

10 anos

Lúcia Helena de Oliveira Gerardi  
Barbara-Christine Nentwig Silva

# QUANTIFICAÇÃO EM GEOGRAFIA

## 1. METODOLOGIA CIENTÍFICA E PESQUISA EM GEOGRAFIA

### 1.1 Questões metodológicas básicas

A utilização das técnicas quantitativas na Geografia deve ser inicialmente colocada em uma perspectiva mais ampla: a da abordagem científica como um todo. Com isto, é destacada sua correta posição no processo científico, evitando-se tanto a depreciação quanto a superestimação das referidas técnicas.

Entendemos por ciência um *método de estudo*, ou seja, um processo no qual se constrói, passo a passo, um modelo da realidade, supervisionado e manejável. Esta realidade pode envolver somente fenômenos naturais ou humanos ou ainda uma combinação dos dois. Com isto, afastamo-nos da idéia de ciência como sendo somente o estudo de certos conjuntos de fenômenos, como, por exemplo, os naturais em oposição aos humanos, problema ainda relevante em nossos dias. Cole e King (1968, p.18) afirmam, a este respeito, que a possibilidade de uma ciência existir é determinada não pelo *o que mas pelo como*, não pelo assunto mas pelo método. Assim sendo, todos os assuntos podem ser objeto de investigações científicas.

A esta contribuição, acrescentaríamos que a importância da metodologia científica está intrinsecamente relacionada aos conceitos e aos processos relevantes que ela ressaltar na análise dos fenômenos.

Entendemos por Geografia, de forma ampla e dentro do variado quadro conceitual disponível, a área do conhecimento que se preocupa com a análise dos processos de organização sócio-ambiental relacionados a uma perspectiva espacial. Ou como, em outras palavras, coloca Berry (1969, p. 19-20), "o ponto de vista geográfico é espacial . . . os conceitos e processos integrantes do geógrafa relacionam-se com as disposições e distribuições, com a integração espacial, com as interações e organização espaciais e com os processos espaciais . . . os conceitos e processos integrantes da Geografia concernem ao ecossistema de âmbito mundial do qual o homem é a parte dominante."

Apesar de guardar sua especificidade, fruto sobretudo de uma estrutura pedagógico-científica relativamente antiga, contemporânea à organização da Universidade da Era Moderna, a Geografia mantém necessárias e crescentes relações com outras disciplinas visando atingir objetivos comuns de explanação científica. Muitas destas disciplinas só recentemente passaram a incorporar questões de ordem espacial dentre as suas preocupações, oferecendo, em contrapartida, um rico arsenal teórico-metodológico de interesse dos problemas tratados pela

Geografia. Esta, como consequência, precisou melhor se armar em termos de utilização da metodologia e da linguagem científica interdisciplinar e universal objetivando participar mais eficientemente dos debates científicos da atualidade. Neste sentido, torna-se importante analisar como se estrutura hoje a pesquisa geográfica e como se destaca a contribuição da análise quantitativa.

#### 1.1.1 Etapas da pesquisa geográfica

Cole e King (1968, p.18-19) sugerem uma seqüência de etapas ou passos para uma pesquisa geográfica que será mostrada a seguir, de forma simplificada. Antes, porém, é preciso deixar claro que esta seqüência não é relevante para todas as situações na Geografia, devendo servir, sobretudo, como sugestão para perguntas que o geógrafo deve fazer a si mesmo quando trabalhando em pesquisa.

a) Inicialmente é recomendável ter em vista um objetivo para o estudo, em lugar de coletar material esperando encontrá-lo no decorrer do trabalho ou só no fim deste. Este pode ser um problema relevante a resolver, uma hipótese ou um modelo teórico a testar, mesmo emprestado de uma outra disciplina e que podemos tentar aplicar para uma situação especial. Na formulação dos objetivos, bem como no próprio desenvolvimento dos trabalhos, devem estar envolvidos obrigatoriamente todos os aspectos conceituais pertinentes, apresentados de forma lógica e consistente.

A busca de uma contribuição ao corpo teórico-conceitual da disciplina deve ser sempre uma preocupação do pesquisador, mesmo quando o seu trabalho for essencialmente aplicado;

b) Uma vez definido um objetivo e o quadro conceitual básico, é normalmente necessário fazer a coleta das informações consideradas relevantes que, na Geografia, podem ser conseguidas de maneira direta ou indireta, primária ou secundária, obtidas através de trabalho de campo, material publicado em forma verbal ou numérica ou de fontes como a fotografia aérea ou mapas existentes. As amostras são freqüentemente necessárias, mas os geógrafos a utilizam de forma muito menos numerosa e precisa do que outros pesquisadores;

c) os dados devem ser preparados e guardados. Se são apresentados em um mapa, este torna-se um tipo de armazenagem. Dados de interesse geográfico podem também ser reunidos em tabelas e particularmente em matrizes. A forma de armazenagem não precisa ser a página impressa: métodos modernos permitem, por exemplo, armazená-los em grandes quantidades em cartões de computação ou fitas;

d) depois de preparar os dados, estes devem ser processados. Cada vez mais são utilizados, na Geografia, métodos matemáticos e inferências estatísticas derivadas do processo matemático. Muitas análises precisam de computação, porque sem isso o tempo gasto e, conseqüentemente, os custos seriam enormes;

e) com estes passos, os resultados deverão ser encontrados. A interpretação dos resultados será dada em forma compreensível, seja verbal, numérica, cartográfica ou de alguma outra forma que possa ser entendida. Os resultados confrontados com os objetivos iniciais podem indicar muitas direções:

— podem ser tão insatisfatórios que o pesquisador deva recomenciar o trabalho a partir do primeiro ou segundo passo; a este respeito, raramente na Geografia o pesquisador admite a possibilidade de encontrar resultados negativos em seus trabalhos, indicando o reinício dos mesmos por um outro caminho ou a necessidade de complementação, fato de grande importância no processo científico, sendo comumente aceito em outras disciplinas;

— podem indicar a necessidade de trabalho suplementar;

— podem também ser apresentados como um estudo completo, contribuindo para o conhecimento do fenômeno e para o desenvolvimento do corpo teórico-metodológico da Geografia.

#### 1.1.2 Indução e dedução em Geografia

Os métodos utilizados na ciência são classificados, em geral, em dois grupos epistemológicos e metodológicos: o indutivo e o dedutivo. Dois autores, Harvey (1969) e Daugherty (1974), apresentam graficamente as principais etapas do método científico aplicado à Geografia, fazendo distinção entre abordagem indutiva e a dedutiva. Primeiramente, Harvey apresenta as duas abordagens na pesquisa geográfica conforme se observa na figura 1. Mais recentemente, Daugherty (1974) propôs as seguintes abordagens, conforme se observa na figura 2.

No método indutivo movimentamo-nos dos fatos para as idéias, de observações para generalizações, do particular para o geral. Embora sendo utilizado comumente, segundo Moss (1979, p.224), três defeitos deste método podem ser apontados:

a) existe um hiato lógico entre os fatos e as idéias onde é impossível especificar o passo racional através do qual a generalização é derivada de observações;

b) as generalizações se referem somente ao conjunto de dados dos quais elas foram derivadas;

c) permanece sempre dentro do processo de pensamento um elemento indefinível, não limitável, de julgamento subjetivo.

Mesmo existindo estes problemas, este método teve e tem ainda um papel importante na pesquisa geográfica visando o desenvolvimento do conhecimento científico. Por outro lado, também segundo Moss, os métodos dedutivos oferecem uma maneira mais segura para chegar a generalizações válidas. Neste caminho os movimentos do pensamento são do geral para o particular, das idéias para os fatos, da generalização para a observação. "Uma idéia derivada indutivamente, dedutivamente ou mesmo intuitivamente, é rigorosamente estruturada de acordo com as regras de um cálculo, ou seja, como um específico

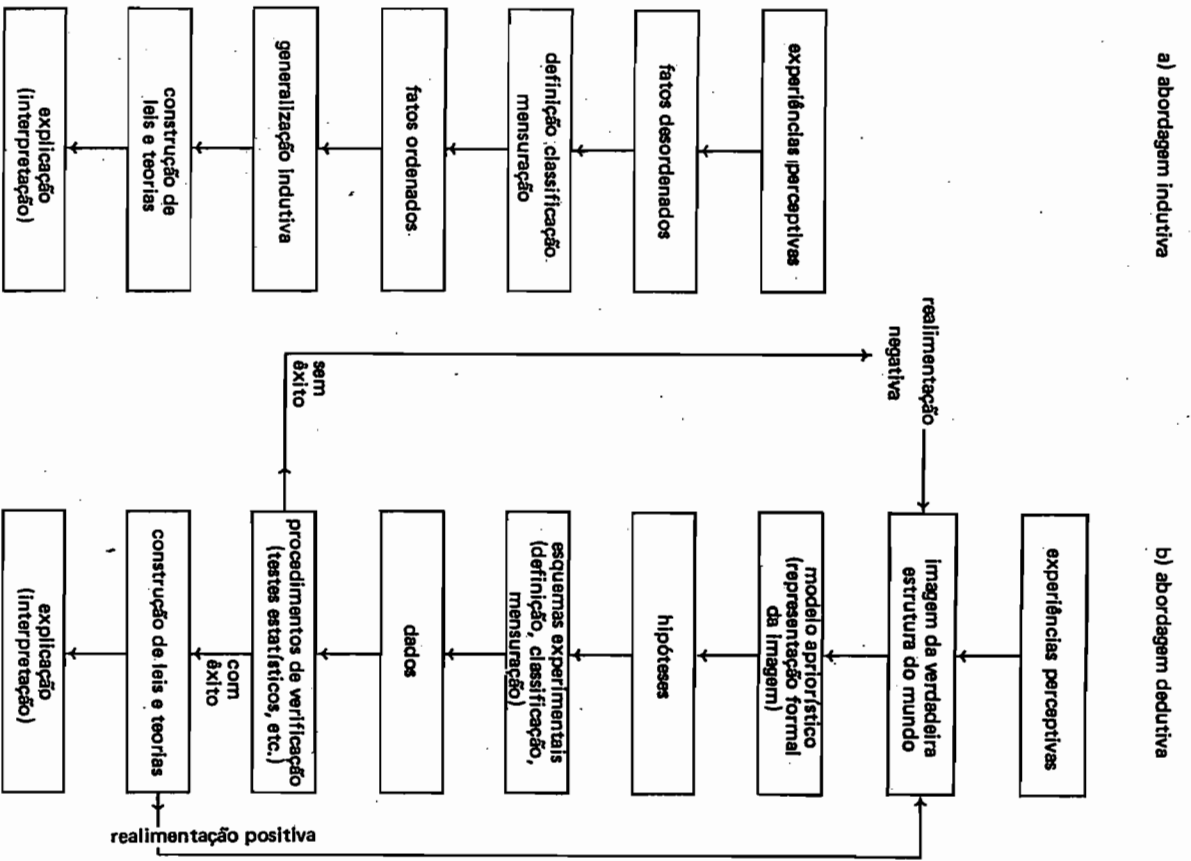


FIGURA 1: Abordagens na pesquisa geográfica (seg. Harvey, 1969, p.34)

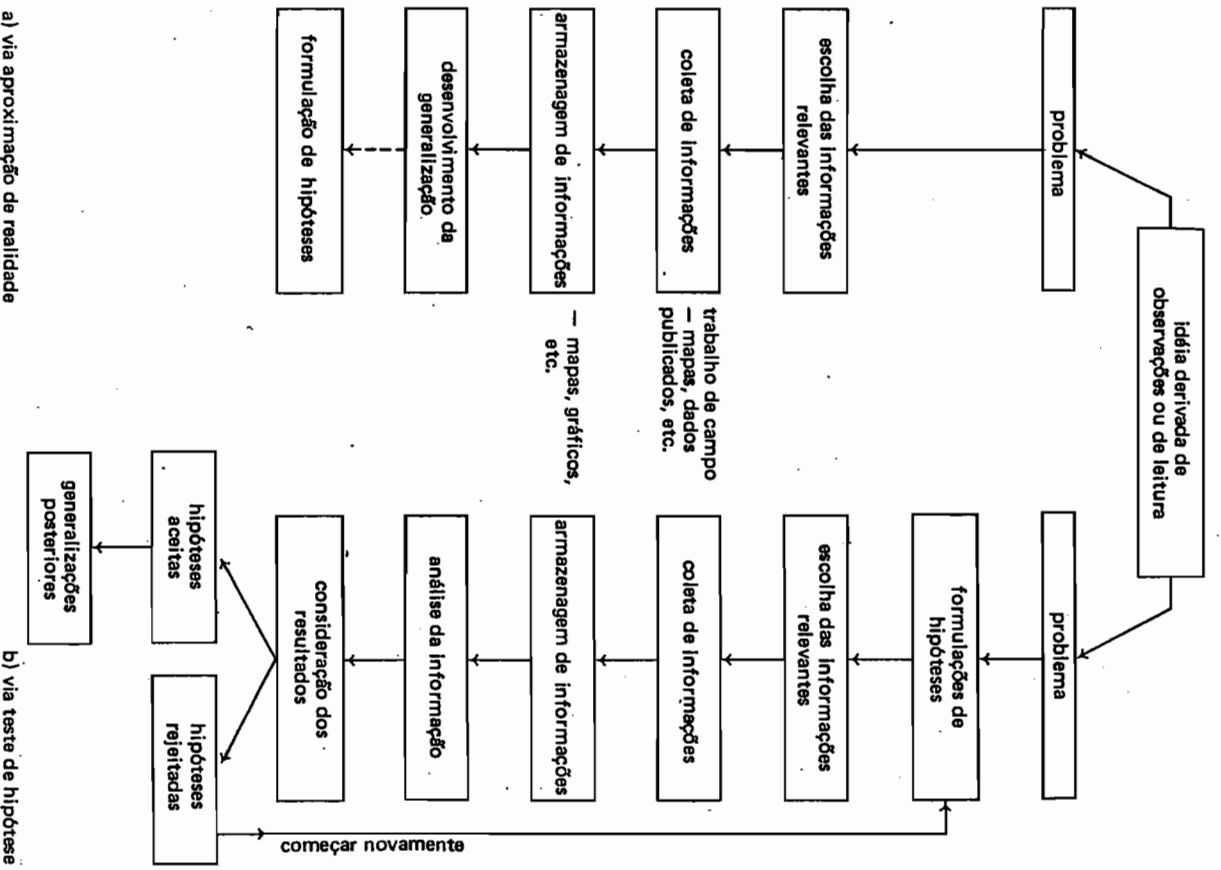


FIGURA 2: Abordagens na pesquisa geográfica (seg. Daugherty, 1974, p. 7)

e definido sistema lógico, e então é desenvolvido dedutivamente até que um conjunto de proposições observadas é obtido o qual pode ser diretamente comparado com os fatos empíricos, pela experimentação" (Moss, 1979, p.224). Inúmeros autores têm destacado que o método dedutivo caracteriza bem as disciplinas científicas mais desenvolvidas, sendo responsável, em grande parte, pelo extraordinário progresso científico e tecnológico registrado nas últimas décadas em todo o mundo.

Alguns outros comentários devem ser feitos sobre os dois esquemas apresentados: primeiramente destaca-se a importância da generalização como objetivo final nas duas formas de abordagem para uma pesquisa geográfica. Entretanto, é preciso reconhecer que a Geografia, por aceitar durante muito tempo os seus fenômenos como sendo excepcionais, — como decorrência de sua localização individualizada sobre o espaço, não sendo por isto mesmo passíveis de sujeição a leis e princípios gerais —, utilizou e utiliza ainda hoje, muito mais e freqüentemente de forma limitada, a abordagem indutiva. A chamada abordagem idiográfica-monográfica, tão amplamente discutida nos últimos anos no Brasil, corresponde exatamente ao exposto, deixando de desenvolver o processo de construção teórica, segundo Harvey, ou de generalização, segundo Daugherty, como consequência da implícita aceitação da individualidade dos fenômenos geográficos.

Mais recentemente, a abordagem idiográfica-monográfica foi objeto de críticas gerais, o que acabou por desenvolver a abordagem dedutiva e a complementação da abordagem indutiva. Os fenômenos geográficos passaram a ser também encarados de forma nomotética, isto é, sujeitos a leis (no sentido probabilístico) e princípios gerais, cujo conhecimento deve ser justamente o objetivo da pesquisa. Como exemplos clássicos de modelos espaciais dedutivos, em geral são apontados os análises de intensidade de J. H. von Thünen e o sistema de localidades centrais de W. Christaller.

Embora seja possível fazer um esforço para a divisão em modelos espaciais indutivos ou dedutivos, a maioria dos modelos espaciais da Geografia constituem talvez um tipo misto, como bem colocou Wirth (1979, p.152). Assim, foi importante para Christaller o conhecimento, na formulação do modelo, da distribuição real dos lugares centrais na Alemanha do Sul, o mesmo ocorrendo com von Thünen com relação às condições reais das propriedades agrícolas Gross-Flottbeck e Tellow. Desta maneira, segundo Wirth (p.152), uma classificação gradual seria mais adaptada à situação real: uma parte dos modelos espaciais se distingue através de uma abstração crescente e um conteúdo mais teórico; uma outra parte dos modelos espaciais é mais descritiva e mais aproximada à realidade empírica.

Em ambas as abordagens destaca-se, de qualquer forma, a importância da análise dos dados. As etapas a isto referentes correspondem à fase intermediária entre a formulação do problema e a proposição dos resultados. Forçoso é reconhecer, a esta altura, que a Geografia, confrontada com muitas outras disciplinas, teve também uma limitação quanto às suas potencialidades analíticas

ao deixar de valorizar, durante muito tempo, o emprego das técnicas quantitativas. Este fato talvez tenha sido ainda uma consequência do tipo de visão predominantemente idiográfica-monográfica que supervalorizou os aspectos qualitativos e subjetivos dos problemas geográficos.

Por outro lado, a falta de relevância de muitas análises quantitativas e o consequente distanciamento de questões fundamentais de ordem sócio-espaacial e ambiental tem sido apontada nos últimos anos. Com base em Moss (1979, p.232) podemos dizer que realmente, em muitos casos, houve uma preocupação exagerada com o tratamento dos dados e uma insuficiente atenção com o rigor do pensamento científico em relação aos laços que devem necessariamente existir entre as idéias e os dados.

Colocadas as técnicas quantitativas em seus devidos termos, podemos, a seguir, tratar de outros aspectos relevantes na pesquisa geográfica.

### 1.1.3. Elaboração de projetos de pesquisa em Geografia

A Geografia, como qualquer ciência, tem seu campo de atuação delimitado pela natureza dos problemas com os quais lida e seu progresso realizado através da busca da solução desses problemas.

A pesquisa geográfica, de modo geral, se inicia quando detectamos ou identificamos problemas e estabelecemos diretrizes que nos orientem na sua solução. Essas diretrizes compõem um projeto de pesquisa que tem sua estrutura formal estabelecida nos compêndios de metodologia científica e de pesquisa como aqueles de Salomon (1973), Rey (1972), Severino (1976), Cervo e Bervian (1972).

Nesta parte vamos apenas indicar alguns pontos de importância na formulação de projetos.

O conhecimento da ciência que praticamos e da realidade que nos cerca é o ponto de partida para a *identificação de problemas* que mereçam a preocupação do Geógrafo. Geralmente dizem respeito a relações entre atributos espaciais e são enunciados por frases interrogativas do tipo: até que ponto a mecanização da agricultura é responsável pela migração campo-cidade? ou qual a natureza e o grau de relação que existe entre a distribuição da pluviosidade e a colheita do produto x?

Identificado e enunciado claramente o problema, o passo seguinte é colocar esta questão num contexto mais amplo, quer quanto a outros problemas correlatos, quer dentro do conhecimento acumulado sobre o assunto. Para esse efeito, a pesquisa bibliográfica adquire caráter essencial e ajuda, além da *colocação do problema*, a *justificar seu estudo* e *demonstrar sua importância*.

Problemas merecem solução e esta é a busca da Ciência, mas, a Ciência não parte para esta busca às escuras, o cientista deve estabelecer estratégias de ação que orientem a busca e não dispersem esforços em direções díspares. Este é o papel das *hipóteses*.

Hipóteses são soluções prováveis e, por isso mesmo, enunciadas através de frases afirmativas. São elas que orientarão todo o trabalho de coleta de dados e dirimirão a ação do geógrafo devendo, portanto, serem formuladas de maneira clara e objetiva, com base no bom senso, conhecimento da ciência e da realidade.

Como dissemos, hipóteses são soluções prováveis e, como tal, devem ser testadas na sua validade como explicadoras dos fenômenos estudados.

Dentro desta perspectiva, a primeira tarefa é operacionalizar os conceitos constantes do problema de pesquisa e estabelecer sua mensuração. Por exemplo, o conceito de mecanização agrícola pode ser operacionalizado e/ou mensurado através de horas de máquinas utilizadas por unidade de área trabalhada; número de tratores; valor, em cruzeiros, investido na compra de equipamento etc. A mensuração dos conceitos guarda estreita relação com o tipo de fonte de dados que será utilizada e com as técnicas de análise que pretendemos pôr em prática para o teste da hipótese. Todo o levantamento de informações é direcionado pela tomada de decisão na operacionalização dos conceitos.

Uma vez decidida a forma de operacionalização dos conceitos podemos partir para o levantamento de informações que pode ser feito de forma direta, através de entrevistas, questionários, tomadas de medidas no campo, ou indireta, através de dados censitários, cadastrais, mapas, fotografias ou imagens aéreas.

Obtidos os dados ou informações os mesmos deverão ser submetidos a processos de análise qualitativa, ou quantitativa que permitam verificação da hipótese ou das hipóteses colocadas de início. Sobre esse assunto, os livros de estatística paramétrica e não paramétrica trazem informações detalhadas — Siegel (1979) e Spiegel (1979) — e, dentro deste livro, sugerimos várias formas de análise quantitativa.

Além da estrutura científica do trabalho, deve constar do projeto de pesquisa uma avaliação dos recursos que serão necessários para desenvolvê-lo o que direcionará a tomada de decisão quanto à utilização de amostragem para obtenção de informação e tipo de elaboração que os dados deverão sofrer reafirmando, então a decisão quanto aos materiais e técnicas.

Um esquema resumido de um projeto de pesquisa em Geografia deveria conter:

- 1 — Proposição do problema de pesquisa — o que? quando? onde?
- 2 — Justificativa, objetivos e importância do estudo — por que? para que?
- 3 — Hipóteses — O que. Quando. Onde.
- 4 — Material e técnicas e/ou métodos — como?
- 5 — Custos — quanto?
- 6 — Bibliografia básica referencial — quem?
- 7 — Cronograma de desenvolvimento.

Embora possa não ser explicitada no projeto, a questão *para quem?* deve ser preocupação do geógrafo que deve estar consciente do seu papel e do papel do seu trabalho na sociedade.

## 1.2. Levantamento das informações

Dentre os tópicos que compõem um projeto de pesquisa, o levantamento de informações se constitui num item que adequadamente pode ser tratado num livro de quantificação em Geografia.

O geógrafo, como todos os cientistas da natureza e da sociedade, lida com informações percebidas concretamente, de natureza qualitativa ou quantitativa. Com o advento da utilização de técnicas estatísticas pela Geografia, a codificação de informações qualitativas em números ou categorias passou a ter importância fundamental e, mesmo aqueles que vem com restrições a análise quantitativa têm, vez por outra, necessidade de demonstrar suas colocações através de números (brutos, porcentagens, proporções etc.) que, por simples que sejam, não deixam de ser quantificação (entendida aqui como técnica, meio e não como fim em si mesma).

Deste modo, "quantitativistas" ou não, os geógrafos têm, no levantamento de informações, ponto de crucial importância para o desenvolvimento do seu trabalho.

No âmbito deste livro, vamos tratar o problema sob dois focos principais: o das fontes de informação e o das escalas de observação.

As informações com as quais o geógrafo trabalha podem provir de duas fontes principais: documentos cartográficos e estatísticos (fontes secundárias) e de levantamento direto no campo (fontes primárias).

A escolha da fonte de obtenção de dados está diretamente relacionada ao tipo de problema, objetivos do trabalho, escala de atuação e disponibilidade de recursos e tempo.

Os documentos cartográficos (entendidos aqui não só como mapas e cartas, mas também como imagens e fotografias obtidas por sensoramento remoto) são fontes de informação extremamente importantes.

Das fotografias aéreas em escalas reduzidas ou mais detalhadas, das imagens radar ou satélite e das cartas podemos obter informações quanto a uso do solo, drenagem, estruturas viárias e urbanas, povoamento rural, recursos florísticos, minerais e pedológicos, estrutura fundiária e de serviços, dados altimétricos etc., a partir dos quais podemos fazer inferências quanto à estimativa de safra, densidade de população, área de atendimento de serviços, zoneamentos.

Porém, os documentos cartográficos são pouco propícios para obtenção de dados dinâmicos espacial ou temporalmente, bem como aqueles que envolvam decisão, percepção ou o comportamento dos indivíduos ou intensidade de certos fenômenos como temperatura ou precipitação, por exemplo.

Neste caso, informações cadastrais ou censitárias são úteis e muitas vezes compõem séries temporais valiosas para a análise da evolução dos fatos humanos ou caracterização dos fenômenos naturais.

É importante fazer a ressalva de que as fontes secundárias são adequadas a trabalhos em que o grau de generalização possa ser maior, dado aos objeti-

vos da própria pesquisa, à amplitude espacial ou ao lapso temporal envolvidos, uma vez que sua apresentação já inclui um processo de redução e agregação de informações que leva ao mascaramento ou à não identificação de unidades de observação menores.

A obtenção de dados primários se realiza através de coleta de observações no campo através de mensurações diretas (altitudes, temperaturas, débito, contagens) ou de entrevistas ou questionários aplicados a sujeitos de interesse para a pesquisa.

O levantamento primário, dado ao fato de ser realizado em unidades de observação mais restritas ou mais localizadas, tem vantagens sobre os dados secundários quer do ponto de vista do grau de detalhamento que permite, quer no que diz respeito ao interesse dos quesitos levantados, quer quanto à precisão das informações obtidas.

A escolha do tipo de fonte de dados, como já ficou implícito, depende dos objetivos e amplitude do trabalho a ser realizado e da disponibilidade de tempo e recursos do pesquisador. Vale ressaltar que a escala da pesquisa é restrita e importante quanto à utilização de dados primários ou secundários pois, se estamos trabalhando ou pretendemos trabalhar, por exemplo, com todo um estado, em termos do comércio de varejo, certamente teremos dificuldades em realizar um levantamento a nível de estabelecimentos varejistas mas, teremos resultados num grau de generalização aceitável se trabalharmos com dados censitários a nível de municípios.

Da mesma forma, se nosso foco de pesquisa é um município, de nada adiantarão os dados publicados pelos censos, desde que a unidade mínima de observação, neste caso, deve ser o estabelecimento agrícola ou comercial, ou a propriedade ou cada residência ou ainda postos meteorológicos especiais.

#### 1.2.1. Noções gerais de amostragem

Interessado nas distribuições espaciais, o geógrafo é levado a realizar levantamentos para avaliação da variabilidade dos fenômenos no espaço e ao longo do tempo.

Há situações em que um levantamento completo é inviável, senão impossível, devido a restrições de custo, tempo, material, mão de obra etc., o que nos leva a adotar a amostragem como solução.

Antes de qualquer discussão, alguns termos especiais devem ser conhecidos e entendidos:

- amostra — é uma parte representativa de uma população
- amostragem — é o processo de retirada da amostra
- população — é um conjunto de elementos com uma característica comum (no caso da Geografia poderia ser o conjunto de propriedades agrícolas plantadoras de cana do município x ou o conjunto dos postos fluviométricos da bacia do rio y)

— unidades amostrais (ou unidades taxonômicas de observação) — são elementos a partir dos quais são levantadas as informações (por exemplo, municípios, propriedades agrícolas, postos meteorológicos, pontos em fotos aéreas, estabelecimentos comerciais ou industriais). As unidades amostrais podem ser espaciais (pontos, linhas e áreas) ou não espaciais (dados já existentes de levantamentos periódicos como censos, ou contínuos como registro civil, dados climáticos).

A amostragem tem sido usada de longa data pelos geógrafos, embora de forma não consciente e em sentido diferente do uso atual em pesquisa, e esta importante diferença é aquela que distingue a amostragem proposital, intencional, subjetiva ou não probabilística da amostragem objetiva ou probabilística.

A amostragem intencional seleciona indivíduos ou amostras que consideramos serem típicas ou representativas do total da população. São os "estudos de caso", tão comuns na Geografia, nos quais uma fazenda, município, cidade ou bacia hidrográfica são selecionadas e estudadas como exemplos de uma área mais abrangente.

Este tipo de amostragem se, por um lado, facilita o trabalho de pesquisa (em termos de escolha de áreas de maior acessibilidade ou disponibilidade de informações ou qualquer outra vantagem), por outro lado pode levar à introdução de um elemento de viés na pesquisa desde que o critério de seleção da amostra retire casos ideais ou perfeitos e, portanto, não representativos.

De qualquer forma, devemos lembrar que amostras intencionais não se prestam a tratamentos estatísticos que levem a inferências sobre a população sendo seus resultados válidos apenas dentro dos limites da própria amostra.

A amostragem probabilística se caracteriza por privilegiar o elemento chance na escolha das unidades amostrais. A aleatoriedade da seleção dos indivíduos amostrados é o princípio básico deste tipo de amostragem que se assenta em teorias e regras matematicamente estabelecidas de tal sorte que os resultados obtidos para a amostra podem ser estendidos para a população com grau de confiança determinado.

Há várias maneiras de procedermos quando da seleção aleatória de amostras tanto no que diz respeito a unidades amostrais espaciais como não espaciais.

#### 1.2.1.1. Amostragem em unidades espaciais

A amostragem espacial pode ser utilizada tanto para selecionar pontos do espaço que mereçam investigação direta quanto para levantamento de informações registradas em cartas e outros documentos cartográficos como tipos de uso do solo, inclinação de vertentes, estrutura geológica ou pedológica etc.

As unidades amostrais espaciais são, basicamente, pontos, linhas ou trajetos e áreas:

— pontos: lugares determinados através de coordenadas geográficas ou cartesianas em mapas ou fotografias aéreas. Nestes pontos identificados podemos

observar a presença ou ausência de certas características relevantes aos objetivos de nossa pesquisa ou, através de entrevistas, levantar informações que nos interessem;

— linhas ou trajetos: traços marcados sobre um mapa ou fotografia ou identificados no campo através dos quais são levantadas as informações como uso do solo, altitudes, tipos pedológicos etc. cuja incidência pode ser avaliada como proporção do comprimento total da linha sob os diversos usos, faixas de altitudes ou solos;

— áreas: são usadas por biogeógrafos e ecólogos no levantamento de formações vegetais no campo.

Uma vez decidido que tipo de unidade amostral desejamos selecionar, devemos optar por uma das várias formas de seleção dessas unidades que os livros específicos de amostragem costumam descrever em detalhes. Veja Cochran (1965).

Dentro do escopo deste livro, limitaremos nossa tarefa à descrição resumida dos tipos principais de processos de amostragem, dando ênfase à amostragem espacial.

A amostragem aleatória simples consiste na retirada casual de elementos da população com o auxílio de tábuas de números aleatórios ou equiprováveis, semelhantes à do anexo 1.

No caso de unidades espaciais em que os pontos, trajetos ou áreas já estão demarcados é suficiente numerá-los de forma seqüencial e realizar a seleção seguindo a ordem de uma tábua de números aleatórios. Quando, porém, não há demarcação prévia das unidades da população, uma grade de coordenadas ortogonais numeradas a partir do canto sudoeste deve ser superposta ao mapa ou fotografia para realização do sorteio. Selecionamos, de uma tábua, números aleatórios com quatro dígitos (os primeiros dois representam valores de coordenada leste e os dois últimos valores de coordenada norte) e através destes localizamos os pontos que farão parte da amostra.

Para a seleção de trajetos, utilizamos a mesma grade, porém, com numeração seqüencial das linhas verticais e horizontais a partir do canto sudoeste. A seleção de números aleatórios de quatro dígitos dará combinações de pares de números que localizarão os trajetos.

Quando houver superposição de trajetos ou identidade do trajeto sorteado com a margem da malha de coordenadas, deve haver uma tomada de decisão do pesquisador quanto à duplicação ou não das informações e abandono ou inclusão da margem na área de pesquisa.

A amostragem sistemática consiste na escolha aleatória da primeira unidade amostral e seleção das unidades subseqüentes através de um intervalo uniforme, constante e pré-estabelecido.

Este tipo de amostragem pode dar origem a informações tendenciosas desde que obtidas em situações em que os dados apresentam fenômenos peri-

dicos ou cíclicos como é o caso, por exemplo, de altitudes em áreas de relevo apalaheano.

Amostragem estratificada é aquela em que a área de estudo é dividida em sub-áreas com base em uma ou várias características relevantes para o trabalho que tornam estas sub-áreas mais homogêneas internamente. Por exemplo, trabalhando com bacias hidrográficas podemos ter interesse em verificar características morfométricas em relação às ordens hortonianas e este seria o critério de divisão dos estratos, ou ainda, na zona urbana, os estratos poderiam ser determinados por tipos de uso do solo (residencial, industrial, comercial, etc.) ou ainda, na zona rural, por tipo de cultivo.

Estabelecida a divisão em estratos, dentro de cada um deles será realizada uma amostragem aleatória independente que deverá ter número de unidades amostrais selecionadas proporcional à área abrangida ou ao número de indivíduos em cada estrato.

Amostragem estratificada sistemática não alinhada é um tipo de amostragem desenvolvida por Berry e Baker (1968) que corrige ou previne distorções decorrentes da amostragem sistemática alinhada e alia as propriedades de aleatoriedade e estratificação dando cobertura total à área amostrada, motivo pelo qual deve ser utilizada sempre que não temos conhecimento da distribuição geográfica dos fenômenos que pretendemos amostrar. Para sua realização os seguintes passos devem ser dados (acompanhe pela figura 3):

— a área amostrada deverá ser dividida em sub-áreas regulares ou blocos. Isto pode ser feito sobrepondo-se à área uma malha regular de coordenadas. Em cada bloco será localizado um ponto amostral;

— cada bloco deverá ser dividido por uma malha quadriculada de 10 x 10 células;

— começando do canto inferior esquerdo, marcar o primeiro ponto amostral do bloco A I sorteando, numa tábua de números equiprováveis, um par de dígitos, sendo o primeiro a coordenada horizontal e o segundo a vertical (no caso da figura 3 : 2 e 3);

— manter constante o valor da coordenada horizontal (2) para a linha A e sortear novos dígitos que representarão o valor da coordenada vertical desta linha (no exemplo, 9, 5, 7, 4);

— manter constante o valor da coordenada vertical (3) para a coluna I e sortear novos dígitos que representarão o valor da coordenada horizontal desta coluna (no exemplo, 6, 2, 6, 0);

— tomar o valor da coordenada horizontal do bloco BI e da coordenada vertical do bloco A II para marcar o ponto amostral do bloco BII (6/9);

— manter constante o valor horizontal do ponto do bloco BII e sortear novos valores verticais para preencher a linha B (5, 3, 5);

— manter constante o valor vertical do bloco BII e sortear novos valores horizontais para preencher a coluna II (1, 5, 7);

— retornar o processo para as colunas e linhas seguintes até ter um ponto em cada bloco.

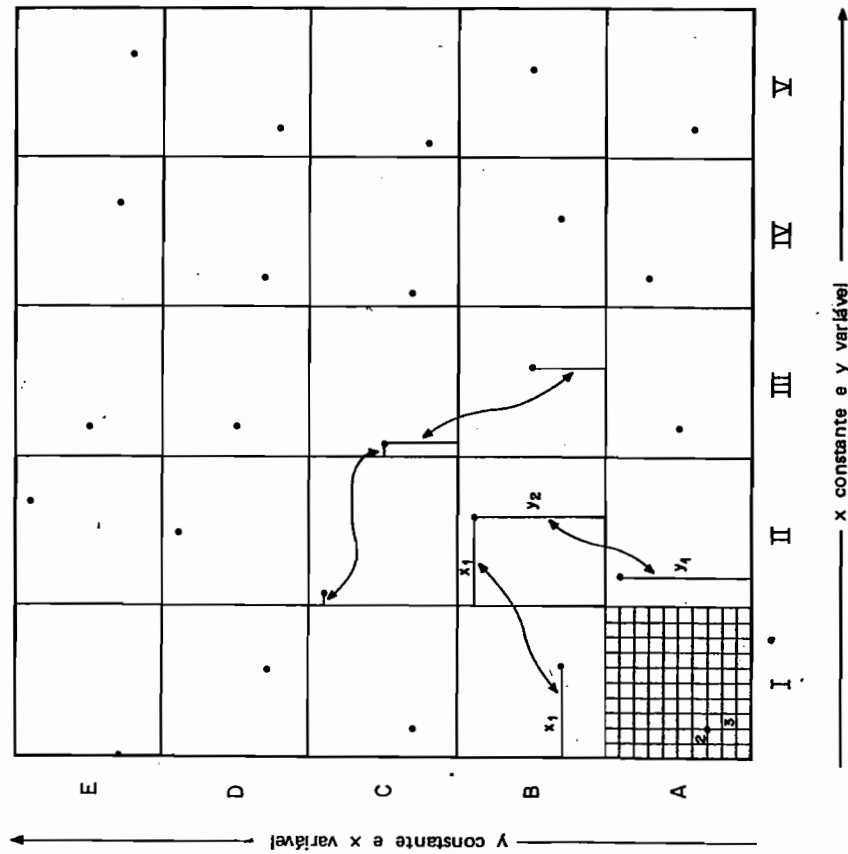


FIGURA 3: Amostragem estratificada sistemática não alinhada

Há situações em que é impossível realizar qualquer dos processos de amostragem até agora descritos, quer pela amplitude da área em que estamos trabalhando, quer pela dificuldade de obtenção de listagens ou mapas e imagens da área total a ser pesquisada. Neste caso, o processo de amostragem em estágios múltiplos pode ser uma solução conveniente.

Tendo, por exemplo, uma divisão do Brasil em cartas 1:1.000.000 podemos selecionar aleatoriamente uma área  $x$  que será objeto de nossa pesquisa. Dentro desta área, que pode ser uma folha qualquer ou várias folhas, podemos selecionar cartas de 1:500.000, dentro destas, cartas 1:250.000 e, dentro des-

tas, cartas 1:50.000 nas quais poderão ser sorteados blocos ou pontos nos quais serão levantadas as informações que necessitamos. A figura 4 mostra, de forma esquemática, o processo.

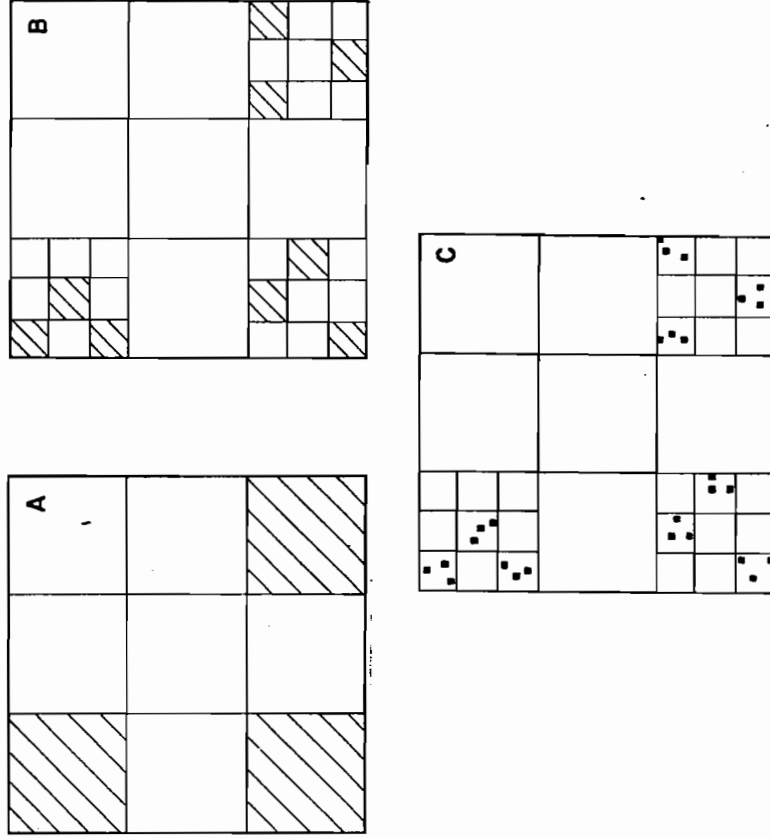


FIGURA 4: Amostragem em estágios múltiplos

### 1.2.1.2. Amostragem não espacial

Apesar de trabalhar basicamente com a dimensão espacial dos fenômenos que ocorrem na superfície da terra, o geógrafo muitas vezes utiliza dados obtidos de fontes nas quais a dimensão espacial não é representada, como é o caso de censos, censos ou levantamentos publicados ou não. Estas fontes geralmente se apresentam sob a forma de listas ordenadas ou não, segundo critérios variados.



De posse de um rol deste tipo, pode ser impossível ou inadequado trabalhar com todos os elementos que o compõem, de tal forma que o pesquisador se vê obrigado a selecionar, do total, uma parte ou amostra para suas análises. A seleção ou retirada da amostra obedece, de modo geral, às condições já tratadas no item anterior:

Na seleção casual simples, os elementos da lista são numerados de 1 a  $n$ , na ordem em que aparecem e, com o auxílio de uma tábua de números aleatórios, os elementos da amostra são retirados;

Para a seleção sistemática é conveniente que os dados estejam ordenados (por valor, ordem alfabética etc.).

Conhecendo o número total de elementos da população ( $N$ ) e o número de elementos que desejamos retirar na amostra ( $n$ ) podemos estabelecer o intervalo constante para seleção das unidades amostrais através de:

$$K = \frac{N}{n} \quad \text{onde} \quad K = \text{intervalo}$$
$$n = \text{amostra}$$

Por exemplo, tendo uma população de 2.000 elementos e desejando uma amostra de 200 (10 por cento) temos que:

$$K = \frac{N}{n} = \frac{2000}{200} = 10, \text{ ou seja,}$$

deve ser retirado um elemento em cada 10.

Sabendo que o intervalo de retirada da amostra é 10, o início do processo deve obedecer ao princípio de aleatoriedade, ou seja, o início deve ser casual ( $r$ ) e qualquer número entre 1 e  $K$  (10) que pode ser obtido numa tábua de números aleatórios.

Sorteado o início, por exemplo, 7, devemos selecionar o 7º ( $r$ ) elemento da lista, o 17º ( $r + K$ ) o 27º ( $r + 2K$ ) e assim por diante até o final da lista.

Se estivermos interessados na aplicação de questionários aos moradores de uma determinada rua de 2000 residências, por exemplo, selecionamos a 7ª residência, a 17ª, a 27ª etc. o mesmo pode ser feito com propriedades agrícolas ao longo de uma estrada ou com cortes em barrancos.

Na seleção estratificada, a lista dos elementos deve ser feita levando em conta critérios de diferenciação relevantes para a pesquisa e que definirão os estratos (ou sub populações) dos quais serão retirados os elementos da amostra de forma aleatória simples ou sistemática.

Trabalhando com relações de trabalho em propriedades agrícolas (por exemplo), parece ser lógico supor que o tamanho da propriedade determine variações naquela variável. Assim, a divisão das propriedades por classes de tamanho e a retirada de amostras proporcionais de cada classe ou estrato reduzirá o elemento de viés que poderia haver se todas as propriedades fossem consideradas iguais.

O processo de seleção por etapas múltiplas ou hierárquicas já foi descrito em item anterior mas convém lembrar que é realizado em estágios em que unidades amostrais sucessivamente menores são selecionadas por processo aleatório. Por exemplo, suponhamos que vamos realizar uma pesquisa sobre adoção de uma certa inovação  $x$  na zona urbana do Estado de São Paulo. Será praticamente impossível visitarmos todas as 570 sedes de municípios paulistas. Neste caso, podemos fazer, num primeiro estágio, uma relação dos municípios do Estado e sortear uma amostra casual simples. Tendo estabelecido que no 2º estágio, o quartelão será a unidade de amostragem, construiremos um sistema de referência dos quartelões de cada cidade selecionada no primeiro estágio e sorteamos novamente de modo aleatório  $n$  quartelões. No terceiro estágio, verificamos e relacionamos os domicílios em cada quartelão sorteado e retiramos uma amostra casual destes que serão visitados para entrevistas ou aplicação de questionários.

### 1.2.1.3. Tamanho da amostra

Decidido a utilizar amostragem em seu trabalho, o pesquisador é levado a se perguntar "quantas unidades amostrais devo selecionar para poder representar com certo grau de confiança minha população".

O problema do tamanho da amostra tem sido discutido em dezenas de livros de estatística e quantificação em Geografia e é basicamente função do número de indivíduos componentes da população, sua variabilidade e nível de precisão desejada para as inferências a partir da amostra.

Assim, regra geral, quanto maior o número de indivíduos na população, *proporcionalmente* menor o número de indivíduos que devem ser selecionados pela amostra. Quanto maior a variabilidade da população, maior deve ser a amostra, para representar esta variabilidade. Quanto maior o grau de precisão desejado, maior deve ser a amostra.

Não trataremos neste livro das formas de estabelecimento do número ideal de indivíduos que deve conter uma amostra, mas reproduzimos a tabela 1, em seguida, que, a partir do tamanho de  $N$  (número de indivíduos que compõem a população), nos dá o tamanho de  $A$  (número de indivíduos que devem compor a amostra), com a qual o leitor pode facilmente trabalhar.

Tabela 1: Determinação do tamanho da amostra a partir do tamanho da população

N	A	N	A	N	A
10	10	220	140	1200	291
15	14	230	144	1300	297
20	19	240	148	1400	302
25	24	250	152	1500	306
30	28	260	155	1600	310
35	32	270	159	1700	313
40	36	280	162	1800	317
45	40	290	165	1900	320
50	44	300	169	2000	322
55	48	320	175	2200	327
60	52	340	181	2400	331
65	56	360	186	2600	335
70	59	380	191	2800	338
75	63	400	196	3000	341
80	66	420	201	3500	346
85	70	440	205	4000	351
90	73	460	210	4500	354
95	76	480	214	5000	357
100	80	500	217	6000	361
110	86	550	226	7000	364
120	92	600	234	8000	367
130	97	650	242	9000	368
140	103	700	248	10000	370
150	108	750	254	15000	375
160	113	800	260	20000	377
170	118	850	265	30000	379
180	123	900	269	40000	380
190	127	950	274	50000	381
200	132	1000	278	75000	382
210	136	1100	285	100000	384

Observação:

N é o tamanho da população

A é o tamanho da amostra

Fonte: Krejcie e Morgan (1970) p. 608