

BCC502 Metodologia de Pesquisa em Ciência da Computação 2025/2

Elementos de pesquisa



UFOP

Vander Luis de Souza Freitas
vander.freitas@ufop.edu.br



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.

- 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.

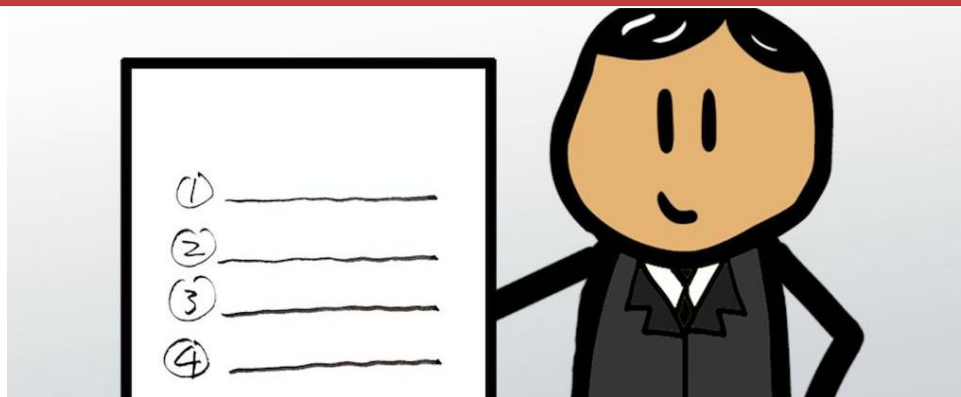
Elementos de Pesquisa - Tópico

- 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?



- 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.**

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)

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

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

Hipótese da pesquisa: SE o pipeline <Z> for usado para aumentar os dados de entrada <D>, ENTÃO a acurácia de teste do modelo <X>, treinado com a técnica de aprendizado <L>, será estatisticamente significativamente maior do que a acurácia de teste associada a um modelo <X_{bbaseline) treinado com os mesmos dados de entrada sem esse aumento.}

- 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.

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.**



- 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, conseqüentemente, uma bruxa.

Fonte: 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?





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.

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...

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?”

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.

$$S \rightarrow [acd]S$$

$$S \rightarrow bB_1$$

$$B_1 \rightarrow bB_2$$

$$B_2 \rightarrow bB_2$$

$$B_2 \rightarrow aA$$

$$B_1 \rightarrow [acd]S$$

$$B_2 \rightarrow [cd]S$$

$$A \rightarrow [acd]S$$

Definições constitutivas e operacionais

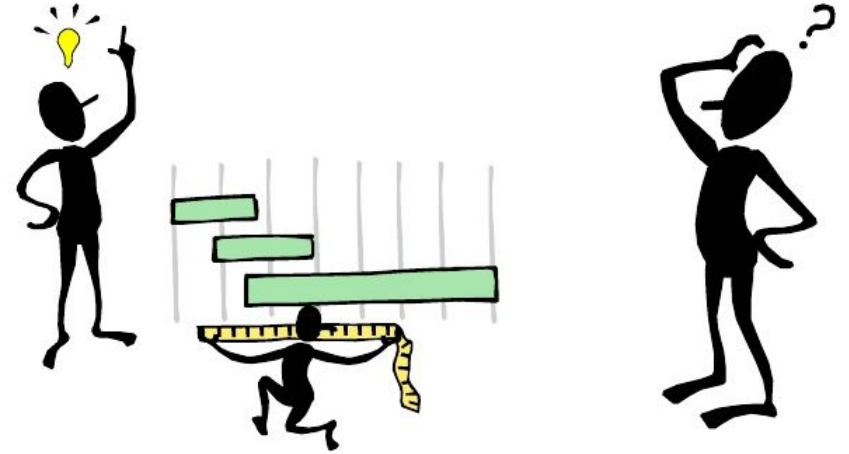
- Definições operacionais:
 - Significado prático de um termo.
 - Elas se concentram nas operações e medições usadas para manipular ou mensurar um fenômeno.
 - Elas definem como medir variáveis informais como “facilidade” e “flexibilidade”.
 - Facilidade: número de toques no teclado necessários para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





Definições constitutivas e operacionais

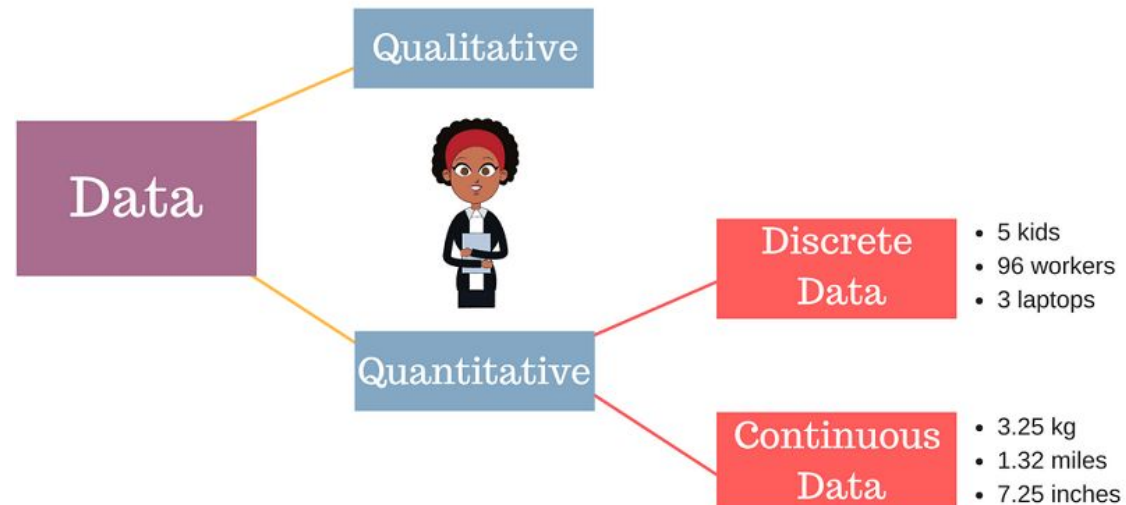
- Definições operacionais:
 - Necessárias para mensurar fenômenos informais.
 - Sem uma definição operacional, o trabalho pode ser meramente especulativo.
 - O objetivo é tornar o conceito mensurável e aplicável.



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**.

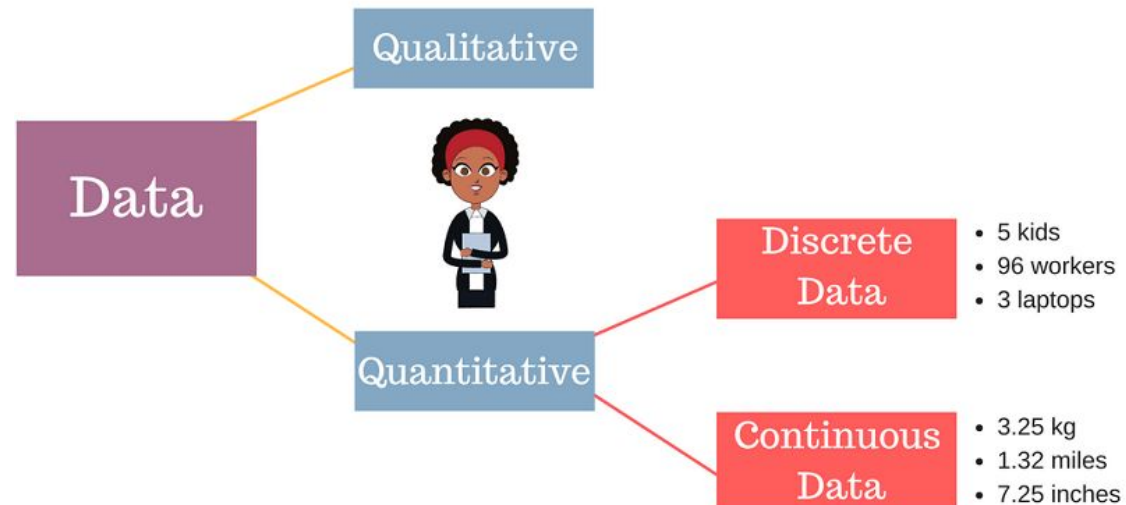
Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico



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

Variáveis

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

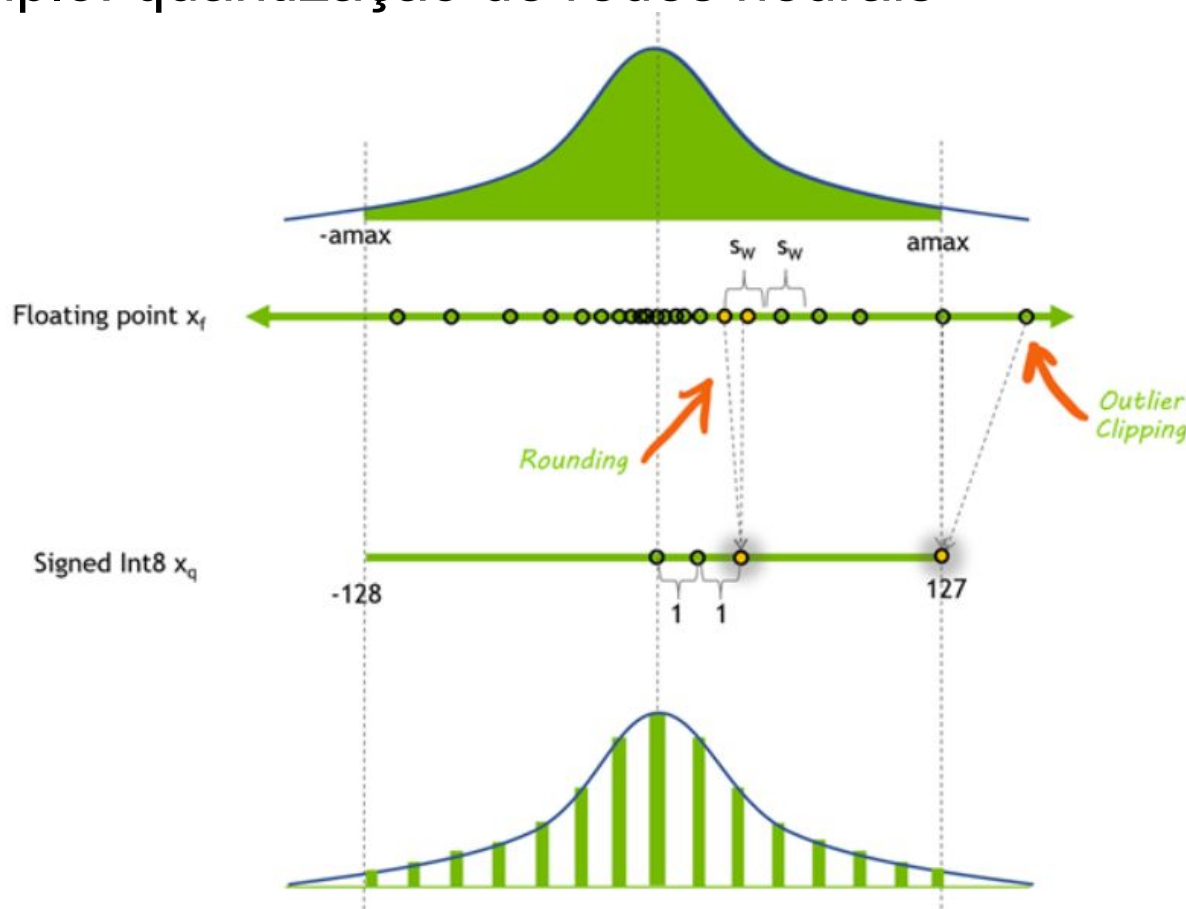


Figure 1. 8-bit signed integer quantization of a floating-point tensor x_f . The symmetric dynamic range of $x_f[-amax, amax]$ is mapped through quantization to $[-128, 127]$.

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:

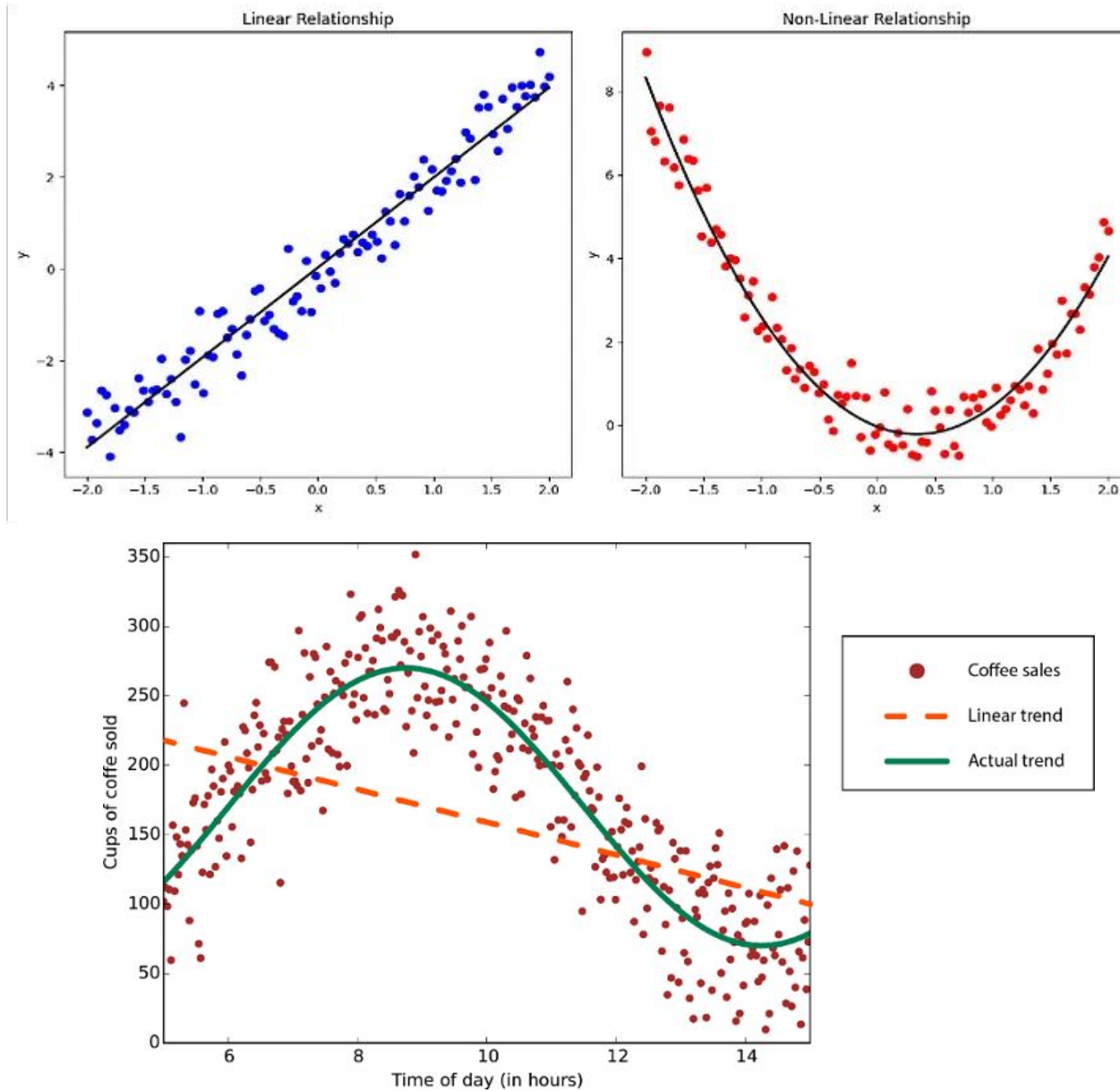
- Deseja-se testar se existe dependência entre variáveis.
- Variável independente: influencia a outra.
- Variável dependente: é influenciada pela independente.
- Exemplo:
 - Número de passos (independente)
 - Consultas manuais (dependente)

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

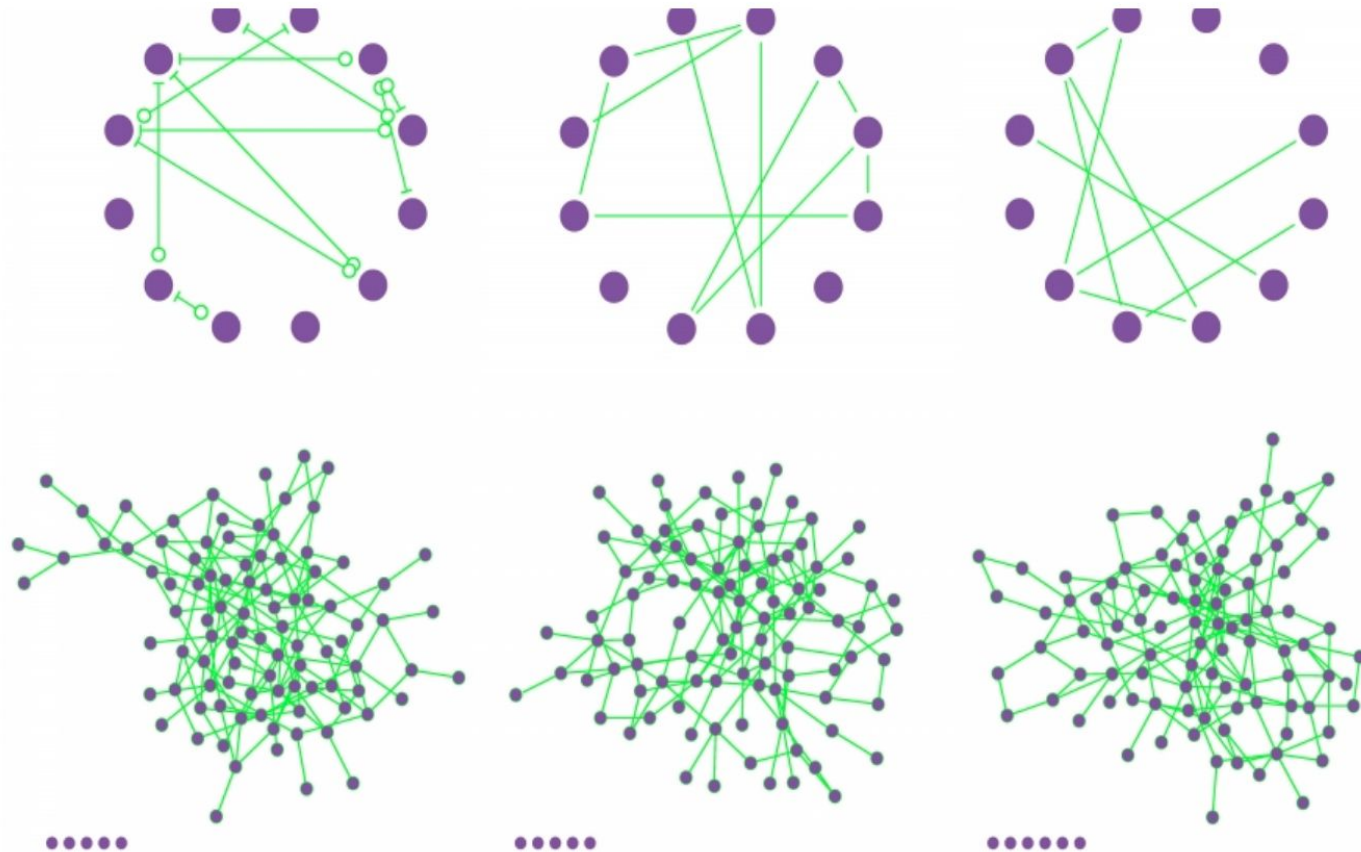


Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- 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.

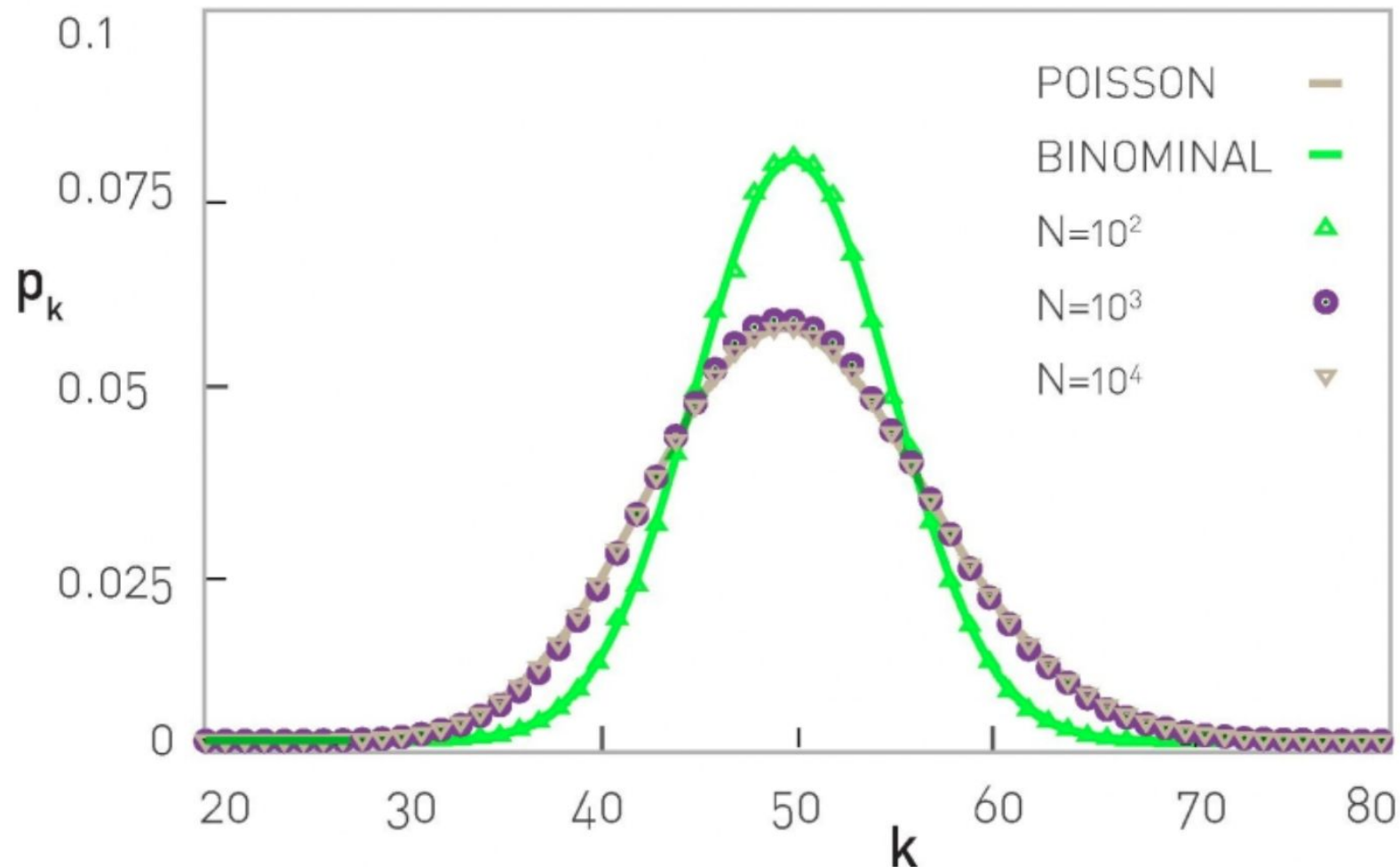
Top: three realizations with $p=1/6$ and $N=12$: ($L=10, 10, 8$).

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



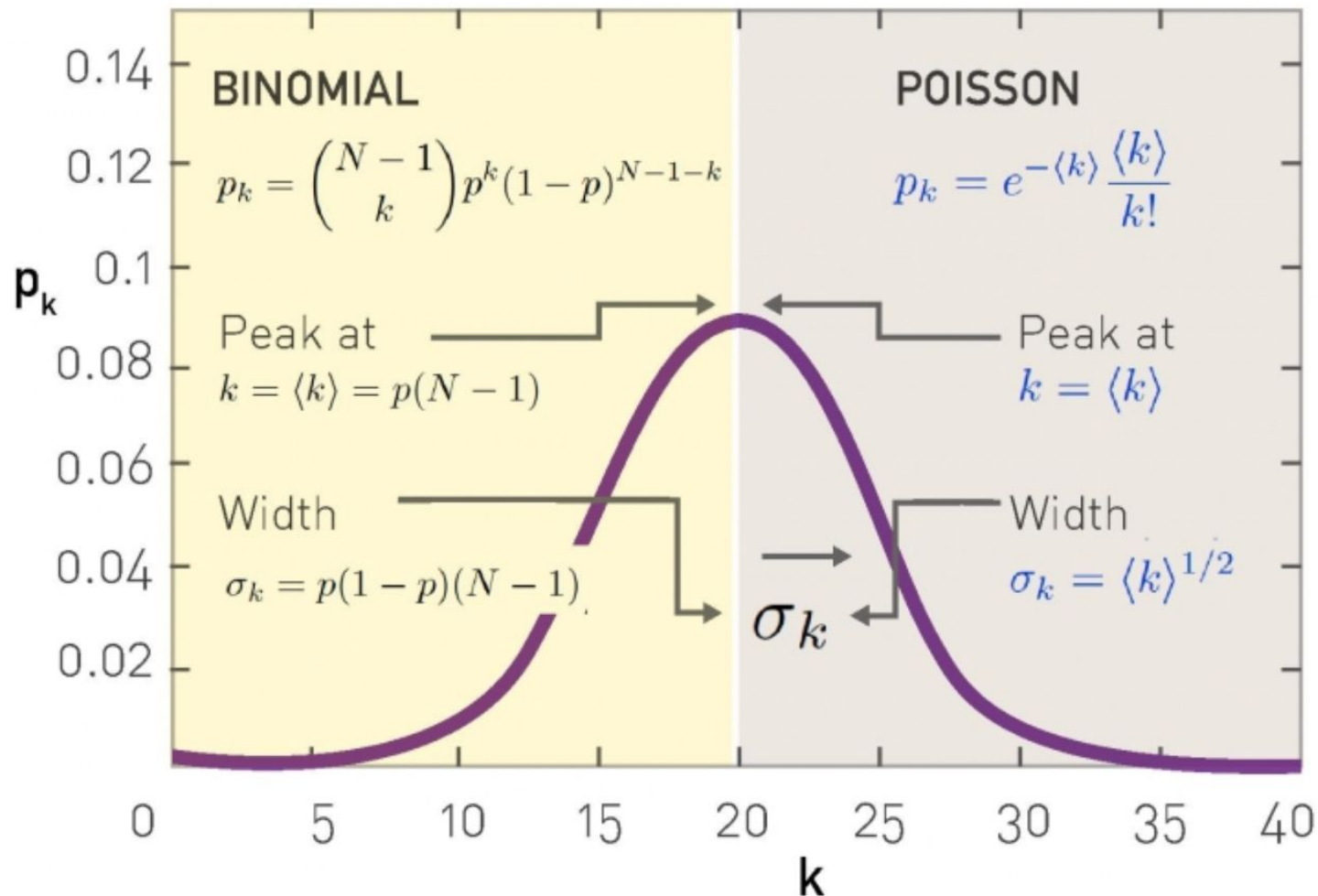
Elementos de pesquisa - Procedimento metodológico

- 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.

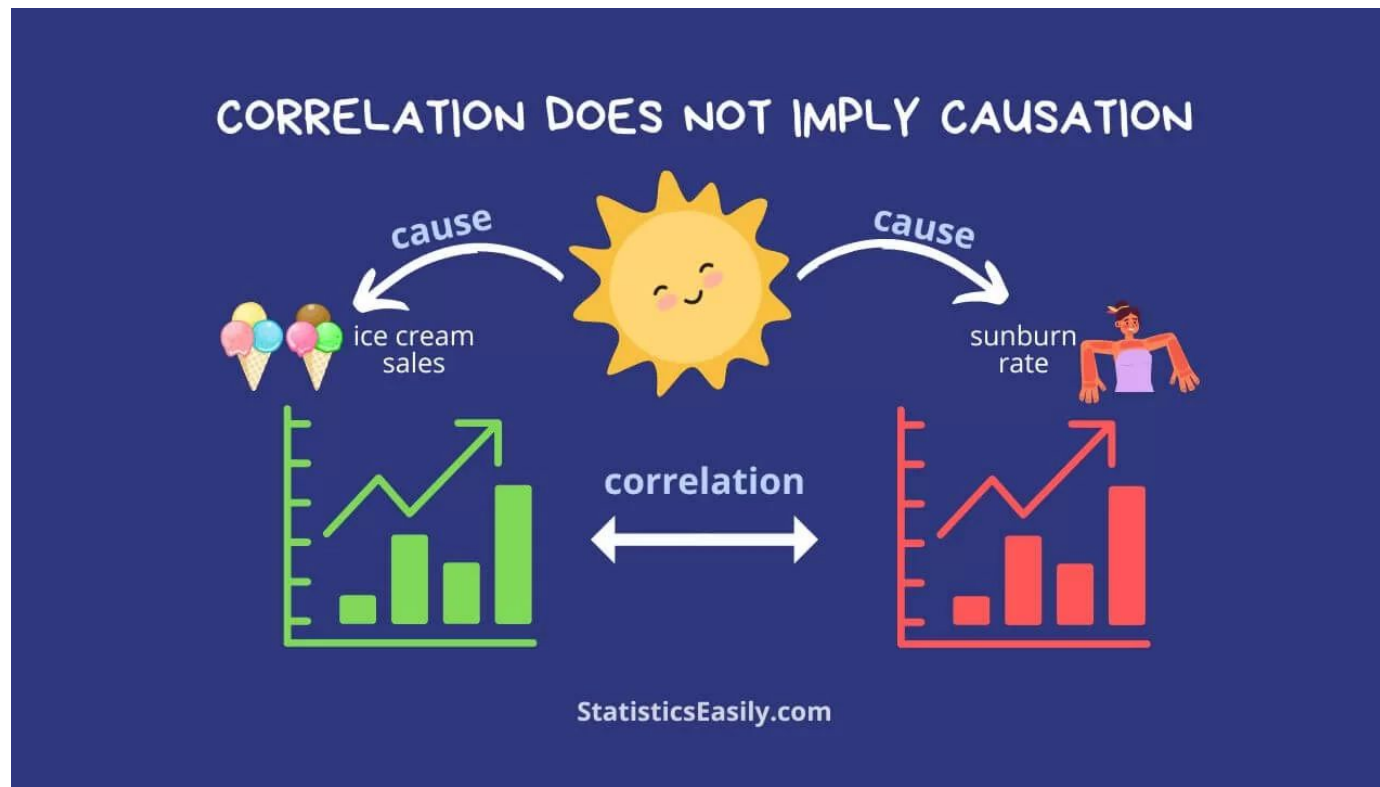
E se refutarmos a hipótese?

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



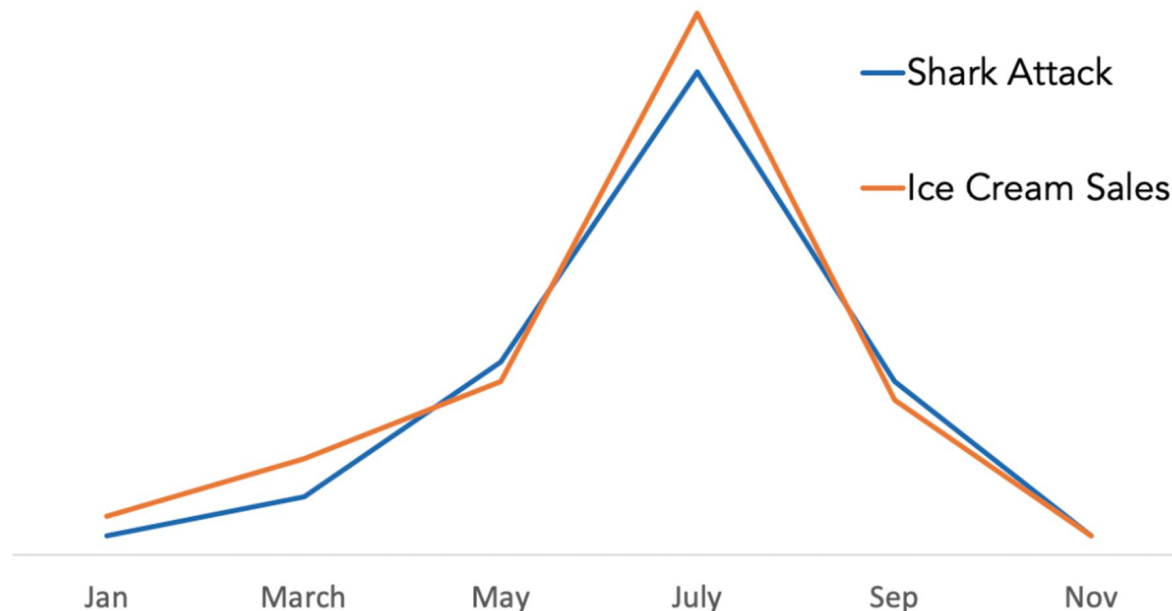
Correlação versus causalidade

- 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.



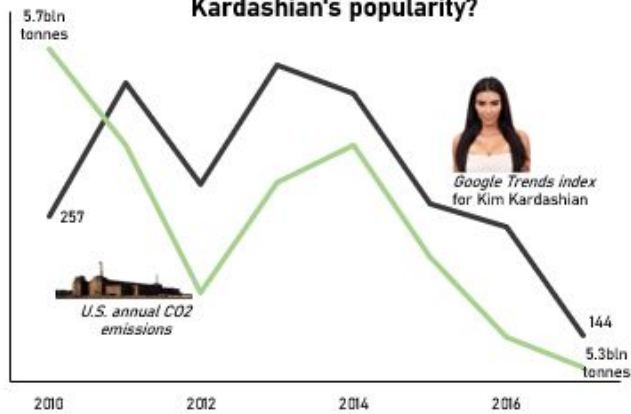
Correlação versus causalidade

- 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.

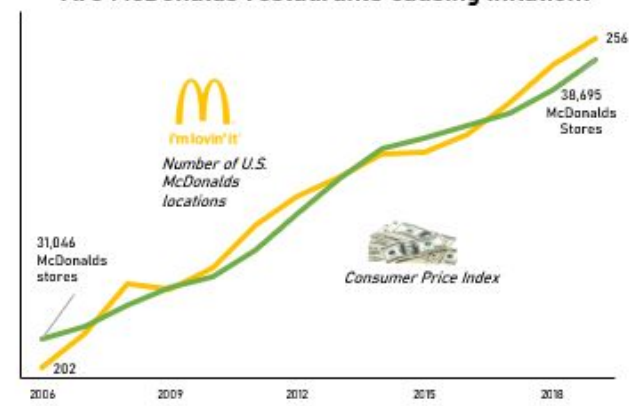


Elementos de Pesquisa - Hipótese de Pesquisa

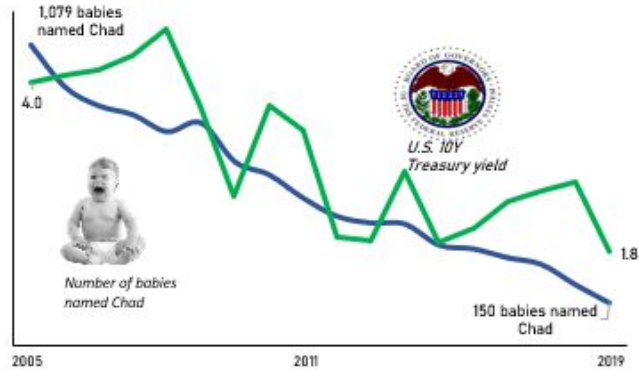
Are falling emissions levels impacting Kim Kardashian's popularity?



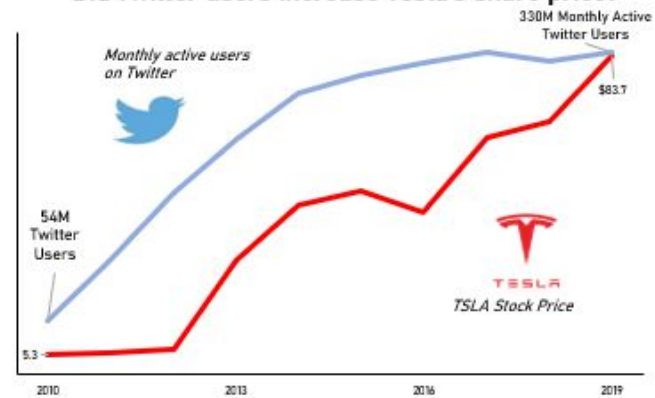
Are McDonalds restaurants causing inflation?



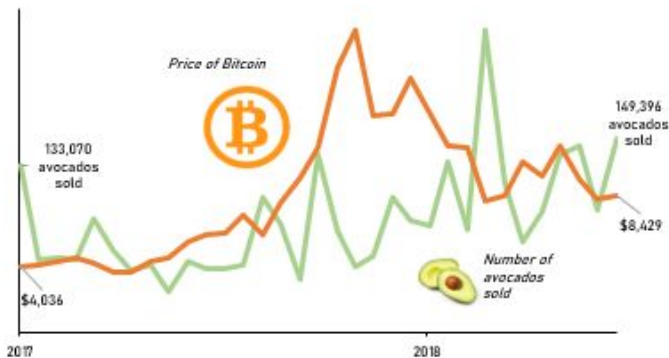
Did Chads drive the fall in interest rates?



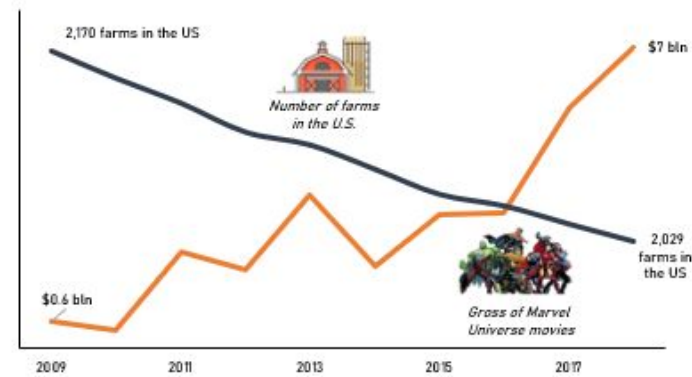
Did Twitter users increase Tesla's share price?



Is the price of bitcoin a leading indicator for avocado sales?



Did farmers stop farming because of the success of the Marvel Movies?



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.

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.

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 aposta**.

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**.

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.

Resultados esperados

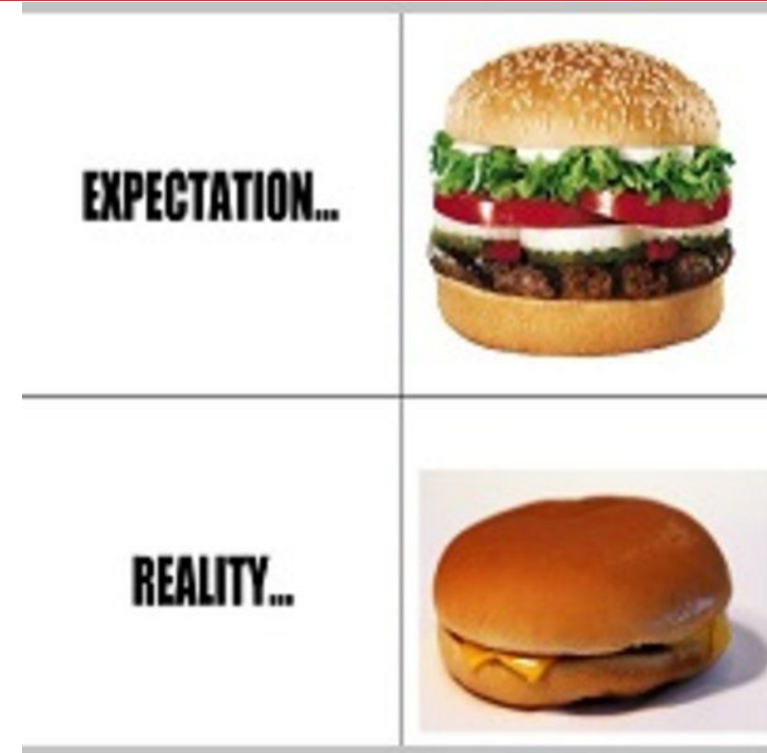
- O que acontece quando os objetivos são alcançados?
- Ao contrário dos objetivos, os resultados esperados não são obtidos durante o trabalho, mas sim **após** a sua conclusão.
- Como identificá-los?
 - O que mudaria na indústria/mundo/sociedade/academia se meus objetivos de pesquisa fossem alcançados?

Elementos de Pesquisa - Limitações



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”.





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.



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 irreais por parte dos leitores.



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.