

## **I - LINHAS DE PESQUISA**

**Redes de Computadores (RC):** Esta linha de pesquisa trata da aplicação de metodologias e técnicas da Ciência da Computação colaborando para solucionar problemas de redes de computadores e sistemas distribuídos. Envolve a investigação e propostas de natureza analítica e experimental. Em especial, destaca-se problemas atuais relacionados a: IoT, computação em nuvem, computação em névoa, redes de transporte ópticas, redes par-a-par, blockchain, aplicações distribuídas e avaliação de desempenho de protocolos e arquiteturas de redes.

**Computação Visual (CV):** A linha de pesquisa em Computação Visual trata de sistemas computacionais aplicados em qualquer etapa de um processo de aquisição, processamento, análise, síntese e interpretação de dados visuais. É uma área interdisciplinar que requer conhecimento nos campos de ciência da computação, matemática, física, engenharia e ciências cognitivas, entre outros. A profundidade do conhecimento requerido em cada campo depende da linha de pesquisa adotada e das aplicações consideradas. Na área de Computação Visual as atividades são desenvolvidas em sete linhas de pesquisa: Análise e Processamento de Imagens, Computação Gráfica, Visão Computacional, Visualização de Dados, Interação Humano-Computador, Jogos e Entretenimento Digital.

**Computação Inteligente (CI):** Esta linha inclui pesquisas para o desenvolvimento e avaliação de metodologias, métodos e modelos computacionais inteligentes e sua aplicação na solução de problemas oriundos de diferentes áreas de conhecimento. As pesquisas incluem soluções algorítmicas que modelam comportamento inteligente em sistemas computacionais e permitem extração de conhecimento, processamento analítico e reconhecimento de padrões em sistema e bases de dados. Nas pesquisas desenvolvidas na linha serão propostas novas soluções para descoberta e aplicação de conhecimento, bem como o aprimoramento de modelos já existentes, além de estratégias inteligentes aplicáveis ao desenvolvimento de software. São tratados temas nas áreas de Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, Engenharia de Software e Processamento de Linguagem Natural.

## II - DISCIPLINA OBRIGATÓRIA PARA TODOS OS DISCENTES

### (PPGCC024) Projeto e Análise de Algoritmos:

**Ementa:** Complexidade computacional: Dominação assintótica. Projeto de algoritmos: Divisão e conquista, programação dinâmica, método guloso, Backtracking, Heurísticas. Problemas P, NP, NP-Completo e NP-Difícil.

**Bibliografia:** - CORMEN, Thomas. H.; LEISERSON, Charles. E.; RIVEST, Ronald. L.; STEIN, Clifford. Algoritmos: Teoria e Prática. Rio de Janeiro. Campus. 2002. - CORMEN, Thomas. H.; LEISERSON, Charles. E.; RIVEST, Ronald. L.; STEIN, Clifford. Introduction to Algorithms. MIT Press. 2009. - ZIVIANI, Nívio.; Projeto de Algoritmos com Implementações em Pascal e C. Thomson, 2005. MICHAEL, T. G. & ROBERTO, T., Projeto De Algoritmos: Fundamentos, Análise e Exemplos da Internet. Bookman. 2004.

## III - DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS POR LINHA DE PESQUISA

### Redes de Computadores (RC)

#### (PPGCC016) Redes de Computadores (60h):

**Ementa:** Arquitetura TCP/IP. Redes Wifi. Redes Wimax. Redes Ópticas Transparentes. Redes de Sensores sem Fio. Redes Veiculares.

**Bibliografia:** - KUROSE, J. F. and ROSS, K. W. Computer Networking: a Top-Down Approach. 5th edition. Addison Wesley, 2009. - Biswanath Mukherjee. Optical WDM Networks. Springer, 2006. - Rajiv Ramaswami, Kumar Sivarajan, and Galen Sasaki. Optical Networks: A Practical Perspective, 3rd Edition. Morgan Kaufmann, 2009. - Martin Maier. Optical Switching Networks. Cambridge University. 2008. - Mohamed Watfa. Advances in Vehicular Ad-hoc Networks: Developments and Challenges. Information Science Publishing, 2010. - Artigos da biblioteca digital do IEEE (IEEE Xplore) via portal de Periódicos da Capes.

#### (NOVA) Sistemas Distribuídos (60h):

**Ementa:** Conceituação e caracterização de sistemas distribuídos; arquitetura de um sistema distribuído; comunicação e sincronização entre processos: condição de corrida, exclusão mútua, sincronização de condição, mutex (locks), semáforos, monitores; problemas clássicos de sincronização: produtor/consumidor, leitores/escritores e filósofos; introdução aos sistemas operacionais distribuídos; modelo cliente-servidor; troca de mensagens; chamada remota de procedimento; comunicação de grupo; threads; microkernel; serviços distribuídos: sincronização de relógios e serviços de tempo; alocação de processadores; introdução aos sistemas distribuídos de tempo real; serviço de nomes; sistemas de arquivos distribuídos; transações distribuídas; deadlocks em ambiente distribuído. memória compartilhada distribuída. tolerância a falhas em ambiente distribuído; aspectos de segurança em ambiente distribuído; estudo de casos selecionados.

**Bibliografia:** Básica: 1. COULOURIS, G.; DOLLIMORE, J.; KINDBERG, TIM. Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projetos. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 2. TANENBAUM, A.; VAN STEEN, Maarten. Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas. Pearson Universidades; 2ª edição, 2007 3. KSHEMKALYANI, A. D.; SINGHAL, M. Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems, Cambridge U. Press, 2008. Complementar: 1. CACHIN, C.; GUERRAQUI, R.; RODRIGUES, L. Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming, Springer, 2011. 2. MULLENDER S. (Ed.). 1993. Distributed systems (2nd Ed.). ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., USA. 3. BUYYA, Rajkumar; BROBERG, James; GOSCINSKI, Andrzej M. Cloud Computing: Principles and paradigms. John Wiley & Sons, 2010. 4. XU, X.; WEBER, I.; STAPLES, M. Architecture for blockchain applications. Springer, 2019.

## **Computação Visual (CV)**

(PPGCC021) Análise e Processamento de Imagens (60h):

**Ementa:** Fundamentos de imagens digitais. Transformação da escala de cinza. Modelos de filtragem espacial: suavização e realce. Filtragem no domínio da frequência. Reconstrução de imagens. Restauração de imagens. Sistemas de cor. Processamento de imagens em multiresolução. Operadores

morfológicos: erosão, dilatação e dualidade. Segmentação de imagens. Representação e descrição de imagens.

**Bibliografia:** Rafael Gonzalez and Richard Woods. Digital Image Processing. Prentice Hall, 2008. - Rafael Gonzalez e Richard Woods. Processamento Digital de Imagens. Pearson, 2010. - Milan Sonka, Vaclav Hlavac, and Roger Boyle, Image Processing, Analysis, and Machine Vision, CL-Engineering, 2007. - John C. Russ, The Image Processing Handbook, CRC Press, 2006. - J. R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, Wiley, 1996.

(PPGCC018) Sistemas de Visão Computacional (60h):

**Ementa:** Introdução a visão computacional. Radiometria e sombreamento. Modelos de câmeras e calibração. Modelos de cor e textura. Métodos de segmentação de regiões. Utilização de descritores. Técnicas de detecção e reconhecimento de padrões. Geometria de múltiplas imagens. Visão estéreo. Fluxo óptico e movimento. Estrutura a partir de movimento. Construção de aplicação de sistemas de visão computacional.

**Bibliografia:** - David A. Forsyth and Jean Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, Prentice-Hall, 2003. - E. R. Davies, Machine Vision, Third Edition: Theory, Algorithms, Practicalities (Signal Processing and its Applications), Morgan Kaufmann, 2005. - Robert M. Haralick and Linda G. Shapiro, Computer and Robot Vision (Volume I), Prentice-Hall, 2002. - Robert M. Haralick and Linda G. Shapiro, Computer and Robot Vision (Volume II), Prentice-Hall, 2002. - Linda G. Shapiro, Computer Vision, Prentice-Hall, 2001. - Richard Hartley and Andrew Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2004.

(PPGCC019) Projeto de Hardware (60h):

**Ementa:** Conceitos básicos de Microeletrônica: Transistor como chave; Portas lógicas básicas; Lógica estática CMOS. Ferramentas de projeto: Linguagens de descrição de hardware; Ferramentas de simulação; Ferramentas de Síntese. Projeto de caminho de dados: Modelo PC/PO; Caminho de dados monociclo e caminho de dados multiciclo; projeto RISC. Arquiteturas dedicadas: ASIPs; ASICs; FPGA. Sistemas Integrados: Redes em chip (NoC); Sistemas em chip único (SoC); Múltiplos processadores em chip único (MP-SoC).

**Bibliografia:** - Farzad Nekoogar, Faranak Nekoogar, From ASICs to SOCs: A Practical Approach, Pearson Education, 2003 - Michael Keating, Pierre Bricaud, Reuse Methodology Manual for System-On-A-Chip Designs, Kluwer Academic Publishers, 3rd edition, 2002 - Tim Kogel, Rainer Leupers and Heinrich Meyr. Integrated System-level Modeling of Network-on-Chip enabled Multi-Processor Platforms. Springer, 2006. - Networks-on-Chip. Axel Jantsch and Hannu Tenhunen. Kluwer Academic Publishers, 2003. - Jan Rabaey, Digital Integrated Circuits, Prentice Hall, 1996. - N. Weste, K. Eshraghian, Principles of CMOS VLSI Design. Addison-Wesley, 2nd edition, 1993. - D. Patterson, J. Hennessy, Computer Organization and Design: The Software Hardware Interface. Morgan Kaufmann, 1993 - Allen Dewey, Analysis and Design of Digital Systems with VHDL. PWS Publishing, 1997. - Artigos de periódicos, anais de congressos, teses, dissertações e relatórios de pesquisa.

## **Computação Inteligente (CI)**

### (PPGCC014) Sistemas Inteligentes (60h):

**Ementa:** Sistemas Baseados em Conhecimento, Engenharia do Conhecimento, Aquisição de Conhecimento, Resolução de Problemas, Estratégias de Pesquisa em Espaços de Estados, Aprendizado de Máquina, Sistemas Fuzzy, Computação Evolutiva, Sistemas Híbridos, Sistemas Multiagente.

**Bibliografia:** - Coppin, Ben., Inteligência Artificial, 1ª Edição, Ltc, 2010. - Russell, S. & Norvig, P. "Artificial Intelligence - A Modern Approach", 2nd edition, , 2003. - Schalkoff, R.J., Intelligent Systems: Principles, Paradigms and Pragmatics, Jones and Bartlett, 2009. - Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002.

### (PPGCC020) Engenharia de Software (60h):

**Ementa:** Conceitos básicos: visão geral e princípios fundamentais da Engenharia de Software. Ciclo de vida do software e seus estágios. Requisitos e Análise: princípios da Engenharia de Requisitos de Software, técnicas, métodos e ferramentas para modelagem de sistema de software. Projeto: métodos e técnicas para projeto de sistemas de

software. Padrões de Projeto. Projeto de arquitetura. Teste de software: níveis de teste, técnicas de teste, atividades de teste. Gerenciamento de projeto: planejamento, controle, revisão. Qualidade: gerenciamento do processo de desenvolvimento de software para garantir a sua qualidade. Melhoria do processo de software. Modelos de Maturidade. Engenharia de Software Experimental: Tipos de estudos experimentais. Projetos experimentais. Processo de experimentação. Análises qualitativas e quantitativas de dados.

**Bibliografia:** - FILHO, W., Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões, LTC Editora. 3ª. Edição. Rio de Janeiro - RJ, 2007. - SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 6. ed. São Paulo: Addison-Wesley, 2003. - BECK, Kent. Programação extrema (XP) explicada: acolha as mudanças. Porto Alegre: Bookman, 2004. - PRESSMAN, R. Engenharia de Software. 5. ed. Rio de Janeiro: Mc Graw-Hill, 2002. - WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HOST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLEN, A. Experimentation in Software Engineering: An Introduction. - The Kluwer, International Series in Software Engineering, 2000.

(NOVA) Computação Numérica (60h):

**Ementa:** Conceitos e Princípios Gerais em Cálculo Numérico. Noções sobre Sistemas de Numeração. Solução Numérica de Sistemas de Equações Algébricas Lineares. Solução Numérica de Equações Algébricas Não Lineares. Solução Numérica de Sistemas de Equações Algébricas Não Lineares. Interpolação. Integração Numérica. Ajuste de Curvas.

**Bibliografia:** - Chapra, S. C. Métodos Numéricos Aplicados com MATLAB para Engenheiros e Cientistas. 3ª Edição. Editora AMGH, 2013. - Chapra, S. C., Canale, R. P. Métodos Numéricos para Engenharia. 7ª Edição. Editora AMGH, 2016. - Campos Filho, F. F. Algoritmos Numéricos: Uma Abordagem Moderna de Cálculo Numérico. 3ª Edição. Editora LTC, 2018. Sperandio, D., Mendes, J. T., Silva, L. H. M. Cálculo Numérico. 2ª Edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. - Couto Filho, M. B., Brown, F. A. B. Métodos Numéricos: Fundamentos e Implementação Computacional. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. - Ruggiero, M. A. , Lopes, V. L. R. Calculo numérico: Aspectos Teóricos e Computacionais. 2ª Edição. Editora Pearson Universidades, 2000.

### III - DISCIPLINAS OPTATIVAS POR LINHA DE PESQUISA

#### Redes de Computadores (RC)

##### (NOVA) Mensuração de Desempenho de Sistemas (60h):

**Ementa:** Avaliação de desempenho de sistemas; Erros comuns em avaliação de desempenho; Abordagem sistemática para avaliação de desempenho; Seleção de técnicas e métricas de avaliação de desempenho; Utilização de ferramentas de avaliação de desempenho; Apresentação de resultados; fundamentos de estatística e aplicação prática. Testes de Hipótese, Testes de Correlação/Regressão, Design of Experiments, Técnicas de Otimização.

**Bibliografia:** BÁSICA: JAIN, Raj. The art of computer systems performance analysis. New York: John Wiley, 1991. KANT, K. Introduction to computer system performance evaluation. New York: McGraw-Hill, 1992 COMPLEMENTAR: D. A. Menascé, V. Almeida, and Larry W. Dowdy, Performance by Design: Computer Capacity Planning by Example, Prentice Hall, 2004. D. A. Menascé and V. Almeida, Capacity Planning for Web Services: Metrics, Models, and Methods, Prentice Hall, 2002.

##### (NOVA) Tópicos Avançados em Sistemas Distribuídos (60h):

Ementa livre.

##### (NOVA) Tópicos Avançados em Redes de Computadores (60h):

Ementa livre.

#### Computação Visual (CV)

##### (NOVA) Reconhecimento de Padrões (60h):

**Ementa:** Conceitos em reconhecimento de padrões; Representação, extração e seleção de características; Métricas de desempenho de classificadores; Classificação estatística; Algoritmos de agrupamento; Classificadores baseados em redes neurais; Lógica fuzzy e algoritmos genéticos; Classificadores híbridos; Aplicações de reconhecimento de padrões.

**Bibliografia:** - L. da F. Costa and R. M. César-Jr., Shape Analysis and Classification: Theory and Practice, CRC Press, 2001. - R.O. Duda, P. E. Hart, D. Stork, Pattern

Classification, John Wiley & Sons, NY, 2000. - K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990; - A.K. Jain, N.M. Murty and P.J. Flynn, Data Clustering: A review, ACM Computing Surveys, 31(3): 264-323,1999; - A.K. Jain, R.P.W. Duin and J. Mao, Statistical Pattern Recognition: A Review, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(1):4-37,2000; - E. Gose, R. Johnsonbaugh, S. Jost, Pattern Recognition and Image Analysis, Prentice Hall, NJ, 1996; - T. Pavlidis, Structural Pattern Recognition, Springer-Verlag, NY, 1977; B. D. Ripley, Pattern Recognition and Neural Networks, Cambridge University Press, 1996; - R. J. Schalkoff, Pattern Recognition: Statistical, Structural and Neural Approaches, John Wiley and Sons, 1992; - S. Theodoridis & K. Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press, 1999;

(NOVA) Tópicos Avançados em Processamento de Imagens (60h):  
Ementa livre.

(NOVA) Tópicos Avançados em Computação Visual (60h):  
Ementa livre.

## **Computação Inteligente (CI)**

(PPGCC010) Aprendizagem de Máquina (60h):

**Ementa:** Introdução, Extração de Características, Aprendizagem por Reforço, Aprendizagem de Conceito, Árvores de Decisão, Aprendizagem Baseadas em Instâncias, Aprendizagem Bayesiana, Redes Neurais, Aprendizagem Não-Supervisionada, Algoritmos Genéticos.

**Bibliografia:** - Machine Learning, T. Mitchell, 1997, McGraw-Hill. - Alpaydin, E., Introduction to Machine Learning, Second Edition (Adaptive Computation and Machine Learning), 2010, MIT Press. - Haykin, S.; ?Redes neurais, princípios e prática?; 2a. ed.; Bookmann; Porto Alegre, RS; 2004. - R. Sutton and A. G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, Cambridge, 1998. - Duda, R.O.; Hart, P.E. and Stork, D.G. Pattern Classification, 2nd Ed. Wiley-Interscience, 2000.



(NOVA) Processamento de Linguagem Natural (60h):

**Ementa:** Conceitos básicos sobre PLN; Recursos léxicos; Corpora e Espaço vetorial; Categorização e Etiquetagem de Palavras; Extração de Informações Textuais; Aprendizagem para Classificação de Textos; Word Embeddings; Técnicas de Deep Learning; Modelos de Língua (BERT e Outros).

**Bibliografia:** Básica: - BIRD, S.; KLEIN, E.; LOPER, E. Natural Language Processing with Python. 1st. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2009. - NLTK book was updated for Python 3 and NLTK 3. Available in <https://www.nltk.org/book/>. Complementar: - FACELI, K.; LORENA, A.; GAMA, J.; and CARVALHO, A. Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina. LTC. 2021. - JURAFSKY, D. and MARTIN, J. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. Prentice Hall series in artificial intelligence. Pearson Prentice Hall. 2009. - LIU, B. Sentiment Analysis and Opinion Mining. Synthesis Lectures on Human Language Technologies, Morgan & Claypool Publishers, v. 5, n. 1, 1-167, 2012. - PORIA, S.; CAMBRIA, E.; GELBUKH, A. F. Aspect Extraction for Opinion Mining with a Deep Convolutional Neural Network. Knowledge-Based Systems, 108, 42-49, 2016.

(NOVA) Mineração de Repositório de Software (60h):

**Ementa:** Introdução à mineração de repositórios de software. Evolução de software. Fontes de dados e desafios de minerar dados de repositórios de software. Evolução de software através do Git. Métricas de Produto de Software. Autoria de código. Experimentação.

**Bibliografia:** - Mens, T. Serebrenik, A. Cleve, A. Evolving Software Systems. Springer, 2014. - Tornhill, A. Your code as a crime scene: use forensic techniques to arrest defects, bottlenecks, and bad design in your programs. Pragmatic Bookshelf, 2015. - Chacon, C. and Straub, B. Pro Git (2nd. ed.), 2014, Apress, USA. - Artigos da biblioteca digital do IEEE (IEEE Xplore) via portal de Periódicos da Capes.

(NOVA) Tópicos Avançados em Inteligência Computacional (60h):

Ementa livre.

#### **IV - DISCIPLINAS COMUNS A TODAS AS LINHAS**

(PPGCC009) Trabalho Individual (60h):

Ementa livre.

(NOVA) Tópicos em Computação:

Ementa livre.

#### **V - ATIVIDADES COMUNS A TODAS AS LINHAS**

(NOVA) Estágio Docência (30h);

(PPGCC027) Proficiência em Língua Estrangeira;

(NOVA) Workshop em Computação;

(PPGCC025) Qualificação;

(PPGCC028) Dissertação (90h);

<b>Dados do Currículo</b>		
Curso: CPPGCC/CCN - PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO - Presencial - Teresina		
Período Letivo de Entrada em Vigor: 2023.1		
Carga Horária		
<b>Total Mínima:</b>	450h	
<b>Obrigatórias Mínima:</b>	120 h	
<b>Optativas Mínima:</b>	240h	
<b>Dissertação</b>	90h	
<b>COMPUTAÇÃO INTELIGENTE</b>	<b>COMPUTAÇÃO VISUAL</b>	<b>REDES DE COMPUTADORES</b>
*SISTEMAS INTELIGENTES	*SISTEMAS DE VISÃO COMPUTACIONAL	SISTEMAS DISTRIBUÍDOS
*ENGENHARIA DE SOFTWARE	*ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE IMAGENS	REDES DE COMPUTADORES
MINERAÇÃO DE REPOSITÓRIO DE SOFTWARE	RECONHECIMENTO DE PADRÕES	MENSURAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS
PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL	TÓP AV EM COMPUTAÇÃO VISUAL	TÓP AV EM SISTEMAS DISTRIBUÍDOS
TÓP AV EM INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL	TÓP AV EM PROCESSAMENTO DE IMAGENS	TÓPICOS EM REDES DE COMPUTADORES
APRENDIZAGEM DE MÁQUINA	PROJETO DE HARDWARE	
COMPUTAÇÃO NUMÉRICA		
<b>** PROJETO E ANÁLISE DE ALGORITMOS</b>		
TÓPICOS EM COMPUTAÇÃO		
PPGCC009 - TRABALHO INDIVIDUAL		
<i>Atividade - ESTÁGIO DOCÊNCIA</i>		

*Atividade - QUALIFICAÇÃO (prazo 18 meses)*

*Atividade - PROFICIENCIA EM LINGUA ESTRANGEIRA*

*Atividade - DISSERTAÇÃO (prazo 24 meses) - 90h*

\* Opções de disciplinas obrigatórias por linha

\*\* Projeto e Análise de Algoritmo é disciplina obrigatória para todas as linhas, devendo ser cursada