

DELINEAMENTO E PLANEJAMENTO

BIE 5793 - Princípios de Planejamento e Análise de dados em Ecologia

ETAPAS DO MÉTODO CIENTÍFICO

Scientific Method (1 serving)

1. Ask a question.
2. Formulate a hypothesis.
3. Perform experiment.
4. Collect data.
5. Draw conclusions.

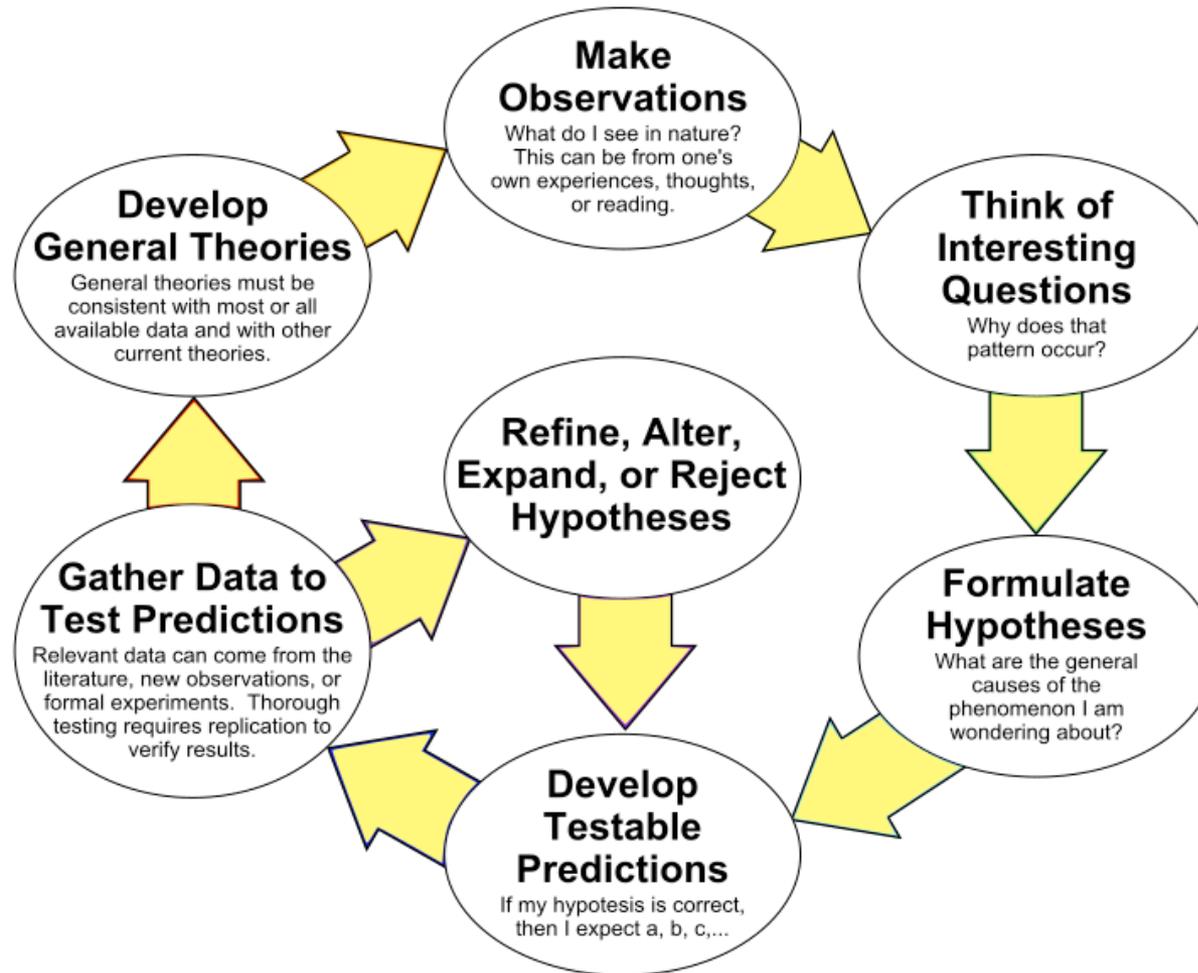
Bake until thoroughly cooked.

Garnish with additional observations.

Too simple!

ETAPAS DO MÉTODO CIENTÍFICO

The Scientific Method as an Ongoing Process



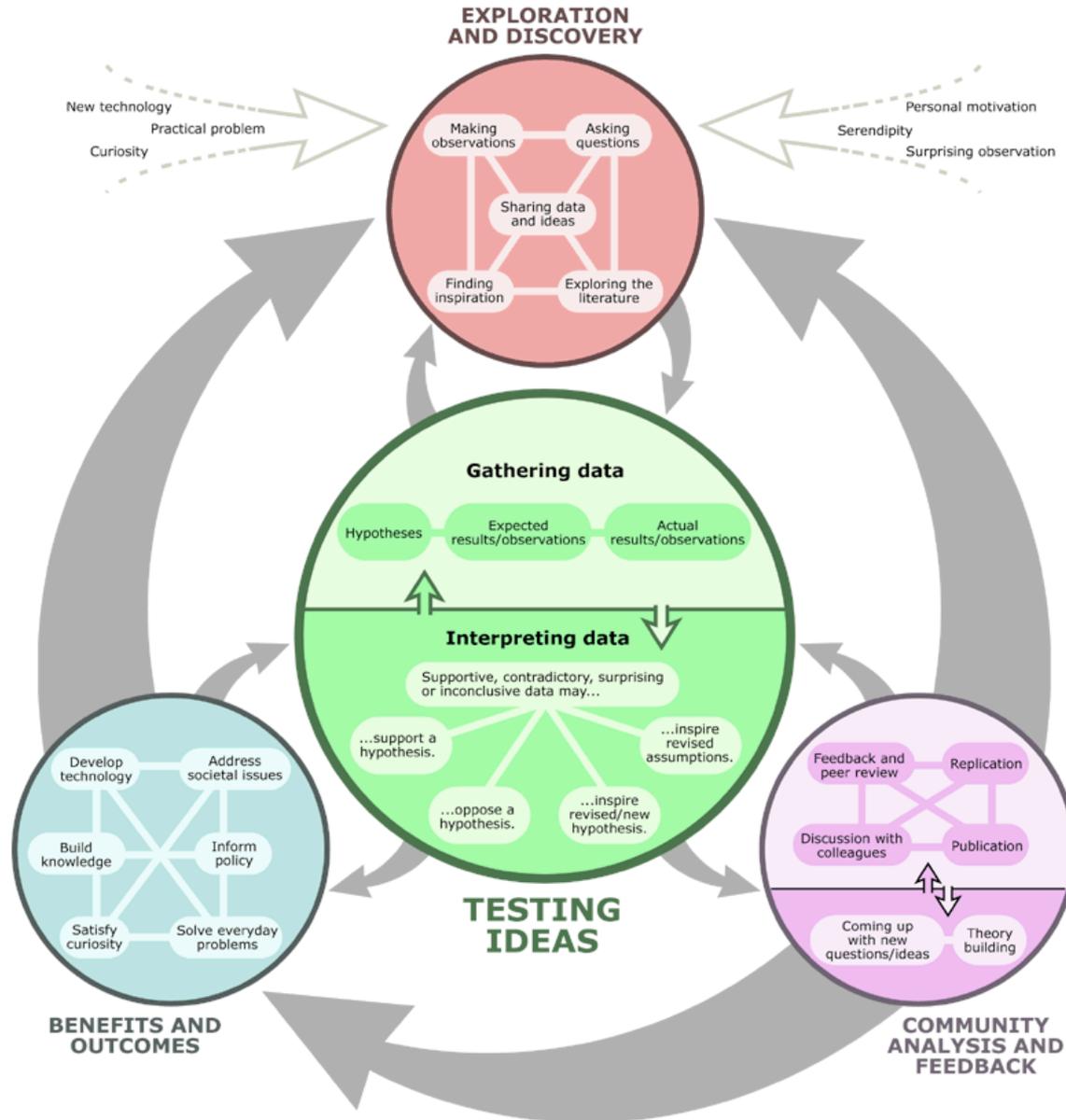
ETAPAS DO MÉTODO CIENTÍFICO



NÃO ABORDAM DELINEAMENTO E PLANEJAMENTO!!

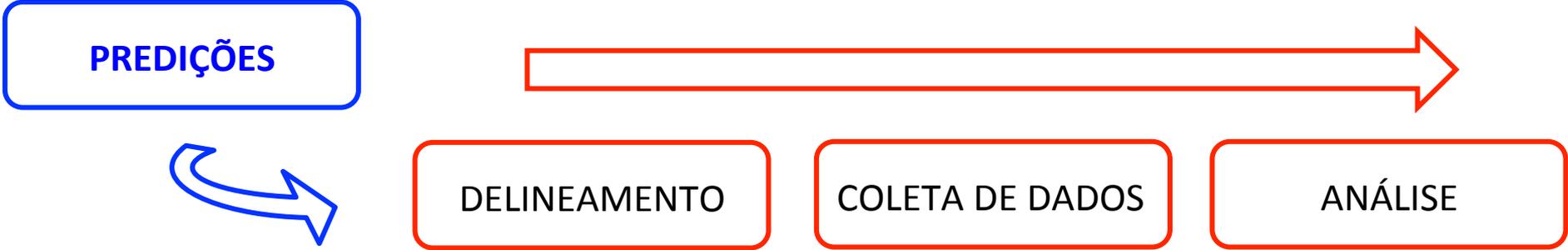
VÃO DIRETO DAS HIPÓTESES/PREDIÇÕES PARA A COLETA DE DADOS

MESMO QUANDO O ESQUEMA NÃO É TRIVIAL



QUANDO INCORPORA, PARECE UM PROCESSO SIMPLES E LINEAR

PREDIÇÕES



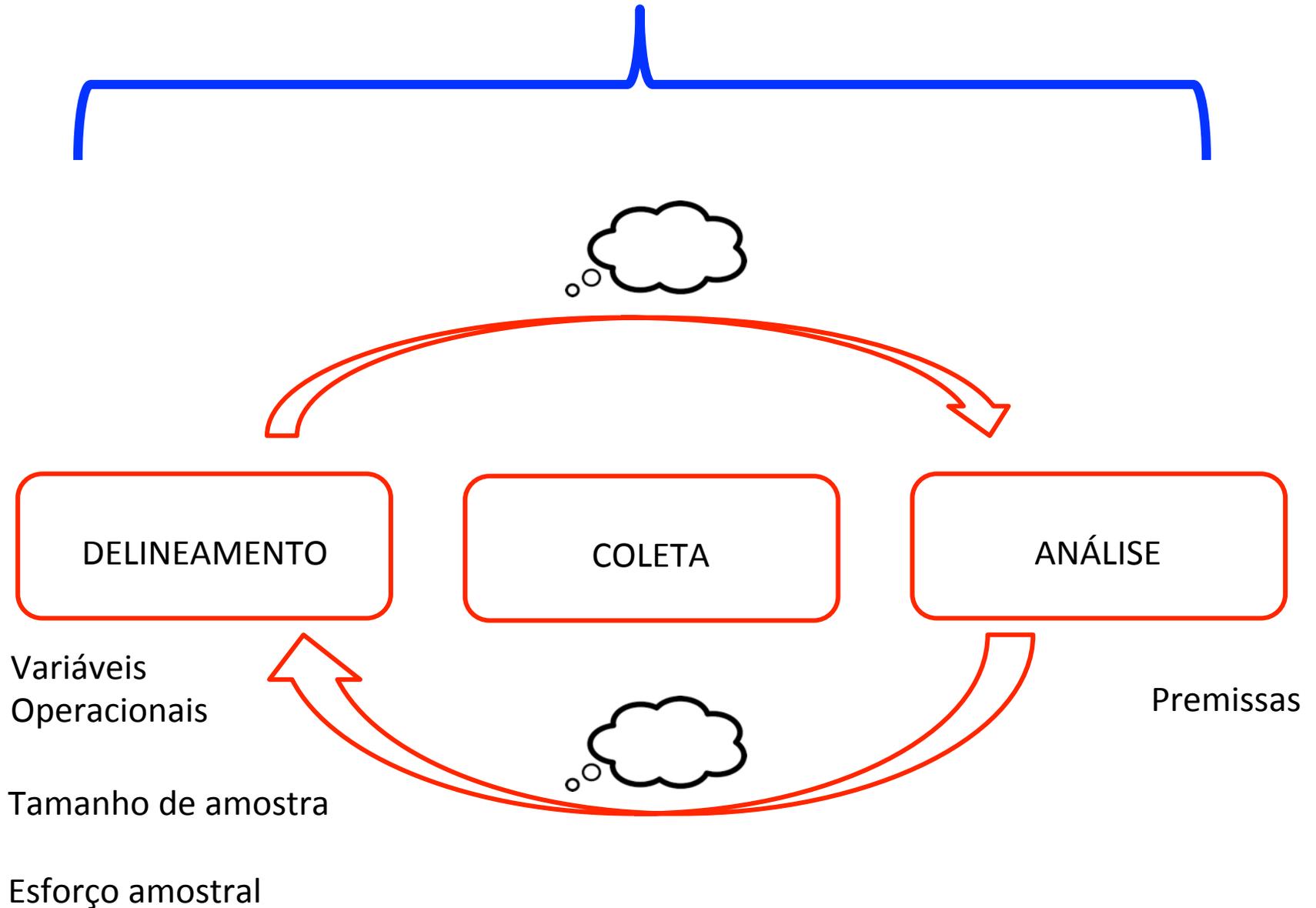
DELINEAMENTO

COLETA DE DADOS

ANÁLISE

MAS, DELINEAMENTO É UMA ETAPA IMPORTANTE E COMPLEXA

PERGUNTA CIENTÍFICA



POR QUE DELINEAMENTO É IMPORTANTE?

"Designing an experiment properly will not only help you in analyzing data – it may determine **whether you can** analyze data at all!"

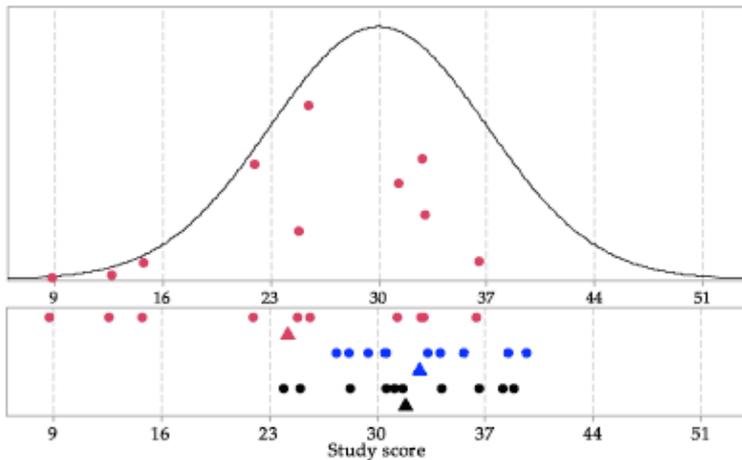
Michael Palmer

INCERTEZAS

VARIÁVEIS ALEATÓRIAS

INCERTEZAS INTRÍNSECAS DA POPULAÇÃO ESTATÍSTICA

Yet another ten randomly sampled study scores from a Normal distribution of study scores, with mean=30, standard deviation=7

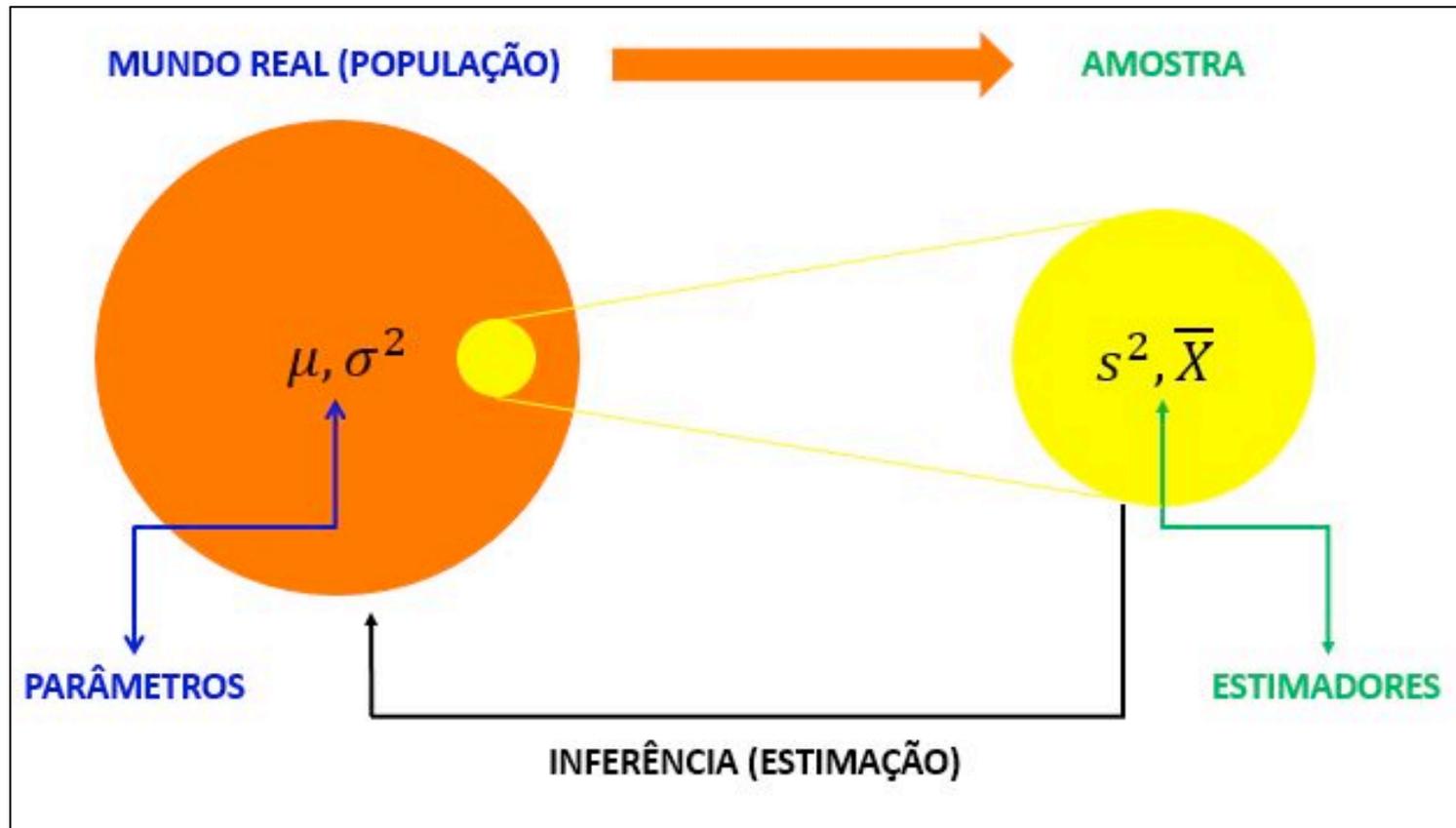


AMOSTRA

INCERTEZAS ADICIONAIS SOBRE A QUALIDADE DA ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS POPULACIONAIS



DIFERENÇA ENTRE PARÂMETROS E ESTIMADORES



<http://oestatistico.com.br/>

Desconhecidos,
Mas **FIXOS**

Importância de
definir claramente
a população

Definido pelos
elementos das
unidades amostrais
ou réplicas

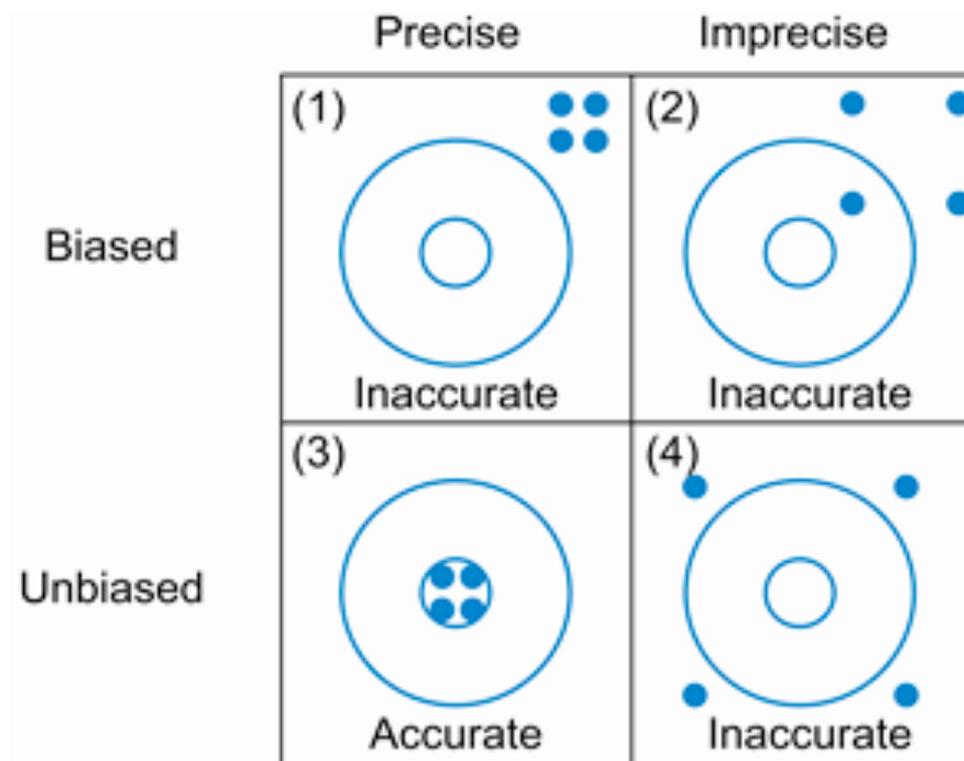
Estatística ou estimativa pontual

UM BOM DELINEAMENTO PERMITE ESTIMAR BEM OS PARÂMETROS

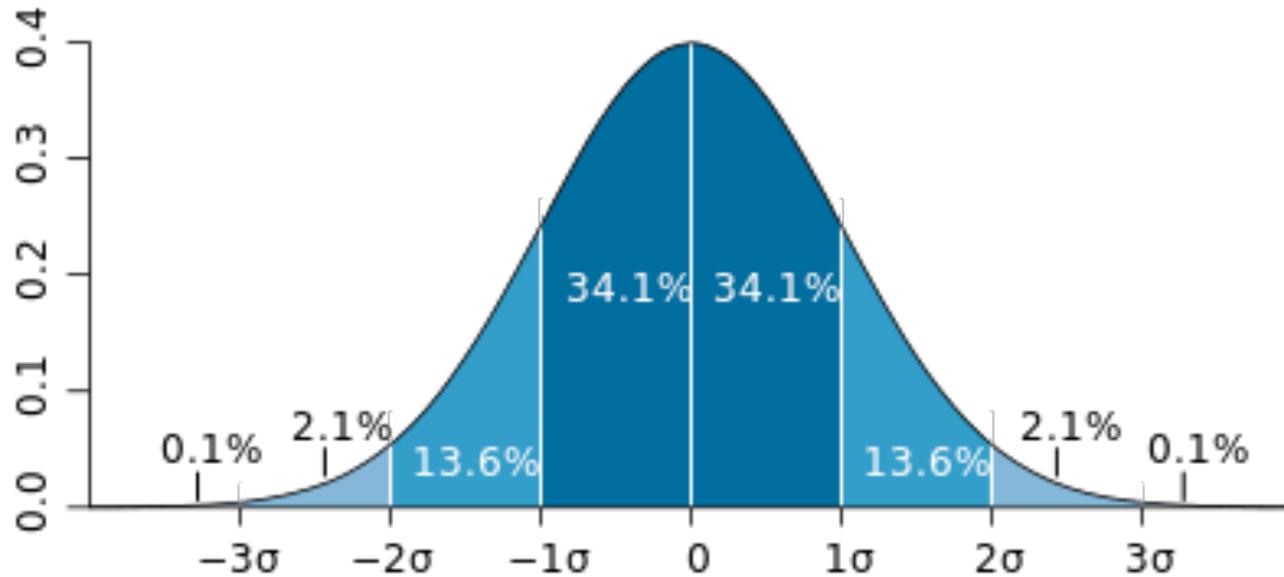
O QUE É, MATEMATICAMENTE, UM BOM ESTIMADOR?

SEM VIÉS - O valor da amostra estatística deve ser igual ao parâmetro. Não deve subestimar ou superestimar o parâmetro populacional

PRECISO - Ao aumentar o tamanho da amostra, maior aproximação do valor do parâmetro populacional (ERROS PEQUENOS)



SE UMA VARIÁVEL É DESCRITA POR UMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL



MÉDIA E VARIÂNCIA DA **AMOSTRA** SÃO BONS ESTIMADORES DA MÉDIA E VARIÂNCIA DA **POPULAÇÃO**

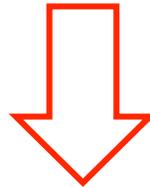
GRANDES MOMENTOS DA HISTÓRIA DA HUMANIDADE

A INVENÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL



PORÉM, NOSSO DELINEAMENTO DEVE ATENDER A "TRÊS" CONDIÇÕES:

- UNIDADES AMOSTRAIS ESCOLHIDAS DE FORMA **ALEATÓRIA**
- UNIDADES AMOSTRAIS **INDEPENDENTES**
- NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS DEVE SER "**SUFICIENTE**" (Lei dos Grandes Números)



PODEMOS UTILIZAR A AMOSTRA PARA ESTIMAR OS PARÂMETROS POPULACIONAIS

ALGUNS PARÂMETROS E SEUS ESTIMADORES PONTUAIS

Par.	Statistics	Point Estimators
Mean μ	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$	\bar{x}
Variance σ^2	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$	s^2
Proportion p	$\hat{p} = \frac{X}{n}$	\hat{p}
$\mu_1 - \mu_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} X_{1i}}{n_1} - \frac{\sum_{i=1}^{n_2} X_{2i}}{n_2}$	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
$p_1 - p_2$	$\hat{p}_1 - \hat{p}_2 = \frac{X_1}{n_1} - \frac{X_2}{n_2}$	$\hat{p}_1 - \hat{p}_2$

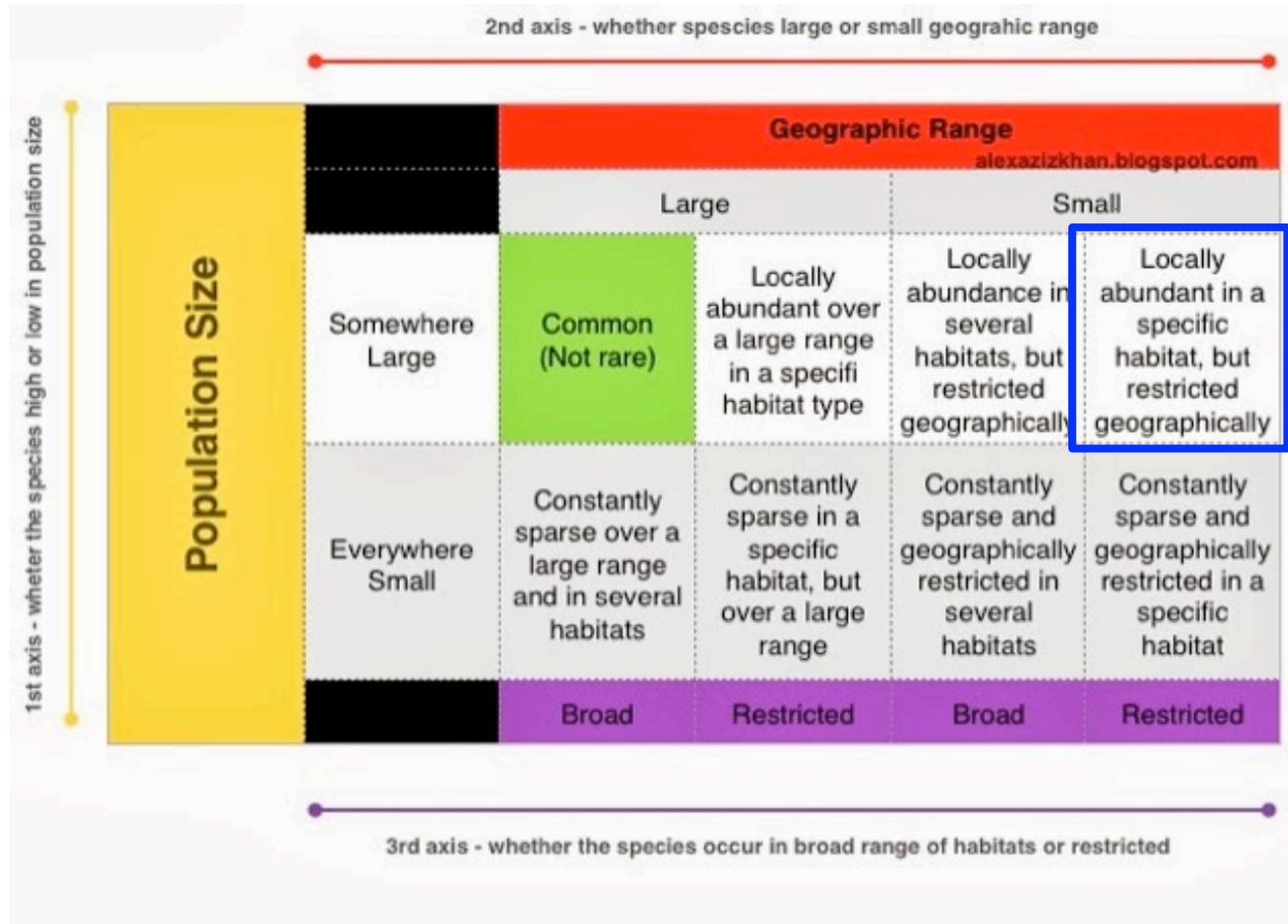
Diferenças entre médias pode ser um **parâmetro** (exemplo do Manguezal)

COMO OBTER UMA BOA AMOSTRA?

Testando seus conhecimentos prévios...

Considere que estamos interessados em modelar as respostas reprodutivas de uma espécie rara (*) de planta

SETE TIPOS DE RARIDADE DE RABINOWITZ



(*)
Geograficamente
RARA

Localmente
ABUNDANTE

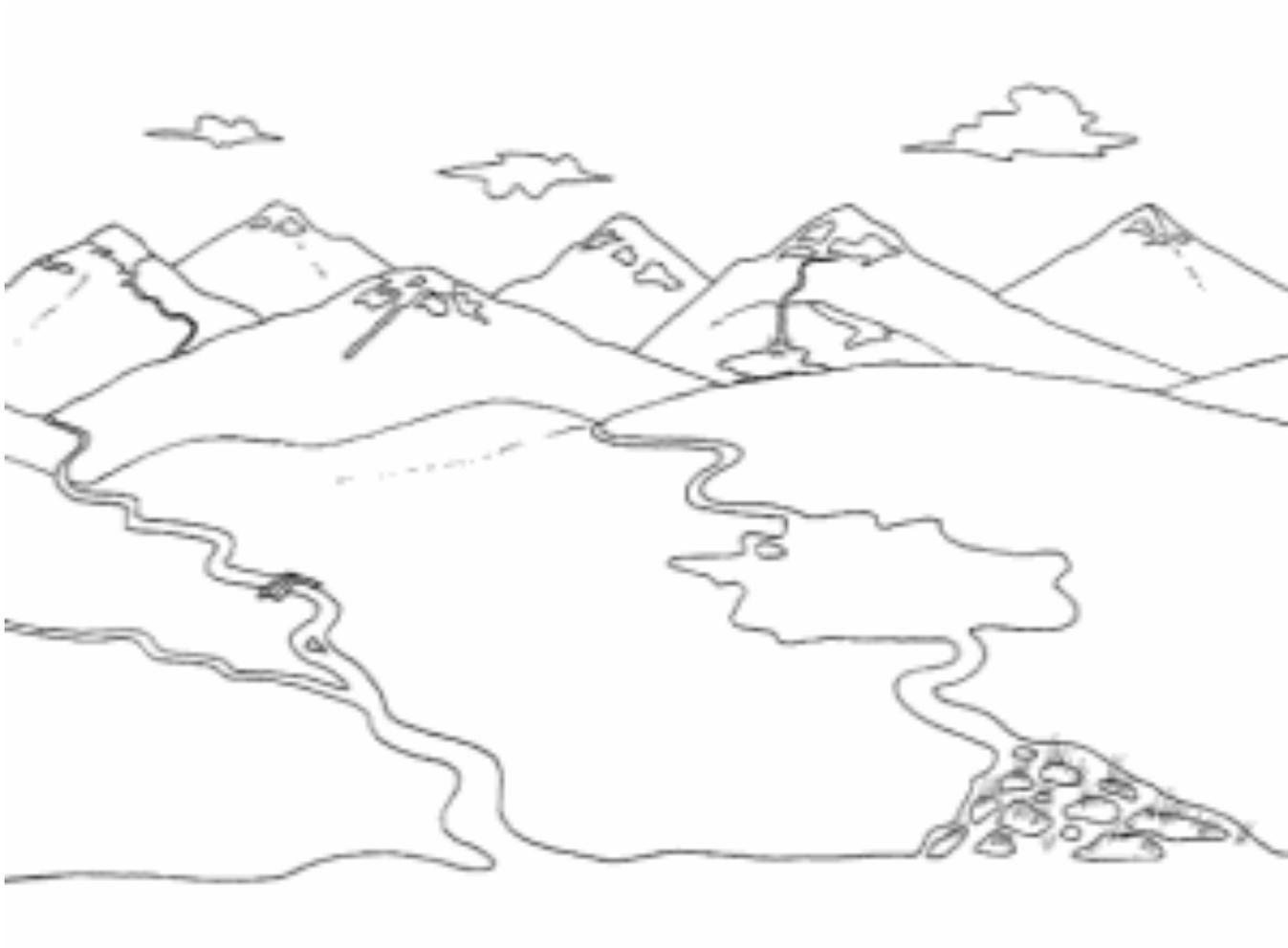
Queremos estimar o número médio de sementes dessa espécie

A espécie ocorre nas porções superiores destas montanhas

Oeste (W)

Sul (S)

Norte (N)



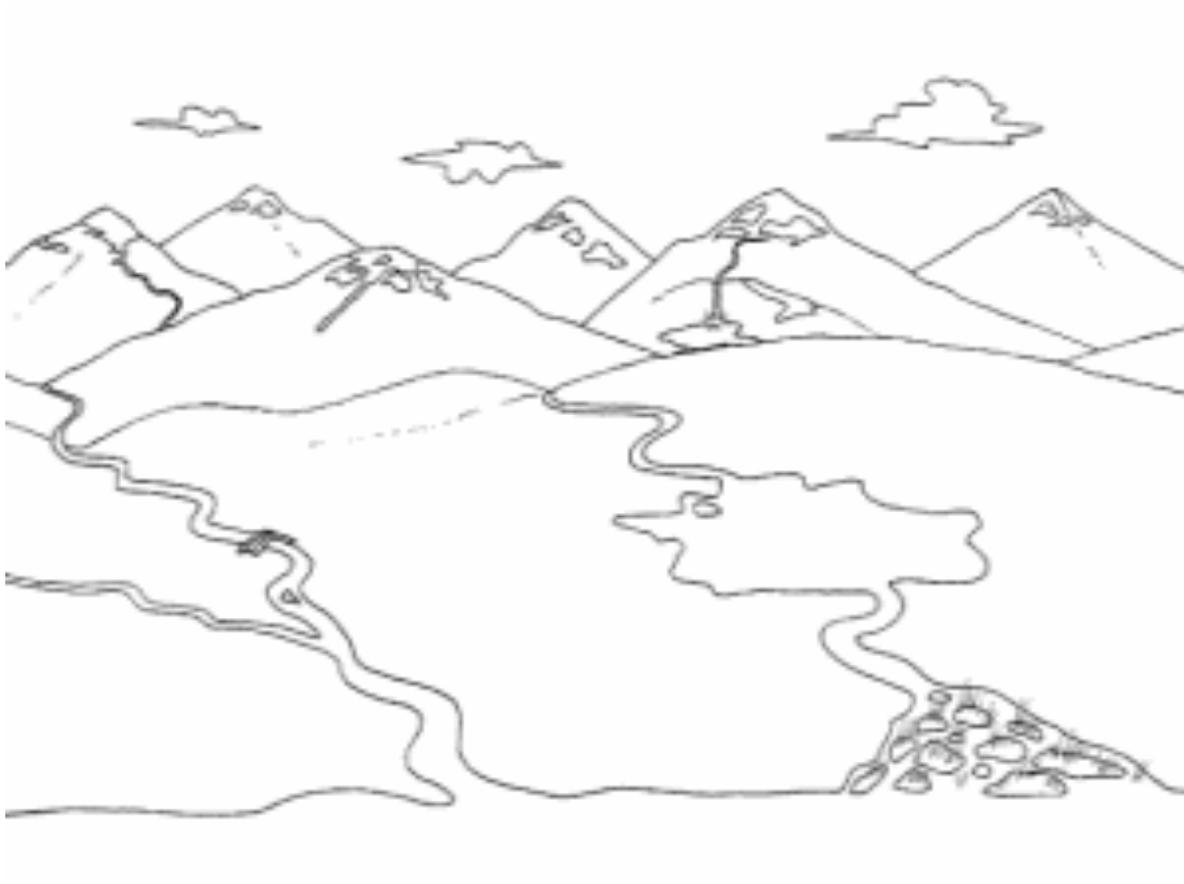
Oceano Atlântico - Leste (E)

Você tem recursos para fazer 10 unidades amostrais. Indique na figura (1), com "x", como alocaria as UAs.

Parabéns!!! Você acaba de receber um grande financiamento!!

Oeste (W)

Sul (S)



Norte (N)

Oceano Atlântico - Leste (E)

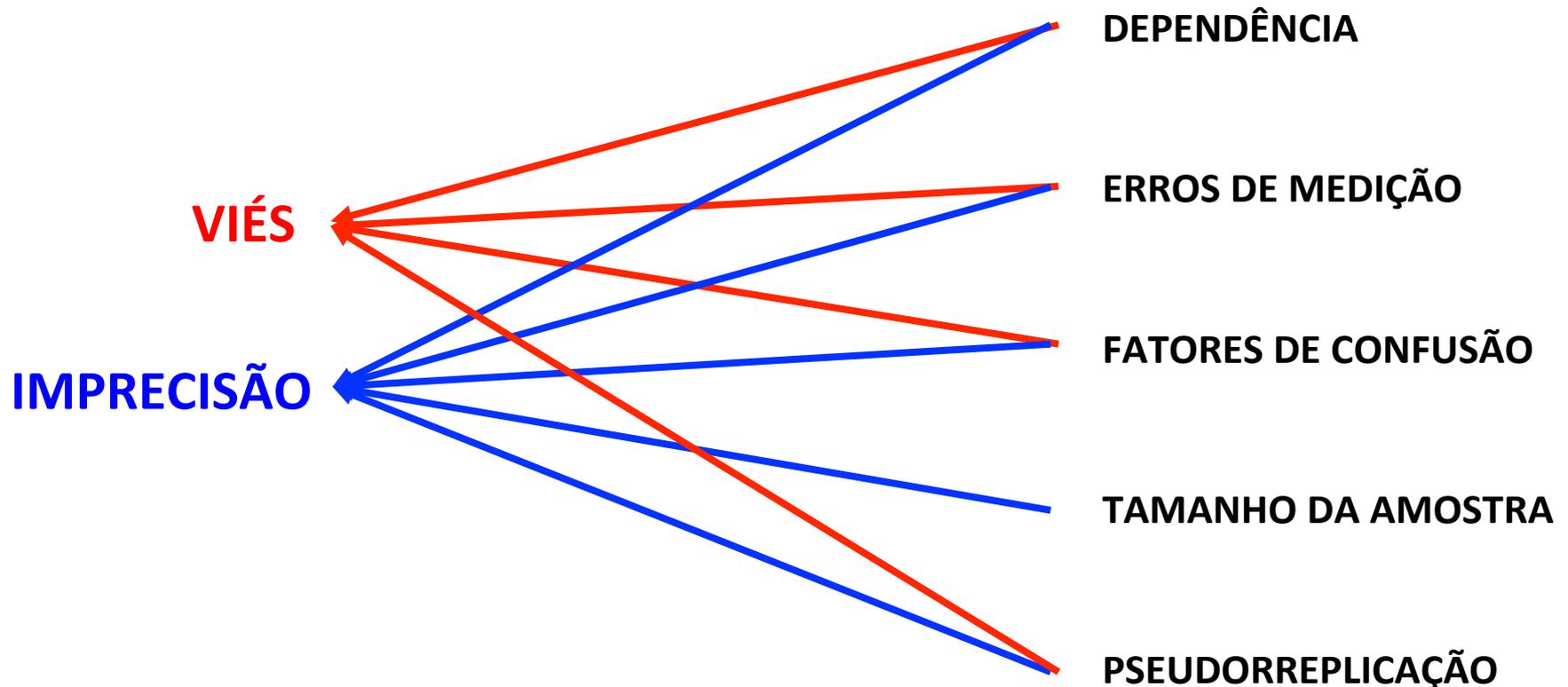
Você tem recursos para fazer 60 unidades amostrais. Indique na figura (1) com "o", como alocaria as UAs.

QUAIS OS PRINCIPAIS PROBLEMAS PARA SE OBTER UMA BOA AMOSTRA?

Lembrando que uma amostra é formada por unidades amostrais (ou réplicas)

PROBLEMAS

CAUSAS



A IMPORTÂNCIA DESSES PROBLEMAS ESTÁ RELACIONADA AO TIPO
DE ESTUDO E À FORÇA DE INFERÊNCIA DESEJADA

NOSSO OBJETIVO

PERGUNTA CIENTÍFICA - HIPÓTESE - DELINEAMENTO - COLETA - ANÁLISE - CONCLUSÃO

The diagram features a horizontal sequence of steps: 'PERGUNTA CIENTÍFICA - HIPÓTESE - DELINEAMENTO - COLETA - ANÁLISE - CONCLUSÃO'. A large, thick red arrow curves from the start of the sequence to the end, pointing right. A second, smaller red arrow curves from the 'ANÁLISE' step back to the 'PERGUNTA CIENTÍFICA' step, pointing left.

FORÇA DE INFERÊNCIA
Validade interna/externa

TIPOS DE ESTUDOS ECOLÓGICOS

A nomenclatura e a classificação dos diferentes estudos varia muito entre autores!

EXPERIMENTAIS - Variáveis **preditoras** controladas

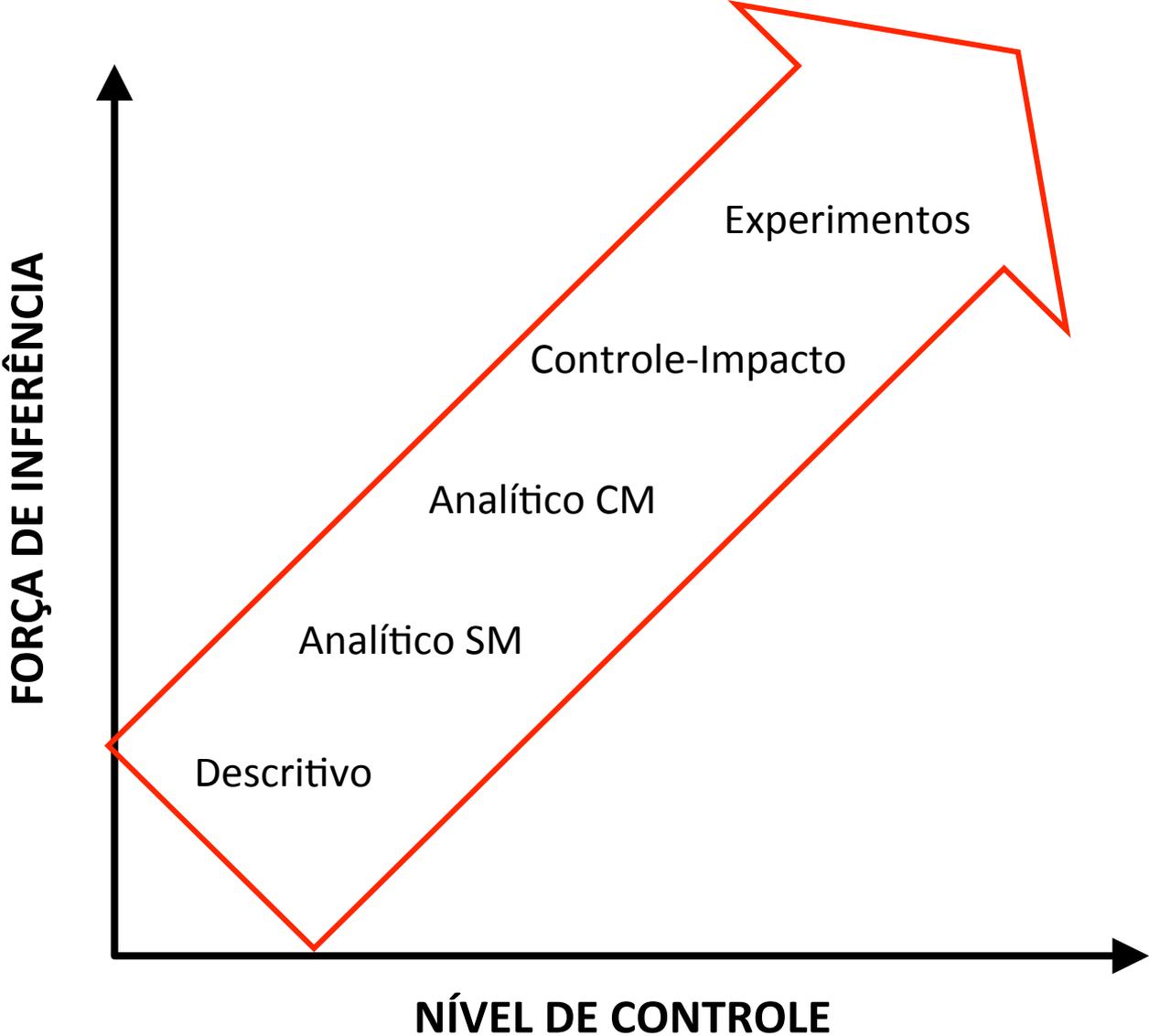
OBSERVACIONAIS - Variáveis **preditoras** não controladas

DESCRITIVOS

ANALÍTICOS { **SEM MANIPULAÇÃO**
COM MANIPULAÇÃO

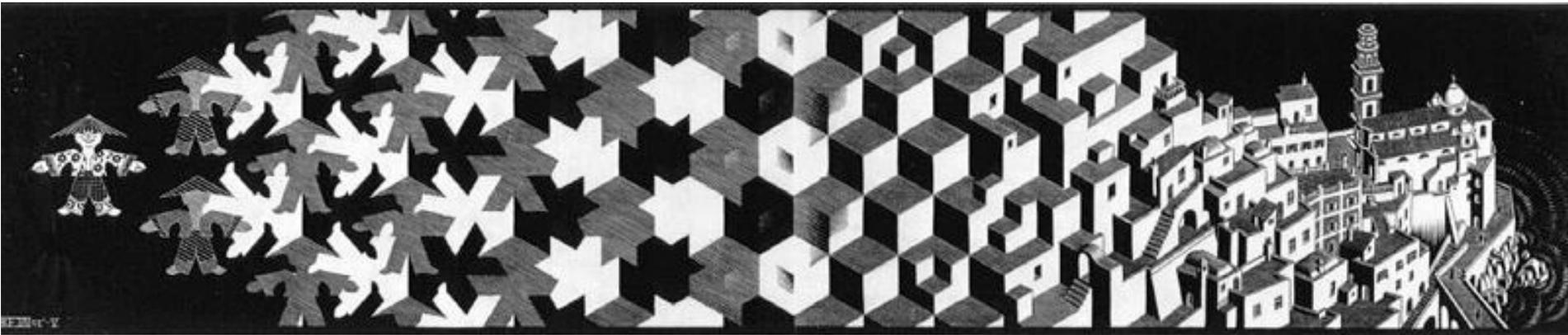
CONTROLE - IMPACTO

Quanto maior o nível de **Controle**, maior a **Força de Inferência**



Adaptado de Schwarz(1998)

DO SIMPLES AO COMPLEXO



Descrição -> Previsões -> Processos -> Mecanismos

Descritivo

Controle-Impacto

Controle-Impacto

Experimentos

Analítico SM

Analítico SM

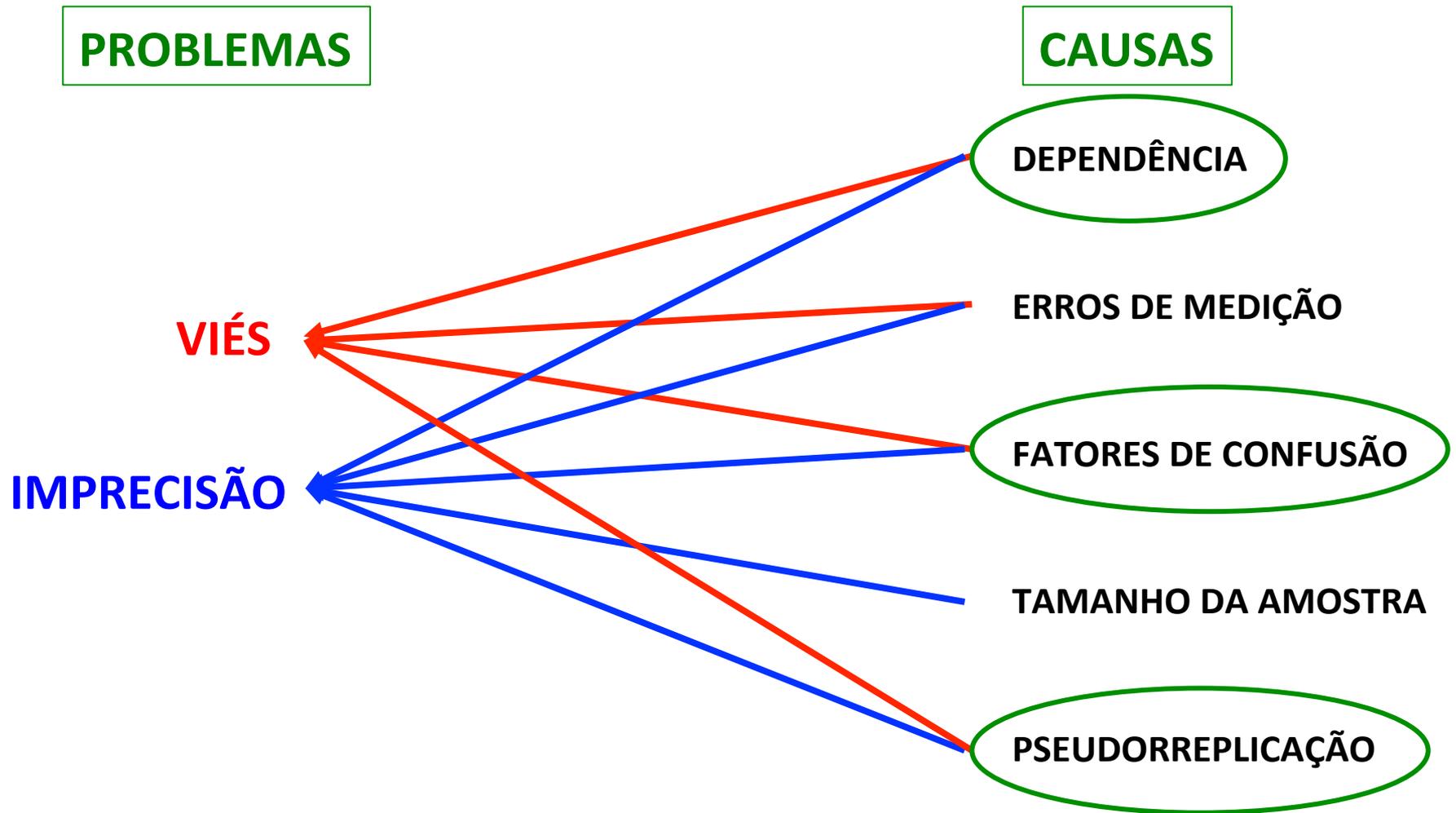
Analítico CM

Analítico CM

Experimentos

Experimentos

VOLTANDO AOS PRINCIPAIS PROBLEMAS PARA SE OBTER UMA BOA AMOSTRA



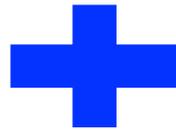
DEPENDÊNCIA

O valor de uma dada unidade amostral é influenciado por outra unidade amostral

- **DEPENDÊNCIA ESPACIAL**

- **DEPENDÊNCIA TEMPORAL**

- **DEPENDÊNCIA DE ORIGEM** (p. ex.: sub-amostras de um mesmo organismo)



DEPENDÊNCIA POSITIVA:
Unidades amostrais dependentes
são mais similares entre si
Padrão agregado
Muito comum em Ecologia

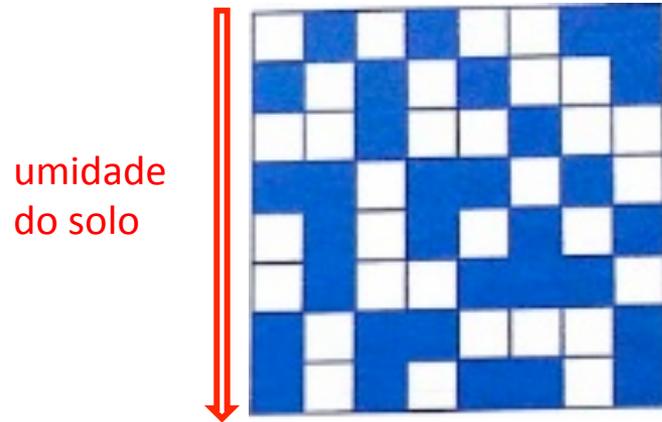


DEPENDÊNCIA NEGATIVA:
Unidades amostrais dependentes
são mais diferentes entre si
Ex. Alelopatia

Exemplo com DEPENDÊNCIA ESPACIAL POSITIVA

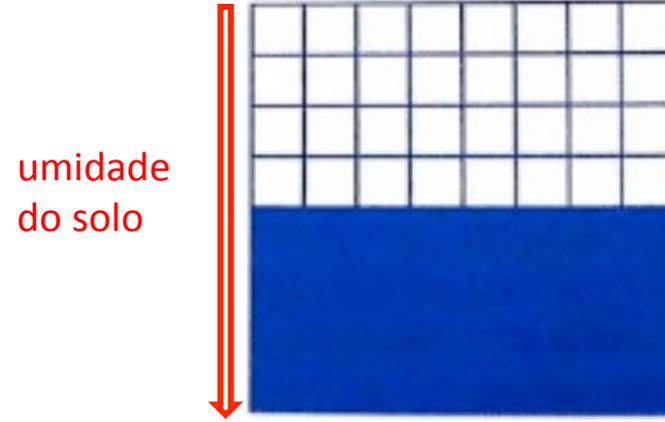
COMPARANDO MÉDIAS DE DUAS AMOSTRAS

AMOSTRA 1



Unidades amostrais com maior variação

AMOSTRA 2

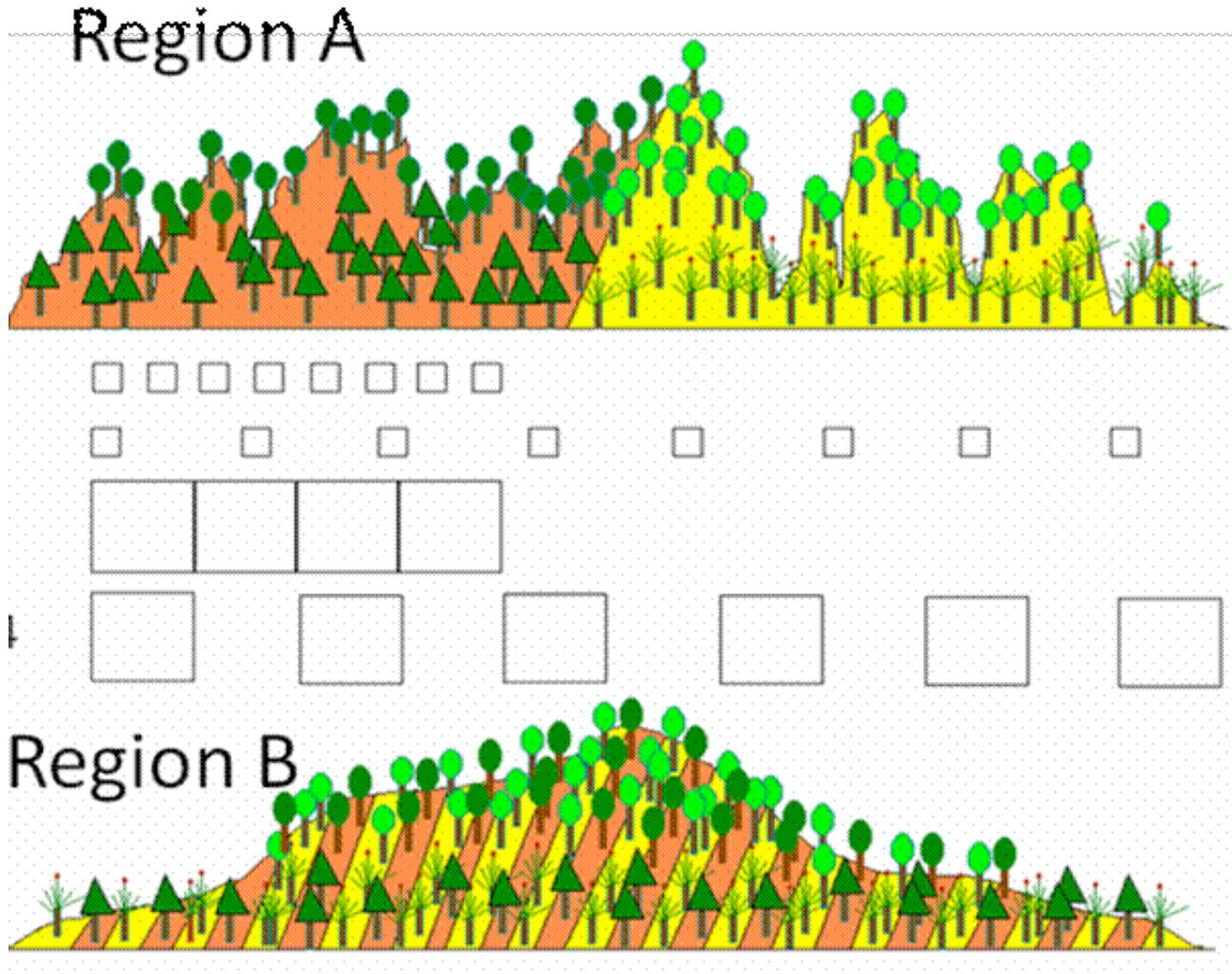


Unidades amostrais mais similares entre si

ERRO TIPO I -> HIPÓTESE NULA REJEITADA ERRONEAMENTE

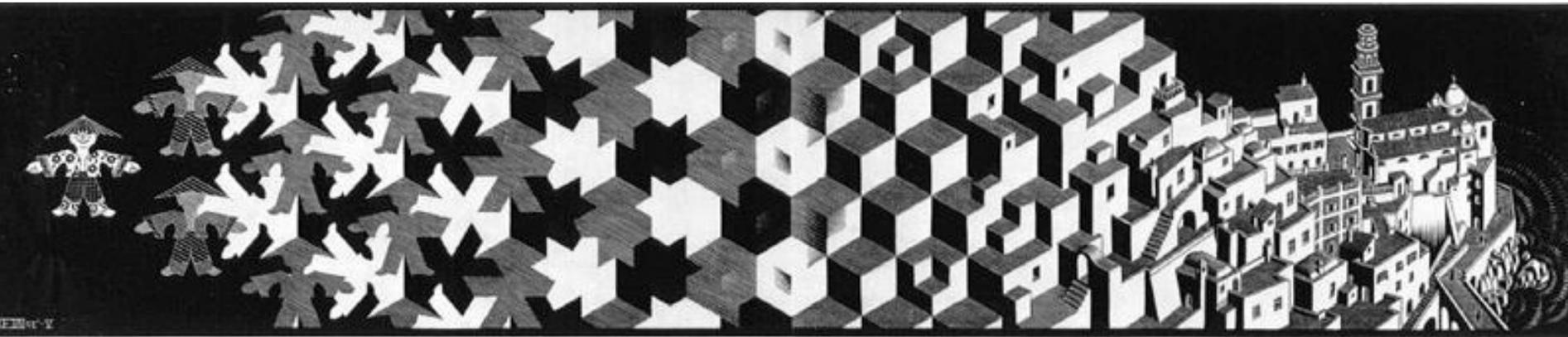
DEPENDÊNCIA ESPACIAL PODE SER EVITADA COM DISTÂNCIA ADEQUADA ENTRE UNIDADES

ESCALA (GRÃO E EXTENSÃO)



As mesmas ideias também se aplicam à DEPENDÊNCIA TEMPORAL

DEPENDÊNCIA



Descrição -> Previsões -> Processos -> Mecanismos

Descritivo

Controle-Impacto

Controle-Impacto

Experimentos

Analítico SM

Analítico SM

Analítico CM

Analítico CM

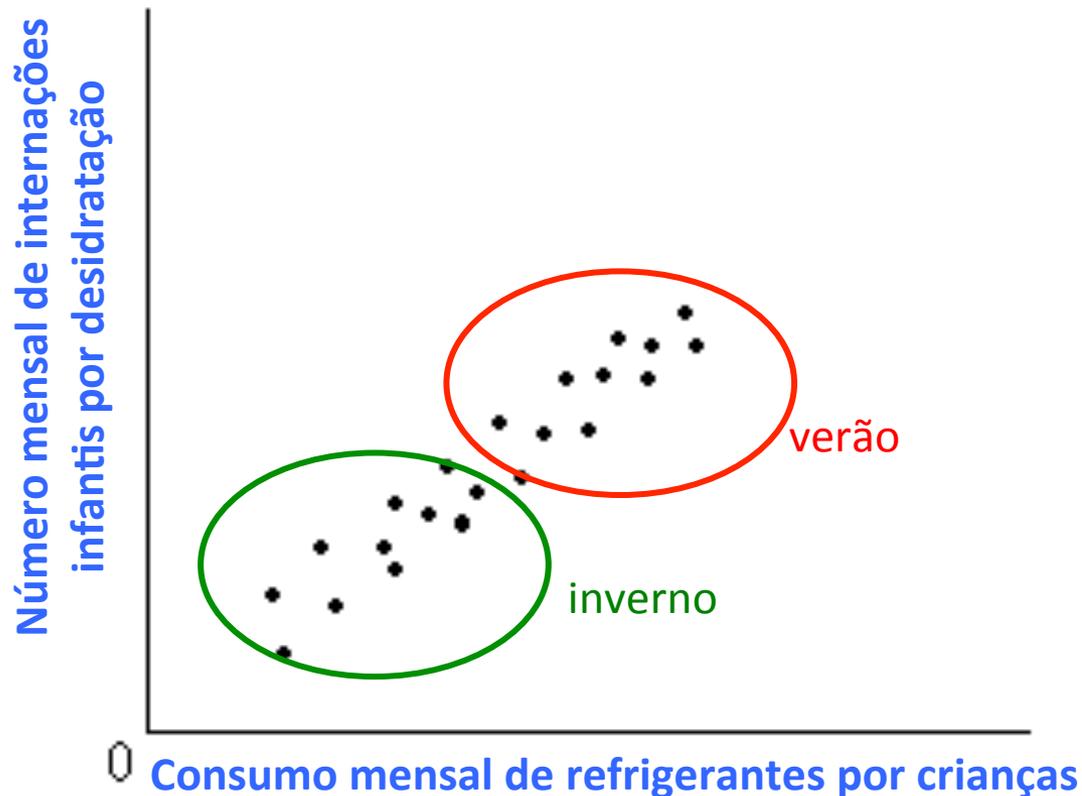
Experimentos

Experimentos



FATORES DE CONFUSÃO

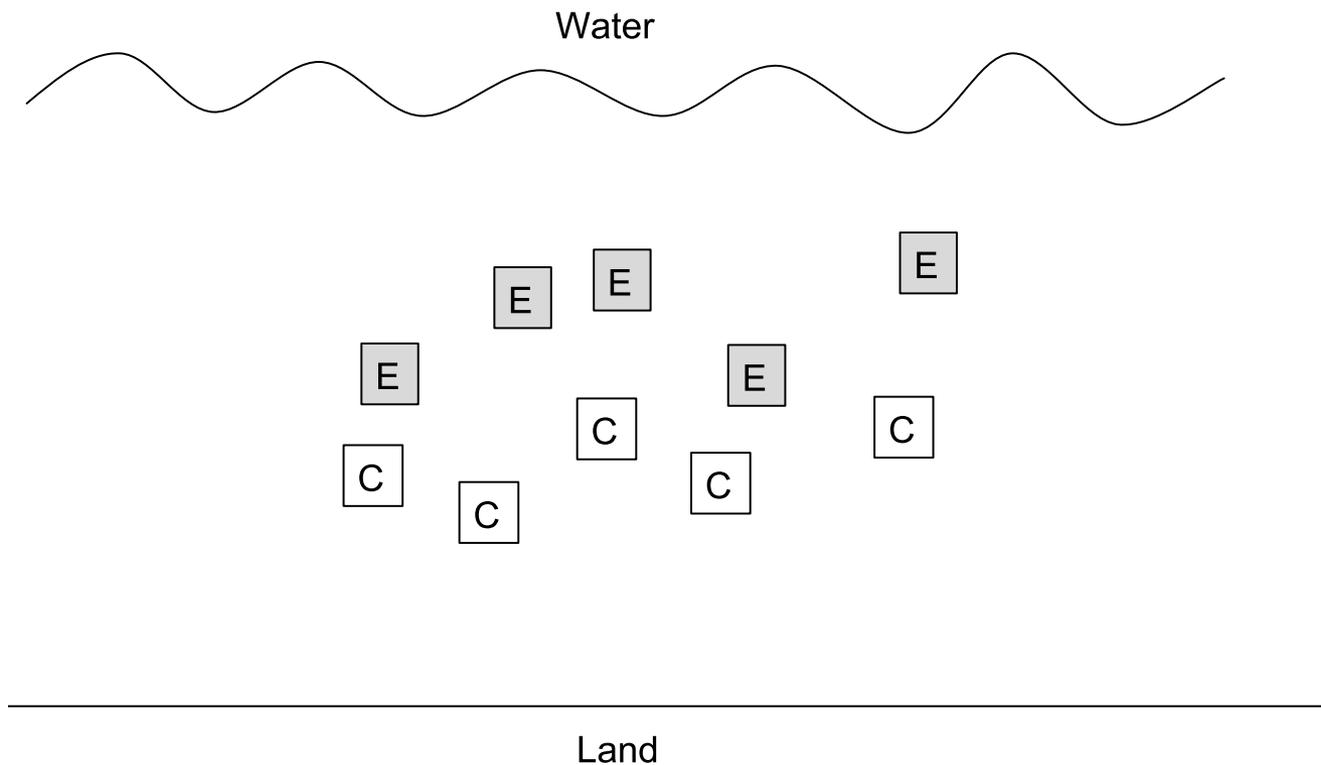
A relação entre duas variáveis pode ser explicada por outro fator



A variável "mês de amostragem" (ou "estação do ano") não foi incluída na análise

FATORES DE CONFUSÃO

A diferença entre duas amostras pode ser explicada por outro fator



A variável "distância até a água" não foi considerada na análise

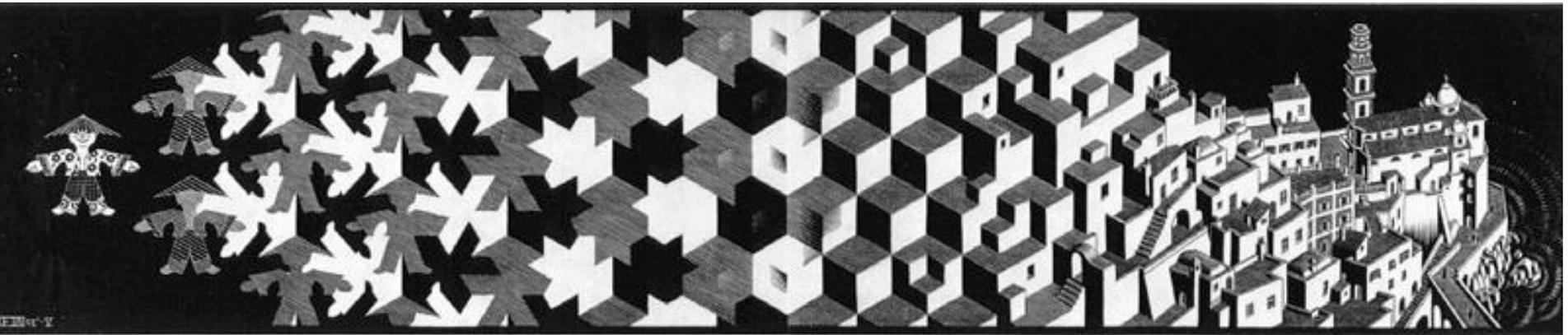
FATORES DE CONFUSÃO

- Atuam principalmente sobre a **FORÇA DE INFERÊNCIA** dos seus resultados

COMO EVITAR:

- Conhecimento prévio
- Manipulação ou controle de condições
- Medição de variáveis adicionais - Covariáveis nos estudos

FATORES DE CONFUSÃO



Descrição -> Previsões -> Processos -> Mecanismos

Descritivo

Controle-Impacto

Controle-Impacto

Experimentos

Analítico SM

Analítico SM

Analítico CM

Analítico CM

Experimentos

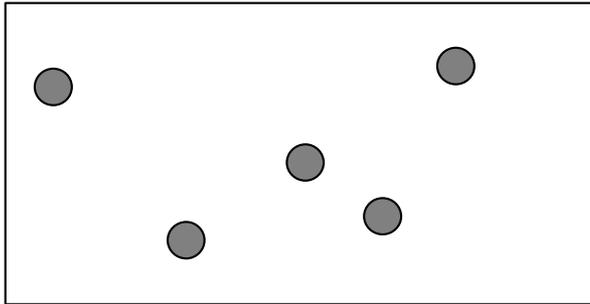
Experimentos



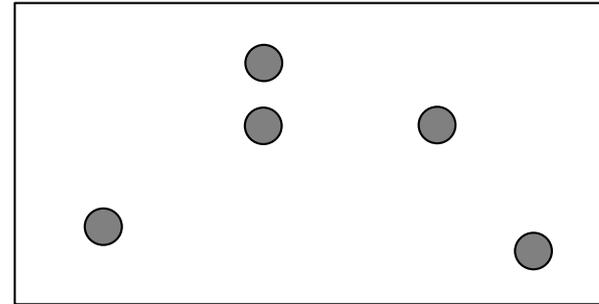
PSEUDORREPLICAÇÃO

Unidades amostrais tomadas em uma escala e **inferência** feita em outra escala
Não são réplicas verdadeiras (são sub-amostras) e não são independentes

Burnt area



Unburnt area



Círculo cinza = ponto de amostragem de biomassa de micro-organismos de solo

Qual(is) pergunta(s) poderia(m) ser respondida(s) com os dados obtidos nesse estudo?

Quais são as unidades amostrais no exemplo acima?

Para a pergunta:

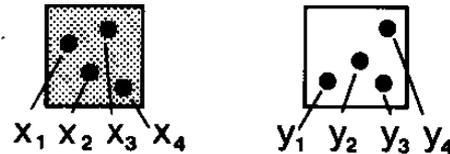
Áreas sujeitas a fogo têm menor biomassa de micro-organismos no solo?

As **unidades amostrais** são os **quadrados** ($n=1$ em cada condição) e os **círculos** são **sub-amostras**

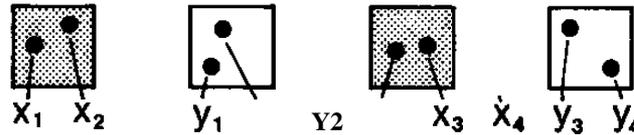
PSEUDORREPLICAÇÃO

Sub-amostras não podem ser tratadas como réplicas independentes!
A mesma unidade amostral não pode ser medida várias vezes sem a devida correção

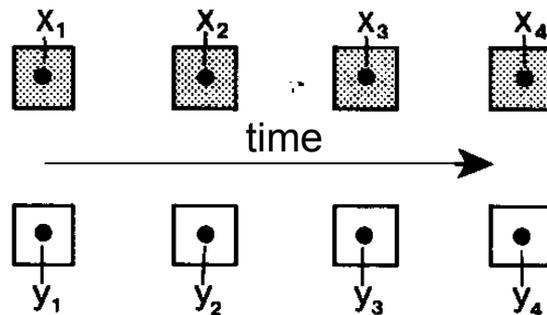
A. SIMPLE PSEUDOREPLICATION



B. SACRIFICIAL PSEUDOREPLICATION

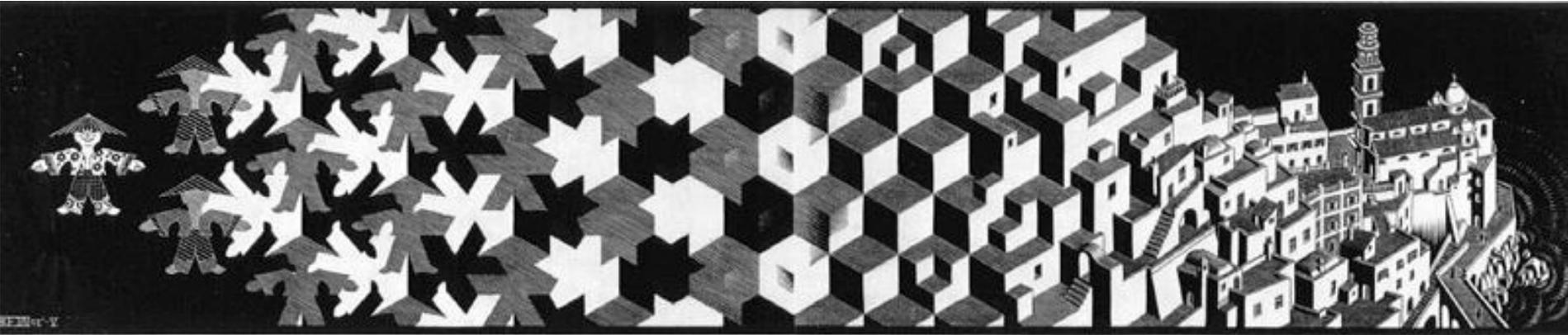


C. TEMPORAL PSEUDOREPLICATION



Hurlbert (1984)

PSEUDORREPLICAÇÃO



Descrição -> Previsões -> Processos -> Mecanismos

Descritivo

Controle-Impacto

Controle-Impacto

Experimentos

Analítico SM

Analítico SM

Analítico CM

Analítico CM

Experimentos

Experimentos



Você identifica potenciais **problemas** na amostragem anterior que realizou?

Oeste (W)

Sul (S)



Norte (N)

Oceano Atlântico - Leste (E)

Gostaria de realocar as 10 unidades amostrais? Indique na figura (2) com "x"

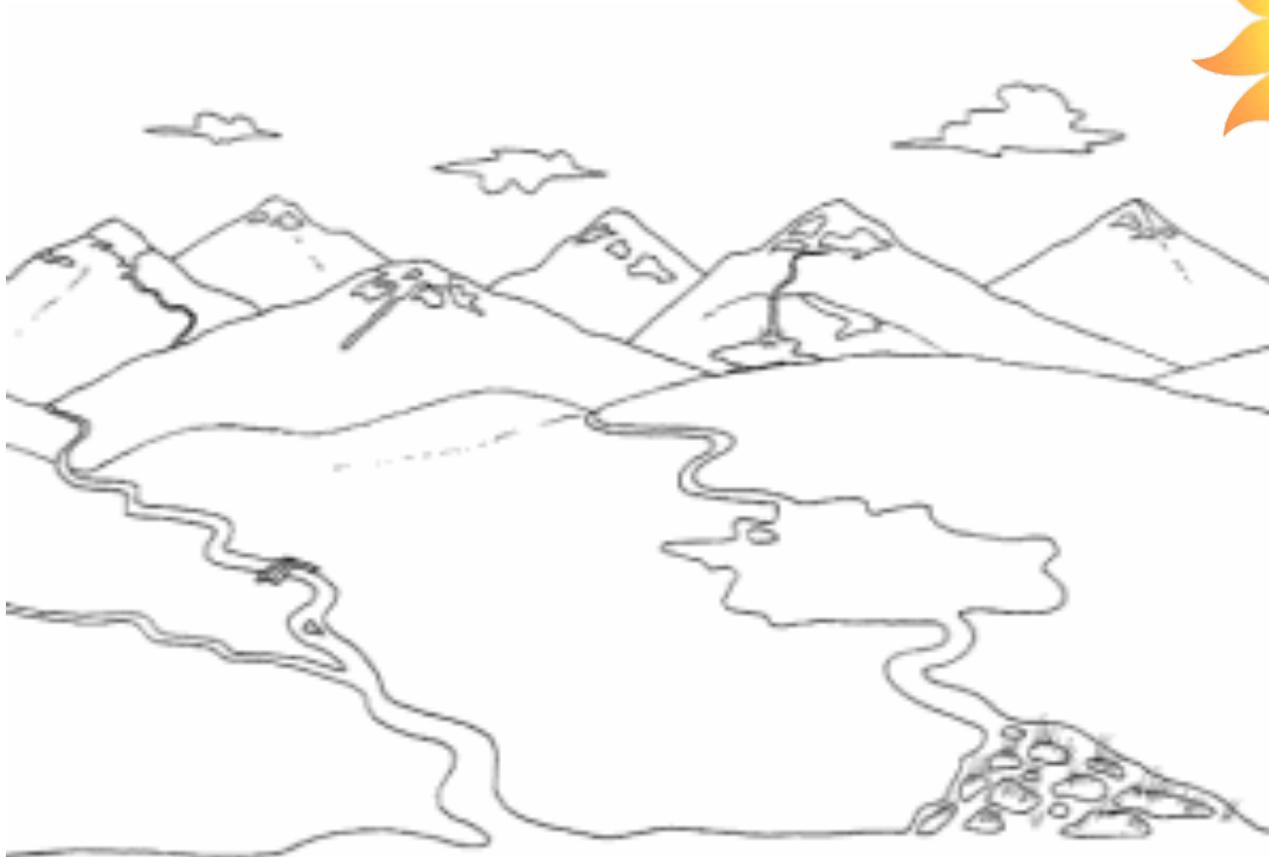
Gostaria de realocar as 60 unidades amostrais? Indique na figura (2) com "o"

Será que pode haver diferenças entre as faces N e S, em função do excesso de radiação sobre as folhas, afetando a fotossíntese e a reprodução ?

Oeste (W)



Sul (S)



Norte (N)

Oceano Atlântico - Leste (E)

Como você alocaria agora as 10 unidades amostrais? Indique na figura (3) com "x"
Como você alocaria agora as 60 unidades amostrais? Indique na figura (3) com "o"

**DELINEAMENTOS PARA ESTUDOS OBSERVACIONAIS
(não exclusivamente)**

AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES

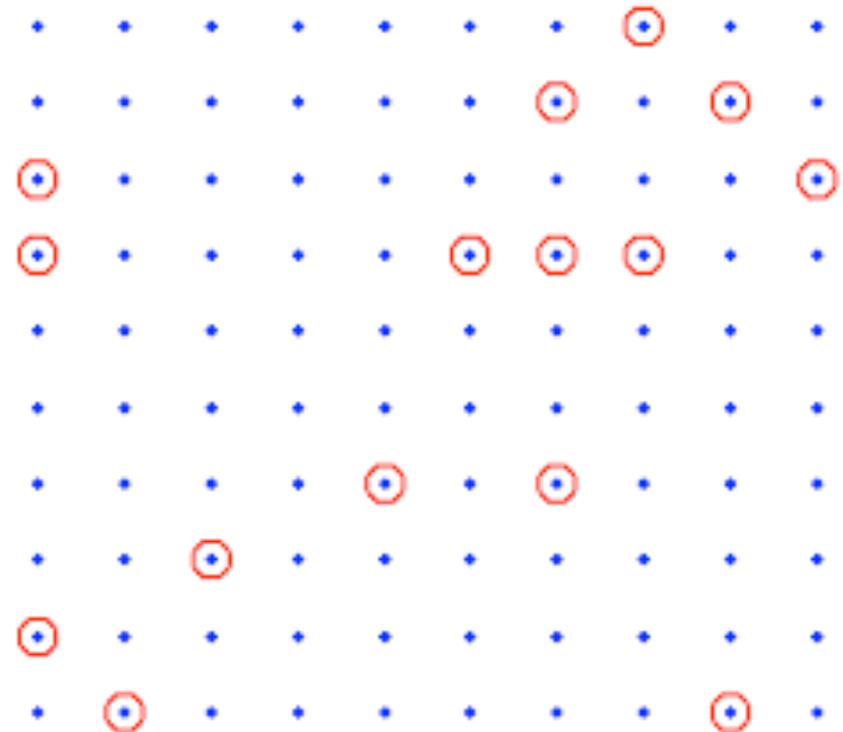
PRINCÍPIO BÁSICO: Qualquer unidade amostral deve ter a mesma probabilidade de ser amostrada

PROCEDIMENTOS:

DEFINIR CLARAMENTE A **POPULAÇÃO (*)**
(limites espaciais e temporais)

DEFINIR **UNIDADES AMOSTRAIS(*)**

DEFINIR A **FORMA DE ALEATORIZAÇÃO (*)**



(*) importante para todos os próximos delineamentos

ALEATORIZAÇÃO

*"Some investigators locate plots by **throwing a rock over your shoulder**, or **walking a certain number of steps with their eyes closed**. Not only are such techniques **dangerous**, they also do not represent random sampling. We call such techniques 'haphazard'."*

Michael Palmer



Alguns métodos adequados:

- Tabela de números aleatórios
- Números aleatórios gerados por programas de computador
- Últimos dígitos de cronômetro

AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES

VANTAGENS:

SE FOI POSSÍVEL SEGUIR TODOS OS PROCEDIMENTOS INDICADOS :

MÉDIA AMOSTRAL $\frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} =$ MÉDIA POPULACIONAL

VARIÂNCIA AMOSTRAL $\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n - 1} =$ VARIÂNCIA POPULACIONAL

$(n-1)$ é usado
ao invés de n
para corrigir o
estimador

TESTES DE HIPÓTESES PODEM SER REALIZADOS COM SEGURANÇA

AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES

DESVANTAGENS E PROBLEMAS:

- REQUER UM TAMANHO GRANDE DE AMOSTRA
- ACESSO AOS PONTOS DEFINIDOS
- MUITO ESFORÇO QUANDO OBJETOS ESTÃO AGREGADOS OU SÃO RAROS (localmente)
- SE HOUVER HETEROGENEIDADE, AMBIENTES RAROS PODEM NÃO SER AMOSTRADOS

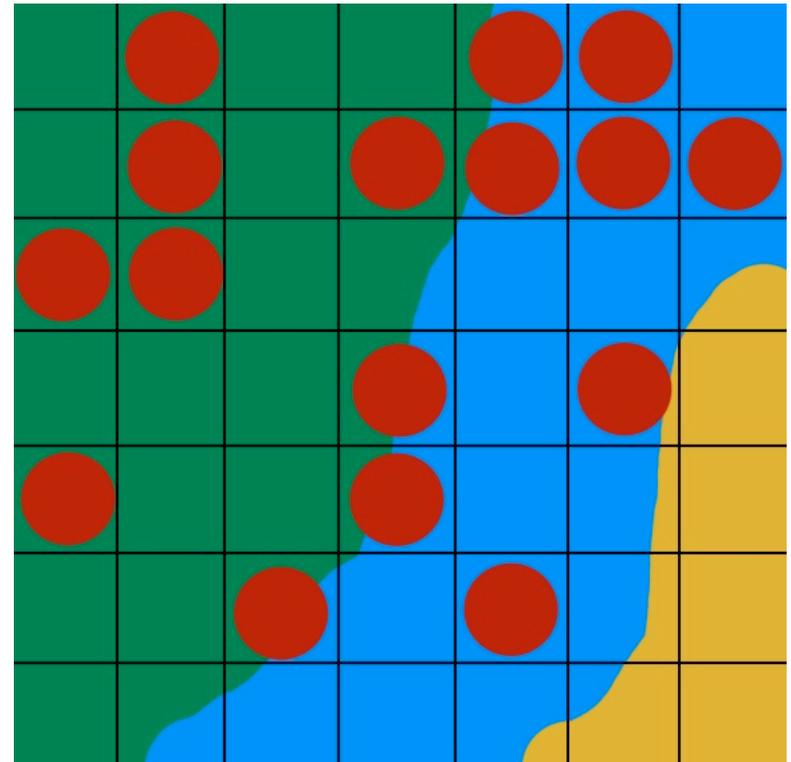
Amostragem aleatória

• Procedimento estatístico excelente

• Pode exigir muito tempo para encontrar locais

Pode pular alguns habitats

Muitos locais podem estar vazios



AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES

SOLUÇÕES:

- ESTUDO PILOTO E BUSCA POR CONHECIMENTOS PRÉVIOS
- ANALÍTICAS (RANDOMIZAÇÃO)
- MEDIÇÕES ADICIONAIS (PARA EVITAR FATORES DE CONFUSÃO; PÓS-ESTRATIFICAÇÃO)
- OPÇÃO POR OUTROS ESQUEMAS DE AMOSTRAGEM (ver a seguir)

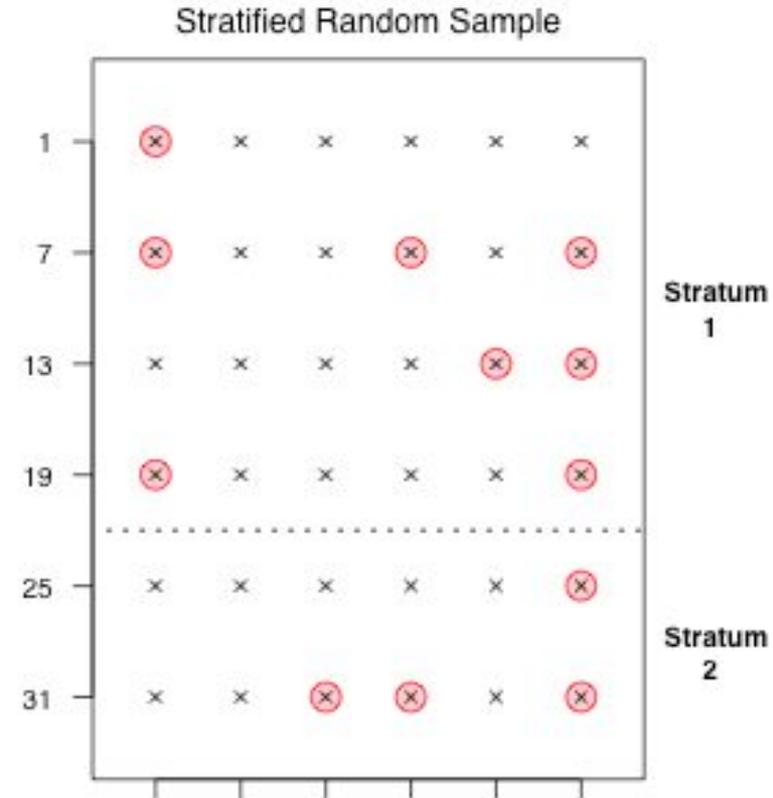
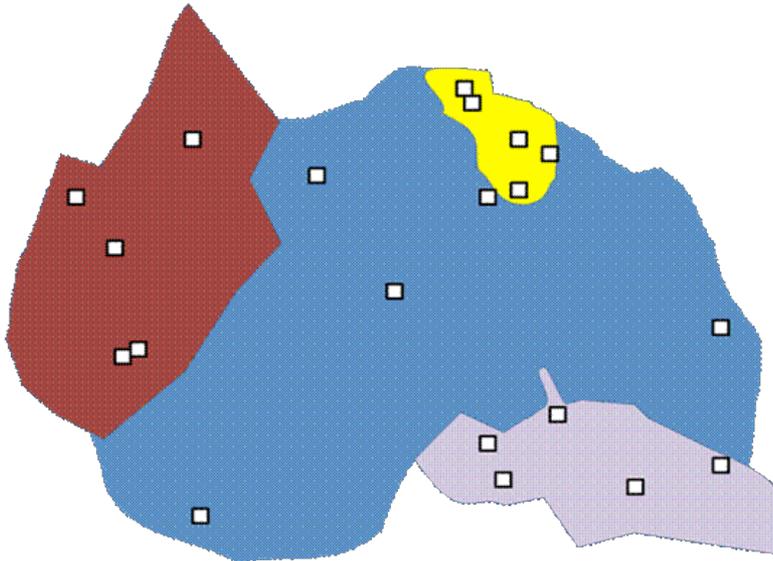
AMOSTRAGEM ALEATÓRIA ESTRATIFICADA

PRINCÍPIO BÁSICO: Divide a população em "**estratos**" e aloca unidades amostrais **aleatoriamente dentro** de cada estrato

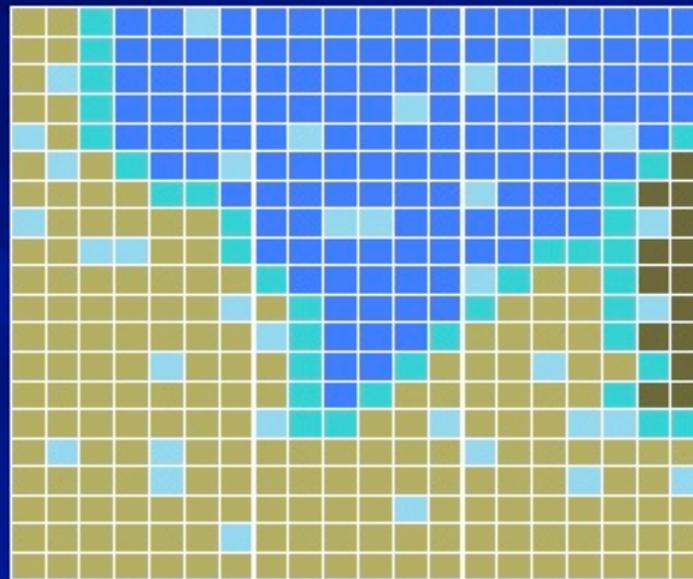
PROCEDIMENTOS:

DEFINIR ESTRATOS - **INTERNAMENTE HOMOGENÊOS**

QUANTIFICAR OS ESTRATOS - Se os fatores da estratificação forem **conhecidos**



Amostragem Aleatória Estratificada



■ Rio
■ Unidade amostrada

■ } Unidade amostrada,
■ } Cor depende da
■ } estratificação

(Lowe *et al.* 2004)

Distribuição proporcional de unidades amostrais nesse caso

AMOSTRAGEM ALEATÓRIA ESTRATIFICADA

VANTAGENS:

SE FOI POSSÍVEL SEGUIR TODOS OS PROCEDIMENTOS INDICADOS:

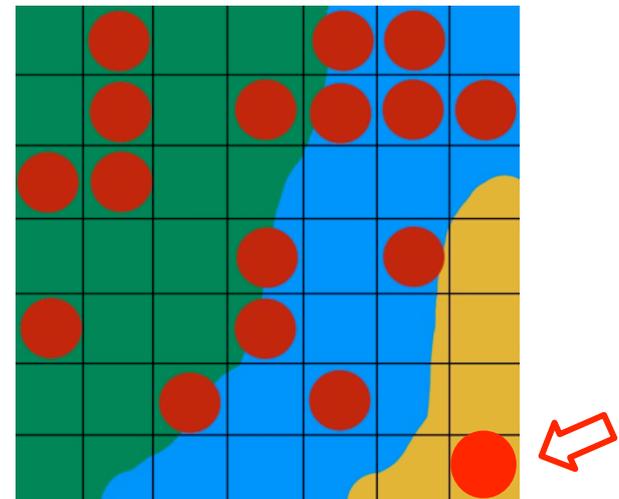
- É POSSÍVEL UTILIZAR A MÉDIA E A VARIÂNCIA COMO ESTIMADORES

$$\bar{y}_{\text{str}} = \sum_{h=1}^l W_h \bar{y}_h$$

adiciona-se um termo de peso (W) para cada estrato h

- MELHORA **MUITO** A SUA ESTIMATIVA COM UM NÚMERO **MENOR** DE UNIDADES AMOSTRAIS

- RESOLVE O PROBLEMA DE AMBIENTES RAROS



AMOSTRAGEM ALEATÓRIA ESTRATIFICADA

DESVANTAGENS E PROBLEMAS:

- NO CASO DE HETEROGENEIDADE PERCEPTÍVEL

Necessidade de conhecimento prévio e/ou de tomada de dados adicionais

- NO CASO DE HETEROGENEIDADE IMPERCEPTÍVEL

Erro no "grão" para definir estratos

SOLUÇÕES:

- ANALÍTICAS (PÓS-ESTRATIFICAÇÃO com dados adicionais)

- MEDIÇÕES ADICIONAIS

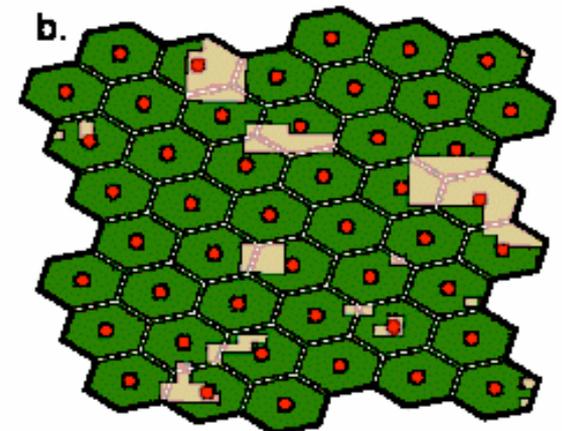
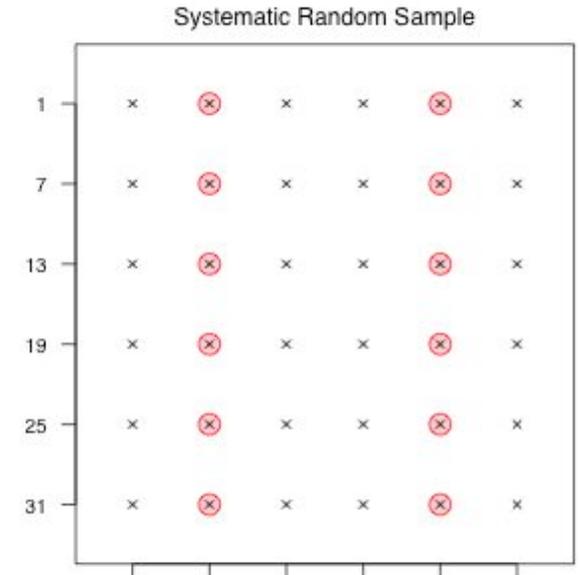
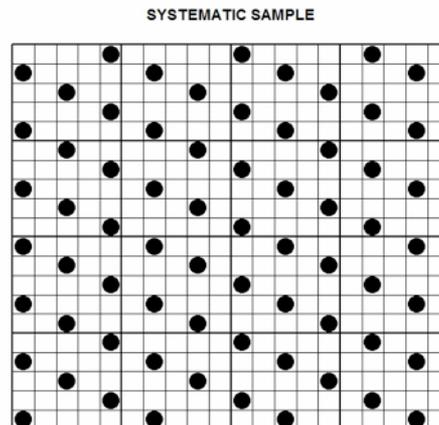
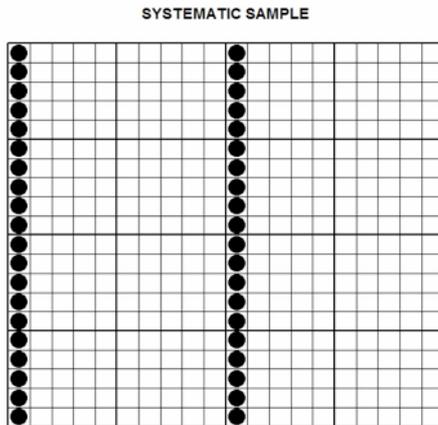
- OPÇÃO POR OUTROS ESQUEMAS DE AMOSTRAGEM

AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

PRINCÍPIO BÁSICO: A partir de um ponto inicial, as unidades amostrais estão espalhadas a uma distância fixa

PROCEDIMENTOS:

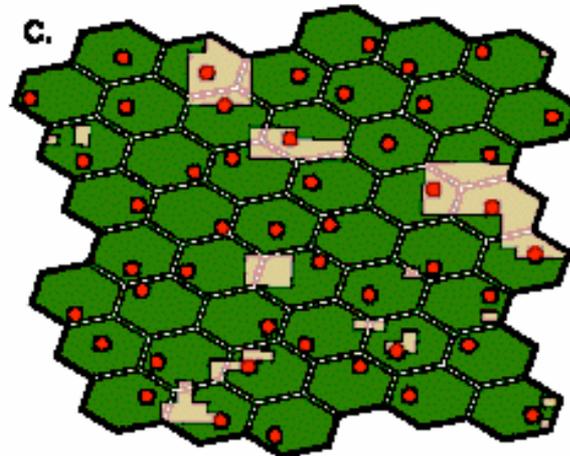
- DEFINIR O ESPAÇAMENTO



AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

VANTAGENS:

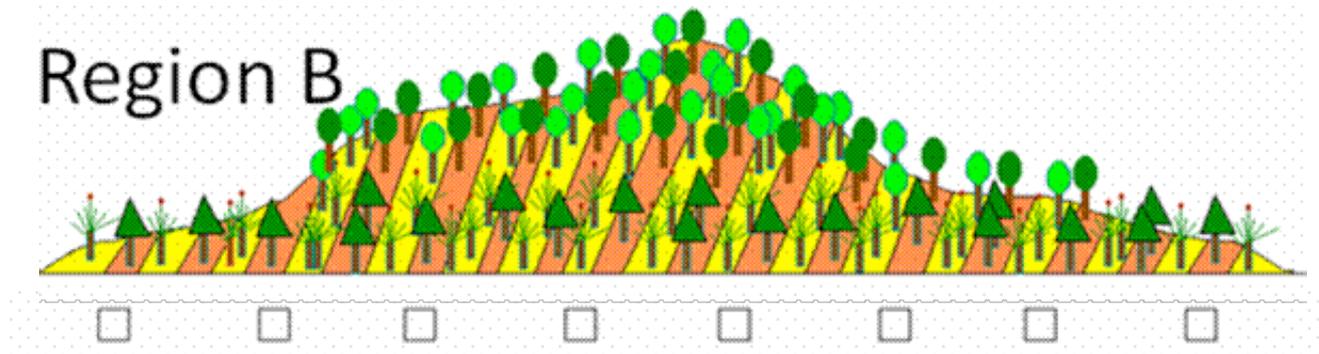
- FÁCIL EXECUÇÃO
- ACESSO FACILITADO AOS PONTOS DE MEDIÇÃO
- ADEQUADA PARA REVELAR MUDANÇAS AO LONGO DE GRADIENTES
- ESPALHA MELHOR AS UNIDADES AMOSTRAIS (**INTERSPERSÃO**) - Maior representatividade
- PODE SER **ASSOCIADO** COM OUTROS ESQUEMAS DE AMOSTRAGEM



AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

DESVANTAGENS E PROBLEMAS:

- DIFICULDADE DE DEFINIR O GRAU DE ESPAÇAMENTO
- POLÊMICA ALEATORIZAÇÃO X INTERSPERSÃO
- DEPENDÊNCIA ENTRE UNIDADES AMOSTRAIS, A DEPENDER DA DISTÂNCIA ENTRE ELAS
- SINCRONIA INDESEJADA COM ALGUM FATOR AMBIENTAL

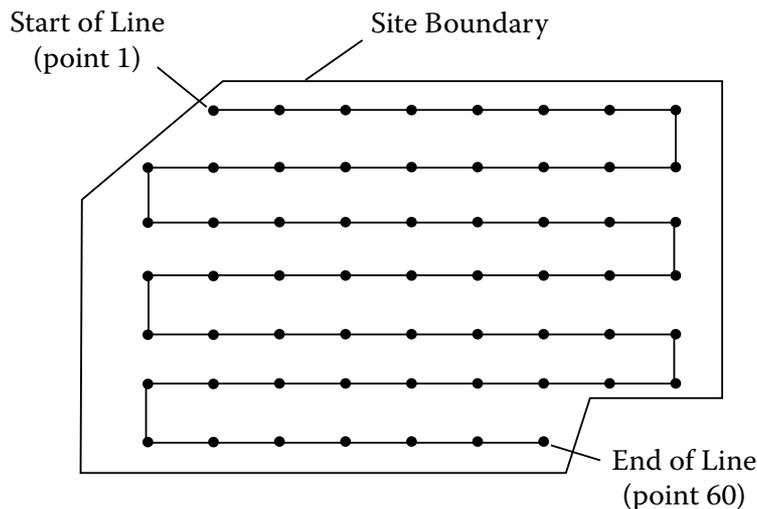


AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

SOLUÇÕES:

- ANALÍTICAS (PÓS-ESTRATIFICAÇÃO; SERPENTINA)
- MEDIÇÕES ADICIONAIS (Evitar sincronia; definir espaçamento)
- OPÇÃO POR OUTROS ESQUEMAS DE AMOSTRAGEM
- ASSOCIAR COM OUTROS ESQUEMAS DE AMOSTRAGENS

Existem formas analíticas de incorporar o efeito da amostragem sistemática



$$s_L^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{i-1})^2 / (n-1)$$

VÁRIOS OUTROS ESQUEMAS DE AMOSTRAGEM

AMOSTRAGEM ANINHADA

AMOSTRAGEM MULTI-ESTÁGIOS

AMOSTRAGEM REPETIDA

ESTIMATIVA DE RAZÃO (*RATIO-ESTIMATION*)

AMOSTRAGEM ADAPTATIVA

CAPTURA-RECAPTURA

AMOSTRAGEM ROBUSTA -> DETECTABILIDADE

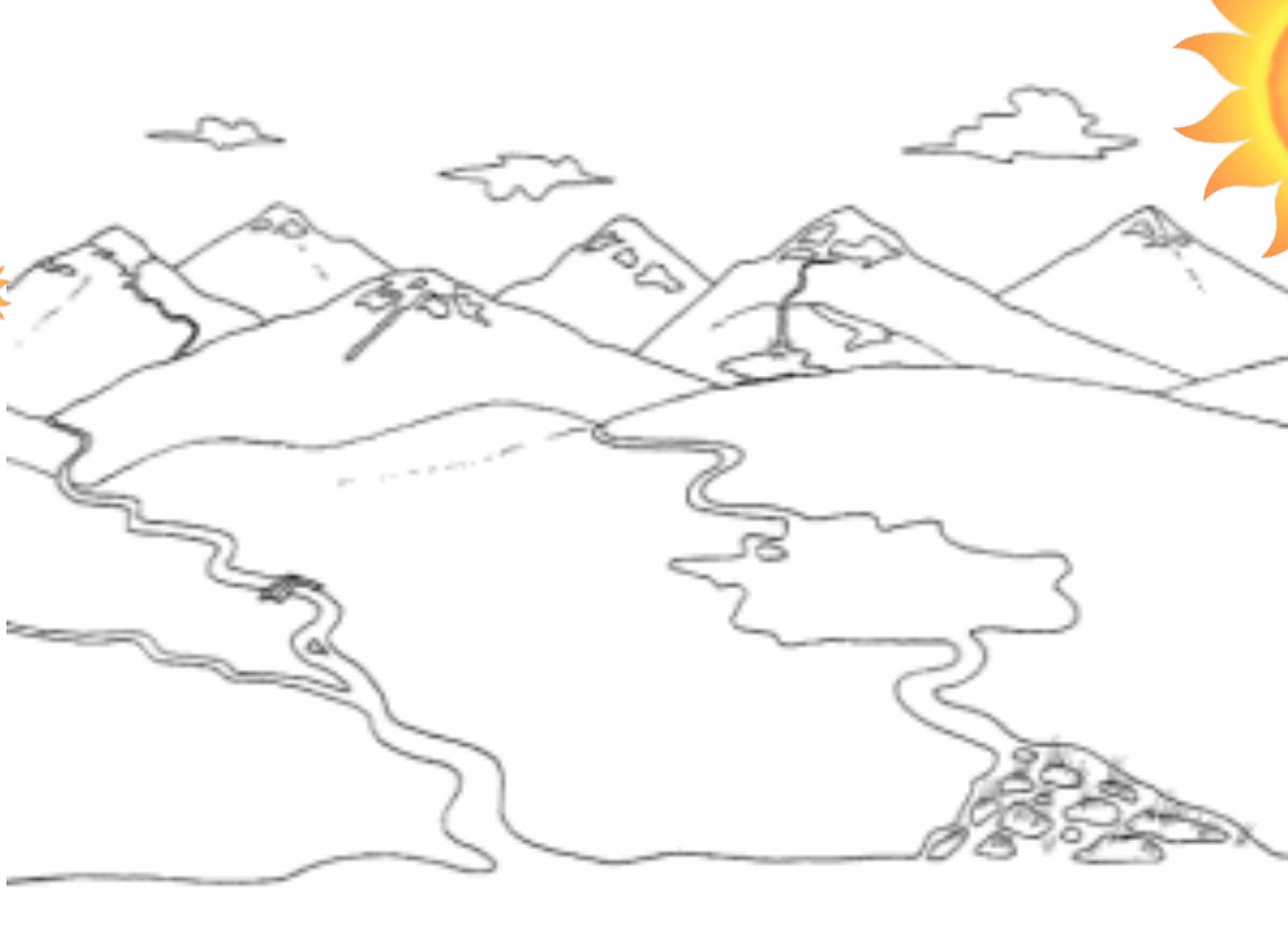
TAMBÉM COMBINAÇÕES ENTRE DIFERENTES ESQUEMAS

Será que as diferenças entre as faces N e S são em função do ressecamento do solo?

Oeste (W)



Sul (S)



Norte (N)

Oceano Atlântico - Leste (E)

Como você alocaria agora as 10 unidades amostrais? Indique na figura (4) com "x"
Como você alocaria agora as 60 unidades amostrais? Indique na figura (4) com "o"

Como separar o efeito da radiação sobre as folhas e o efeito do ressecamento do solo?

Oeste (W)



Sul (S)



Norte (N)

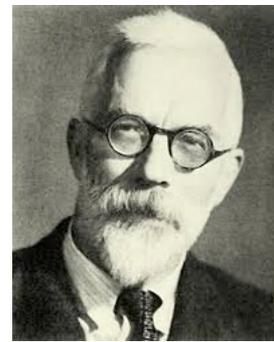
Oceano Atlântico - Leste (E)

Como você alocaria agora as 10 unidades amostrais? Indique na figura (4) com "x"
Como você alocaria agora as 60 unidades amostrais? Indique na figura (4) com "o"

**DELINEAMENTOS PARA ESTUDOS EXPERIMENTAIS
(não exclusivamente)**

DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS

O QUE MUDA?



VARIÁVEIS PREDITORAS SÃO MANIPULADAS E ISOLADAS DE OUTROS FATORES



DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS

O QUE MUDA?

PREMISSAS MAIS RÍGIDAS:

- Seleção das unidades experimentais e atribuição dos tratamentos são **independentes** das variáveis resposta de interesse
- Efeitos aleatórios e erros experimentais são **independentes**
- Efeitos aleatórios e erros experimentais são **igualmente distribuídos**, como uma variável aleatória **com média zero**

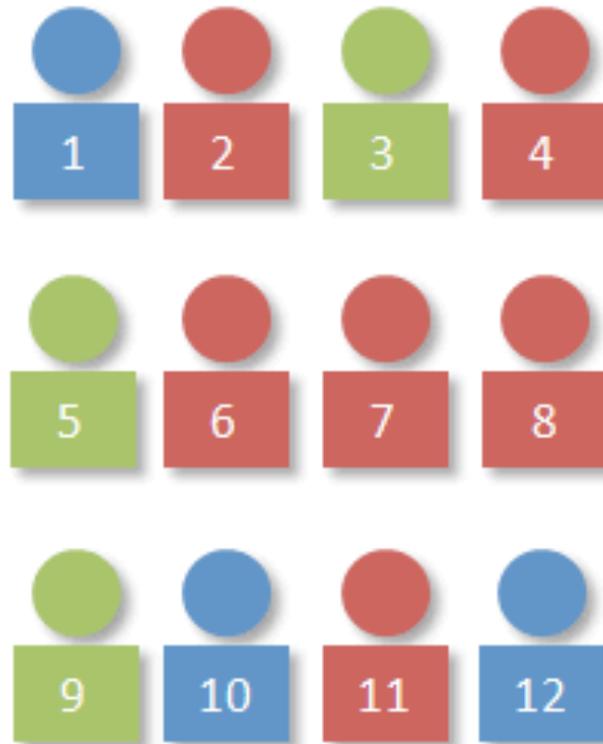
TRÍADE DE PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

REPLICAÇÃO - ALEATORIZAÇÃO - **CONTROLE**

IDEALMENTE NÃO EXISTEM FATORES DE CONFUSÃO EM UM EXPERIMENTO
(True-experiment)

ALEATORIZAÇÃO SIMPLES - UM FATOR

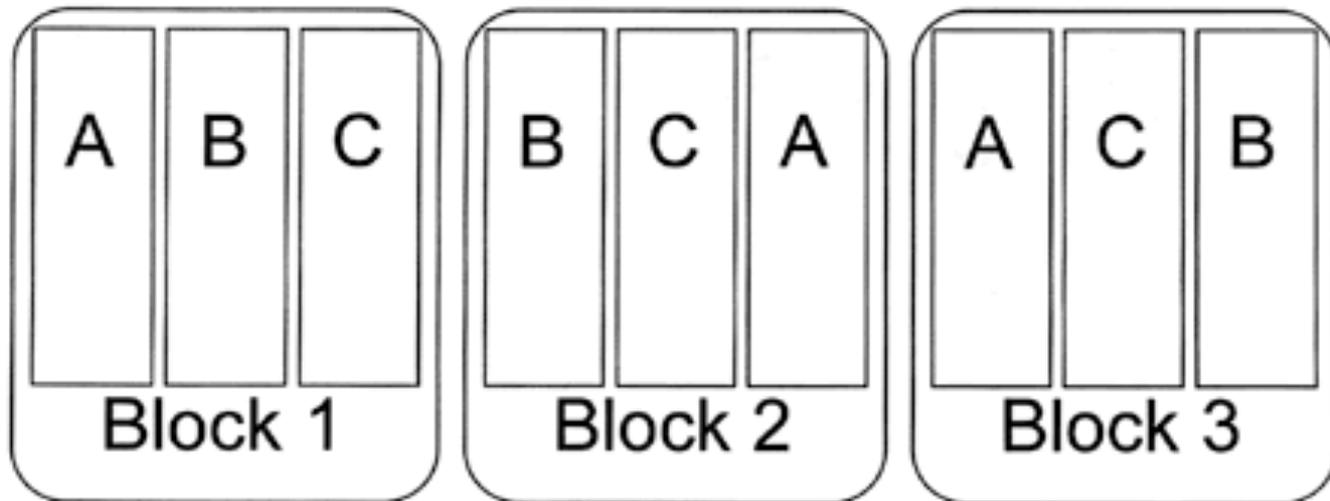
PRINCÍPIO BÁSICO: Qualquer réplica tem a mesma chance de ter um tratamento atribuído a ela



- ANALITICAMENTE FÁCIL LIDAR COM NÚMEROS DIFERENTES DE RÉPLICAS POR TRATAMENTO

BLOCOS ALEATORIZADOS

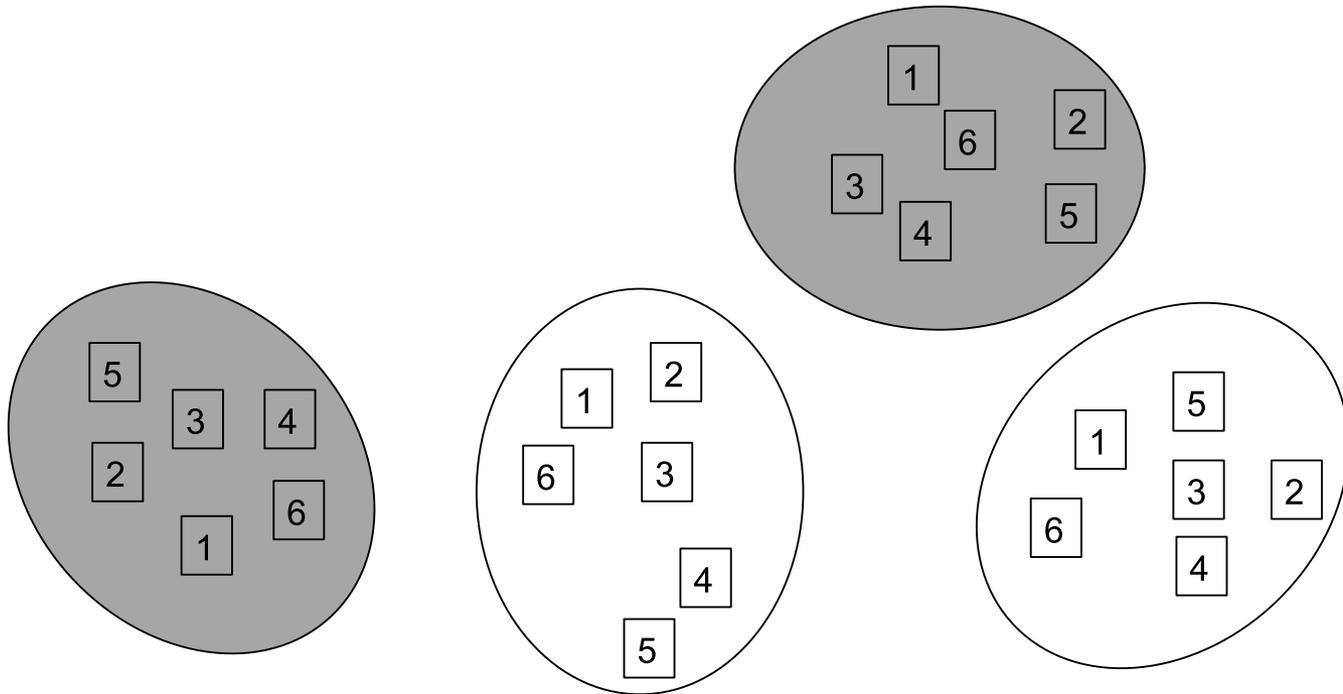
PRINCÍPIO BÁSICO: aloca **tratamentos aleatoriamente dentro** de cada **bloco**



MINIMIZA A CHANCE DE ALGUM EFEITO DESCONHECIDO ATUAR EM APENAS UM TRATAMENTO

SPLIT-PLOT

- **PRINCÍPIO BÁSICO:** Uma réplica de cada nível de tratamento de um dos fatores do experimento em cada réplica do segundo fator. Caso particular de blocos.



Exemplo

Fator 1: 05 antifúngicos diferentes injetados em peixes em gaiolas e um controle (06 níveis)

Fator 2: 02 tipos de lagos (cinza = lagos profundos; branco = lagos rasos)

MULTIFATORIAL - DOIS FATORES

- PRINCÍPIO BÁSICO: Os tratamentos são **completamente cruzados** e **ortogonais**. Todo nível de tratamento do primeiro fator é representado com todos os níveis do segundo

Two way ANOVA

2 factors: **Row** vs. **Column** factors (**R X C**)

		COLUMNS: C levels			
		1	2	...	C
ROWS: R levels	1	<i>Group11</i>	<i>Group12</i>	...	<i>Group1C</i>
	2	<i>Group21</i>

	R	<i>GroupR1</i>	<i>GroupRC</i>

MUITOS OUTROS DELINEAMENTOS

DESIGN TYPE	SCHEMA
A-1 Completely Randomized	
A-2 Randomized Block	
A-3 Systematic	
B-1 Simple Segregation	
B-2 Clumped Segregation	
B-3 Isolative Segregation	
B-4 Randomized, but with inter-dependent replicates	
B-5 No replication	

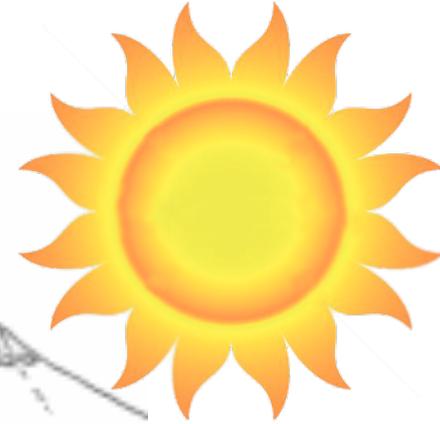
Hurlbert (1984)

E MAIS:
QUADRADO LATINO
SÉRIES TEMPORAIS
ANTES-DEPOIS-CONTROLE-IMPACTO (ADCI)

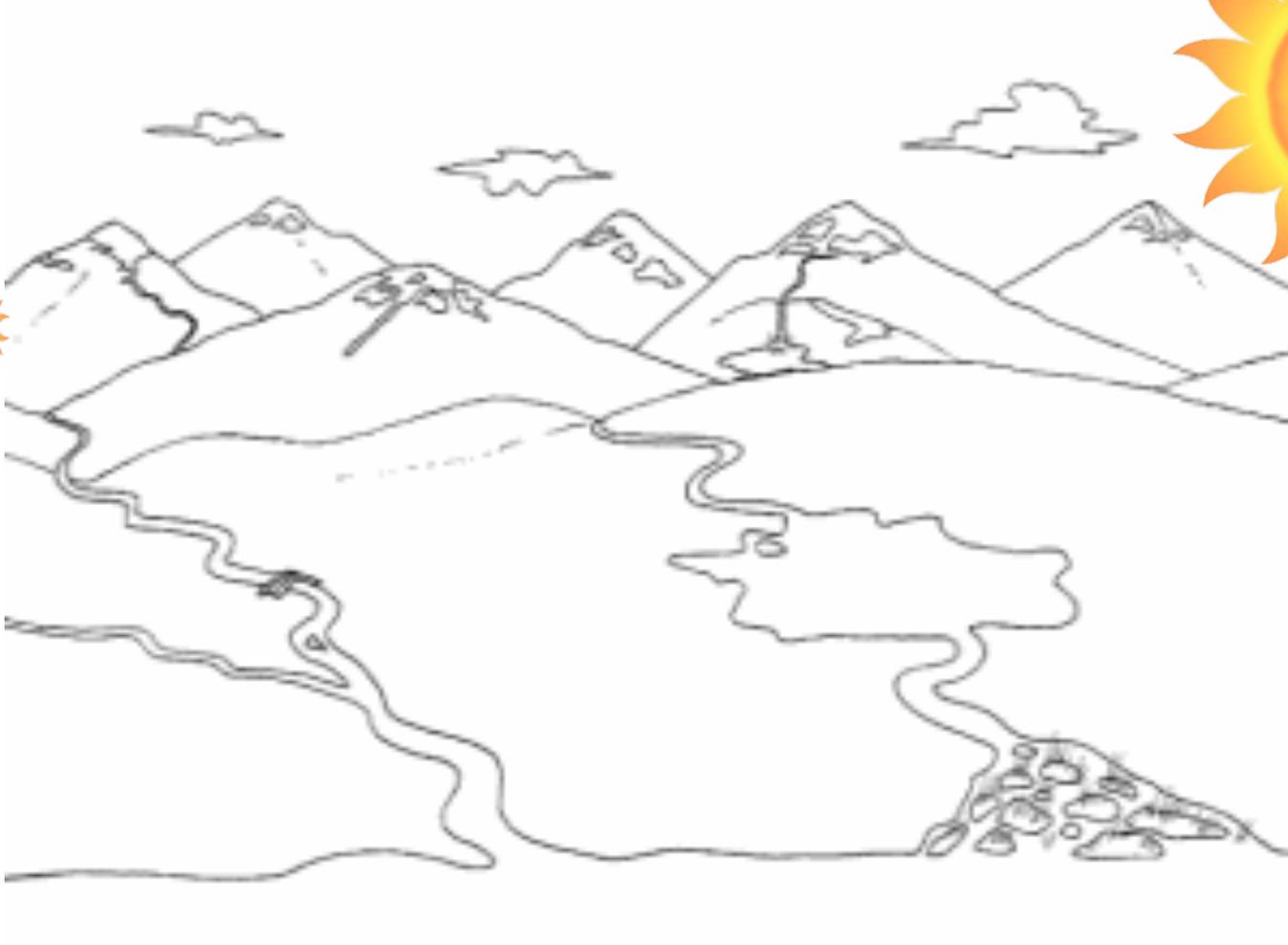
...

Qual(is) experimento(s) você faria para separar os efeitos do excesso de radiação sobre as folhas e o efeito do ressecamento do solo?

Oeste (W)



Sul (S)



Norte (N)

Oceano Atlântico - Leste (E)