



Programa  
de Pós-Graduação  
em Ecologia

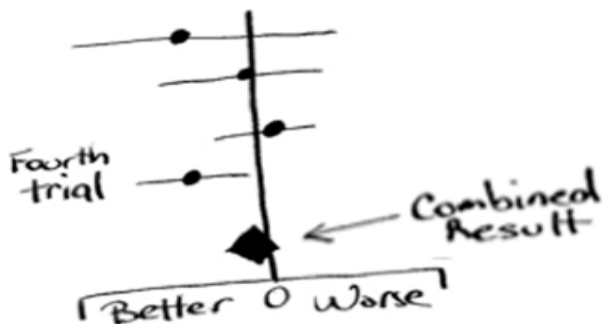
UFRJ



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO

UFRJ

# Revisão Sistemática e Meta-análise



Marcelo M. Weber  
(mweber.marcelo@gmail.com)

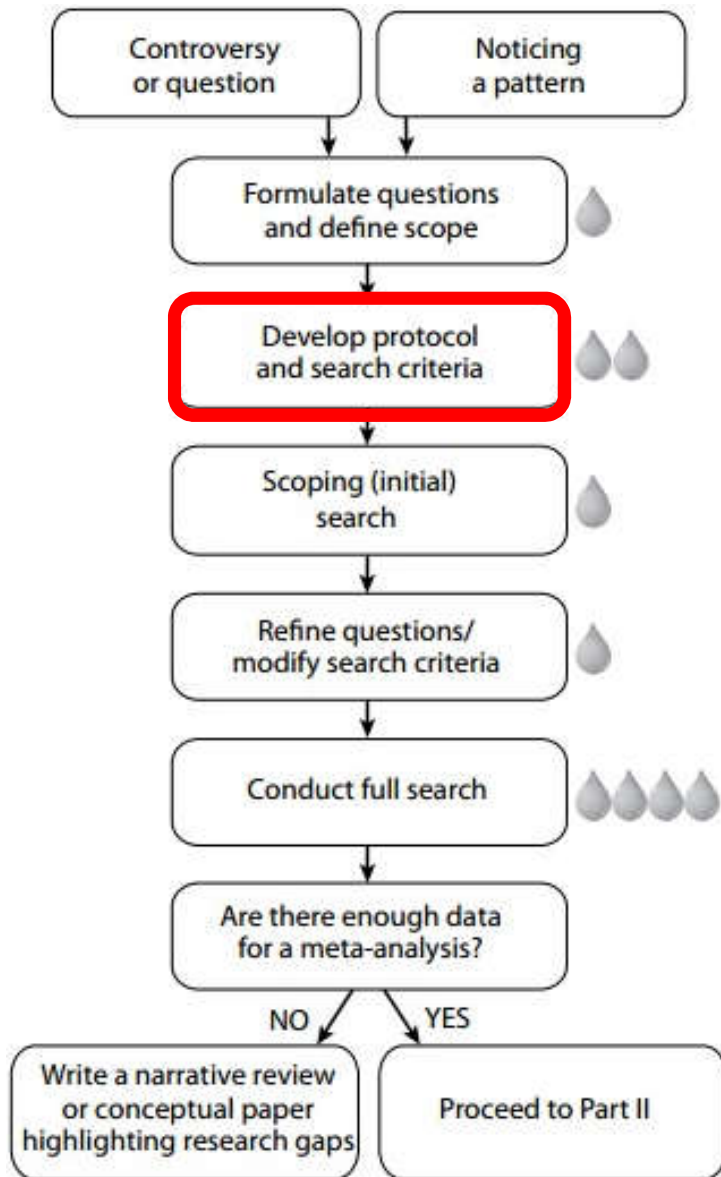
Nicholas A. C. Marino  
(nac.marino@gmail.com)

[github.com/nacmarino/maR](https://github.com/nacmarino/maR)

# Programa

1. Protocolo de busca;
2. Métodos de busca;
3. Bancos de dados;
4. Estratégia de busca.

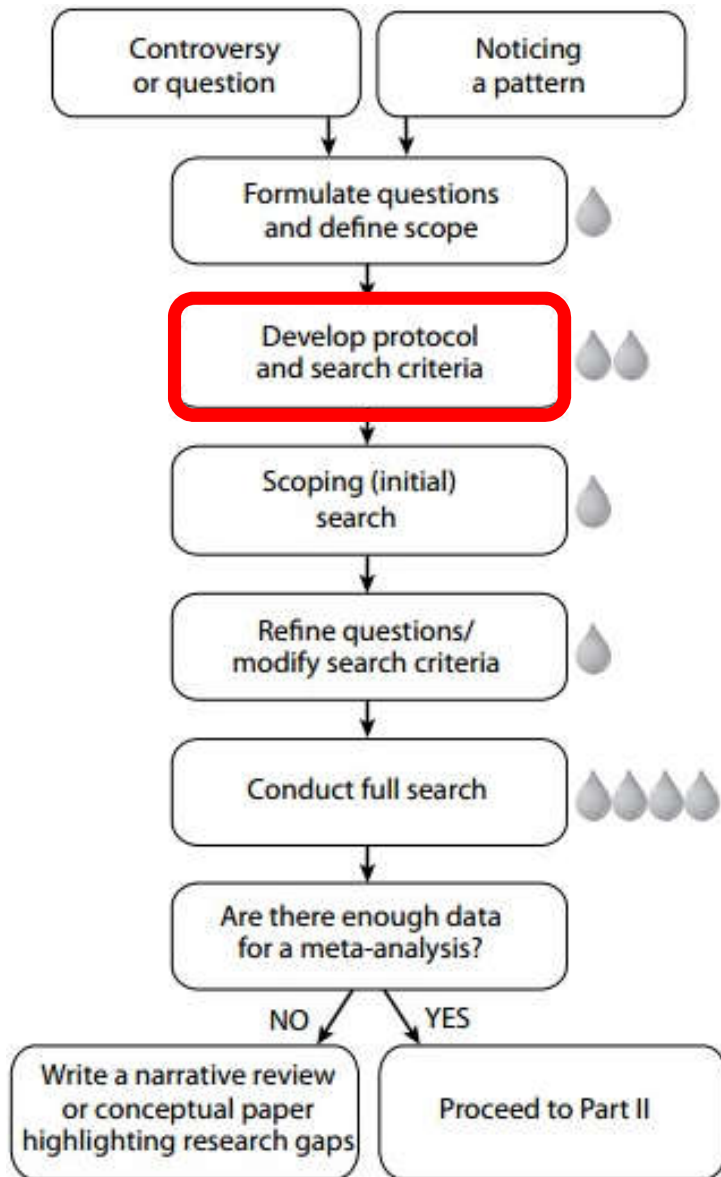
# Procedimento para meta-análise



1. Escrever um protocolo:

(a) especificar formalmente a questão (incluindo fontes potenciais de heterogeneidade nos tamanhos de efeito) – impede de retornar várias vezes ao mesmo artigo,

# Procedimento para meta-análise

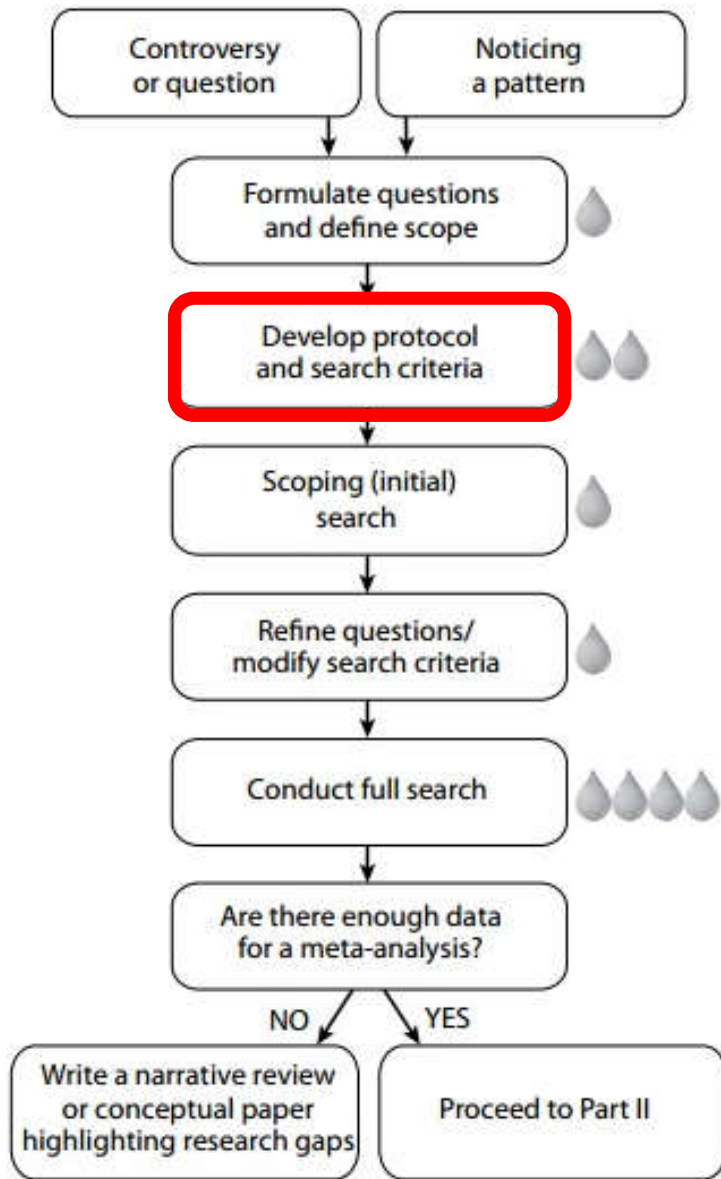


1. Escrever um protocolo:

(b) especificar uma estratégia de busca objetiva:

- não enviar para estudos que você conhece;
- fazer uma lista dos bancos de dados e termos usados na busca;
- vale a pena procurar literatura cinza? Quais critérios? Lembrar da replicação!

# Procedimento para meta-análise

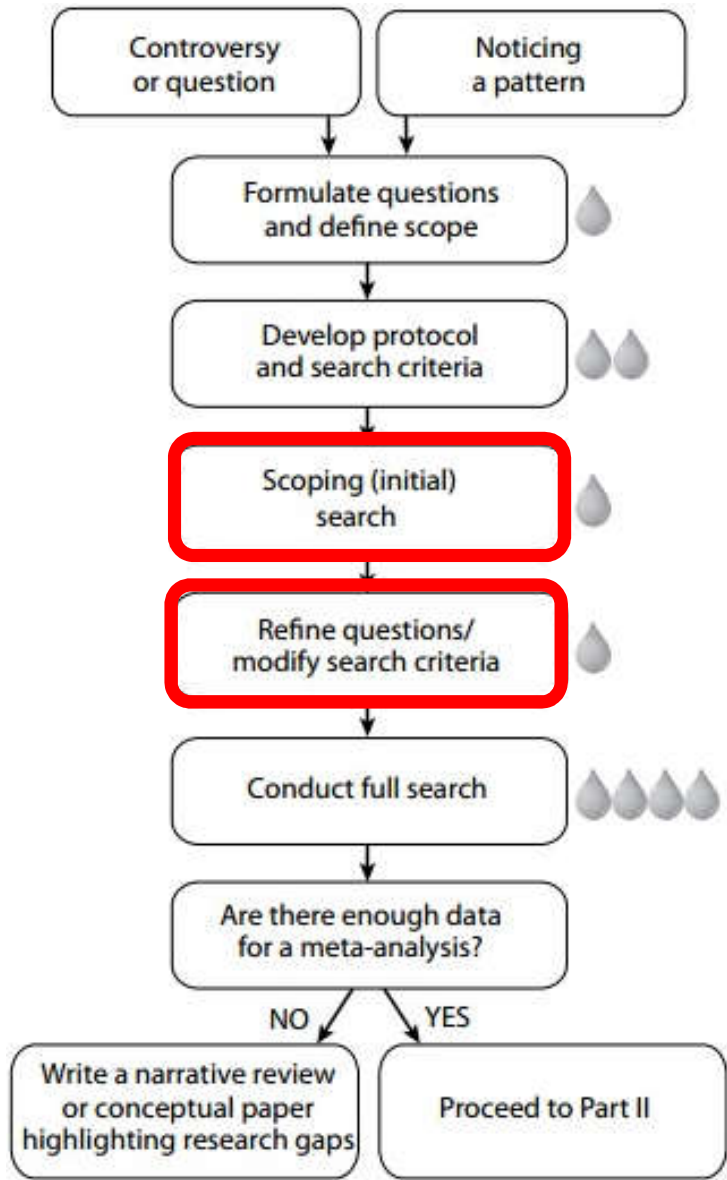


1. Escrever um protocolo:

(c) estabelecer critérios de inclusão:

- O estudo se ajusta ao escopo das questões? Ex: ecossistema marinho.
- Metodologia se ajusta com a questão definida? Ex.: manipulação experimental.
- Se foi, teve duração suficiente?
- O estudo contém dados extraíveis (tamanho de efeito, variância e N)?

# Procedimento para meta-análise



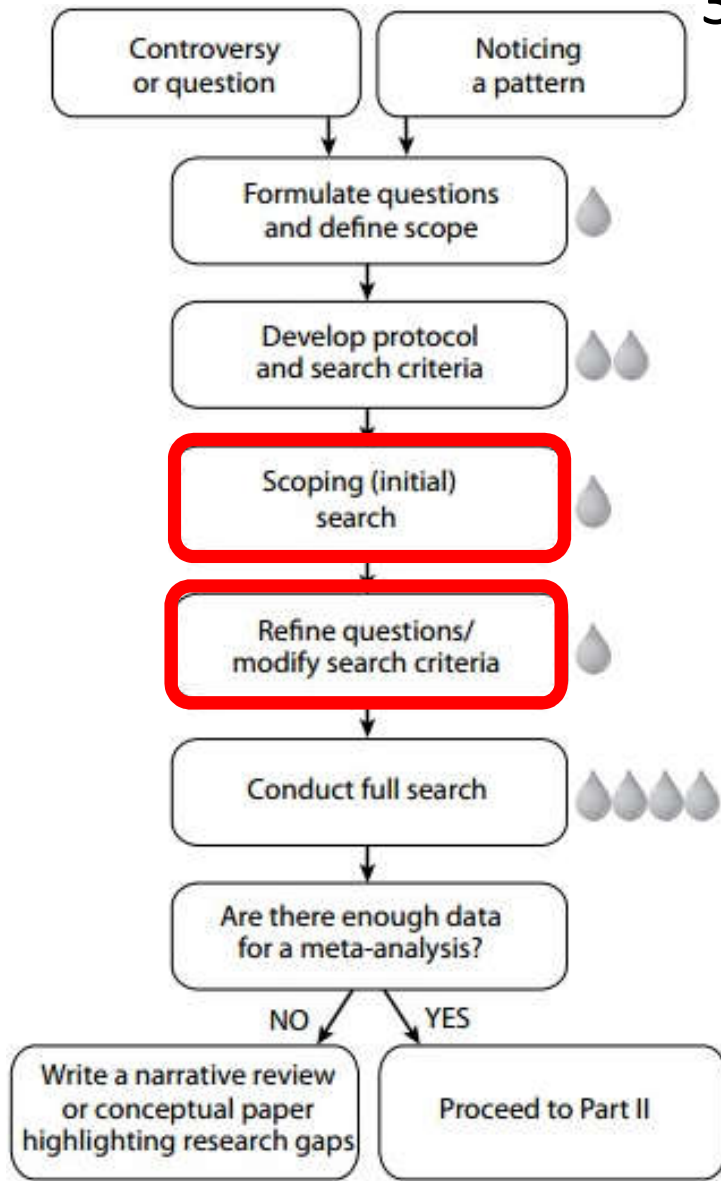
1. Várias fontes *on line* (ISI, Scopus etc);
2. Fontes não-publicadas e literatura cinza: vale a pena?
  - (a) Estudos teóricos não-aplicados: não é um problema. Ex.: Relação entre nº de visitantes florais e heterozigosidade.
  - (b) Estudos aplicados: Sim! Ex.: perda de floresta ou recife de corais. *Google it!!*

# Procedimento para meta-análise

## Bancos de dados *on line*

- **AGRICOLA**: database de artigos com estudos agrícolas e silvicultura;
- **BIOLOGICAL ABSTRACTS**: database de artigos para ciências da vida (microbiologia a botânica);
- **BIOSIS Previews**: database para artigos, livros, resumos de congressos e patentes;
- **CAB Abstracts**: database de artigos, livros e conferências;
- **Dissertation Abstracts Online**: banco americano de dissertações;
- **SCOPUS**: database de artigos;
- **WEB OF SCIENCE**: maior database de artigos (1950-).

# Procedimento para meta-análise



**3. Importante:** Você não está buscando todos os estudos. Principais objetivos:

- (a) Estimar quantos dados há (alargar vs. estreitar o escopo);
- (b) Planejar quais fatores variam entre estudos (moderadores);
- (c) Critérios para classificar um estudo como irrelevante (<2000 *papers*);
- (d) Planejar critérios que cada artigo deve preencher antes de extrair um dado;
- (e) Estabelecer o formato da sua tabela de extração de dados;
- (f) Decidir o tamanho de efeito mais apropriado.



# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

- Estratégia está enraizada na definição clara e precisa da pergunta de interesse delineada no protocolo;
- Estágio preliminar onde decisões-chave são feitas: variáveis resposta e independentes, moderadores potenciais, população e desenho amostral aceitável → critério para inclusão ou exclusão;

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

### **Selection of information sources.**

- Scope of search: Which fields should be searched? Do you need to go beyond Ecology/ Evolution/Environmental Science?
- Availability of databases: Which databases do you have access to at your institution?
- Format of databases: What format are they in? Online, print, web based?
- Date: How far back does each database go?
- Language: What is the language of the database? How can non-English material be located?
- Unpublished work: How can you access dissertations, reports, and other gray literature, or raw data?

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

Termos de busca: listar todos os termos que descrevem o sujeito e o tratamento de interesse. **A escolha das palavras-chave é CRÍTICA!**

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

Termos de busca: listar todos os termos que descrevem o sujeito e o tratamento de interesse. **A escolha das palavras-chave é CRÍTICA!**

### Dicas:

1. Uso de símbolos-coringa (\*\$?) - truncagem

\* ➔ Mais flexível. Recupera qualquer quantidade de caracteres (incluindo nenhum). Ex.: fish\* (fish, fishes, fishing).

\$ ou ? Recupera um ou nenhum caractere. Variações de grafia.

Ex.: behavior vs. behaviour ➔ behavi\$or

meta\*anal\*

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

2. Não trunque excessivamente as palavras para evitar baixa especificidade.

Ex.: rat\* → rat, ratio, rate, rattus

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

2. Não trunque excessivamente as palavras para evitar baixa especificidade.

Ex.: rat\* → rat, ratio, rate, rattus

3. Evite ou esteja atento a termos ambíguos.

Ex.: fox e flowers → limite a busca aos campos de assunto e títulos para evitar Dr. Fox e Dr. Flowers

4. Nomes comuns são aplicados para uma variedade de táxons.

Ex: *Panthera onca* → jaguar

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

5. Esteja ciente de mudanças taxonômicas.
6. Diferenças na grafia americana e inglesa. Ex.: behavior vs. behaviour, defence vs. defense.

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

5. Esteja ciente de mudanças taxonômicas.
6. Diferenças na grafia americana e inglesa. Ex.: behavior vs. behaviour, defence vs. defense.
7. Termos iguais usados em áreas diferentes.  
Ex.: translocation (genética e biologia da conservação).  
Solução: translocation **NOT** genetic\*



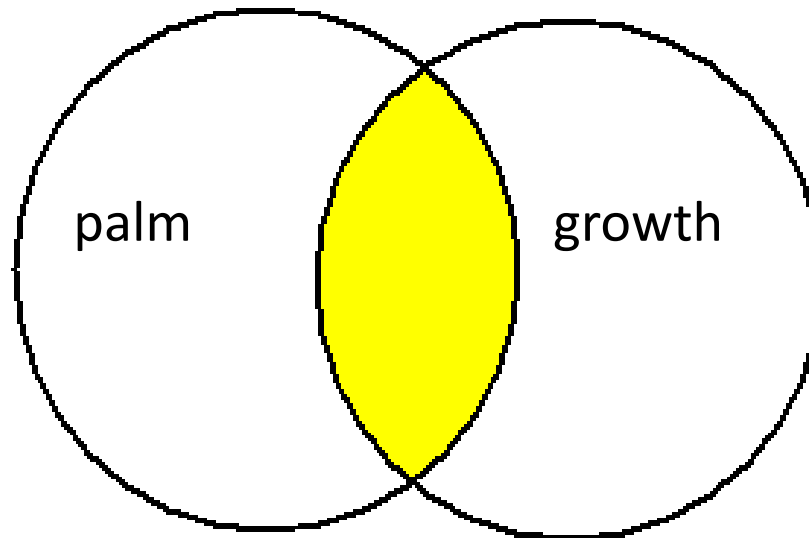
# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

- Uso dos operadores booleanos (AND, OR, NOT)

AND → busca todos os termos digitados. Mais restritivo.

Exemplo: palm AND growth



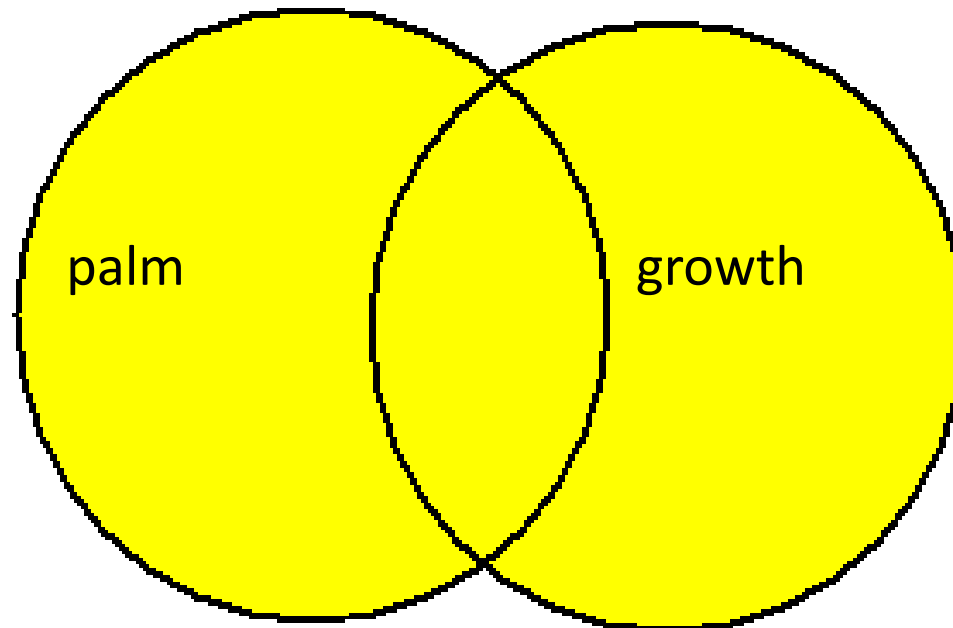
# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

- Uso dos operadores booleanos (AND, OR, NOT)

OR → pelo menos um dos termos deve ser encontrado.

Exemplo: palm OR growth



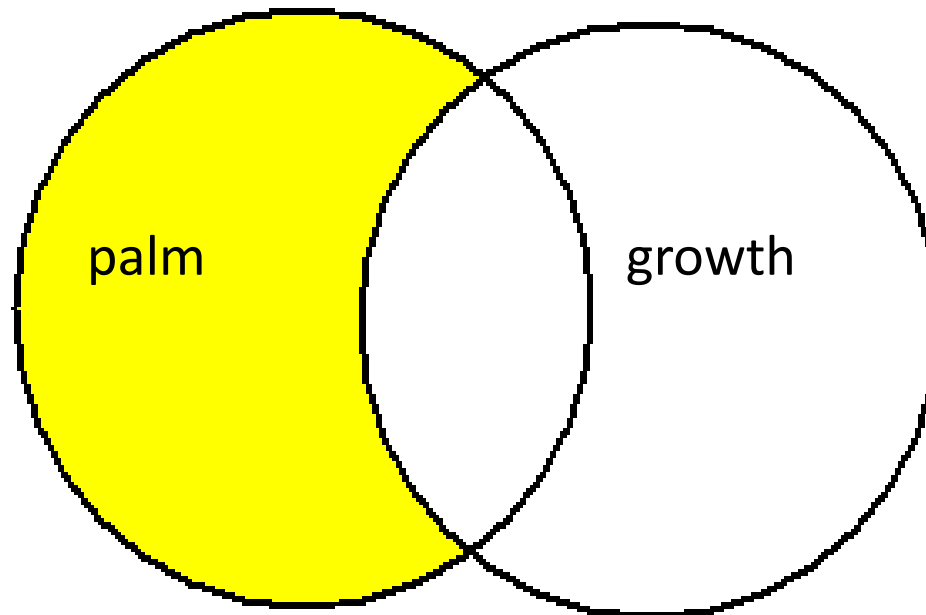
# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

- Uso dos operadores booleanos (AND, OR, NOT)

NOT → exclui os termos da pesquisa.

Exemplo: palm OR growth



# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

- Uso dos operadores booleanos (AND, OR, NOT)

Exemplo:

fish\* OR teleost\* AND parasite\* OR ectoparasite\* NOT  
endoparasite\* AND body size OR body length OR total  
length OR standard length OR length

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

Como apresentar os termos de busca:

Search terms were as follows: bird\* AND wind turbine\*, bird\* AND windfarm\*, bird\* AND wind park\*, bird\* AND wind AND turbine\*, bird\* AND wind AND farm\*, bird\* AND wind AND park\*, bird\* AND wind AND installation\*, raptor\* AND wind\*, wader\* AND wind\*, duck\* AND wind\*, swan\* AND wind\*, geese AND wind\* and goose AND wind\*. Although the search term “wind\*” encompasses the terms “wind turbine\*,” “windfarm\*,” and “wind park\*,” initial trials proved that the number of hits

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

Como apresentar os termos de busca:

Search terms were as follows: bird\* AND wind turbine\*, bird\* AND windfarm\*, bird\* AND wind park\*, bird\* AND wind AND turbine\*, bird\* AND wind AND farm\*, bird\* AND wind AND park\*, bird\* AND wind AND installation\*, raptor\* AND wader\* AND wind\*, duck\* AND wind\*, swan\* AND wind\*, geese AND wind\* AND goose AND wind\*. Although the search term “wind\*” encompasses the terms turbine\*,” “windfarm\*,” and “wind park\*,” initial trials proved that the number



# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

Como apresentar os termos de busca:

Search terms were as follows: bird\* AND wind turbine\*, bird\* AND windfarm\*, bird\* AND wind park\*, bird\* AND wind AND turbine\*, bird\* AND wind AND farm\*, bird\* AND wind AND park\*, bird\* AND wind AND installation\*, raptor\* AND wader\* AND wind\*, duck\* AND wind\*, swan\* AND wind\*, geese AND wind\*, goose AND wind\*. Although the search term “wind\*” encompasses the terms turbine\*,” “windfarm\*,” and “wind park\*,” initial trials proved that the number



“[We] searched commonly accessible electronic databases, the World Wide Web, and bibliographies of relevant articles using various combinations of relevant search terms.”

This brief description makes it impossible for readers to judge the depth and scope of the search. Effectively, the sampling universe is undefined, and inferences based on the sample must therefore be considered cautiously. If the search is comprehensive, suffi-



# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

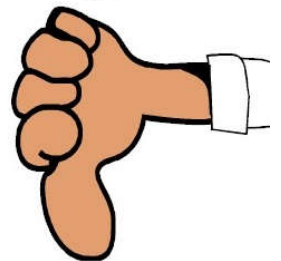
Como apresentar os termos de busca:

Search terms were as follows: bird\* AND wind turbine\*, bird\* AND windfarm\*, bird\* AND wind park\*, bird\* AND wind AND turbine\*, bird\* AND wind AND farm\*, bird\* AND wind AND park\*, bird\* AND wind AND installation\*, raptor\* AND wader\* AND wind\*, duck\* AND wind\*, swan\* AND wind\*, geese AND wind\* AND goose AND wind\*. Although the search term “wind\*” encompasses the terms turbine\*,” “windfarm\*,” and “wind park\*,” initial trials proved that the number



“[We] searched commonly accessible electronic databases, the World Wide Web, and bibliographies of relevant articles using various combinations of relevant search terms.”

This brief description makes it impossible for readers to judge the depth and scope of the search. Effectively, the sampling universe is undefined, and inferences based on the sample must therefore be considered cautiously. If the search is comprehensive





# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

Como apresentar os termos de busca:

### Materials and methods

#### DATA SOURCES AND DEFINITIONS

We investigated the literature published before December 2002 through computer searches on the databases available at the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU, Uppsala, Sweden). We used the following key-words: biodiversity, biological diversity, conventional farming (agriculture), organic farming (agriculture). We also followed the literature in the field and searched the reference lists of relevant articles. For a study to be included in the analysis, it had to give data on species richness and diversity or abundance at at least a nominal scale. We found 66 publications comparing organic and conventional farming systems (see Appendices 1–3). Although we cannot be certain that we found all available studies, we regard our sample as representative and non-biased, although the ‘file drawer problem’ (non-significant studies are published less often than those reporting significant results; [Arnqvist & Wooster 1995](#)) may be relevant to our study. For consistency, we chose not to include any unpublished results.

### *Literature search*

To identify published studies of how pollinators respond to anthropogenic disturbance, we conducted an ISI Web of Science search covering the time period from 1945 to March 2007 using the following search terms: (pollinator\* OR bee OR bees OR Apoidea OR pollinat\*) AND (fragmentation OR disturbance OR perturbation OR grazing OR fire OR deforestation OR pesticide\* OR landscape). We also used the bibliographies of 24 recent papers, including a 2007 U.S. National Academy of Sciences report on the status of pollinators (NRC 2007), to search for additional studies. Our final database included 54 independent studies, 44 studies reporting abundance, and 38 studies reporting species richness, that were used in the meta-analyses (see the Supplement for the list of studies). Two of these studies were experimental and the rest were observational.

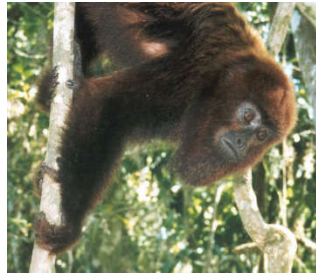


Our criteria for including a study in the meta-analysis were that the study (1) presents data on how pollinator abundance or species richness changes with anthropogenic disturbance; (2) includes replication; (3) reports the sample size; and (4) reports either the mean and standard deviation of each treatment (for categorical independent variables), or statistics such as correlation or regression coefficients (for continuous independent variables), as these are necessary to calculate effect sizes.

# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

### Grupos megadiversos

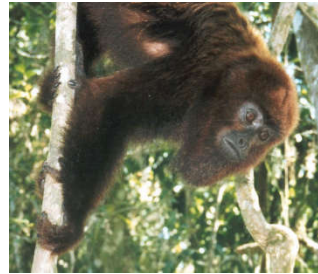


mammal\* OR carnivor\* OR primate\* OR monkey\* OR chiroptera OR bat\* OR  
marsupial\* OR opossum\* OR Xenarthra OR Cingulata OR armadillo OR .....

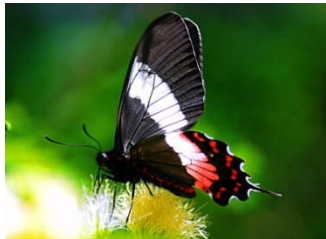
# Procedimento para meta-análise

## Estratégia de busca

### Grupos megadiversos

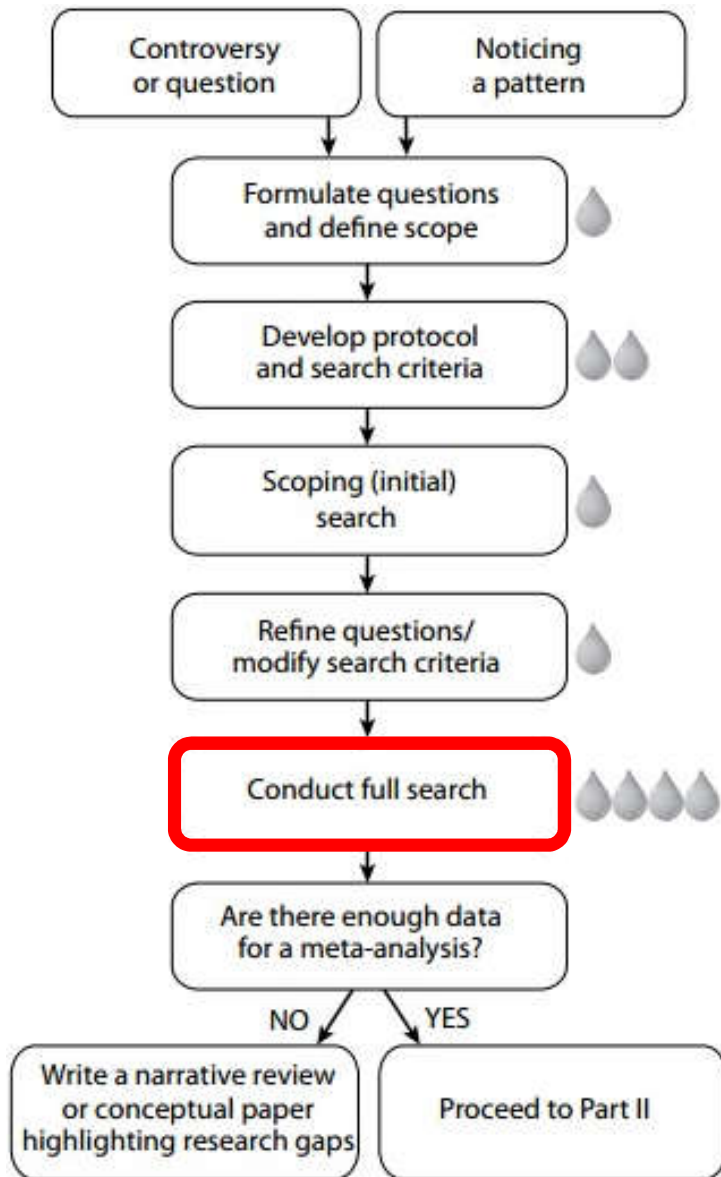


mammal\* OR carnivor\* OR primate\* OR monkey\* OR chiroptera OR bat\* OR  
marsupial\* OR opossum\* OR Xenarthra OR Cingulata OR armadillo OR .....



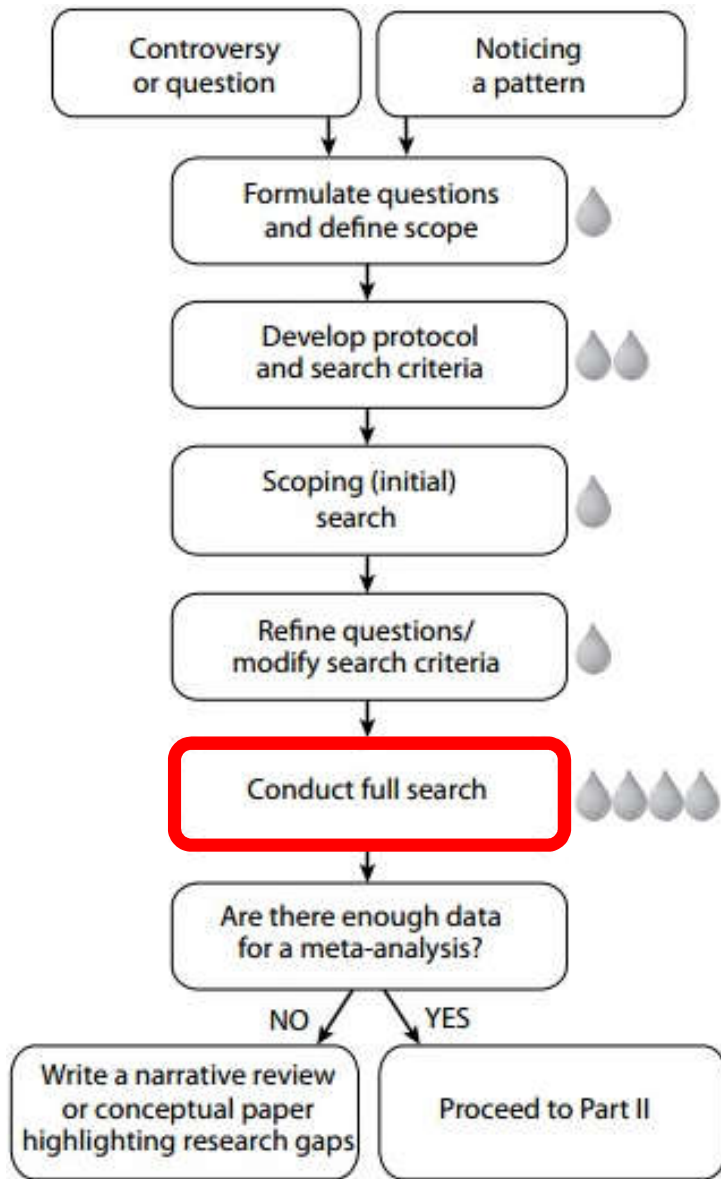
Insect\* OR Lepidoptera OR butterfl\* OR moth\* OR Hymenoptera OR ant\* OR  
Diptera OR fly OR Orthoptera OR grasshopper .....

# Procedimento para meta-análise



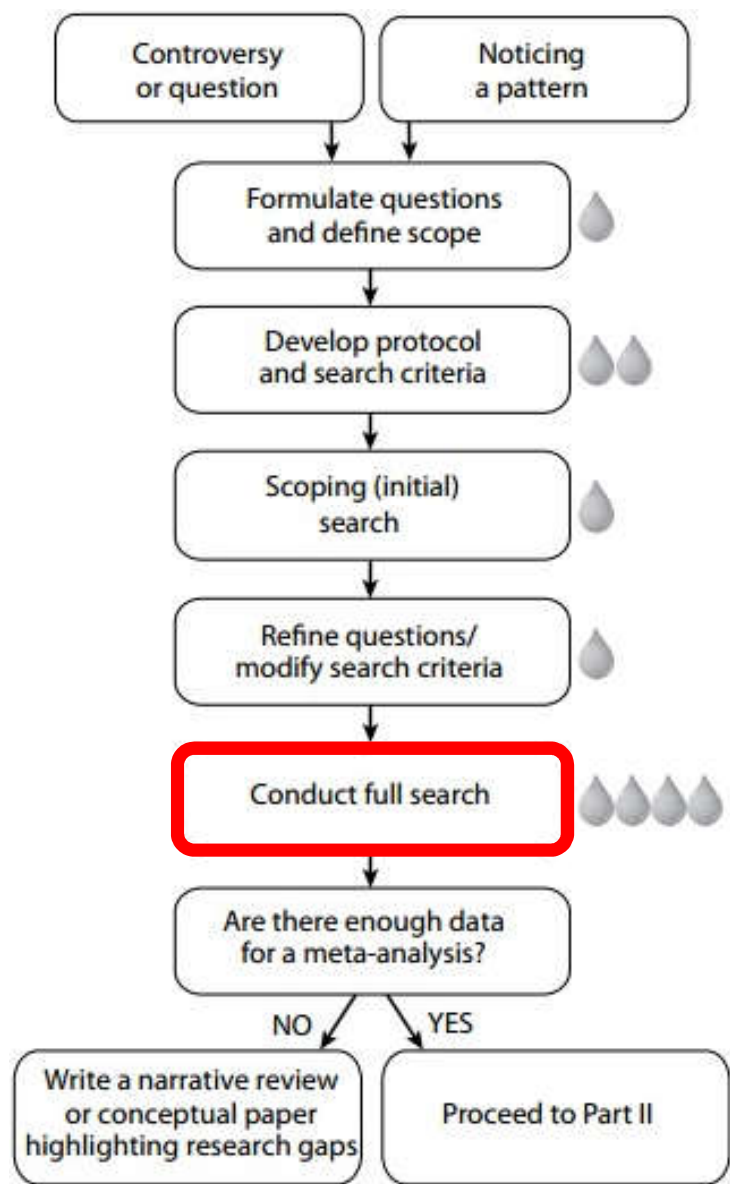


# Procedimento para meta-análise



1. Esteja preparado para descartar a maioria dos estudos classificados como relevantes (baixo padrão de publicação e diversidade de métodos);
2. Passo final: extrair tamanho de efeito e moderadores dos artigos relevantes.

# Procedimento para meta-análise



Ler todos os papers *antes* e anotar o TE e moderadores *depois*?

Trade-off

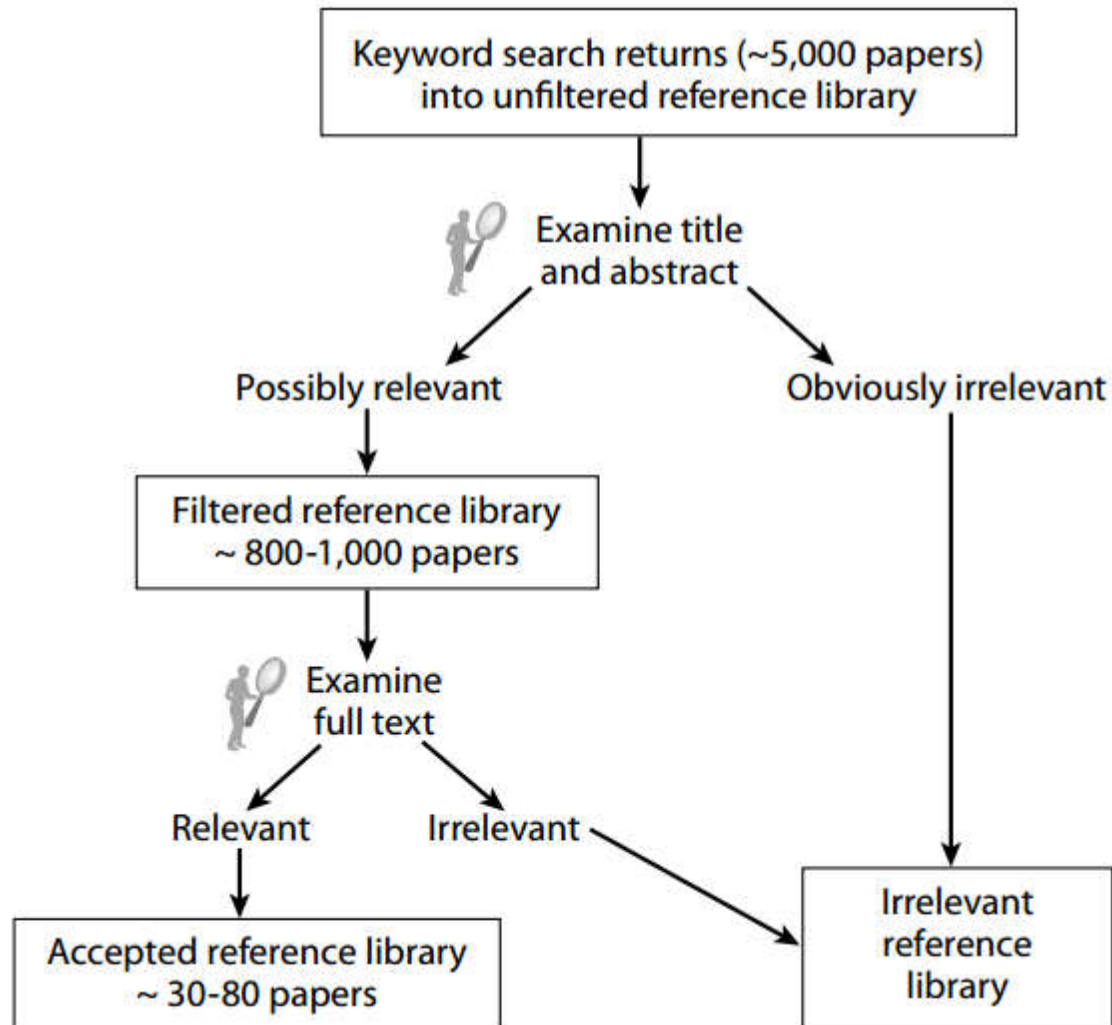
Anotar assim que terminar de ler?

Confiante que a planilha contém todos os moderadores e a informação que você quer extrair.

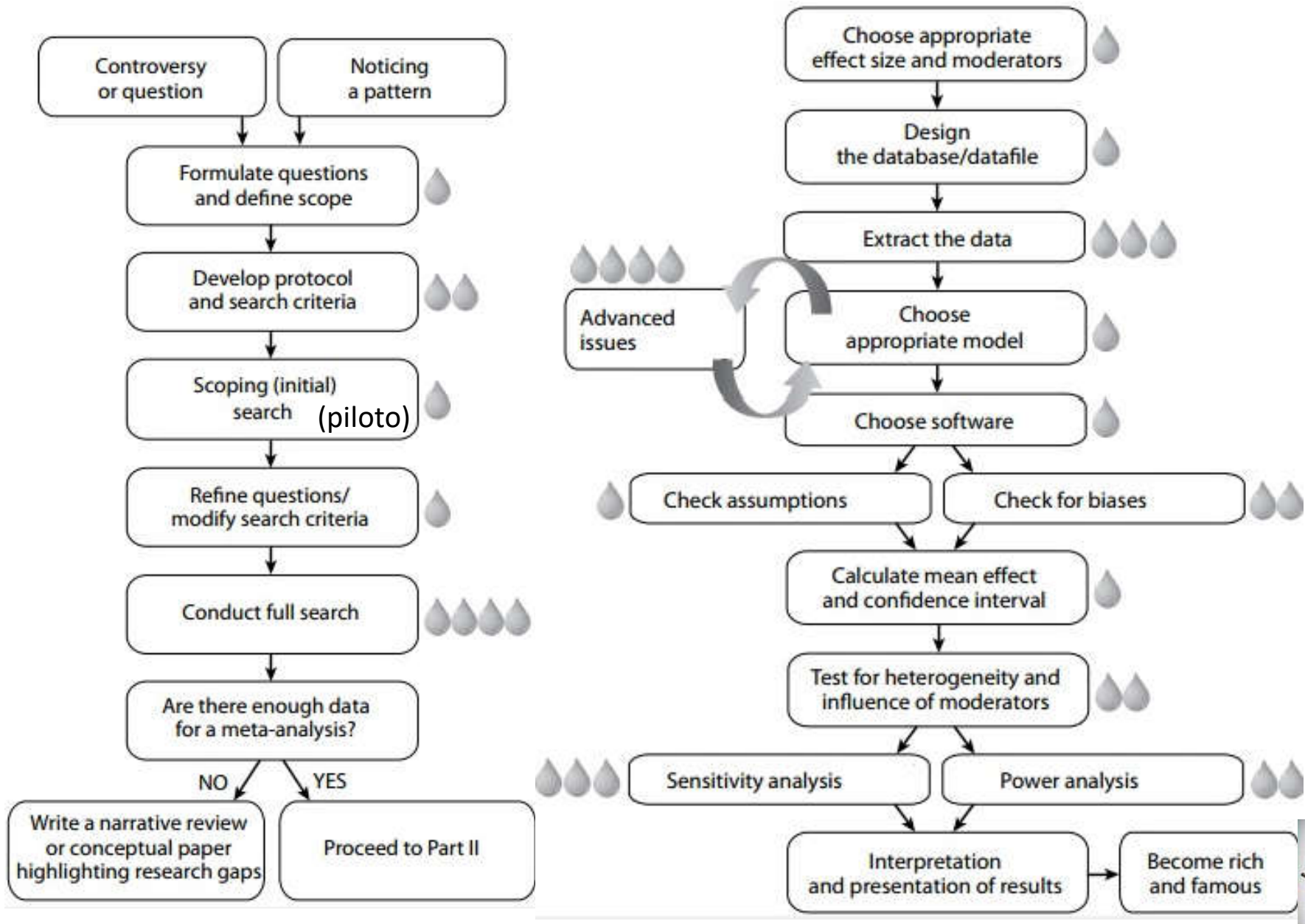
Não precisa ler o mesmo artigo 2X, mas pode perder moderadores



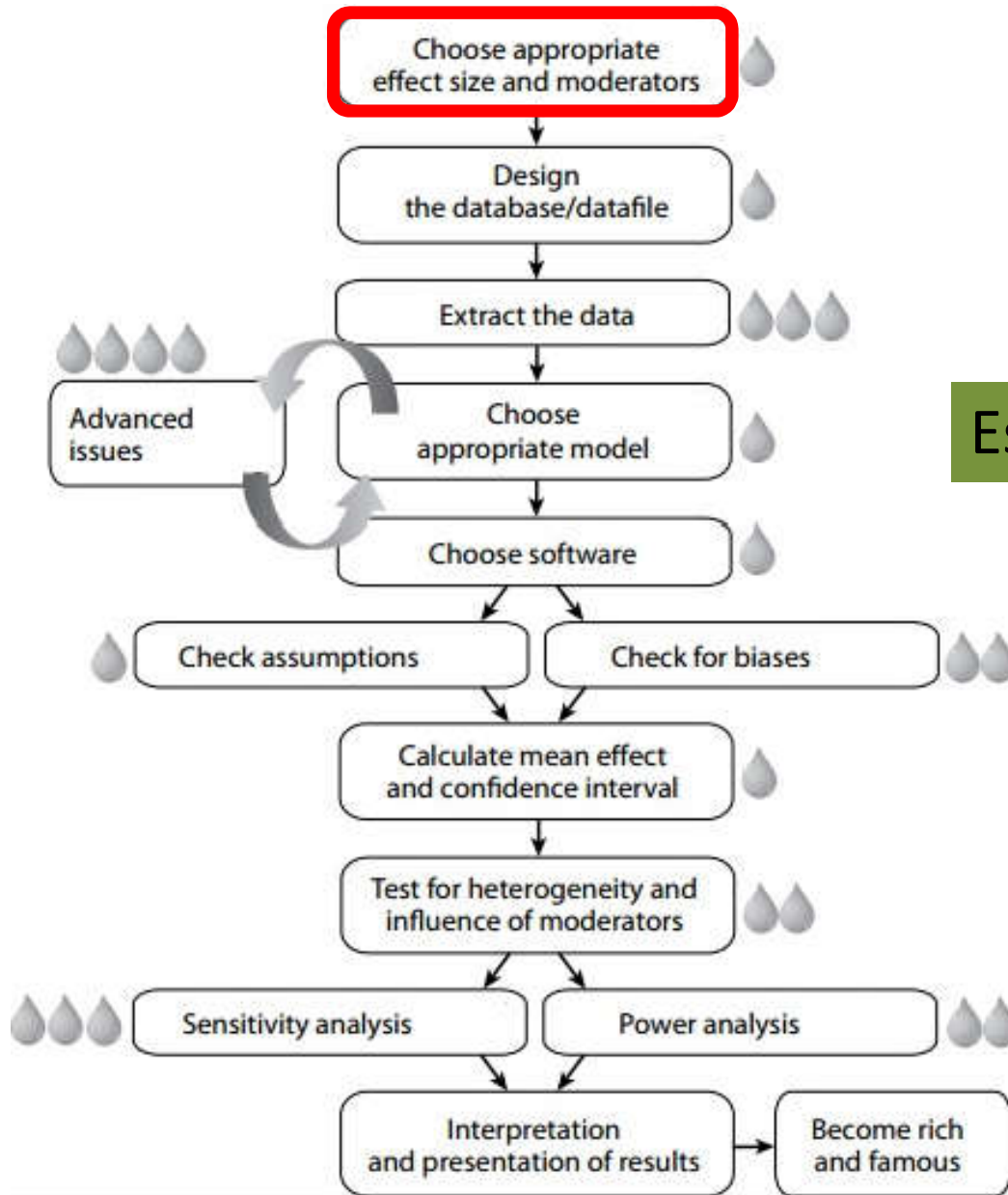
# Procedimento para meta-análise



# Procedimento para meta-análise



# Procedimento para meta-análise

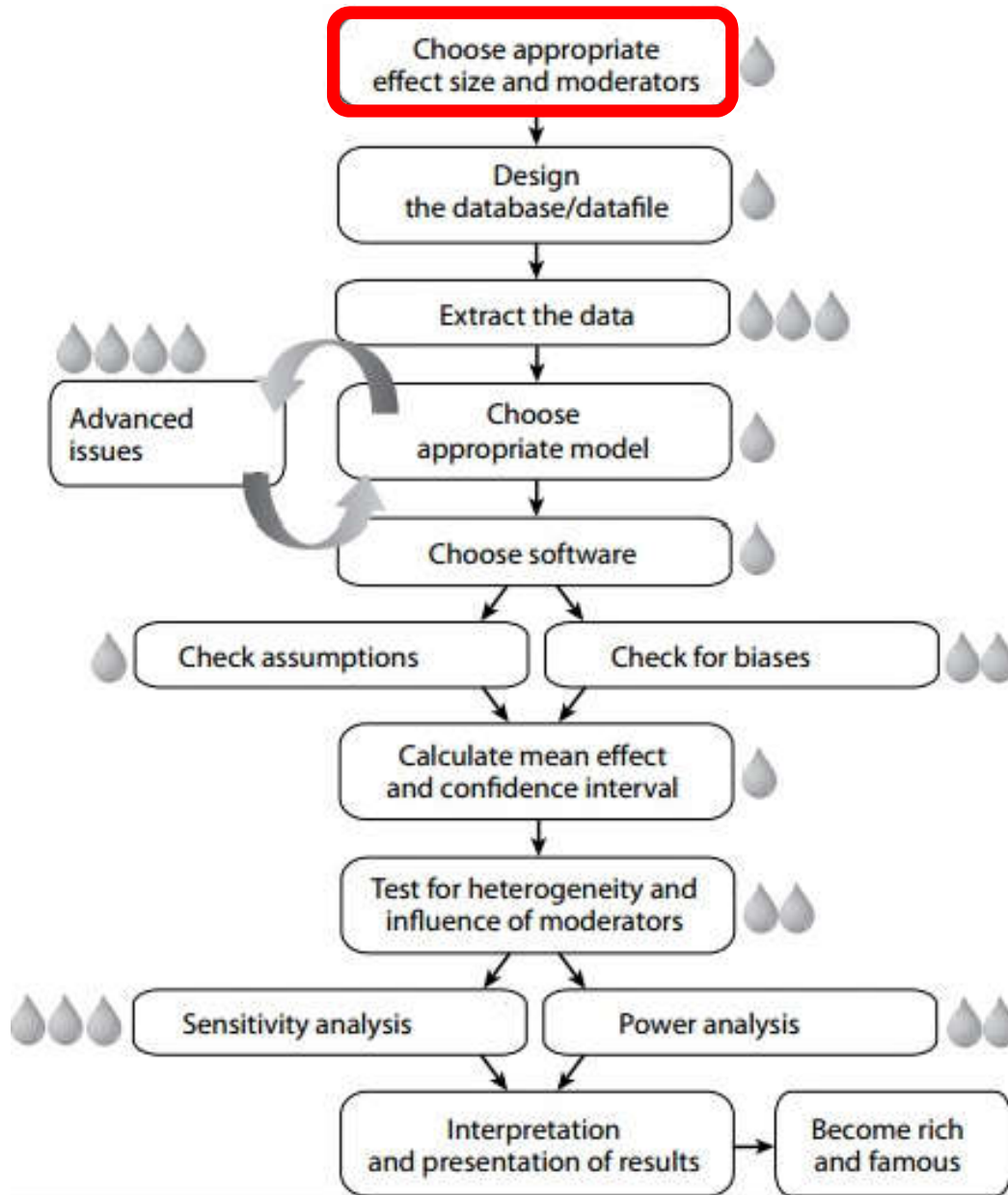


Tamanho de efeito

Estimativa da força da relação

Moeda comum que traduz os resultados de todos os artigos para que eles possam ser combinados e comparados.

# Procedimento para meta-análise

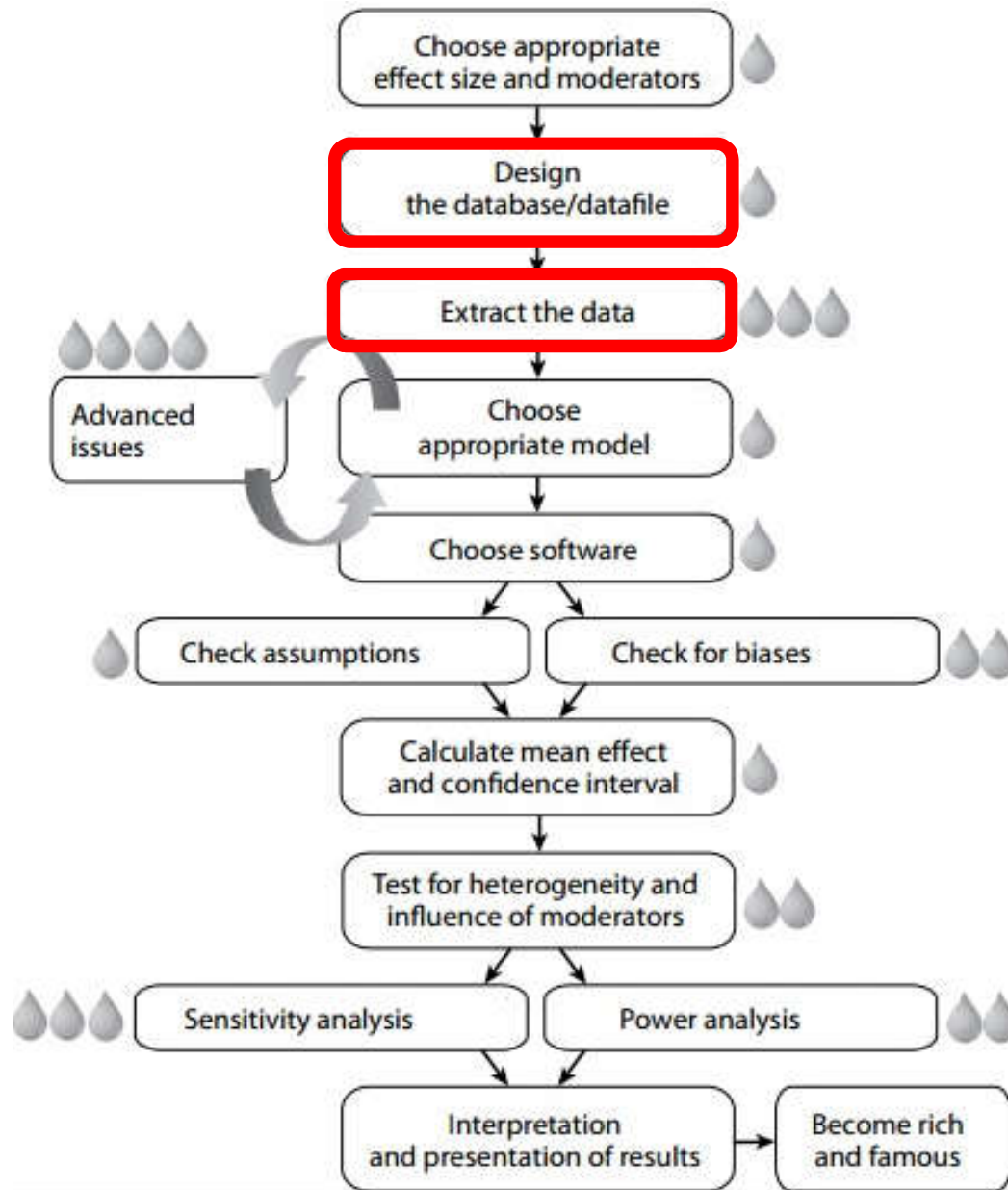


Tamanho de efeito

Hedge's  $d$  = diferença entre controle e tratamento expresso como o nº de SD's pelos quais ele diferem.

$r$  de Pearson = correlação entre duas variáveis.

# Procedimento para meta-análise

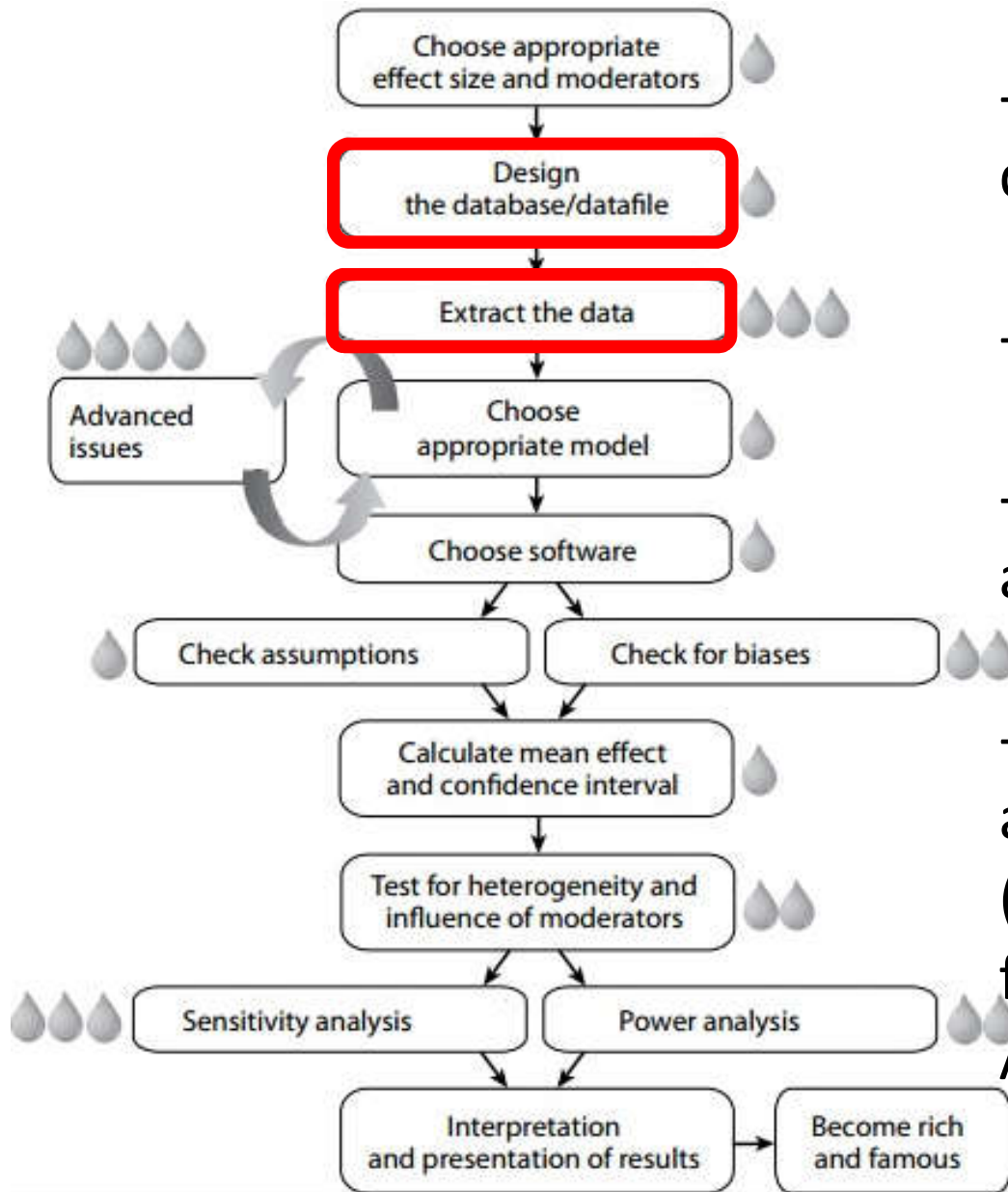




# Procedimento para meta-análise

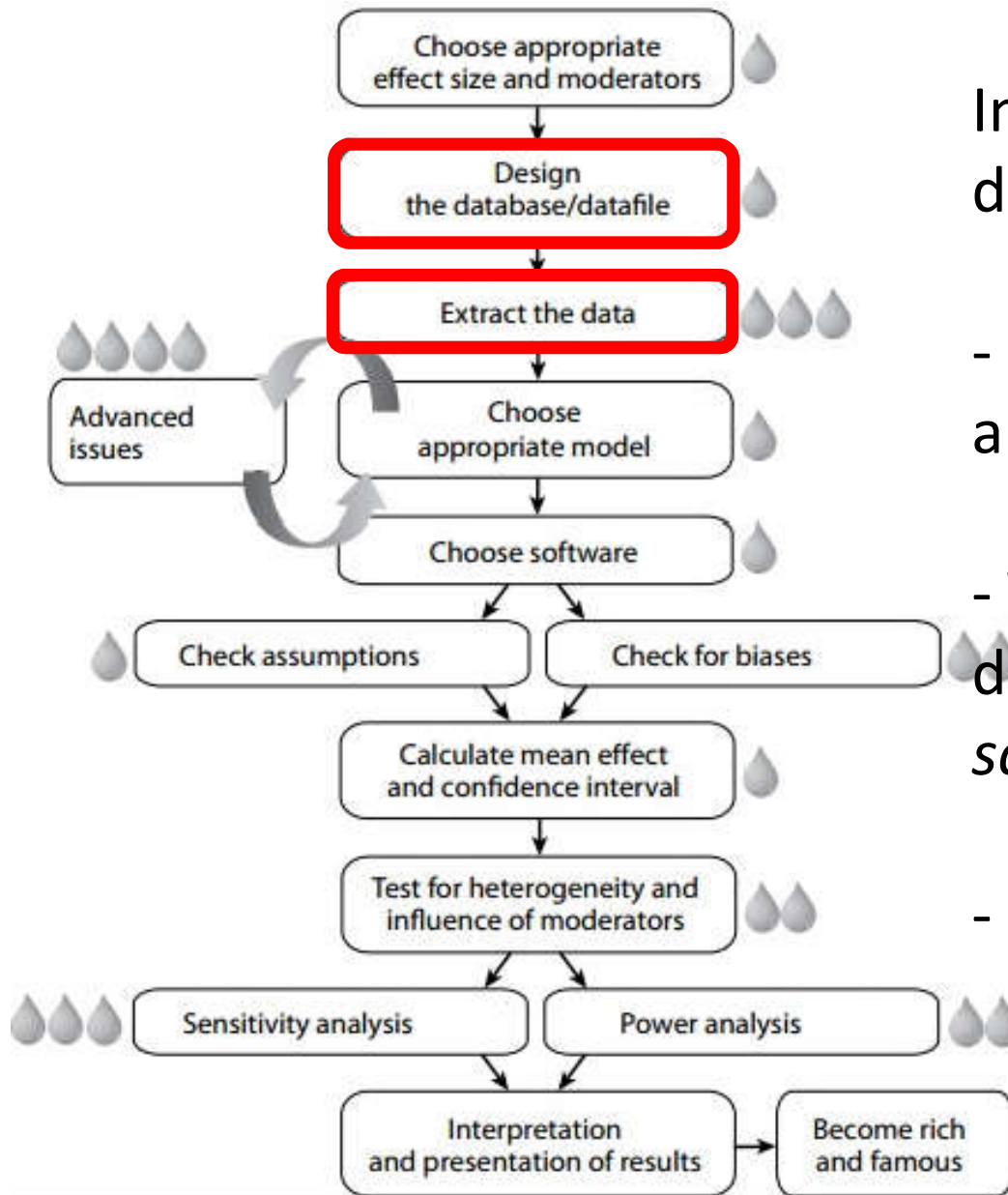
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	species	reference	taxa	Grupo	escala	Algoritmo	sample size	BEST	MAXENT	BRT	ANN
2	<i>Argynnis paphia</i>	Filz et al (2013)	borboleta	INVERT	NA	machine	52	0.03	0.03	NA	NA
3	<i>Acaena novae-zelandiae</i>	Pearce & Ferrier (2001)	plantas	PLAN	local	statistical	26	0.42	NA	NA	NA
4	<i>Acanthiza reguloides</i>	Pearce & Ferrier (2001)	aves	VERT	local	statistical	30	0.31	NA	NA	NA
5	<i>Acanthorhynchus tenuirostris</i>	Pearce & Ferrier (2001)	aves	VERT	local	statistical	113	0.43	NA	NA	NA
6	<i>Achyrachaena mollis</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	machine	87	0.01	NA	-0.05	0.01
7	<i>Aegithalos caudatus</i>	Seoane et al (2005)	aves	VERT	local	statistical	28	0.6	NA	NA	NA
8	<i>Agoseris grandiflora</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	statistical	109	0.17	NA	0.17	0.14
9	<i>Agoseris heterophylla</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	statistical	23	0.33	NA	0.33	0.15
10	<i>Agyneta decora</i>	Jimenez-Valverde et al (2009)	arachnida	INVERT	local	machine	380	-0.45	NA	NA	-0.45
11	<i>Ailuroedus crassirostris</i>	Pearce & Ferrier (2001)	aves	VERT	local	statistical	48	0.46	NA	NA	NA
12	<i>Aira caryophyllea</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	statistical	11	0.47	NA	0.47	-0.13
13	<i>Alauda arvensis</i>	Seoane et al (2005)	aves	VERT	local	machine	17	0.57	NA	NA	NA
14	<i>Alces alces</i>	Nielsen et al (2005)	mamífero	VERT	local	statistical	95	0.353	NA	NA	NA
15	<i>Alectoris rufa</i>	Seoane et al (2005)	aves	VERT	local	machine	18	0.15	NA	NA	NA
16	<i>Alectoris_barbara</i>	Carrascal et al (2015)	aves	VERT		machine	437	0.633	0.287	0.633	NA
17	<i>Aleochara bipustulata</i>	Jimenez-Valverde et al (2009)	insetos	INVERT	local	machine	118	-0.08	NA	NA	-0.08
18	<i>Alisterus scapularis</i>	Pearce & Ferrier (2001)	aves	VERT	local	statistical	83	0.33	NA	NA	NA
19	<i>Amischa analis</i>	Jimenez-Valverde et al (2009)	insetos	INVERT	local	machine	165	-0.01	NA	NA	-0.01
20	<i>Amsinckia menziesii</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	machine	55	0.21	NA	-0.16	0.21
21	<i>Anagallis arvensis</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	machine	76	-0.1	NA	-0.1	-0.01
22	<i>Ancistrocarphus filagineus</i>	Elmendorf & Moore (2008)	plantas	PLAN	NA	machine	133	0.29	NA	0.29	-0.1
23	<i>Anisodactylus binotatus</i>	Jimenez-Valverde et al (2009)	insetos	INVERT	local	machine	154	-0.03	NA	NA	-0.03
24	<i>Anoscopus albifrons</i>	Jimenez-Valverde et al (2009)	insetos	INVERT	local	machine	385	0.2	NA	NA	0.2
25	<i>Anoura caudifer</i>	Weber & Grelle (2012)	morcegos	VERT	continental	machine	24	0.8	0.8	NA	NA

# Procedimento para meta-análise



- Extrair tamanhos de efeito é desafiador;
- Dúvidas, decisões subjetivas;
- Surpresa na “qualidade” dos artigos;
- Prepare-se para encontrar artigos com mais de um TE (não-independência): o que fazer? Excluir? Inserir todos? Apenas um dado por artigo?

# Procedimento para meta-análise



Independência entre tamanhos de efeito:

- Vários TE em um mesmo artigo;

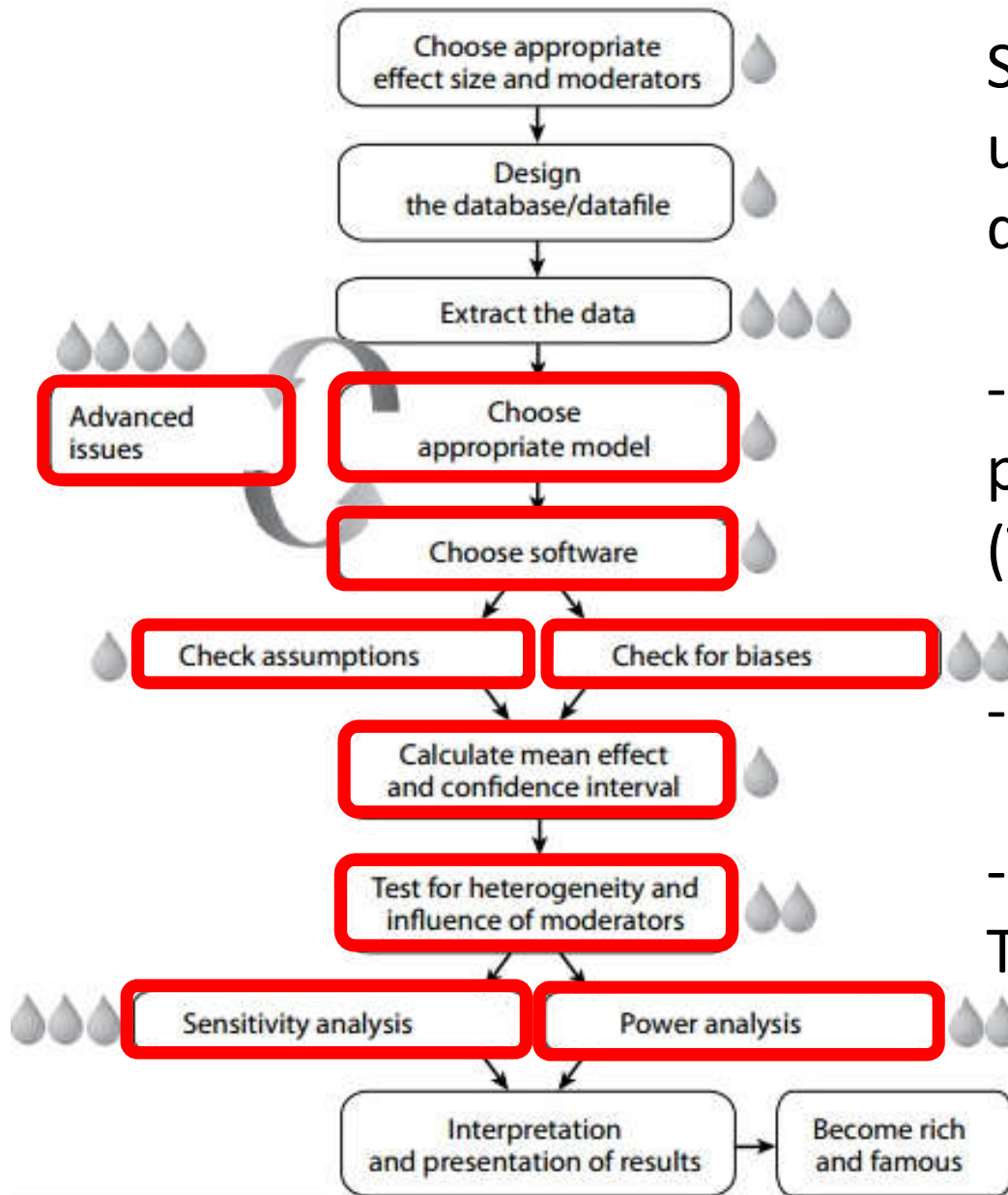
- TE de artigos diferentes, mas do mesmo autor (*salami science*);



- Independência filogenética.



# Procedimento para meta-análise



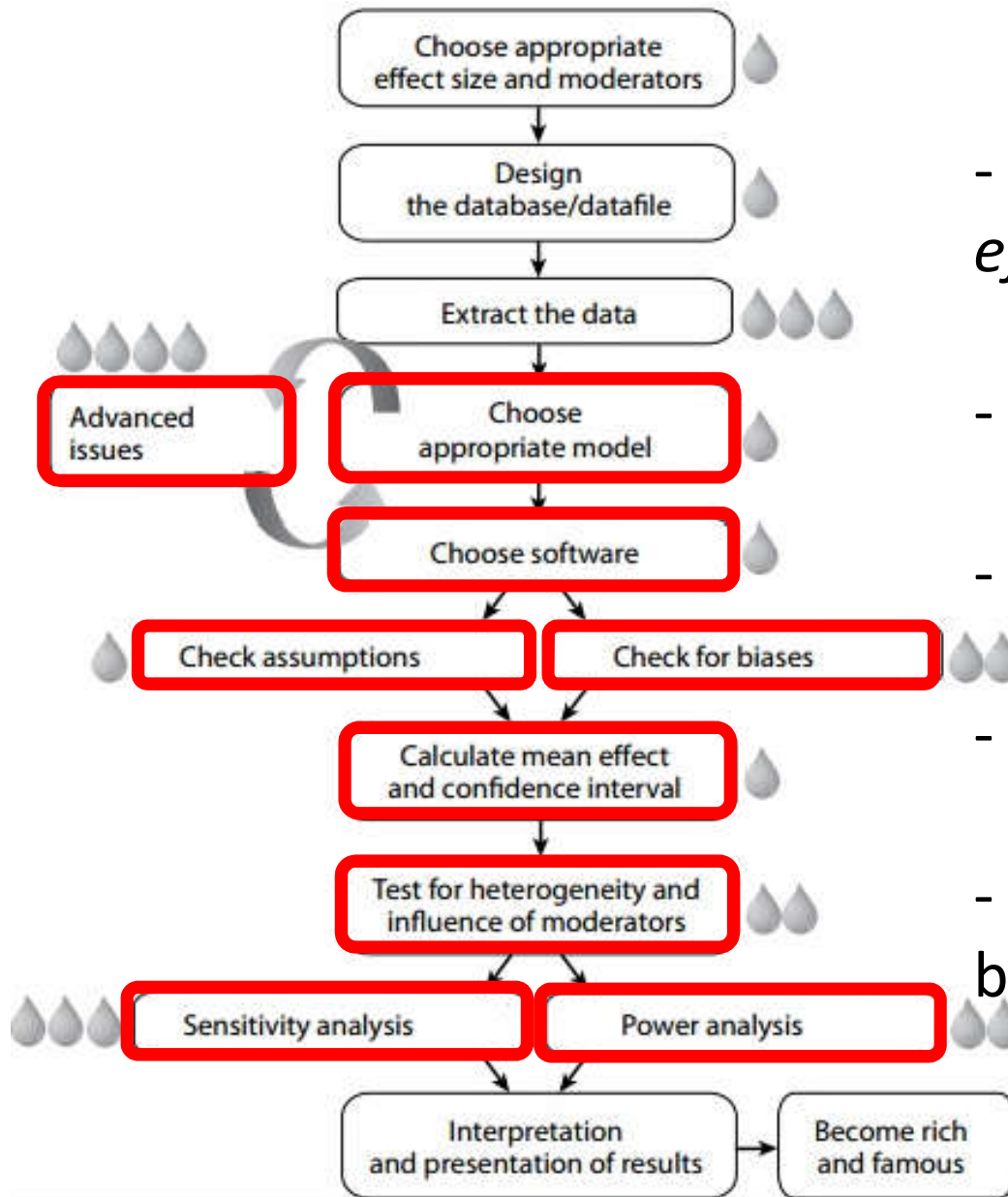
Segue as mesmas premissas de uma análise estatística qualquer:

- Selecionar o melhor modelo para sintetizar a informação (TE fixo, aleatório ou misto);

- TE normalmente distribuídos;

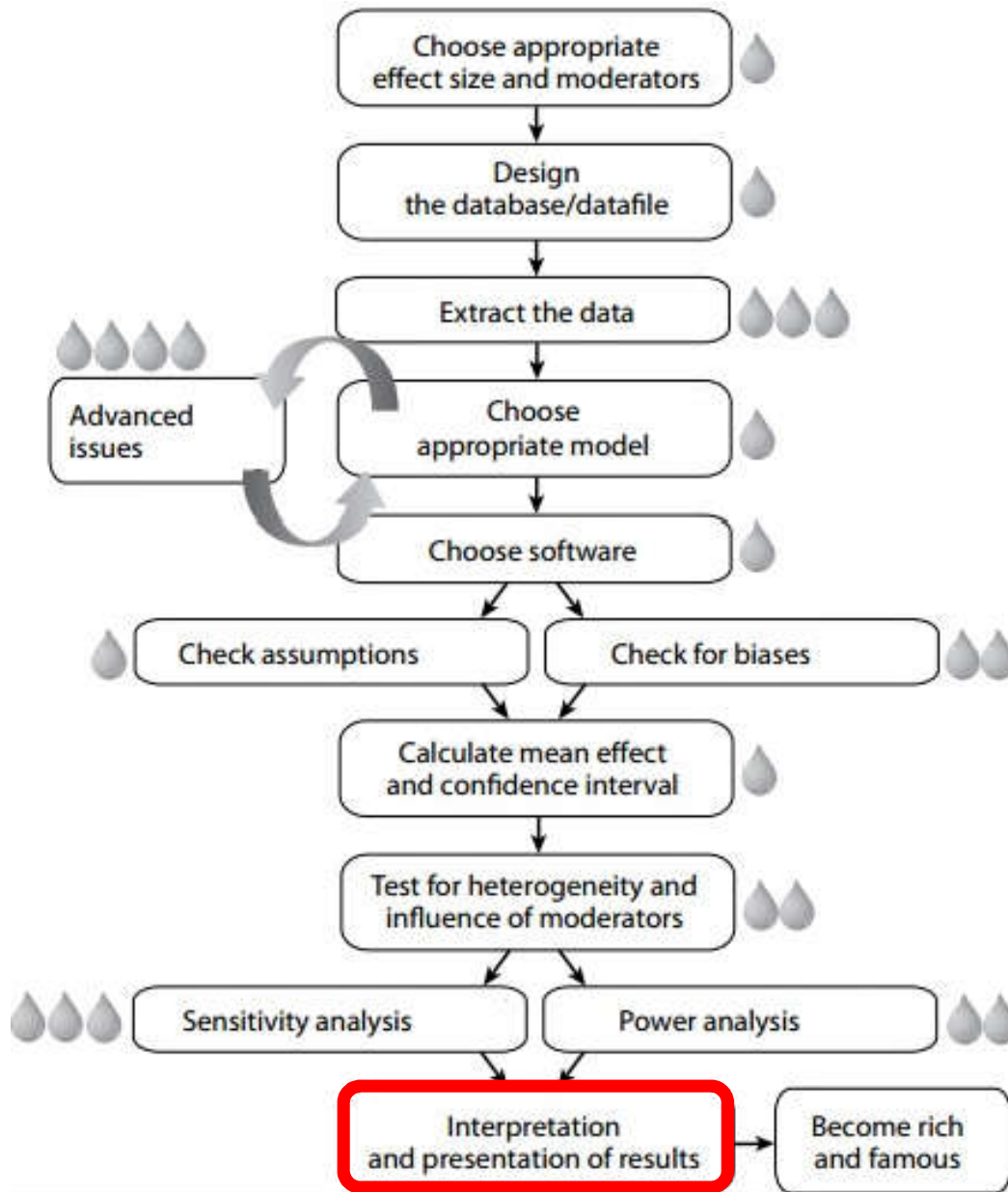
- Balanço entre moderadores e TE;

# Procedimento para meta-análise



- Significância do *summary effect* e intervalo de confiança;
- Testar o viés de publicação;
- Análise crítica dos resultados;
- Presença de *outliers*;
- Influência de estudos com baixo N.

# Procedimento para meta-análise



- Apresentar os dados brutos (SI);

- Descrever o protocolo detalhado de busca, seleção/exclusão;

- Apresentar resultados graficamente.

# Procedimento para meta-análise

## Forest plot

### CONCEPTS & SYNTHESIS

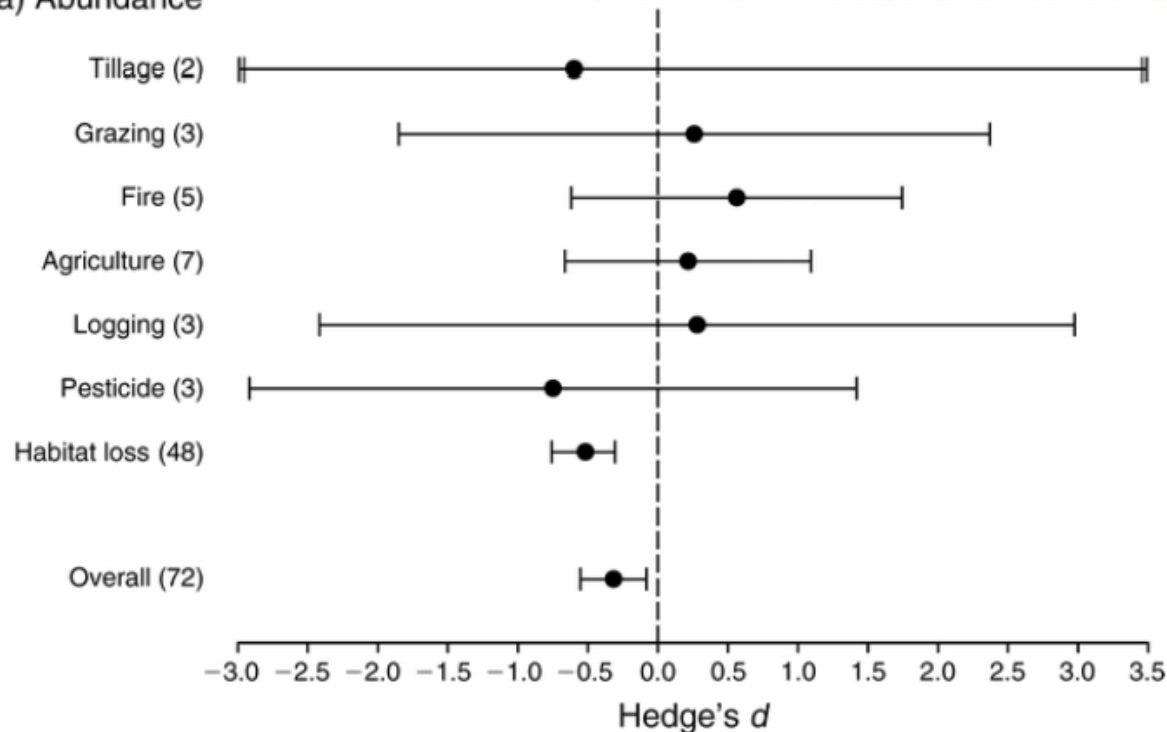
EMPHASIZING NEW IDEAS TO STIMULATE RESEARCH IN ECOLOGY

*Ecology*, 90(8), 2009, pp. 2068–2076  
© 2009 by the Ecological Society of America

## A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance

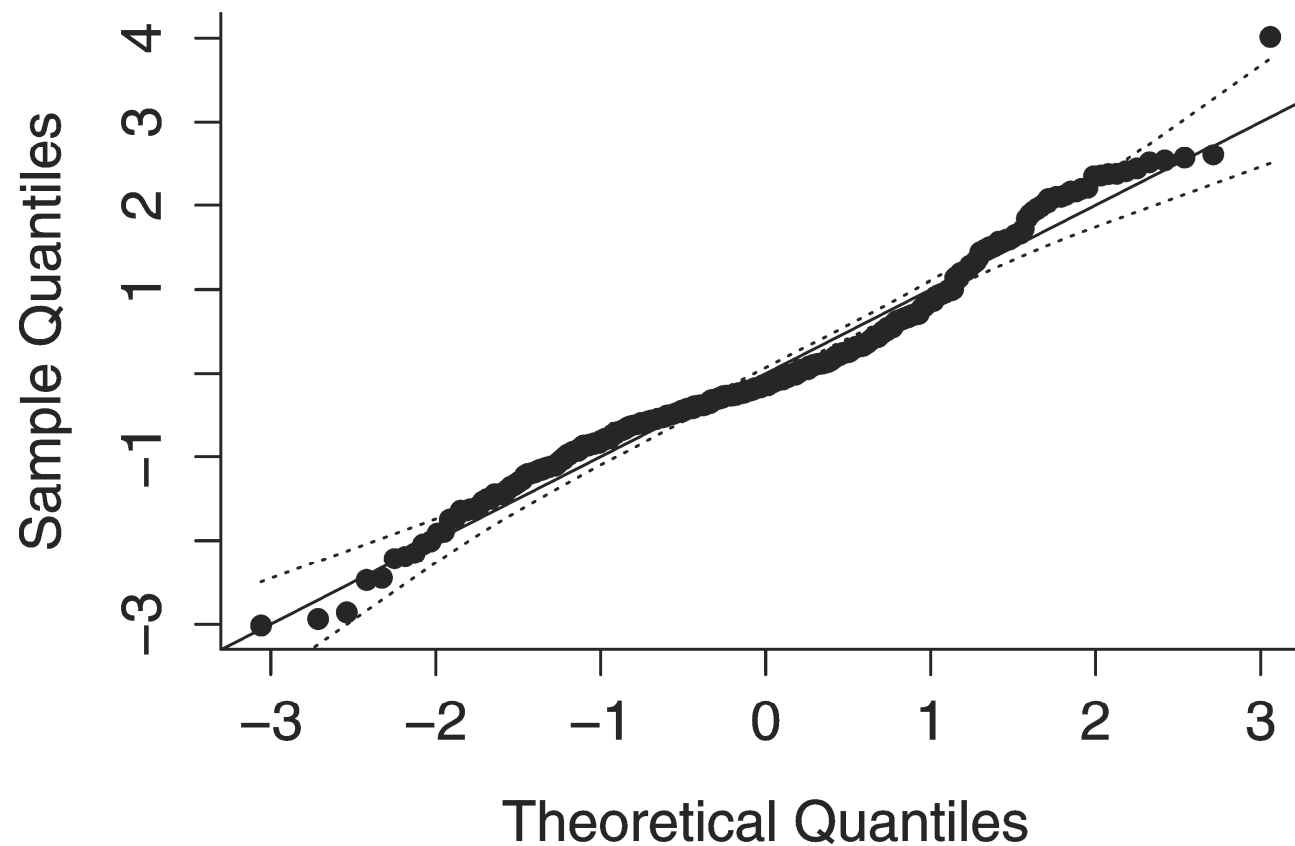
RACHAEL WINFREE,<sup>1,6</sup> RAMIRO AGUILAR,<sup>2</sup> DIEGO P. VÁZQUEZ,<sup>3</sup> GRETCHEN LeBUHN,<sup>4</sup> AND MARCELO A. AIZEN<sup>5</sup>

### a) Abundance



# Procedimento para meta-análise

Q-Q plot para analisar viés na publicação



# Procedimento para meta-análise

## Resumo passo-a-passo:

1. Formulação da pergunta;
2. Coleta da literatura (ISI, Scopus, Banco de teses da CAPES, literatura cinza);
3. Avaliação crítica dos estudos (explicar por que um estudo foi descartado);
4. Coleta das informações de cada estudo (extração direta ou contato com autores – maximizar informações);
5. Análise e síntese dos resultados . 3 pressupostos: (a) os achados individuais de pesquisa que serão agregados devem analisar a mesma questão; (b) os testes individuais devem ser independentes e (c) o pesquisador deve acreditar que os resultados de cada estudo são válidos;
6. Interpretação dos resultados;
7. Apresentação (publicação), aprimoramento e atualização.

# Procedimento para meta-análise

## **Boas práticas:**

1. Realize uma busca inicial para avaliar quanta literatura está disponível e se uma revisão sistemática e uma meta-análise são possíveis;
2. Desenvolva um protocolo de busca explícito detalhando exatamente como você procurou a literatura;
3. Não confie em uma única fonte de dados;
4. Esboce os critérios de seleção claros de forma que as razões para inclusão/exclusão sejam as mais transparentes possíveis;
5. Mantenha bons registros de todos os passos do processo de busca e seleção de artigos. Garante que a revisão foi completa, representativa e replicável.

# Resumo

1. Planejando a busca;
2. Estratégias de busca;
3. Métodos de busca;
4. Montando uma base de dados;
5. Boas práticas.