

## MATRIZES E APLICAÇÕES COMPUTACIONAIS

Alessandra Carla Soave<sup>1</sup>

Dr<sup>a</sup>. Divane Marcon<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** Matrizes, Aplicações computacionais, Fatorações matriciais.

### 1. Introdução

A Álgebra Linear ocupa uma posição central na formação matemática, sendo as matrizes um de seus principais objetos de estudo, com aplicações que se estendem desde a resolução de sistemas lineares até áreas como modelagem computacional, análise de dados e métodos numéricos. Nesse contexto, as fatorações matriciais destacam-se como ferramentas fundamentais, pois permitem reescrever matrizes em formas estruturadas que facilitam tanto a compreensão teórica quanto a implementação de algoritmos computacionais eficientes.

Apesar de sua relevância, observa-se que, na formação inicial, o estudo de matrizes frequentemente se limita a aspectos introdutórios, com pouca ênfase em propriedades estruturais e em métodos de fatoração mais avançados. Além disso, verifica-se uma menor disponibilidade de materiais em língua portuguesa que abordam o tema de forma aprofundada, sendo comum a necessidade de recorrer a obras internacionais para um tratamento mais rigoroso. Nesse sentido, autores como Carl D. Meyer e David S. Watkins apresentam contribuições significativas ao discutirem, de maneira detalhada, tanto os fundamentos teóricos quanto às aplicações computacionais das matrizes e de suas fatorações.

Diante desse cenário, o presente trabalho, desenvolvido no âmbito do Trabalho de Conclusão de Curso em Matemática – Licenciatura, tem como objetivo aprofundar o estudo teórico das matrizes e dos principais métodos de fatoração matricial, com ênfase nas decomposições  $LU$ ,  $PA = LU$ , *Cholesky*, *Ortogonal (QR)* e *Decomposição em Valores Singulares (SVD)*. A pesquisa organiza-se em duas etapas complementares: a primeira, já concluída, dedicada à sistematização dos conceitos fundamentais de matrizes; e a segunda, em desenvolvimento, voltada ao estudo detalhado das fatorações e de suas aplicações na resolução de sistemas lineares.

Assim, busca-se construir uma base teórica sólida que contribua para a compreensão das estruturas matriciais e de seus desdobramentos computacionais, além de oferecer um material sistematizado que possa auxiliar estudantes e pesquisadores interessados no tema.

### 2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem teórica e fundamentação bibliográfica, voltado à compreensão dos métodos de fatoração de matrizes e de suas aplicações em problemas matemáticos e computacionais.

---

<sup>1</sup> Alessandra Carla Soave. Graduada do Curso de Matemática- Licenciatura. Universidade Federal da Fronteira Sul. [alessandracsoave@gmail.com](mailto:alessandracsoave@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr<sup>a</sup>. Divane Marcon. Docente do Curso de Matemática- Licenciatura. Universidade Federal da Fronteira Sul. [divane.marcon@gmail.com](mailto:divane.marcon@gmail.com)

Diferentemente de trabalhos que se concentram em uma revisão bibliográfica tradicional, entendida como a análise comparativa de diferentes obras, este estudo foi conduzido com foco na construção direta de um material teórico próprio, a partir de referências previamente selecionadas.

A orientação metodológica partiu das indicações da docente orientadora, que definiu um conjunto de obras fundamentais para o desenvolvimento do estudo, com destaque para o livro “*Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*”, de Carl D. Meyer, utilizado como principal referência teórica. A partir dessas leituras, iniciou-se a sistematização dos conceitos fundamentais de matrizes, com a elaboração escrita de definições, propriedades e exemplos matemáticos, constituindo a base conceitual necessária para o aprofundamento do tema.

No que se refere ao objeto de estudo, a pesquisa concentra-se na análise dos métodos de fatoração matricial, como *LU*, *PA = LU*, *Cholesky*, *Ortogonal (QR) e Decomposição em Valores Singulares (SVD)*. A importância dessas fatorações evidencia-se especialmente no contexto da computação, uma vez que permitem a decomposição de matrizes em formas estruturadas que tornam mais eficientes e estáveis os algoritmos utilizados na resolução de sistemas lineares, sendo amplamente aplicadas em métodos numéricos e na computação científica.

Atualmente, a pesquisa encontra-se na etapa de estudo dos tipos de fatorações e análise das aplicações, especialmente na resolução de sistemas lineares, buscando compreender tanto os aspectos algébricos quanto suas implicações computacionais. Dessa forma, o trabalho avança progressivamente da construção teórica para a investigação de aplicações, mantendo coerência com os objetivos propostos e com a estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso em desenvolvimento.

### 3. Resultados

Por se tratar de uma pesquisa em desenvolvimento, os resultados apresentados até o momento correspondem às etapas já concluídas e aos avanços parciais obtidos. Na primeira fase do trabalho (TCC I), foi elaborado um material teórico introdutório e sistematizado sobre matrizes, contemplando definições, classificações, operações matriciais e propriedades fundamentais. Esse material teve como objetivo estabelecer uma base conceitual sólida, essencial para a compreensão dos conteúdos mais avançados abordados na etapa seguinte da pesquisa.

A construção desse referencial teórico inicial mostrou-se fundamental para a organização e aprofundamento do estudo, permitindo uma compreensão mais estruturada das operações e propriedades matriciais, bem como de sua linguagem formal. Esse processo contribuiu diretamente para o desenvolvimento da segunda etapa do trabalho (TCC II), na qual se iniciou o estudo dos métodos de fatoração de matrizes.

### 4. Considerações finais

Considerando que a pesquisa encontra-se em desenvolvimento, não é possível apresentar resultados conclusivos neste momento. No entanto, os avanços obtidos até a etapa atual evidenciam a relevância da construção de uma base teórica sólida como suporte para o estudo de conteúdos mais avançados em Álgebra Linear.

A elaboração do material introdutório no TCC I mostrou-se fundamental para a compreensão das estruturas e propriedades das matrizes, possibilitando maior organização conceitual e segurança no desenvolvimento da etapa seguinte. Esse percurso tem contribuído

para a análise dos métodos de fatoração matricial, especialmente no que se refere à compreensão de seus fundamentos algébricos e de suas aplicações na resolução de sistemas lineares.

Além disso, destaca-se a importância das fatorações no contexto computacional, uma vez que constituem ferramentas essenciais para a construção de algoritmos eficientes e para o tratamento de problemas numéricos. Nesse sentido, o estudo em andamento busca não apenas aprofundar os aspectos teóricos, mas também compreender suas implicações práticas.

Como continuidade da pesquisa, pretende-se avançar na análise das fatorações matriciais, ampliando o estudo para outros métodos e suas aplicações, de modo a consolidar os objetivos propostos no Trabalho de Conclusão de Curso. Assim, espera-se que o desenvolvimento completo do trabalho contribua tanto para a formação acadêmica quanto para a sistematização de um material que possa auxiliar outros estudantes no estudo de matrizes e suas aplicações.

## 5. Referências

- ALMA. **Apontamentos de Matemática Computacional**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2011–2012. Disponível em:  
[https://www.mat.uc.pt/~alma/aulas/matcomp/sebenta/apontamentos\\_1112.pdf](https://www.mat.uc.pt/~alma/aulas/matcomp/sebenta/apontamentos_1112.pdf). Acesso em: 22 nov. 2025.
- ANDRETTA, Marco. **Fatoração de matrizes**. São Carlos: Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, USP, 2012. Disponível em:  
<https://sites.icmc.usp.br/andretta/ensino/aulas/sme0500-1-12/fatmatriz.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.
- ANTON, Howard; RORRES, Chris. **Álgebra linear com aplicações**. Tradução técnica: Claus Ivo Doering. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BYJUS. **Hermitian matrix**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em:  
<https://byjus.com/math/hermitian-matrix/>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- CALLIOLI, Carlos A.; DOMINGUES, Hygino H.; COSTA, Roberto C. F. **Álgebra linear e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atual, 1990.
- CAMPOS, Márcia. **Fatoração de Cholesky**. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, [s.d.]. Disponível em:  
[https://www.ime.unicamp.br/~marcia/AlgebraLinear/fat\\_cholesky.html](https://www.ime.unicamp.br/~marcia/AlgebraLinear/fat_cholesky.html). Acesso em: 20 mar. 2026.
- CAMPOS, Márcia. **Operações elementares**. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, [s.d.]. Disponível em:  
[https://www.ime.unicamp.br/~marcia/AlgebraLinear/op\\_elementares.html](https://www.ime.unicamp.br/~marcia/AlgebraLinear/op_elementares.html). Acesso em: 20 mar. 2026.

COLOMBO, João. **Determinantes**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2012.

Disponível em:

<https://www.professores.uff.br/jcolombo/wp-content/uploads/sites/124/2017/09/2-2012-Determinante.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2026.

DE LEO, Stefano. **Notas de aula – MA327**. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.ime.unicamp.br/~deleo/MA327/ld4.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2025.

EACH. **Aula 14 – Estruturas de dados**. São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.each.usp.br/digiampietri/ed/aula14.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA — USP. Tópico 1 – Notas de aula de MAP2210. São Paulo: IME/USP, [s.d.]. Disponível em:

[https://cgcap.ime.usp.br/map2210/NotasDeAulas/topico\\_1.pdf](https://cgcap.ime.usp.br/map2210/NotasDeAulas/topico_1.pdf). Acesso em: 22 nov. 2025.

KUERTEN, Cristini. **Matrizes e aplicações**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, [s.d.]. Disponível em:

[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96804/Cristini\\_Kuerten.PDF](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96804/Cristini_Kuerten.PDF). Acesso em: 20 mar. 2026.

LIPSCHUTZ, Seymour; LIPSON, Marc. **Álgebra linear: teoria e problemas**. Tradução: Alfredo Alves de Farias; colaboração de Eliana Farias e Antonio Pertence Júnior. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

MEYER, Carl D. **Matrix analysis and applied linear algebra**. Philadelphia: SIAM, 2000.

PULINO, Paulo. **Capítulo 2 – Álgebra linear**. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, 2008. Disponível em:

<https://www.ime.unicamp.br/~pulino/ALESA/Texto/cap02.pdf>. Acesso em: 20 out. 2025.

ROZMAN, Janez. **Condition number**. Connecticut: University of Connecticut, 2018.

Disponível em:

[https://www.phys.uconn.edu/~rozman/Courses/m3511\\_18s/downloads/condnumber.pdf](https://www.phys.uconn.edu/~rozman/Courses/m3511_18s/downloads/condnumber.pdf).

Acesso em: 20 mar. 2026.

SCIVERSE SCIENCEDIRECT. **Frobenius norm**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/topics/mathematics/frobenius-norm>. Acesso em: 22 nov. 2025.

STEINBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. **Álgebra linear**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1987.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Matrizes**. João Pessoa: UFPB, 2011.  
Disponível em: <https://mat.ufpb.br/bosco/2011cvet/Matrizes.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. **Trabalho prático 2**. Ouro Preto:  
Departamento de Computação, [s.d.]. Disponível em:  
<http://www.decom.ufop.br/menotti/aed1082/tps/tp2.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **Número de condição de matrizes**.  
Uberlândia: UFU, [s.d.]. Disponível em:  
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33910/1/NumeroCondi%C3%A7aoMatrizes.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Matrizes elementares**. Curitiba: UFPR, [s.d.].  
Disponível em:  
[https://docs.ufpr.br/~cegalvao/ensino/al\\_ga/Aulas/005\\_MatrizesElementares.pdf](https://docs.ufpr.br/~cegalvao/ensino/al_ga/Aulas/005_MatrizesElementares.pdf). Acesso em:  
20 mar. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Resolução de sistemas lineares: métodos  
diretos**. Curitiba: UFPR, [s.d.]. Disponível em:  
[https://docs.ufpr.br/~volmir/MN\\_09\\_resolucao\\_sistemas\\_metodos\\_diretos\\_ppt.pdf](https://docs.ufpr.br/~volmir/MN_09_resolucao_sistemas_metodos_diretos_ppt.pdf). Acesso  
em: 20 mar. 2026.

WATKINS, David S. **Fundamentals of matrix computations**. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2010.