

# BCC502 Metodologia de Pesquisa em Ciência da Computação

## 2025/2

# Elementos de pesquisa



UFOP

Vander Luis de Souza Freitas  
[vander.freitas@ufop.edu.br](mailto:vander.freitas@ufop.edu.br)



# Elementos de Pesquisa

## Agenda

- Objetivos
- Problema de pesquisa
- Procedimento metodológico
- Hipótese de pesquisa
- Resultados esperados
- Limitações do trabalho

# Elementos de Pesquisa - Objetivos

- Prepare/Execute o trabalho **antes** de escrever.



# Elementos de Pesquisa - Objetivos

- Prepare/Execute o trabalho **antes** de escrever.
- Após definir o objetivo da pesquisa, tudo girará em torno dele (justificativa, revisão da literatura, materiais e métodos, resultados esperados). Esta é a parte mais difícil de qualquer trabalho.
- Evite objetivos como:
  - “O objetivo deste trabalho é aumentar meu conhecimento na área de estudo”: é fácil de cumprir, mas cientificamente inútil.
  - “O objetivo deste trabalho é propor...” (software, sistema, protótipo, modelo...): apenas propor algo também não é suficiente. Deve ser melhor ou diferente do que já existe.

# Elementos de Pesquisa - Objetivos

- Segundo o Prof. John W. Chinneck, a descrição de um problema de pesquisa consiste em três partes:
  - Uma declaração precisa da questão ou problema que a monografia aborda.
  - Uma explicação, por meio de referência direta à bibliografia, de que tal questão de pesquisa ainda não foi abordada.
  - Uma discussão sobre a importância de abordar a questão de pesquisa.

# Elementos de Pesquisa - Objetivos

- Deve-se evitar afirmar que “não encontrei nada semelhante” durante a revisão da literatura. Deve-se relacionar o que foi encontrado com as questões de pesquisa abordadas.
  - Da Vinci não conhecia a tecnologia usada em aviões modernos e provavelmente não encontrou nada semelhante. Assim, ele baseou seus estudos sobre máquinas voadoras na estrutura do voo dos pássaros (o mais próximo que ele tinha na época).
- Além disso, deve-se dar atenção à literatura recente, sem ignorar a antiga.

# Elementos de Pesquisa - Objetivos

Como escolher um objetivo de pesquisa

1. Escolha um tópico de pesquisa, ou seja, a área do conhecimento na qual você vai trabalhar.
2. Revisão da literatura.
3. Defina o objetivo da pesquisa. Ele provavelmente surgirá da última etapa, referente aos problemas em aberto. As etapas 2 e 3 podem ser repetidas algumas vezes para refinar o objetivo.

Antes de prosseguir com o objetivo, é preciso verificar novamente se ele não foi alcançado em trabalhos anteriores e quais resultados foram obtidos.

O exemplo da catapulta foi um completo desastre devido à falta de revisão da literatura.

# Elementos de Pesquisa - Tópico

- De preferência, algo interessante para você e seu orientador.
- Tente ser específico. Exemplos de diferentes níveis:
  - Ciência da Computação
    - Inteligência Artificial
      - Métodos de busca
      - Busca heurística
        - Algoritmo A\*
- Não faz sentido: “Aplicação de algoritmos ao problema de pavimentação de ruas”
- Um pouco melhor: “Busca heurística aplicada ao problema do transporte de máquinas para pavimentação de ruas”
- Outro exemplo ruim: “Aplicação de técnicas de inteligência artificial para resolver o problema X” (muito genérico)
- Importante: certifique-se de que as contribuições sejam na área de Ciência da Computação

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa

- Problema de pesquisa: É preciso identificar um problema adequado. Propor um novo método por si só não é apropriado sem uma justificativa.
- Como formular os objetivos: o objetivo deve ser verificável. De preferência, deve deixar claro se uma determinada hipótese testada é verdadeira ou não ao final da pesquisa.
- Verbos interessantes para um objetivo:
  - demonstrar, provar, melhorar (de acordo com uma métrica), etc.
- Deve-se evitar:
  - propor, estudar, apresentar, etc.
  - “O objetivo deste trabalho é apresentar operadores lógicos booleanos”. Algumas linhas de texto cumprem o objetivo, portanto, não se trata de um objetivo de pesquisa.

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa



- Ao avaliar um projeto de pesquisa, o avaliador tenta responder às seguintes perguntas:
  - Qual é a questão de pesquisa proposta pelo aluno?
  - É uma boa questão? (Ela já foi respondida por alguém? Vale a pena respondê-la?)
  - O aluno conseguiu convencer o leitor de que a questão foi respondida adequadamente?
  - O aluno contribuiu de forma significativa para o aumento do conhecimento?

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa



- Restrições de tempo:
  - A complexidade do objetivo da pesquisa deve ser compatível com o nível de formação do pesquisador.
    - Alunos de graduação não podem ter um objetivo muito complexo devido às restrições de tempo. O mesmo se aplica a alunos de mestrado e doutorado, mas os níveis de complexidade também acompanham o nível acadêmico.
  - **Peça ajuda ao seu orientador.**

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa

Um objetivo de pesquisa bem-sucedido deve ser:

**S** - specific (específico)

**M** - measurable (mensurável)

**A** - attainable (atingível)

**R** - realistic (realista)

**T** - time bound (factível dentro do tempo disponível)

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa

**Pergunta de pesquisa:** em que medida a acurácia do modelo  $\langle X \rangle$ , treinado com a técnica de aprendizado  $\langle L \rangle$ , pode ser significativamente melhorada ao aumentar os dados de entrada  $\langle D \rangle$  com o pipeline  $\langle Z \rangle$ ?

**Objetivo da pesquisa:** quantificar a melhoria estatística da acurácia do modelo  $\langle X \rangle$ , treinado com a técnica de aprendizado  $\langle L \rangle$ , quando os dados de entrada  $\langle D \rangle$  são aumentados com o pipeline  $\langle Z \rangle$ .

**Hipótese da pesquisa:** SE o pipeline  $\langle Z \rangle$  for usado para aumentar os dados de entrada  $\langle D \rangle$ , ENTÃO a acurácia de teste do modelo  $\langle X \rangle$ , treinado com a técnica de aprendizado  $\langle L \rangle$ , será estatisticamente significativamente maior do que a acurácia de teste associada a um modelo  $\langle X_b \rangle$  (*baseline*) treinado com os mesmos dados de entrada sem esse aumento.

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa

- Objetivos específicos:
  - Testáveis como o objetivo geral.
  - Não os confunda com etapas metodológicas.
  - Se o objetivo geral é testar uma hipótese, os objetivos específicos estabelecem uma prova de uma série de condições associadas à hipótese.

# Elementos da pesquisa - Formulação do objetivo da pesquisa

Exemplo:

- **Objetivo da pesquisa:** Verificar se as equipes autogerenciadas funcionam melhor do que as equipes com um gerente.
- **Objetivos específicos:**
  - Verificar se as equipes autogerenciadas são mais produtivas.
  - Verificar se seus membros são mais felizes.
  - Verificar se os produtos são melhores.
  - PS: tudo de acordo com métricas bem definidas. Todas as dimensões da análise constituem o significado de “melhor” do objetivo da pesquisa.

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- Um trabalho científico utiliza um “procedimento metodológico” e não uma metodologia (o estudo de métodos).
- Definido após a identificação do objetivo da pesquisa.
- Se as etapas propostas forem executadas corretamente, os resultados obtidos serão convincentes.
  - Revisões sistemáticas
  - Entrevistas
  - Desenvolvimento de protótipos
  - Modelos teóricos
  - Experimentos
  - Como os dados são organizados e comparados
  - **PS: isso depende do objetivo da pesquisa.**

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



- Procedimento ingênuo: “trabalhar com dois grupos, um com uma ferramenta e outro sem (controle)” poderia fazer parte do procedimento, mas não é suficiente. Por quê?
  - E se a diferença entre as médias dos dois grupos for de 0,5? É possível afirmar que um é melhor que o outro? E se a diferença for de 5? Poderíamos usar ferramentas estatísticas para responder a essa pergunta.

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- **Uso Incorreto da Lógica:** em Monty Python, Belvedere afirma que se uma mulher pesa o mesmo que um pato, ela é uma bruxa.
  - Bruxas queimam. Madeira também.
  - Madeira flutua na água. Patos também.
  - Portanto, se o peso de uma mulher for comparável ao de um pato, ela é feita de madeira e, consequentemente, uma bruxa.



**Fonte:** [https://www.youtube.com/watch?v=zrzMhU\\_4m-g](https://www.youtube.com/watch?v=zrzMhU_4m-g)

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

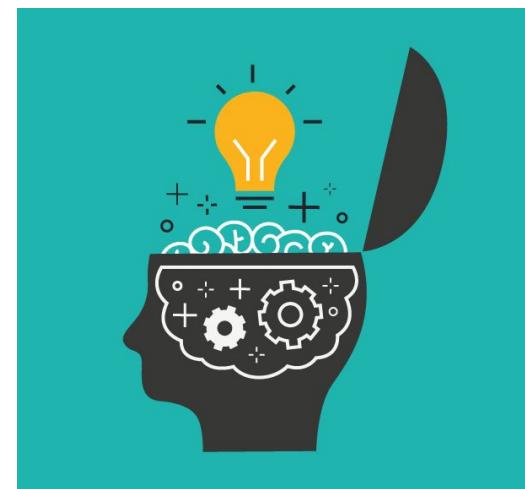
- O procedimento metodológico não pode ser simplesmente uma lista de etapas.
- Se o aluno define seu procedimento como:
  - Revisão da literatura
  - Definição de requisitos
  - Implementação do protótipo
  - Avaliação do protótipo
- É necessário fornecer mais detalhes sobre como essa avaliação será conduzida:
  - Estudo de caso confirmatório?
  - Experimentação controlada?
  - Pesquisa com especialistas?
- Deve-se demonstrar que o procedimento leva a conclusões adequadas.
- Considerando a pesquisa empírica, é preciso detalhar como as amostras são coletadas, analisadas e os testes estatísticos realizados.
  -

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



## Dados versus conceitos

- Coletar, tabular e representar dados em gráficos não é suficiente para validar uma hipótese.
- O foco deve estar no pensamento crítico e na extração de informações relevantes a partir deles.
  - Qual é a mensagem?



# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



## Questionário como ferramenta

- Este instrumento dispensa a presença do pesquisador.
- Contudo, é fundamental ter uma hipótese clara antes de distribuir questionários, mesmo em pesquisas exploratórias.

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

## Questionário como ferramenta

Exemplo na Inglaterra:

- Pesquisadores entrevistaram homens e mulheres perguntando quantos parceiros sexuais eles tiveram ao longo da vida:
  - Média para homens: 10
  - Média para mulheres: 3
  - Interpretação simples: os homens têm mais parceiros.
- No entanto, considerando que a maioria das pessoas se declara heterossexual, os números para homens e mulheres deveriam ser equivalentes.
- Portanto: ou os homens exageram seus números ou as mulheres os subestimam, ou ambos mentem.
- Mensagem principal: é preciso tentar descobrir mais do que o óbvio...



# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

## Questionário como ferramenta



- Viés de pesquisa: é preciso evitar vieses na amostragem. A amostragem aleatória é importante para evitar distorções nos resultados.
- Exemplo de viés: questionários enviados por e-mail para 100 pessoas com apenas 30 respostas.
  - Imagine uma pergunta como: “Você costuma responder a questionários enviados por e-mail?”

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

## Definições constitutivas e operacionais

- Definições constitutivas:

- Como em um dicionário
- Formal
- **Ex:** uma gramática formal pode ser definida como um conjunto de regras de produção; uma regra de produção pode ser expressa como duas sequências de símbolos; e assim por diante.

$$S \rightarrow [acd]S$$

$$S \rightarrow bB_1$$

$$B_1 \rightarrow bB_2$$

$$B_2 \rightarrow bB_2$$

$$B_2 \rightarrow aA$$

$$B_1 \rightarrow [acd]S$$

$$B_2 \rightarrow [cd]S$$

$$A \rightarrow [acd]S$$

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

## Definições constitutivas e operacionais

- Definições operacionais:
  - Significado prático de um termo.
  - Elas se concentram nas operações e medições usadas para manipular ou mensurar um fenômeno.
  - Elas definem como medir variáveis informais como “facilidade” e “flexibilidade”.
    - Facilidade: número de toques no teclado necessários para executar uma tarefa.
    - Flexibilidade: tempo médio que um programador leva para adicionar novos recursos a um software.



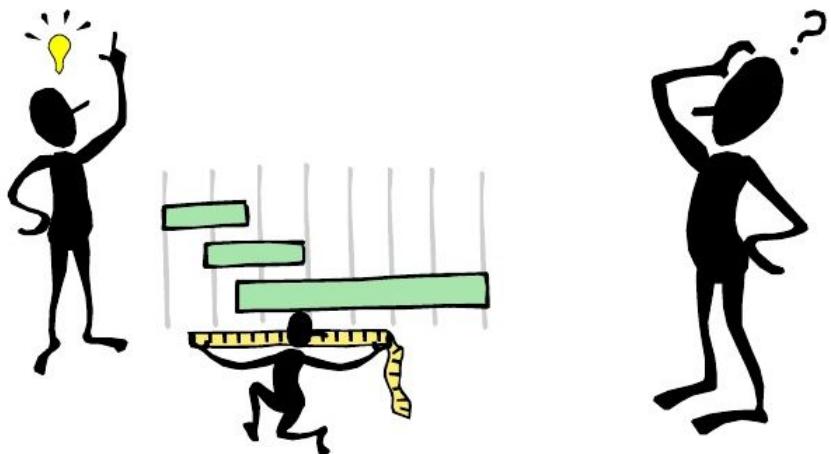
# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

## Definições constitutivas e operacionais



- Definições operacionais:
  - Necessárias para mensurar fenômenos informais.
  - Sem uma definição operacional, o trabalho pode ser meramente especulativo.
  - O objetivo é tornar o conceito mensurável e aplicável.

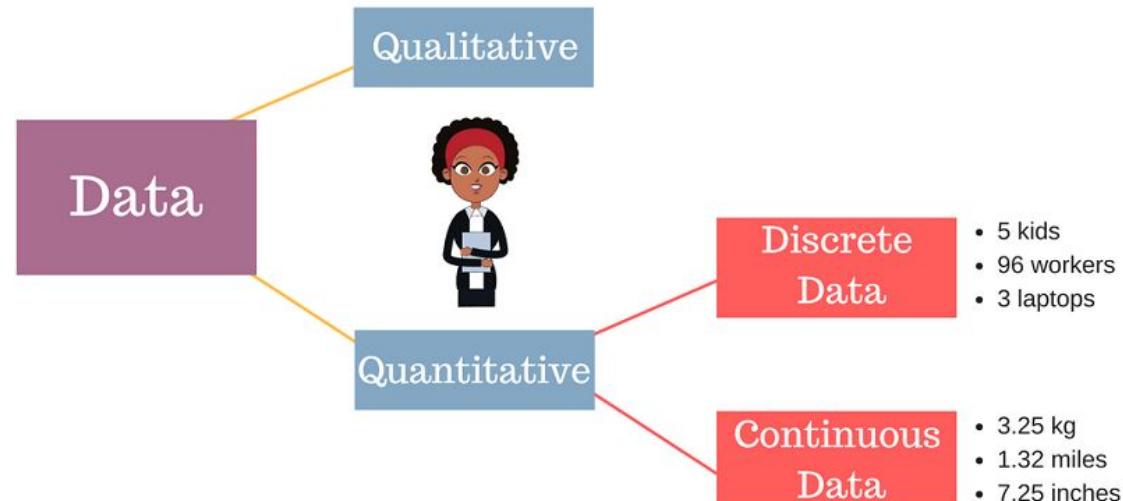
# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



## Variáveis

- Fenômeno que pode ser medido objetivamente.
- Se não varia, é uma **constante** (não uma variável).
- Os valores têm um **domínio**, que pode ser **discreto** ou **contínuo**.

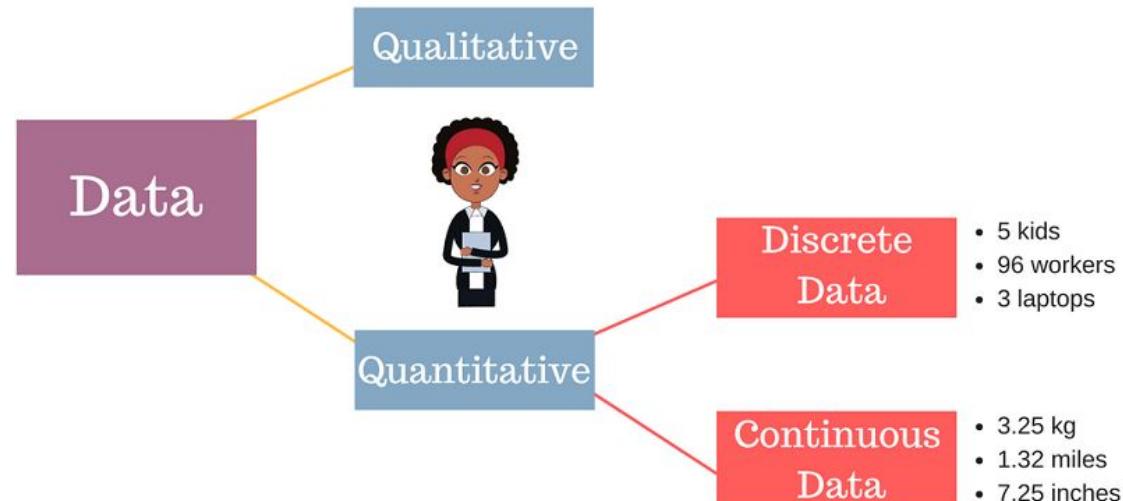
# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



## Variáveis

- Contínuas: valores reais (entre quaisquer dois valores diferentes, sempre existe um terceiro).
- Discretas: valores finitos ou ordenados (números naturais).
- Exemplos:
  - Contínuas: temperatura.
  - Discretas: número de participantes em uma reunião.

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



## Variáveis

- Variáveis discretas com valores finitos: categóricas
- Exemplos:
  - Notas: {A, B, C, D, E}
  - Estado de uma característica em um artefato:
    - {existe, não existe, existe parcialmente}

## Variáveis

- Discretização: processo de transformação de valores contínuos em discretos.
- Exemplo: Notas convertidas em conceitos:
  - 0,0 a 4,9 → Conceito E
  - 5,0 a 5,9 → Conceito D
  - 6,0 a 6,9 → Conceito C
  - 7,0 a 8,9 → Conceito B
  - 9,0 a 10,0 → Conceito A

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

## Variáveis

- Discretização: processo de transformação de valores contínuos em discretos.
- Exemplo: quantização de redes neurais

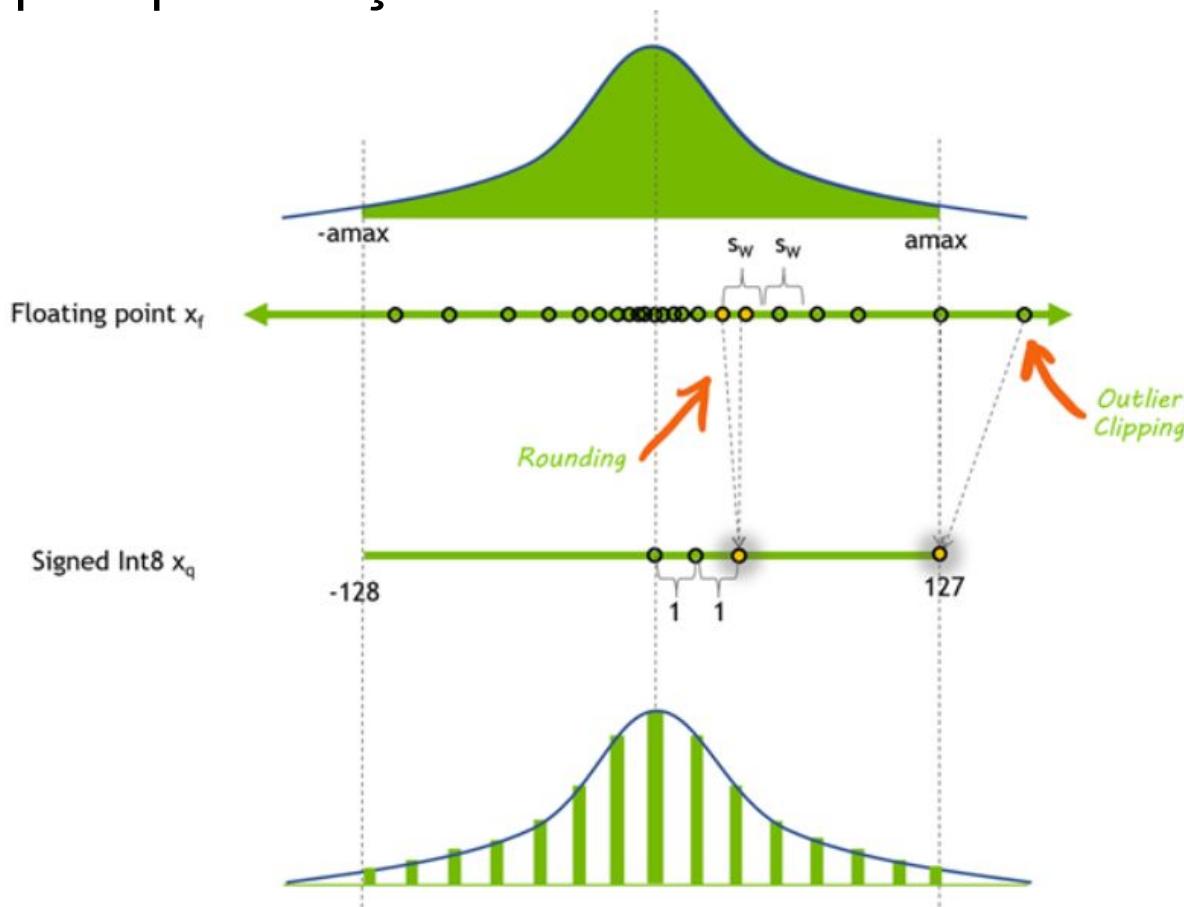


Figure 1. 8-bit signed integer quantization of a floating-point tensor  $x_f$ . The symmetric dynamic range of  $x_f$   $[-amax, amax]$  is mapped through quantization to  $[-128, 127]$ .

## Variáveis

- Variáveis medidas versus variáveis manipuladas:
  - Medidas: observadas pelo pesquisador.
    - Exemplo: Quantas vezes um usuário consulta o manual?
  - Manipuladas: manipuladas deliberadamente no experimento.
    - Exemplo: número de etapas em uma tarefa dada ao usuário.
- O pesquisador fornece várias tarefas (manipuladas), cada uma com um número predefinido de etapas, e observa quantas vezes o usuário consulta o manual (observadas).

## Variáveis

Variáveis medidas versus variáveis manipuladas:

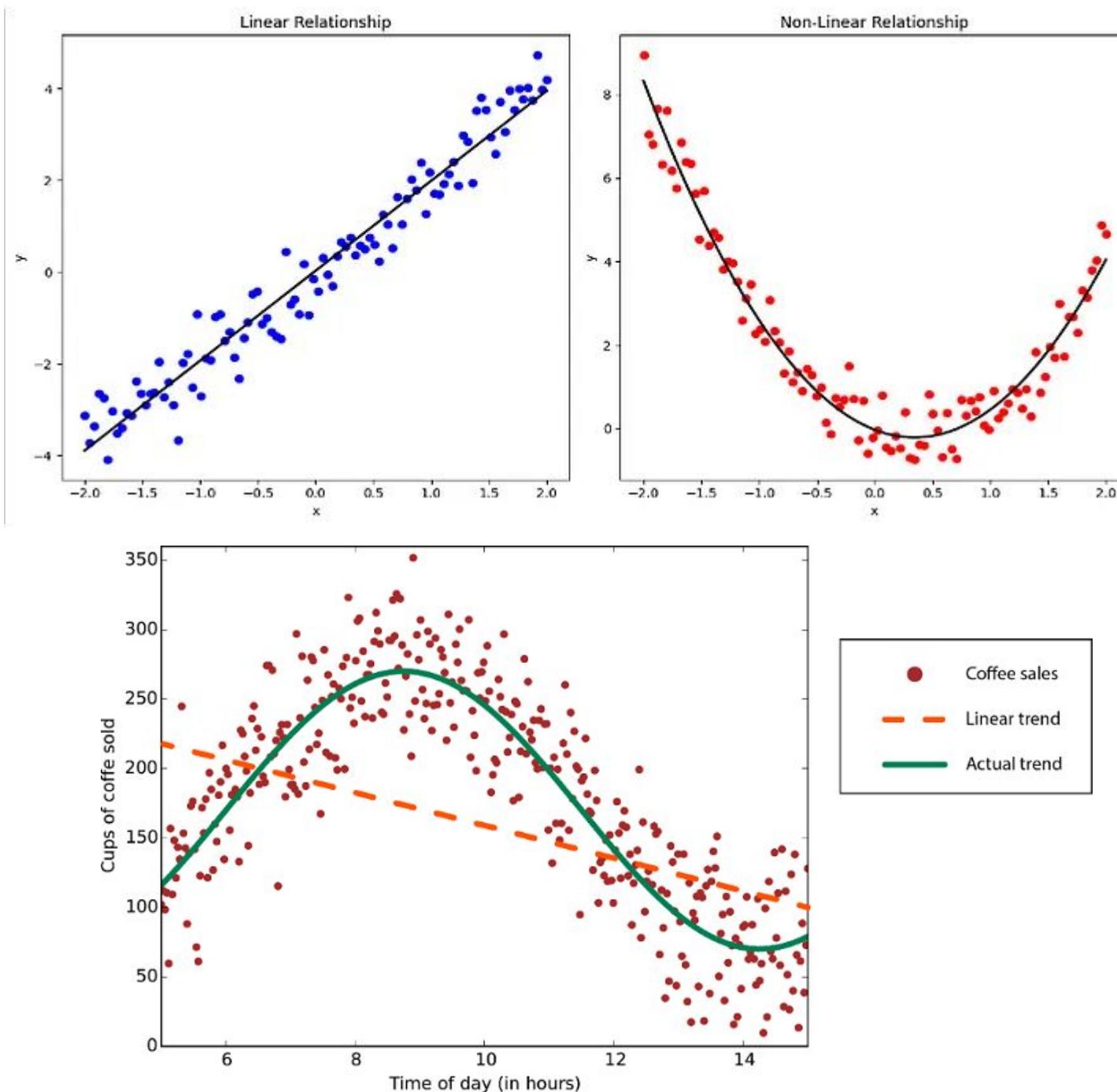
- Deseja-se testar se existe dependência entre variáveis.
- Variável independente: influencia a outra.
- Variável dependente: é influenciada pela independente.
- Exemplo:
  - Número de passos (independente)
  - Consultas manuais (dependente)

## Variáveis

Dependência linear versus não linear:

- **Linear:** relação direta, que pode ser representada por uma função de primeira ordem:
  - Exemplo: Para cada etapa, 2 consultas:  $y = 2x$
- **Não linear:** relação mais complexa, representada por polinômios de graus mais elevados ou outras funções (logarítmica, exponencial, etc.).

# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

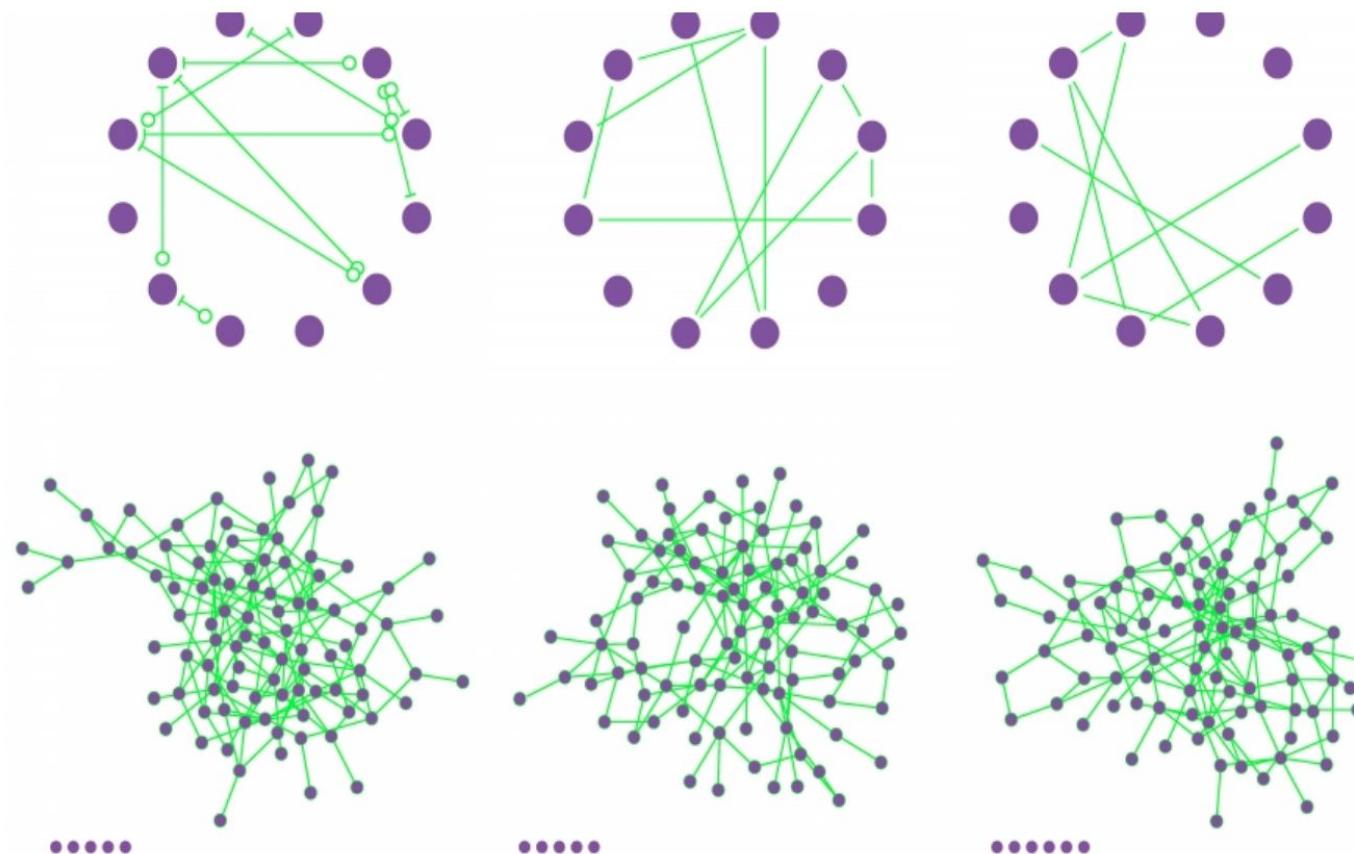


# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- Um exemplo rápido sobre resultados analíticos versus empíricos: a distribuição de graus de redes aleatórias com  $\langle k \rangle \ll N$  é bem aproximada pela distribuição de Poisson.

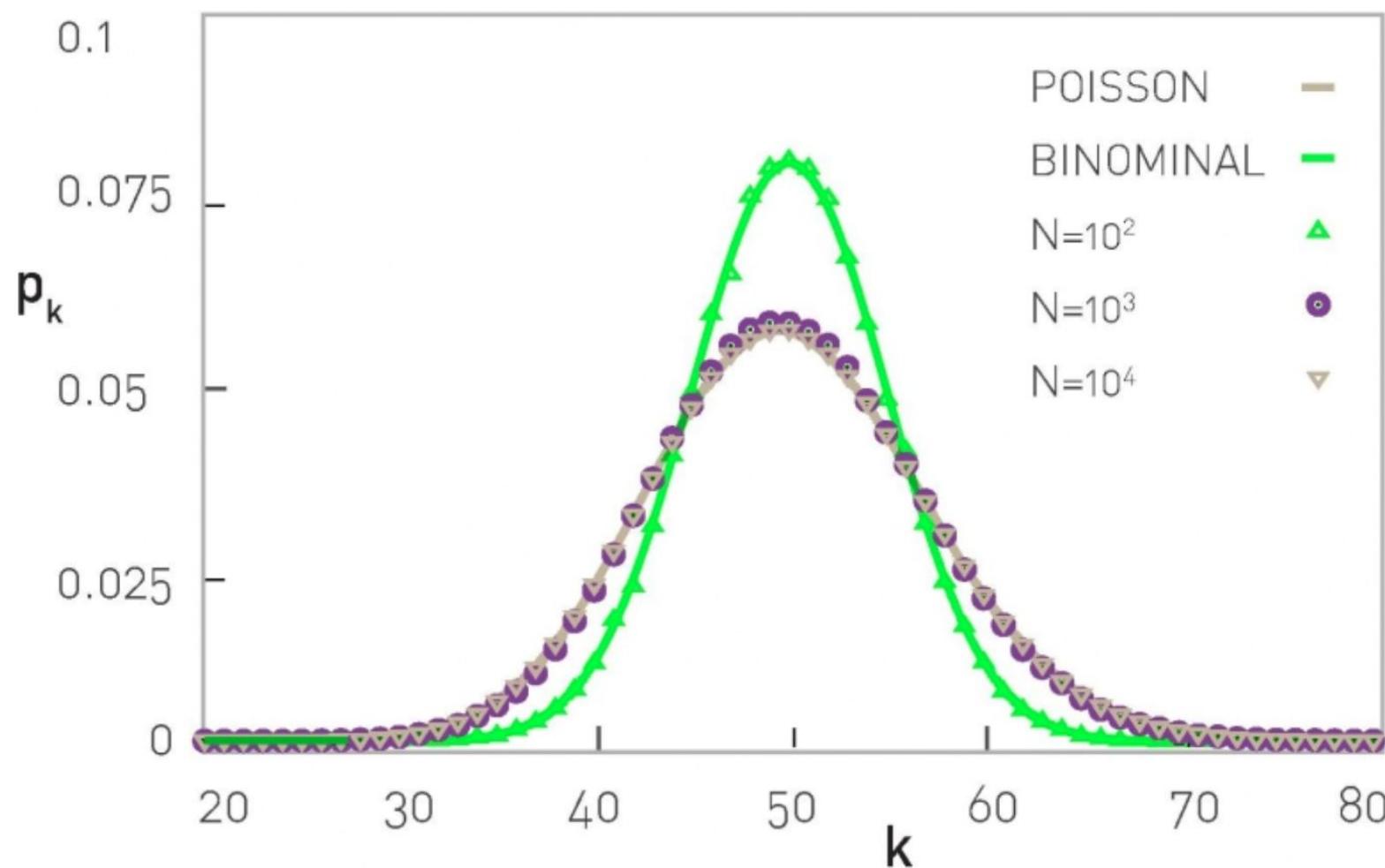
Top: three realizations with  $p=1/6$  and  $N=12$ : ( $L=10, 10, 8$ ).

Bottom: three realizations with  $p=0.03$  and  $N=100$ .



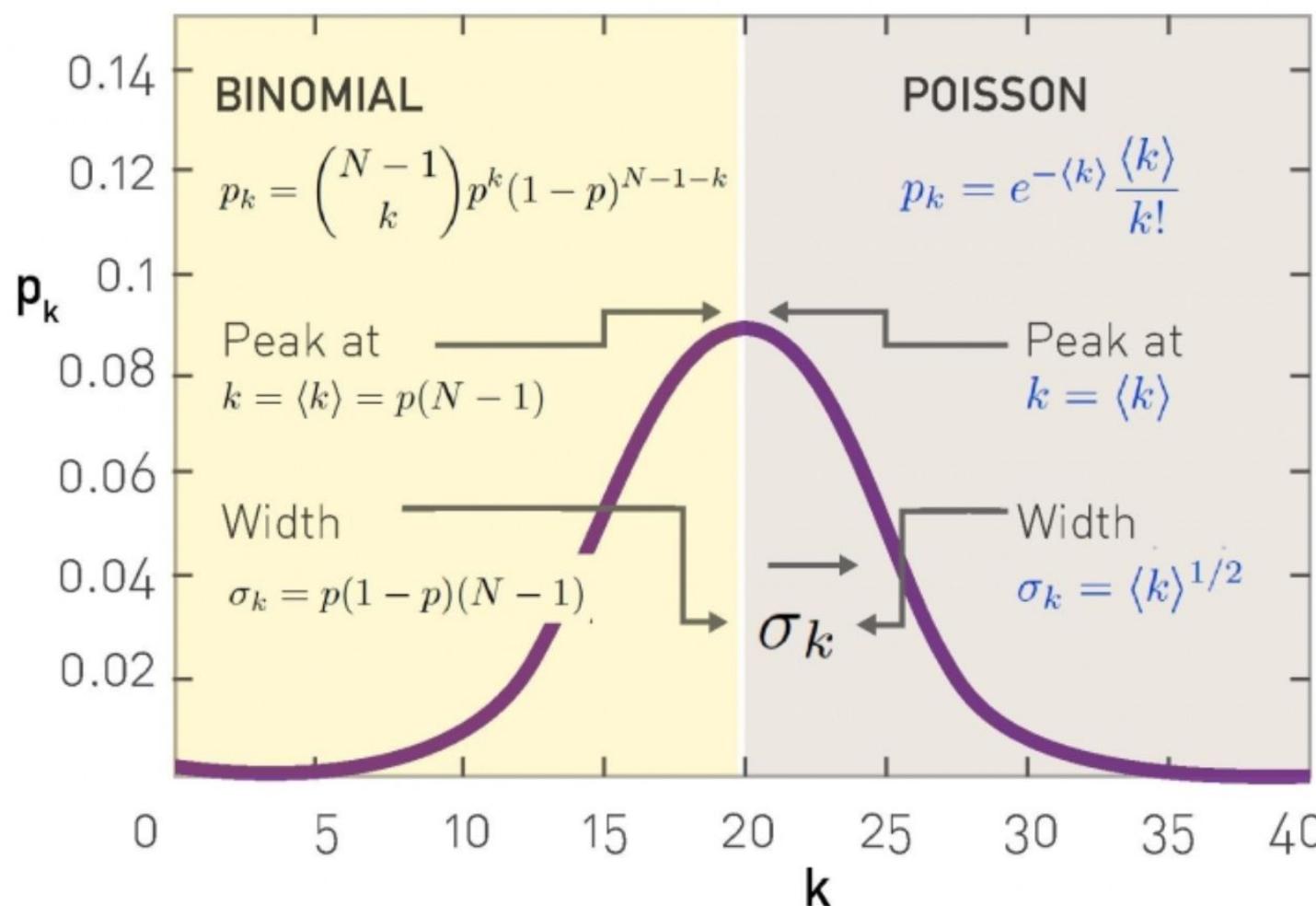
# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- Um exemplo rápido sobre resultados analíticos versus empíricos: a distribuição de graus de redes aleatórias com  $\langle k \rangle \ll N$  é bem aproximada pela distribuição de Poisson.



# Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- Um exemplo rápido sobre resultados analíticos versus empíricos: a distribuição de graus de redes aleatórias com  $\langle k \rangle \ll N$  é bem aproximada pela distribuição de Poisson.



## Hipótese de Pesquisa

- Diferença entre um trabalho científico e um trabalho técnico.
- **Hipótese:** afirmação cuja veracidade ou falsidade pode ser testada.
- O objetivo é **provar** ou **refutar** a hipótese.
- Um objetivo sem uma hipótese clara é arriscado.
- Exemplo: Provar que  $P = NP$  é válido, mas sem uma boa hipótese pode levar ao fracasso.

# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## E se refutarmos a hipótese?

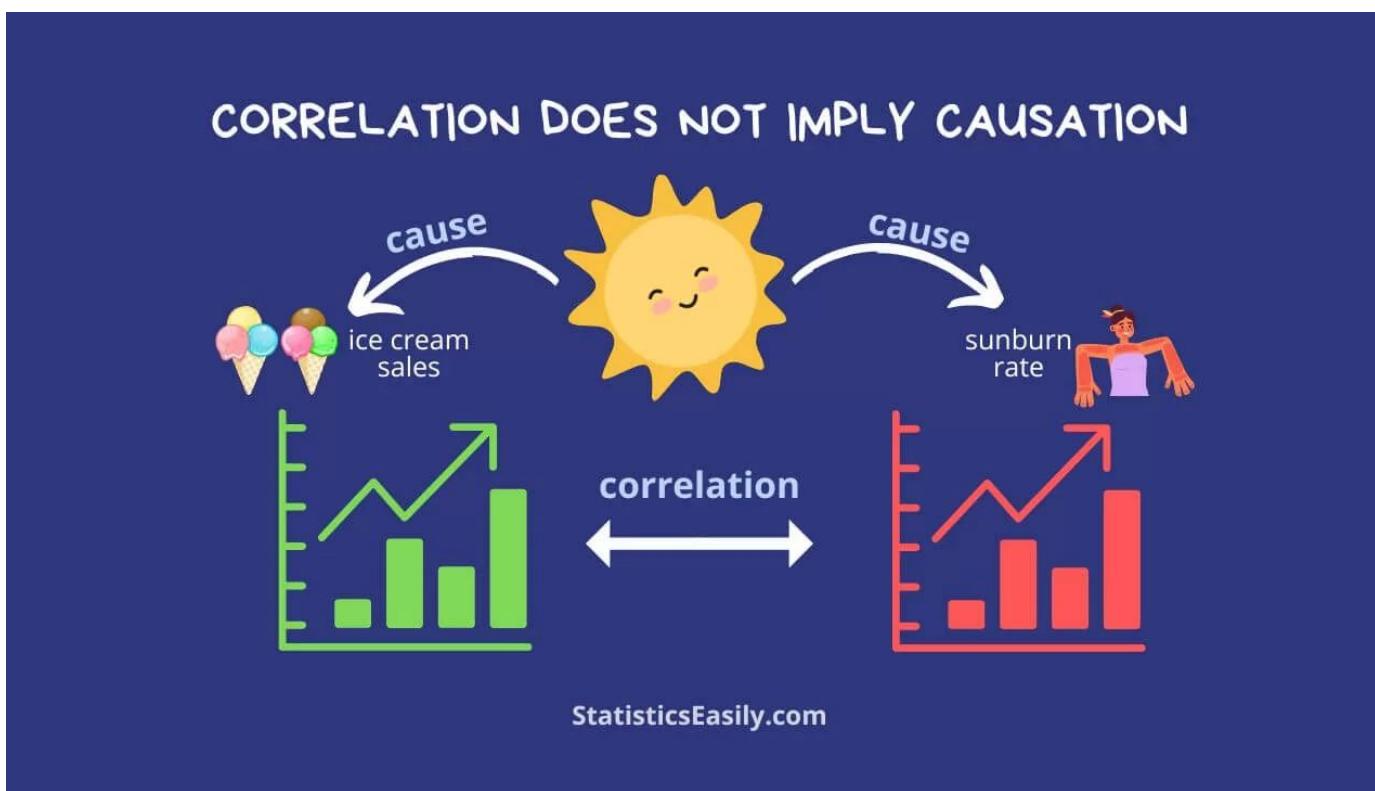
- Hipótese sem justificativa adequada: se refutada, não traz novos conhecimentos.
- Hipótese bem justificada: mesmo refutada, pode gerar informações interessantes e desmistificar crenças.



# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## Correlação versus causalidade

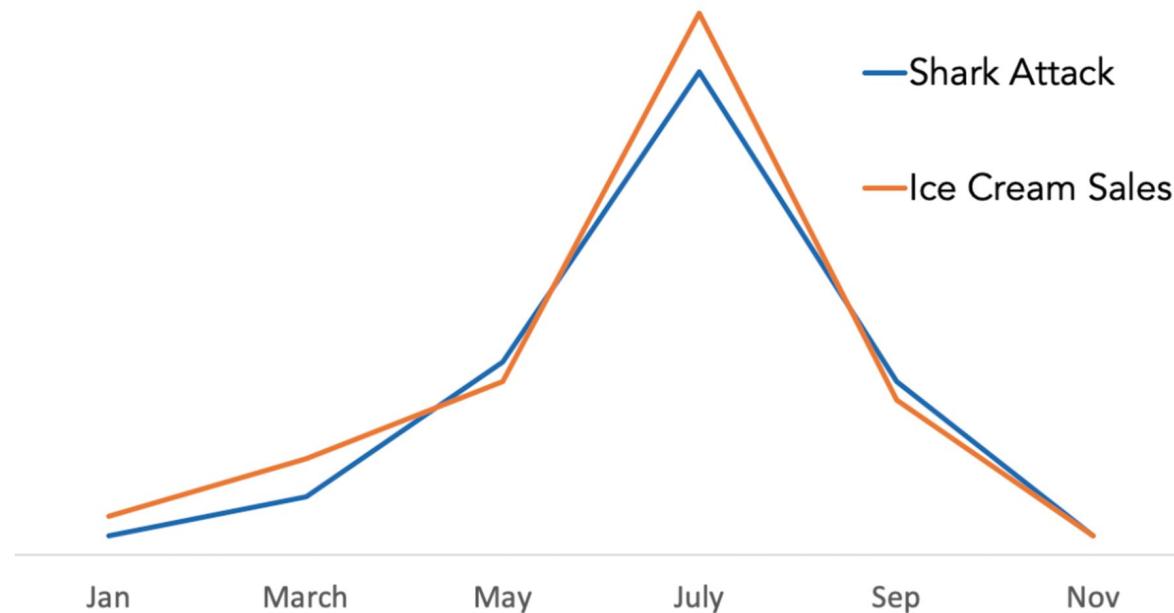
- Problema de pesquisa: verificar a relação entre variáveis (correlação positiva ou negativa).
- Correlação não implica causalidade.
- Uma teoria deve ser desenvolvida para explicar a relação de causa e efeito.



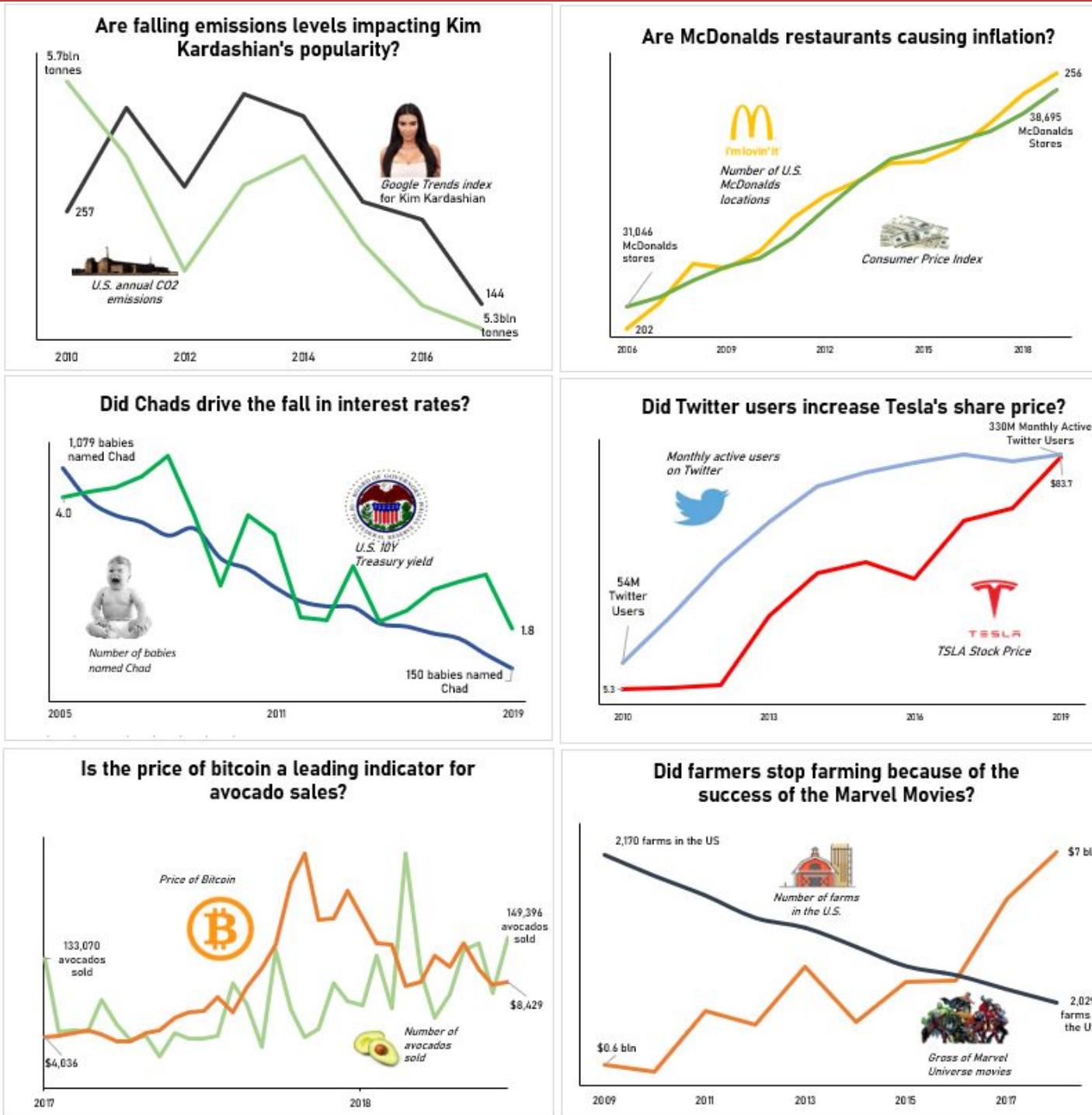
# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## Correlação versus causalidade

- Problema de pesquisa: verificar a relação entre variáveis (correlação positiva ou negativa).
- Correlação não implica causalidade.
- Uma teoria deve ser desenvolvida para explicar a relação de causa e efeito.



# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa



# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## Correlação versus causalidade

- Outro exemplo:
  - Hipótese: trabalhadores bem alimentados são mais produtivos.
  - Teste: pausa para café adicionada à rotina da empresa -> aumento na produtividade.
  - Surpresa: Quando a pausa para café foi removida, a produtividade aumentou ainda mais. Por quê?!
  - Nova teoria: O aumento da produtividade não foi causado pela alimentação.
    - Ocorreu devido à sensação de mudança.
    - Mudanças no ambiente fazem com que os trabalhadores trabalhem mais devido ao medo de serem demitidos.

# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## Justificando a hipótese

- Uma hipótese sem justificativa é arriscada.
- A justificativa deve apresentar evidências de que vale a pena investir tempo e recursos para tentar comprová-la.
- As hipóteses devem ser consistentes com o conhecimento de como o mundo funciona.
  - É consistente/coerente/lógico dizer que programadores que torcem para um determinado time de futebol têm maior probabilidade de apresentar melhores resultados do que outros?



## Justificando a hipótese

- Por que justificar a hipótese?
- O pesquisador deve apresentar evidências que sustentem sua crença na hipótese.
- Isso pode ser baseado em:
  - Experiências anteriores.
  - Leituras e teorias.
  - Reflexão sobre a estrutura do problema.

# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## Justificando a hipótese

- A justificativa reduz o risco
- A hipótese é uma **aposta** na solução do problema de pesquisa.
- Quanto mais **evidências** o pesquisador tiver, menor será o **risco**.
- A justificativa deve mostrar por que a hipótese é uma **boa apostas**.

漢語

汉语

中文

## Justificando a hipótese

- Exemplo: resultados parciais.
  - Mesmo que o algoritmo não seja o melhor em todos os aspectos, ele pode ser relevante.
- Exemplo: O algoritmo pode ser mais eficaz para textos em um determinado idioma.
  - A solução parcial pode ser relevante para um caso **específico**.

# Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

## Justificativa da hipótese

- Evidências para justificar a hipótese:
  - Referências a outros trabalhos que indiquem a viabilidade da hipótese.
  - Dados preliminares coletados pelo próprio pesquisador.
  - Estudos de caso exploratórios também podem ser utilizados.

# Elementos de Pesquisa - Resultados Esperados

## Resultados esperados

- O que acontece quando os objetivos são alcançados?
- Ao contrário dos objetivos, os resultados esperados não são obtidos durante o trabalho, mas sim **após** a sua conclusão.
- Como identificá-los?
  - O que mudaria na indústria/mundo/sociedade/academia se meus objetivos de pesquisa fossem alcançados?

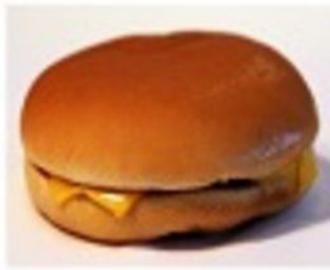
# Elementos de Pesquisa - Limitações



**EXPECTATION...**



**REALITY...**



## Limitações

- Expectativa versus realidade
  - Limitações: Toda pesquisa tem suas limitações.
  - Não é possível resolver todos os problemas da humanidade em poucos anos.
  - Evite a “síndrome de querer mudar o mundo” ou a “síndrome do Prêmio Nobel”.

# Elementos de Pesquisa - Limitações



## Limitações versus falhas

- **Limitações:** aspectos do trabalho que não puderam ser abordados devido à falta de tempo ou recursos.
- **Falhas:** não testar a hipótese ou realizar procedimentos incompletos devido à falta de tempo não é aceitável.

# Elementos de Pesquisa - Limitações



## A importância de identificar as limitações

- As limitações conhecidas devem ser claramente identificadas desde o início.
- Isso evita que o autor se perca ou busque aspectos que vão além dos objetivos.
- Isso também evita expectativas irrealis por parte dos leitores.

# Elementos de Pesquisa



## Mensagem principal

- O trabalho de pesquisa deve ser enquadrado em um tema que faça parte da experiência prévia do pesquisador e do orientador.
- É preciso estabelecer um objetivo de pesquisa e objetivos específicos.
- O objetivo deve ter uma hipótese de trabalho cuja justificativa deve ser bem fundamentada na literatura.
- O procedimento metodológico descreve como a hipótese será testada.
- As limitações deixam claro quais aspectos não serão abordados.