

O CONHECIMENTO COMO CONSTRUÇÃO: SOBRE A REPRESENTAÇÃO COMPUTACIONAL DE CATEGORIAS SOCIOLOGICAS

GILBERTO CÂMARA, ANTÔNIO MIGUEL MONTEIRO

*“O problema não é inventar.
É ser inventado”.*
(Drummond)

Introdução

Em seu livro “Olhos de Madeira”, Carlo Ginzburg nos traz um fascinante ensaio sobre a origem da palavra ‘representação’. A origem do termo remonta ao século XIII, chamando-se *représentation* aos manequins de cera exibidos junto ao cadáver dos reis franceses e ingleses durante as cerimônias funerárias (Ginzburg 2001). Enquanto o soberano era velado, a presença do manequim era um testemunho à transcendência do rei e a sua presença futura no mundo dos mortos. O manequim tinha a função de lembrar aos presentes que o rei havia assumido uma outra forma e que uma nova vida se iniciava para o morto. Nesta nova forma, apesar de morto o rei continuaria presente para seus súditos (“*re + présentation*”).

Assim, desde a sua origem a palavra ‘representação’ está associada a uma forma abstrata de descrição do mundo. O uso do manequim como representação do soberano morto é apenas um exemplo do problema mais geral da construção de abstrações que descrevem o mundo com o uso de formas pictóricas. Em nossos dias, costumamos empregar o termo “representação” para designar estruturas de dados computacionais, utilizadas para armazenar valores.

Nos anos recentes, tem aumentado muito no Brasil o número de estudos sobre as desigualdades sociais que buscam subsidiar políticas públicas

através de indicadores quantitativos, muitas vezes expressos na forma de mapas. Na maior parte dos casos, tais estudos partem de um conceito sociológico como “exclusão”, “vulnerabilidade” ou “qualidade de vida” e buscam uma representação quantitativa que corresponda a este conceito. Mas o que exatamente acontece quando buscamos representações computacionais para conceitos como ‘exclusão social’, ‘vulnerabilidade’, ‘desigualdade’? Qual o status ontológico destas representações? Será que o ambiente computacional engendra processos de descoberta e invenção distintos das metodologias tradicionais das ciências sociais? Esta é uma questão metodológica importante para todos aqueles que lidam com o problema de transpor conceitos sociológicos para o ambiente computacional.

Responder a essas questões é ainda motivado pela ubiquidade do uso de tecnologias computacionais para tratamento analítico de dados associados a estudos sociológicos. É cada vez mais comum o uso de programas como sistemas de informação geográfica (SIG) que vem sendo cada vez mais utilizados em ciências sociais, para estudos que levam em conta explicitamente a localização do fenômeno em estudo. No entanto, em muitos desses estudos os autores não demonstram consciência das mediações ontológicas envolvidas. Em muitos casos, há uma nítida confusão entre a representação computacional e o objeto do mundo real que pretendemos descrever. Esta confusão é potencializada pela tendência de muitas escolas do pensamento em assumir uma postura de ceticismo e até de rejeição quanto à natureza do computador como instrumentos de coleta e expressão da realidade geográfica. Conforme expresso por uma representante da escola da Geografia Crítica:

“O problema da transposição de uma dada teoria ou de conceitos para as representações computacionais não é diferente nem maior do que a também necessária transposição que precisamos fazer no caso de uma representação verbal ou escrita qualquer. (...) Toda representação

encerra um processo de redução do mundo, quer o tomemos como uma unidade real ou potencial. O trabalho com a linguagem verbal ou escrita talvez possibilite uma apreensão mais abrangente da realidade do que a linguagem do cálculo ou de grandezas mensuráveis” (Gomes 2002)

Este artigo analisa o processo de construção do conhecimento sobre a realidade resultante do uso de tecnologias de geoinformação. Consideramos que os resultados obtidos neste projeto e descritos a seguir podem ser úteis aos pesquisadores de políticas públicas. Os autores apoiaram a produção, nos anos recentes, de um conjunto de indicadores de desigualdades socioterritoriais, expressos nos *Mapas de Exclusão/Inclusão Social* (Sposati 1996; Sposati 2000; Genovez, Câmara et al. 2001). Paradoxalmente, produzir mapas de exclusão/inclusão social é mais simples que responder à pergunta: “*A exclusão social existe?*”. Esta questão remete a um problema mais geral sobre quais conceitos são mais adequados para o estudo de desigualdades sociais e para a formulação de políticas públicas. Temos alternativas complementares para abordar esta questão: (a) Construir um conjunto de argumentos de natureza sociológica, com análises comparativas entre abordagens de diferentes autores (veja-se por exemplo (Koga 2001)); ou (b) materializar estes conceitos em representações quantitativas, e verificar se tais representações podem satisfazer a testes empíricos. Neste artigo, estaremos examinando a segunda alternativa, que equivale a colocar a questão “*a exclusão social existe?*” em termos de “*podemos evidenciar a existência da exclusão social como fenômeno no espaço geográfico, utilizando mapas produzidos em sistemas de geoinformação?*”.

Colocando o problema de forma mais geral, uma questão metodológica fundamental nos estudos de desigualdades sócio-territoriais é: *Que critérios deve satisfazer um conceito sociológico para que seja utilizável em estudos*

quantitativos para subsidiar políticas públicas universais e territoriais? Na perspectiva dos autores, tais critérios são:

- O conceito deve ser passível de ser associado a propriedades mensuráveis.
- Estas propriedades devem ser medidas no território e devem permitir diferenciação entre a população estudada.
- Os resultados quantitativos e os modelos matemáticos utilizados devem ser validados em estudos de campo, que devem incluir dimensões objetivas e subjetivas do problema.

Trata-se, assim, de uma abordagem *construtiva* para o estudo das desigualdades sociais. O processo pode ser resumido na Figura 1. Os especialistas de áreas de Políticas Públicas desenvolvem teorias gerais sobre os fenômenos, que incluem o estabelecimento de conceitos organizadores de sua pesquisa (como ‘exclusão’ ou ‘vulnerabilidade’). Para passar destas teorias para a construção computacional, é necessário que o especialista formule modelos inferenciais quantitativos. Estes modelos devem ser submetidos a testes de validação e de corroboração, através dos procedimentos de Análise Espacial. Os resultados numéricos podem então dar suporte ou ajudar a rejeitar conceitos sociológicos qualitativos.

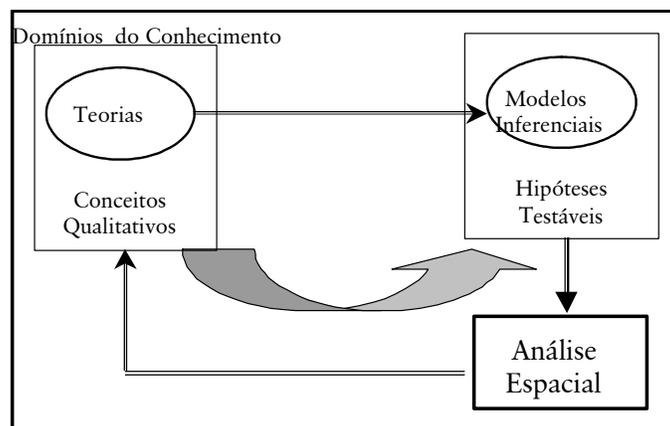


Figura 1 – Relação entre análise espacial e as teorias disciplinares.

Uma perspectiva bastante comum nos estudos críticos do uso de geotecnologias em Ciências Humanas é supor que o objetivo do uso de um sistema de informação geográfica é representar de forma objetiva o “mundo real” (Schuurman 2002). O mote de Milton Santos, “geometrias não são geografias” (Santos 2000), pode ser lido com dois sentidos: (a) seu sentido estrito de oposição entre referente e referido, com a qual concordamos plenamente; (b) uma leitura implícita de subordinação das *geometrias* às *geografias*, o que implica numa relação de dependência, hipótese que procuraremos demonstrar a incorreção.

A tese defendida neste artigo é que embora tecnologias como SIG venham sendo cada vez mais utilizadas por cientistas sociais, as mediações ontológicas entre fenômenos do mundo real e suas representações computacionais são freqüentemente ignoradas, o que ocasiona grandes dificuldades na interpretação e na aceitação dos resultados. O artigo analisa o processo de construção do conhecimento sobre a realidade implícito no uso de tecnologias de geoinformação. A tese sustentada é que as representações computacionais possuem status ontológico próprio, constituindo-se em modelos matemáticos autônomos que buscam explicar aspectos restritos. Daí o título do artigo de “conhecimento como construção”: o processo de construção das representações e de sua caracterização numérica é também um processo de aquisição de conhecimento, análogo à derivação de leis nas ciências naturais.

Representações Computacionais de Dados Espaciais

Para que o leitor não-familiarizado com a tecnologia de geoinformação possa compreender a essência dos argumentos apresentados no artigo, apresentamos a seguir um breve resumo das principais representações computacionais utilizadas em sistemas de informação geográfica (SIG). Para

maiores detalhes sobre o tema, pode-se consultar Câmara et al(2003). Em primeiro lugar, deve-se lembrar que a maior parte das representações computacionais utilizadas em SIG são estruturas de dados bidimensionais. Destas estruturas, três são definidas por suas coordenadas cartesianas, como mostrado na Figura 1: o *ponto*, a *linha* e o *polígono*. Um *ponto* é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais. O ponto pode ser utilizado para identificar localizações ou ocorrências no espaço. São exemplos: localização de crimes, ocorrências de doenças, e localização de espécies vegetais. Uma *linha* é um conjunto de pontos conectados. Um *polígono* é a região do plano limitada por uma ou mais linhas poligonais conectadas de tal forma que o último ponto de uma linha seja idêntico ao primeiro da próxima. Observe-se também que a fronteira do *polígono* divide o plano em duas regiões: o interior e o exterior. Os polígonos são usados para representar unidades espaciais individuais (setores censitários, distritos, zonas de endereçamento postal, municípios). Para cada unidade, são associados dados oriundos de levantamentos como censos e estatísticas de saúde. Note-se que apesar desses levantamentos serem coletados em entrevistas individuais, por razões de confidencialidade os dados são agregados em áreas delimitadas por polígonos.

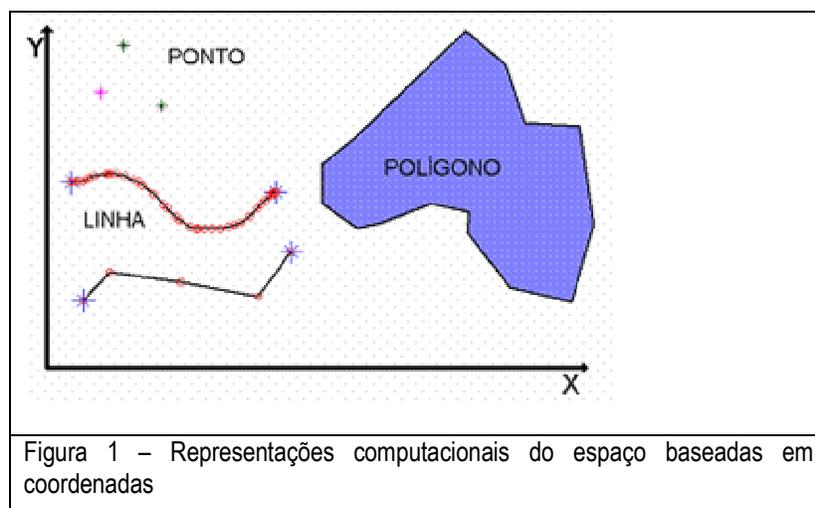


Figura 1 – Representações computacionais do espaço baseadas em coordenadas

Os valores das taxas, contagens e indicadores associados às áreas são representados por tabelas, cuja primeira linha contém um descritor mnemônico, e as demais contém valores numéricos ou textuais. Estas tabelas podem utilizadas em ferramentas computacionais como planilhas e bancos de dados relacionais.

Para o caso de *fenômenos contínuos*, resultantes de levantamento de recursos naturais, uma alternativa é o uso de matrizes. A representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, e pode ser dividido em células de igual área. Cada elemento da matriz está associada a uma porção do terreno de mesmo tamanho e seu valor corresponde à estimativa do fenômeno considerado naquela porção de terreno.

Como um exemplo das estruturas computacionais utilizadas para apresentar dados espaciais, veja-se a Figura 2, na qual são apresentados de forma gráfica dois tipos de estruturas computacionais associadas aos dados do Censo de 1991 para os distritos da cidade de São Paulo. Acima, apresenta-se um mapa com polígonos, no qual cada polígono fechado aproxima os limites de cada distrito da cidade. Abaixo, mostra-se uma tabela com dados provenientes do Censo de 1991, numa tabela cujas colunas tem os nomes de IBGE (código do distrito utilizado pelo IBGE), NOME (nome oficial do distrito), POPULAC (população total do distrito), POP70 (população acima de 70 anos de idade), TOTCH (número total de chefes de família), CHMULH (chefes de família mulheres), S_REND (chefes de família sem rendimento).

Polígonos, pontos e matrizes são estruturas de dados bidimensionais, baseadas nos paradigmas conceituais da cartografia. No entanto, seria errôneo pensar nestes dados como “mapas digitais”. Como a cada área (polígono) correspondem múltiplos atributos, estes atributos podem ser combinados, analisados estatisticamente (levando em conta ainda as relações

de proximidade no espaço), e apresentados de diferentes formas. Novas visualizações e novas representações podem ser geradas por combinação de dados de fontes distintas, gerando informação não disponível anteriormente. Como observado em Schuurman (2002), num SIG o mapa é um produto efêmero e transitório do banco de dados geográfico, construído apenas para efeitos de visualização. O relevante num SIG é a organização e o conteúdo do banco de dados.

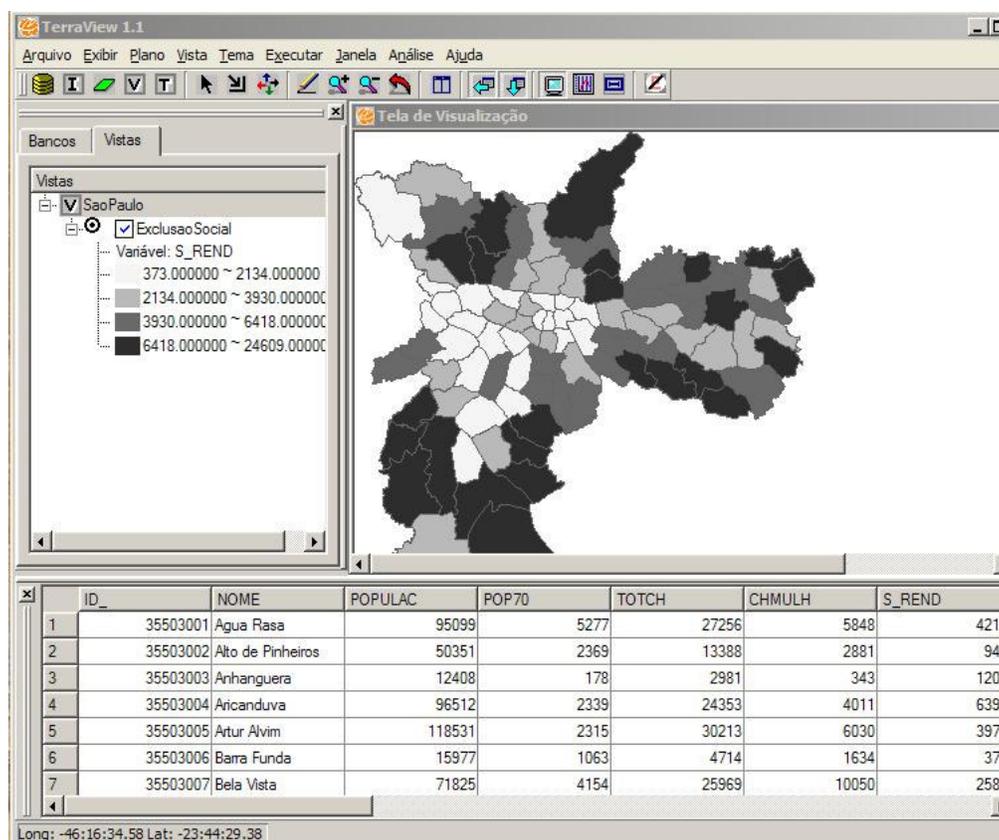


Figura 2 – Exemplo de visualização de estruturas computacionais para dados socioeconômicos no espaço: acima (à esquerda), polígonos representando distritos de São Paulo; abaixo, tabela com dados censitários referentes a esses distritos (Fonte dos Dados: IBGE, Censo 1991).

As relações implícitas nas estruturas de dados de um SIG são definidas no *espaço absoluto* (ou cartesiano), definido a partir das relações espaciais típicas como as relações topológicas, direcionais e de distância. O espaço cartesiano também chamado de “espaço de lugares”, representa os arranjos espaciais formados por localizações contíguas, numa interação definida pela própria condição de moradia das pessoas e sua lógica cotidiana. Alternativamente, (Castells 1999) advoga o uso do *espaço relativo* (ou *espaço das redes*), definido a partir das relações de *conectividade* entre os objetos, relações estas que implicam custos – dinheiro, tempo, energia – para se vencer a fricção imposta pela conexão. Entre os fenômenos geográficos representados no espaço relativo, incluem-se relações como fluxo de pessoas ou materiais, conexões funcionais de influência, comunicação e acessibilidade os objetos estabelecem relações entre si que dependem da conectividade (Câmara, Monteiro et al. 2003). Apesar das limitações inerentes a estruturas baseadas unicamente no suporte ao “espaço dos lugares”, é possível expressar modelos bastante complexos num SIG tradicional, como discutiremos a seguir.

A Transformação do Conhecimento na Produção de Representações Computacionais

Os autores tem produzido, nos anos recentes, um conjunto de indicadores de desigualdades socioterritoriais, expressos nos assim denominados *Mapas de Exclusão/Inclusão Social* (Sposati 1996; Sposati 2000; Genovez, Câmara et al. 2001). Estes estudos tem tido ampla utilização, seja com suporte a políticas públicas, seja como base para análise focadas sobre aspectos das desigualdades sociais como escolaridade, população de rua e assistência à saúde.

Produzir mapas de exclusão/inclusão social é no entanto mais simples que responder à pergunta: “A *exclusão social existe?* (Torres 2002)”, que pode

parecer ingênua, mas esconde um dilema profundo. Se a questão for colocada em termos de “*podemos demonstrar a existência da exclusão social como fenômeno no espaço geográfico, utilizando mapas produzidos em sistemas de geoinformação?*”, a resposta requer a formulação explícita de um conjunto de hipóteses sobre o que estará sendo demonstrado. O primeiro passo será distinguir conceitos sociológicos de suas representações matemáticas. Deste modo, é necessário usar a meta-linguagem para distinguir entre os conceitos de ‘exclusão social-1’ (noção sociológica) e ‘exclusão social-2’ (expressão computacional deste conceito).

Para entender o processo de transformação envolvido na produção de representações computacionais é imprescindível utilizarmos a perspectiva realista para a construção do conhecimento. Como expresso em Searle (1998), a perspectiva realista corresponde a algumas proposições básicas:

- Existe um mundo real independente de nós, de nossas experiências, nossos pensamentos e nossa linguagem.
- Podemos ter acesso ao mundo através de nossos sentidos e de nossos instrumentos de medida.
- As palavras em nossa linguagem podem ser usadas para se referir a objetos do mundo real.
- Nossas afirmações são tipicamente verdadeiras ou falsas dependendo se correspondem ou não a fatos do mundo real.
- Algumas afirmações em nossa linguagem dizem respeito a uma realidade externa e independente (“há neve no topo do Monte Evereste”). Outras afirmações dizem respeito a convenções socialmente construídas (“este papel é uma certidão de nascimento”).

Um Estudo de Caso: O Conceito de Topografia Social

A motivação do conceito de *topografia social* nasce do reconhecimento de que os fenômenos socio-econômicos apresentam continuidade e descontinuidade no espaço, e que os limites das regiões das cidades são muitas vezes meras divisões administrativas. A compreensão do território não pode estar limitada por zonas estanques e ganhamos muito em compreensão quando complementamos a apresentação tradicional do espaço geográfico em polígonos coloridos com o uso de imagens e superfícies (Martin 1996).

Muitas vezes os levantamentos socioeconômicos impõem limites de áreas a partir de critérios puramente operacionais, que não têm relação direta com o fenômeno modelado. Este fato leva à idéia de dissolver os limites das áreas em superfícies contínuas, de forma a modelar melhor a real continuidade de, por exemplo, setores censitários em regiões urbanas densamente povoadas.

Deste modo, em atendimento à motivação básica do projeto em desenvolver métodos de expressar a heterogeneidade do território sem cair na excessiva fragmentação, os proponentes analisaram o conceito de *topografia social*, definida como a *visualização de propriedades socioeconômicas como superfícies contínuas*.

A representação de dados socioeconômicos como superfícies parte da abstração de que o fenômeno analisado é, em essência, espacialmente contínuo. O termo *contínuo* está relacionado a duas idéias que se originam em contextos conceituais diferentes: o matemático associado a *variação numérica contínua* de um atributo sobre o espaço-tempo e o geográfico associado a *recobrimento espacial ininterrupto* desta variável sobre uma determinada região da superfície terrestre.

O processo de construção de superfícies contínuas a partir de dados de área tem os seguintes passos: (a) Associam-se os valores dos atributos das

unidades de área a um conjunto de pontos (no caso, os centróides dos polígonos); (b) Uma vez criado o conjunto de pontos, é realizado um procedimento de interpolação, que procedimento gera uma superfície contínua. O processo é ilustrado na Figura 3.

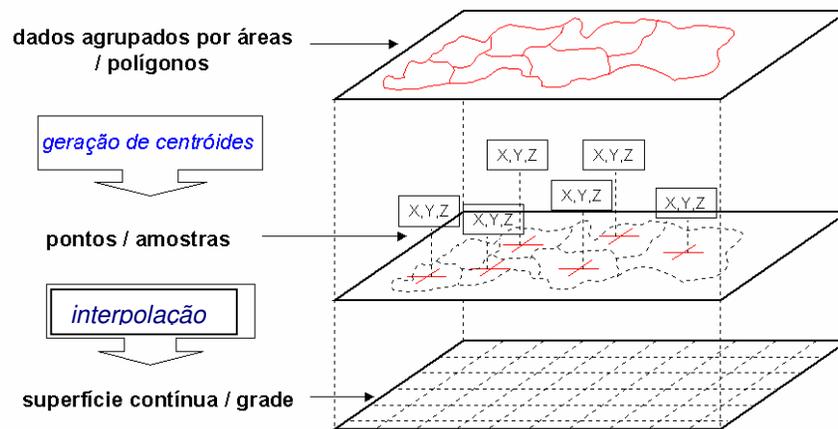


Figura 3. Esquema ilustrativo das etapas do processo de construção de superfícies contínuas a partir de dados de área.

A aplicabilidade deste procedimento dependerá do objetivo da análise. Para observar tendências globais do atributo sobre o território, a técnica se coloca como uma boa opção. Para considerar uma situação concreta, os pesquisadores do projeto produziram superfícies das taxas de homicídio por 100 mil habitantes para os 96 distritos de São Paulo para os anos de 1996 e 1999. Para tal, o conjunto de pontos obtido pela associação do valor do parâmetro de cada área ao seu centróide, foi tomado como uma amostra. A superfície obtida está apresentada nas Figura 4 e 5 e mostra uma queda significativa nas áreas com as menores taxas de homicídios (menos que 30 mortes por 100,000 pessoas) em 1999 com relação a 1996. Como as áreas de menor taxa de homicídio correspondem às áreas mais ricas da cidade, o

resultado mostra um espalhamento espacial do crime, com a violência ocupando progressivamente toda a cidade.

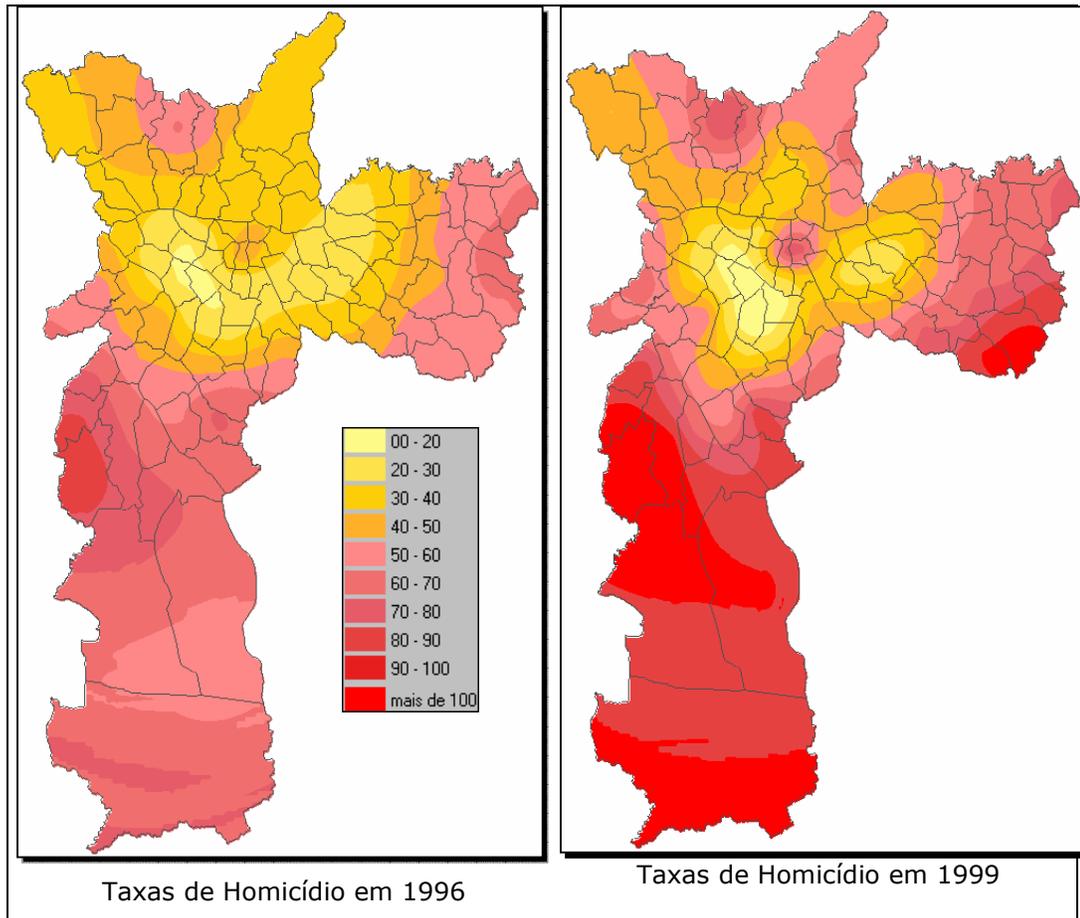


Figura 4. Superfícies estimadas para as taxas de homicídio em São Paulo em 1996 (esquerda) e 1999 (direita).

O Espaço como componente fundamental do estudo sociológico

(...colocar aqui a questão do Amartya Sem...)

Outro Estudo de Caso: Acesso a serviços de Saúde

(colocar aqui o trabalho dos fluxos no Rio de Janeiro...)

A Falácia da Falácia Ecológica

Mostrar que o conceito de “falácia ecológica” é um equívoco....

Autonomia das Representações

Representações computacionais como teorias matemáticas....

Exemplo: Cavalli-Sforza (“History and Geography of Human Genes”)
....utilizou os dados do DNA mitocondrial para construir um mapa..

Exemplo: conceito de ‘desigualdade’ (usar o exemplo de SJC Campos...)

Indicadores possuem propriedades....

Rejeição da noção atraente, mas simplista, de que as representações são simplesmente visões reduzidas da realidade.... representações computacionais são teorias matemáticas.....

Como então lidar com a dualidade entre os conceitos de ‘exclusão social-1’ e ‘exclusão social-2’? Trata-se do mesmo dilema já enfrentado nas ciências da natureza, quando desenvolvemos modelos matemáticos que descrevem comportamentos idealizados dos fenômenos, como a Lei dos Gases Perfeitos.

Três visões sobre o conhecimento, Popper....mostrar como a visão essencialista é a mais adequada....

Conclusão

Resposta preliminar: a exclusão social existe sim, pois podemos *construir* indicadores de exclusão/inclusão social que apresentam propriedades plausíveis.....Ela pode ser apresentada num mapa. Note-se que estaremos falando da ‘exclusão social-2’, que é o conceito matemático expresso pelos indicadores de exclusão social.

A crescente utilização de sistemas de informação geográfica pelos estudiosos de ciências sociais requer que possamos compreender o status ontológico das representações computacionais utilizadas para descrever conceitos sociológicos. Este artigo buscou apresentar evidências que tais representações são modelos matemáticos que possuem status ontológico próprio, não sendo meras visões reduzidas da realidade. Da mesma forma que as teorias já estabelecidas nas ciências exatas, a correspondência entre esses modelos e a realidade do mundo depende da concepção de conhecimento científico que se venha a adotar. Se adotarmos a visão “essencialista” defendida por Popper (Popper 1989), a existência de um modelo matemático com poder adequado para descrever e prever resultados plausíveis indica que estamos sendo capazes de ampliar nosso entendimento do mundo, e deste modo, aumentar nosso conhecimento. Desta forma, podemos concluir que os sistemas computacionais podem oferecer uma grande ampliação do conhecimento em ciências sociais, se considerados com a devida perspectiva e respeitada a autonomia dos modelos matemáticos engendrados por suas representações computacionais.

Agradecimentos

Bibliografia

- Câmara, G., A. M. Monteiro, et al. (2003). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE.
- Câmara, G., A. M. Monteiro, et al. (2003). “Representações Computacionais do Espaço: Fundamentos Epistemológicos da Ciência da Geoinformação.” Revista Geografia (UNESP) 28(1): 83-96.
- Castells, M. (1999). A Sociedade em Rede. São Paulo, Paz e Terra.
- Genovez, P., G. Câmara, et al. (2001). Diagnóstico das Áreas de Exclusão/Inclusão Social através de Sistema de Informação Geográfica na Área Urbana de São José dos Campos - SP. X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu.
- Ginzburg, C. (2001). Olhos de Madeira: Nove Reflexões sobre a Distância. São Paulo, Companhia das Letras.

- Gomes, C. (2002). Comentário sobre o texto "Representações Computacionais do Espaço". G. Câmara. São José dos Campos.
- Koga, D. (2001). Cidades Territorializadas entre Enclaves e Potências. Tese de Doutorado em Serviço Social. São Paulo, PUC/SP.
- Martin, D. (1996). "An assessment of surface and zonal models of population." International Journal of Geographical Information Systems 10: 973-989.
- Popper, K. (1989). Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge. Londres, Routledge.
- Santos, M. (2000). Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. São Paulo, Record.
- Schuurman, N. (2002). "Reconciling Social Constructivism and Realism in GIS." ACME: An International E-Journal for Critical Geographies 1(1).
- Searle, J. R. (1998). Mind, Language and Society. New York, Basic Books.
- Sposati, A. (1996). Mapa de Exclusão/Inclusão Social de São Paulo. São Paulo, EDUC.
- Sposati, A. (2000). Mapa de Exclusão/Inclusão Social de São Paulo - 2000. Dinâmica Social dos Anos 1990. São Paulo, PUC/SP.
- Torres, H. (2002). A Exclusão Social Existe? G. Câmara. São José dos Campos.