UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA PURA E APLICADA

MTM510025 Álgebra Linear Computacional II
PRÉ-REQUISITOS: Álgebra Linear Computacional I
Nº DE HORAS/AULA SEMANAIS: 06

EMENTA – O problema de autovalores não simétrico e simétrico: métodos QR, Arnoldi e de Lanczos. Teoria de perturbação para autovalores, valores singulares e subespaços invariantes. Métodos de subespaços de Krylov para sistemas lineares e problemas de mínimos quadrados: Métodos LSQR, CGLS, GMRES, MINRES.

OBJETIVO: Apresentar conceitos da análise matricial envolvendo autovalores e subespaços invariantes fundamentais para a compreensão de métodos teóricos e práticos para problemas lineares provenientes das áreas puras e/ou aplicadas.

PROGRAMA
UNIDADE I – O Problema de autovalores não simétrico (Cap. 7 do livro texto 1, Cap. 4 do livro texto 2).
1.1 Autovalores e subespaços invariantes.
1.2 Forma Canônica de Schur, reduções não unitárias.
1.3 Teoria de perturbação para o problema de autovalor não simétrico: Círculo de Gershgorin, teorema de Bauer-Fike, condicionamento de autovalores, sensibilidade de autovalores múltiplos.
1.4 Sensibilidade de subespaços invariantes e de autovetores.
1.5 Métodos para cálculo de autovalores: Métodos da potência, da iteração inversa, iteração de subespaços. Método QR com e sem shift, deflação e balanceamento.
1.6 Calculo de subespaços invariantes
1.7 Problema de autovalor generalizado: O método QZ.

UNIDADE II - O Problema de autovalores simétrico (Cap. 8 do livro texto 1, Cap. 5 do livro texto 2).
1.1 Propriedades gerais: Autovalores e autovetores, Decomposição de Schur para matrizes simétricas.
2.2 Teoria de perturbação para o problema de autovalor simétrico: Teorema de Weyl, Teorema do minimax de Courant-Fischer. Perturbação de subespaços invariantes.
2.3 Lei de Inercia
2.4 Método para cálculo de autovalores: Método da potência, iteração inversa, Iteração do quociente de Rayleigh. Iteração de subespaços. Método QR para autovalores de matrizes simétricas. QR com shift explícito e com shift implícito.

2.5 Iteração simultânea com aceleração de Ritz.
2.6 Método de Jacobi e métodos para matrizes tridiagonais.
2.7 Cálculo da SVD e teoria de perturbação para valores singulares.
2.8 Problemas de autovalor generalizado e a GSVD.

UNIDADE III – Métodos de Lanczos (Cap. 9 livro texto 1 e cap. 6 livro texto 2)
3.1 Propriedades e análise de convergência: subespaços de Krylov, aproximação de autovalores usando redução tridiagonal via iterações de Lanczos. Teoria de convergência de Kaniel-Paige. Uso de reortogonalização.
3.2 Lanczos bloco.
3.3 Aplicações do Método de Lanczos na solução de sistemas lineares e problemas de mínimos quadrados lineares: Problemas definido positivo simétricos e não definidos simétricos. Bidiagonalização e a SVD. Aplicação à problemas de mínimos quadrados.

UNIDADE IV - Métodos iterativos para sistemas lineares e mínimos quadrados lineares baseados em subespaços de Krylov (Leitura 33-40. do livro texto 3 e cap 6 do livro texto 2)
4.1 Iteração de Arnoldi e o Método GMRES.
4.2 Iteração de Lanczos e o método de gradientes conjugados
4.3 Biortogonalização e Gradiente Biconjugado (BCG)
4.4 Algoritmo de Golub-Kahan e LSQR. MINRES .
4.5 Precondicionamento

BIBLIOGRAFIA
Livro texto 1: GOLUB, Gene H.; VAN LOAN, Charles F. Matrix computations. 3rd. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1996.
Livro Texto 2: DEMMEL, James W.; Applied Numerical Linear Algebra. Philadelphia: SIAM, 1997.
Livro texto 3: TREFETHEN, Lloyd N.; BAU, David. Numerical Linear Algebra. Philadelphia: SIAM, 1997.

Bibliografia Complementar:
a) BHATIA, Rajendra. Matrix analysis. New York: Springer, 1996.
b) GREENBAUM, Anne; Iterative Methods for Solving Linear Systems. Philadelphia: SIAM, 1997..
c) HORN, Roger A.; JOHNSON, Charles R. Matrix analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
d) MEYER, Carl D. Matrix analysis and applied linear algebra. SIAM. Philadelphia: 2000.
e) Börk, Ake, Numerical Methods for Least Squares Problems, SIAM, Philadelphia, 1996.
f). WATKINS, David S. Fundamentals of matrix computations. New York: J. Wiley, 1991.