



Escrita Científica: Estrutura de Artigos

Um guia completo sobre a estrutura de artigos científicos, com foco especial em ciência da computação. Aprenda a organizar suas pesquisas de forma clara, profissional e alinhada aos padrões acadêmicos internacionais.

Eduardo Ogasawara

eduardo.ogasawara@cefet-rj.br
<https://eic.cefet-rj.br/~eogasawara>

Modelo IMRAD: Estrutura Clássica

O modelo IMRAD (Introduction, Methods, Results, And Discussion) é o padrão mais utilizado em ciências exatas, biológicas e médicas. Esta estrutura organiza o conhecimento científico de forma lógica e sequencial.

Introdução

Apresenta o problema de pesquisa, os objetivos do estudo e a motivação que justifica a investigação científica.

Material e Métodos

Descreve detalhadamente como a pesquisa foi conduzida, permitindo a replicação do estudo por outros pesquisadores.

Resultados

Apresenta os dados coletados, análises estatísticas e achados principais de forma objetiva e sistemática.

Discussão

Interpreta os resultados obtidos à luz do conhecimento existente, podendo ser combinada com a seção de resultados.

Conclusões

Resume os principais achados, suas implicações práticas e teóricas, além de sugestões para pesquisas futuras.

Variações Disciplinares

Ciências Sociais e Humanidades

Ênfase maior em revisão teórica aprofundada e interpretação crítica dos fenômenos sociais estudados.

Engenharias e Áreas Aplicadas

Frequentemente incluem seção adicional de Implementação ou Estudo de Caso demonstrando aplicações práticas.

Ciência da Computação

Incorpora seção de Trabalhos Relacionados, posicionada antes ou depois da Metodologia conforme a narrativa.

Estrutura Padrão em Computação

A ciência da computação adaptou o modelo IMRAD para atender suas necessidades específicas, incorporando elementos que valorizam a comparação com trabalhos anteriores e a descrição detalhada de implementações técnicas.

- **Introdução**
Define claramente o problema a ser resolvido, estabelece os objetivos da pesquisa e apresenta a motivação que justifica o estudo no contexto computacional.
- **Referencial Teórico / Trabalhos Relacionados**
Contextualiza a pesquisa apresentando conceitos fundamentais e analisando estudos anteriores que abordam problemas similares ou técnicas relacionadas.
- **Metodologia**
Explica detalhadamente como a solução foi desenvolvida, incluindo algoritmos implementados, modelos computacionais utilizados e design dos experimentos.
- **Resultados**
Apresenta os experimentos realizados, análises de desempenho, comparações quantitativas com outras abordagens e validações obtidas.
- **Conclusões**
Resume os principais achados, discute limitações do trabalho e oferece sugestões concretas para trabalhos futuros na área.

Observação Importante: A seção de Trabalhos Relacionados pode aparecer antes da Metodologia (para contextualizar a abordagem) ou depois (para comparar resultados). Em artigos mais práticos, pode haver uma seção extra dedicada exclusivamente à Implementação com detalhes técnicos.

Definindo Problemas com Precisão

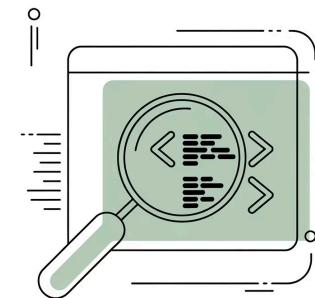
Características de um Problema Bem Definido

Problemas claros delimitam lacunas específicas na literatura e estabelecem o escopo exato da investigação. A definição precisa evita ambiguidades e orienta toda a metodologia da pesquisa.

- Identifica limitações concretas em abordagens existentes
- Contextualiza o impacto da limitação no cenário real
- Estabelece conexão direta com a motivação do artigo
- Define métricas mensuráveis para avaliar soluções

Exemplo: "O Algoritmo X apresenta complexidade temporal exponencial $O(2^n)$ para entradas do tipo Y com tamanho $n > 1000$, tornando-o impraticável para aplicações em tempo real que exigem resposta inferior a 100ms."

A clareza na definição do problema é essencial: ela não apenas justifica a pesquisa, mas também estabelece os critérios pelos quais sua solução será avaliada pela comunidade científica.



Referencial Teórico: Construindo Fundações

Objetivo e Propósito

O referencial teórico estabelece a base conceitual necessária para compreender seu trabalho. Esta seção não é apenas uma formalidade acadêmica, mas sim o alicerce que sustenta toda a sua argumentação metodológica.

Definições Gerais

Apresente os conceitos essenciais e terminologia específica que serão utilizados ao longo do artigo, garantindo que todos os leitores compartilhem o mesmo entendimento.

Técnicas e Métodos Existentes

Explore as abordagens já estabelecidas na literatura, descrevendo algoritmos, frameworks e técnicas que formam o estado da arte na área.

Teorias e Modelos Relacionados

Apresente as bases matemáticas, teóricas ou conceituais que fundamentam as técnicas discutidas, proporcionando profundidade ao entendimento.

Conexão com a Metodologia

Demonstre claramente como os conceitos apresentados apoiam e justificam a abordagem proposta no seu trabalho de pesquisa.

O Que Evitar

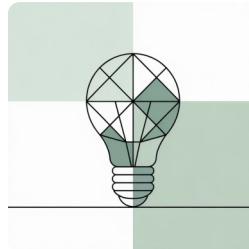
Conceitos Triviais

Não explique conceitos básicos já dominados pela audiência especializada da área. Foque no que é essencial para entender sua contribuição.

Revisão Sem Propósito

Evite revisões extensas de conceitos que não têm conexão direta com sua pesquisa. Cada elemento deve servir à narrativa do artigo.

Contribuições que Fazem Diferença



Tipos Comuns de Contribuições

Em ciência da computação, contribuições podem assumir diversas formas: novos algoritmos com melhor complexidade, arquiteturas inovadoras de sistemas, ferramentas que facilitam o desenvolvimento, ou frameworks que resolvem problemas específicos.

Algoritmos Otimizados

Desenvolvimento de novos algoritmos ou otimização de existentes, reduzindo complexidade temporal ou espacial.

Arquiteturas Inovadoras

Proposição de novas estruturas de sistemas que melhoram escalabilidade, manutenibilidade ou desempenho.

Ferramentas Práticas

Criação de ferramentas que facilitam o desenvolvimento, testes ou deployment de soluções computacionais.

Exemplo de Contribuição Clara: "O método proposto reduz o custo computacional em 25% comparado ao estado da arte, mantendo acurácia equivalente de 94.2%, possibilitando sua aplicação em dispositivos móveis com recursos limitados."

Uma contribuição forte responde diretamente ao problema identificado na introdução e destaca tanto a novidade quanto o impacto técnico do estudo. O escopo deve ser realista mas significativo para a comunidade.

Trabalhos Relacionados: Posicionando sua Pesquisa

A seção de trabalhos relacionados não é uma mera lista bibliográfica. É uma análise crítica e comparativa que posiciona sua pesquisa no contexto do conhecimento existente, identificando lacunas que justificam sua contribuição.



Critério de Seleção

Explique os critérios utilizados para selecionar os trabalhos analisados: bases de dados consultadas, palavras-chave, período temporal e critérios de inclusão/exclusão.



Classificação

Organize os trabalhos de forma lógica: por abordagem técnica utilizada, domínio de aplicação, metodologia empregada ou métricas de desempenho avaliadas.



Síntese Comparativa

Compare diferentes métodos identificando vantagens, desvantagens, limitações e contextos de aplicação de cada abordagem encontrada na literatura.



Lacuna na Literatura

Identifique claramente o que ainda não foi resolvido ou adequadamente abordado pelos trabalhos existentes, justificando sua pesquisa.

- Dica Profissional:** A apresentação de uma tabela comparativa auxilia significativamente na caracterização dos trabalhos relacionados, facilitando a visualização de diferenças entre abordagens, datasets utilizados, métricas avaliadas e resultados obtidos.

O Que Evitar

Nunca apenas liste os trabalhos sem estabelecer comparações críticas entre eles. O leitor precisa entender como cada trabalho se relaciona com os demais e, principalmente, como todos se relacionam com sua proposta.

Estratégias para Redação Efetiva

Organizando a Análise Comparativa

A organização estratégica dos trabalhos relacionados transforma uma lista bibliográfica em uma narrativa convincente que destaca a originalidade da sua pesquisa.

Critérios de Organização

- **Por Técnica:** Agrupe trabalhos que utilizam abordagens similares (aprendizado de máquina, heurísticas, métodos exatos)
- **Por Domínio:** Organize segundo a área de aplicação (saúde, finanças, manufatura)
- **Por Desempenho:** Classifique conforme resultados obtidos ou eficiência computacional
- **Cronologicamente:** Mostre a evolução das soluções ao longo do tempo



1

Construa Comparações

Em vez de descrever Trabalho A, depois Trabalho B, depois Trabalho C isoladamente, compare-os diretamente: "Enquanto A utiliza técnica X com limitação Y, B propõe Z mas apresenta problema W."

2

Contraste Limitações

Exemplo efetivo: "O método A alcança acurácia de 95% mas requer 48 horas de treinamento, enquanto o método B treina em 2 horas porém atinge apenas 87% de acurácia."

3

Evidencie a Lacuna

Objetivo final: demonstrar claramente que nenhum trabalho anterior resolve completamente o problema ou atende todos os requisitos, justificando sua nova proposta.

Fronteiras: Revisão vs. Trabalhos Relacionados

Compreender a diferença entre Revisão Bibliográfica e Trabalhos Relacionados é fundamental para estruturar adequadamente seu artigo e evitar redundâncias ou confusões conceituais.

Revisão Bibliográfica

Explica conceitos fundamentais, teorias estabelecidas e frameworks consolidados na área de estudo.

Fornece a base teórica necessária para compreender a pesquisa e suas escolhas metodológicas.

Não compara diretamente outros estudos empíricos ou implementações específicas.

Trabalhos Relacionados

Analisa pesquisas anteriores que abordam o mesmo problema ou problemas similares ao investigado.

Estabelece comparações diretas entre diferentes abordagens, técnicas e resultados obtidos.

Identifica lacunas específicas na literatura que justificam o novo estudo.

Revisão Bibliográfica

O que é conhecido na **teoria**

Trabalhos Relacionados

O que já foi feito na **prática**

- Evite Estes Erros Comuns:** Não misture conceitos teóricos com comparação de estudos empíricos na mesma seção. Não repita informações já apresentadas na Revisão Bibliográfica quando discutir Trabalhos Relacionados. Mantenha a distinção clara entre fundamentos teóricos e análise de implementações práticas.

Quando Unificar ou Separar Seções?

A decisão de separar ou unificar Referencial Teórico e Trabalhos Relacionados depende de fatores como profundidade teórica necessária, quantidade de trabalhos relacionados e restrições de espaço.



Separar em Seções Diferentes

- O artigo requer base teórica extensa antes de analisar outros estudos
- Existe grande quantidade de trabalhos relacionados justificando seção independente
- A área possui corpo teórico robusto que deve ser formalmente apresentado primeiro
- A narrativa fica mais clara com separação explícita entre teoria e prática



Unificar em Seção Única

- O problema específico já é amplamente discutido na literatura
- Conceitos e estudos prévios podem ser naturalmente apresentados juntos
- A revisão teórica é melhor explicada dentro da análise dos trabalhos
- Há restrição de páginas (comum em conferências científicas)

Práticas Recomendadas

Transições Claras

Ao unificar, garanta transições suaves entre explicações teóricas e comparações de estudos.

Evite Redundância

Não crie Revisão Bibliográfica extensa sem conexão com Trabalhos Relacionados.

Análise Crítica

Trabalhos Relacionados sempre devem incluir análise crítica, não apenas descrição.

Metodologia: O Coração da Pesquisa

A metodologia é onde você revela como transformou uma ideia em solução concreta. Esta seção deve ser detalhada o suficiente para permitir que outros pesquisadores repliquem seu trabalho, mas clara o bastante para ser compreendida por especialistas da área.

Visão Geral da Abordagem

Apresente a arquitetura geral do sistema ou solução proposta. Forneça um diagrama de blocos ou fluxograma quando apropriado. Justifique teoricamente por que esta abordagem é adequada para o problema identificado.

Método ou Implementação

Detalhe os algoritmos utilizados, estruturas de dados escolhidas, técnicas implementadas e decisões de design. Inclua pseudocódigo ou equações matemáticas quando necessário para clareza. Explique as escolhas técnicas realizadas.

Configuração Experimental e Avaliação

Descreva os datasets utilizados, ambiente computacional, parâmetros configurados e métricas de avaliação selecionadas. Estabeleça a baseline de comparação com abordagens existentes e justifique os critérios de avaliação.

Checklist de Validação

1

Coerência

A abordagem proposta é coerente com o problema definido na introdução?

2

Suficiência

Os experimentos são suficientes para validar adequadamente os resultados?

3

Clareza

As ferramentas e técnicas estão descritas com clareza e precisão?

4

Reprodutibilidade

Outro pesquisador conseguiria replicar seu trabalho com as informações fornecidas?

Fronteiras: Revisão vs. Metodologia

Revisão Bibliográfica: A Base

- Foco em Conhecimento Estabelecido

Explica conceitos teóricos, técnicas consolidadas e frameworks já estabelecidos pela comunidade científica.

- Apresentação de Modelos

Descreve modelos matemáticos, algoritmos conhecidos e abordagens teóricas relevantes para a área.

- Sem Detalhamento da Implementação

Não detalha o que foi desenvolvido especificamente no artigo, apenas referências teóricas gerais.

Metodologia: A Execução

- Descrição do Processo

Explica detalhadamente como a pesquisa específica foi conduzida, step by step.

- Ferramentas e Técnicas Específicas

Apresenta métodos, algoritmos, ferramentas e experimentos usados especificamente neste trabalho.

- Diferenciais da Abordagem

Explica o que distingue a abordagem proposta dos estudos prévios e por que estas escolhas foram feitas.

Revisão Bibliográfica

O que já foi estabelecido na **teoria**



Metodologia

Como a pesquisa foi **desenvolvida e testada**

- Armadilhas a Evitar:** Não explique conceitos técnicos apenas na Metodologia sem estabelecer base teórica previamente. Evite repetir conteúdos da Revisão Bibliográfica na Metodologia de forma redundante. Não misture trabalhos anteriores com a abordagem do seu artigo sem transição clara que distinga o que é contribuição da literatura do que é contribuição sua.

Resultados: Evidências Concretas

A seção de resultados é onde você apresenta as evidências empíricas que sustentam suas afirmações. Esta seção deve ser objetiva, precisa e acompanhada de análise crítica que conecta os números ao problema de pesquisa.

Ambiente Experimental

Especifique o hardware utilizado (processador, memória, GPU), software e bibliotecas (versões específicas), datasets empregados com suas características, e configurações do ambiente experimental.

Descrição dos Experimentos

Detalhe cada teste realizado, justificando sua relevância para validar as hipóteses. Explique os parâmetros configurados, o design experimental e as condições controladas.

Apresentação dos Resultados

Mostre os dados através de tabelas bem formatadas, gráficos com legendas claras, e métricas quantitativas precisas. Cada visualização deve ser referenciada e explicada no texto.

Discussão e Interpretação

Não apenas apresente números – explique o que eles significam. Relacione os resultados com as hipóteses iniciais, identifique padrões, discuta anomalias e compare com a baseline.



Faça

- Apresente dados com precisão adequada
- Use visualizações claras e legíveis
- Inclua barras de erro ou intervalos de confiança
- Analise criticamente cada resultado
- Compare com trabalhos anteriores



Evite

- Listar gráficos sem analisá-los
- Omitir métricas de avaliação
- Apresentar dados sem contexto
- Usar visualizações confusas
- Ignorar resultados negativos

Métricas: Quantificando o Sucesso



Escolhendo Métricas Apropriadas

A escolha das métricas de avaliação deve estar alinhada com os objetivos da pesquisa e ser reconhecida pela comunidade científica da área. Métricas bem escolhidas facilitam comparações e validam a relevância prática do trabalho.



Tempo de Execução

Tempo médio, mediano ou worst-case para processamento. Essencial para avaliar eficiência computacional e viabilidade prática da solução proposta.



Consumo de Memória

Uso de RAM, armazenamento em disco ou complexidade espacial. Crítico para aplicações com recursos limitados ou que processam grandes volumes de dados.



Acurácia e Precisão

Taxas de acerto, recall, F1-score ou outras métricas de qualidade. Fundamentais para validar a correção e confiabilidade da solução.



Latência e Throughput

Tempo de resposta e taxa de processamento. Importantes para sistemas em tempo real, aplicações web ou processamento distribuído.

Exemplo de Apresentação Efetiva: "A abordagem proposta reduz a latência média de 180ms para 158ms (redução de 12.2%), mantendo acurácia de 96.7%, comparável aos 97.1% do método baseline, mas com consumo de memória 40% inferior."

- ☐ **Visualização de Dados:** Todos os gráficos devem conter eixos claramente rotulados com unidades explícitas, legendas explicativas, e escala apropriada. A discussão textual deve relacionar as métricas apresentadas diretamente aos objetivos estabelecidos na introdução.

Discussão: Interpretando os Achados

A discussão transcende a mera apresentação de resultados, oferecendo interpretação crítica que conecta seus achados ao corpo maior de conhecimento científico. É onde você demonstra maturidade acadêmica ao contextualizar descobertas, reconhecer limitações e projetar implicações.

Comparação com a Literatura

Relacione seus resultados com achados de estudos anteriores. Identifique concordâncias, discrepâncias e padrões emergentes. Explique por que suas descobertas confirmam ou contradizem trabalhos prévios.

Implicações Práticas

Discuta como seus resultados podem ser aplicados em cenários reais. Quais problemas práticos podem ser resolvidos? Que benefícios tangíveis sua solução oferece?

Contribuições Teóricas

Explique como seu trabalho avança o conhecimento teórico da área. Que novos insights ou perspectivas você está oferecendo à comunidade científica?

Limitações e Ameaças à Validade

Seja honesto sobre as limitações do estudo. Reconheça possíveis vieses, restrições experimentais ou condições que possam afetar a generalização dos resultados.

Exemplo de Discussão Efetiva

"Os resultados experimentais demonstram que nossa abordagem reduz o tempo de processamento em 25% comparado ao método baseline de Silva et al. (2022), confirmando nossa hipótese inicial. Este ganho de desempenho alinha-se com os padrões descritos em estudos prévios sobre otimização de algoritmos paralelos (Wang, 2021; Chen et al., 2023).

A redução observada tem implicações práticas significativas para aplicações em tempo real, especialmente em ambientes com recursos computacionais limitados. No entanto, é importante notar que nossos experimentos foram conduzidos com datasets sintéticos, e a validação com dados reais do mundo será necessária para confirmar a generalização dos resultados."

Conecte sempre as limitações identificadas às sugestões de trabalhos futuros, demonstrando consciência dos próximos passos necessários para avançar a pesquisa na área.

Conclusões: Fechando o Círculo

A conclusão é sua última oportunidade de impactar o leitor. Ela deve sintetizar elegantemente as contribuições, reforçar a relevância do trabalho e inspirar futuras investigações, tudo isso sem introduzir novos elementos ou dados.



Revisão das Contribuições

Resuma as principais contribuições do trabalho de forma concisa e objetiva. Reforce o que foi alcançado e como isso responde ao problema inicial. Evite simplesmente repetir o abstract - agregue perspectiva final.



Impacto e Implicações

Articule claramente a importância do trabalho. Como seus resultados beneficiam a área? Que problemas práticos ou teóricos foram resolvidos? Qual é a relevância para a comunidade científica e para aplicações reais?



Limitações do Trabalho

Reconheça honestamente as restrições e limitações da pesquisa. Isso demonstra maturidade científica e honestidade intelectual. Explique quais aspectos não foram completamente abordados ou requerem investigação adicional.



Trabalhos Futuros

Proponha direções concretas para pesquisas futuras. Não seja vago - sugira extensões específicas, melhorias identificadas, ou novas questões que emergiram durante sua investigação. Inspire a continuidade do conhecimento.

O Que Absolutamente Evitar

✗ Novos Resultados

Nunca introduza novos dados, experimentos ou análises na conclusão. Tudo deve ter sido apresentado anteriormente.

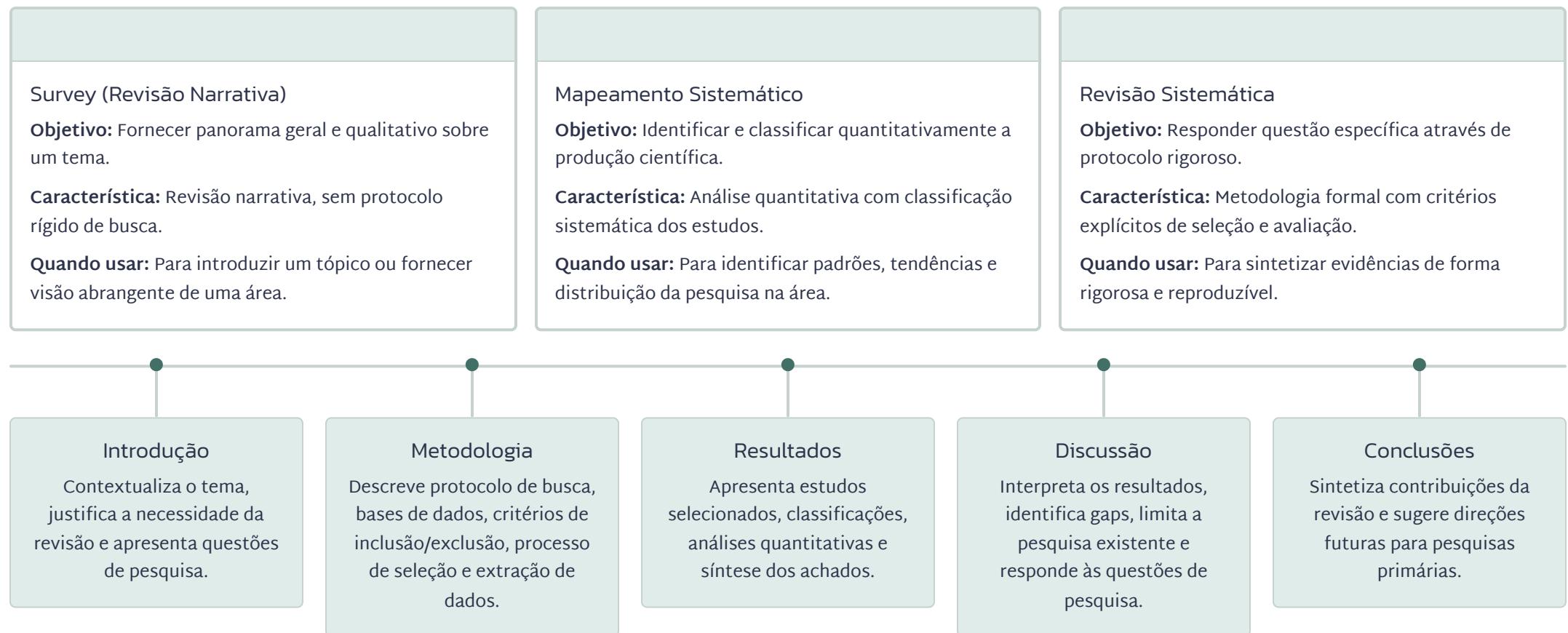
✗ Repetição Excessiva

Não apenas copie o abstract ou repita mecanicamente pontos já discutidos. Ofereça síntese com perspectiva.

✗ Afirmações Exageradas

Mantenha afirmações proporcionais aos resultados obtidos. Evite superestimar o impacto do trabalho.

Pesquisas Secundárias: Revisões e Mapeamentos



- Diferença Fundamental:** Pesquisas secundárias não geram dados novos, mas sintetizam conhecimento existente de forma sistemática. A qualidade depende do rigor metodológico na seleção e análise dos estudos incluídos.

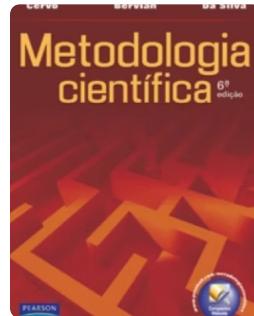
Referências Bibliográficas

Esta apresentação foi desenvolvida com base em obras fundamentais sobre metodologia científica e escrita acadêmica, essenciais para o desenvolvimento de competências em pesquisa e análise de artigos científicos. Estas referências representam contribuições seminais que orientam pesquisadores em todas as etapas do processo investigativo, desde a concepção do problema até a comunicação efetiva dos resultados.



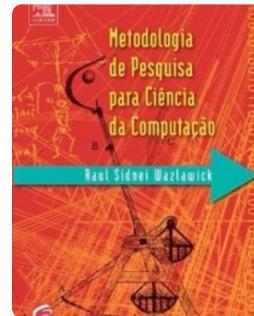
Perovano (2016)

Manual de metodologia da pesquisa científica - Editora Intersaber. Obra completa e abrangente sobre fundamentos metodológicos, oferecendo uma visão integrada dos principais métodos e técnicas de pesquisa científica.



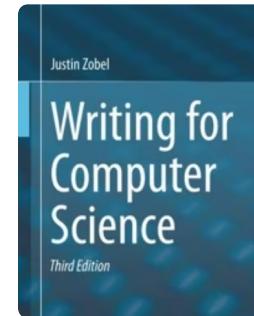
Cervo, Bervian & Silva (2006)

Metodologia Científica - Pearson Universidades. Referência clássica consolidada em metodologia de pesquisa, amplamente utilizada na formação acadêmica por sua clareza didática e rigor conceitual.



Wazlawick (2017)

Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação - Elsevier Brasil. Abordagem especializada e direcionada para a área de computação, contemplando as particularidades metodológicas deste campo do conhecimento.



Zobel (2015)

Writing for Computer Science - Springer. Guia essencial e prático para escrita científica em computação, abordando desde a estruturação de artigos até técnicas avançadas de comunicação acadêmica.

Estas obras constituem um acervo bibliográfico robusto que fornece fundamentos teóricos e práticos indispensáveis para a condução de pesquisas científicas de qualidade, auxiliando na compreensão profunda dos processos de investigação e na produção de conhecimento válido e relevante.