



Elementos de Estatística

Noções de Amostragem

Prof. Marcel de Toledo Vieira e Lupércio França Bessegato
Departamento de Estatística
Universidade Federal de Juiz de Fora

Elementos de Estatística, Noções de Amostragem.

Noções de Amostragem

Introdução

Marcel de Toledo Vieira

Introdução

- Deixamos de viver em uma sociedade industrial para vivermos em uma sociedade da **informação**.
- Há uma **necessidade** constante de levantarmos informações sobre preferências, necessidades e comportamentos, por exemplo.
- O que é uma **pesquisa**?
 - **Coleta** de informações sobre características de interesse de unidades de uma população, usando conceitos, métodos e procedimentos bem definidos;
 - **Compilação** dessas informações numa forma resumida útil.

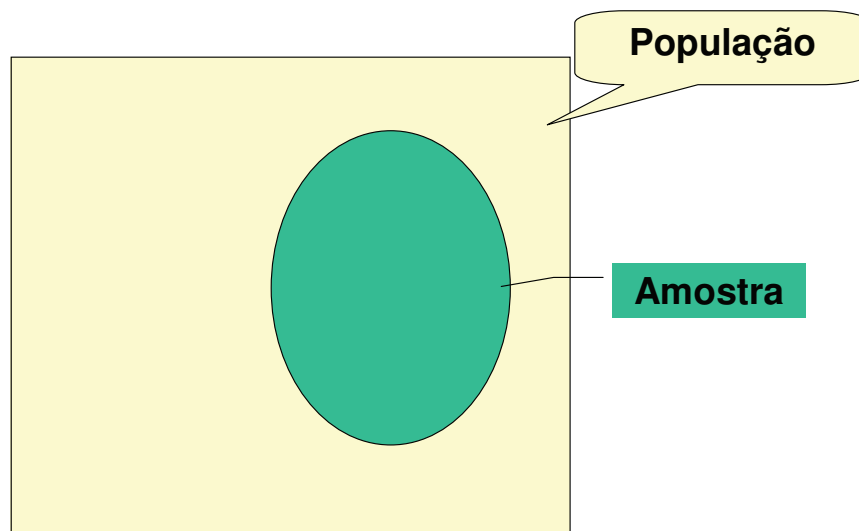
Introdução (cont.)

- Estaremos considerando pesquisas como sistemas para **coleta de informações sobre indivíduos** (unidades de análise) ou grupos de indivíduos, normalmente com o objetivo de descrever, comparar ou explicar suas características.
- Exemplos:
 - Pesquisas em larga escala do **IBGE** (Censo Demográfico, **PNAD**, **PME**, **POF**, etc.)
 - Levantamentos conduzidos pelo **INEP** (Censo da Educação Infantil, **SAEB**, etc.)
 - Pesquisas de mercado e de opinião pública (intenção de **voto** etc)
 - Estudos **epidemiológicos** (mortalidade infantil, desnutrição, cobertura vacinal, incidência de doenças, causas de morte etc).

Principais Tipos de Pesquisa

- Principais tipos:
 - Censos: coleta de informações sobre **todas** as unidades da população;
 - Pesquisas por **amostragem**: coleta de informações sobre uma parte da população.
- **ATENÇÃO!** Pesquisas por **amostragem** podem ser adotadas na obtenção de informações tanto sobre populações humanas como não humanas (animais, produtos, solo, água, moradia, etc).

Amostragem



- Amostragem é o **método** através do qual as unidades amostrais (participantes de pesquisas, por exemplo) são selecionadas.

Censo ou Amostragem?

- em igualdade de condições o censo produz resultados mais **precisos** que uma amostra;
- dadas **restrições** orçamentárias, uma amostra pode produzir resultados mais informativos e precisos;
- um censo é recomendado **quando**: a população é pequena, erros amostrais são grandes, informações são baratas, ou há um alto custo de se tomar uma decisão errada;
- uma amostra deve ser sempre utilizada quando a população é grande e/ou os **custos** (tempo e dinheiro) são altos.

Vantagens dos Levantamentos por Amostragem

- Menor **custo**;
- Maior **velocidade**;
- Permitem o controle da **precisão**;
- **Redução** da carga de coleta sobre unidades da população.

Vantagens dos Levantamentos Amostrais (cont.)

- O estudo cuidadoso de uma amostra **tem maior valor científico** do que o estudo superficial da população como um todo.
 - **Exemplo**: ao estudarmos o efeito do flúor na prevenção de cáries em crianças, é melhor submeter uma amostra de crianças a exames periódicos minuciosos, do que examinar rapidamente todas as crianças antes e algum tempo após a aplicação.

Tipos de Pesquisa

- Pesquisas de uma ocasião: coleta de informações uma **única** vez.
- Pesquisas transversais **repetidas**: dados são coletados repetidamente ao longo do tempo, com as ‘mesmas’ variáveis sendo medidas, para diferentes amostras.
 - Maior fonte de dados em estudos longitudinais, sobretudo na área social (educação, economia, demografia, etc).
 - Investigações de mudanças a nível ‘**macro**’.
 - **Exemplos**: PNAD, SAEB, *PISA*, *European Social Survey*, dentre outras.

Tipos de Pesquisa (Continuação)

- Pesquisas transversais **retrospectivas**: histórias de eventos são registradas pelos respondentes, mas os dados são coletados através de uma pesquisa transversal em uma ocasião.
 - **Exemplos**: Pesquisas sobre Fecundidade e Família coordenadas pelas Nações Unidas na década de 90 em países da UE.

Pesquisas do Tipo Painel

- Pesquisas **longitudinais** prospectivas: envolvem obter informações com o decorrer do tempo.
 - Estudos do tipo **painel** (fixo): as mesmas e/ou diferentes variáveis são levantadas para os ‘mesmos’ respondentes ao longo do tempo.
 - **Exemplos**: Estudo Longitudinal da Geração Escolar 2005 (Geres); *British Household Panel Survey*; *European Community Household Panel*; *US Panel Study of Income Dynamics*.
 - Painéis **rotativos**: grupos de unidades amostrais formam painéis que são incluídos, ou excluídos, da amostra, de acordo com algum esquema de rotação.
 - **Exemplos**: PME; *Labour Force Surveys* de diversos países.

Principais Tipos de Pesquisa (cont.)

- As pesquisas podem ainda ser classificadas como:
 - **Descritivas**: população é observada e então descrita.
 - **Analíticas**: utilizadas para formular e verificar hipóteses através da comparação de sub-grupos.

Conceitos Adicionais

- População alvo: população de **interesse** da pesquisa.
- População amostrada: população **da qual** foi retirada a amostra.
- Amostra: **parcela** (subconjunto) da população através da qual são estimadas características da população.
- Plano amostral: descrição de **métodos** e medidas para execução da amostragem.

Conceitos Adicionais (cont.)

- Parâmetro: uma função do conjunto de valores de uma **população**, ou seja, uma característica desta população.
- Estimativa: qualquer valor calculado tendo como base os dados provenientes de uma **amostra**.
- Inferência: processo de inferir uma característica ou propriedade de uma **população** a partir de uma amostra de tamanho possivelmente reduzido, selecionada de maneira aleatória (probabilística) daquela população.
- Viés ou vício: **diferença** entre o valor esperado e o valor verdadeiro de um parâmetro (este conceito será explorado posteriormente).

Planejamento e Seleção da Amostra Passos Fundamentais

- avaliação dos **custos** e dos **recursos** disponíveis
- definição das **unidades** amostrais
- escolha do **cadastro** a partir do qual a amostra sera selecionada
- definição do **plano** amostral
- cálculo (ou definição) do **tamanho** da amostra
- escolha dos melhores **estimadores**
- **seleção** dos elementos da amostra
- prevenção de **erros** não amostrais (por exemplo, não resposta)

Outros Conceitos a Definir numa Pesquisa por Amostragem

- **Unidade de referência:** unidade de observação ou unidade sobre a qual as informações são obtidas.
- **Unidade informante:** unidade que fornece a informação.
- **Unidade de análise:** unidade à qual a inferência é dirigida.
- **Unidade de amostragem:** unidade sendo selecionada para amostra.
- **Domínio de Análise:** grupo de unidades agregadas para tabulação e análise (subgrupos de interesse).

Exemplo: PNAD/IBGE

- Unidade(s) de **referência:** pessoas, dentro de domicílios.
- Unidade **informante:** pessoa adulta, moradora do domicílio.
- Unidade(s) de **análise:** pessoas, famílias, domicílios.
- Unidade(s) de **amostragem:** município, setor, domicílio.

Escolha do Cadastro

- Critérios:
 - deve **incluir** todos os elementos da população
 - todas as unidades devem estar listadas apenas **uma vez**
 - **não** deve incluir unidades que não pertencem à população alvo
 - deve ser **fácil** de ser obtido e de ser utilizado para a seleção da amostra (este critério dificilmente é atendido...)

Escolha do Cadastro (cont.)

- Possíveis soluções para problemas - **Cadastro incompleto**:
 - **Redefinir a população**: restringir pesquisa aos sub-grupos e unidades incluídos no cadastro disponível
 - **Combinar cadastros**: usar diferentes listas de forma que todos os grupos e elementos sejam incluídos (cuidado com duplicações!)
- Cadastro com unidades que **não** pertencem à população alvo:
 - Selecionar uma amostra com um tamanho **maior** que o desejado e descartar os elementos inelegíveis. Necessário estimar previamente a proporção de inelegíveis no cadastro de alguma maneira.
 - Examinar cuidadosamente o cadastro de forma a identificar as unidades elegíveis **antes** da seleção da amostra. Esta solução é mais eficiente quando a proporção de inelegíveis é muito alta.

Escolha do Cadastro (cont.)

- **Exemplos** de cadastros para populações específicas:
 - Listas **existentes**, tais como de funcionários de uma empresa, estudantes de uma universidade, membros de um sindicato, endereços eletrônicos, sócios de um clube, assinantes de uma revista, clientes de um plano de saúde, empresas registradas no Estado de Minas Gerais etc.
 - Quando **não** há um cadastro da população, áreas geográficas com limites bem definidos podem ser consideradas.
 - Enumeração de unidades pode também ser feita em campo por **observadores**.

Cadastros Importantes no IBGE

- Cadastro de **Empresas**:
 - Dados de empresas e unidades locais;
 - Alimentado por pesquisas próprias e registros administrativos;
 - Usado como principal cadastro para pesquisas econômicas;
 - Atualizado anualmente.
- Base **Operacional Geográfica**
 - Lista de unidades geo-estatísticas: setores, subdistritos, distritos, municípios, micro-regiões, unidades da federação;
 - Usado no Censo Demográfico e pesquisas domiciliares (PNAD, PME, ...);
 - Usado no Censo Agropecuário.

Um Pouco de História...

Antigüidade

- A Estatística se estruturou como **conhecimento** científico no século XIX, mas já era conhecida e vinha sendo aplicada de maneira elementar desde a Antigüidade.
- Embora a palavra Estatística ainda não existisse, há indícios de que em 3000 a.C. já se faziam **censos** na Babilônia, China e Egito.
- Antigo **Egito**: devido às inundações do Nilo, eram realizados anualmente trabalhos cadastrais e censitários com o objetivo de registrar a repartição da propriedade e dos bens, para que pudessem ser restituídos após as cheias.

Antigüidade (cont.)

- Registros **bíblicos** também indicam a realização de censos do povo hebreu; O livro dos ‘Numeros’ do Velho Testamento começa com uma instrução a Moises: fazer um levantamento dos homens de Israel que estivessem aptos para guerrear.
- Na **Grécia** antiga também eram realizados censos demográficos e da propriedade;
- Império **Romano**: eram realizados de maneira periódica e sistemática, censos de bens e de pessoas dos povos colonizados, com o objetivo de cobrança de impostos (a palavra ‘censo’ deriva de ‘*censeré*’ que, em latim, significa ‘taxar’).

Idades Média e Moderna

- **Século XI** (1086): na Inglaterra, o Rei Guilherme, o Conquistador, ordenou que se fizesse um levantamento estatístico, que incluiu informações sobre terras, proprietários, uso da terra, empregados, animais, que serviu de base para o cálculo de impostos (http://en.wikipedia.org/wiki/Domesday_Book).
- **John Graunt** (1620-1674): verdadeiro **precursor** da Estatística de nossos tempos. A partir de dados demográficos (nascimentos, mortes, casamentos etc) levantados nas paróquias de Londres **descobriu**, por inferências, relações e leis demográficas que regem o comportamento de populações numerosas.
- **Século XVII**: matemáticos italianos e franceses, sobretudo Pierre de Fermat e Blaise Pascal, iniciaram os estudos das probabilidades, tratando de resolver problemas de jogos de azar.

Idade Moderna

- **Século XVIII**: A teoria dos erros constitui o primeiro ramo da Estatística que pôde constituir-se como estruturação teórico-matemática. Estabelecimento do método dos mínimos quadrados.
- **Adolfo Quetelet** (astrônomo belga; 1796 - 1894): realizou importantes aplicações Estatísticas, sobretudo em questões sociais, demográficas e econômicas, além de ciências biológicas e questões climáticas etc.
- Uso da Estatística como ciência: deram continuidade a este trabalho Francis **Galton**, Karl **Pearson** e Ronald A. **Fisher**, a figura mais importante da Estatística de todos os tempos.

Idade Contemporânea Amostragem como Método Científico

- Os censos e os levantamentos estatísticos por amostragem passaram a ser realizados em todo o mundo, com maior frequência, a partir do **século XIX**.
- O Brasil possui uma história considerável em se tratando de censos demográficos – **o primeiro foi realizado em 1872**.
- **Kiaer** (norueguês; 1895; 1897): demonstrou empiricamente que estimativas precisas de totais e médias de populações finitas poderiam ser obtidas a partir de amostras representativas de tamanho reduzido - ‘método representativo’.
- O International Statistical Institute (**ISI**) reconheceu em 1903 o método representativo como um método científico.

Amostragem como Método Científico (cont.)

- Assim, a partir dos primeiros trinta anos do século XX começaram a ser discutidas, internacionalmente, questões como a **representatividade** das amostras e inferência estatística.
- Encontro do *International Statistical Institute* (ISI) em Roma (1925): **Amostragem** oficialmente reconhecida como método científico.
- Principalmente, entre os anos de 1930 e 1950, pode-se verificar grandes avanços no desenvolvimento dos **fundamentos** da teoria da amostragem moderna.
- Com **Neyman (1934)** foram estabelecidas as idéias dos métodos de aleatorização no processo de amostragem e foram introduzidas as idéias de estratificação com alocação ótima, além do uso da seleção com probabilidades desiguais.

Amostragem como Método Científico (cont.)

- Hansen e Hurwitz (1943) e Midzuno (1951) foram responsáveis pela introdução da amostragem em **múltiplos estágios** e da seleção com probabilidade proporcional à medidas de tamanho.
- E Horvitz e Thompson (1952), por sua vez, foram responsáveis pela teoria geral da amostragem com probabilidades desiguais e pelos **métodos de estimação** que consideravam estas características.

Algumas Referências

Neyman, J. (1934) On the Two Different Aspects of the Representative Method, *Journal of the Royal Statistical Society*, 97, 558-625.

Hansen, M.M. and Hurwitz, W.N. (1943) On the theory of sampling from finite populations. *Annals of Mathematical Statistics*, 14, 333-362.

Midzuno, H. (1951) On the sampling system with probability proportionate to sum of sizes. *Ann. Inst. Statist. Math.* 2, 99–108.

Horvitz, D. G., and D. J. Thompson. (1952) A generalization of sampling without replacement from a finite universe. *Journal of the American Statistical Association*, 47, 663–685.

A Amostragem Hoje...

- Atualmente estão disponíveis no **software R**, pacotes para a seleção de amostras considerando os mais diversos métodos de amostragem (pacote *sampling*) e para a análise de dados amostrais complexos (pacote *survey*).
- Ainda, outros **programas comerciais** já permitem a análise de dados considerando o plano amostral:
 - SUDAAN, Wesvar, SAS PROC SURVEY, Stata, e SPSS Complex Samples, ...
 - Assim, não há mais desculpas para se ignorar o plano amostral nas análises!

A Amostragem Hoje... (Cont.)

- Há ainda diversos **livros** disponíveis:
 - Sobre **Amostragem**:
 - Em português: Bolfarine e Bussab (2005), Vicente et al. (2001), Silva (2001).
 - Clássicos: Kish (1965); Cochran (1977); Särndal, Swenson, e Wretman (1992); ...
 - Mais recentes: Lohr (2009); Fuller (2009); ...
 - Sobre **Análise** de Dados Amostrais Complexos:
 - Em português: Pessoa e Nascimento Silva (1999).
 - Clássicos: Skinner, Holt e Smith (1989); e Chambers e Skinner (2003).
 - Mais recentes: Lumley (2010); e Heeringa et al. (2010).

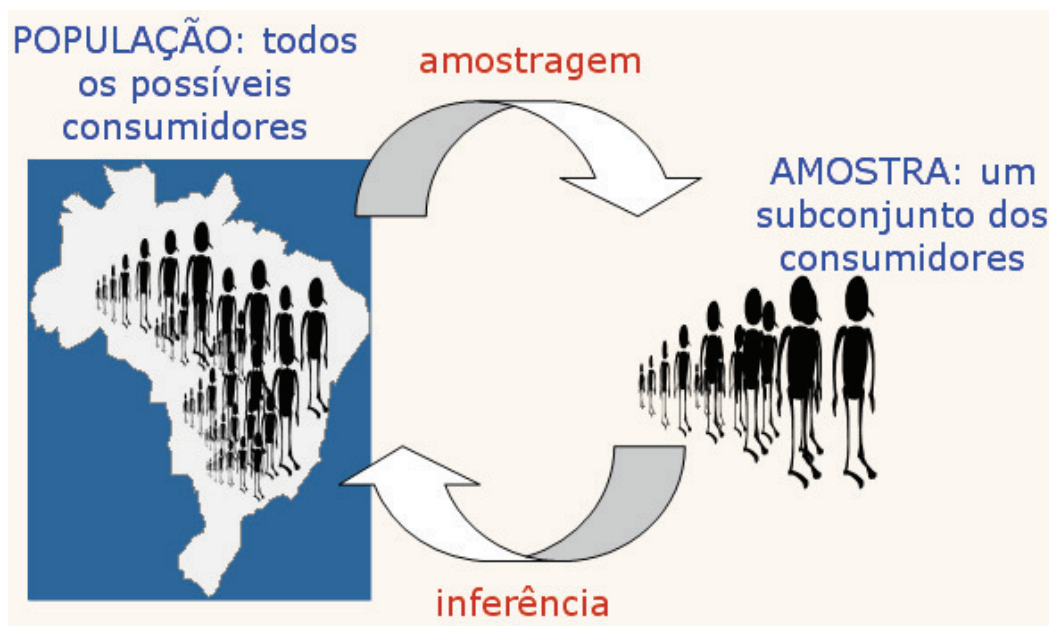
Outras Referências

- Bolfarine, H; Bussab, W. O. (2005) *Elementos de Amostragem*. São Paulo, Edgard Blucher.
- Chambers, R.L. e Skinner, C.J. (2003) *Analysis of Survey Data*. Chichester: Wiley.
- Cochran, W. G. (1977) *Sampling Techniques*. 3ª ed. New York, Wiley.
- Fuller, W. A. (2009) *Sampling Statistics*, New York, Wiley.
- Heeringa, S.G., West, B.T., Berglund, P.A. (2010). *Applied Survey Data Analysis*. Chapman and Hall, London.
- Kish, L. (1965) *Survey Sampling*. New York, Wiley.
- Lohr, S. L. (2009) *Sampling: Design and Analysis*, Duxbury Press.
- Lumley, T. (2010). *Complex Surveys: A Guide to Analysis Using R*. Wiley.
- Pessoa, D.G.C. e Silva, P.L.N. (1998) *Análise de Dados Amostrais Complexos*. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística.
- Särndal, C.-E., Swenson, B. and Wretman, J. (1992) *Model Assisted Survey Sampling*. New York, Springer.
- Skinner, C.J., Holt, T. e Smith, T.M.F. (1989) *Analysis of Complex Surveys*. Chichester: Wiley.
- Silva, N. N. (2001) *Amostragem Probabilística*. São Paulo, Edusp.
- Vicente, P.; Reis, E.; Ferrão, F. (2001) *Sondagens: a Amostragem como Factor Decisivo de Qualidade*. 2ª ed. Lisboa, Edições Sílabo.

Técnicas de Amostragem

- Definida a população alvo, é preciso estabelecer a técnica de **amostragem**, ou seja, o procedimento a ser adotado na seleção dos elementos da amostra.
- O investigador deve acerrar-se de cuidados, com o objetivo de obter uma amostra probabilística, ou seja, que de fato, permita inferências para toda a **população** da melhor maneira possível.
- **Importante:** a possibilidade de realização de inferência estatística de forma satisfatória não apenas da metodologia adotada para a seleção da amostra, mas também do tamanho da mesma.

Amostragem e Inferência Estatística (Exemplo)



Características Desejáveis de uma Amostra

- Capacidade de **generalizar** estimativas da amostra para toda a população (inferência);
- Menor **erro** amostral possível, dado o custo, tempo e restrições operacionais;
- Permitir a mensuração da **precisão** das estimativas.

Exemplos de Planos Amostrais Probabilísticos

- Exemplos:
 - amostragem aleatória **simples** (com ou sem reposição)
 - amostragem **estratificada**
 - amostragem **sistemática**
 - amostragem por **conglomerados**
 - amostragem em **múltiplos** estágios

Planos Amostrais Probabilísticos

- **Prós:** permitem que os resultados possam ser generalizados para a população; erros amostrais podem ser mensurados; e seleção aleatória assegura ‘representatividade’ da amostra.
- **Dificuldade:** necessita alguma forma de listagem ou cadastro da população.

Amostragem Aleatória Simples (AAS)

- Quando as unidades podem ser sorteadas mais de uma vez, temos amostragem aleatória simples **com** reposição (AASC).
 - Método mais **simples**, porém o mais importante.
 - Através de um procedimento aleatório sorteia-se com **igual** probabilidade $1/N$ uma unidade da população.
 - Repete-se o **processo** anterior m vezes até que sejam obtidas n elementos, onde $m \geq n$.
 - Unidades já selecionadas **podem** ser repetidas na amostra.
 - Dados **amostrais**: y_1, y_2, \dots, y_m
 - Resulta em observações de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas (**IID**).

AAS (cont.)

- Caso contrário temos amostragem aleatória simples **sem** reposição (AASs).
- Amostra s de **tamanho** fixado igual a $n \leq N$.
- Procedimento de seleção que garante que **todas** as amostras de tamanho n têm a mesma probabilidade de serem escolhidas.
- **Importante:** Este procedimento simples fornece a base para muitos outros esquemas amostrais mais complexos, e as principais ideias de amostragem podem ser com ele desenvolvidas!

AASs versus AASC

- AASs:
 - mais **intuitivo**;
 - cada unidade da população pode aparecer apenas **uma** vez na amostra.
- AASC:
 - vantagens matemáticas e estatísticas (**independência** entre as observações);
 - facilidade na determinação das **propriedades** dos estimadores dos parâmetros;
 - métodos incluídos na maioria dos livros de estatística **assumem** AASC.
- Quando o tamanho da população (N) é grande quando comparado ao tamanho da amostra (n), muitos dos **resultados** obtidos através de AASs são similares aos obtidos por AASC.

Amostragem Sistemática (AS)

- Consideremos uma população com N unidades, **ordenadas** de 1 a N .
- Este procedimento amostral consiste em selecionar cada k -ésima unidade de um **cadastro**, começando de uma partida aleatória (sorteada).
 - Uma unidade é selecionada aleatoriamente **entre** as k primeiras.
 - As unidades seguintes são obtidas **a partir** da primeira unidade, selecionadas em intervalos de comprimento k .
- As unidades são selecionadas sem reposição, e têm a **mesma** probabilidade ($1/k$) de serem selecionadas.

Exemplo

- Suponha que para uma população específica, $N=500$ e $n=100$. Portanto $k=5$. A população está assim dividida em 100 grupos de 5 elementos. Uma unidade é selecionada aleatoriamente entre as 5 primeiras unidades. Suponha que a unidade 2 tenha sido selecionada. Assim em cada um dos 99 grupos restantes, será selecionada sempre a segunda unidade, completando assim a amostra sistemática de 100 elementos.
- Oferece uma alternativa bastante usada à AAS, para selecionar unidades com equiprobabilidade - normalmente sua **eficiência** (precisão dos estimadores) é semelhante a da AAS.

Amostragem Sistemática

- Este método de amostragem é **muito** utilizado na prática, mas deve ser aplicado com cautela.
 - suponha que os elementos de uma população estejam em **fila** .
 - **não** se deve selecionar os ‘primeiros’, os ‘últimos’, nem mesmo os ‘do meio’.
 - é necessário percorrer **toda** a fila e escolher, por exemplo, o vigésimo de cada grupo de 20.

Características

- Requer acesso a **cadastro** tipo lista.
- Lista pode ser construída **ao mesmo tempo** que amostra é escolhida.
- Unidades selecionadas **uma** de cada vez.
- Vantagens:
 - mais **fácil** de selecionar que AAS;
 - **espalha** a amostra mais uniformemente sobre a população;
 - **fácil** de estimar os parâmetros da população (**exceto variância**).
- Desvantagens:
 - **custo** elevado para pesquisar pessoas (amostra espalhada);
 - **complicações** para estimar precisão (variância, CV, etc).

Amostragem Estratificada

- Envolve a divisão da população em **estratos** (mutuamente exclusivos e exaustivos) de acordo com características conhecidas;
- De cada estrato são selecionadas unidades (normalmente de forma **independente**);
- Resulta em sub-grupos geralmente internamente mais **homogêneos** que a população como um todo, o que proporciona a redução do erro amostral como um todo;
- Quanto mais homogêneos os sub-grupos maior a **eficiência** do plano amostral.

Características

- Vantagens
 - Normalmente produz um **aumento da precisão** das estimativas;
 - Permite estimação tanto para a população como um todo **quanto** para sub-grupos;
 - **Solução** de problemas administrativos.
- Desvantagens (ou dificuldades e desafios)
 - Requer conhecimento das variáveis de estratificação para **todas** as unidades do cadastro antes da amostragem;
 - Requer **re-estruturação** do cadastro antes da amostragem.

Motivos para Estratificar

- Estratos formam grupos **naturais** de interesse (por exemplo, regiões geográficas).
- Estratos formam grupos de interesse **substantivo** (por exemplo, regiões geográficas, farmácias e lojas de departamentos, redes de ensino, homens e mulheres, etc).
- Procedimento resulta no **espalhamento** da amostra sobre toda a população, e com isso permite aumento da **eficiência** amostral (redução da variância amostral).

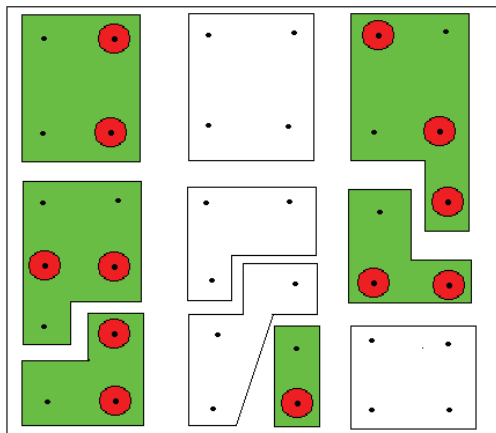
Amostragem por Conglomerados

- A unidade amostral, **conglomerado** (regiões, estados, municípios, setores, bairros, endereços, domicílios, famílias, escolas, salas de aula etc) contém mais de uma unidade populacional.
- Problemas:
 - dentro de um mesmo conglomerado, as unidades tendem a ter valores muito parecidos (**alta correlação**) no que diz respeito às variáveis pesquisadas;
 - este fenômeno tende a fazer com que planos amostrais deste tipo sejam **menos** eficientes.
- Quanto maior for a **correlação intra-conglomerado** menor a eficiência do procedimento.
- Quanto maior a heterogeneidade dentro dos conglomerados, maior é a **eficiência** do procedimento amostral. Isto é o oposto do que é exigido na construção dos estratos!

Amostragem em Múltiplos Estágios

- Quando os conglomerados são homogêneos se torna **menos** aconselhável a seleção de todos os seus elementos;
- Solução: **sub-sorteio** de elementos dos conglomerados selecionados;
- **Procedimento** (2 estágios):
 - selecionar no primeiro estágio, conglomerados (unidades primárias de amostragem - **UPAs**), segundo algum plano amostral;
 - de cada conglomerado selecionado, sortear elementos (unidades secundárias de amostragem - **USAs**) através do mesmo ou de outro plano amostral.

- **Exemplo:** amostragem por conglomerados em dois estágios



Amostragem em Três Estágios

→ Unidades **primárias** de amostragem

→ Unidades **secundárias** de amostragem

→ Unidades **elementares**

- **Etapa 1** – amostra de UPAs selecionada;
- **Etapa 2** – amostra de USAs selecionada de cada uma das UPAs selecionadas na primeira etapa;
- **Etapa 3** – amostra de unidades elementares selecionada de cada uma das USAs selecionadas.

Exemplos

- 1) conglomerados = áreas num mapa
unidades elementares = fazendas
- 2) conglomerados = hospitais
unidades elementares = enfermeiras
- 3) UPAs = escolas
USAs = turmas
unidades elementares = crianças
- 4) conglomerados = carros cruzando pedágio
unidades elementares = passageiros nos carros
- 5) UPAs = empresas industriais
unidades elementares = unidades locais