

**Analysis and development of finite
volume methods for the new generation
of cubed sphere dynamical cores for the
atmosphere**

Luan da Fonseca Santos

REPORT PRESENTED TO THE
INSTITUTE OF MATHEMATICS AND STATISTICS
OF THE UNIVERSITY OF SÃO PAULO
FOR THE DOCTOR OF SCIENCE
QUALIFYING EXAMINATION

Program: Applied Mathematics

Advisor: Prof. Pedro da Silva Peixoto

During the development of this work the author was supported by CAPES and FAPESP (grant number 20/10280-4)

São Paulo
August, 2022

**Analysis and development of finite
volume methods for the new generation
of cubed sphere dynamical cores for the
atmosphere**

Luan da Fonseca Santos

This is the original version of the
qualifying text prepared by candidate
Luan da Fonseca Santos, as submitted
to the Examining Committee.

Resumo

Luan da Fonseca Santos. **Análise e desenvolvimento de métodos de volumes finitos para modelos da nova geração da dinâmica atmosférica baseados na esfera cubada**. Exame de Qualificação (Doutorado). Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

[illegible]

Palavras-chave: Palavra-chave1. Palavra-chave2. Palavra-chave3.

Abstract

Luan da Fonseca Santos. **Analysis and development of finite volume methods for the new generation of cubed sphere dynamical cores for the atmosphere.** Qualifying Exam (Doctorate). Institute of Mathematics and Statistics, University of São Paulo, São Paulo, 2022.

[illegible]

Keywords: Keyword1. Keyword2. Keyword3.

Contents

Introdução	1
Considerações de estilo	2
Ferramentas bibliográficas	2
 References	 5
 Index	 7

Introdução

Escrever bem é uma arte que exige muita técnica e dedicação e, conseqüentemente, há vários bons livros sobre como escrever uma boa dissertação ou tese. Um dos trabalhos pioneiros e mais conhecidos nesse sentido é o livro de Umberto Eco (2009) intitulado *Como se faz uma tese*; é uma leitura bem interessante mas, como foi escrito em 1977 e é voltado para trabalhos de graduação na Itália, não se aplica tanto a nós.

Sobre a escrita acadêmica em geral, John Carlis disponibilizou um texto curto e interessante (CARLIS, 2009) em que advoga a preparação de um único rascunho da tese antes da versão final. Mais importante que isso, no entanto, são os vários *insights* dele sobre a escrita acadêmica. Dois outros bons livros sobre o tema são *The Craft of Research* (BOOTH *et al.*, 2008) e *The Dissertation Journey* (ROBERTS, 2010). Além disso, a USP tem uma compilação de normas relativas à produção de documentos acadêmicos (SIBIUSP, 2009) que pode ser utilizada como referência.

Para a escrita de textos especificamente sobre Ciência da Computação, o livro de Justin Zobel, *Writing for Computer Science* (ZOBEL, 2004) é uma leitura obrigatória. O livro *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação* de Raul Sidnei WAZLAWICK (2009) também merece uma boa lida. Já para a área de Matemática, dois livros recomendados são o de Nicholas Higham, *Handbook of Writing for Mathematical Sciences* (HIGHAM, 1998) e o do criador do \TeX , Donald Knuth, juntamente com Tracy Larrabee e Paul Roberts, *Mathematical Writing* (KNUTH *et al.*, 1996).

Apresentar os resultados de forma simples, clara e completa é uma tarefa que requer inspiração. Nesse sentido, o livro de Edward TUFTE (2001), *The Visual Display of Quantitative Information*, serve de ajuda na criação de figuras que permitam entender e interpretar dados/resultados de forma eficiente.

Além desse material, também vale muito a pena a leitura do trabalho de Uri ALON (2009), no qual apresenta-se uma reflexão sobre a utilização da Lei de Pareto para tentar definir/escolher problemas para as diferentes fases da vida acadêmica. A direção dos novos passos para a continuidade da vida acadêmica deveria ser discutida com seu orientador.

Considerações de estilo

Normalmente, as citações não devem fazer parte da estrutura sintática da frase¹. No entanto, usando referências em algum estilo autor-data (como o estilo plainnat do \LaTeX), é comum que o nome do autor faça parte da frase. Nesses casos, pode valer a pena mudar o formato da citação para não repetir o nome do autor; no \LaTeX , isso pode ser feito usando os comandos `\citet`, `\citep`, `\citeyear` etc. documentados no pacote `natbib` (DALY, 2010) (esses comandos são compatíveis com `biblatex` usando a opção `natbib=true`, ativada por padrão neste modelo). Em geral, portanto, as citações devem seguir estes exemplos:

Modos de citação:

indesejável: [AF83] introduziu o algoritmo ótimo.

indesejável: (Andrew e Foster, 1983) introduziram o algoritmo ótimo.

certo: Andrew e Foster introduziram o algoritmo ótimo [AF83].

certo: Andrew e Foster introduziram o algoritmo ótimo (Andrew e Foster, 1983).

certo (`\citet` ou `\citeyear`): Andrew e Foster (1983) introduziram o algoritmo ótimo.

O uso desnecessário de termos em língua estrangeira deve ser evitado. No entanto, quando isso for necessário, os termos devem aparecer *em itálico*.

Uma prática recomendável na escrita de textos é descrever as legendas das figuras e tabelas em forma auto-contida: as legendas devem ser razoavelmente completas, de modo que o leitor possa entender a figura sem ler o texto em que a figura ou tabela é citada.

Ferramentas bibliográficas

Embora seja possível pesquisar por material acadêmico na Internet usando sistemas de busca “comuns”, existem ferramentas dedicadas, como o Google Scholar (scholar.google.com). O Web of Science (webofscience.com) e o Scopus (scopus.com), oferecem recursos sofisticados e limitam a busca a periódicos com boa reputação acadêmica. Essas duas plataformas não são gratuitas, mas os alunos da USP têm acesso a elas através da instituição. Algumas editoras, como a ACM (dl.acm.org) e a IEEE (ieeexplore.ieee.org), também têm sistemas de busca bibliográfica. Todas essas ferramentas são capazes de exportar os dados para o formato `.bib`, usado pelo \LaTeX (no Google Scholar, é preciso ativar a opção correspondente nas preferências). O sítio liinwww.ira.uka.de/bibliography também permite buscar e baixar referências bibliográficas relevantes para a área de computação.

Lamentavelmente, ainda não existe um mecanismo de verificação ou validação das informações nessas plataformas. Portanto, é fortemente sugerido validar todas as informações de tal forma que as entradas bib estejam corretas. De qualquer modo, tome muito cuidado na padronização das referências bibliográficas: ou considere TODOS os nomes dos autores por extenso, ou TODOS os nomes dos autores abreviados. Evite misturas inapropriadas.

Apenas uma parte dos artigos acadêmicos de interesse está disponível livremente na Internet; os demais são restritos a assinantes. A CAPES assina um grande volume de publicações e disponibiliza o acesso a elas para diversas universidades brasileiras, entre elas a USP, através do seu portal de periódicos (periodicos.capes.gov.br). Existe uma extensão

¹ E não se deve abusar das notas de rodapé.

para os navegadores Chrome e Firefox (www.infis.ufu.br/capes-periodicos) que facilita o uso cotidiano do portal.

Para manter um banco de dados organizado sobre artigos e outras fontes bibliográficas relevantes para sua pesquisa, é altamente recomendável que você use uma ferramenta como Zotero (zotero.org) ou Mendeley (mendeley.com). Ambas podem exportar seus dados no formato .bib, compatível com \LaTeX .

References

- [ALON 2009] Uri ALON. “How to choose a good scientific problem”. In: *Molecular Cell* 35.6 (Sept. 2009), pp. 726–728. DOI: [10.1016/j.molcel.2009.09.013](https://doi.org/10.1016/j.molcel.2009.09.013) (cit. on p. 1).
- [BOOTH *et al.* 2008] Wayne C. BOOTH, Gregory G. COLOMB, and Joseph M. WILLIAMS. *The Craft of Research*. The University of Chicago Press, 2008 (cit. on p. 1).
- [CARLIS 2009] John V. CARLIS. *Design: The Key to Writing (and Advising) a One-Draft Ph.D Dissertation*. 2009. URL: www-users.cs.umn.edu/~carlis/one-draft.pdf (visited on 11/10/2017) (cit. on p. 1).
- [DALY 2010] Patrick W. DALY. *Reference sheet for natbib usage*. Sept. 13, 2010. URL: mirrors.ctan.org/macros/latex/contrib/natbib/natnotes.pdf (visited on 12/20/2018) (cit. on p. 2).
- [Eco 2009] Umberto ECO. *Como se Faz uma Tese*. 22nd ed. Tradução Gilson Cesar Cardoso de Souza. Perspectiva, 2009 (cit. on p. 1).
- [HIGHAM 1998] Nicholas J. HIGHAM. *Handbook of Writing for the Mathematical Sciences*. 2nd ed. SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics, Aug. 1998 (cit. on p. 1).
- [KNUTH *et al.* 1996] Donald E. KNUTH, Tracy LARRABEE, and Paul M. ROBERTS. *Mathematical Writing*. The Mathematical Association of America, Sept. 1996 (cit. on p. 1).
- [ROBERTS 2010] Carol M. ROBERTS. *The Dissertation Journey*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Corwin, 2010 (cit. on p. 1).
- [TUFTE 2001] Edward TUFTE. *The Visual Display of Quantitative Information*. 2nd ed. Graphics Press, May 2001 (cit. on p. 1).
- [SIBiUSP 2009] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO — SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS. *Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses da USP: Documento Eletrônico e Impresso*. 2009. URL: www.teses.usp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=67 (visited on 11/10/2017) (cit. on p. 1).

- [WAZLAWICK 2009] Raul S. WAZLAWICK. *Metodologia de Pesquisa em Ciência da Computação*. 1st ed. Campus, 2009 (cit. on p. 1).
- [ZOBEL 2004] Justin ZOBEL. *Writing for Computer Science: The Art of Effective Communication*. 2nd ed. Springer, 2004 (cit. on p. 1).

Index

F

Floats, [2](#)

G

Google Scholar, [2](#)

L

Legendas, [2](#)

Língua estrangeira, [2](#)

M

Mendeley, [3](#)

N

natbib, [2](#)

Notas de rodapé, [2](#)

S

Scopus, [2](#)

W

Web of Science, [2](#)

Z

Zotero, [3](#)