolhidos a partir do conjunto de trabalhos selecionados e apresentados nas sessões temáticas organizadas pelo *GT-PopEA* ao longo de (4) edições dos encontros nacionais da *ABEP* no período de 2004 a 2010.

Para evidenciar as contribuições metodológicas para o campo procuramos agrupar os temas abordados por este conjunto de trabalhos tendo como recorte e eixo condutor a evolução das diferentes abordagens quantitativas, principalmente no que se refere à introdução de *métodos estatísticos*, de *técnicas de geoprocessamento* e de *métodos da análise espacial*. Mais que uma revisão crítica pontual para cada artigo, o objetivo deste trabalho é ilustrar os principais avanços e as limitações encontradas neste conjunto representativo de publicações em relação às abordagens quantitativas utilizadas. Contribui-se assim para que a análise em PEA possa continuar se beneficiando das ferramentas analíticas presentes nestas abordagens para subsidiar as suas questões teóricas e as suas temáticas de referência no campo dos estudos demográficos em população e ambiente.

Para cumprir esta tarefa escolhemos estabelecer uma forma de classificação para guiar a apresentação e discussão dos textos selecionados. Os artigos foram então inicialmente agrupados de acordo com a temática abordada, observando também a cronologia de publicação conforme apresentado na Figura 1. A ligação entre os trabalhos não implica na *evolução* de um tema, mas na *inter-relação* entre eles, seja pela abordagem quantitativa ou por similaridade de temática. Para observar o uso dos métodos quantitativos estabelecemos também um agrupamento dos artigos segundo as *unidades espaciais* escolhidas para a análise. Assim uma análise que usa o município como sua *unidade espacial de referência* define uma *escala municipal*. Dessa forma, os artigos foram classificados e agrupados observando também a *escala de abordagem*. Foram escolhidas sete (7) *escalas de abordagem*: intra-urbana,

¹ Proposta de um capítulo para o livro: População, Espaço e Ambiente: Mudanças ambientais e caminhos para a sustentabilidade no século 21.

municipal, bacias hidrográficas, regional, Brasil, global e multiescalar. Estas apresentam abordagens quantitativas que lidam respectivamente com setores-censitários/bairros, município, bacias hidrográficas, regiões metropolitanas/biomas como *unidades espaciais de referência* ou associações de unidades, refletindo o que definimos como uma *abordagem multiescalar*. Na Figura 1 identificamos, para os diferentes artigos, as principais *escalas de abordagem* utilizadas.

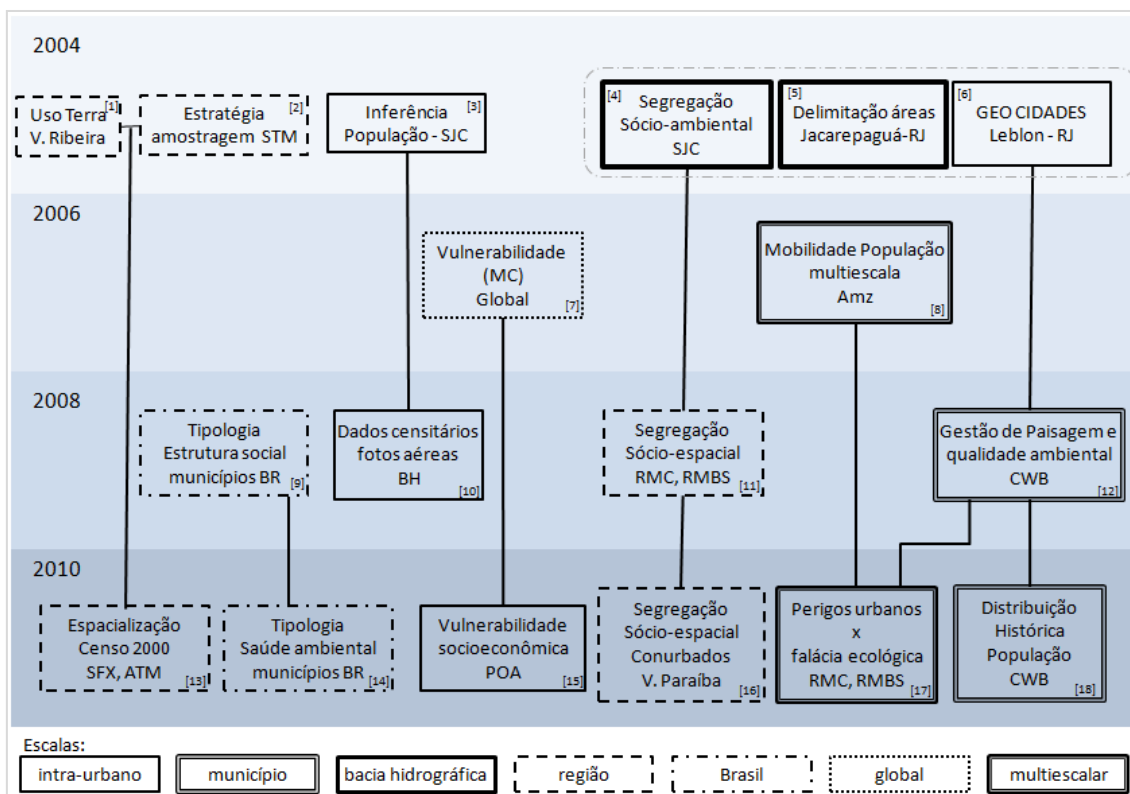
O primeiro grupo de trabalhos [1, 2 e 13] apresenta contribuições metodológicas a partir do uso de ferramentas de geoprocessamento para explorar as relações PEA a partir das condições observadas/medidas de uso e cobertura da terra e os dados populacionais. Nestes trabalhos as áreas de estudo são extensas, como o Vale do Ribeira [1], o interior do município de Santarém-PA [2], e os maiores municípios do Brasil, São Félix do Xingu e Altamira [13], o que em nossa classificação para este estudo indica uma *escala de abordagem* regional.

Os artigos do segundo grupo [9 e 14] se propõem a caracterizar todos os municípios brasileiros a partir da construção de tipologias de caracterização baseadas em indicadores da estrutura social [9] e de saúde ambiental [14]. Por considerarem toda a extensão do território brasileiro, a partir de sua cobertura municipal, identificamos esta *escala de abordagem* como *Brasil*, para enfatizar que todos os municípios são considerados.

O grupo formado pelos artigos [3 e 10] trata especificamente da introdução do uso de dados de sensoriamento remoto (SR), imagens de satélites e fotos aéreas, como dado auxiliar para estimativas de volume populacional. Por serem tratadas zonas internas às manchas urbanas de São José dos Campos [3] e Belo Horizonte [10] identificamos esta *escala de abordagem* como *intra-urbana*.

O grupo que trata de vulnerabilidade discute métodos para medir/caracterizar uma definição conceitual de vulnerabilidade global a mudanças climáticas [7] e uma definição de vulnerabilidade socioeconômica de Porto Alegre [15], em *escalas de abordagem* distintas, a *global* e a *intra-urbana*, respectivamente.

O grupo de trabalhos formado pelos artigos [4, 5 e 6] reúne um conjunto de trabalhos inter-relacionados e *multiescalar* realizados em 2004, em que a preocupação metodológica se concentra em definir recortes geográficos para análises qualitativas seja considerando uma bacia hidrográfica, como na Bacia do Rio Comprido em São José dos Campos [4] e nas bacias hidrográficas urbanas de Jacarepaguá, RJ [5] ou um conjunto de setores censitários no bairro do Leblon, RJ [6].



- | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| [1] Alves (2004) | [7] Braga et al (2006) | [13] Dagnino et al (2010) |
| [2] D'Antona e VanWey (2004) | [8] Barbieri (2006) | [14] Torres et al (2010) |
| [3] Gonçalves et al (2004) | [9] Maia e Quadros (2008) | [15] Macedo e Bassani (2010) |
| [4] Makinodan e Costa (2004) | [10] Umbelino e Macedo (2008) | [16] Rosemback et al (2010) |
| [5] Linhares (2004) | [11] Jakob e Young (2008) | [17] Marandola Jr e Santos (2010) |
| [6] Conceição e Dornelles (2004) | [12] Hardt e Hardt (2008) | [18] Barleta (2010) |

Figura 1. Artigos do GT-PopEA da ABEP de 2004 a 2010, agrupados por temáticas e abordagens similares, com indicação da escala adotada.

Os artigos que discutem segregação formam um subgrupo que discute segregação socioambiental [4], na escala de bacias hidrográficas, e sócio-espacial, em escalas regionais como a Região Metropolitana de Campinas e Baixada Santista [11] e áreas conurbadas do Vale do Paraíba [16].

Por tratarem a questão de gestão ambiental e gestão de cidades, os artigos [6] e [12] foram agrupados com a discussão de percepção de perigos urbanos [17]. Este, por ter uma discussão muito forte quanto à importância da *escala de abordagem* na análise e observação de processos, dialoga com o artigo [8] que também discute a importância da *escala* para estudar a mobilidade da população na Amazônia.

Por último, por trazer uma preciosa e criativa abordagem histórica para a análise de distribuição espacial da população, agrupou-se o artigo [18] com aquele que discute a qualidade ambiental [12], ambos em Curitiba, na *escala de abordagem* municipal.

Este agrupamento é arbitrário, não implica em uma evolução teórica ou metodológica. Ele nos serve apenas para guiar o objetivo deste texto na análise ao longo deste período das abordagens quantitativas em PEA. Os artigos e grupos serão discutidos à luz das suas contribuições metodológicas para o campo, descritas a seguir.

As unidades espaciais de referência e a Análise Espacial

Todos os artigos do *GT-PopEA/ABEP* em estudo consideram dados coletados para uma *unidade espacial de referência*: pode ser o município, um *pixel* de conjunto de *pixels* de uma imagem, um setor censitário. Estas *unidades espaciais* tem possibilidade de representação cartográfica em meio digital que permite sua localização na superfície terrestre e sua manipulação através de sistemas e técnicas matemático-computacionais. Vamos chamá-las neste texto de *dados espaciais*. As abordagens metodológicas para a análise de *dados espaciais*, ou seja, dados que possuem uma *unidade espacial referencial* para sua coleta e uma localização na superfície terrestre, vamos chamar aqui de *abordagens espaciais*. As *abordagens espaciais* em estudos populacionais no campo PEA, observadas segundo o foco dos métodos quantitativos ligados a análise de *dados espaciais*, podem ser estruturadas a partir de um conjunto de métodos que auxiliam na *descrição/caracterização* destes dados e métodos que buscam associações relevantes, que podem ser quantificadas, com os *processos* que ocorrem no espaço geográfico que eles buscam representar, ainda que de maneira pobre e incompleta. No contexto dos trabalhos selecionados, nossa opção de estruturação em relação às *abordagens espaciais* está baseada em Bailey e Gatrell (1995), e utiliza técnicas que se apoiam em métodos de *visualização/espacialização*, na *análise exploratória de dados espaciais* e na *modelagem estatística e estimação de parâmetros*. Escolhemos também mostrar o uso de fontes de dados não tradicionalmente utilizadas nos estudos demográficos, em particular, o uso de dados de sensoriamento remoto orbital (imagens de satélites) que para o caso dos estudos no campo de PEA parece mais que uma tendência uma necessidade.

Visualização/espacialização de variáveis

Uma breve revisão

Visualizar *dados espaciais* é um instrumento auxiliar a exploração analítica, similar ao uso de um gráfico de dispersão para variáveis não espaciais. Possibilidades de interpretação dos fenômenos surgem a partir das evidências que se pode observar de uma variável ou de um conjunto delas representadas em um suporte espacial. Isto implica na necessidade de apresentar os dados coletados em *unidades espaciais referenciais* (municípios, setores censitários, bairros, etc.) em uma representação cartográfica do país, estado, bacia, enfim na base cartográfica de referência, em meio digital, sobre a qual podemos *posicionar* e *localizar* nosso evento ou nossa informação coletada. Para realizar esta tarefa, alguns conceitos básicos de cartografia são necessários, como conhecer a projeção cartográfica na qual a *unidade espacial de referência* foi definida, sua escala em termos de suas resoluções espaciais e temporais, seus formatos digitais de origem entre outras informações relevantes para sua representação em sistemas computacionais utilizados para tratar com dados espaciais/geográficos, conhecidos como *SIG-Sistemas de Informação Geográfica*. Ultrapassada esta etapa, podemos então lidar com uma representação espacial em meio digital do nosso conjunto de variáveis e explorar suas possibilidades de *visualização* através da construção de diversos cortes sobre seus valores de origem e de sua apresentação da forma de *camadas* com suas *legendas*. Cada *legenda* representa um corte específico, uma escolha para observação daquela variável ou informação. A escolha de cortes para a variável, definindo intervalos válidos, pode seguir critérios diferentes e variados. Podem ser baseados em gráficos para escolha de suas quebras naturais, em seu diagrama de frequência, em seu diagrama de frequência cumulativa, em intervalos com passos iguais, em quantis, em intervalos com base em séries aritméticas, geométricas, entre tantas outras opções. Na verdade, aquilo que usualmente chamamos de um *mapa*, quando trabalhamos com esta representação em SIG, é o resultado da apresentação de uma *camada* de informação associada a uma *legenda* (*mapa* =

camada + legenda). Ele não é um produto cartográfico, mas uma expressão de uma variável ou informação no espaço geográfico de dimensões reduzidas que criamos em meio digital como repositório de nossas *unidades espaciais* de coleta dos dados. Isto é parte do processo de *especialização* das variáveis em *abordagens espaciais* que utilizam *visualização* em SIG.

Somado a isto, o uso do recurso de *sobreposição* destas *camadas* permite observar diferentes variáveis simultaneamente em um mesmo suporte espacial de referência. Em geral, e mais comum, é trabalharmos com espaços bidimensionais (2D), com a representação em duas dimensões relativas a localização em um plano na superfície terrestre. Se agregarmos uma dimensão relativa ao valor da variável que estamos tratando como um novo eixo passamos a tratar com possibilidades de *visualização* mais sofisticadas para este tipo de *especialização*, conhecidas como representações 2½ D-Dimensionais. Nos trabalhos analisados a visualização tratou sempre com representações 2D, lidando apenas com as posições no plano e utilizando cores e padrões para a representação das variáveis de interesse na análise, também não considerando a dimensão temporal.

Análise do uso da técnica nos artigos selecionados

O artigo de Dagnino (2010) exercita como *abordagem espacial* técnicas de *visualização* tomando os *dados demográficos* observados a partir de sua *unidade espacial referencial*, a malha de setores censitários dos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, no Pará, para o censo 2000 (IBGE, 2000). A malha censitária é internalizada em um ambiente de integração de *dados espaciais*, um SIG tendo seus dados tabulares associados aos limites da malha censitária e integrados a uma base cartográfica de referência que posiciona estes municípios no Pará e no Brasil. Analisar *padrões de distribuição* da população no espaço tomando-se apenas o volume de população (Figura 2a), sem ponderar esta visualização pela área respectiva leva a interpretações diferentes da visualização da densidade demográfica: seja por indicar a densidade pela representação de pontos (Figura 2b), ou pela visualização direta dos valores de densidade no mapa coroplético (Figura 2c).

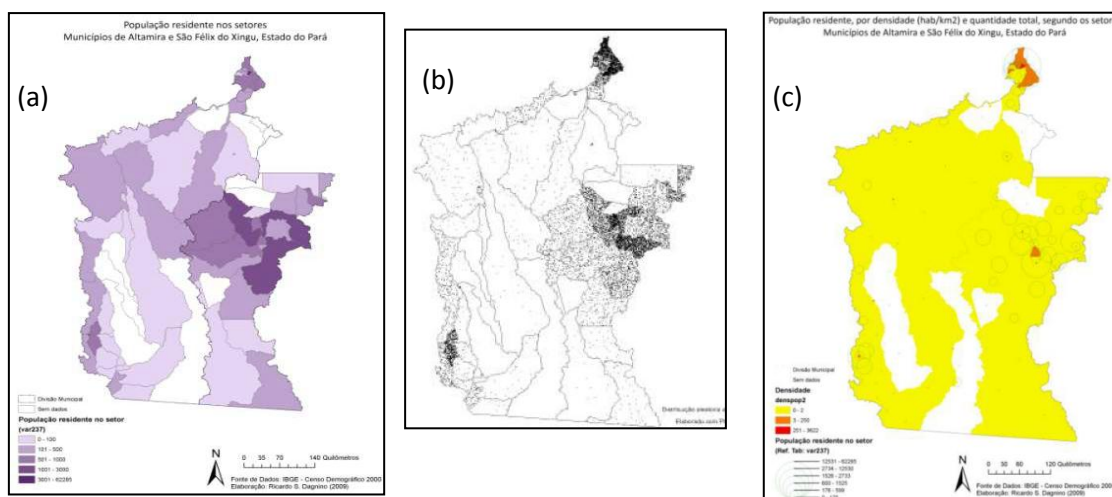


Figura 2. Representações cartográficas de dados censitários. População residente (2000) em São Félix do Xingu e Altamira em mapa coroplético de população total (a), mapa de pontos (b), e densidade demográfica do setor no mapa coroplético com símbolos (c).

Fonte: Dagnino (2010)

Da mesma forma que a variável *volume de população*, outras variáveis censitárias se beneficiam da visualização geográfica nos quais os *mapas* evidenciam *padrões visuais*, como taxa de alfabetização (Figura 3a) e renda (Figura 3b). A interpretação destes *mapas* depende

fortemente da classificação da variável em intervalos que sejam compatíveis com a sua distribuição de frequência. Humanos conseguem interpretar melhor até oito classes (Kraak & Ormeling, 1996), de modo a ter uma compreensão geral do tema mapeado.

A partir das *especializações* dos dados tem-se a possibilidade de observação de *padrões* de associação, mas baseados em *interpretação visual* e dependente dos intervalos de classificação, os cortes, as *legendas*, que são escolhas do analista. Nesta abordagem, esta fase, a *especialização*, serve para direcionar a fase seguinte de *exploração dos dados espaciais*. Apenas os *padrões* que são evidenciados a partir da *visualização* serão explorados por outras técnicas de análise para quantificar ou explicar a existência destes *padrões*.

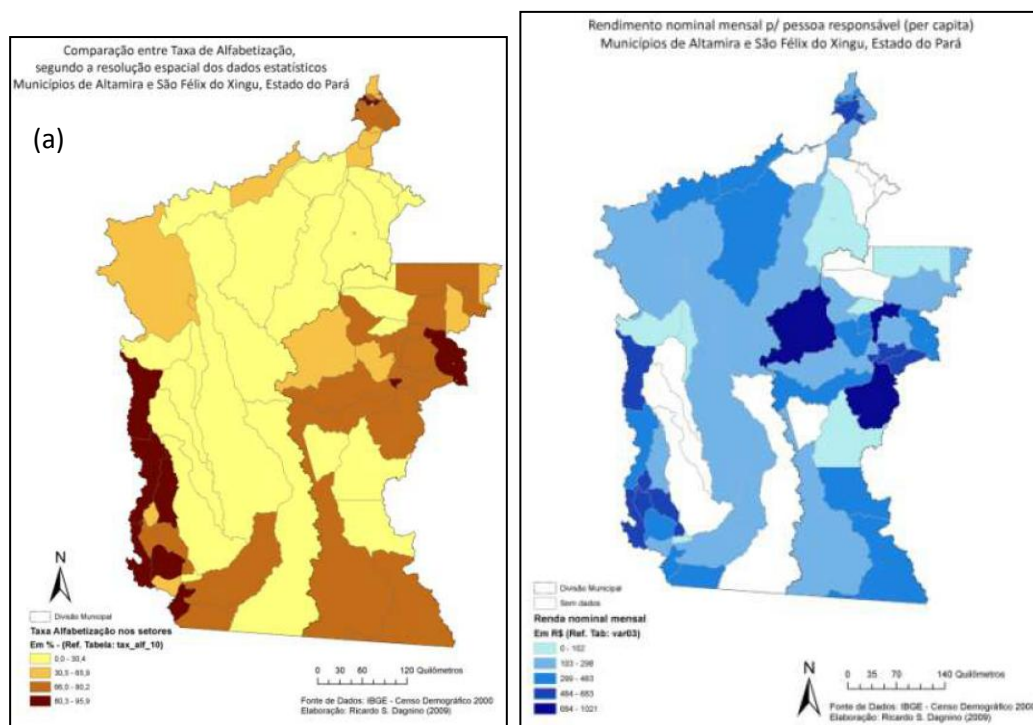


Fig 3. Mapas coropléticos de setores censitários (IBGE, Censo 2000) de São Félix do Xingu e Altamira representando: (a) taxa de alfabetização da população com 10 anos ou mais; (b) rendimento nominal mensal por responsável do domicílio.

Fonte: Dagnino (2010)

Eventualmente, para explorar a *visualização* das variáveis no espaço geográfico digitalmente representado, são necessárias estratégias para compatibilizar as bases de dados existentes, ou diferentes *escalas de abordagem*, com origem em dados coletados para *unidades espaciais de referência* diferenciadas. Estas estratégias são fundamentais quando a abordagem se baseia na *visualização/especialização* de variáveis, uma vez que compatibiliza os recortes espaciais ao longo de uma série temporal e permite a *visualização* de sua série histórica. A compatibilidade das bases foi uma questão comum a muitos dos artigos selecionados, e foi particularmente importante para os trabalhos de Makinodam e Costa (2004), Linhares (2004) e Conceição e Dorneles (2004).

Linhares (2004) lidou com a malha de setores censitários de 1980 (49 polígonos de interesse) e 2000 (73 polígonos) em Jacarepaguá, RJ, para definir quais setores censitários (com seus dados de coleta) estariam dentro dos limites de sua *unidade espacial de referência* para a análise a bacia hidrográfica do Rio Banca de Velha (Figura 4). Para isso, a construção de uma base espacial em SIG contendo as malhas censitárias de 1980 e 2000 e os limites da bacia hidrográfica foi essencial. Com o uso de técnicas no domínio do geoprocessamento, a partir de consulta espacial (Longley et al., 2010), os setores que *tocavam* os limites da bacia hidrográfica

foram inicialmente selecionados (Figura 4b). Seguiu-se uma edição na qual os setores que estavam sobre a influência de bacias vizinhas foram eliminados (Figura 4c), e os setores 2000 considerados representativos para o conjunto da bacia foram incorporados ao conjunto (Figura 4d).

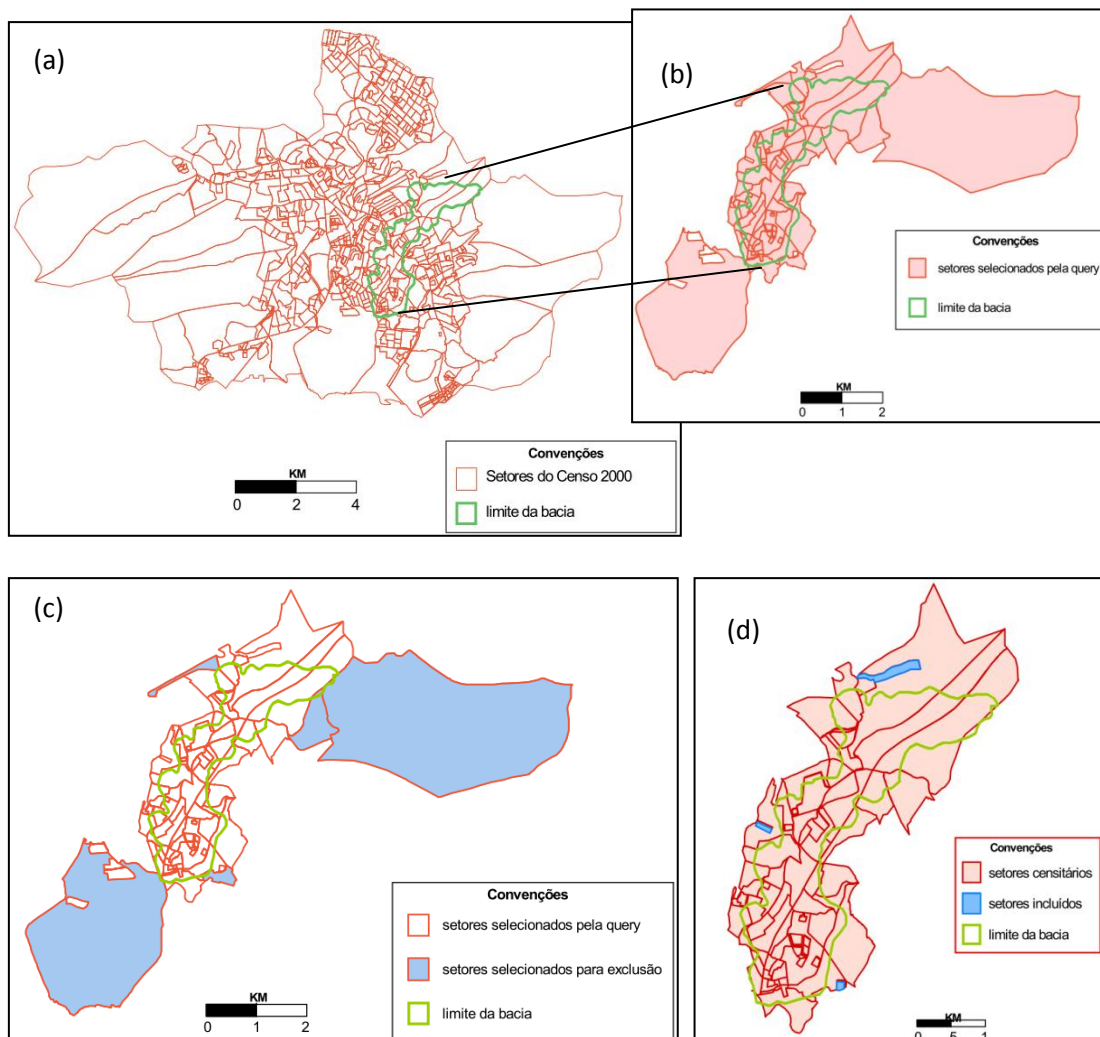


Figura 4. Setores censitários de Jacarepaguá e os limites da bacia hidrográfica do Rio Banca da Velha (a). Setores que tocam o limite da bacia, selecionados por consulta espacial (b). Edição excluindo-se setores pertencentes a outras bacias (c) e setores incluídos do censo 2000 (d).

Fonte: Linhares (2004)

Esta compatibilização de limites para o recorte da bacia hidrográfica permitiu com que variáveis demográficas e ambientais fossem computadas por setor censitário. A partir de uma matriz de variáveis por setores fez-se então a análise exploratória de agrupamentos e medidas de similaridade para avaliar as semelhanças entre os setores quanto aos impactos relacionados à gestão ambiental. A discussão é feita então sobre os grupos de setores similares, como proposta de gestão ambiental da bacia (Figura 5).

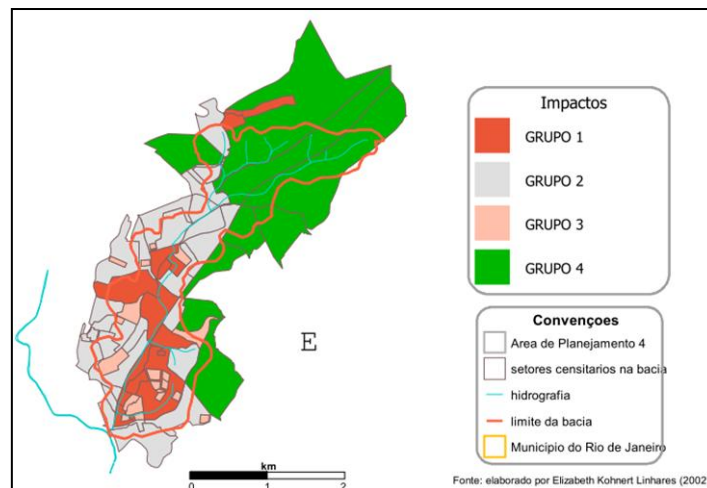


Figura 5. Grupos de setores censitários de Jacarepaguá, sugeridos como unidades de gestão para a bacia hidrográfica do Rio Banca da Velha.

Fonte: Linhares (2004)

Makinodan e Costa (2004) também propõem a bacia hidrográfica como *unidade espacial de referência* para a análise, em um contexto que procura estudar a segregação socioambiental, para a microbacia do Rio Comprido, no limite entre os municípios de São José dos Campos e Jacaré (SP). As técnicas associadas a ambientes de geoprocessamento foram as exploradas na *abordagem espacial* escolhida pelas autoras. Em particular, com o uso de regras determinísticas para a *sobreposição de mapas*, as autoras fazem inicialmente um mapeamento da aptidão física para a ocupação humana, a partir das características do solo, drenagem e declividade, sugerindo 5 classes de ocupação (Figura 6a). Os dados socioeconômicos foram coletados para os setores censitários em 2000 pertencentes à bacia hidrográfica (Figura 6b).

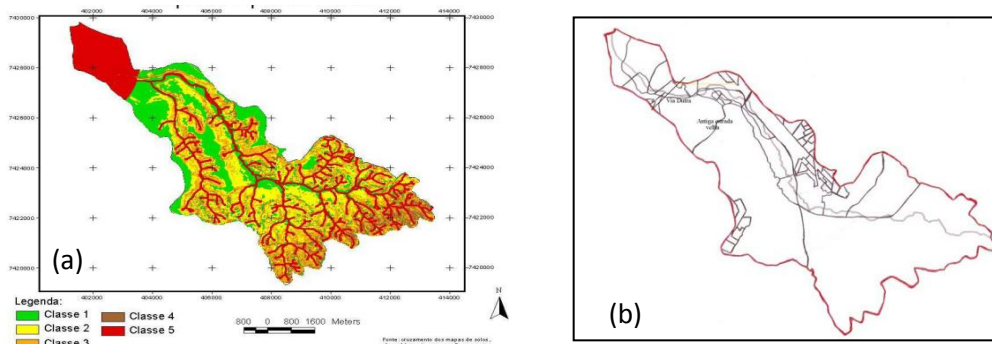


Figura 6. Mapa da aptidão física (a), e os limites de setores censitários (2000) da microbacia do Rio Comprido (SP)

Fonte: Makinodan e Costa (2004)

A partir das variáveis do censo 2000 de nível de instrução, nível de renda e condições dos domicílios, as autoras discutem então as condições socioeconômicas quanto à apropriação das terras pelas diferentes “classes sociais”, para verificar o processo de segregação socioespacial. A análise das variáveis socioeconômicas foi feita em função da distribuição de frequência para a bacia como um todo, descrevendo as condições socioeconômicas gerais da bacia. A discussão quanto à segregação socioespacial e ambiental baseou-se na análise descritiva dos resultados obtidos da caracterização física e socioeconômica da bacia, levando a identificação da segregação imposta e da auto-segregação. Esta discussão poderia avançar com o uso de *abordagens espaciais* baseadas em *modelagem estatística* destinadas a avaliar os *padrões* das variáveis socioeconômicas no espaço, em relação às suas associações com as classes de

aptidão física. A integração de técnicas distintas envolvendo a associação de diferentes estratégias de *abordagens espaciais* fortaleceria as evidências para os conceitos de segregação em discussão e as conclusões do trabalho.

Ainda em temática relacionada à integração de dados demográficos e às condições de uso e ocupação do solo, Conceição e Dorneles (2004) aplicam os conceitos estabelecidos dentro do Projeto GEO CIDADES para elaborar um diagnóstico do Bairro do Leblon, na cidade do Rio de Janeiro, considerando a dinâmica populacional e os processos de uso e ocupação do solo urbano. Neste trabalho a *unidade espacial de referência* para análise é um bairro do município do Rio de Janeiro, configurando uma *escala de abordagem* intraurbana. A metodologia, baseada na matriz Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) relaciona os fatores que exercem pressão sobre os recursos naturais, condicionando o estado atual, que por sua vez promovem impactos e que demandam respostas para enfrentar estes problemas.

A técnica de *visualização/espacialização* das variáveis censitárias de densidade populacional (Figura 7a e 7b), das condições socioeconômicas, representadas pela renda média (Figura 7c) e pelos anos de estudo (Figura 7d) dos responsáveis, a densidade de domicílios (Figura 7e e 7f), o tipo de domicílio (Figura 7g) por setores censitários norteou a discussão acerca da sustentabilidade ambiental, caracterizando as pressões da ocupação humana (metodologia PEIR) e as condições de vida da população local. A análise de uso e cobertura (Figura 7h) sustenta a caracterização do estado (PEIR) do bairro, principalmente no que tange à cobertura florestal remanescente. Os impactos (PEIR) foram avaliados através de pesquisa de campo que apresentou os problemas prioritários elencados pelos moradores do bairro. Para identificar a resposta (PEIR), os autores usaram a criação de áreas de preservação baseadas no Plano Diretor como indicador. Neste trabalho, a *visualização/espacialização* é a principal técnica operada pela *abordagem espacial* escolhida. É ela sozinha que fundamenta uma proposta metodológica de avaliação para uso como instrumento de suporte a gestão de política pública urbana.

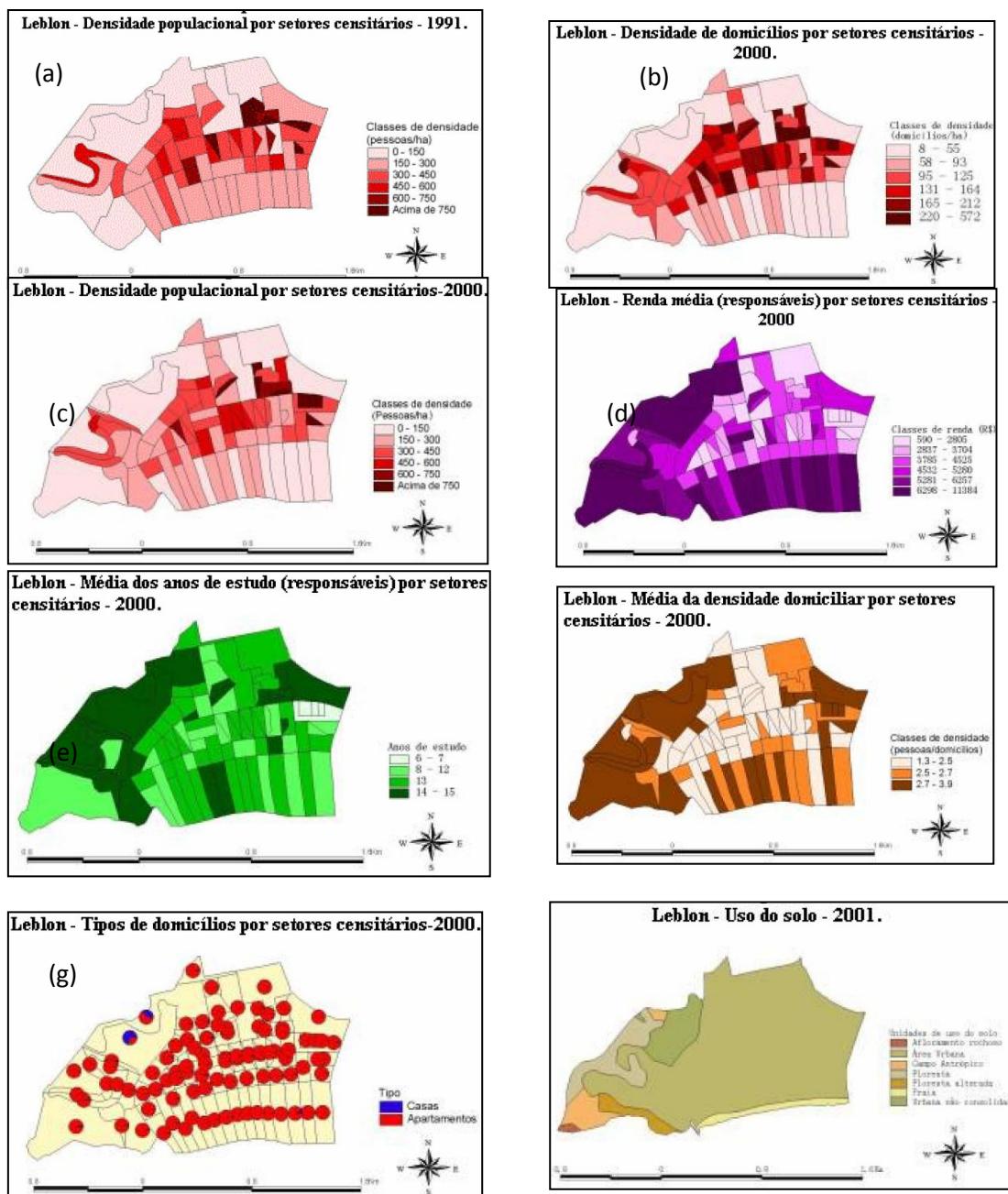


Figura 7. Mapas temáticos por setores censitários do Leblon para aplicação da metodologia do GEO CIDADES. Densidade populacional 1990 (a); densidade populacional 2000 (b); renda média 2000(c); média dos anos de estudo 2000 (d); densidade de domicílios (e); média da densidade domiciliar (f); tipo de domicílio (g) e uso do solo (h).

Fonte: Conceição e Dorneles (2004)

Construção de *novas* variáveis associadas às *unidades espaciais de referência*

Neste contexto, Alves (2004) parte da integração geográfica de *dados espaciais* de diferentes fontes através do uso de SIG. São utilizados dados sócio-demográficos, com base no recorte que utiliza os setores censitários como *unidades espaciais* e dados de mudanças na cobertura da terra derivados de imagens de sensoriamento remoto. Utilizando-se destas informações integradas em ambiente computacional através de um SIG, o autor constrói novas variáveis que são associadas aos setores censitários que são às *unidades espaciais de referência* utilizadas para as análises. Com isso, o autor pode trabalhar uma *abordagem espacial* com

base em métodos de análise estatística (correlação) entre as novas variáveis criadas e variáveis que representam respostas escolhidas. Neste trabalho, o autor busca compreender os fatores demográficos e socioeconômicos associados às mudanças na cobertura da terra, mais especificamente ao desmatamento na região do Vale do Ribeira (SP) e utilizam as técnicas estatísticas para corroborar suas hipóteses.

Para cada setor censitário, inicialmente foram associados os dados demográficos e socioeconômicos dos censos 1991 e 2000. Mapas de cobertura da terra foram criados a partir da classificação das imagens de satélite de 1981, 1990 e 1999 (Figura 8a). Uma matriz de transição foi estabelecida a partir dos *mapas* de cobertura. *Mapas* de mudanças na cobertura, para os períodos de 1981-1990 e 1990-1999 foram confeccionados. Valores de área de cobertura e de mudança da cobertura foram computados e atribuídos para a *unidade espacial de referência* no caso, os setores censitários, constituindo as *novas* variáveis para os processos analíticos.

Além das variáveis demográficas e das variáveis de cobertura e sua mudança, outras variáveis relacionadas ao uso e ocupação da terra foram criadas: uma variável associada à presença de unidades de conservação (UC), através de *sobreposição* dos limites das UCs aos setores censitários (Figura 8b); variáveis topográficas, pela *sobreposição* do *mapa* de altimetria, para qual foram computados os valores de elevação e declividades médias, bem como as variações, mínimas e médias, por setor (Figura 8c); e variáveis relacionadas à infraestrutura viária e urbana pela *sobreposição* de áreas de abrangência (ou *buffers*) dos traçados das estradas e limites das cidades, computados para os setores (Figura 8d). Estas são técnicas utilizadas para uma *abordagem espacial* que trata com métodos associados aos ambientes de geoprocessamento em SIG.

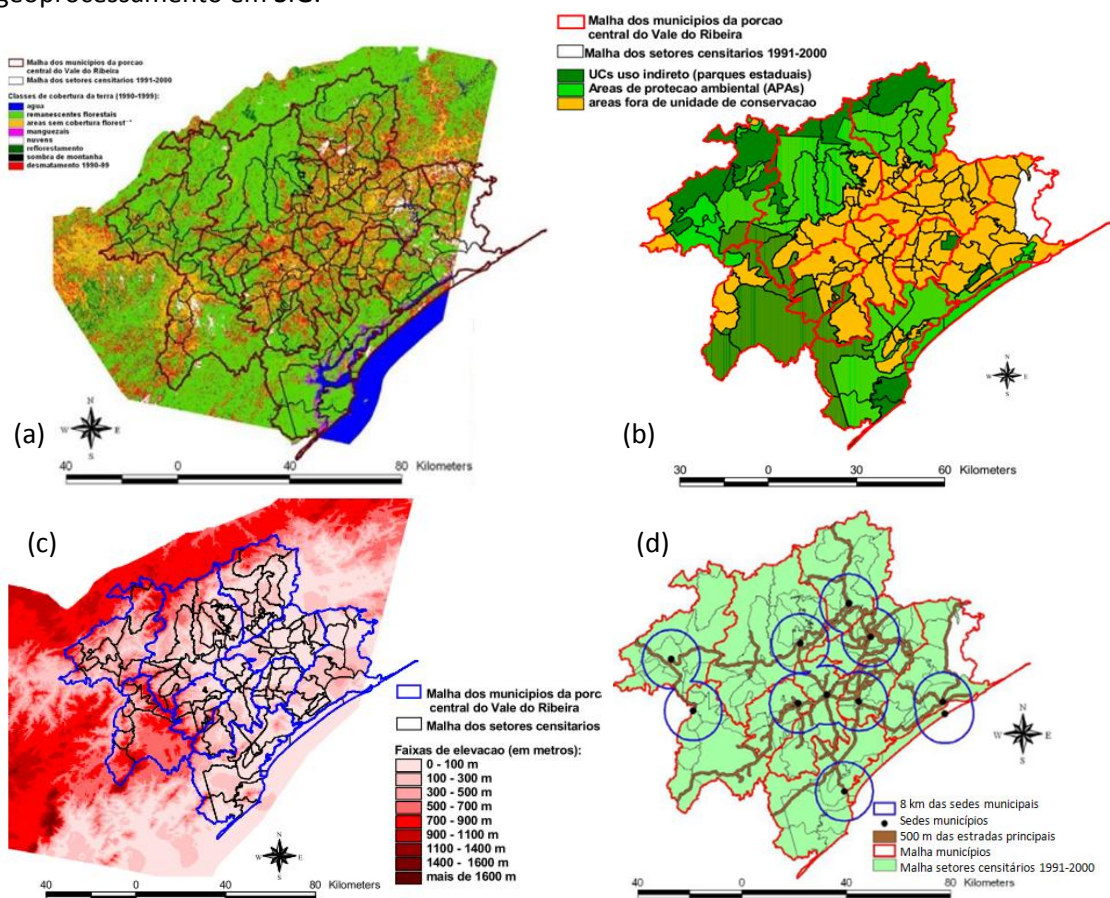


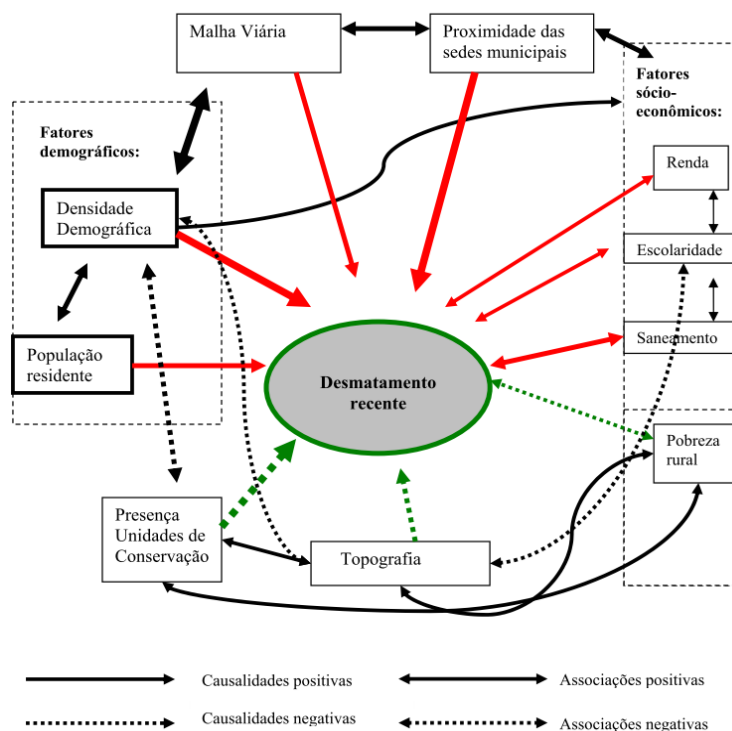
Figura 8. Classificação de cobertura da terra para o Vale do Ribeira (1990-1999) e malhas censitária e municipal sobrepostas (1991-2000) (a); Unidades de Conservação (b); mapa altimétrico (c) e sedes de município e malha viária (d).

Fonte: Alves (2004)

Desta forma, além da *visualização/espacialização*, os valores para *novas variáveis* relacionadas às características físicas da paisagem no Vale do Ribeira foram obtidos para os setores censitários, e agregados para construir as mesmas variáveis em outra unidade espacial de referência para a análise, os municípios. A análise dos dados baseou-se na análise de correlação linear entre a taxa de desmatamento recente e o conjunto das variáveis obtidas por setor censitário. Esta análise parte do modelo conceitual que relaciona as variáveis sociais e demográficas à variável que representa o desmatamento recente identificado para o Vale do Ribeira (Figura 9). O autor discute cada um dos fatores dialogando com a literatura associada à temática adaptada para as características do local.

Correlação, na teoria de probabilidade e estatística, indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias que devem ser independentes. Independência estatística entre variáveis, ou eventos, significa dizer que a partir do resultado de uma delas não é possível inferir nenhuma conclusão sobre a outra. Em análise de regressão é condição necessária que as variáveis relacionadas sejam estatisticamente independentes. Mas é importante reforçar que não importa quão forte seja a relação estatística, apontada pela correlação, nenhum padrão causa-efeito é necessariamente explicado pelo modelo de regressão (Neter et al., 1989). Correlação não implica em causalidade. O modelo conceitual, embora bem desenvolvido, ganharia em força caso fosse ampliado o uso dos métodos estatísticos na abordagem apresentada. Se caracterizado, por exemplo, a existência de uma auto-correlação das variáveis devido à proximidade espacial das amostras, a força das associações estatísticas estaria comprometida e assim também as conclusões (Neter et al., 1989).

O estudo da existência de correlação e/ou auto-correlação espacial quando do uso da *abordagem espacial* com base em métodos estatísticos para dados que tem origem em uma *unidade espacial de referência* é fundamental. Em não se fazendo, corre-se o risco de avaliar como evidências quantitativas associações estatisticamente não significativas. No caso de Alves (2004) as correlações foram apenas baseadas em gráficos de dispersão entre a variável de interesse (desmatamento recente) com cada uma das variáveis envolvidas no modelo conceitual explicativo para o fenômeno. Para usá-las como evidência quantitativa relacionada à proposta processual expressa pelo modelo conceitual o uso efetivo de testes estatísticos adequados para medir a significância das associações seria necessário.



Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2000 e Imagens Landsat TM de 1990 e 1999 (cena 220/77)

Figura 9. "Modelo qualitativo de correlação e causalidade entre fatores sócio-demográficos, topografia, acesso a infra-estrutura, unidades de conservação e o desmatamento recente da porção central do Vale do Ribeira" (Alves, 2004)

Dantona e VanWey (2006) apresentam uma *abordagem espacial* que vai além da visualização/espacialização de variáveis. O trabalho propõe um modelo amostral para coleta de dados no campo, a partir de um novo recorte espacial, proposto com base nos eixos de acesso as unidades domiciliares. Para a pesquisa com foco nas unidades domésticas em Santarém, no estado do Pará, sobre a malha fundiária da região de estudo (Figura 10a) a rede de estradas foi sobreposta, definindo eixos de influência e ocupação, também relacionados ao acesso, de modo a identificar Regiões distintas para amostragem (Figura 10b). Para cada uma destas zonas, células que deveriam conter as unidades domésticas a ser amostradas em campo foram então selecionadas aleatoriamente. A *unidade espacial de referência* foi a unidade doméstica, mas a definição de que unidades domésticas deveriam compor o painel de estudo se baseou em uma estratégia amostral que utilizou um suporte espacial auxiliar, *células regulares*, que continham as unidades domésticas.

Esta metodologia amostral proposta traz a vantagem da possibilidade do uso de dados de campo derivados de pesquisa domiciliar em diferentes níveis de agregação, o que permite que se atendam diferentes *escalas de abordagem* nas análises. Assim, é possível tratar os dados associados à propriedade rural como *unidade espacial de referência* para a análise, os dados como unidades domésticas, ou tratar cada indivíduo das unidades domésticas amostradas. Da abordagem proposta, destaca-se a riqueza do mapa da estrutura fundiária. Na Amazônia, os tamanhos, proporções e arranjo dos lotes refletem uma dinâmica de uso da terra, e atores associados, que talvez pudessem sugerir outros recortes (regiões) para este espaço geográfico. As informações de estrutura agrária poderiam ter sido utilizadas para definir as Regiões de amostragem, ou subdividi-las. A análise dos padrões de lotes com o uso de técnicas da estatística espacial (Bailey & Gatrell 1995, Griffith 2012) pode ser utilizada para análise futura dos dados que envolvam, por exemplo, regressões espacialmente condicionadas.

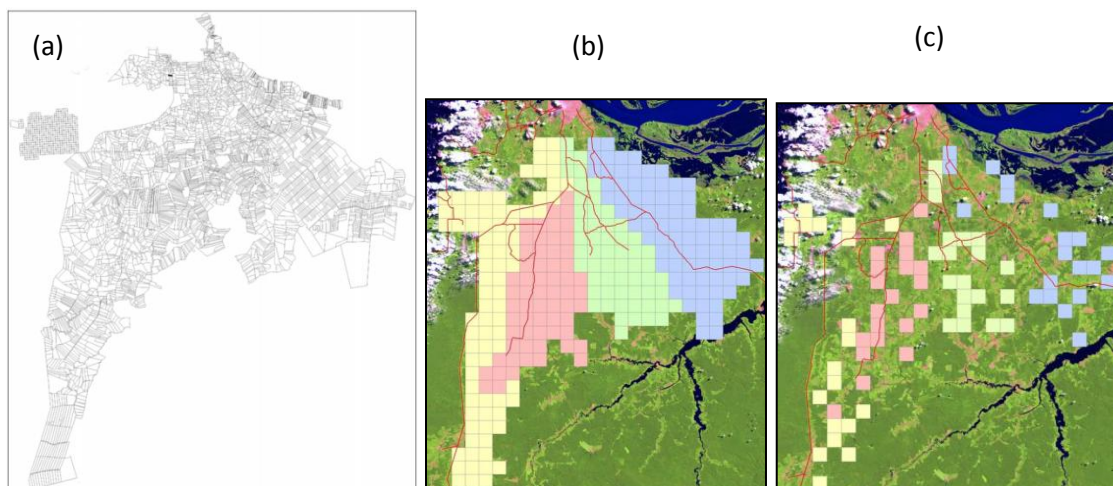


Figura 10. Malha fundiária do INCRA da região de Santarém (a). Divisão do espaço amostral a partir dos eixos viários de influência e ocupação para delimitar quatro Regiões (b); células selecionadas aleatoriamente em cada Região.

Fonte: Dantona e VanWey (2006)

Inferência espacial/estimação de parâmetros

Ainda dentro da temática que procura o uso de informações *especializadas* para produção de *novas* variáveis, tem-se Gonçalves et al. (2004) e Umbelino e Macedo (2008) que incorporam metodologicamente o uso de dados de sensoriamento remoto, imagens de satélites e imagens aéreas, para a estimativa de volumes populacionais em pequenas áreas, neste caso o espaço intraurbano em São José dos Campos (SP) e Belo Horizonte (MG), respectivamente.

Partindo de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução Ikonos-2 (*pixel* com resolução espacial de 1 metro), Gonçalves et al. (2004) criaram uma chave para a classificação de zonas residenciais unifamiliares homogêneas (ZRUH). Para um subconjunto amostral de setores censitários, os dados socioeconômicos do censo demográfico 2000 foram associados às ZRUHs, relacionando propriedades da textura da imagem às características socioeconômicas da população.

Para a área de estudo, áreas homogêneas na mancha urbana de SJC foram identificadas para se realizar a interpretação da imagem (Figura 11a) e a contagem do número de domicílios por setor, identificados na imagem de satélite. Este número multiplicado pelo número médio de residentes por domicílio indicado pelo censo 2000 forneceu a estimativa do volume de população de cada setor.

Apesar da alta correlação (93%) entre os dados estimados e os fornecidos pelo IBGE (Figura 11b), as autoras discutem a variabilidade que uma estimativa desta natureza sofre dependendo das *classes de renda* preponderantes em cada setor. A abordagem apresentou resultados de interesse em particular para períodos inter-censos. É importante notar que as variabilidades, bem como os erros de inclusão e omissão devem ser quantificados e levados em conta para aplicação da metodologia em novas áreas. A base da classificação da imagem para este trabalho ainda é a interpretação visual. A experiência e o conhecimento para lidar com dados de sensoriamento remoto orbital em resoluções sub-métricas ainda são limitantes na expansão e no uso destes dados no auxílio as técnicas de estimativa populacional em pequenas áreas.

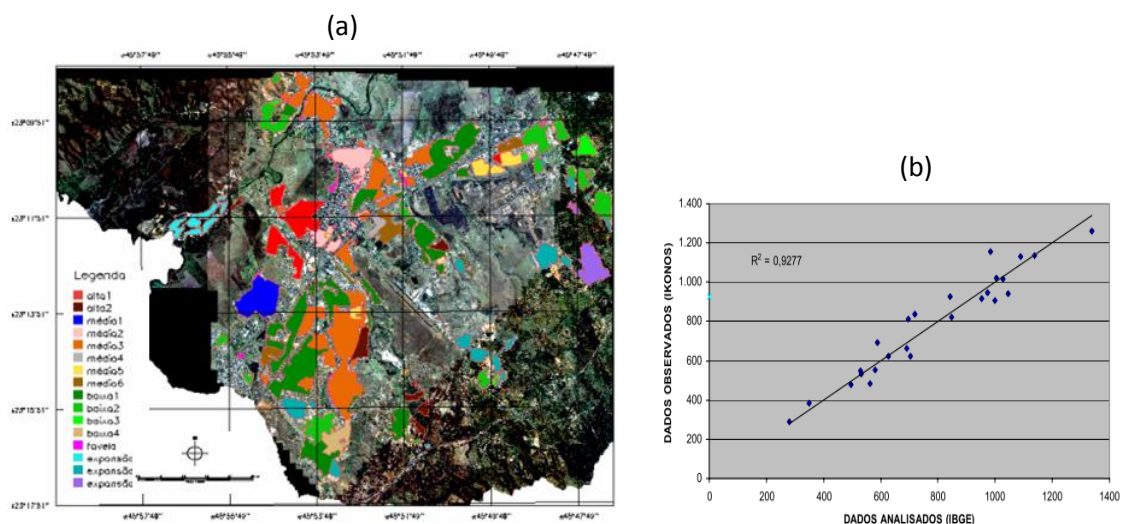


Figura 11. Zonas residenciais unifamiliares homogêneas interpretadas a partir de imagem IKONOS (2000), para parte da mancha urbana de São José dos Campos (a), e o resultado da correlação entre os valores de população fornecidos pelo IBGE (2000) e os estimados a partir da metodologia proposta (b). Fonte: Gonçalves et al. (2004)

Trabalhando também com dados de sensoriamento remoto de alta resolução, Umbelino e Macedo (2008) exploraram a utilidade de fotografias aéreas (1989 e 1999) para discutir dados anômalos dos censos (1991 e 2000) em alguns setores censitários de Belo Horizonte.

A partir da compatibilização das malhas censitárias de 1991 e 2000, os setores que mantiveram os limites (e áreas) nas duas datas e que apresentaram decréscimo de pelo menos 100 domicílios para o período foram avaliados. Cada setor censitário foi analisado individualmente quanto ao adensamento do número de domicílios identificados nas fotografias aéreas, como exemplificado nas Figuras 12a e 12b. Cada setor foi então categorizado quanto ao adensamento em: pontual ou em grandes áreas (Figura 12c). Os resultados foram analisados tomando-se como referência os dados do cadastro de endereços georreferenciados da Prodabel (Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte) referente a 2003, para verificar se o erro encontrava-se nos dados do censo 1991 ou do censo 2000.

Nos 27 setores analisados, os dados de número de domicílios do Censo 1991 apresentaram média e variância muito superior aos dados do Censo 2000, e da Prodabel 2003, contrariando também as evidências de adensamento observadas na fotointerpretação. Finalmente, uma análise de variância atestou que os resultados do Censo 2000 eram similares aos endereços da Prodabel 2003, confirmado a suspeita da existência de alguns erros de tabulação nos dados censitários de 1991. A inferência da variável número de domicílios a partir de interpretação visual de imagens foi útil para comparar os resultados dos censos, e complementou a evidência que os dados da Prodabel apresentaram. A análise de variância, ao testar a hipótese acerca de anomalia dos dados, corroborou os resultados. Não foi uma única evidência que atestou a anomalia dos dados analisados, mas a *análise integrada de dados espaciais* de referência, dos dados resultantes de inferência por sensoriamento remoto e do uso de métodos estatísticos.

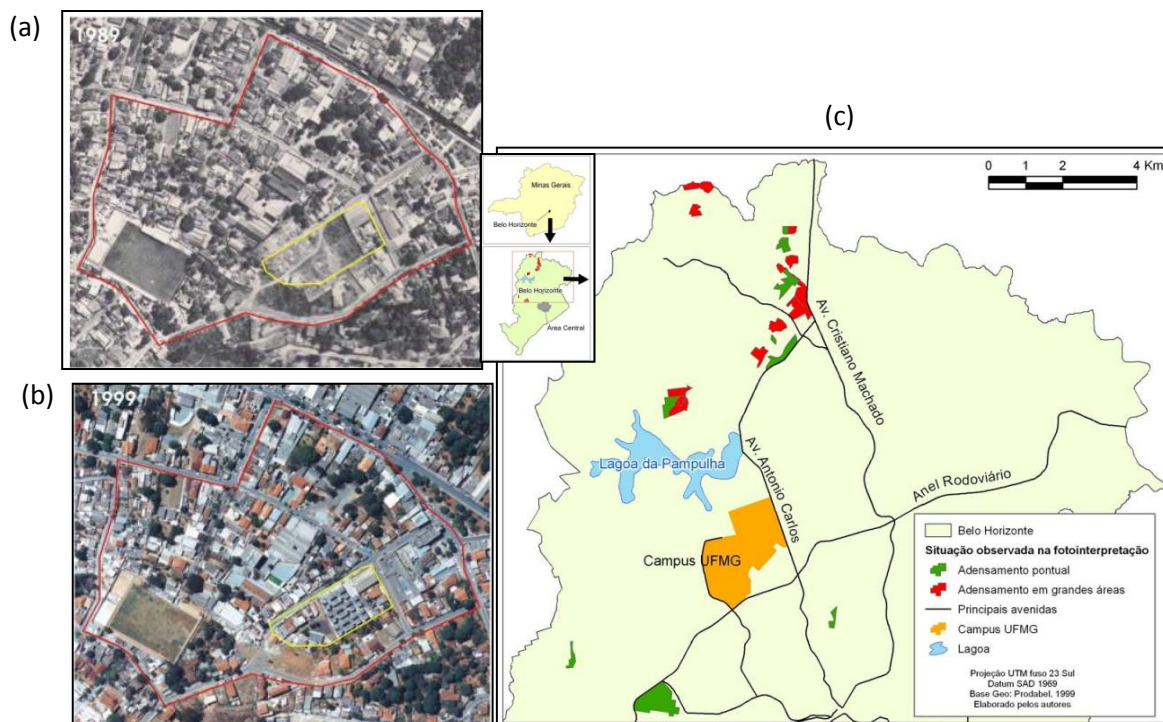


Figura 12. Exemplo de setor censitário de Belo Horizonte cujos domicílios foram identificados nas fotografias aéreas de 1989 (a) e 1999 (b); e mapa final (c) indicando setores que sofreram adensamento pontual (verde) e adensamento em grandes áreas (vermelho).

Fonte: Umbelino e Macedo (2008)

Índices sintéticos, Redução de dimensionalidade & Tipologias

Dentre os trabalhos que se propõem a criar novas variáveis, Braga et al (2006) e Macedo e Bassani (2010) tratam a temática de vulnerabilidade social, propondo a construção de novas variáveis e a construção de índices/indicadores a partir de um conjunto inicial de dados socioeconômicos. As novas variáveis e índices/indicadores são associadas às *unidades espaciais de referência* para a análise

Braga et al. 2006 analisam três propostas metodológicas de mapeamento de riscos e de modelos preditivos de vulnerabilidade frente a mudanças climáticas, a partir de indicadores sociodemográficos, em uma *abordagem de escala* global:

- *DRI – Disaster Risk Reduction Index*: índice sintético de risco a desastres naturais por países, desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para a o Desenvolvimento, (UNDP, 2004).
- *Hotspots - “Natural Disaster Hotspots: a Global Risk Analysis”*: mapeia em escala subnacional áreas críticas de risco em todo o planeta, desenvolvida pelo Banco Mundial e Universidade de Columbia NY (Dilley et al, 2005).
- *Indicadores de vulnerabilidade do Tyndall Centre*: índices preditivos de vulnerabilidade social a desastres naturais em escala global, desenvolvida pelo *Tyndall Centre for Climate Change Research* (Adger et al, 2004).

As características metodológicas não diferem muito quanto às ferramentas analíticas adotadas (Tabela 1): seleção de variáveis indicativas ou proximais (*proxies*), cálculos de taxas e percentuais, análise de correlação e espacialização dos resultados que são índices sintéticos por países ou células.

Tabela 1. Metodologias para análise global de vulnerabilidade a mudanças climáticas

	DRI	Hotspots	Tyndall Centre
Abordagem	dedutiva	indutiva	dedutiva
Escala	nacional	subnacional	nacional
Elemento em risco	população	população e Produto Doméstico Bruto	população
Eventos perigosos relacionados a mudanças climáticas	enchentes, seca, ciclones tropicais	enchentes, secas, deslizamentos e ciclones tropicais	secas, enchentes, epidemias, fomes, temperaturas extremas, infestação por insetos, deslizamentos, incêndio florestal, tempestades de vento e tsunami
Variáveis demográficas incorporadas	crescimento populacional, crescimento da população urbana, densidade populacional, razão de dependência	densidade populacional	densidade populacional
Proxy de risco	mortalidade	mortalidade e perdas econômicas	mortalidade e afetados
Unidade de Análise	País	Células regulares 2,5' x 2,5' população > 5 hab/km ²	
Implementação (passos)	1) Cálculo de Exposição; 2) Vulnerabilidade Relativa; 3) Indicadores de Vulnerabilidade	1) mortalidade total/perigo; 2) evento e população /célula2000; 3) taxa mortalidade de referência; 4) tx mort específica; 5) ponderação de 3; 6)ponderação de 4; 7)índice de risco múltiplo; 8) normalização (valores entre 0-1) de 7	1) construção de marco conceitual; 2) cálculo de indicadores de risco; 3) desenvolvimento de indicadores preditivos de vulnerabilidade
(Número) e Categoria das Variáveis	(26) 8 Categorias : economia, tipo de atividade econômica, dependência e qualidade do ambiente, demográfica, saúde e saneamento, capacidade de alerta, educação, desenvolvimento	(4) Variáveis: mortalidade total, ocorrência (n) de eventos perigosos/tipo, pop total, grau de riqueza relativa por país/região;	(35) 9 Categorias: bem estar econômico; saúde e nutrição; educação; infraestrutura física; instituições, governança, conflito e capital social; dependência agrícola; fatores demográficos e geográficos; recursos naturais e ecossistemas; capacidade técnica
Ferramentas	SIG, Regressão linear <i>stepwise</i> , correlação Pearson	SIG, cálculos sobre células, limiares para os hotspots (decis)	Análise de correlação
Resultado	Modelo preditivo de indicadores de vulnerabilidade	Risco de mortalidade por desastres e por perdas econômicas	Índice de vulnerabilidade
Figuras exemplo			

Fonte: modificado de Braga et al (2006).

A discussão teórica de cada método para a adoção dos conceitos de vulnerabilidade, risco e a proposição dos índices é a contribuição principal do artigo de Braga et al (2006), que foge do nosso escopo. Após a avaliação e discussão dos métodos os autores discutem diretrizes e recomendações metodológicas para mensurar e mapear o risco e a vulnerabilidade a desastres naturais relacionados à mudança climática no Brasil. Não propõem um único modelo, mas indicam as alterações necessárias às abordagens existentes para o caso Brasileiro.

Macedo e Bassani (2010) apresentam uma abordagem que envolve métodos estatísticos, no caso relacionado à análise multivariada, para o estudo da vulnerabilidade socioeconômica em Porto Alegre. Analogamente aos métodos indutivos apresentados pelo DRI e pelo Tyndall Centre (Tabela 1), descritos por Braga et al (2006), a metodologia aplicada se propõe a simplificar a complexidade dos fatores reduzindo a quantidade inicial de variáveis em componentes que explicam a maior parte da variância dos dados. A *escala de abordagem* neste estudo esta relacionada às *Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs)* criadas para a Região Metropolitana de Porto Alegre, e envolve então uma análise intra-urbanana na extensão metropolitana.

A *abordagem espacial* utilizada considera as UDHs como *unidades espaciais de referência* e utilizam técnicas estatísticas. Em particular, o estudo da correlação entre as variáveis, somou-

se à experiência e conhecimento dos técnicos do Observatório da Cidade de Porto Alegre, para selecionar 29 variáveis (Tabela 2), associadas às 163 Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs), obtidas do Atlas do Desenvolvimento Humano da Região Metropolitana de Porto Alegre (2000). Estas variáveis foram trabalhadas através de uma Análise de Componentes Principais (ACP) sem componente espacial. As duas primeiras componentes responderam por mais de 84,9% da variância total (autovalor de 55,1% para CP1 e 29,8 % para CP2) das 29 variáveis selecionadas. Os resultados de autovetores representam a contribuição de cada variável em cada componente. As maiores contribuições de cada variável para as duas CPs, a título de exemplo, estão na Tabela 2. Os autores relacionam estas contribuições com o tipo de informação que as componentes resumem. Indicam, por exemplo, que a CP1 "parece ser algum tipo de indicador de vulnerabilidade, pois apresentou correlações positivas e altas com variáveis % de pobres, % de pessoas ocupadas com rendimento do trabalho inferior a 1 salário mínimo (SM), mortalidade até 5 anos de idade etc.; e correlações negativas e altas com variáveis como % de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada, % de pessoas que frequentam o ensino médio em relação à população de 15 a 17 anos, média de anos de estudo das pessoas com 25 anos ou mais de idade etc.. ". Analogamente, a CP2 foi identificada como relacionada às características econômicas.

Tabela 2 - Descrição das variáveis selecionadas e as respectivas correlações para a primeira (CP1) e segunda (CP2) componente principal

ID	Descrição da variável	CP 1	CP 2
x17	% de pobres	0,9517	
x29	% de ocupados com rendimento do trabalho inferior a 1 SM	0,8941	
X02	mortalidade até 5 anos (por mil nascidos vivos)	0,8791	
X03	razão de dependência	0,8652	
x28	% de ocupados com fundamental incompleto	0,8608	
x21	% das pessoas ocupadas com rendimento do trabalho de 1 a 2 SM	0,8409	
x06	% de pessoas com mais de 25 anos analfabetas	0,8348	
x05	% de mulheres de 25 anos ou mais analfabetas	0,8336	
x24	taxa de desemprego da população de 25 a 29 anos	0,7984	
x10	% de pessoas entre 18 e 24 anos analfabetas	0,7939	
x25	taxa de desemprego da população de 15 anos e mais	0,7791	
x12	% de mulheres responsáveis pelo domicílio com renda até 1 SM	0,7698	
x14	% de homens responsáveis pelo domicílio sem rendimento	0,7661	
x13	% de mulheres responsáveis pelo domicílio sem rendimento	0,7425	
x08	índice de envelhecimento	-0,7119	
x19	média de anos de estudos dos homens responsáveis pelo domicílio	-0,7203	
x20	média de anos de estudos das mulheres responsáveis pelo domicílio	-0,7300	
x07	média de anos de estudos das pessoas de 25 anos de idade ou mais	-0,7481	
x04	% dos alunos de ensino médio em relação à população de 15 a 17 anos	-0,9072	
x01	% de pessoas em domicílios com banheiro e água encanada	-0,9408	
x27	taxa de participação da PEA na PIA de 18 a 24 anos		0,8775
x09	% dos que frequentam fundamental em relação à população de 7 a 14 anos		0,8012
x23	% das pessoas ocupadas com rendimento do trabalho de 2 a 3 SM		0,7364
x18	% de pessoas que vivem em domicílios com computador		-0,7388
x16	renda média das mulheres responsáveis pelo domicílio		-0,7752
x22	rendimento médio mensal das pessoas ocupadas		-0,8018
x15	renda média dos homens responsáveis pelo domicílio		-0,8035
x11	renda per capita		-0,8060
x26	taxa de participação da PEA na PIA de 15 anos e mais		

Fonte: modificado de Macedo e Bassani (2010)

A análise de componentes principais tem a vantagem de diminuir a complexidade ou dimensionalidade dos dados, representando um conjunto grande de variáveis em um espaço de atributos não correlacionado, como na Figura 13a. Por outro lado, a interpretabilidade dos resultados fica comprometida, se não houver clareza da contribuição das variáveis em cada uma das componentes. Esta análise e entendimento da contribuição das variáveis são centrais para o bom uso desta técnica. Ao invés de utilizar uma única componente para agrupar as UDHs similares, os autores propõem um índice que corresponde à média dos escores das CPS ponderada pelos autovalores (variância) das componentes, ao qual chamaram de Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE), que varia de 0 a 1.

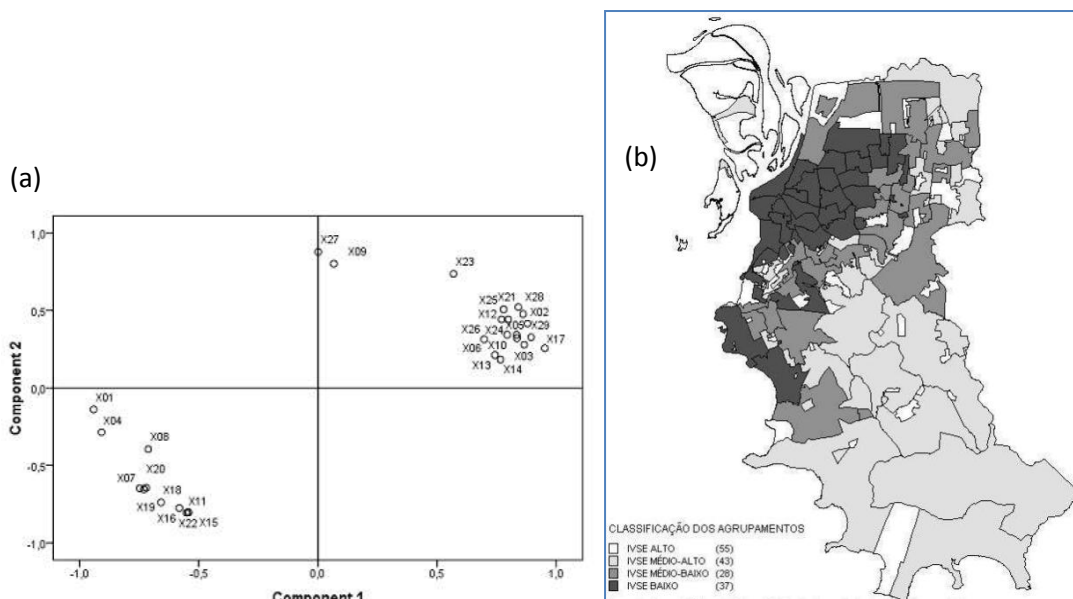


Figura 13. Contribuições (cargas ou autovetores) das variáveis selecionadas, no espaço rotacionado das componentes principais (a). Mapa do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica de Porto Alegre (2000) gerado a partir da análise de agrupamento do IVSE (b)

Fonte: Macedo e Bassani (2010)

A partir dos valores de IVSE para cada UDHS, uma análise de agrupamentos, indicou a existência de 4 grupos em Porto Alegre: IVSE alto, médio-alto, médio-baixo, e baixo, utilizados para representar as UDHS no espaço geográfico, gerando o mapa de Vulnerabilidade Socioeconômica de Porto Alegre 2000 (Figura 13b). A heterogeneidade das unidades de Desenvolvimento Humano indicadas no mapa resultante foi considerada compatível com o conhecimento de campo dos especialistas.

Na mesma temática geral, o trabalho de Maia e Quadros (2008) analisou a desigualdade brasileira, propondo uma nova configuração dos municípios a partir da estrutura social das famílias, para analisar as desigualdades intra e intermunicipais.

Para representar os grupos sociais da população, os autores adotaram a estratificação social resultante da combinação entre a inserção dos integrantes familiares no mercado de trabalho (classes ocupacionais) e os rendimentos familiares *per capita* (estratos sociais). Da posição ocupacional do integrante familiar de maior rendimento foram consideradas 14 classes (desde "empregadores de mais de 10 empregados" até a classe "sem ocupação e sem renda"). Dos rendimentos familiares *per capita*, cinco estratos sociais foram definidos a partir de um valor de referência próximo ao salário mínimo. Os 5.507 municípios do Censo Demográfico 2000 foram caracterizados quanto à frequência da população nas referidas classes ocupacionais e estratos sociais para que a análise de correspondência e análise de cluster pudessem identificar as tipologias municipais de desenvolvimento da estrutura social, ou o perfil social.

Analogamente à análise de componentes principais, a análise de correspondência foi usada para reduzir a dimensionalidade dos dados, identificando grupos homogêneos de municípios (Figura 14a), e as duas principais dimensões resultantes foram usadas para classificar os municípios a partir de uma análise de agregados (cluster). As seis tipologias (grupos) obtidos refletiram a hierarquia das classes de desenvolvimento socioeconômico entre os perfis sociais. Enquanto os municípios dos grupos 1 e 2 apresentaram uma estrutura associada às classes não agrícolas e aos quatro primeiros estratos sociais (superior, médio, baixo e inferior), os grupos 3, 4, 5 e 6 estão mais associados às classes agrícolas e ao estrato ínfimo. Estes grupos foram

então avaliados e caracterizados quanto às atividades e condições preponderantes, como representado na Figura 14b.

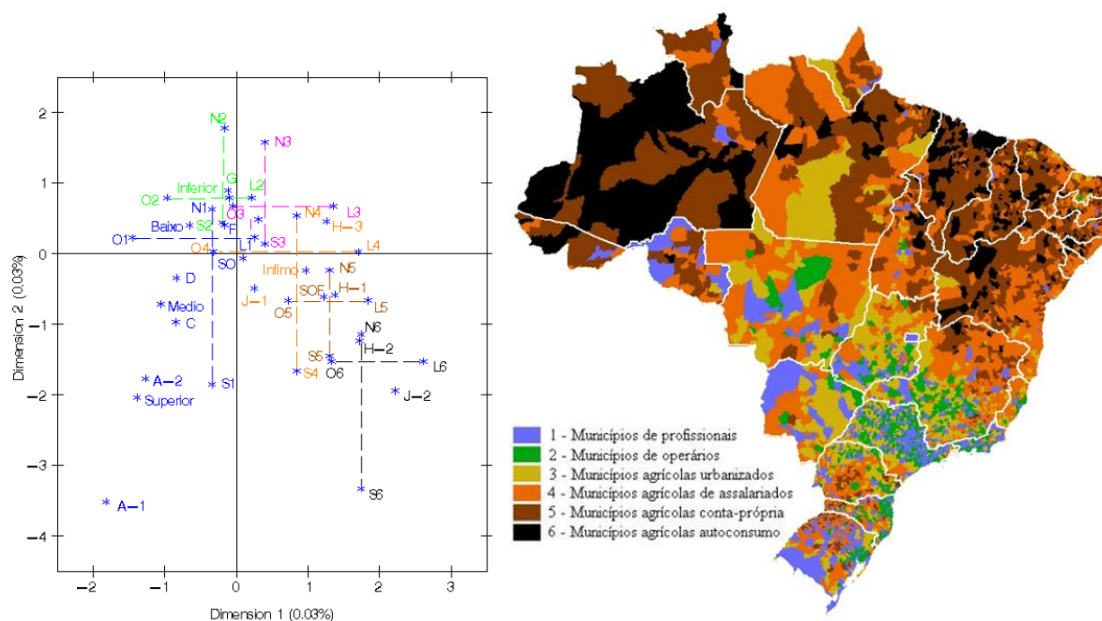


Figura 14 - (a) Análise de correspondência entre os municípios, classes ocupacionais (A-1, A-2, C, D, F, G, H-1, H-2, H-3, I, J-1, J-2, SO, SOF) e estratos sociais (Superior, Médio, Baixo, Inferior e Ínfimo). As tipologias das estruturas sociais resultantes estão representadas pelos eixos ortogonais (grupos de 1 a 6) de cores diferenciadas, com a dispersão indicada pelos pontos cardeais (N, S, L e O). (b) Espacialização dos municípios de acordo com a tipologia de perfil social obtida.

Fonte: Maia e Quadros (2008)

Os autores analisam os resultados discutindo os valores de perfil social dos municípios por grupo obtido, e estudam a distribuição dos municípios por perfil social e região geográfica. Os grupos foram confrontados com alguns indicadores de concentração de renda, como índice de concentração, índice de Gini e T de Theil, para observar as desigualdades dentro e entre municípios. Uma última análise comparou a população dos diferentes grupos (perfis sociais) quanto ao acesso à infraestrutura domiciliar, enquanto medida de qualidade de vida para o estudo das diferenças sociais. A análise estatística multivariada adotada reduziu a complexidade das variáveis e discriminou grupos de perfis sociais que foram devidamente caracterizados e analisados diante de outros aspectos importantes das diferenças sociais. Esta análise e interpretação dos agrupamentos são centrais para sustentar os resultados obtidos, dando consistência e confiabilidade para a metodologia proposta.

Torres et al (2010) também propõem uma regionalização dos municípios brasileiros quanto a saúde ambiental, a partir de dados de saúde, socioeconômicos e ambientais utilizando outra técnica multivariada de redução de dimensionalidade, a análise fatorial, seguida por análise de agrupamentos. Trabalharam com dados de instituições públicas, sistematizados em bancos de dados oficiais, no total de treze variáveis, representando três dimensões analíticas: riqueza municipal, meio ambiente e condições de saúde. A análise fatorial foi utilizada apenas para obter a estrutura de ponderação dos indicadores e os resultados obtidos são similares a uma análise de componentes principais (Tabela 3).

Tabela 3. Pesos obtidos a partir da análise fatorial dos componentes (variáveis) de cada indicador sintético (riqueza, saúde e meio ambiente).

Indicadores sintéticos seus componentes	Pesos*(%)
RIQUEZA MUNICIPAL (variabilidade explicada 76%)	
PIB municipal per capita (2006)	25
% do valor adicionado da indústria no valor adicionado total (2006)	25
% do valor adicionado da administração pública no valor adicionado total (2006)	25
Renda média do emprego formal (2008)	25
CONDIÇÕES DE SAÚDE (variabilidade explicada: 56%)	
Taxa de mortalidade na infância (2005-2007)	50
Taxa de mortalidade 15-39 (2005-2007)	25
Taxa de Mortalidade 50-69 anos (2005-2007)	25
MEIO AMBIENTE (variabilidade explicada: 51%)	
% de domicílios em assentamentos precários ou aglomerados subnormais (2000)	5
% de pessoas com acesso a abastecimento de água (2000)	19
% de pessoas com acesso a esgotamento sanitário (2000)	20
% de pessoas com coleta de lixo (2000)	22
Número de veículos automotivos / 1.000 habitantes (Dez/2008)	19
Razão entre os empregados na indústria de transformação (alto risco) e a população de 15 anos e mais	15

Fonte: Torres et al (2010)

Cada componente foi padronizado para valores entre 0 a 1, (Figura 15) bem como os indicadores sintéticos. Os indicadores sintéticos, ou setoriais, permitiram descrever cinco grupos coerentes em termos analíticos e estatísticos (Tabela 4), obtidos a partir da análise de agrupamentos (*clusters*). Os agrupamentos foram então descritos quanto aos padrões espaciais de riqueza municipal, saúde e meio ambiente obtidos nos mapas resultantes (Figura 15). Os grupos foram também caracterizados quanto às suas composições demográficas, socioeconômicas, de saúde e meio ambiente.

Tabela 4 - Critério de Classificação dos Municípios segundo o Indicador de Vulnerabilidade Socioambiental

Riqueza	Saúde	Meio Ambiente		
		De 0,00 a 0,25	Mais de 0,30 a 0,50	Mais de 0,50 a 1,00
De 0,00 a 0,35	De 0,00 a 0,40	Grupo 1		
	Mais de 0,40 a 1,00			
Mais de 0,35 a 0,50	De 0,00 a 0,40	Grupo 2	Grupo 3	
	Mais de 0,40 a 1,00			
Mais de 0,50 a 1,00	De 0,00 a 0,40	Grupo 2	Grupo 4	Grupo 5
	Mais de 0,40 a 1,00			

Fonte: Cebrap/PNUD/MS-SVS. Relatório Brasil – Atlas Brasileiro de Vulnerabilidades de Socioambientais.

Fonte: Torres et al (2010)

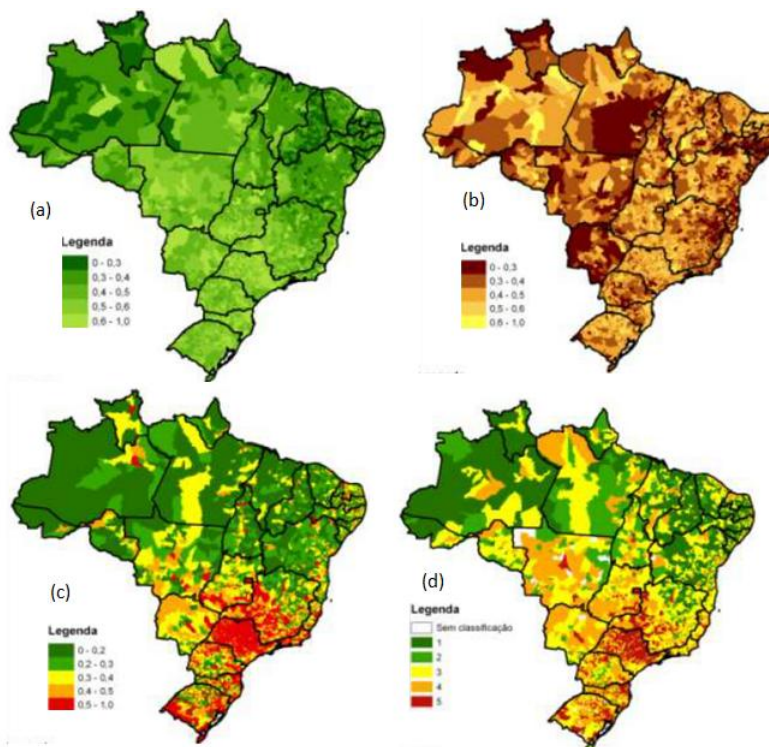


Figura 15 - Municípios brasileiros classificados quanto aos indicadores sintéticos de riqueza(a), saúde (b), meio ambiente (c) e o agrupamento final segundo a classificação de vulnerabilidade socioambiental proposta.

Fonte: Torres et al (2010)

Em sua discussão final, Torres et al (2010) salientam que os padrões obtidos são compatíveis aos existentes na literatura quanto à regionalização do Brasil, e ainda contribuem para diferenciar o espaço quanto a política de saúde ambiental, "revelando ao mesmo tempo a abrangência e complexidade de situações e algumas especificidades apenas captadas com análises localizadas em termos espaciais e temporais".

Maia e Quadros (2008) e Torres et al (2010) usaram procedimentos metodológicos similares para definir tipologias para os municípios brasileiros, nas quais a seleção de variáveis e o enfoque teórico são o suporte para a interpretação coerente dos resultados. Toda classificação de dados pressupõe uma medida de similaridade entre as classes, que nestes casos foram sustentados pelos referenciais teóricos de perfil socioeconômico e vulnerabilidade socioambiental. Não há uma classificação única, mas classificações orientadas para finalidades distintas. Uma vez que as classes (grupos) sejam consistentes e facilitem a identificação de problemas comuns e o planejamento de soluções, a metodologia de simplificação cumpriu seu objetivo. A dimensão espacial nestes trabalhos foi considerada apenas nas interpretações dos resultados sobre os mapas resultantes. O espaço, de fato, foi utilizado apenas como um suporte para as variáveis assentadas em suas *unidades espaciais de referência*, fazendo com que a visualização/espacialização tenha sido o recurso técnico mais utilizado para a apresentação e exploração visual dos resultados analíticos. Nenhuma técnica que buscasse incluir o espaço como uma variável para os métodos quantitativos estatísticos foi utilizada. Os algoritmos de agrupamento (clusters) não trataram a localização das variáveis como elemento para a análise de agregados. Os autores discutem a regionalização que emergiu das operações de simplificação e agrupamento das variáveis pertinentes por município, mas não incluíram em sua *abordagem espacial* métodos de agrupamento espacial derivados das metodologias da estatística espacial.

O espaço para além de um suporte

Jakob e Young (2008) também partem da redução de dimensionalidade dos dados, da análise fatorial para estudar uma região. A *escala de abordagem* refere-se à Região Metropolitana da Baixada Santista. O objetivo foi identificar a segregação socioespacial urbana, ou seja, verificar se o espaço é um elemento que está associado às diferenças entre situações socioeconômicas descritas pelas variáveis de coleta, considerando como *unidades espaciais de referência* os setores censitários as áreas de ponderação. Do resultado das análises fatoriais (Tabela 5), as análises de autocorrelação espacial (índice I de Moran) identificaram as zonas de segregação considerando os setores censitários (Figura 16a) e as áreas de ponderação (Figura 16b).

Tabela 5 - Resultados da análise fatorial (pesos) por setores censitários e áreas de ponderação, para as variáveis selecionadas para o estudo de segregação socioespacial da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Variável	Setores	Áreas Ponderação
% Crianças Analfabetas 7 a 14 anos	0.5972	0.8366
% Chefes de Domicílio Analfabetos	0.7870	0.9317
% Chefes de Domicílio com até 4 Anos de Estudo	0.8680	0.9820
Média de Anos de Estudo dos Chefes de Domicílio	-0.9180	-0.9876
Renda Média dos Chefes de Domicílio	-0.8379	-0.9346
% da Variância explicada com este componente:	69.2	87.6

Fonte: FIBGE, Censo Demográfico de 2000. Tabulações especiais NEPO/UNICAMP.

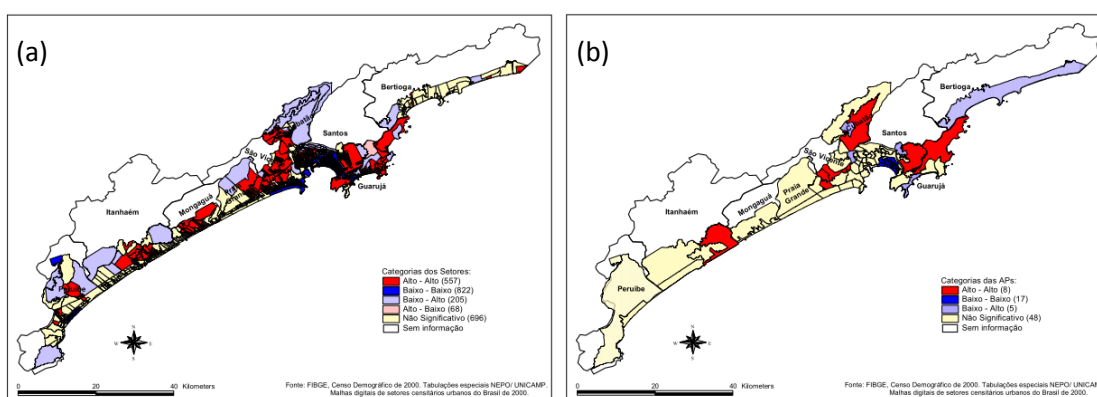


Figura 16 - Zonas de segregação espacial urbana obtidas para a Região Metropolitana da Baixada Santista por setor censitário (a) e por área de ponderação (b).

Fonte: Jakob e Young (2008)

Dados de população residente foram utilizados para verificar e revisar os resultados de segregação por área de ponderação e compará-los com as zonas obtidas por setor censitário. O recorte por setor mostrou-se mais adequado para descrever a segregação da RMBS que as áreas de ponderação. Os autores observaram que quanto maior o número de áreas de ponderação, menor a probabilidade das áreas serem consideradas não-significativas, ou seja, área de ponderação muito extensas são potencialmente heterogêneas e dificultam a identificação de áreas de segregação.

Na *abordagem espacial* dos autores, técnicas de análise exploratória que observam a localização dos dados em relação aos seus vizinhos (I de Moran, Global e Local) foram aplicadas sobre o resultado da análise fatorial. Desta forma, além da exploração visual para a percepção de padrões espaciais, os autores se valeram de uma medida estatística de associação, que contempla a variável em seu suporte espacial (limite geográfico) e esta mesma variável nos suportes que são vizinhos a ela. Ainda que não se tenha adotado uma metodologia de

agrupamento espacial, apresentou-se uma possibilidade de identificação de padrão espacial baseada em métricas e não apenas na interpretação visual.

O trabalho de Rosembach et al (2010) trata da segregação socioespacial urbana, usando Índices Espaciais e Locais de Segregação Urbana que incorporam o arranjo espacial dos diferentes grupos de população e a interação entre eles através de medidas concebidas a partir das dimensões relacionais de dispersão/agrupamento e exposição/isolamento. Estas medidas explicitam relações territoriais e revelam continuidades e descontinuidades no espaço urbano. Os Índices de Dissimilaridade, Exposição e Isolamento foram aplicados às variáveis “renda de chefes de família” e “anos de instrução de chefes de família”, do censo demográfico do IBGE (2000) para estudar os espaços urbanos conurbados dos municípios paulistas do Vale do Paraíba (São José dos Campos e Jacareí) e do Litoral Norte (São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba) (Tabela 6).

Tabela 6 - Índices Globais de Dissimilaridade, Exposição e Isolamento obtidos os espaços urbanos conurbados dos municípios do Vale do Paraíba (São José dos Campos e Jacareí) e do Litoral Norte (São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba) de São Paulo.

		Dissimilaridade	Exposição	Isolamento (> renda)	Isolamento (< renda)
Vale do Paraíba	renda	0.25	0.1	0.36	0.33
	instrução	0.23	0.08	0.34	0.38
Litoral Norte	renda	0.6	0.07	0.1	0.4
	instrução	0.68	0.06	0.14	0.49

Fonte: Rosembach et al (2010)

A segregação é discutida neste trabalho em relação à renda e escolaridade, em duas variáveis originais, sem simplificação, tomando-se em conta a distribuição dos padrões dos maiores e menores valores no espaço. A contribuição reside na interpretabilidade direta dos resultados, identificando-se áreas de diferentes graus de segregação e na capacidade de se comparar as regiões. Os índices locais identificam os padrões de segregação centro-periferia, em São José dos Campos, por exemplo, e a direção dos eixos demarcados pelas classes dominantes (Figura 17a e 17b). O litoral norte apesar do crescimento urbano linear, também apresenta padrão de segregação centro-periférico, sem contudo explicitar eixos de ocupação de grupos dominantes (Figura 17c e 17d).

Do ponto de vista dos métodos quantitativos, a *abordagem espacial* no trabalho de Rosembach et al (2010) traz como diferencial a incorporação da noção de vizinhança, ou seja, na utilização dos valores das variáveis em *sua unidade espacial* e nas unidades vizinhas integrado ao cálculo do indicador. O espaço, através da localização da variável estudada, passa a ser uma variável incorporada ao método. Os padrões de segregação socioambiental discutidos anteriormente por Makinodan e Costa (2004) para a bacia do Rio Cumprido, em São José dos Campos, ganhariam expressão espacial se também se valessem de métricas como o índice espacial de segregação urbana para complementar aos aspectos tratados de maneira descritiva na discussão de segregação.

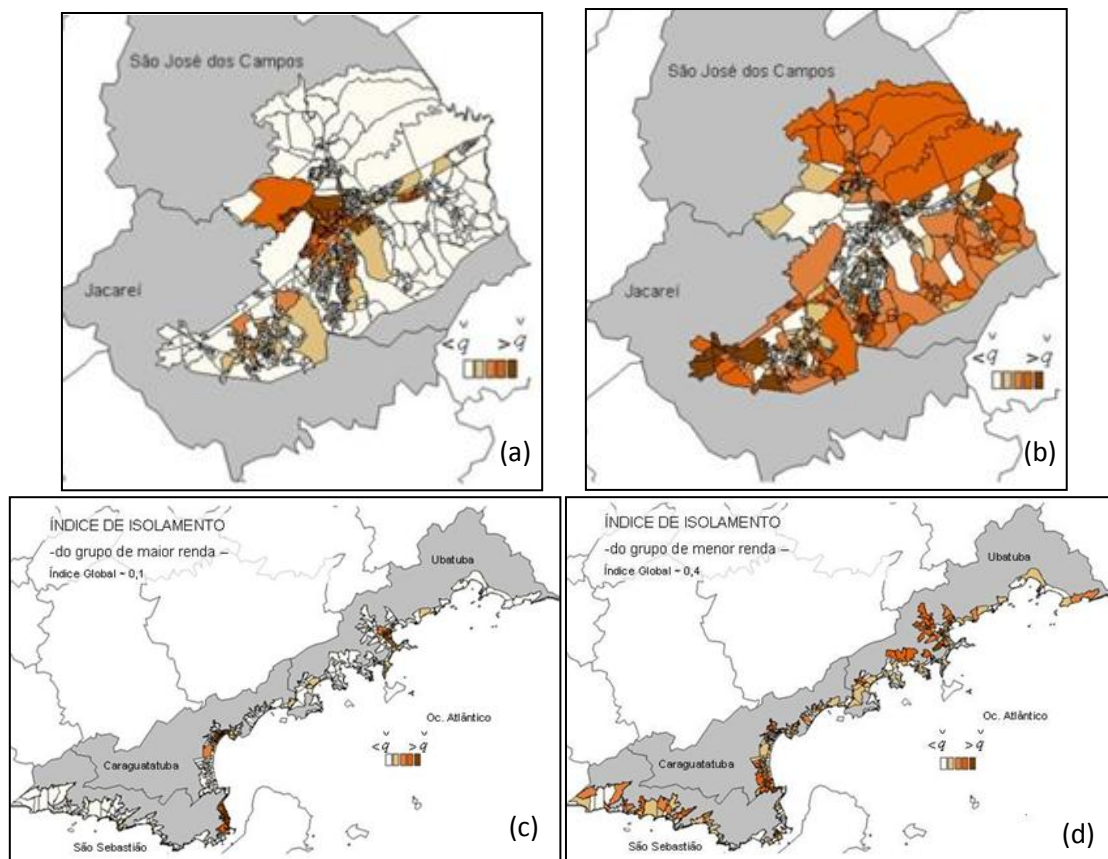


Figura 17. Índice de Isolamento Local para o grupo de maior renda (a e c) e menor renda (b e d) na região conurbada de São José dos Campos e Jacareí, no Vale do Paraíba (a e b), e no Litoral Norte (c e d) compreendendo São Sebastião, Caraguatatuba e Ubatuba.

Fonte: Rosembach et al (2010)

A importância da escala de abordagem e a percepção do espaço

Barbieri (2006) discute a importância da escala em estudos de mobilidade populacional e meio ambiente em áreas de fronteira na Amazônia brasileira e equatoriana. Para um marco conceitual multiescalar, o autor explica a necessidade de base de dados hierárquica e longitudinal que permita medir a mobilidade e os fatores determinantes em dado período. São necessárias pesquisas especializadas e generalistas de mobilidade que contenham informações sobre migrantes e processo migratório em detalhe suficiente para possibilitar análise dos determinantes e consequências da migração.

Para a Amazônia Equatoriana, o autor propõe um modelo multiescalar, para estudar mobilidade populacional (migração e mobilidade temporária) usando os níveis de agregação de indivíduos, finca/domicílio rural e comunidade. Numa equação multinomial multinível, cada variável independente varia através de domicílios e comunidades; a mobilidade para os níveis indivíduo, domicílio e comunidade pode ter como variáveis respostas: destino urbano, destino rural e ausência de mobilidade. Deste modelo, encontram-se os efeitos diretos e independentes da mobilidade e os fatores que são influenciados por fatores de níveis mais agregados, sumarizados em um modelo conceitual (Figura 18) que sugere um conjunto comum de variáveis independentes afetando migração e mobilidade temporária.

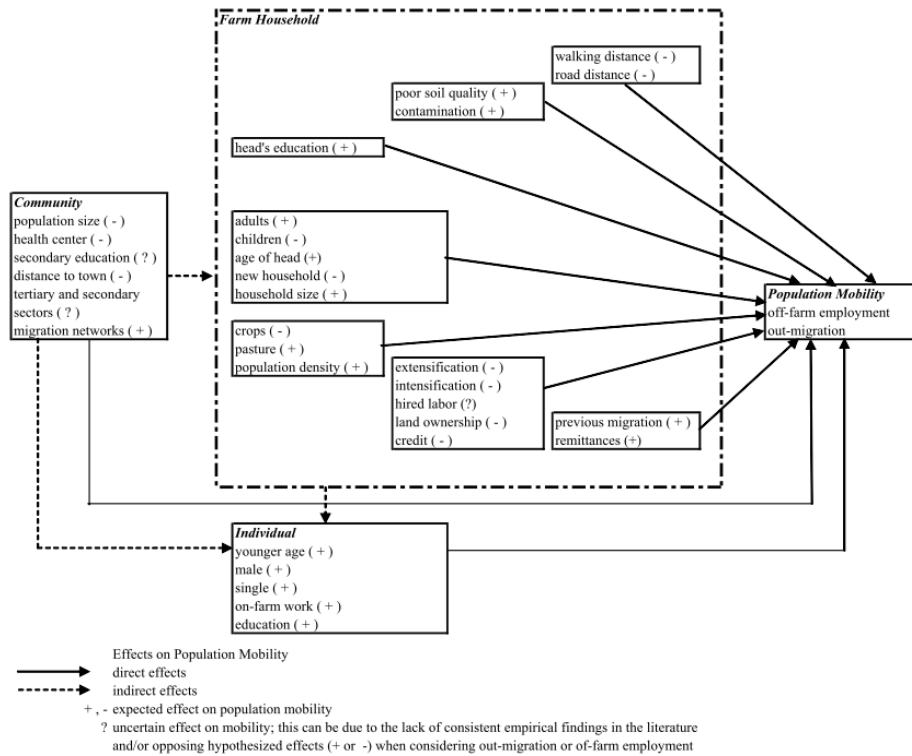
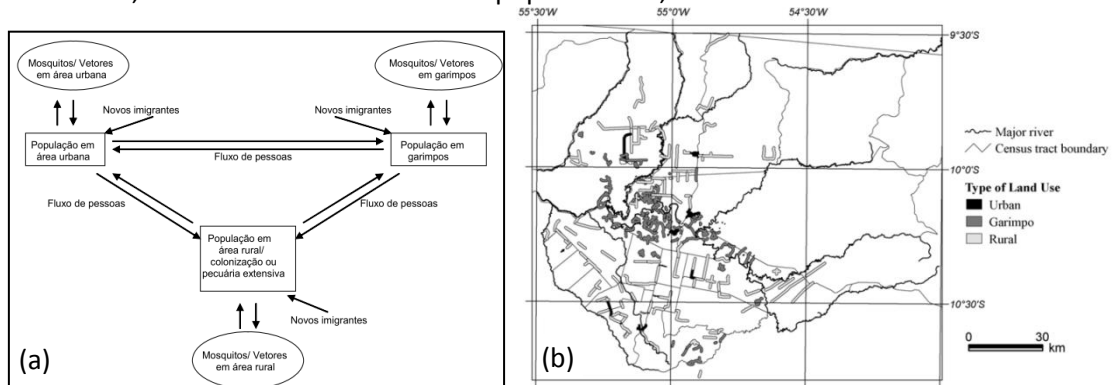


Figura 18. Modelo de mobilidade populacional na Amazônia Equatoriana

Fonte: Barbieri (2006)

Para a Amazônia Brasileira, Barbieri (2006) apresenta um modelo para o estudo da prevalência da malária no norte do Mato Grosso em relação ao uso da terra como fator de difusão da malária, e características populacionais e ambientais em diferentes níveis de agregação: domicílios, localidades, setores censitários e municípios (Figura 19a). A sobreposição dos tipos dominantes de uso da terra (Figura 19b) com a tendência de prevalência da malária para o período de 1992 a 1995 (Figura 19c) permite associar a dinâmica da prevalência aos tipos de uso específicos e a proximidade entre as localidades. Dados populacionais dos setores censitários (Figura 19d), poderiam ser incorporados à análise neste nível de agregação. Seria então possível articular fatores micro e macro na explicação da associação entre prevalência de malária, uso da terra e características populacionais, incluindo a mobilidade.



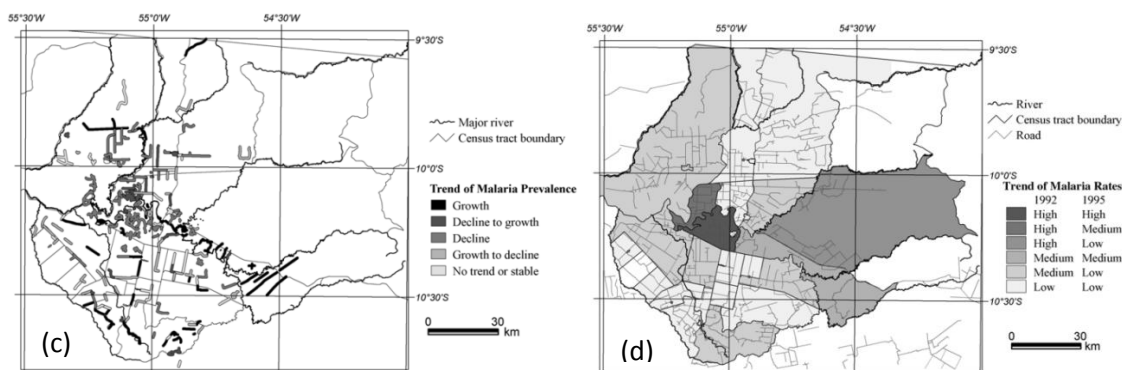


Figura 19. Modelo de uso do solo e prevalência de malária no norte de Mato Grosso (a). Mapas de uso da terra predominante (b), tendência de prevalência da malária por unidade de uso (c), e as taxas de ocorrência de malária por setor censitário (d).

Fonte: Barbieri (2006)

Como para esta articulação de escalas não foram indicadas ferramentas analíticas, supõe-se que seja necessário interpretar qualitativamente as informações dos mapas à luz do modelo teórico proposto. Alternativamente, técnicas de análise espacial poderiam ser úteis. Como o próprio autor indicou, estas são "potenciais componentes metodológicas da análise da associação entre mobilidade populacional e meio ambiente em áreas de fronteira, favorecendo a identificação de padrões espaciais (distância, densidade, distribuição espacial da população e de recursos naturais) que ajudam a definir a estrutura de oportunidades e limitações que levam à mobilidade". O trabalho aponta a firme necessidade de avanços para as abordagens quantitativas que devem incluir métodos e técnicas que possam tratar com dados em diferentes suportes espaciais representando *escalas de abordagem* distintas. Há muitas perspectivas nesta área e novas técnicas estão surgindo para abordagens espaciais multinível.

Marandola Jr e Santos (2010) também discutem a importância da *escala de abordagem* para o campo de população e ambiente, mas com foco na percepção dos perigos ambientais urbanos e da vulnerabilidade nas regiões metropolitanas de Campinas (RMC) e da Baixada Santista (RMBS) no Estado de São Paulo. Os dados da pesquisa domiciliar do Projeto Vulnerabilidade foram tabulados de modo a apresentar os aspectos dos perigos ambientais urbanos categorizados quanto a acessibilidade, contaminação, riscos climáticos, manutenção sanitária, lazer e trânsito. O desenho amostral permitiu distinguir as respostas da sede e do entorno das regiões metropolitanas, sobre a diferença de percepção quanto aos perigos nos bairros e na cidade, e de acordo com a condição migratória dos entrevistados para discutir o efeito do lugar sobre a percepção dos perigos.

A contribuição metodológica deste artigo reside na construção dos argumentos sobre a importância do lugar a partir dos dados de percepção coletados. Dados qualitativos de percepção levam a relações e inferências relevantes, como a condição migrante e a escala (bairro, cidade e região). Por exemplo, os migrantes estabelecidos apontam mais vantagens, e migrantes recentes apontam menos vantagens de morar no bairro, cidade e Região Metropolitana (RM) (Figura 20), em todas as escalas, nas duas RMs. A proporção entre os grupos de condição migrante foi semelhante para as duas RMs, "o que aponta para uma conexão cognitiva entre as vantagens do bairro com a cidade a região".

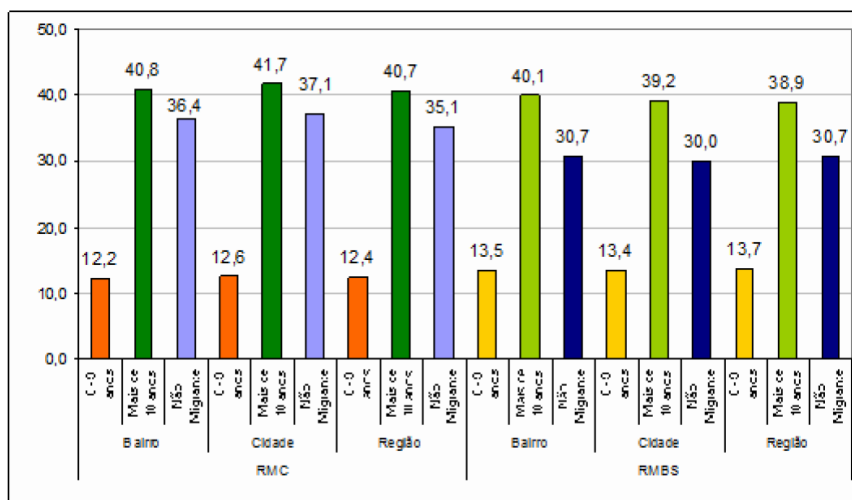


Figura 20. Percepção de Vantagem de Morar no Bairro, Cidade e RM por condição Migratória (Tempo de residência) (%), para as RMs de Campinas (RMC) e da Baixada Santista (RMBS) em 2007.

Fonte: Marandola Jr e Santos (2010)

Entre outras observações, os autores concluem que região, cidade e lugar se mostraram escalas espaciais necessárias aos estudos de população e ambiente, para compreender e conectar as escalas de percepção, estruturação e produção do espaço. Se a pesquisa se mantiver restrita a uma única escala, corre-se o risco de se fazer inferências errôneas, generalizando para o lugar, processos e fenômenos associados a pontos ou indivíduos. Reconhecer e levar em conta esta inter-relação "implica numa análise transescalar que não considere as escalas mais próximas como apenas determinadas pelas mais distantes, nem o inverso". Da rica discussão teórica-metodológica apresentada pelos autores, ressaltamos a contribuição:

"Uma das virtudes dos estudos P-A no campo da Demografia tem sido a incorporação do espaço como uma dimensão propriamente demográfica dos fenômenos: os efeitos de lugar são uma especificação desta espacialidade, manifesta em escalas diferentes e com processos de constituição, manutenção e difusão diferenciadas. Explorá-los em par com as componentes da dinâmica demográfica é uma necessidade para a consolidação metodológica da consideração do espaço na relação P-A nos estudos populacionais."

Hardt e Hardt (2008) dialogam de certa forma com Marandola Jr e Santos (2010) ao apresentarem uma metodologia de avaliação integrada da paisagem de Curitiba: para avaliar a qualidade de vida usam a percepção humana na quantificação da qualidade do ambiente. Esta avaliação integrada conta com três métodos: indireto, direto e misto.

O método indireto analisa a qualidade da paisagem do chamado "ambiente total", ou seja, a análise dos componentes físicos do ambiente. A interpretação visual de fotografias aéreas pancromáticas mediu a proporção dos componentes paisagísticos (áreas impermeáveis: construídas, pavimentadas e outras; permeáveis: com cobertura arbórea, com vegetação não arbórea, solo exposto e outras) para dois limites: os limites irregulares dos 27 zonas ou setores urbanísticos, divididos em 120 compartimentos territoriais (zoneamento de uso e ocupação do solo 2000), e as unidades amostrais regulares (quadriculas de 125 x 125 m selecionados aleatoriamente) (Figura 21a). Os resultados por unidade de paisagem foram espacializados em mapas com 4 classes definidas por quartis (Figura 21b).

O método direto avalia a qualidade da paisagem pela experiência humana, a partir das preferências visuais da população de Curitiba e turistas das 27 unidades amostrais,

categorizando a qualidade da paisagem em cinco classes a partir de fotografias (Figura 21c). No método misto, um modelo de regressão múltipla *stepwise* foi usado para avaliação final da qualidade da paisagem pela experiência humana, testando alternativas entre modelos gerais, por categorias de avaliadores e seus estratos, e incluindo dados de medição de campo.

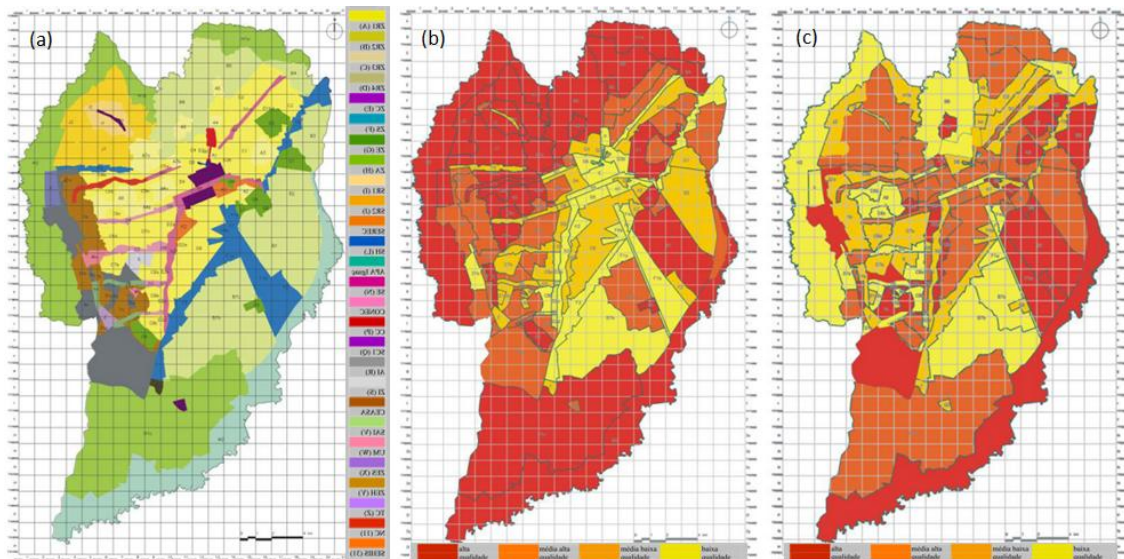


Figura 21. Classificação da qualidade da paisagem de Curitiba. (a) Setores urbanísticos e compartimentos (zoneamento de uso e ocupação, 2000) e grade; (b) método indireto, ou classificação do ambiente total dos compartimentos; (c) método misto, classificação a partir da experiência humana. Fonte: Hardt e Hardt (2008)

A partir de uma avaliação integrada, que compatibilizou os resultados das classificações anteriores, obteve-se um mapa final de qualidade da paisagem (Figura 22a). Os resultados se destinariam a orientar a gestão urbana da qualidade ambiental, da qualidade da paisagem e da vida da população. Assim, algumas recomendações de prioridades para conservação e recuperação das condições paisagísticas foram propostas por zona, e por compartimentos (Figura 22b), a partir das relações entre a avaliação pela experiência humana (direta) e pelo ambiente total (indireta) da qualidade da paisagem. Contudo, estas recomendações não são discutidas no texto, bem como pouco inferência se fez às condições de vida da população. Apenas dados de porcentagem de população e densidade populacional dos compartimentos são usados para descrever os mapeamentos resultantes. Os autores defendem esta metodologia "como um instrumento simplificado para análise de qualidade de vida, considerando-se o grau de satisfação do cidadão em relação ao seu local de vivência". Do ponto de vista das abordagens quantitativas o trabalho traz pouca contribuição.

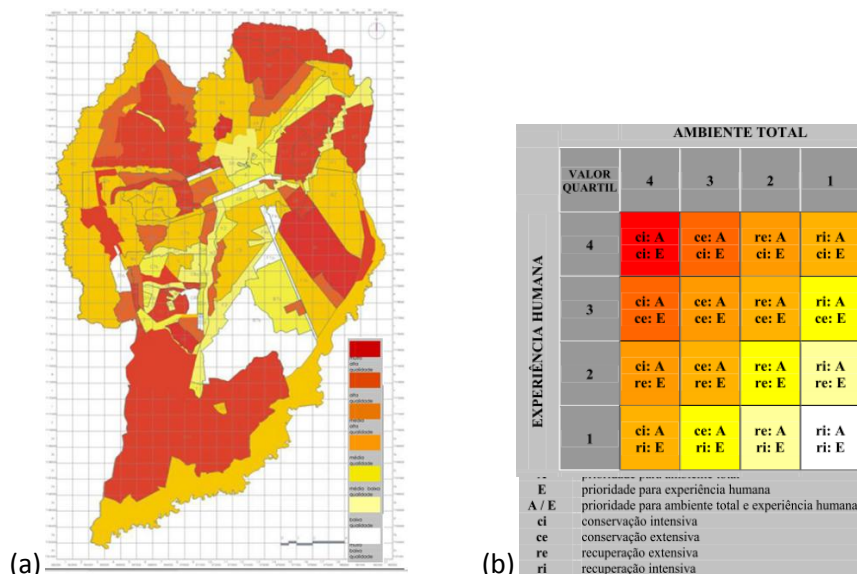


Figura 22. Classificação final da qualidade da paisagem de Curitiba por setores urbanísticos(a); Matriz de relacionamento entre as avaliações da qualidade da paisagem do ambiente total e pela experiência humana e recomendações de prioridades de conservação ou de recuperação das condições paisagísticas específicas para compartimentos urbanísticos de Curitiba(b).

Fonte: Hardt e Hardt (2008)

Métodos geográficos para representar a história demográfica

Bartela (2011) recupera a história demográfica de Curitiba e Campos Gerais entre 1765 e 1830 e a representa através de um sistema de informação geográfica. O autor propõe uma metodologia para analisar e representar a dispersão populacional histórica no espaço entendido numa perspectiva pontual, incidental. O espaço foi representado a partir de pontos para representar a ideia de dispersão.

Bases cartográficas de hidrografia e drenagem atuais do estado do Paraná, bem como a divisão dos continentes e oceanos serviram de suporte básico para "encontrar os lugares", ou seja, georreferenciar os pontos. Localidades de maior população, que se tornaram municípios, foram georreferenciadas a partir das coordenadas das sedes dos municípios ou igrejas matrizes. As localidades foram identificadas a partir de suas posições relativas a rios e outras localidades. Obras de referência foram responsáveis por localizar os pontos que podem ter mudado de nome, importância ou mesmo desaparecido. Para cada ponto, associaram-se os valores (indicadores) de população obtidos a partir da contagem das listas nominativas: total, por sexo, e condição jurídica (livre ou escravo). Para se representar a noção de dispersão, a informação dos pontos foi regionalizada a partir da aplicação de um método de *kernel*, que pondera a intensidade do fenômeno em função da relação com eventos próximos e suas intensidades. O produto foi chamado de "manchas de população", onde locais mais densos representados graficamente por tons mais escuros estão associados às maiores intensidade de pontos.

A estratégia para representar a evolução da distribuição da população foi gerar dois conjuntos de mapas com os mesmos índices de *kernel*, mas com legendas diferentes:

- Legenda Sincrônica: adotando uma parametrização diferente para cada ano baseado no mapa de total de população (Figura 23a, 23b e 23c).
- Legenda Diacrônica: para entender o movimento no tempo, os mapas adotaram uma escala única de referência (1830), como exemplo nas Figuras 23d, 23e e 23f.

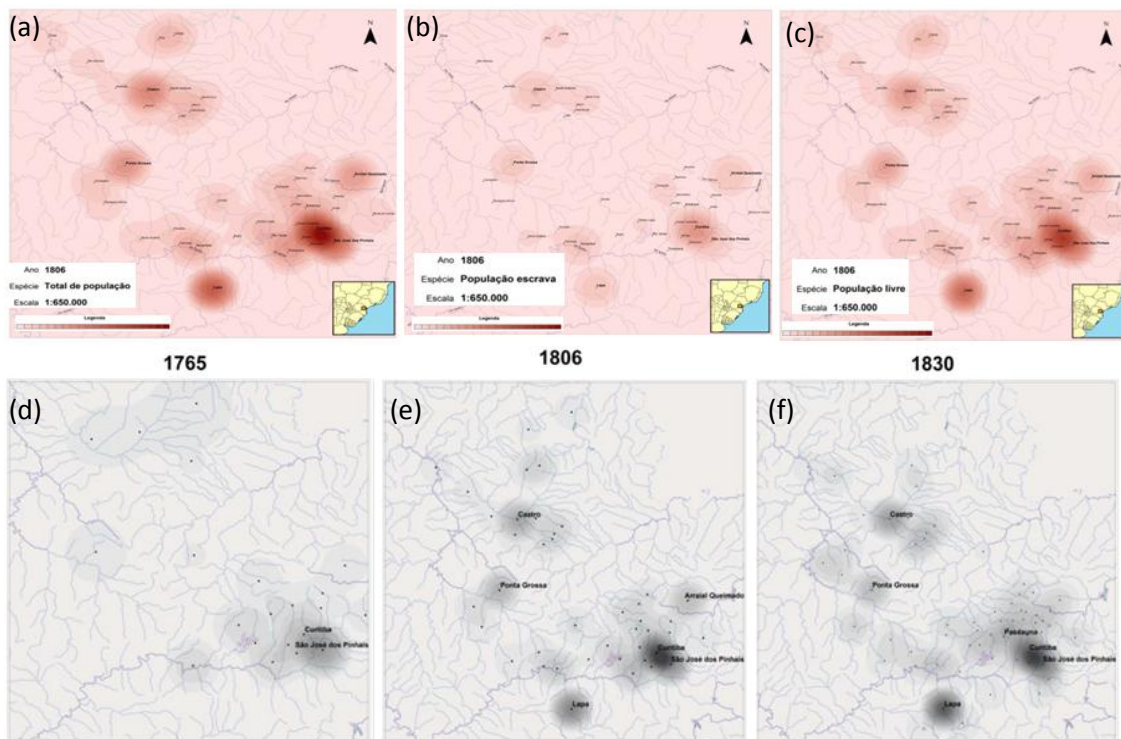


Figura 23. Exemplos dos mapas de distribuição populacional em Curitiba e Campos Gerais. Distribuição População Total (a), Escrava (b) e livre (c) em 1806; e Evolução da População Total em 1765 (d), 1806(e) e 1830 (f) com escala diacrônica.

Fonte: Barleta (2011)

A contribuição de Barleta (2011), além do procedimento desenvolvido, é um conjunto de mapas que conjugam população e espaço, possibilitando uma compreensão da distribuição dos habitantes ao longo de parte território da capitania. "A efetiva aplicação de uma postura multidisciplinar ao longo do projeto se mostrou essencial, na medida em que o diálogo como a geografia, cartografia, estatística e informática tornaram possíveis a ampliação do instrumental teórico e metodológico disponíveis ao historiador para a resolução das questões colocadas pelo estudo das ações dos homens no tempo. Oferece-se, assim, ao investigador outros mecanismos de análise e de discurso sobre a história."

Neste trabalho, a técnica de representação de pontos em superfícies de densidade (*kernel*) serviu tanto para descrever a distribuição da população pretérita, como para representar a evolução da distribuição ao longo do processo histórico. A apropriação das técnicas de representação de dados em suas unidades espaciais de referência em sistema de informação geográfica, e das técnicas de manipulação destas representações, usando criatividade, com consistência técnica e domínio conceitual para a formulação das perguntas, e o uso dos novos instrumentos é uma contribuição importantíssima deste trabalho. Ele demonstra as possibilidades da *abordagem espacial* para tratar questões no campo PEA e que ousar é possível.

Considerações finais

Os 18 textos discutidos representam uma amostra qualificada da produção em métodos e abordagens quantitativas no campo de PEA tendo como recorte as sessões temáticas e as iniciativas (oficinas, seminários, etc) promovidas pelo GT-PEA no âmbito da ABEP. Esta amostra

evidencia que ainda temos uma grande concentração de trabalhos que se apoiam nos métodos de *visualização/espacialização* de variáveis com uso intensivo de SIGs. Os usos relacionam-se tanto à fase inicial de análise exploratória visual de *padrões* de variáveis espacializadas, como às tentativas de leitura destes *padrões* de modo integrado com outras variáveis. A produção de novas variáveis e o uso de técnicas estatísticas clássicas, em particular a análise de regressão, a análise de principais componentes e a análise fatorial, com a expressão de seus resultados visualizados em mapas constituiu a maior parte das iniciativas que incluíam abordagens na *análise exploratória de dados espaciais* e na *modelagem estatística e de estimação de parâmetros*. Importante notar, ainda que incipiente e muito usada como uma “fotografia”, e não como um dispositivo de uma medida física das interações entre matéria e energia, as imagens de sensoriamento remoto orbital - as imagens de satélites - começaram a ser exploradas pela comunidade dos estudos de PEA.

Nestes anos, verifica-se uma notória evolução dos trabalhos quanto: ao suporte de um SIG; ao uso de técnicas de análise exploratória, ainda que visuais; à produção de novas variáveis a partir de operações de geoprocessamento; à construção de indicadores sínteses a partir da inter-relação entre variáveis, observando as *unidades espaciais de coleta da informação* e uma *unidade espacial de análise* para expressão dos resultados. As abordagens espaciais que procuravam estimar parâmetros e construir modelos estatísticos inferenciais estiveram mais presente nos artigos que usaram sensoriamento remoto e naqueles onde os indicadores e resultados são provenientes de análises e métricas obtidas com o uso direto da informação integrada em um SIG e com o uso de seus operadores.

Se olharmos a produção mundial, as abordagens quantitativas no campo PEA também têm seguido um padrão similar de evolução. Embora o uso de SIG e de dados de SR como método e como fonte auxiliar de dados aos estudos de interação população e ambiente tenham começado mais cedo e alguns centros tenham avançado um pouco mais, este conjunto de trabalhos mostra que não estamos tão distantes. O maior problema porém é que enquanto no cenário internacional vemos vários movimentos na direção da construção de massa crítica de recursos humanos para que a demografia possa operar com abordagens espaciais e novas fontes de dados, como imagens de satélites, nos estudos ligados à demografia ambiental, este cenário não parece acontecer no Brasil. Os trabalhos apresentam perspectivas de grupos ou indivíduos isolados. Em geral, não estão inseridos em programas regulares de formação e capacitação de demógrafos em novas técnicas de análise do dado demográfico que envolvam a natureza espacial das unidades de coleta de informação, e menos ainda das possibilidades do uso de dados auxiliares a partir de fontes não tradicionais como os dados de satélites.

Ainda que muitas ferramentas estejam disponíveis para análises quantitativas, abertas e gratuitas, como o R² (análise estatística, com vários pacotes em estatística espacial), e vários aplicativos de análise geográfica, TerraView³, SPRING⁴, GeoDa⁵, SatSCAN⁶, para citar alguns, e ainda que imagens de satélites em várias resoluções espaciais e temporais estejam também disponíveis para uso com distribuição gratuita e via internet, o emprego destas é ainda pequeno no campo PEA no Brasil. Parte deste problema é que não temos muitos avanços na produção sistematizada de dados satelitários orientados aos estudos de população no Brasil, mas também não há no mundo. Apesar dos avanços, parece que ainda não há uma percepção consolidada no campo da Demografia de que dados oriundos de plataformas orbitais de

² <http://www.r-project.org>

³ www.dpi.inpe.br/terraview

⁴ www.dpi.inpe.br/spring

⁵ <https://geodacenter.asu.edu/software/downloads>

⁶ <http://www.satscan.org/>

imageamento podem ser entendidos como parte dos sistemas de informação à disposição dos estudos de população.

As novas possibilidades apresentadas pela miríade de sensores de imageamento em órbita e os planejados e as novas técnicas estatísticas para tratar dados espaciais, podem apresentar uma excelente oportunidade para demógrafos interessados em explorar criativamente, porém com rigor dos métodos e seus limites, fontes de dados não usuais nos estudos populacionais.

Mas tudo isso só faz sentido se o uso destas técnicas e dados puder agregar o poder de ampliar o debate e a discussão de pressupostos e hipóteses teórico-conceituais no campo PEA e/ou revelar novos padrões invisíveis nas análises que fazemos hoje. A escolha dos métodos na abordagem quantitativa deve primar pela objetividade, pela simplicidade e pela parcimônia. Não importa a complexidade do método analítico adotado, mas sim a coerência entre a pergunta que se apresenta, e a capacidade de apresentar as respostas a partir do método adotado. Espera-se que o uso de abordagens quantitativas com apoio nas técnicas estatísticas, instrumentos de integração e análise como os SIGs e o uso de novos dados possa ser incorporado ao conjunto de práticas e métodos dos estudos demográficos de corte ambiental. Estas abordagens quantitativas poderão então fornecer suporte metodológico necessário para uma exploração consistente e robusta dos referenciais teórico-conceituais que continuam a parecer nos trabalhos onde a interação entre população, espaço e ambiente são o centro da questão.

Referências

Alves, H. D. F. **Fatores demográficos e sócio-econômicos associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira: discussão dos resultados de uma análise integrada de dados censitários e de sensoriamento remoto, através de um sistema de informação geográfica.** XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambú, MG – Brasil. 20-24 de Setembro de 2004, 2004.

Bailey, T. C. e A. C. Gatrell. **Interactive spatial data analysis.** Essex, England: Longman Scientific & Technical. 1995. 413 p.

Barbieri, A. F. **Mobilidade populacional e meio ambiente em áreas de fronteira: uma abordagem multi-escalar.** XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 18 a 22 de setembro de 2006, 2006.

Barleta, L. B. **Dispersão populacional no Brasil meridional: representando a distribuição dos habitantes de Curitiba e Campos Gerais entre 1765 e 1830 a partir de um Sistema de Informação Geográfica.** Seminário Internacional População e Espaço na Mudança Ambiental. Cidades, escalas e mudanças climáticas. Campinas (SP). 27 a 29 de abril de 2011, 2010.

Braga, T. M., E. L. D. Oliveira, *et al.* **Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática.** XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 18 a 22 de setembro de 2006, 2006.

Conceição, R. S. D. e L. M. A. Dornelles. **Avaliação integrada de área urbana costeira com o suporte do geoprocessamento – Estudo de caso: bairro do Leblon, Rio de Janeiro – RJ.** XIV

Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2004, 2004.

D'antona, Á. D. O. e L. K. Vanwey. **Estratégia de amostragem em pesquisas de uso e cobertura da terra**. XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2004, 2004.

Dagnino, R. D. S., Á. D. O. D'antona, *et al.* **Espacialização de dados demográficos de setores censitários do Censo 2000: um exercício com os dados de Altamira e São Félix do Xingu, Estado do Pará**. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2010, 2010.

GeoDa 0.9.5-i. Tempe, AZ, USA: GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation, 2012. Disponível em: < <https://geodacenter.asu.edu/software/downloads>>. Acesso em: 18/07/2012.

Gonçalves, C. D. a. B., Í. D. M. E. Souza, *et al.* **Análise do ambiente residencial urbano visando a inferência populacional a partir do uso de dados de sensoriamento remoto orbital de alta resolução**. XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG), 2004.

Griffith, D. A. Spatial statistics: A quantitative geographer's perspective. **Spatial Statistics**, v.1, p.3-15. 2012.

Hardt, L. A. e C. Hardt. **Gestão da qualidade da paisagem e de vida da população urbana: ensaio metodológico aplicado a Curitiba, Paraná**. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 29 de setembro a 03 de outubro de 2008, 2008.

Jakob, A. a. E. e A. F. Young. **Delimitando zonas de segregação socioespacial na Baixada Santista a partir de escalas geográficas diferenciadas**. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 29 de setembro a 03 de outubro de 2008, 2008.

Kraak, M. J. e F. J. Ormeling. **Cartography. Visualization of spatial data**: Longman. 1996. 222 p.

Linhares, E. K. **Delimitação de áreas para gestão ambiental: uma contribuição ao estudo de bacias hidrográficas urbanas**. . XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambu, MG, Brasil. 20- 24 de Setembro de 2004, 2004.

Longley, P. A., M. Goodchild, *et al.* **Geographic Information Systems and Science**: John Wiley & Sons. 2010. 560 p.

Macedo, C. E. G. e V. D. S. Bassani. **Vulnerabilidade socioeconômica em de Porto Alegre. Uma abordagem com base em Análise Multivariada**. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2010, 2010.

Maia, A. G. e W. J. D. Quadros. **Tipologia de classes e desigualdades territoriais no Brasil**. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 29 de setembro a 03 de outubro de 2008, 2008.

Makinodan, D. Y. e S. M. F. D. Costa. **Estudo das características socioeconômicas e ambientais da microbacia do Rio Comprido**. XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambu, MG – Brasil. 20- 24 de Setembro de 2004, 2004.

Marandola, E. e D. J. Hogan. Em direção a uma demografia ambiental? Avaliação e tendências dos estudos de população e ambiente no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v.24, n.2, p.191-223. 2007.

Marandola, E. e F. M. D. Santos. **Percepção dos perigos ambientais urbanos: efeitos de lugar ou falácia ecológica?** XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2010, 2010.

Neter, J., W. Wasserman, *et al.* **Applied Linear Regression Models**. Boston: Irwin. 1989

Rosemback, R., A. M. V. Monteiro, *et al.* **Ampliando o olhar: metodologia para estudo comparativo dos padrões de segregação socioespacial nas regiões de conurbação de São José dos Campos e Jacareí, no Vale do Paraíba e Ubatuba, Caraguatatuba e São Sebastião, no Litoral Norte em SP**. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2010, 2010.

SaTScan v9.1.1 Boston, MA, USA : Harvard Medical School and Harvard Pilgrim Health Care , March 9 2011. Disponível em < <http://www.satscan.org/> >

SPRING 5.2. São José dos Campos, SP, BR: INPE, 2012. Disponível em: < www.dpi.inpe.br/spring>. Acesso em: 10/07/2012.

TerraView 4.1.0. São José dos Campos, SP, BR: INPE, 2012. Disponível em: < www.dpi.inpe.br/terraview>. Acesso em: 10/07/2012.

Torres, H. D. G., M. Ferreira, *et al.* **A Saúde Ambiental nos Municípios: uma proposta de tipologia**. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 20 a 24 de setembro de 2010, 2010.

Umbelino, G. e D. Macedo. **Utilização de Sistemas de Informação Geográficos (SIGs) na validação de Informações Censitárias na escala intra-urbana**. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP. Caxambu (MG). 29 de setembro a 03 de outubro de 2008, 2008.