

DISCIPLINAS ATIVAS

GRUPO GA

Disciplinas de Computação

1. GA-009 - Banco de Dados (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Modelagem Conceitual; Modelos de dados, instâncias, classificação de Sistemas Gerenciadores de BD. Modelo de Entidade e Relacionamento (ER); Modelos de alto nível, entidades, atributos, restrições, chaves, tipos de relacionamento, papéis e restrições, entidade fraca, diagramas, notação UML, Classes, superclasses e herança, especialização e generalização, relacionamentos com grau maior que dois, abstração de dados, representação do conhecimento. Modelo Relacional; O Modelo relacional e as restrições de um BD, conceitos de modelo relacional, tratamento das violações. Álgebra Relacional e cálculo relacional. Operações unárias e binárias, operações com conjuntos, cálculo com tupla, consultas. SQL; Tipos de dados, alterações de esquemas, consultas básicas e complexas. Teoria e Metodologia de Projeto de Banco de Dados; Dependências, normalização, formas normais, dependências multivaloradas, dependências de junção e dependências de inclusão, Armazenamento e Estruturas para Banco de Dados Hierarquia de Memórias e Dispositivos de Armazenamento, Hashing, Árvores-B. Indexação de Arquivos; Índices primários, índices clusterings, índices secundários, índices multiníveis, índices com árvores de busca, índices em chaves múltiplas. Algoritmos para processamento e organização de consultas; Tradução de consultas, ordenação externa. Processamento de transações; Sistemas monousuários x multiusuários, Controle de concorrência, Restauração, Log e Ponto de efetivação, Planos de Execução, Técnicas de bloqueio para controle de concorrência, Deadlock e Starvation, Inserção, Remoção e Registros fantasmas. Técnicas de Recuperação de Banco de Dados; Caching, Registro adiantado em log, roubado/não-roubado, forçado-não-forçado, Reversão e Checkpoint, Paginação e Shadow, Back-up e falhas catastróficas, Tópicos Avançados; Segurança e Autorização, proteção de acesso, contas e auditoria, controle de privilégios, Banco de Dados Estatísticos, Banco de Dados Temporais, Banco de Dados Multimídia, Banco de Dados Distribuídos e Arquitetura Cliente/Servidor, XML, Gerenciamento de Dados de Genoma.

Bibliografia:

Sistemas de Banco de Dados - A. Silberschatz et al, Terceira Edição, Pearson, 2005.

2. GA-017 - Introdução a Programação de Computadores (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Introdução ao funcionamento de computadores e compiladores; Fundamentos de programação: tipos de dados, estruturas de repetição e desvio, recursividade; Estruturas de dados básicas, procedimentos e tipo abstrato de dados. Os exemplos da aula teórica serão apresentados usando a linguagem de programação ANSI-C, mas no laboratório pode-se, eventualmente, optar por outra linguagem como FORTRAN, JAVA e PERL.

Bibliografia:

Schildt, H. (1997) C Completo e Total, Makron Books, ISBN: 8534605955
Kernighan, B. W.; Ritchie, D. M. (1989) C A Linguagem de programação Padrão ANSI, Campus, ISBN: 8570015860.
Rangel Netto, J. L. M.; Cerqueira, R. F. de G.; Celes Filho, W. (2004) Introdução à Estruturas de Dados, Campus, ISBN: 8535212280

3. GA-022 – Introdução a Sistemas Multimídia e de Realidade Virtual (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Representação de Informação Multimídia; Digitalização -Mídias Texto, Imagem, Áudio e Vídeo –Compressão- Padrões de Compressão -Comunicação Multimídia -Protocolos de Rede -Redes Locais -Redes Sem Fio, Bluetooth -Sincronismo de Mídias; Qualidade de Serviço -Tópicos Avançados: Criptografia, Watermarking-Realidade Virtual; Serviços Multimídia: Vídeo Sob Demanda, Videoconferência; Sistemas Multimídia. Avançados: Ambientes Virtuais Colaborativos.

Bibliografia:

Halsall, F. (2000) Multimedia Communications: Applications, Networks, Protocols, and Standards, Addison-Wesley Publishing, ISBN: 0201398184.
Bojkovic, Z. S.; Milovanovic, D. A.; Rao, K. R. & Milovanovic, D. A. (2002) Multimedia Communication Systems: Techniques, Standards, and Networks, Prentice Hall, ISBN: 013031398X. Steinmetz, R. & Nahrstedt, K. (2002) Multimedia Fundamentals, Volume 1: Media Coding and Content Processing, 2a. Edição, Prentice Hall, ISBN

0130313998.

Effelsberg, W. & Steinmetz, R. (1999) Video Compression Techniques, dpunkt Verlag/Morgan Kaufmann Publishers, ISBN: 3920993136.

Packer, R.; Jordan, K. & Gibson, W. (2001) Multimedia: From Wagner to Virtual Reality, W.W. Norton & Company, ISBN: 0393049795.

Sayood, K. (2000) Introduction to Data Compression, 2a. Edição, Morgan Kaufmann Publishers; ISBN:1558605584.

Jain, A. K. (1988) Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, ISBN: 0133361659.

Chapman, N. P. & Chapman, J. (2000) Digital Multimedia, John Wiley & Sons, ISBN: 0471983861.

Soares, L.F.G.; Tucherman, L.; Casanova, M.A. & Nunes, P.R.R.L. (1992) Fundamentos de Sistemas Multimídia, VIII Escola de Computação da SBC, UFRGS. Outros.

4. GA-023 – Elementos de processamento de Imagens (36h/a – 3 créditos)

Ementa:

Conceitos Básicos, Dispositivos Gráficos 2D, Representações para imagens digitais. Métodos Matemáticos: Sistemas lineares Transformada de Fourier, Sinais aleatórios, Modelos Estocásticos para imagens, Teoria de Estimação, entropia e compressão de informação. Teoria de Cores. Amostragem e Quantização: Frequência de Nyquist e Aliasing, Teorema de Amostragem e Reconstrução. Quantização de Imagens. Transformadas Discretas para imagens: Transformada Discreta de Fourier, Transformada Cosseno, Transformada KL. Realce e Filtragem de Imagens. Aquisição de Imagens e Restauração: Filtragem inversa e de Wiener. Segmentação e análise de Imagens.

Bibliografia: A.K. Jain. Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall Information and Sciences Series, 1989. R.C. Gonzalez. Digital image processing, Reading Addison-Wesley 1992.

D. F. Rogers. Procedural Elements for Computer Graphics. McGraw-Hill International Editions, 1985. D. F. Rogers and J. A. Adams. Mathematical Elements for Computer Graphics. McGraw-Hill International Editions, Second Edition, 1990. J. D. Foley, A. Dam, S. K. Feiner, and J. F. Hughes. Computer Graphics, Principles and Practice, 2nd ed. Addison Wesley, 1990.

5. GA-024 - Ciência da Computação: Estruturas de Dados e Aplicações (36h/a – 3 crédito)

Ementa:

Estruturas de Dados Elementares: matrizes, matrizes esparsas e sua implementação computacional, pilhas e filas, listas ligadas, árvores, implementações usando técnicas de recursividade; tabela hash, tabela de acesso direto, tabela hash e seus elementos, funções hash, implementação computacional de tabelas hash e aplicações; Busca em Árvore Binária: noções de árvores binárias, métodos de busca, inserção e eliminação de nós, implementação computacional com exemplos de aplicações; estruturas de dados espaciais e grafos, Octrees, K-d-Trees, noções de grafos e técnicas de implementação, depth and breadth- first-search em grafos, programação das estruturas estudadas; aplicações, geração de malhas, solução de sistemas de equações, técnicas out-of-core para análise de dados, otimização em grafos.

Bibliografia:

Algoritmos, Teoria e Prática - T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Editora Campus, 2001.

Estruturas de dados e seus algoritmos - J. L. Szwarcfiter, L. Markenzon, Livros técnicos e científicos, Rio de Janeiro, 1994.

External Algorithms, DIMACS: Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science - J. M. Abello, J. S. Vitter, American Mathematical Society, 1998 The Art of Computer Programming - Fundamental Algorithms - D. E. Knuth, Third Edition, Addison Wesley, vol. 1, 1997.

The Design and analysis of spatial data structures - H. Samet, Reading Addison- Wesley, 1990.

6. GA-025 – Ciência da Computação: Fundamentos (36h/a – 3 créditos)

Ementa:

Modelos de computação. Lógica. Recursividade e computabilidade. Modelos matemáticos de computação; Representação finita de objetos infinitos; Computação simbólica e "numérica". Máquinas de Turing, autômatos, gramáticas e linguagens formais. Tabelas de decisão; Cálculo de predicados e lógica clássica e não-clássica; cálculo de seqüentes; boa-ordenação e indução. Recursividade total e parcial; conjuntos recursivos e recursivamente enumeráveis; Computabilidade, intratabilidade e completude. Complexidade computacional e

complexidade algorítmica; Algoritmos polinomiais e exponenciais. Modelos de computação paralela e não-determinística: autômatos não-determinísticos; PRAM's, Shared RAM's, redes de interconexão; Grafos de roteamento de mensagens; Complexidade de comunicação; Modelos baseados em orientação de objetos.

Bibliografia:

Dewdney, A.K. - The Turing Omnibus: 61 excursions in Computer Science, Computer Science press, Rockville, 1989.
Korfhage, R.R. - Discrete Computational Structures, 2ed, Academic Press, Orlando, 1984.
Minsky, M. - Computation: Finite Infinite Machines, Prentice-Hall, 1967.

7. GA-026 - Ciência da Computação: Algoritmos I (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Fundamentos matemáticos: Indução, recursão. Análise assintótica; Ordenação: Inserção, seleção, quicksort, mergesort, heapsort, radix sort; Busca: Sequencial, binária, hashing, árvores binárias de busca, árvores balanceadas; Grafos: Caminhos mínimos, Algoritmo de Dijkstra, Algoritmo Guloso; Programação Dinâmica; Sistemas de Equações Algébricas Lineares; Números Aleatórios.

Bibliografia:

Computability, An Introduction to Recursive Function Theory - Cutland, N., Cambridge University Press, 1983.
Foundations of Computer Science - Aho, A.V., Computer Science Press, 1992
Introduction to Algorithms - Cormen, T.H.; Leiserson, C.E. & Rivest, R.L., 2nd, MIT Press, ISBN: 0262032937, 2001.

8. GA-031 – Arquitetura, Projeto e Implementação de Sistemas de Software (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Introdução: histórico; definições básicas; relação entre arquitetura, projeto e implementação de sistemas de software; Arquitetura de software: notações para arquitetura de software; modelos de visões arquiteturais; estilos arquiteturais; Projeto de software: notações para projeto de software padrões de projeto; Implementação de software: programação orientada a objetos, componentes de software, programação orientada a aspectos; Exemplos de aplicação no desenvolvimento de sistemas de software que modelam computacionalmente fenômenos naturais e artificiais complexo.

Bibliografia:

Shaw, M.; Garlan, D. Software Architecture Perspectives on an Emerging Discipline. Prentice-Hall, 1996.
Hofmeister, C.; Nord, R.; Soni, D. Applied Software Architecture. Addison-Wesley, 2000. Bass, L.; Clements, P.; Kazman, R. Software Architecture in Practice, second edition. Addison-Wesley, 2003.
Clements, P.; Bachmann, F.; Bass, L.; Garlan, D.; Ivers, J.; Little, R.; Nord, R.; Stafford, J. Documenting Software Architecture Views and Beyond. Addison-Wesley, 2002. Buschmann, F.; Meunier, R.; Rohnert, H.; Sommerlad, P. Pattern-Oriented Software Architecture, volume 1 A System of Patterns. Willey, 1996.
Schmidt, D.; Stal, M.; Rohnert, H.; Buschmann, F. Pattern-Oriented Software Architecture, volume 2 Patterns for Concurrent and Networked Objects. Willey, 2000.
Kircher, M.; Jain P. Pattern-Oriented Software Architecture, volume 3 Patterns for Resource Management. Willey, 2004.
Jacobson, I.; Booch, G.; Rumbaugh, J. The Unified Software Development Process. Addison-Wesley, 1999.
Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J. Design Patterns Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1995.
Heineman, G.; Councill, W. Component-Based Software Engineering Putting the Pieces Together. Addison-Wesley, 2001.
Szyperski, C. Component Software Beyond Object-Oriented Programming. Addison-Wesley, 2002.
Artigos recentes na área.

9. GA-035 – Inteligência Artificial (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Introdução: definição, conceitos básicos e fundamentos, incluindo seminário Dartmouth, máquina e teste de Turing; tarefas de raciocínio, linguagem, fala e visão; gargalo do conhecimento, gargalo da engenharia de traços,

e lei de Moore; invernos da IA e o método da tarefa comum; “efeito IA”. 2. Busca: espaço de busca e complexidade; jogos e estratégias heurísticas; estudo de caso (The Logic Theorist, The General Problem Solver, etc.). 3. Conhecimento: representação e inferência em lógica de primeira ordem; regras; planejamento automático; sistemas especialistas; estudo de caso (por ex., DENDRAL, MYCIN, etc.); 4. Incerteza: quantificação de incerteza, raciocínio incerto e probabilístico, d-separação e redes bayesianas, modelos gráficos probabilísticos, estudo de caso. 5. Aprendizado: por exemplos, aprendizado de conhecimento, de modelos gráficos, aprendizado profundo, e por reforço, estudo de caso (DeepBlue, NELL, etc.); 6. Aprendizado Profundo: origens e inspiração na natureza, crítica do perceptron, aprendizado de representações, retropropagação, estudo de caso (AlexNet/ImageNet, AlphaGo, etc.); 7. Linguagem: processamento de linguagem natural, hipótese distribucional, arquitetura transformers, modelos de linguagem, leis de escala, estudo de caso (GPT, LLaMA, etc.).

Bibliografia:

Russell, S., Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 4th ed., 2022. (Tradução *Inteligência Artificial: Uma Abordagem Moderna*, editora LTC, 2022.)

Bishop, C. *Deep Learning: Foundations and Concepts*. Springer, 2024.

Jurafsky, D.; Martin, J. H. *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models*, 3rd edition. Online manuscript released January 12, 2025. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3>

Haigh, T. *Artificial Intelligence: The History of a Brand*. MIT Press, (previsto para 2026 - estudantes interessados poderão receber uma cópia digital preliminar)

Nilsson, N. J. *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Cambridge University Press, 2009.

***Bibliografia secundária:**

Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

Nilsson, N. J. *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kauffman, 2009.

Carvalho, A.C.P. de L. F. et al.. *Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina*. LTC, 2a ed., 2021.

Wooldridge, M. *A Brief History of Artificial Intelligence: What It Is, Where We Are, and Where We Are Going*. Macmillan, 2021.

Caseli, H.M.; Nunes, M.G.V. (org.) *Processamento de Linguagem Natural: Conceitos, Técnicas e Aplicações em Português*. 3 ed. BPLN, 2024. Disponível em: <https://brasileiraspln.com/livro-pln/3a-edicao>.

10. GA-036– Introdução ao Aprendizado de Máquina (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Introdução e definições: aprendizado de máquina, inteligência artificial, etc; Tipos e fontes de bases de dados; Representação de dados: vetores, tabelas, matrizes, imagens, séries temporais; Visualização exploratória de dados; Limpeza de dados: tratamento de dados faltantes e outliers; Transformações de dados: normalização, codificação de variáveis, seleção de atributos, discretização; Índice de avaliação: Acurácia, Precisão, Recall, F1-score, Curva ROC, AUC, MSE, RMSE, MAE, R^2 , Índice de Silhueta, Davies-Bouldin; Validação cruzada e ajuste de hiperparâmetros; Definições e exemplos de aprendizado supervisionado, não supervisionado, semi-supervisionado, auto-supervisionado, reforço, few-shot learning, transfer learning, etc.; Algoritmos de Classificação: KNN, Naive Bayes, Redes Neurais, etc; Algoritmos de regressão: Regressão linear, etc; Algoritmos de Clusterização: K-Means, etc; Regras de associação; Aplicações e tópicos avançados em aprendizado de máquina.

Bibliografia:

Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani; *An Introduction to Statistical Learning* (<https://www.statlearning.com/>); Springer; 2023rd;

Yaser S. Abu-Mostafa; *Learning from Data: A Short Course*; AMLbook, 2012

Kevin P. Murphy; *Probabilistic Machine Learning: An Introduction* (<https://probml.github.io/pml-book/book1.html#toc>); MIT Press, 2022.

11. GA-053 – Computação Distribuída (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Arquitetura; Sistemas Operacionais; Sistemas Distribuídos; Redes; Clusters; Paradigmas: Simétrico e Assimétrico; Síncrono e Assíncrono; Paralelo e Distribuído; Mobilidade; Colaboração; Algoritmos Distribuídos: Eleição e Exclusão Mútua; Detecção e Resolução de Deadlock; Detecção de Terminação; Protocolos; gerencia de Dados; Obter Consenso na Presença de Incertezas; Computação com Objetos Distribuídos: Arquitetura; Conceitos Middleware (Grid, ORBs, Agentes) ; Linguagens; Acesso; Escalonamento; Segurança; Gerencia de Tarefas; projeto e Implantação de Sistemas Distribuídos: Resolução de Nomes; Notificação de Eventos; Temporização; Suporte a Mobilidade; Componentes; Tolerância a Falhas; Outras funcionalidades de Suporte; Critério de Avaliação: Dois projetos e Seminário com trabalho escrito.

Bibliografia:

Silberschatz A ., Galvin P. e Gagne G.; " Applied Operating System Concepts" ,1st Edition, John Wiley & Sons, Inc.,2000, ISBN 0-471-36508-4, www.bell-labs.com/topic/boks/aos-book/
Raynal, M., "Distributed Algorithms and Protocols", John Wiley & Sons, 1988. Bertsekas D.P. e Tsitsklis J.N. , "Parallel and Distributed Computations Numerical Methods", Printice-Hall, 1989. Barbosa V.C., "A n Introduction to Distributed Algorithms", The MIT Press,Cambridge, MA, 1996, ISBN 0-262-02412-8. Lynch Nancy, "Distributed Algorithms", Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1996. Puder A . e Roemer K., "MICO: A n Open Source CORBA Implementation", Morgan Kaufmann Publishers, 2000 , ISBN 3-932588-72-X. Mahmoud Qusay H. , "Distributed Programming with Java", Manning Publications Co. 1999,ISBN 188477765. Stevens, R. " Unix Network Programming - Networking APIs: Sockets and XTI " - Vol.1, Second Edition, Prentice-Hall, 1998. Stevens, R. " Unix Network Programming - Interprocess Communications" - Vol.2, Second Edition, Prentice-Hall,1999. Couloris, G. ; Dollimore J. e Kindberg, T. - " Distributed Operating System - Concepts and Design" - Addison Wesley, 1994. ITU-T X901 - ISO/IEC 10746-1 - "ODP Reference Model - Part 1: Overview; Part 2: Foundations; Part 3: Architecture" - 1996. OMG-"The Common Object Request Broker: Architecture and Specification" -ver.2.4, outubro 2000. OMG- " CORBA services: Common Object Services Specification" 2000. Orfalli, R. ; Harkey D. e Edwards, J. - " Instant CORBA" - John Wiley & Sons, 1997.

12. GA-055 – Introdução a Biologia Computacional e Bioinformática (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Introdução a Bioinformática; Noções básicas em Linux; Arquitetura e gerenciamento de diretórios e arquivos; Editores e processamento de texto; Lógica da programação; Operadores relacionais, lógicos, aritméticos; Algoritmos: linguagem natural, fluxogramas, pseudocódigo e linguagem de programação; Estruturas de seleção, repetição, ordenação e recursividade; Introdução às expressões regulares; Introdução a programação; Controle de versão; Automação de tarefas e scripts; Gerenciadores de workflows; Paradigmas da programação; Bancos de dados e ferramentas web.

Bibliografia:

CASTILHO, M. A. *Algoritmos e estruturas de dados 1*. ISBN: 978-65-86233-62-9. 2020.
HADDOCK S.H.D., DUNN C.W. *Practical computing for biologists*. ISBN 97,8-0-87893-391-4. 2010.
MOUNT D.W. *Bioinformatic: Sequence and Genome Analysis*. Revised ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN-13978-0879697129. 2004.
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL TELECOMUNICAÇÕES. *Introdução ao LINUX e Programação em Script-Shell*. Universidade Federal Fluminense. 2004.

13. GA-057 –Introdução à Análise de dados e Bioinformática(36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Introdução à Bioinformática e à análise de dados biológicos; Introdução às linguagens de programação para Bioinformática; Conceitos fundamentais: variáveis e tipos numéricos, entrada e saída de dados. Operações, funções nativas e módulos; Estruturas de dados: strings, listas, tuplas, conjuntos e dicionários; Estruturas de controle: condicionais e repetições; Manipulação de arquivos; Funções: definição e utilização; Expressões regulares; Bibliotecas de análises de sequências em Bioinformática; Bibliotecas de análises de dados tabulares em Bioinformática; Bibliotecas de visualização de dados em Bioinformática; Aplicações em problemas biológicos reais.

Bibliografia:

MARIANO, DIEGO. Python para Bioinformática: Fundamentos de Programação para Bioinformática e Biologia Computacional. Novatec, 2025.

ISMAIL, HAMID D. Bioinformatics: A Practical Guide to Next Generation Sequencing Data Analysis. CRC Press/Chapman & Hall, 2023.

STEVENS, TIM, e WAYNE BOUCHER. Python programming for biology, bioinformatics, and beyond. Cambridge University Press, 2014.

YOUENS-CLARK, KEN. Mastering Python for bioinformatics: how to write flexible, documented, tested python code for research computing. First edition, O'Reilly, 2021.

MACLEAN, DAN. R Bioinformatics Cookbook, Second Edition. Packt, 2023.

MATHUR, SUNIL K. Statistical Bioinformatics with R. Academic Press, 2010.

Disciplinas de Matemática

1. GA-001 - Álgebra Linear (36h/a – 3 créditos)

Ementa:

Espaços vetoriais; Espaços vetoriais de dimensão finita; Transformações lineares; Autovalores e autovetores; Espaços com produto interno; Matrizes normais.

Bibliografia:

Álgebra Linear com Aplicações - H. Anton & C. Rorres, Décima Edição, Bookman, 2012.

Álgebra Linear - E. L. Lima, Terceira Edição, IMPA, 1999.

Álgebra Linear - Exercícios e Soluções - R. C. Teixeira, Terceira Edição, IMPA, 2014.

Linear Algebra and Its Applications - G. Strang, Fourth Edition, Brooks Cole, 2006

Linear Algebra Done Right - S. Axler, 2 ed, Springer, 1997.

2. GA-005 - Análise Real (36h/a – 3 créditos)

Ementa:

Enumerabilidade; conceito de supremo e de ínfimo; construção dos números reais. Sequências e séries numéricas: noção de limite, sequência de Cauchy, teorema de Bolzano-Weierstrass, critérios de convergência. Topologia da reta: caracterização dos subconjuntos compactos e dos subconjuntos conexos. Limite e continuidade de funções reais de uma variável real e suas relações com a topologia da reta; Teoremas de Heine e de Weierstrass. O conceito de derivada; Teorema do Valor Médio; fórmula de Taylor; Integral de Riemann própria e imprópria; Teorema Fundamental do Cálculo; Teorema do Valor Médio para Integrais.

Bibliografia:

Curso de Análise - Elon Lages Lima, vol. Iell, Introduction to Real Analysis - Rbert G. Bartle; Donald R. Sherbert, John Wiley, New York, 1982 The elements of real analysis - Robert Bartle.

3. GA-007 - Análise Funcional (36h/a – 3 créditos)

Ementa:

Os Espaços de Banach, de Hanh Banach,Forte, Fraca e Fraca Estrela;Teorema de Alaugu Bourbaki; Os Espaços Reflexivos e Separáveis; Espaços de Hilbert;Teorema de Lions Stampachia; Teorema de Lax Milgram; Operadores Compactos, Teoria de Riesz Fredhom;Os Espaços L^p ; Os Espaços $W^{1,p}(\Omega)$;Teoremas de Densidade; Teorema de imersões; Aproximação por funções suaves; Teorema do Traço.

Bibliografia:

Teoria das Distribuições e Equações Diferenciais Parciais; Autor: Jaime E. Munoz Rivera. (Esgotado)
Analise Funcional Haim Brez

4. GA-015 - Introdução ao Cálculo Variacional (36h/a – 3 créditos)

Ementa: Métodos Variacionais, Método dos Resíduos Ponderados, Método de Colocação, Método de Galerkin, Condições de Contorno não-homogêneas, Método de Ritz, Mínimo de um Funcional, Seqüências Minimizantes, uma base variacional para o Método dos Elementos Finitos, Método de Mínimos Quadrados.

Bibliografia:

Calculus of Variation - Gelfand, I.M. e Fomin, S.V., Prentice-Hall, Englewood, 1963

Direct Methods in the Calculus of Variations - Dacorogna, B., Springer Verlag, Berlin, 1989

Variational Methods in Mathematical Physics - Mikhlin, S.G., Pergamon Press, NY, 1964

5. GA-018 - Métodos Numéricos (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Conceitos básicos: erros, representação de ponto flutuante, convergência. Interpolação e aproximação polinomial. Determinação de raízes de equações e sistemas não lineares. Integração e diferenciação numérica. Resolução de sistemas lineares de equações algébricas: métodos diretos e iterativos. Solução numérica de equações diferenciais ordinárias. Solução numérica de equações diferenciais parciais: diferenças finitas.

Bibliografia:

Mathematical preliminaries: errors, floating-point numbers, convergence. Polynomial interpolation and approximation. Solution of nonlinear equations. Numerical integration and differentiation. Solving systems of linear equations: direct and iterative methods. Numerical solution of ordinary differential equations. Numerical solution of partial differential equations: finite-differences.

6. GA-020 – Solução Numérica de Equações Diferenciais (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Equações Diferenciais Ordinárias: Método de Euler, Método q. Métodos multi-step e Runge-Kutta; Esquemas de diferenças finitas: Operadores de diferenças; Aplicação à equação de Poisson; Métodos dos Elementos Finitos: Formulação Variacional; Forma fraca da equação diferencial; Método de Ritz, Método de Galerkin; Discretização; Geração do sub-espaço de aproximação; Modelos cinemáticos e modelos mistos; Modelo discreto para Equações Elípticas; Modelo semi-discreto para equações parabólicas.

Bibliografia:

Carey, G. and Oden, J., "Finite Elements" vol.I-An Introduction; vol.II-A Second Course; vol.III- Computational Aspects; vol.IV-Mathematical Aspects, Printice Hall, 1981. Hughes, T., "The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis", Printice Hall, 1987.

Iserles, A., "A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations", Cambridge University Press, 1966.

7. GA-021 – Método de Elementos Finitos: Teoria Básica (36h/a – 3 créditos)

Ementa: Formulação Contínua: Formulação Variacional de uma EDP: A Equação de Poisson, Existência e Unicidade: Lema de Lax-Milgram, Recordando os Espaços de Sobolev, Outros Exemplos de Formulações Variacionais, Formulação Discreta: Aproximação Variacional: Método de Galerkin, Melhor Aproximação: Lema de Céa, Método de Elementos Finitos : Motivação, Definição e Exemplo 1D, Elemento Finito Triangular de Lagrange, Noção de Elemento de Referência, Aproximação Local e Global: Interpolação, Estimativa de Erro: Lema de Aubin-Nitsche, Outros Exemplos de Elementos Finitos.

Bibliografia:

Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Claes Johnson, Dover Publication, 2009.

The Finite Element Method for Elliptic Problems, Philippe Ciarlet, Classics in Applied Mathematics, SIAM, 2002.

Aide-Mémoire Eléments Finis, Alexandre Ern, Dunod, 2005. (em francês) Avançadas: The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Susanne Brenner and L. Ridgway Scott, Springer, 2002.

Theory and Practice of Finite Elements, Alexandre Ern and Jean-Luc Guermond, Springer, 2004.

8. GA-032 - Sistemas Lineares (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Espaços lineares; Modelos matemáticos; Equações dinâmicas; Normas de sinais e sistemas; Respostas de sistemas lineares; Controlabilidade, estabilizabilidade, observabilidade e detectabilidade; Dualidade; Decomposição de Kalman; Realizações: Realizações mínimas e canônicas; Estabilidade (entrada-saída e no sentido de Lyapunov).

Bibliografia:

Linear System Theory - Rugh, W.J., 2ed., Prentice-Hall Linear System Theory - Chen, C.T., Holt, Rinehart and Winston, 1984

9. GA-033- Método de Elementos Finitos: Implementação Computacional (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Visão geral do Método de Elementos Finitos e Método de Galerkin; Representação e Estrutura de Dados de Malhas; Tipos de Elementos, Funções de Base e Elementos de Referência; Quadratura Numérica; Montagem de

Sistemas Algébricos resultantes, mapeamento local-global e aplicação de condições de contorno; Solucionamento de Sistemas Lineares via Métodos Diretos e Iterativos; Verificação da Implementação e avaliação de Taxas de Convergência; Aplicações e Pacotes Computacionais: Problemas de Poisson e Advecção-Difusão solucionados com as bibliotecas FEniCS, Firedrake e NGSolve.

Bibliografia:

HAM, D. A.; COTTER, C. J. Finite Elements: Analysis and Implementation. Notas de Aula. Imperial College London, 2024.
GOCKENBACH, Mark S. Understanding and implementing the finite element method. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2006.
BECKER, E. B.; CAREY, G. F.; ODEN, J. T. Finite Elements: An Introduction. v. 1. Prentice-Hall, 1981.
JOHNSON, Claes. Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. Dover, 2009.

10. GA-034- Métodos de Otimização (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Definição do problema geral de programação não-linear; Condições de otimalidade para problemas com e sem restrições; Convexidade; Propriedades fundamentais de soluções e algoritmos; Algoritmos de busca linear; Métodos clássicos de descida; Métodos de penalização e barreira; e Métodos de busca direta (não são baseados em derivadas).

Bibliografia:

Nonlinear Programming, Theory and Algorithms. Bazaraa, M.S. e Shetty, C.M.. John Wiley and Sons, New York, 3th edition, 2006. Linear and Nonlinear Programming. David G. Luenberger & Yinyu Ye. Springer, 3th edition, 2008. Numerical Optimization. Jorge Nocedal & Stephen J. Wright. Springer, 2nd edition, 2006. The Mathematics of Nonlinear Programming. Anthony L. Peressini, Francis E. Sullivan, J.J Uhj, Jr. Springer, 1993.

Disciplinas de Modelagem**1. GA-028 – Probabilidade e Processos Estocásticos (36h/a – 3 créditos)**

Ementa: Espaço amostral; Eventos; Medida de Probabilidade; Variáveis aleatórias; Função de distribuição; Distribuições básicas; Esperança e Variância de uma variável aleatória; Independência; Lei dos grandes números; Teorema central do limite; Probabilidade condicional. Esperança condicional; Processo estocástico; Processo de Markov. Estacionariedade; Ergodicidade; Noções de integral estocástica e equações diferenciais estocásticas.

Bibliografia: James, B.R., "Probabilidade: um curso em nível intermediário", Projeto Euclides, IMPA, 1979
Karlin, S. and Taylor, H.M., "A second course on stochastic processes", Academic Press, New York, 1981.
Feller, W., "An introduction to probability theory and its applications", Vol.2, New York, Wiley, 1996.
Arnold, L., "Stochastic differential equations theory and applications", New York, Wiley, 1974.

2. GA-030 – Estatística (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Teoria de Probabilidade para Uma Variável Aleatória; Teorema de Bayes; Distribuições de Probabilidades Discretas e Contínuas; Média, Variância e Momentos; Probabilidade Condicional; Teoria de Probabilidade para um Conjunto de Variáveis Aleatórias; Variáveis Independentes; Lei dos Grandes Números; Teorema do Limite Central; Covariância e Correlação; Distribuição Marginal e Distribuição Condicional; Valor Esperado; Inferência Estatística; Métodos Clássicos e Bayesianos de Estimação; Intervalo de Confiança; Hipóteses Nula e Alternativa; Erros Tipo I e II; Testes de Hipóteses Paramétricos e Não Paramétricos; Estimação Paramétrica ; Método de Máxima Verossimilhança; Método dos Momentos; Método de Mínimos Quadrados; Processos Estocásticos; Processo de Poisson; Cadeias de Markov.

Bibliografia:

Statistical Methods in Bioinformatics: An Introduction (Statistics for Biology and Health) - , 2a edição, Ed.Springer
P. L. Meyer. Probabilidade: Aplicações à Estatística. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 20 edição, 1983.

3. GA-037 – Mecânica do Contínuo (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Conceitos básicos do cálculo tensorial; Cinemática; Conceitos de deformação e movimento; Descrições materiais e espaciais; Ações de movimento; Restrições cinemáticas; Restrições cinemáticas; Bilaterais e unilaterais; Dualidade entre forças e ações de movimento; Dualidade entre esforços internos (tensões) e taxa (ações) de deformação; Princípios básicos da mecânica; Princípios da potência virtual e da potência virtual complementar; Teorema da representação; Teorema de Cauchy; Equações de equilíbrio e compatibilidade; Hipóteses de pequenas deformações e deslocamentos; Grandes deformações e deslocamentos; Enunciados da termodinâmica; Leis de conservação; Primeiro princípio da termodinâmica; Entropia e segundo princípio da termodinâmica; Teoria constitutiva; Princípios gerais; Axiomas da objetividade e princípio da indiferença material; Restrições constitutivas; Potenciais termodinâmicos; Potenciais de dissipação; Convexidade; Comportamento dos materiais; Elasticidade, termoelasticidade; viscoelasticidade, plasticidade, viscoplasticidade; Atrito; Dano; Fratura; Forças configuracionais; Fluidos Ideais; Fluidos Elásticos; Fluidos Newtonianos; Fluidos Não-Newtonianos.

Bibliografia:

Introduction to Continuum Mechanics - Gurtin, M., Academic Press, 1981

The Physics of Deformation and Flow - Billinton e Tate, McGraw-Hill, 1981

The Thermomechanics of Plasticity and Fracture - Maugin, G.A. -, Cambridge Univ

4. GA-038 – Processamento Digital de Sinais (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Amostragem de sinais; transformada z; Análise de Fourier discreta; Algoritmos de transformada rápida de Fourier (FFT); Métodos de projeto de filtros digitais; Estimação de espectro de potência; Filtro de Kalman; Aplicações de processamento digital de sinais.

Bibliografia:

Digital Signal Processing - Oppenheim, A.V. e Schafer, R.W., Prentice-Hall, 1975 Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications - Proakis, J.G. e Manolakis, D.G., 3rd edition, Prentice-Hall, 1987.

Discrete-time Signal Processing - Oppenheim, A.V. e Schafer, R.W., Prentice-Hall, 1989 Processamento Digital de Sinais - Projeto e Análise de Sistemas Paulo S. R. Diniz et al. Editora Bookman. ISBN 85-363-0418-9

5. GA-040 - Modelagem de Sistemas Contínuos (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Breve introdução ao cálculo vetorial e tensorial, significado físico dos operadores gradiente, divergente e rotacional e Laplaciano; Definição de propriedades de meios contínuos; Cinemática e movimento (visão Lagrangiana e Euleriana) ; Leis de conservação (em particular massa, momentum, energia e carga elétrica); Unificação das leis de conservação em termos de uma propriedade genérica; Aplicações a transporte de massa e calor, transporte de cargas elétricas, percolação, transporte de fármacos, modelos populacionais contínuos; Caso estacionário (equilíbrio); Equações constitutivas para o fluxo: processos puramente difusivos - leis de Fourier, Darcy, Fick, Ohm, escoamento potencial, eletrostática, elasticidade, modelos de torção; Equações de difusão: exemplos; Equação de Poisson, modelos de equilíbrio; Modelos de propagação de ondas, elastodinâmica; Fluxo convectivo-difusivo e equações de convecção-difusão; Eletromagnetismo: equações de Maxwell.

Bibliografia:

A Concrete Approach to Mathematical Modelling - Masterton, M., Gibbons, J. Wiley, NY, 1995

Advanced Transport - Slattery, J. Introduction to Continuum Mechanics - Gurtin, M., Academic Press, 1981

Introduction to Fluid Dynamics – Batchelor Introdução a Mecânica de Fluidos - Fox e Mc. Donald.

Introdução a Modelagem Matemática - Karam Filho, J. e Almeida, R.C. Mathematical Biology - Murray, J.D., 2ed., Springer, 1993

Mechanics of Continuous Media – Hunter Thinking With Models - Saaty, Thomas and Alexander, Joyce Transport Phenomena and Materials Processing - Landau, L. and Lifshitz

6. GA-041 - Fundamentos de Modelagem (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Princípios básicos e Metodologias de Modelagem; Modelos qualitativos e quantitativos; Sistemas de Referência Lagrangeano e Euleriano; Propriedades físicas (fenomenológicas); Sistemas contínuos e discretos, conceito de escala Interpretação de operadores matemáticos; Princípios de Conservação/Equilíbrio; e Equações Constitutivas e de Estado; Modelos determinísticos, probabilísticos e empíricos; Evolução e análise de adequação de modelos matemáticos; Aplicações: Problemas selecionados de modelagem física geral (engenharias), Bio-sistemas, sistemas sócio-econômicos, ecossistemas, etc.

Bibliografia:

A Concrete Approach to Mathematical Modelling – Masterton, M., Gibbons, J. Wiley, NY, 1995; Mathematical Modelling Techniques – Aris, R., Dover, NY, 1978; Advanced Transport Phenomena – Slattery, J.; Introduction to Continuum Mechanics – Gurtin, M., Academic Press, 1981; Introdução à Modelagem Matemática – Karam F., J. e Almeida, R. C., 2003; Mathematical Biology – Murray, J. D., 2ed., Springer, 1993. Thinking with Models – Saaty, Thomas and Alexander, Joyce.

7. GA-043 – Introdução ao DNA e Proteínas (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Estrutura do DNA. Replicação. Transcrição e processamento. Estrutura de proteínas; Tradução e o código genético; Organização das regiões codificadoras do DNA; DNA / RNA, os procariotos e os eucariotos, transcrição e tradução; Organização das regiões não codificadoras do DNA repetições, CpG islands Técnicas genômicas; PCR, ESTs, BAC/YAC, cosmídeos, bibliotecas genômicas, chips DNA, mapas físicos e mapas genéticos; Técnicas de Bioinformática; breve história de sequenciamento de genomas; Aquisição e análise preliminar de dados, montagem de sequências de DNA e análise de sequências de DNA; Proteínas; Estruturas primária, secundária, terciária e quaternária das proteínas; Proteínas classes e funções; Interação DNA/Proteína; Aplicação da bioinformática na proteômica (Análise da sequência primária, estrutura secundária e terciária); Técnicas Proteômicas; Interações proteínas/proteínas.

Bibliografia:

An Introduction to Genetic Analysis - Anthony J. F. Griffiths, Jeffrey H. Miller, David T. Suzuki, 7th edition, W H Freeman & Co, 2000.
Genes VII - Benjamin Lewin Hardcover, Oxford Univ Press, 1999.
Lehninger Principles of Biochemistry - David L. Nelson, Michael M. Cox Hardcover, Third Edition Worth Publishing, 2000.
Molecular Biology of the Cell - Bruce Alberts (Editor), Bray Alberts, 3rd Bk&cdr edition Garland Pub, 1999.
Molecular Cell Biology - Harvey Lodish, Arnold Berk, S. Lawrence Zipursky, Paul Matsudaira, David Baltimore, James Darnell, 4th edition W H Freeman & Co, 1999.

8. GA-044 - Introdução a Biologia e Evolução (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Sistemas biológicos; O que é vida? Padrões e Processos em Biologia; Processos evolutivos; Seleção natural como propriedade emergente da vida; Mutação; Deriva gênica; Padrões biológicos; Origem da vida; Diversidade animal; Histórico; Darwin; Wallace; Mendel; Wright, Fisher & Haldane. Taxonomia; Objetivo; Classificações passadas; Classificação de Lineu; Filogenia; Hennig e a sistemática filogenética. Novas tendências (grupos monofiléticos, bar code); Análise filogenética; UPGMA e Máxima Parcimônia; Sistemática filogenética. Três eixos da análise comparativa: espaço, tempo e forma (biogeografia, registro fóssil e morfologia/molecular).

Bibliografia:

Evolution - Monroe Strickberger, 3ª edição, Jones & Bartlett, Londres.

9. GA-046 - Técnicas de Modelagem (36h/a – 3 créditos)

Fenômenos, Objetos e suas interações; Mudança; Modelos; Métodos de observação, experimentos; Observações, medidas e escalas; Precisão e acurácia; Populações, recorrência, replicação e repetição; Modelos, contexto e ambiente; Sistemas; Sistemas Gerais; Atributos, Variáveis e Parâmetros; Sistemas como método de enquadramento científico; Estado de um sistema; Perspectiva sistêmica; Organizações; Contextos matemáticos e computacionais; Relação de Modelagem de R. Rosen; Construção de modelos; Adaptação, extensão e

combinação de modelos; Dispersão, Dissipação e Transformação; Problemas selecionados de modelagem: físico-químicos, biológicos, socioeconômicos, ecológicos e ambientais.

Bibliografia:

A Concrete Approach to Mathematical Modelling - Masterton, M., Gibbons, J. Wiley, NY, 1995.
Mathematical Modelling Techniques - Aris, R., Dover, NY, 1978.
Probability Models - Ross, S.M., Academic Press, 1993.

10. GA-047 - Bioinformática I - Banco de dados do ponto de vista biológico (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Breve histórico do Atlas de Proteínas de Dayhoff (1968) aos servidores da WEB. A variedade de atuais fontes de informações, tipos, formatos, métodos, tamanhos e distribuições. Os bancos de dados de sequências de DNA e RNA; História do GenBank, EMBL, DDBJ, estudo e formato do GenBank/DDBJ e do EMBL; Filosofia dos Bancos de dados e sua redundância; Problemas de qualidades e heterogeneidade de anotações; Genomas completos; Os Bancos de Dados de sequências de proteínas; Definição e descrição; Estudo de alguns bancos de proteínas: PIR, MIPS, SWISS-PROT, TrEMBL etc.; Bancos de sequências não-redundantes; Breve discussão dos outros bancos de proteínas; Os bancos de dados de domínios e de famílias de proteínas. Definição e descrição; Estudo detalhado de alguns bancos: PROSITE, Pfam, PRINTS, PIRSF e BLOCKS. Bancos de dados de domínios automaticamente gerados: ProDom, DOMO; InterPro. Os bancos de dados proteômicas; Definição e descrição; Estudo detalhado do SWISS-2DPAGE. Os bancos de dados de estruturas tridimensionais; O banco PDB: Histórico e uma breve descrição de seu conteúdo; Os bancos de dados derivados do PDB (Swiss-3DIMAGE, HSSP, DSSP, FSSP, etc.); O banco de dados NDB; Os bancos de dados metabólicos; Definição e descrição; Estudo EcoCyc, KEGG, etc. Os bancos de dados de categorias funcionais; Definição e descrição; MEROPS, IntAct, PhosSuit, GlycoSiteDB, etc.; Os bancos de imagens biológicas; BioImage, Global Image Database; Os bancos de dados de genomas; Definição, descrição; Ecoli, FlyBase, SGD, AceDB etc. Os bancos de dados de mutações e polimorfismos; Definição e descrição; SNP (Single Nucleotide Polymorphisms); Os bancos de dados bibliográficos; Estudo detalhado do

MEDLINE/ENTREZ

Bibliografia:

Bioinformatics : A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins - Andreas D. Baxevanis, B. F. Francis Ouellette, John Wiley & Sons, 2001
Bioinformatics : Databases and Systems - Stanley Letovsky (Editor), Kluwer Academic publishers, 1999
Bioinformatics : Sequence, Structure, and Databanks : A Practical Approach - Des Higgins (Editor), Willie Taylor (Editor), 1st edition, Oxford Univ Press, 2000
Introduction to Bioinformatics - Teresa K. Attwood and David J. Parry-Smith, Addison Wesley Longman, 1999.

11. GA-050 – Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas Fisiológicos (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Resenha histórica; Aspectos fisiológicos básicos da circulação sanguínea: Estrutura geral do sistema circulatório; Características básicas da parede arterial. Noções básicas da mecânica dos sólidos: Comportamento das paredes arteriais (equações constitutivas); Noções básicas da mecânica dos fluidos: Comportamento do sangue (equações constitutivas); Conceitos preliminares de modelagem; Introdução à simulação computacional: Modelos simplificados para o sistema cardiovascular 0D: Modelo das artérias sistêmicas, Modelos artérias sistêmicas acoplado com o ventrículo esquerdo, Modelo completo: artérias sistêmicas acoplado com todo o coração e veias sistêmicas); Incorporação do funcionamento das válvulas cardíacas; Simulação computacional via Matlab; Modelos simplificados para o sistema cardiovascular 1D: Leis de conservação; Pulso arterial; Estruturas das artérias; Condições de entrada e saída; Simulação computacional empregando o Sistema HeMoLab.

Bibliografia:

F.C. Hoppensteadt and C. S. Peskin. Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences. Texts in Applied Mathematics, Springer, Second Edition, 2002.
Y.C. Fung. Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues. Springer-Verlag, N.Y., 1981.
Y.C. Fung. Biodynamics Circulation. Springer Verlag, 1984.

11. GA-056 – Montagem de Genomas (36h/a – 3 créditos)**Ementa:**

Histórico e contextualização; Tecnologias de geração de sequências biológicas; Formato de arquivos de sequências e alinhamentos; Conceitos básicos de alinhamento; Algoritmos de programação dinâmica; Métricas de distância; Matrizes de pontuação; Alinhamento par a par; Alinhamento múltiplo de sequências; Ferramentas de edição de alinhamentos; Ferramentas de busca por homologia (BLAST); Pré-processamento de sequências para montagem; Família de algoritmos para indexação; Programas para mapeamento de *reads*; Programas para montagem de genomas; Programas para alinhamento de genomas e ordenação; *Scaffolding* e fechamento de gaps.

Bibliografia:

ALSER, M., ROTMAN, J., DESHPANDE, D. et al. *Technology dictates algorithms: recent developments in read alignment*. Genome Biol 22, 249 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02443-7>

GAGNIUC, P. A. *Algorithms in bioinformatics : theory and implementation*. Polytechnic University of Bucharest, Bucharest, Romania. First edition. Hoboken, NJ : Wiley, 2021. ISBN 9781119697954 (adobe pdf).

MÄKINEN V., BELAZZOUGUI D., CUNIAL F., TOMESCU A. *Genome-Scale Algorithm Design: Biological Sequence Analysis in the Era of High-Throughput Sequencing* (2023). ISBN-10 : 1107078539. ISBN-13 : 978-1107078536.

MOUNT D.W. *Bioinformatic: Sequence and Genome Analysis*. Revised ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN-13978-0879697129. 2004.

Data da atualização: 26/05/2025.