

# A comprehensive review of industrial symbiosis

Prof<sup>a</sup>. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Caio Santo Siqueira

Victor Venancio



Volume 253, 20 April 2020 ISSN 0959-6526

Journal of  
**Cleaner  
Production**

- Pollution Prevention
- Source Reduction
- Industrial Ecology
- Life Cycle Assessment
- Waste Minimisation
- Sustainable Development

Autores:

Angela Neves

Radu Godina

Susana G. Azevedo

João C. O. Matias

# Objetivos

- Identificar exemplos de simbiose industrial por meio de estudos (artigos científicos) e estudos de caso
- Analisar a evolução da simbiose industrial e como ela varia conforme o tipo de indústria e sua localização geográfica
- Apontar o grande potencial de desenvolvimento da simbiose entre as indústrias e as comunidades vizinhas
- Apontar as diversas metodologias aplicadas na simbiose industrial

# Introdução



Industrialização

Urbanização



Efeito Estufa

Aquecimento Global

# Introdução

- Para mitigar as emissões de  $CO_2$ , uma das medidas adotadas foi a criação de Acordos Internacionais
- Como consequência da redução de emissão de dióxido de carbono, as indústrias obtiveram uma melhor eficiência do uso de recursos



*Eco-inovação: “Produzir mais com menos”*

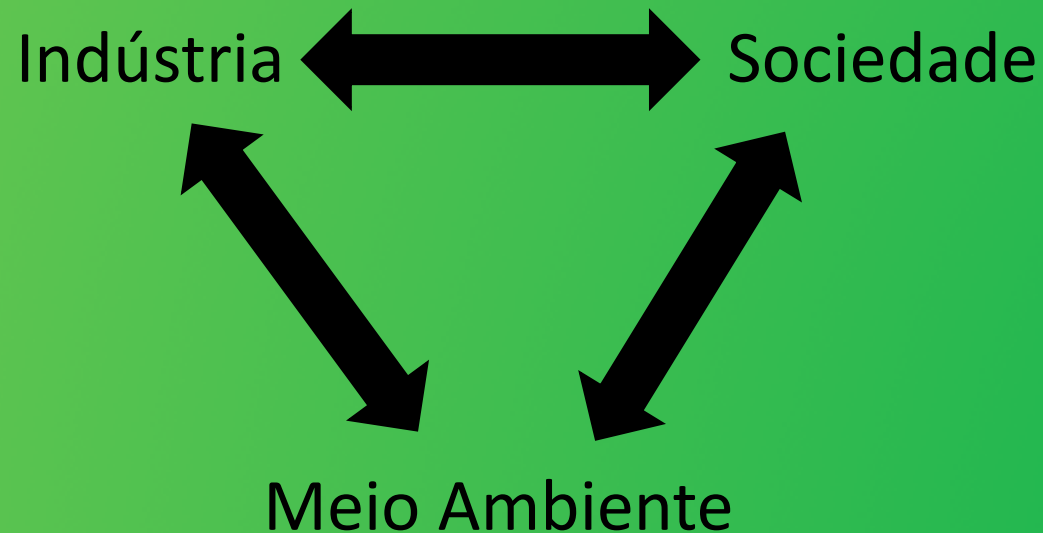
# Introdução

O que é SIMBIOSE?

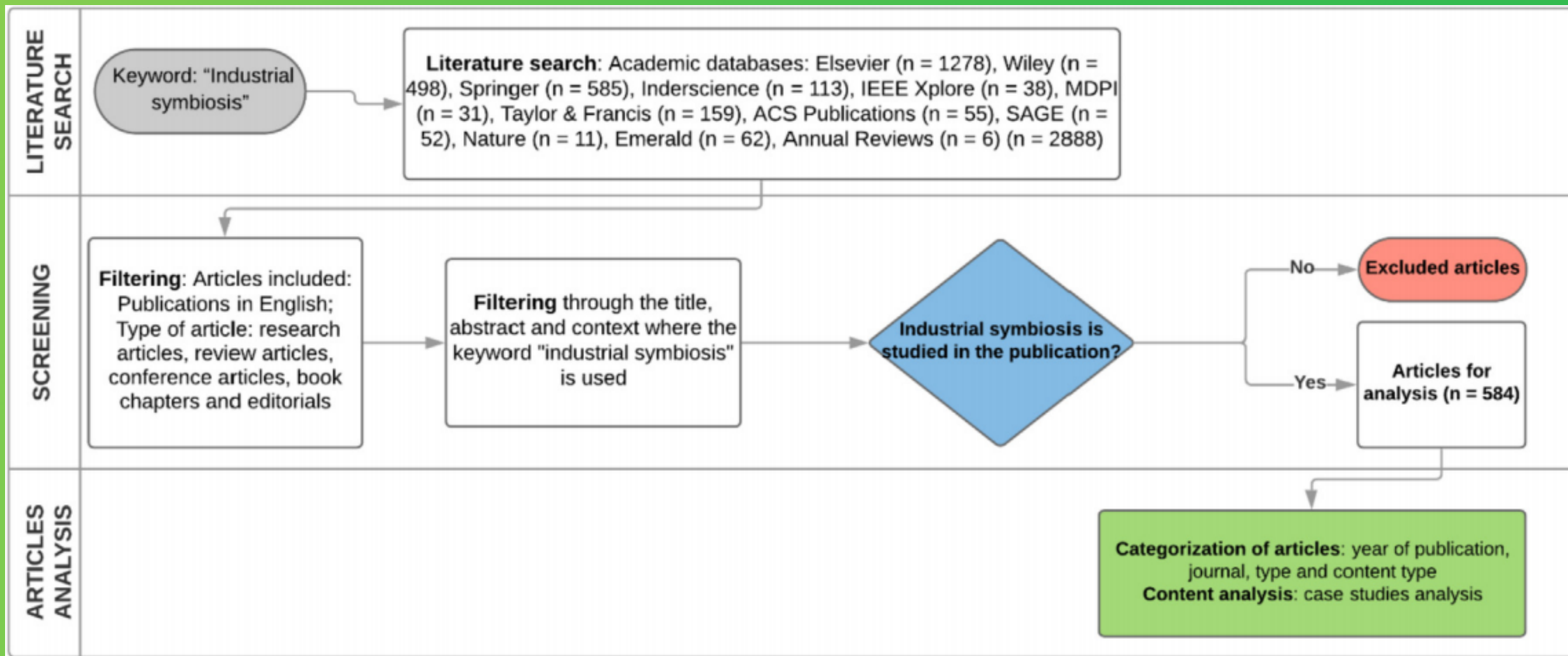


“Associação de indivíduos de espécies diferentes em uma relação onde há benefícios mútuos”

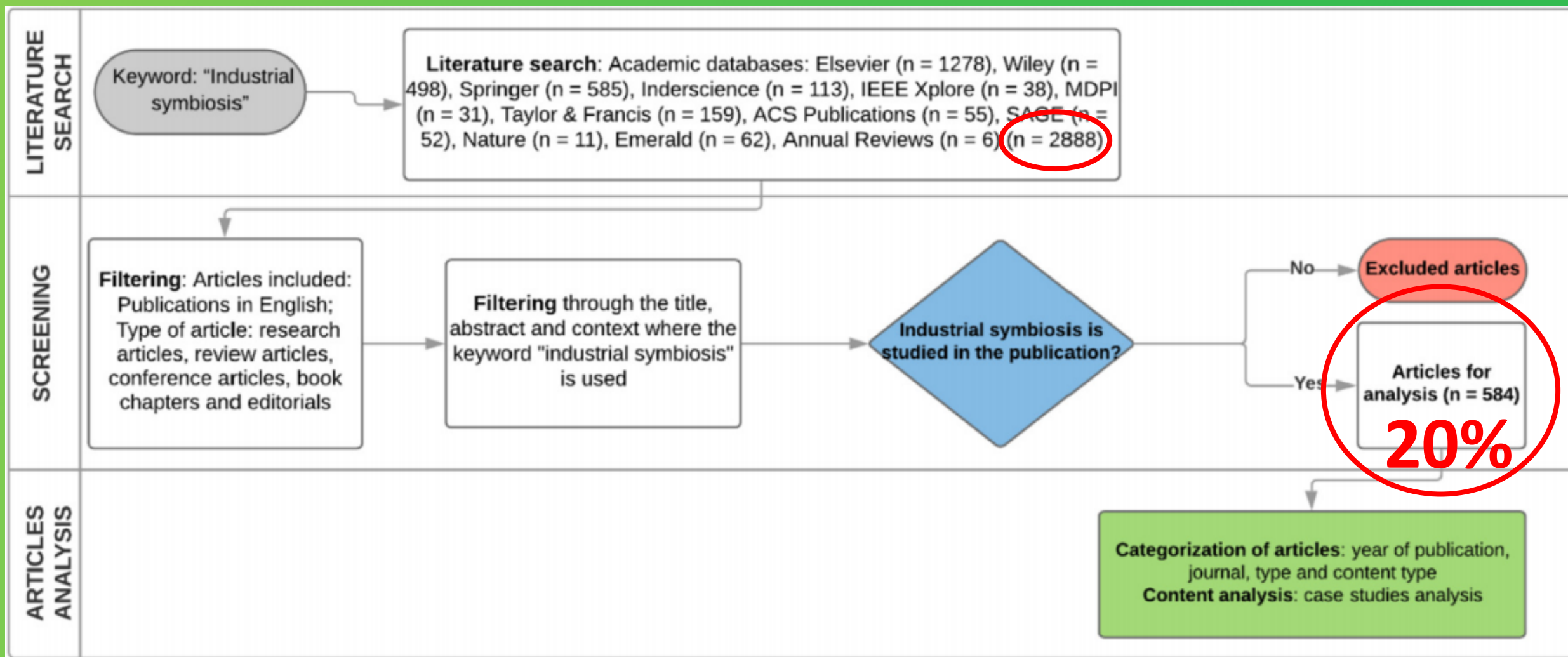
## Simbiose Industrial



# Escolha dos Artigos

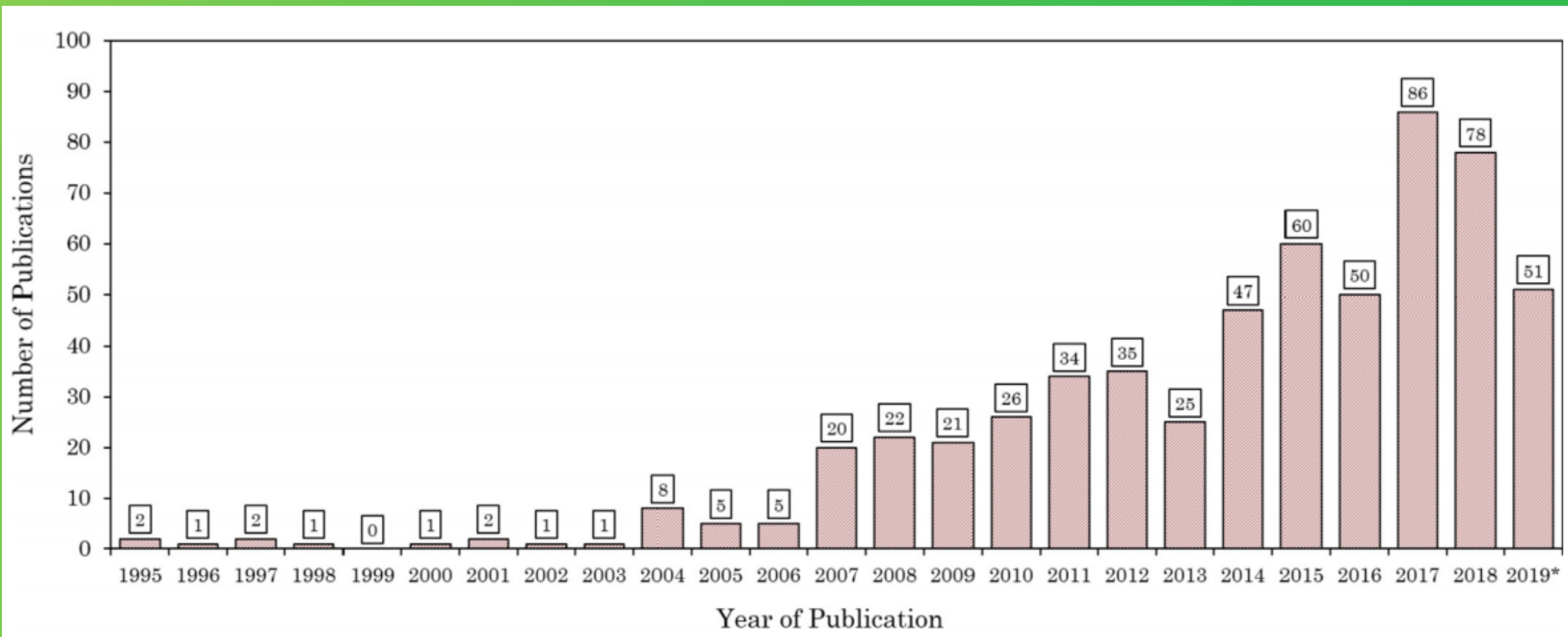


# Escolha dos Artigos





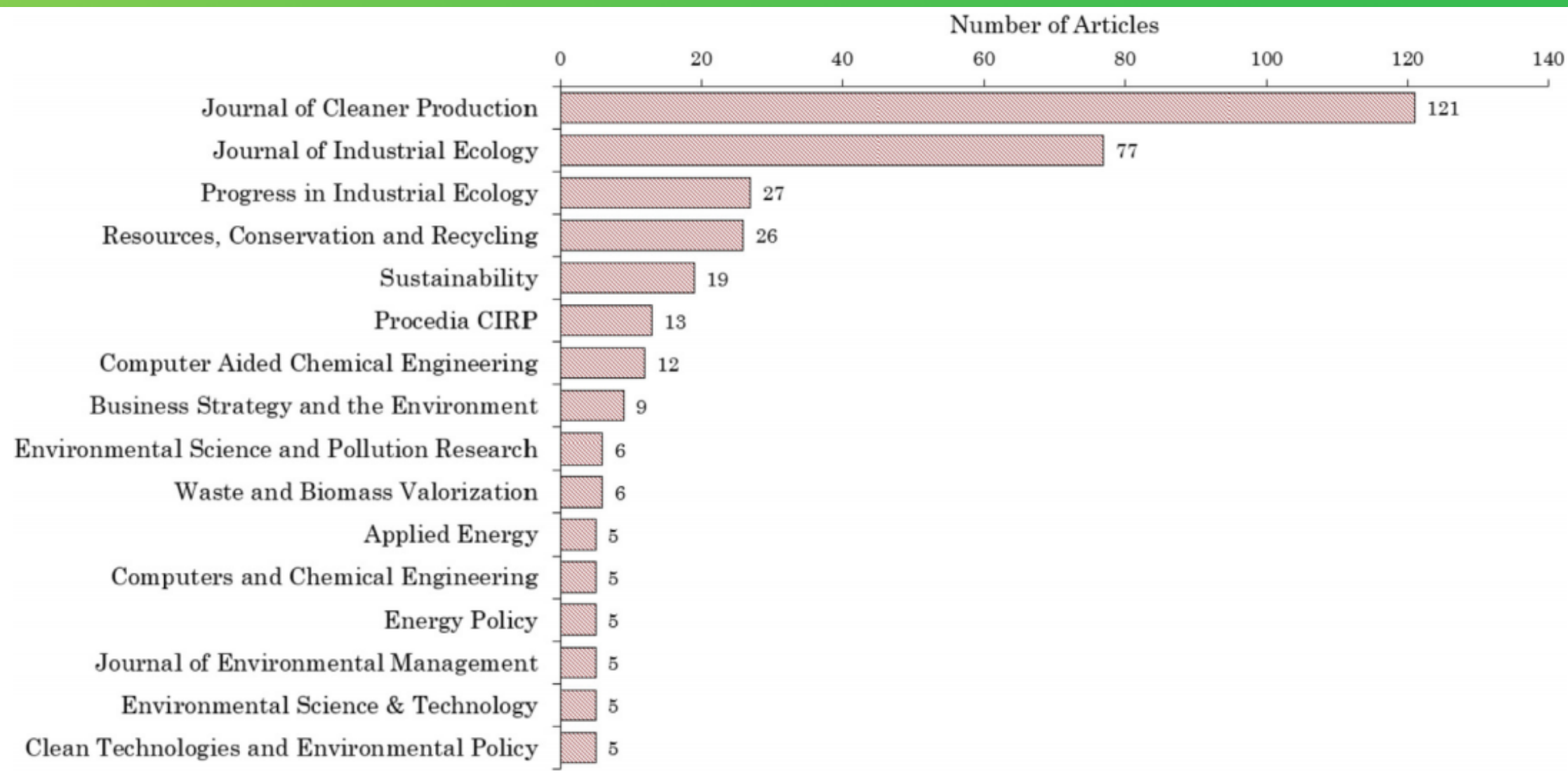
# Escolha dos Artigos



# Escolha dos Artigos

- Motivo para o crescimento:
  - Desenvolvimento de programas e políticas (nacionais e regionais), principalmente na Europa, que estimulam a prática da simbiose industrial (diminuição de matéria-prima, consumo de energia, etc.)
- Artigos que comprovam os benefícios econômicos, ambientais e sociais da simbiose industrial encorajam novos estudos sobre o assunto, fomentando a produção de novos artigos

# Distribuição dos Artigos

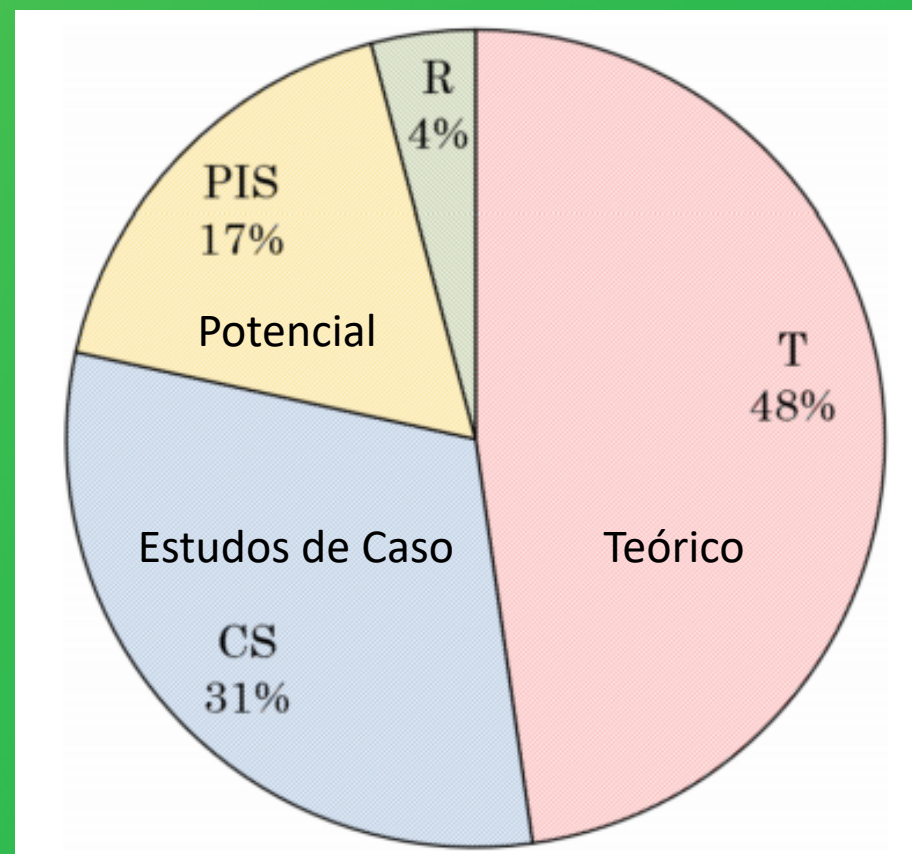


# Distribuição dos Artigos

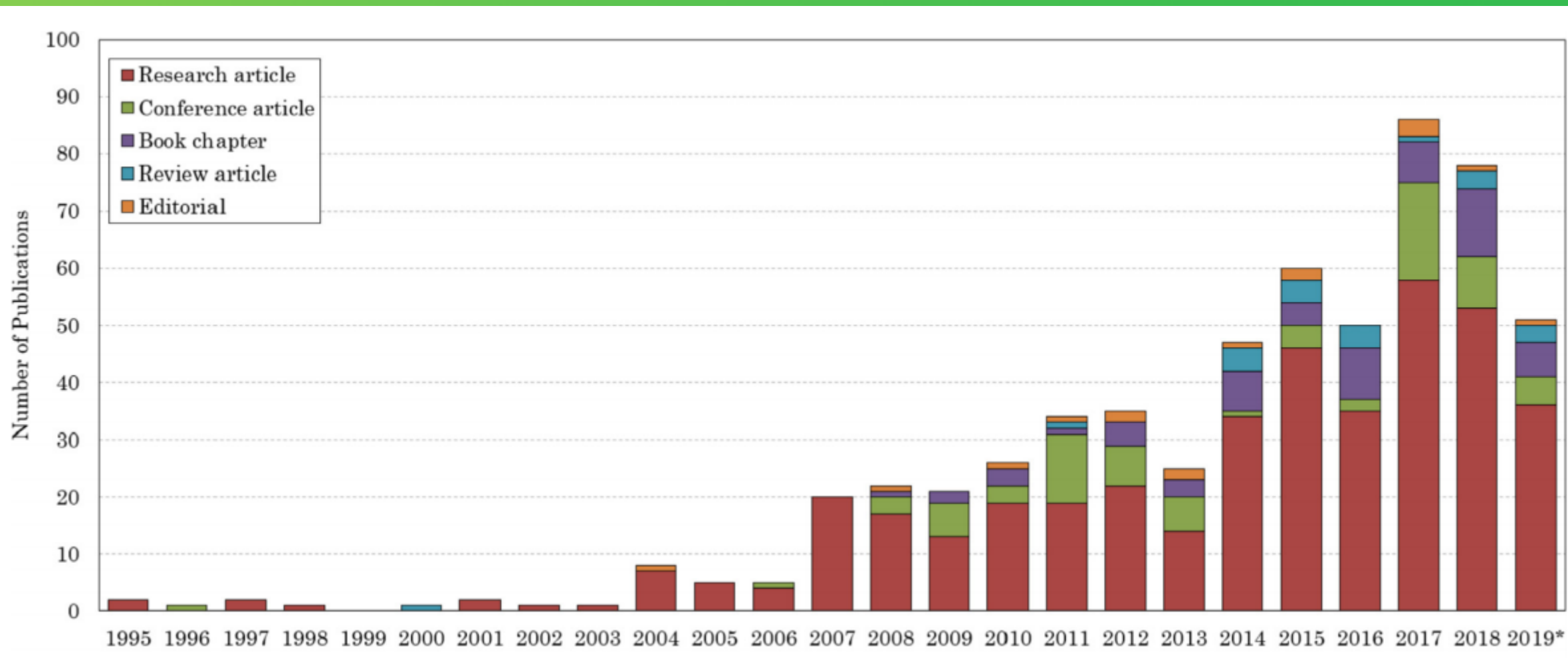
## Tipos de Artigo



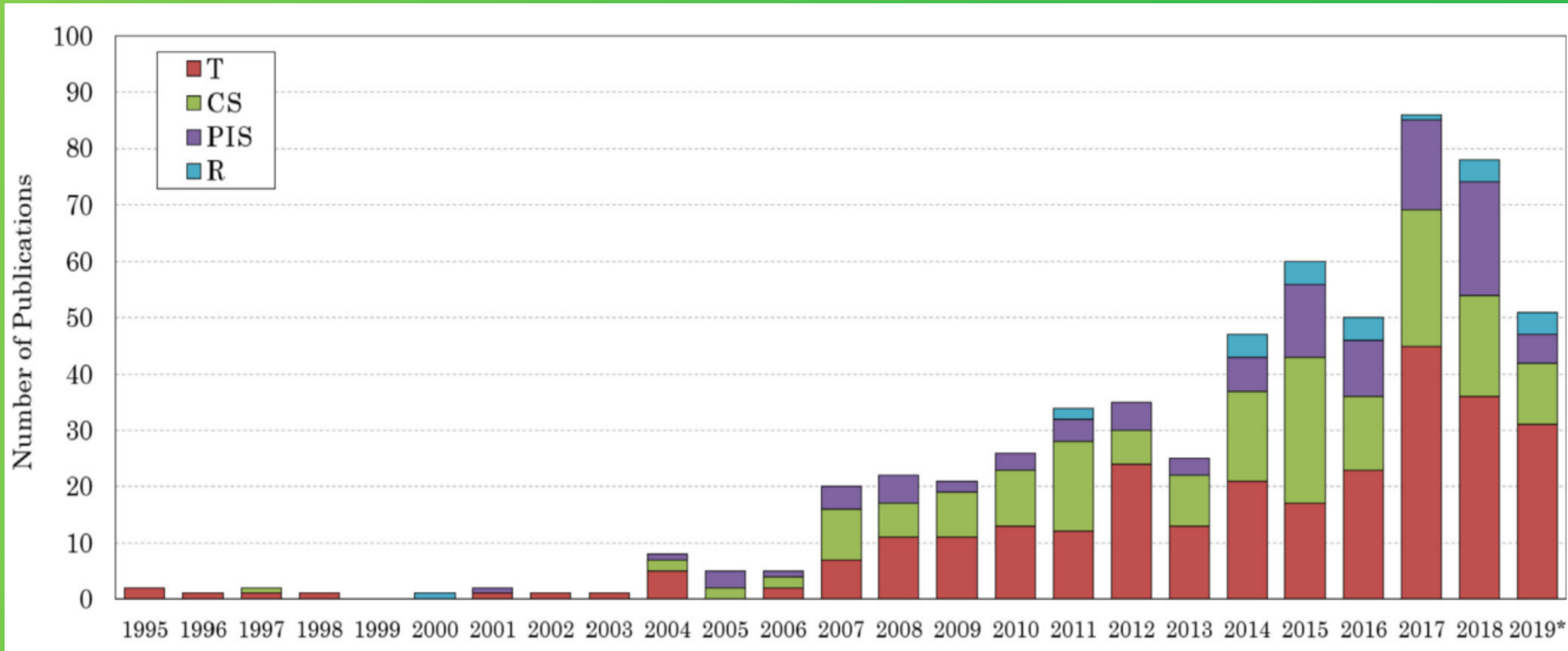
## Conteúdo do Artigo



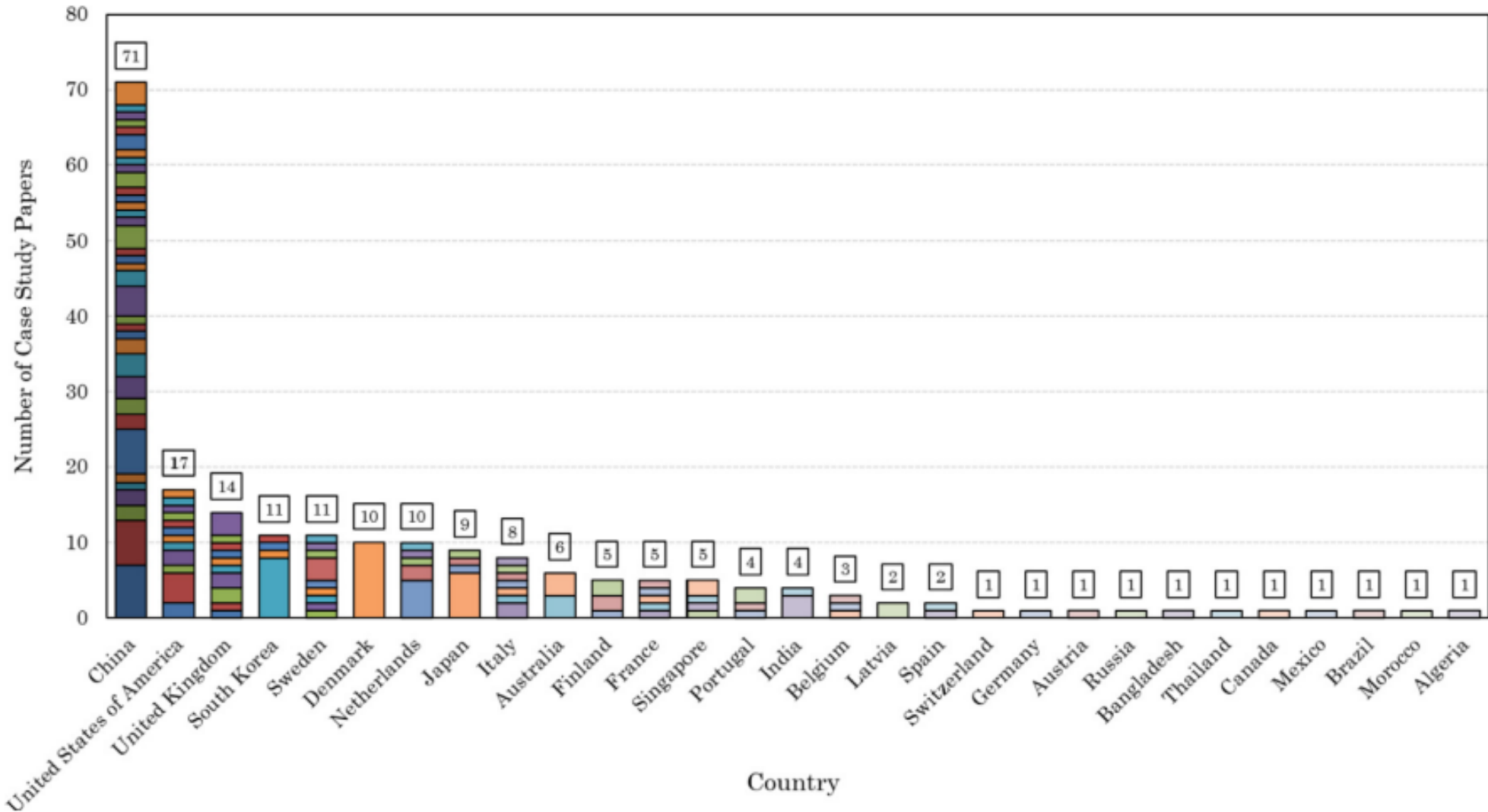
# Distribuição dos Artigos



# Distribuição dos Artigos



# Estudos de Caso – Distribuição Geográfica



# Estudos de Caso – Distribuição Geográfica

- 49% dos estudos realizados na Ásia; 37,5% na Europa e 9,1% nos EUA
- China:
  - 34% das publicações totais e 70% das publicações na Ásia
  - País com o maior número de casos identificados na literatura analisada
  - Com seu rápido desenvolvimento econômico (e conseqüentemente industrial), o país se tornou um grande consumidor de energia e de recursos, além de se tornar um grande emissor de  $CO_2$  e gases de efeito estufa
  - Surge então a necessidade de implementação de políticas e medidas mitigatórias, cujas práticas desencadearam um grande desenvolvimento da simbiose industrial

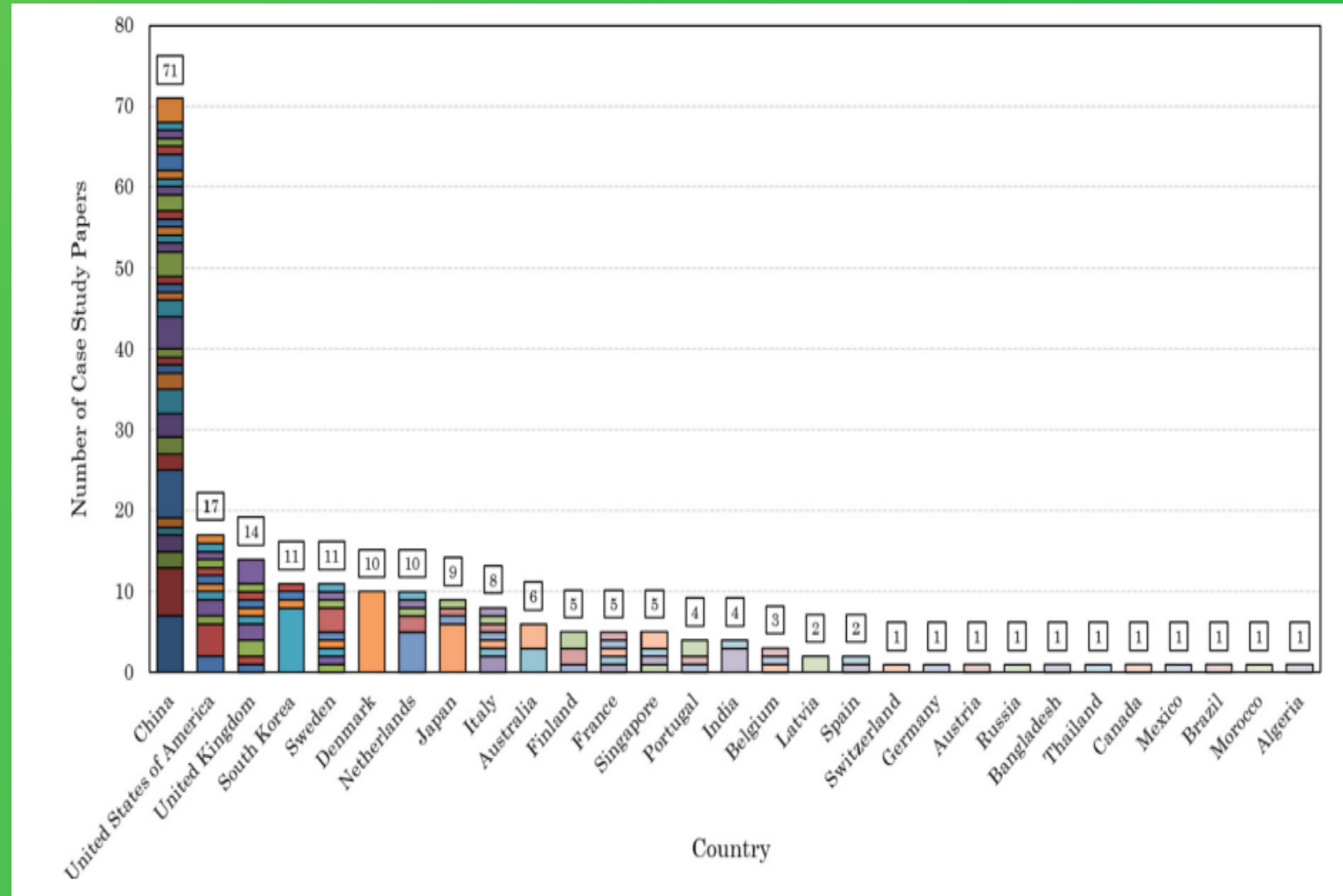
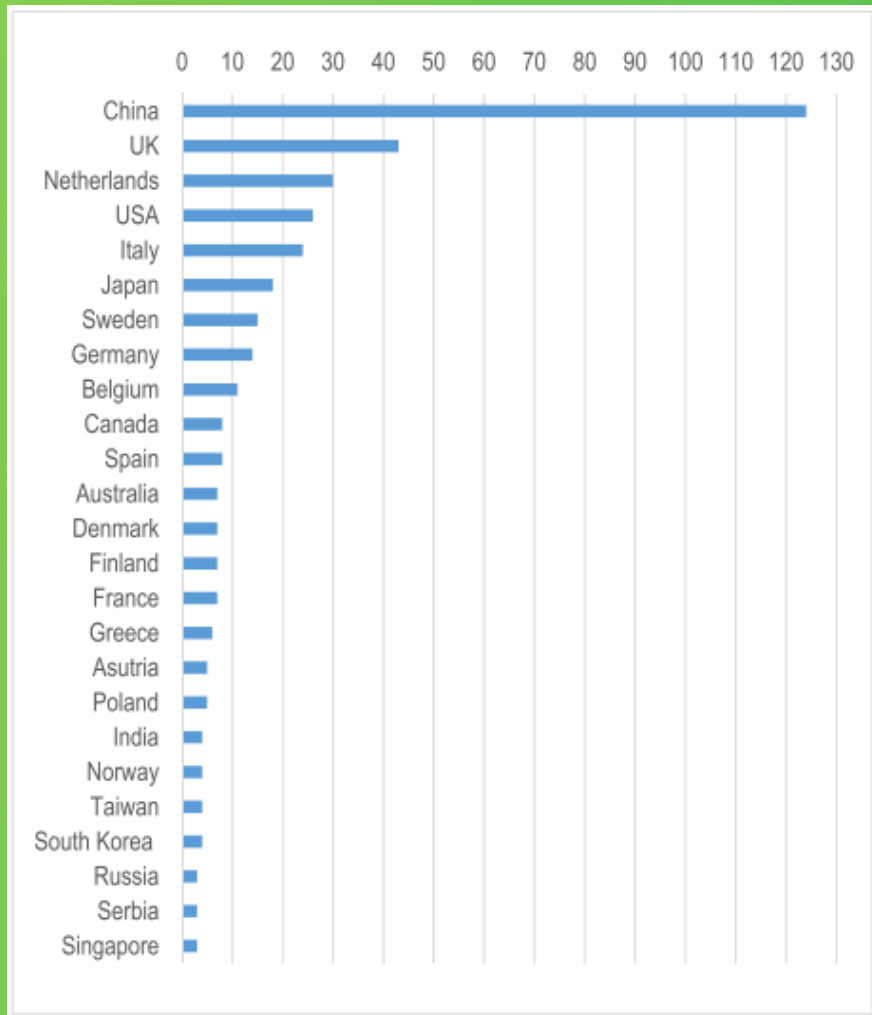


# Estudos de Caso – Distribuição Geográfica

- O autor menciona que a economia circular está diretamente relacionada com a simbiose industrial
- A distribuição geográfica dos estudos de economia circular e simbiose industrial corroboram com tal afirmação

Retomando o artigo da semana passada...

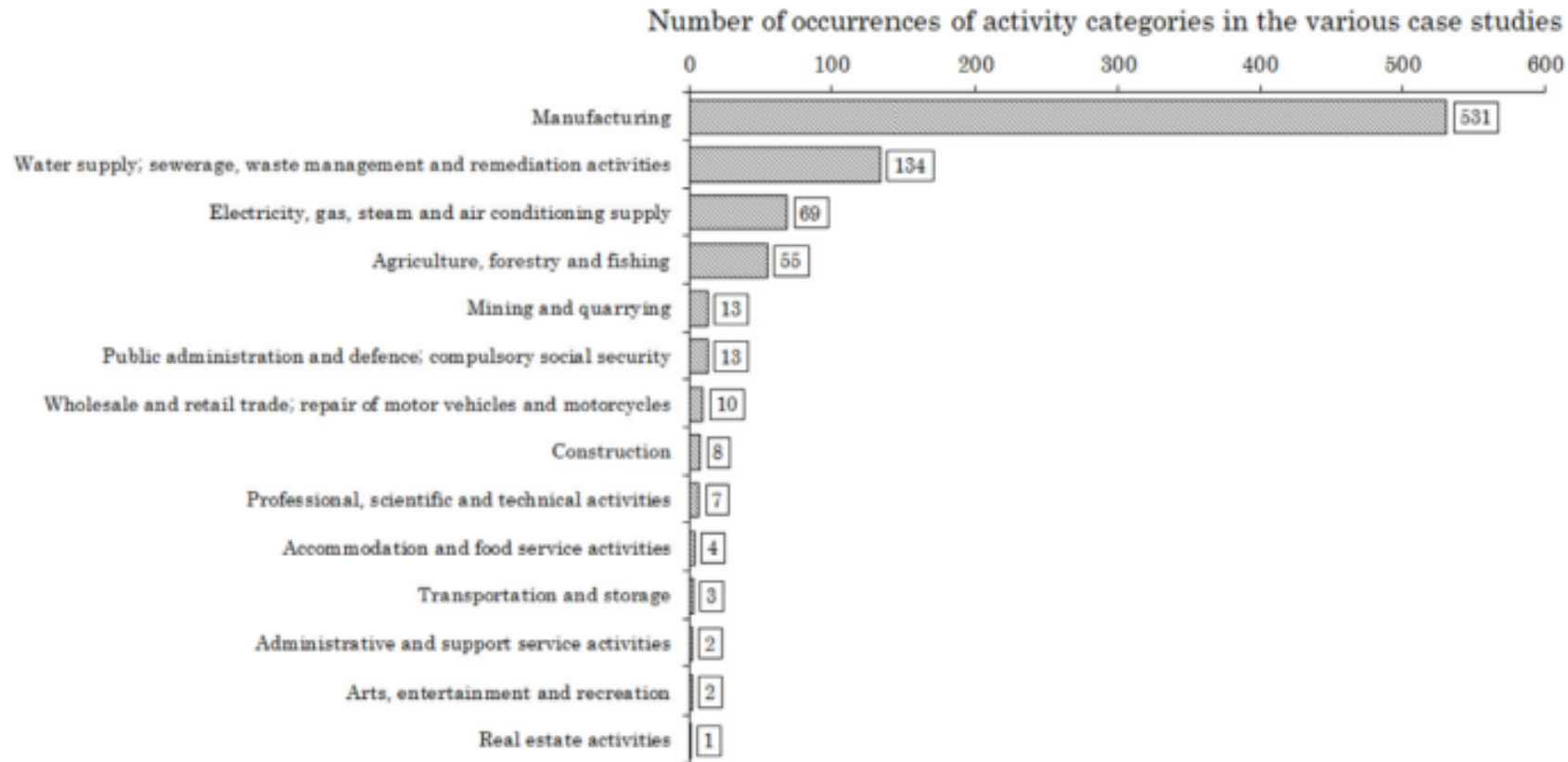
# Estudos de Caso – Distribuição Geográfica



# Estudos de Caso – Distribuição Geográfica

- A simbiose industrial se desenvolveu não somente por conta da escassez de recursos, mas também por conta dos benefícios ambientais e econômicos que resultam dessa “parceria” entre as indústrias e as empresas/sociedade
- Brasil:
  - É reconhecido o potencial para aplicação da simbiose industrial no país
  - O fraco desenvolvimento da economia circular no Brasil é um forte fator que impede o avanço da simbiose industrial no país
  - Grande parte dos resíduos são dispostos em aterros e, apesar das políticas públicas de incentivo à economia circular, não há interesse em investir em maneiras de reaproveitar os resíduos

# Estudos de Caso – Tipos de Indústria



**Fig. 9.** Number of occurrences of economic activities categories in the various case studies.

# Estudos de Caso – Tipos de Indústria



Alta geração de resíduos



Grande capacidade de absorver resíduos e subprodutos



Mais presente em: indústrias química, cimento, papel e celulose, aço e ferro



Elevado consumo de energia

# Estudos de Caso – Metodologia de análise



## Prospecção de dados

- Entrevistas
- Reunião com experts, empresas e entidades governamentais
- Visitas aos locais



## Análise qualitativa

- Empresas relutantes em fornecer dados
- Estratégia para conseguir o máximo de dados possíveis



## Análise econômica, ambiental e social

- Avaliação do ciclo de vida
- Indicadores ambientais: redução do consumo de recursos, emissões de CO<sub>2</sub>, etc
- Indicadores econômicos: redução de custos, tempo de retorno



## Análise de rede

- Interação entre diferentes atores e potenciais sinérgicos
- Modelos matemáticos de otimização