

ANEXO IV

Linhas de Pesquisa, Docentes com Vagas e Temas de Pesquisa

Instruções ao(à) candidato(a)

O(a) candidato(a) deve escolher uma única linha de pesquisa e submeter uma proposta de projeto com aderência comprovada aos temas e áreas de atuação dos(as) docentes com vagas ofertadas neste edital. A seguir, são listadas:

- As linhas de pesquisa do PPGCC;
- Os(as) docentes que ofertam vagas em cada linha, com respectivos níveis de orientação e links para o currículo Lattes;
- Os temas de pesquisa, descritos de forma sucinta, com referências bibliográficas indicadas.

Observações:

1. Projetos submetidos devem apresentar aderência a pelo menos um dos temas listados na linha de pesquisa escolhida.
2. A ausência de aderência mínima poderá levar à desclassificação do projeto (ver item 6.5.6 do Edital).
3. As referências bibliográficas indicadas para cada tema não são exaustivas e servem apenas como ponto de partida para o aprofundamento no assunto. O(a) candidato(a) não está restrito(a) à consulta exclusiva dessas obras e pode utilizar outras fontes relevantes na elaboração do seu projeto de pesquisa.

Linha FC: Fundamentos de Computação

Docentes com vagas

Nome do(a) Docente	Nível de Orientação	Currículo Lattes
Diane Castonguay	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/4005898623592261
Erika Morais Martins Coelho	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/9389487015938509
Hebert Coelho da Silva	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/4898337852702758
Julliano Rosa Nascimento	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/8971175373328824
Márcia Rodrigues Cappelle Santana	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/4638125536971138

Temas de Pesquisa

Tema FC1 - Atribuição de papéis em grafos - mestrado e doutorado

Uma r -atribuição de papéis em um grafo simples G é uma atribuição de r papéis distintos aos vértices de G , tal que, dois vértices com o mesmo papel têm o mesmo conjunto de papéis nos vértices vizinhos. Uma r -atribuição de papéis específica define um grafo de papéis R , no qual os vértices de R são os r papéis distintos e existe uma aresta entre dois papéis sempre que existem dois vértices vizinhos no grafo G que correspondem àqueles papéis. Essa formalização é uma variação do problema clássico de coloração de vértices em grafos. As atribuições de papéis encontram aplicações tanto em redes sociais quanto em computação distribuída, o que pode permitir a modelagem de estruturas complexas e a otimização de algoritmos por meio de representações com grafos mais compactos, preservando comportamentos das vizinhanças originais.

Referências FC1

1. MESQUITA, F. N. Atribuição de papéis em alguns produtos de grafos. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, 2022.
2. LERNER, J. Role assignments. In: Network analysis: Methodological foundations. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 216-252, 2005.

Tema FC2 - Convexidade em grafos - mestrado e doutorado

Originado na geometria euclidiana, o conceito de convexidade foi adaptado para grafos. Dado um grafo $G = (V, E)$, uma coleção C de subconjuntos de V é uma convexidade se: (I) $\emptyset, V \in C$, e (II) C é fechado por interseções. Os elementos de C são chamados conjuntos convexos. Esse conceito modela cenários que envolvem algum tipo de disseminação entre os elementos, tais como contaminação, estratégias de marketing, divulgação de opinião e computação distribuída. Algumas convexidades são definidas a partir de famílias de caminhos em grafos, como mínimos (geodésica), induzidos (monofônica) e com três vértices (P_3). Diversos parâmetros são estudados: número de envoltória, de

intervalo, de Carathéodory, de Radon, entre outros. Em geral, determinar esses parâmetros é NP-difícil, o que motiva a busca por caracterizações, algoritmos polinomiais ou provas de complexidade para classes de grafos específicas.

Referências FC2

1. Araújo, Júlio et al., Uma introdução à convexidade em grafos, 1.ed., Rio de Janeiro, IMPA, 2023. <https://coloquio34.impa.br/pdf/34CBM01-eBook.pdf>
2. Santos, V. F. Convexidades em Grafos: Intermediações, Parâmetros e Conversões. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
3. Szwarcfiter, J. L., Determining the rank of some graph convexities, 2016. <https://www.ime.usp.br/~spschool2016/wp-content/uploads/2016/07/Szwarcfiter.pdf>

Tema FC3 - Conjuntos dominantes localizadores em grafos e variações - mestrado e doutorado

Um problema em Teoria dos Grafos com vasta produção científica e diversos tipos de aplicações é o de dominação. Consideramos problemas de dominação relacionados à localização de vértices, os chamados conjuntos localizadores e códigos identificadores. Estes problemas têm uma grande variedade de aplicações, como diagnóstico de falhas em sistemas de multiprocessadores e monitoramento de ambientes. Nestes problemas, busca-se encontrar conjuntos com cardinalidade mínima que atendem às condições descritas. Consideramos algumas variações destes problemas, por exemplo, quando adicionamos as restrições 1) o conjunto de vértices é independente; 2) o conjunto dominante é total (ou aberto) e 3) há alguma redundância na localização dos vértices. Resultados teóricos sobre estes problemas podem ser obtidos em algumas classes de grafos, incluindo os grafos subcúbicos, os bipartidos, e alguns produtos como o Cartesiano, o lexicográfico e o direto.

Referências FC3

1. Karpovsky, M. G., Chakrabarty, K., and Levitin, L. B. (1998). On a new class of codes for identifying vertices in graphs. *IEEE transactions on information theory*, 44(2):599-611.
2. Slater, P. J. Domination and Location in Graphs, National University of Singapore, Research Report, (1983) p. 93.
3. Slater, P. J. Dominating and location in acyclic graphs, *Networks* 17 (1987) 55-64.
4. Slater, P. J., Swwell, J. L. Independent locating-dominating sets and independent identifying codes in graphs. *Journal of Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computing*, 104:261-272, 2018.

Tema FC4 - Coloração de grafos localmente identificável - mestrado e doutorado

Uma k -coloração c de vértices em um grafo é uma função que atribui uma cor em $\{1, \dots, k\}$ a cada vértice de G . Uma coloração é própria se vértices adjacentes possuem cores diferentes. Coloração de vértices é um tema clássico em teoria dos grafos com muitas variações e aplicações. Uma coloração localmente identificável (lid-coloração) em um grafo é uma coloração própria tal que para qualquer aresta uv , se $N[u]$ é diferente de $N[v]$, então o conjunto de cores utilizadas sobre os vértices em $N[u]$ e em $N[v]$ são distintos, onde $N[u]$ é o conjunto que contém u e seus vizinhos. Logo, uma lid-coloração é um conceito que combina aspectos de coloração e identificação de vértices. O número lid-cromático do grafo G , denotado por $\chi_{lid}(G)$, é o menor número de cores necessárias em

qualquer lid-coloração de G . Este tipo de coloração é útil em diversas aplicações, como na identificação única de nós em redes, na distinção de componentes em circuitos eletrônicos, e em problemas de codificação.

Referências FC4

1. Esperet, L., Gravier, S., Montassier, M., Ochem, P., and Parreau, A. (2012). Locally identifying coloring of graphs. *Electron. J. Comb.*, 19.
2. Foucaud, F., Honkala, I., Laihonen, T., Parreau, A., and Perarnau, G. (2012). Locally identifying colourings for graphs with given maximum degree. *Discrete Mathematics*, 312(10):1832-1837.
3. Gonçalves, D., Parreau, A., and Pinlou, A. (2013). Locally identifying coloring in bounded expansion classes of graphs. *Discrete Applied Mathematics*, 161(18):2946-2951.

Tema FC5 - Coloração distintiva (Distinguishing coloring) - mestrado e doutorado

Na teoria dos grafos, uma coloração distintiva de um grafo é uma atribuição de cores aos vértices do grafo que destrói todas as simetrias não triviais do grafo. A coloração não precisa ser uma coloração de vértices: vértices adjacentes podem receber a mesma cor. Para o grafo colorido, não deve haver nenhum mapeamento biunívoco dos vértices entre si que preserve tanto a adjacência quanto a coloração. O número mínimo de cores em uma coloração distintiva é chamado de número distintivo do grafo. Estes conceitos foram introduzidos por Albertson e Collins (1996). Cheng (2009) demonstrou que, quando $k \geq 3$, o problema de decidir se o número cromático distintivo de um grafo é, no máximo k , é NP-difícil. Em relação à questão da resolubilidade em tempo polinomial, Eschen et al (2011) mostram que o problema é pelo menos tão difícil quanto o automorfismo de grafos, mas não mais difícil que o isomorfismo de grafos.

Referências FC5

1. Albertson, Michael O.; Collins, Karen L., Symmetry breaking in graphs, *Electronic Journal of Combinatorics*, 1996, doi:10.37236/1242
2. Cheng, C. On computing the distinguishing and distinguishing chromatic numbers of interval graphs and other results *Discrete Mathematics*, 2009, doi:10.1016/j.disc.2009.04.004
3. Eschen, Iain M.; Hoàng, Chinh T.; Sritharan, R.; Stewart, Lorna On the complexity of deciding whether the distinguishing chromatic number of a graph is at most two, *Discrete Mathematics*, 2011, doi:10.1016/j.disc.2010.12.013.

Linha MTC: Metodologia e Técnicas de Computação

Docentes com vagas

Nome do(a) Docente	Nível de Orientação	Currículo Lattes
Leonardo Andrade Ribeiro	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/4036932351063584
Plínio de Sá Leitão Júnior	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/4480334653242457
Renato de Freitas Bulcão Neto	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/5627556088346425
Valdemar Vicente Graciano Neto	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/9864803557706493

Temas de Pesquisa

Tema MTC1 - Processamento de Consultas Analíticas sobre Data Lakes usando LLMs - mestrado

Apesar dos avanços recentes, sistemas baseados em data lakes ainda enfrentam limitações significativas ao lidar com consultas analíticas avançadas que exigem o processamento conjunto de dados estruturados, semiestruturados e não estruturados. O advento dos large language models (LLMs) representa uma mudança de paradigma na análise de dados, devido à sua capacidade de raciocínio e compreensão semântica da linguagem. Entretanto, a exploração efetiva dos recursos dos LLMs no contexto de data lakes requer a elaboração e orquestração de pipelines de processamento complexos, o emprego efetivo de técnicas modernas como retrieval-augmented generation (RAG), Text-to-SQL e agentes em sintonia com operações tradicionais como agrupamentos e agregações, além da integração de dados e esquemas heterogêneos.

Referências MTC1

1. Matthias Urban, Carsten Binnig: CAESURA: Language Models as Multi-Modal Query Planners. 14th Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR 2024).
2. Luoxuan Weng, et al.: DataLab: A Unified Platform for LLM-Powered Business Intelligence. CoRR abs/2412.02205 (2024).
3. Asim Biswal, et al.: Text2SQL is Not Enough: Unifying AI and Databases with TAG. 15th Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR 2025).
4. Eric Anderson, et al.: The Design of an LLM-powered Unstructured Analytics System. 15th Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR 2025).
5. Juliana Freire, et al.: Large Language Models for Data Discovery and Integration: Challenges and Opportunities. IEEE Data Engineering Bulletin, Volume 49 (2025).

Tema MTC2 - Entity Matching sobre Grandes Volumes de Dados Heterogêneos - mestrado

Entity Matching (EM) é uma tarefa fundamental em gestão de dados, que consiste em identificar diferentes representações de uma mesma entidade do mundo real em um conjunto de dados. Tradicionalmente, a EM é aplicada a dados de mesmo formato, como representações textuais ou

tuplas provenientes de tabelas que compartilham o mesmo esquema. No entanto, cenários modernos de gestão de dados exigem EM envolvendo dados de diferentes formatos, como texto, documentos JSON e tabelas. Mais ainda, a proliferação de bases multimodais que incluem dados não estruturados, como imagens e áudios, amplia ainda mais a heterogeneidade envolvida na tarefa de EM. Além da heterogeneidade, tais bases tendem a ser de grande volume, o que impõe desafios significativos para a EM tanto em termos de qualidade dos resultados quanto em aspectos de eficiência e escalabilidade.

Referências MTC2

1. Jin Wang, Yuliang Li, and Wataru Hirota. 2021. Machamp: A Generalized Entity Matching Benchmark. 30th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2021) 4633-4642.
2. Pengfei Wang, et al.: PromptEM: Prompt-tuning for Low-resource Generalized Entity Matching. Proceedings of the VLDB Endowment. 16(2): 369-378 (2022).
3. Shezheng Song, et al.: A Dual-Way Enhanced Framework from Text Matching Point of View for Multimodal Entity Linking. 38th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2024): 19008-19016.
4. Juliana Freire, et al.: Large Language Models for Data Discovery and Integration: Challenges and Opportunities. IEEE Data Engineering Bulletin, Volume 49 (2025).
5. Ralph Peeters, Aaron Steiner, Christian Bizer: Entity Matching using Large Language Models. 28th International Conference on Extending Database Technology (EDBT 2025).

Tema MTC3 - Engenharia de Requisitos de Sistemas de Inteligência Artificial - mestrado e doutorado

The development of ML-based systems (MLS) represents a paradigm shift compared to traditional software development as well as presents several challenges from a Software Engineering perspective [1]: new quality attributes, such as fairness and explainability, a lot of experimentation, unrealistic stakeholder expectations, and multidisciplinary teams [2]. Regarding the Requirements Engineering (RE) process, RE traditional practices are not well defined for MLS development [3]. Among RE challenges, additional effort for the successful development of MLS is required and may contribute to the fact that 87% of ML-based projects never reach production. The literature suggests RE can help mitigate most of these challenges when engineering MLS [4]. However, the effective establishment of RE practices in ML-based projects is challenging, primarily due to: (i) the lack of practitioners engaged in formal RE activities; and (ii) the scarceness of tailored techniques and tools for data-driven projects, as research in this intersection predominantly focuses on using ML techniques to support RE activities rather than exploring how RE can improve the development of MLS [5]. This research theme may investigate RE and MLS in one of such situations next: (i) evaluating to what extent the existing RE approaches can be used, (ii) tailoring the current RE approaches, and (iii) proposing (and experimenting) novel RE approaches.

Referências MTC3

1. Martinez-Fernandez, S., Bogner, J., Franch, X., Oriol, M., Siebert, J., Trendowicz, A., Vollmer, A. M., and Wagner, S. (2022). Software engineering for ai-based systems: A survey. ACM Trans. Softw. Eng. Methodol., 31(2).

2. Nahar, N., Zhou, S., Lewis, G., and Kastner, C. (2022). Collaboration challenges in building ML-enabled systems: communication, documentation, engineering, and process. In Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering, ICSE '22, page 413-425, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
3. Villamizar, H., Escovedo, T., and Kalinowski, M. (2021). Requirements engineering for machine learning: A systematic mapping study. In 2021 47th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), pages 29-36. IEEE.
4. Ahmad, K., Bano, M., Abdelrazek, M., Arora, C., and Grundy, J. (2021). What's up with requirements engineering for artificial intelligence systems? In Proceedings of the 29th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE 2021), pages 1-12. IEEE.
5. Dalpiaz, F. and Niu, N. (2020). Requirements engineering in the days of artificial intelligence. *IEEE Software*, 37(4):7-10.

Tema MTC4 - Engenharia de Requisitos e Privacidade - mestrado e doutorado

Several primary studies investigate how to implement the legal precepts of the General Data Protection Law (LGPD) in Requirements Engineering (RE) activities [1]. Through a systematic mapping protocol, we map 20 primary studies in terms of RE products and activities, experimentation, and challenges in the adoption of LGPD in the RE process [2]. Our results indicate that several products to support the implementation of the LGPD in the RE process were identified, such as checklists, software tools, a guide, a taxonomy, and solutions for reusing privacy requirements in the form of standards, privacy catalogs, and personal data inventories [3]. Besides, there is a trend toward using agile approaches and structured natural language to specify privacy requirements, rather than unstructured natural language [4]. Research has given preference to adopting existing elicitation and validation techniques, rather than proposing or adapting a specific technique. The challenges to be addressed include: the lack of training for students and requirements analysts on the legal precepts of the LGPD and its influence on the ER process, the scarcity of evidence on the effectiveness of approaches to creating ER products according to the LGPD, socio-organizational cultural changes regarding the ethical collection and processing of personal data, and economic impacts caused by non-compliance with current legislation [5].

Referências MTC4

1. Canedo, E. D. et al. (2022). Guidelines adopted by agile teams in privacy requirements elicitation after the brazilian general data protection law (LGPD) implementation. *Requirements Engineering*, 27(4):545-567.
2. Portilho, F.J; Graciano Neto, V.V.; Carneiro, C.G.M.; Bulcão-Neto, R.F. Como a comunidade brasileira de pesquisa em requisitos aborda o direito à privacidade de dados pessoais? X Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software (WASHES 2025).
3. Saraiva, J. and Soares, S. (2023). Adoption of the LGPD inventory in the user stories and BDD scenarios creation. In XXXVII Brazilian Symposium on Software Engineering, pages 416-421.
4. Silva, M. d. et al. (2023). Applying semiotic engineering in game pre-production to promote reflection on player privacy. In International Conference on Information Technology & Systems, pages 159-169. Springer.

5. Moura, L. V. d. and Coutinho, E. (2024). LGPD e requisitos de software: Desafios e oportunidades de pesquisa. In *Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software*, pages 169-174.

Tema MTC5 - Safety and Security Requirements Engineering for Critical IoT Systems - mestrado e doutorado

Several systems need to address safety and security requirements, emphasizing critical systems [1]. These requirements can influence each other negatively, and disconnected processes for Requirements Engineering (RE) can cause inconsistencies, critical failures, and even unacceptable losses. The lack of alignment between safety and security requirements can increase costs and even project failure, which challenges teams, rising with the project's complexity, as with critical IoT systems [2]. For instance, the literature identifies a gap in the system scope definition activity, which underpins safety and security analysis and the remaining RE activities. A clear definition of system scope in project planning helps ensure that requirements are correctly understood and that system development moves in the right direction. We have bridged project planning and a systems analysis method based on System Theoretic Process Analysis (STPA) [3] through a canvas artifact called SafeSecIoT Canvas. This approach is grounded in ISO 15288:2023 processes and activities for the systems life cycle [4].

Referências MTC5

1. Donald G Firesmith. 2003. Common concepts underlying safety security and survivability engineering. Technical Report. Carnegie-Mellon University.
2. Georgios Kavallieratos, Sokratis Katsikas, and Vasileios Gkioulos. 2020. Cybersecurity and Safety Co-Engineering of Cyberphysical Systems—A Comprehensive Survey. *Future Internet* 12, 4 (2020).
3. Ivo Friedberg, Kieran McLaughlin, Paul Smith, David Laverty, and Sakir Sezer. 2017. STPA-SafeSec: Safety and security analysis for cyber-physical systems. *Journal of Information Security and Applications* 34 (2017), 183-196.
4. Ernesto Fonseca Veiga, Taciana Novo Kudo, and Renato Freitas Bulcão-Neto. 2024. Linking Agile Planning and Safety and Security Analysis in Critical IoT Systems: An Approach based on ISO/IEC/IEEE 15288. In *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality (SBQS '24)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 81-91.

Tema MTC6 - Engenharia de Sistemas Complexos - mestrado e doutorado

Na engenharia de software, um sistema complexo é caracterizado por múltiplos componentes interdependentes, dinâmicos e adaptativos, cuja interação não-linear dificulta a previsão de comportamentos globais. Cidades inteligentes são exemplos emblemáticos, integrando infraestrutura física, digital e social por meio de sistemas-de-sistemas e sistemas de informação distribuídos. Na engenharia deste tipo de sistemas, pode-se utilizar tecnologias emergentes, tais como blockchain para assegurar integridade e transparência nos dados urbanos; digital twins permitem simulações em tempo real de ambientes físicos; computação quântica promete otimizar decisões sob grandes volumes de dados; e técnicas de modelagem e simulação apoiam a análise preditiva de cenários urbanos. Este tema de pesquisa versa sobre o uso de tais tecnologias para explorar, no campo científico, a engenharia de sistemas complexos usando uma ou mais das tecnologias mencionadas.

Referências MTC6

1. SOMMERVILLE, Ian; STORER, Tim; LOCK, Russell. Systems of systems and emergent behavior: Challenges and opportunities. *Journal of Systems and Software*, v. 85, n. 12, p. 2575-2586, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.05.059>. Acesso em: 30 jun. 2025.
2. WANG, Wei et al. Software engineering challenges of blockchain-based systems. *Information and Software Technology*, v. 132, p. 106448, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106448>. Acesso em: 30 jun. 2025.
3. HE, Qian et al. A software engineering perspective on digital twin: Modeling, integration, and evolution. *Journal of Systems and Software*, v. 190, p. 111326, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111326>. Acesso em: 30 jun. 2025.
4. ZHAO, Jianfeng et al. Quantum software engineering: Landscape, research challenges, and opportunities. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, v. 31, n. 2, p. 1-37, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3487043>. Acesso em: 30 jun. 2025.
5. BOURGUE, Olivier; FAURE, Jean-Michel. Model-driven engineering of complex software: A metamodel-based approach to behavioral modeling and simulation. *Information and Software Technology*, v. 58, p. 193-207, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.10.003>. Acesso em: 30 jun. 2025.

Tema MTC7 - Engenharia de Sistemas de Informação para Smart Farming - mestrado e doutorado

A crescente demanda por alimentos tem impulsionado o uso de tecnologias digitais no campo, tornando o Smart Farming um tema estratégico para a Engenharia de Sistemas de Informação. Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT) se destaca como ferramenta central para monitorar e controlar variáveis ambientais que afetam diretamente a produtividade e o bem-estar animal e vegetal. Sensores conectados permitem o acompanhamento contínuo de temperatura, umidade, solo e outros fatores críticos, aplicando-se tanto à criação de frangos e gado quanto ao cultivo de alimentos. Esses sistemas favorecem a tomada de decisão em tempo real, a automação de processos e a inclusão de pequenos e médios produtores por meio de soluções acessíveis. O candidato que se candidatar considerando este tema de pesquisa investigará sobre a modelagem, desenvolvimento e avaliação de sistemas de informação baseados em IoT aplicados ao contexto agrícola, com foco em eficiência, sustentabilidade e escalabilidade no campo.

Referências MTC7

1. OLIVEIRA, Roberto; HANAU, Carla Nébele Ferreira; NETO, Valdemar Vicente Graciano; LIMA, Eliomar Araújo de; LOPES, Vinicius Carvalho; DAVID, José Maria Nazar; BRAGA, Regina; ARBEX, Wagner; KASSAB, Mohamad. Smart Farming for Poultry: Enhancing Growth and Efficiency With Low-Cost Internet of Things Solutions. *Computer*, v. 58, n. 4, p. 106-110, 2025.
2. HANAU, Carla Nébele Ferreira et al. Smart Farming for Poultry: Leveraging Chicken Raising with Low-Cost IoT-based Information Systems. In: *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2025)*. Anais... p. 125-134.
3. GOMES, Jonas et al. A scientific software ecosystem architecture for the livestock domain. *Information and Software Technology*, v. 160, p. 107240, 2023.
4. VERDOUW, Cor et al. Digital twins in smart farming. *Agricultural Systems*, v. 189, p. 103046, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103046>. Acesso em: 30 jun. 2025.

5. LEE, S.; HAN, J.; KIM, J. IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 156, p. 467-474, 2019.

Tema MTC8 - Desenvolvimento de Soluções para Combate à Desinformação - mestrado e doutorado

A propagação de desinformação, especialmente em períodos eleitorais, representa um risco significativo à integridade democrática. Na Engenharia de Sistemas de Informação, o desenvolvimento de soluções tecnológicas para o combate à desinformação emerge como um tema de alta relevância. Este tema de pesquisa se propõe à utilização integrada de Inteligência Artificial com modelos de linguagem de larga escala (LLMs) e tecnologia blockchain para detectar, rastrear e mitigar a circulação de conteúdo falso. As LLMs serão empregadas na análise semântica e verificação automatizada de fatos, enquanto o blockchain garantirá a integridade e a rastreabilidade das fontes e das evidências utilizadas. O foco está no contexto eleitoral, onde a velocidade e o impacto da desinformação são particularmente críticos. O candidato que se candidatar considerando este tema de pesquisa investigará a modelagem, implementação e avaliação de sistemas inteligentes voltados à mitigação da desinformação em ambientes digitais eleitorais.

Referências MTC8

1. GRACIANO NETO, Valdemar Vicente; BARBOSA, Jacson Rodrigues; LIMA, Eliomar Araújo de; CINTRA, Luiza; VENZI, Samuel; KASSAB, Mohamad. Establishing a Blockchain-based Architecture for Fake News Detection. *SBCARS*, 2024.
2. ZHAO, Zilong et al. Fake news propagate differently from real news even at early stages of spreading. *ACM Computing Surveys*, New York, v. 53, n. 5, p. 1-27, 2020.
3. SENGUPTA, Eishvak et al. ProBlock: a novel approach for fake news detection. *Cluster Computing*, New York: Springer, v. 24, p. 3779-3795, 2021.
4. MONTEIRO, Rafael A. et al. Contributions to the study of fake news in Portuguese: New corpus and automatic detection results. In: *PROPOR 2018: Computational Processing of the Portuguese Language*. Canela: Springer, 2018. p. 324-334.
5. DICICCO, Karen Watts; AGARWAL, Nitin. Blockchain technology-based solutions to fight misinformation: A survey. In: SHU, Kai et al. (Ed.). *Disinformation, misinformation, and fake news in social media: emerging research challenges and opportunities*. Cham: Springer, 2020. p. 267-281.

Tema MTC9 - Balanceamento de bases de dados no diagnóstico e tratamento do câncer - mestrado e doutorado

O uso de modelos de aprendizado de máquina (ML) na medicina tem ganhado destaque nos últimos anos. Em particular, o diagnóstico e o tratamento de pacientes com câncer é uma tarefa clínica relevante, que pode ser aprimorada com o uso de algoritmos supervisionados treinados em grandes bases de dados, tal como a SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results) [Guo et al. 2024]. No entanto, um dos principais desafios associados é o desbalanceamento de classes, já que apenas uma pequena fração dos pacientes pode ter o diagnóstico confirmado. Por exemplo, uma menor fração dos casos apresenta metástases à distância no momento do diagnóstico [Han et al. 2022, Ding et al. 2025]. A pesquisa envolve a aplicação de técnicas de balanceamento, tal como SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) e suas diversas variações [Li et al. 2022], e a avaliação de resultados, considerando abordagens baselines e o emprego de diversos algoritmos e métricas de avaliação presentes em pesquisas recentes.

Referências MTC9

1. Ding, Q., Li, C., and Wang, C. (2025). Construction and interpretation of weight-balanced enhanced machine learning models for predicting liver metastasis risk in colorectal cancer patients. *Discover Oncology*, 16(1):1-17.
2. Guo, Z., Zhang, Z., Liu, L., Zhao, Y., Liu, Z., Zhang, C., Qi, H., Feng, J., Yang, C., Tai, W., et al. (2024). Machine learning for predicting liver and/or lung metastasis in colorectal cancer: a retrospective study based on the seer database. *European Journal of Surgical Oncology*, 50(7):108362.
3. Han, T., Zhu, J., Chen, X., Chen, R., Jiang, Y., Wang, S., Xu, D., Shen, G., Zheng, J., and Xu, C. (2022). Application of artificial intelligence in a real-world research for predicting the risk of liver metastasis in t1 colorectal cancer. *Cancer cell international*, 22(1):28.
4. Li, T., Huang, H., Zhang, S., Zhang, Y., Jing, H., Sun, T., Zhang, X., Lu, L., and Zhang, M. (2022). Predictive models based on machine learning for bone metastasis in patients with diagnosed colorectal cancer. *Frontiers in Public Health*, 10:984750.

Tema MTC10 - Localização automática de defeitos de software - mestrado e doutorado

Visto que a atividade de teste de software pode "apenas" determinar que o software não atende à sua especificação, a identificação dos componentes defeituosos é uma das etapas da depuração de software. Localização de Defeitos refere-se a determinar os elementos de software defeituosos durante a execução de casos de teste. A pesquisa utiliza informação coletada durante a fase de teste, para ranquear os todos statements (espaço de busca), com respeito à propensão de ser defeituoso. Dessa forma, o profissional depurador pode direcionar seus esforços àqueles statements mais suspeitos. Outrossim, são geradas e aplicadas heurísticas para automatizar o processo de localização de defeitos, independente da linguagem de programação e da complexidade de código.

Referências MTC10

1. Campos J.; Abreu R.; Fraser G.; Amorim M., Entropy-based test generation for improved fault localization, IEEE, 2013.

2. Leitao-Junior P. S., Freitas D. M., Vergilio S. R., Camilo-Junior C. G., Harrison R., Search-based fault localisation: A systematic mapping study. Information and Software Technology, 2020.
3. Wang X., Jiang S., Gao P., Ju X., Wang R. and Zhang Y., Cost-effective testing based fault localization with distance based test-suite reduction, Frontiers of Computer Science, 2017.

Linha SC: Sistemas de Computação

Docentes com vagas

Nome do(a) Docente	Nível de Orientação	Currículo Lattes
Antonio Carlos de Oliveira Junior	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/3148813459575445
Fábio Moreira Costa	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/0925150626762308
Kleber Vieira Cardoso	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/0268732896111424
Sand Luz Corrêa	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/3386409577930822
Sérgio Teixeira de Carvalho	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/2721053239592051
Wellington Santos Martins	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/3041686206689904

Temas de Pesquisa

Tema SC1 - Redes Sem Fio e Móveis de Próxima Geração - mestrado e doutorado

A Inteligência Artificial aplicada em Redes sem fio e móveis é uma tendência. Neste contexto, o Aprendizado Federado (Federated Learning - FL), Split Learning (SL) e Federated Analytics (FA), permite que dispositivos treinem um modelo global de aprendizado de máquina sem compartilhar dados. No contexto das redes sem fio e redes móveis, a natureza não confiável inerente ao meio de transmissão introduzem atrasos e erros que comprometem a regularidade da atualização do modelo global. Além do mais, os recursos limitados e o consumo energético dos dispositivos são fatores que afetam o desempenho do FL. Este tema investiga novos algoritmos e abordagens para maximizar os recursos de comunicação em redes sem fio IoT e redes móveis de próxima geração com foco em várias aplicações, como: segurança, aplicações imersivas, robotica, dentre outros.

Referências SC1

1. Chen, H., Huang, S., Zhang, D., Xiao, M., Skoglund, M., and Poor, H. V. (2022). Federated Learning Over Wireless IoT Networks With Optimized Communication and Resources. IEEE Internet of Things Journal, 9(17):1659216605.
2. Chen, M., Yang, Z., Saad, W., Yin, C., Poor, H. V., and Cui, S. (2021). A Joint Learning and Communications Framework for Federated Learning Over Wireless Networks. IEEE Transactions on Wireless Communications, 20(1):269283.

- Tran, N. H., Bao, W., Zomaya, A., Nguyen, M. N. H., and Hong, C. S. (2019). Federated Learning over Wireless Networks: Optimization Model Design and Analysis. In IEEE INFOCOM 2019 - IEEE Conference on Computer Communications, pages 13871395.

Tema SC2 - Monitoramento sem fio e sem contato de sinais vitais utilizando redes Wi-Fi/5G/6G - mestrado e doutorado

A Inteligência Artificial aplicada em monitoramento e análise de sinais fisiológicos sem fio e sem contato físico é um desafio. Este tema investiga soluções computacionais para o monitoramento contínuo, sem fio e sem contato, de sinais vitais humanos - com foco na frequência cardíaca e respiratória - utilizando sinais de rádio provenientes de redes Wi-Fi, 5G e 6G. A proposta alia técnicas de processamento de sinais e inteligência artificial (IA) para inferir, com precisão e em tempo real, parâmetros fisiológicos de interesse, sem a necessidade de sensores em contato direto com o corpo.

Referências SC2

- BABAR, Ayesha; KANANI, Carine. Monitoring of Vital Signs Parameters with ICTs: A Participatory Design Approach. 2020.
- BAHACHE, Mohamed et al. An inclusive survey of contactless wireless sensing: A technology used for remotely monitoring vital signs has the potential to combating covid-19. RS Open Journal on Innovative Communication Technologies, v. 1, n. 2, 2020.
- DU, Rui et al. An overview on IEEE 802.11 bf: WLAN sensing. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2024.
- HANG, Daqing et al. WiFi/4G/5G Based Wireless Sensing: Theories, Applications and Future Directions. In: Integrated Sensing and Communications. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 387-417.

Tema SC3 - Gêmeo Digital para Sistemas de Software Autoadaptativos - mestrado

Gêmeos digitais são representações virtuais de entidades do mundo real, podendo ser utilizados para monitoramento e simulação de cenários [1,5]. Tradicionalmente, as entidades do mundo real em questão correspondem a “objetos” físicos, tais como equipamentos industriais, edificações ou mesmo pessoas. No entanto, o conceito tem sido empregado no caso de objetos constituídos, pelo menos parcialmente, de software, como é o caso de gêmeos digitais de redes de computadores [2]. Nesta pesquisa, propomos o uso do conceito de gêmeo digital para a representação de sistemas de software, semelhante à proposta apresentada em [3], com o objetivo de instrumentar a capacidade de autoadaptação dinâmica dos sistemas sem penalizar seu desempenho em tempo de execução. A proposta envolve a monitoração contínua do sistema em tempo de execução, com o uso de um conjunto de métricas bem definidas, as quais são utilizadas para alimentar um modelo do sistema mantido no gêmeo digital. No gêmeo digital, o estado do sistema é continuamente avaliado para a detecção de anomalias e, caso violações de qualidade de serviço ou outras propriedades de interesse sejam observadas, são executadas simulações de diferentes estratégias adaptativas, com base no estado e interações reais do sistema em execução. Ao identificar uma adaptação adequada (que corrija satisfatoriamente a violação de desempenho detectada), ela é aplicada no sistema pelo gêmeo digital. Como parte do trabalho, será proposta e implementada uma arquitetura de gêmeo

digital de sistema de software adaptativo baseada no modelo de sistemas de software emergentes [4]. Será também realizada uma avaliação da arquitetura proposta, no contexto de aplicações distribuídas baseadas em arquiteturas de microsserviços, com o objetivo de avaliar seu impacto sobre o desempenho do sistema.

Referências SC3

1. Aidan Fuller, Zhong Fan, Charles Day, and Chris Barlow. Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8:108952-108971, 2020.
2. P. Almasan et al., "Network Digital Twin: Context, Enabling Technologies, and Opportunities," in *IEEE Communications Magazine*, vol. 60, no. 11, pp. 22-27, November 2022, doi: 10.1109/MCOM.001.2200012.
3. Alexandre Gustavo Wermann, Juliano Araujo Wickboldt, KTWIN: A serverless Kubernetes-based Digital Twin platform, *Computer Networks*, Volume 259, 2025, 111095, ISSN 1389-1286, <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2025.111095>.
4. Roberto Rodrigues-Filho, Iwens Sene, Barry Porter, Luiz F. Bittencourt, Fabio Kon and Fábio M. Costa. Exploring Emergent Microservice Evolution in Elastic Deployment Environments. *Journal of Systems and Software*, 2024.
5. David Jones, Chris Snider, Aydin Nassehi, Jason Yon, and Ben Hicks. Characterising the digital twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29:36-52, 2020.

Tema SC4 - Segurança e Privacidade de Gêmeos Digitais - Arquitetura, Implementação e Avaliação - mestrado

Um gêmeo digital (Digital Twin) pode ser definido como uma réplica digital de um objeto físico, processo, pessoa, lugar, sistema ou dispositivo. Um gêmeo digital é composto por três dimensões principais: a entidade que ele representa, o modelo virtual dessa entidade e a conexão que caracteriza as interações físico-virtuais entre elas [1]. A entidade física é usualmente instrumentalizada com sensores cujos dados são continuamente enviados à representação digital para processamento, análise, detecção de anomalias, simulação de cenários e previsão de ocorrências. Combinados com bases e modelos de conhecimento, os dados coletados permitem a identificação de situações de interesse e ações de resposta apropriadas, como a necessidade de intervenções (por exemplo, manutenção preventiva em equipamentos industriais) ou a necessidade de ajustes de configuração (por exemplo, mudanças dinâmicas no comportamento dos semáforos de uma cidade em função das condições atuais de mobilidade e da ocorrência de eventos que possam afetá-la). Enquanto a coleta de dados para alimentar o gêmeo digital ocorre por meio de sensores, a efetuação das ações de resposta geralmente se dá por meio de atuadores que permitem interferir de forma controlada no estado e/ou no comportamento da entidade física. De uma forma geral, pode-se dizer que a conexão entre gêmeos digitais e o mundo físico se dá por meio da internet das coisas (IoT), na forma de sensores e atuadores interconectados entre si e com a Internet [2].

Este tema de pesquisa concentra-se na conexão de sincronização entre o gêmeo digital e sua entidade física. Uma vez que o gêmeo digital, para ser útil, precisa manter informações atualizadas e precisas da entidade física, ele torna-se efetivamente um ponto de acesso a essas informações, constituindo um potencial risco adicional à privacidade. Além disso, ataques a um gêmeo digital

podem ter o mesmo efeito que ataques diretos à entidade física que ele representa, com a diferença de que podem ser mais difíceis de detectar. Uma forma simples de reduzir esse risco consiste em hospedar o gêmeo digital em recursos computacionais próprios e por definição confiáveis, tipicamente dentro da mesma organização. No entanto, trata-se de uma solução apenas parcial, pois pode limitar a escalabilidade, o desempenho e a disponibilidade das aplicações. Soluções para segurança e privacidade que admitam a alocação do gêmeo digital em nuvens públicas são, portanto, necessárias para uma aplicabilidade mais geral. Nesta pesquisa, propomos a investigação de protocolos de preservação de privacidade [4], mecanismos de computação multipartidária segura (secure multiparty computation) [3] e protocolos de controle de acesso, autenticação e confidencialidade [5] baseados na combinação de técnicas convencionais de segurança de sistemas com blockchain e contratos inteligentes [6] para aplicação no canal de sincronização de gêmeos digitais, de modo que: (a) o processamento do estado de uma entidade física possa ser realizado por seu gêmeo digital sem ter que revelar o conteúdo informacional; e (b) o acesso ao gêmeo digital por parte de terceiros seja feito dentro de um contexto seguro. O trabalho tem como objetivo investigar, por meio de pesquisa bibliográfica e experimentação, a aplicabilidade destas e outras técnicas relacionadas para a segurança e a privacidade em gêmeos digitais, bem como as limitações e tradeoffs que esse tipo de técnica impõem à funcionalidade das aplicações.

Referências SC4

1. Aidan Fuller, Zhong Fan, Charles Day, and Chris Barlow. Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8:108952-108971, 2020.
2. Haifan Jiang, Shengfeng Qin, Jianlin Fu, Jian Zhang, and Guofu Ding. How to model and implement connections between physical and virtual models for digital twin applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 58:36-51, 2021. Digital Twin towards Smart Manufacturing and Industry 4.0.
3. Yehuda Lindell. Secure multiparty computation. *Commun. ACM*, 64(1):86-96, December 2020.
4. Samet Tonyali, Kemal Akkaya, Nico Saputro, A. Selcuk Uluagac, and Mehrdad Nojoumian. Privacy-preserving protocols for secure and reliable data aggregation in iot-enabled smart metering systems. *Future Generation Computer Systems*, 78:547-557, 2018.
5. Yuntao Wang, Zhou Su, Shaolong Guo, Minghui Dai, Tom H Luan, and Yiliang Liu. A survey on digital twins: Architecture, enabling technologies, security and privacy, and future prospects. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(17):14965-14987, 2023.
6. R. Henry, A. Herzberg and A. Kate, "Blockchain Access Privacy: Challenges and Directions," in *IEEE Security & Privacy*, vol. 16, no. 4, pp. 38-45, July/August 2018, doi: 10.1109/MSP.2018.3111245

Tema SC5 - Alocação de recursos ciente de QoE em redes móveis para aplicações imersivas - doutorado

A alocação de recursos ciente de Qualidade de Experiência (QoE) é essencial para garantir desempenho satisfatório em aplicações imersivas (como realidade virtual e aumentada) sobre redes móveis. Tais aplicações impõem requisitos rigorosos de latência, largura de banda e estabilidade de conexão. Estratégias modernas de alocação incluem modelagem dinâmica do comportamento do

usuário e adaptação às condições da rede em tempo real. O uso de métricas perceptuais, como MOS (Mean Opinion Score), tem sido combinado com modelos baseados em aprendizado de máquina para otimizar a QoE fim a fim.

Referências SC5

1. J. Song, Q. Song, Y. Kang, L. Guo and A. Jamalipour, "QoE-Driven Distributed Resource Optimization for Mixed Reality in Dynamic TDD Systems," in IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 11, pp. 7294-7306, Nov. 2022, doi: 10.1109/TCOMM.2022.3208113.
2. Y. Pei, M. Li, X. Huang and X. Shen, "QoE-Aware Volumetric Video Caching and Rendering for Mobile Extended Reality Services," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 12, no. 12, pp. 21852-21865, 15 June 2025, doi: 10.1109/JIOT.2025.3551237.
3. Y. Jiang, J. Kang, X. Ge, D. Niyato and Z. Xiong, "QoE Analysis and Resource Allocation for Wireless Metaverse Services," in IEEE Transactions on Communications, vol. 71, no. 8, pp. 4735-4750, Aug. 2023, doi: 10.1109/TCOMM.2023.3282594.
4. H. Du et al., "Attention-Aware Resource Allocation and QoE Analysis for Metaverse xURLLC Services," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 41, no. 7, pp. 2158-2175, July 2023, doi: 10.1109/JSAC.2023.3280978.
5. ALMEIDA, Gabriel M.; ESPER, João Paulo; DASILVA, Luiz A.; CARDOSO, Kleber V.. VR-GX: an Attention-aware QoE-based resource allocation model for VR-Cloud Gaming. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 43. , 2025, Natal/RN.

Tema SC6 - Uso de aprendizado de máquina em redes móveis - mestrado e doutorado

O aprendizado de máquina (ML) tem se mostrado promissor em redes móveis, oferecendo soluções para previsão de tráfego, alocação de recursos, otimização de handovers e gerenciamento de interferência. Modelos supervisionados, não supervisionados e de reforço são explorados em diversas camadas da arquitetura de rede. O avanço das redes 5G e futuras 6G impulsiona o uso de ML embarcado em bordas da rede e dispositivos móveis, com ênfase em aprendizado federado e em tempo real.

Referências SC6

1. S. Hu, X. Chen, W. Ni, E. Hossain and X. Wang, "Distributed Machine Learning for Wireless Communication Networks: Techniques, Architectures, and Applications," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 23, no. 3, pp. 1458-1493, thirdquarter 2021, doi: 10.1109/COMST.2021.3086014.
2. A. Feriani and E. Hossain, "Single and Multi-Agent Deep Reinforcement Learning for AI-Enabled Wireless Networks: A Tutorial," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 23, no. 2, pp. 1226-1252, Secondquarter 2021, doi: 10.1109/COMST.2021.3063822.
3. M. Chen et al., "Distributed Learning in Wireless Networks: Recent Progress and Future Challenges," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 39, no. 12, pp. 3579-3605, Dec. 2021, doi: 10.1109/JSAC.2021.3118346.

4. Y. Guo, R. Zhao, S. Lai, L. Fan, X. Lei and G. K. Karagiannidis, "Distributed Machine Learning for Multiuser Mobile Edge Computing Systems," in IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, vol. 16, no. 3, pp. 460-473, April 2022, doi: 10.1109/JSTSP.2022.3140660.
5. ROMUALDO, Hudson de P.; FRAGA, Luciano de S.; CONCEIÇÃO, Paulo F. da; ROCHA, Flávio Geraldo C.; CARDOSO, Kleber V.. Otimização da associação entre estações base e equipamentos de usuário com auxílio de Aprendizado Federado para suporte a Realidade Aumentada Móvel. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 42. , 2024, Niterói/RJ.

Tema SC7 - Comunicação semântica em redes móveis para suporte a aplicações imersivas - doutorado

A comunicação semântica visa transmitir significado em vez de apenas bits, priorizando a relevância da informação no contexto da aplicação. Em redes móveis com aplicações imersivas, essa abordagem é especialmente valiosa para reduzir latência e sobrecarga, mantendo a qualidade da experiência. Técnicas baseadas em aprendizado profundo são utilizadas para extrair e interpretar significados em tempo real. Essa nova mudança de paradigma representa um avanço rumo à comunicação centrada em tarefas.

Referências SC7

1. L. Xia et al., "WiserVR: Semantic Communication Enabled Wireless Virtual Reality Delivery," in IEEE Wireless Communications, vol. 30, no. 2, pp. 32-39, April 2023, doi: 10.1109/MWC.004.2200393.
2. Q. Lan et al., "What is Semantic Communication? A View on Conveying Meaning in the Era of Machine Intelligence," in Journal of Communications and Information Networks, vol. 6, no. 4, pp. 336-371, Dec. 2021, doi: 10.23919/JCIN.2021.9663101.
3. P. Zhang et al., "Intellicise Wireless Networks From Semantic Communications: A Survey, Research Issues, and Challenges," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 27, no. 3, pp. 2051-2084, June 2025, doi: 10.1109/COMST.2024.3443193.
4. C. Liang et al., "Generative AI-Driven Semantic Communication Networks: Architecture, Technologies, and Applications," in IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking, vol. 11, no. 1, pp. 27-47, Feb. 2025, doi: 10.1109/TCCN.2024.3435524.
5. T. M. Getu, G. Kaddoum and M. Bennis, "Semantic Communication: A Survey on Research Landscape, Challenges, and Future Directions," in Proceedings of the IEEE, vol. 112, no. 11, pp. 1649-1685, Nov. 2024, doi: 10.1109/JPROC.2024.3520707.

Tema SC8 - Alocação de recursos em redes móveis - mestrado e doutorado

A alocação eficiente de recursos (espectro, tempo, potência, antenas, ...) é central para garantir a qualidade do serviço (QoS) em redes móveis. Com a diversidade de serviços e dispositivos conectados, algoritmos adaptativos são utilizados para gerenciar interferência e maximizar a utilização da rede. Abordagens recentes exploram fatiamento de rede, otimização baseada em aprendizado e mecanismos multiobjetivo, especialmente em ambientes densos e heterogêneos.

Referências SC8

1. G. M. Almeida et al., "RIC-O: Efficient Placement of a Disaggregated and Distributed RAN Intelligent Controller With Dynamic Clustering of Radio Nodes," in *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 42, no. 2, pp. 446-459, Feb. 2024, doi: 10.1109/JSAC.2023.3336159.
2. F. Z. Morais et al., "PlaceRAN: Optimal Placement of Virtualized Network Functions in Beyond 5G Radio Access Networks," in *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 22, no. 9, pp. 5434-5448, 1 Sept. 2023, doi: 10.1109/TMC.2022.3171525.
3. Wenzhen Huang, Tong Li, Yuting Cao, Zhe Lyu, Yanping Liang, Li Yu, Depeng Jin, Junge Zhang, and Yong Li. 2023. Safe-NORA: Safe Reinforcement Learning-based Mobile Network Resource Allocation for Diverse User Demands. In *Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM '23)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 885-894. <https://doi.org/10.1145/3583780.3615043>
4. Y. Xu, G. Gui, H. Gacanin and F. Adachi, "A Survey on Resource Allocation for 5G Heterogeneous Networks: Current Research, Future Trends, and Challenges," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 23, no. 2, pp. 668-695, Secondquarter 2021, doi: 10.1109/COMST.2021.3059896.
5. S. Yin and F. R. Yu, "Resource Allocation and Trajectory Design in UAV-Aided Cellular Networks Based on Multiagent Reinforcement Learning," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, no. 4, pp. 2933-2943, 15 Feb.15, 2022, doi: 10.1109/JIOT.2021.3094651.

Tema SC9 - Aplicações imersivas em redes móveis - mestrado

Aplicações imersivas como realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR) e realidade estendida (XR) demandam baixíssima latência, alta largura de banda e sincronização precisa. As redes móveis, especialmente com o advento do 5G e o futuro 6G, têm evoluído para atender a esses requisitos, por meio de técnicas como fatiamento de rede (network slicing) e computação de borda (edge computing). A combinação com sensores, IA e interações multimodais torna essas aplicações críticas em áreas como saúde, educação, entretenimento e indústria.

Referências SC9

1. Z. Nadir, T. Taleb, H. Flinck, O. Bouachir and M. Bagaa, "Immersive Services over 5G and Beyond Mobile Systems," in *IEEE Network*, vol. 35, no. 6, pp. 299-306, November/December 2021, doi: 10.1109/MNET.121.2100172.
2. A. Yaqoob, T. Bi and G. -M. Muntean, "A Survey on Adaptive 360° Video Streaming: Solutions, Challenges and Opportunities," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 22, no. 4, pp. 2801-2838, Fourthquarter 2020, doi: 10.1109/COMST.2020.3006999.
3. J. van der Hooft et al., "A Tutorial on Immersive Video Delivery: From Omnidirectional Video to Holography," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 25, no. 2, pp. 1336-1375, Secondquarter 2023, doi: 10.1109/COMST.2023.3263252.
4. Y. Zhu et al., "A Semantic-Aware Transmission With Adaptive Control Scheme for Volumetric Video Service," in *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 25, pp. 7160-7172, 2023, doi: 10.1109/TMM.2022.3217928.
5. M. Zawish et al., "AI and 6G Into the Metaverse: Fundamentals, Challenges and Future Research Trends," in *IEEE Open Journal of the Communications Society*, vol. 5, pp. 730-778, 2024, doi: 10.1109/OJCOMS.2024.3349465.

Tema SC10 - Edge Computing, WASM e Suporte a APIs Abertas em Redes Móveis de Próxima Geração - mestrado e doutorado

A presente linha de pesquisa investiga abordagens para a construção de soluções de Computação de Borda, explorando o uso de WebAssembly (WASM), mecanismos de offloading dinâmico e compatibilidade com arquiteturas padronizadas pela 3GPP. O foco está na criação de plataformas e ferramentas que viabilizem a execução eficiente de aplicações móveis em ambientes heterogêneos e sensíveis à latência, aproveitando a portabilidade e segurança dos módulos WASM e os recursos oferecidos por APIs abertas, como as propostas pela iniciativa CAMARA. A pesquisa abrange múltiplos desafios, incluindo orquestração de componentes, descoberta de serviços, adaptação a condições variáveis de rede e integração com funcionalidades de redes móveis avançadas, como network slicing, exposição de funções de rede e descoberta de borda. Esse tema oferece um escopo amplo para o desenvolvimento de soluções inovadoras voltadas a aplicações emergentes em edge computing, como IoT, XR, veículos conectados e sistemas ciberfísicos.

Referências SC10

1. Andreas Haas, Andreas Rossberg, Derek L Schuff, Ben L Titzer, Michael Holman, Dan Gohman, Luke Wagner, Alon Zakai, and JF Bastien. 2017. Bringing the Web up to Speed with WebAssembly. In Proceedings of ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation (PLDI).
2. M. Kreutzer, M. Seidler, K. Dudzik, V. P. Betancourt and J. Becker, "Migration of Isolated Application Across Heterogeneous Edge Systems," 2024 IEEE 8th International Conference on Fog and Edge Computing (ICFEC), Philadelphia, PA, USA, 2024, pp. 64-70
3. H. Kim, W. Featherstone, S. Jeong, J. Lee, B. J. Pattan, S. Chitturi, D. Kim, and J.-K. Han, "Mobile Edge Computing Enabler Layer: Edge-native APPLICATION Architecture For Mobile Networks," IEEE Communications Standards Magazine, vol. 7, no. 4, pp. 50-59, 2023.
4. Jose Ordonez-Lucena and Felix Dsouza. 2022. Pathways towards network-as-a-service: the CAMARA project. In Proceedings of the ACM SIGCOMM Workshop on Network-Application Integration.
5. A. Ramesh et al., "Silverline: Lightweight Virtualization and Orchestration of Distributed Systems," 2025 IEEE 31st Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS), Irvine, CA, USA, 2025, pp. 375-388.

Tema SC11 - Técnicas Formais e Inteligência Artificial para Detecção de Conflitos em Ambientes Open RAN - mestrado e doutorado

Esta linha de pesquisa tem como objetivo investigar abordagens híbridas que combinem técnicas formais, lógica temporal e inteligência artificial para a detecção e prevenção de conflitos em ambientes Open RAN (Open Radio Access Network). Com a crescente desagregação e programabilidade das redes RAN, múltiplos controladores e aplicações (xApps e rApps) interagem simultaneamente, aumentando a complexidade e o risco de comportamentos inconsistentes, concorrentes ou contraditórios. O tema propõe a exploração de métodos formais para a

especificação e verificação de propriedades temporais, análise de políticas de controle e detecção automática de violações de consistência e segurança. Técnicas de aprendizado de máquina podem ser integradas para auxiliar na predição e explicação de conflitos, bem como na adaptação de políticas em tempo de execução. Trata-se de um campo interdisciplinar, com amplo potencial para desdobramentos em validação automática, automação de redes e garantia de confiabilidade em redes móveis abertas e programáveis.

Referências SC11

1. DURÁN, F. et al. Programming and symbolic computation in maude. *J. Log. Algebraic Methods Program.*, v. 110, 2020.
2. POLESE, M. et al. Understanding o-ran: Architecture, interfaces, algorithms, security, and research challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 25, n. 2, p. 1376-1411, 2023.
3. ADAMCZYK, C.; KLIKS, A. Conflict mitigation framework and conflict detection in o-ran near-rt ric. *IEEE Communications Magazine*, v. 61, n. 12, p. 199-205, 2023.
4. PREVER, P. B. d. et al. Pacifista: Conflict evaluation and management in open ran. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, p. 1-15, 2025.
5. SANTOS, J. F. et al. Managing o-ran networks: xapp development from zero to hero. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2025.

Tema SC12 - Ajuste Dinâmico de Dificuldade em Jogos Digitais - mestrado e doutorado

Nos últimos anos, houve um aumento significativo na demanda por jogabilidade adaptativa em jogos digitais. Os jogadores agora buscam ativamente experiências imersivas que equilibrem o desafio com seus níveis de habilidade. Para atender a essa demanda, um conjunto de técnicas denominado Ajuste Dinâmico de Dificuldade (DDA) tem sido proposto, com o intuito de ajustar automaticamente diversos parâmetros do jogo relacionados à dificuldade, com base no desempenho do jogador, para evitar frustrações e desistências. Um desafio importante nessa área é a necessidade de uma abordagem modular que permita a integração de múltiplas estratégias dentro de mecânicas de jogo individuais ou entre diferentes mecânicas. Abordagens investigadas combinam o conhecimento estabelecido e consolidado no campo de sistemas autoadaptativos (sistemas que têm a capacidade de modificar seu comportamento com base em sua percepção do ambiente e em seu próprio estado interno com os requisitos específicos da jogabilidade adaptativa, isto é, jogos que podem responder ao jogador e à sua experiência ou background exclusivos, fornecendo modificações adaptadas ao contexto específico. Há abordagens ainda que integram sistemas autoadaptativos e técnicas baseadas em Large Language Models (LLM).

Referências SC12

1. Andrew J. A. Seyderhelm and Karen Blackmore. Systematic review of dynamic difficulty adaption for serious games: The importance of diverse approaches. *SSRN Electronic Journal*, 2021.
2. Alexander Streicher and Jan D. Smeddinck. Personalized and adaptive serious games. In *Entertainment Computing and Serious Games*, pages 332-377. Springer International Publishing, 2016.
3. Mohammad Zohaib. Dynamic difficulty adjustment (DDA) in computer games: A review. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2018:1-12, November 2018.

4. Danny Weyns. *An Introduction to Self-Adaptive Systems*. John Wiley & Sons Ltd, 2021.
5. Souza, C. H. R., De Oliveira, S. S., Berretta, L. O., & Carvalho, S. T. (2025). Extending a MAPE-K loop-based framework for Dynamic Difficulty Adjustment in single-player games. *Entertainment Computing*, 52, 100842. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100842>.
6. SOUZA, Carlos H. R.; OLIVEIRA, Saulo S.; BERRETTA, Luciana O.; CARVALHO, Sérgio T.. Large Language Models and Dynamic Difficulty Adjustment: An Integration Perspective. In: TRILHA DE COMPUTAÇÃO - ARTIGOS CURTOS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES) , 2024 DOI: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2024.241217.

Tema SC13 - Jogos e Saúde - mestrado e doutorado

O uso de jogos e tecnologias imersivas na área da saúde tem proporcionado avanços significativos em práticas de reabilitação física e cognitiva. A combinação dessas soluções com arquitetura computacional em nuvem forma a base para a telereabilitação moderna, permitindo o acompanhamento remoto de pacientes com maior personalização e engajamento. Há uma diversidade de desafios importantes a serem enfrentados neste campo, como a fragmentação das ferramentas, a ausência de interoperabilidade entre sistemas e a falta de padronização clínica no uso dessas tecnologias. Abordagens têm combinado aspectos de computação aplicada à saúde, saúde digital, interação humano-computador e sistemas de computação, e seguindo a direção em quatro dimensões: tecnológica, interativa, imersiva e de reabilitação.

Referências SC13

1. Meulenberg, C. J. W., de Bruin, E. D., & Marui, U. (2022). A Perspective on Implementation of Technology-Driven Exergames for Adults as Telerehabilitation Services. *Frontiers in Psychology*, 13, 888182.
2. Uzor, S., & Baillie, L. (2014). Investigating the long-term use of exergames in the home with elderly fallers. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2813-2822). ACM.
3. Li, Y., Cappa, F., Pizzi, S., & Niu, B. (2020). Multidisciplinary Iterative Design of Exergames (MIDE): a framework for supporting the design, development, and evaluation of exergames for health. In *HCI in Games*. Springer.
4. Varela-Aldás, J., Pinos-Vélez, H., & Cazar, C. (2021). A virtual reality-based cognitive telerehabilitation system for use in the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 13(4), 2183.
5. Pramuka, M., & Van Roosmalen, L. (2009). Telerehabilitation technologies: accessibility and usability. *International Journal of Telerehabilitation*, 1(1), 85-92.

Tema SC14 - Agentes Conversacionais e Saúde Móvel - mestrado e doutorado

O aumento do uso de tecnologias digitais na área da saúde tem impulsionado o desenvolvimento de soluções de saúde móvel (mHealth) personalizadas e direcionadas para apoiar o autocuidado de pessoas. Aplicações mHealth apoiam de forma estratégica as pessoas em seu autocuidado, oferecendo recursos que facilitam o acesso a tratamentos e monitoramento da saúde. Em mHealth, é essencial desenvolver mecanismos para melhorar a experiência dos usuários, envolver e engajar, visando potencializar os resultados de saúde. A personalização nessas aplicações visa incorporar informações do usuário e seu contexto como estratégia para aproximar a aplicação às suas

características, buscando motivá-lo quanto ao uso efetivo. Há desafios na personalização de cuidados de saúde e no engajamento das pessoas no uso dessas aplicações. Abordagens incluem a integração de agentes conversacionais (chatbots) baseados em Inteligência Artificial (IA) Generativa em aplicações mHealth personalizadas, visando promover o autocuidado e o maior engajamento das pessoas no uso de aplicações mHealth. Estudos nessa direção colaboram com a construção de processos de design, frameworks e o desenvolvimento de aplicações mHealth personalizadas que utilizam agentes conversacionais baseados em IA para promoção do autocuidado.

Referências SC14

1. ANJOS, Filipe Maciel S. et al. Analyzing the impact of gamification on a mHealth application for treating urinary incontinence in prostate cancer patients. *Journal on Interactive Systems*, v. 15, n. 1, p. 728-740, 2024.
2. RIVERA-ROMERO, Octavio et al. Designing personalised mHealth solutions: An overview. *Journal of Biomedical Informatics*, p. 104500, 2023.
3. PAHLEVANYNEJAD, Shahrbanoo et al. Personalized mobile health for elderly home care: a systematic review of benefits and challenges. *International Journal of Telemedicine and Applications*, v. 2023, n. 1, p. 5390712, 2023.
4. MARTINS, Ana et al. Unlocking human-like conversations: Scoping review of automation techniques for personalized healthcare interventions using conversational agents. *International Journal of Medical Informatics*, p. 105385, 2024.
5. OLIVEIRA, L. W. de; OLIVEIRA, S. S. de; VIEIRA, M. A.; SANTOS, S. de L. V. dos; CARVALHO, S. T. de. Design Science Research: Balancing Science and Art in Building a Game Applied to Health. *Journal on Interactive Systems*, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 1, p. 127-138, 2022. DOI: 10.5753/jis.2022.2682. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/jis/article/view/2682>. Acesso em: 20 sep. 2024.

Tema SC15 - Blockchain e Saúde - mestrado e doutorado

A crescente digitalização dos serviços de saúde permitiu avanços significativos, como a melhoria do compartilhamento de dados clínicos entre instituições e a melhoria do atendimento ao paciente. Desafios relacionados à privacidade, segurança e controle sobre informações sensíveis persistem, pois sistemas centralizados gerenciam predominantemente esses dados. Tais sistemas são vulneráveis a violações de segurança, vazamentos de dados e modificações não autorizadas, o que prejudica a confiança de pacientes e profissionais de saúde. Modelos de identidade digital descentralizados têm surgido e baseados em Identificadores Descentralizados (DIDs) e na abordagem de Identidade Autossoberana (SSI). As tecnologias blockchain ganharam destaque por sua imutabilidade, auditabilidade e rastreabilidade. Em particular, redes com permissões, como o Hyperledger Fabric, equilibram transparência e privacidade, ao mesmo tempo em que permitem governança federada e consenso configurável.

Referências SC15

1. Bai, T., Hu, Y., He, J., Fan, H., and An, Z. (2022). Health-zkidm: A healthcare identity system based on fabric blockchain and zero-knowledge proof. *Sensors*, 22(20).

- Xu, J., Xue, K., Li, S., Tian, H., Hong, J., Hong, P., and Yu, N. (2019). Healthchain: A blockchain-based privacy preserving scheme for large-scale health data. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5):8770-8781.
- HONÓRIO DA SILVA, Matheus Lázaro; VELASCO, Gislainy; PIMENTEL VAZ, Noeli Antônia; MARTINS, Matheus Brito; RIBEIRO GONÇALVES SILVA, Pedro Moraes; CARVALHO, Sergio T.. Blockchain and Self-Sovereign Identity: A Healthcare Use Case. In: WORKSHOP EM BLOCKCHAIN: TEORIA, TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES (WBLOCKCHAIN), 8. , 2025, Natal/RN. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025 . p. 154-167. DOI: <https://doi.org/10.5753/wblockchain.2025.9506>.

Tema SC16 - Alocação de Recursos em Edge e Fog Computing - mestrado e doutorado

A computação em névoa e na borda tem se consolidado como alternativa eficiente à computação em nuvem para aplicações que exigem baixa latência, como as da Internet das Coisas (IoT). Ao permitir o processamento de dados próximo à origem, essas arquiteturas aumentam a eficiência, reduzem a latência e economizam banda de rede. No entanto, ainda enfrentam desafios como limitações de recursos computacionais, heterogeneidade dos dispositivos e exigências rigorosas de tempo de resposta. Um exemplo relevante ocorre na área da saúde, especialmente em atendimentos médicos de emergência, onde dados vitais de pacientes são coletados por múltiplas fontes, como sensores instalados em ambulâncias e dispositivos móveis utilizados por profissionais de saúde, e processados localmente para detecção de eventos críticos e geração de alertas em tempo real. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias eficazes para o posicionamento de serviços e a alocação de nós, garantindo decisões clínicas rápidas e maior integração entre os diferentes níveis da infraestrutura computacional.

Referências SC16

- AHMADI, Z.; HAGHI KASHANI, M.; NIKRAVAN, M.; MAHDIPOUR, E. Fog-based healthcare systems: A systematic review. *Multimedia Tools and Applications*, 80:36361-36400, 2021.
- ASHRAF, M.; SHIRAZ, M.; ABBASI, A.; ALBAHLI, S. Distributed application execution in fog computing: A taxonomy, challenges and future directions. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(7):3887-3909, 2022.
- BORELLI, H.; COSTA, F. M.; CARVALHO, S. T. Use of multilevel resource clustering for service placement in fog computing environments. *IEEE/ACM Utility and Cloud Computing (UCC)*, 2022.
- ELHADAD, A.; ALANAZI, F.; TALOBA, A. I.; ABOZEID, A. Fog computing service in the healthcare monitoring system for managing the real-time notification. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022(1):5337733, 2022.
- VELASQUEZ, K.; ABREU, D. P.; CURADO, M.; MONTEIRO, E. Service placement for latency reduction in the fog using application profiles. *IEEE Access*, 9:80821-80834, 2021.

Tema SC17 - Retrieval Augmented Generation - doutorado

É notória a capacidade dos grandes modelos de linguagem (Large Language Models - LLM) em compreender e gerar textos. Entretanto, eles têm uma tendência de esquecer ou confundir a informação aprendida e podem gerar saída que não são verdadeiras. RAG - Retrieval Augmented Generation tem sido utilizada para mitigar esse problema. RAG combina a capacidade das LLMs de gerar texto com a precisão de sistemas de recuperação de informação. Antes de gerar uma resposta,

o LLM busca informações relevantes de uma base de conhecimento externa e as utiliza como contexto. Isso mitiga alucinações e fornece respostas mais factuais e atualizadas, superando as limitações do conhecimento inerente do LLM, que é fixado no momento do seu treinamento. Entretanto, há vários desafios no uso de RAG em LLMs. Entre eles destacam-se: a) garantir que as informações recuperadas sejam as mais relevantes e confiáveis para a consulta; b) síntese e integração das informações recuperadas; c) tempo de resposta aceitável.

Referências SC17

1. Gao, Y., Xiong, Y., Gao X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., Dai, Y., Sun, J., Wang, H., Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey. ArXiv, 2024, <https://arxiv.org/abs/2312.10997>.
2. Penghao Zhao, Hailin Zhang, Qinhan Yu, Zhengren Wang, Yunteng Geng, Fangcheng Fu, Ling Yang, Wentao Zhang, Jie Jiang, Bin Cui, Retrieval-Augmented Generation for AI-Generated Content: A Survey, ArXiv, 2024, <https://arxiv.org/abs/2402.19473>.
3. Huayang Li, Yixuan Su, Deng Cai, Yan Wang, Lemao Liu, A Survey on Retrieval-Augmented Text Generation, ArXiv, <https://arxiv.org/abs/2202.01110>.
4. Jiawei Chen, Hongyu Lin, Xianpei Han, Le Sun, Benchmarking Large Language Models in Retrieval-Augmented Generation, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2024, 38(16), 17754-17762. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i16.29728>.
5. Boci Peng, Yun Zhu, Yongchao Liu, Xiaohe Bo, Haizhou Shi, Chuntao Hong, Yan Zhang, Siliang Tang, Graph Retrieval-Augmented Generation: A Survey, ArXiv, 2024, <https://arxiv.org/abs/2408.08921>

Tema SC18 - Uso de Paralelismo e IA para Previsão Climática Hiperlocal - mestrado

O projeto propõe uma solução híbrida que integra técnicas de Inteligência Artificial (IA) e Computação de Alto Desempenho (HPC) para melhorar a resolução e a eficiência de previsões climáticas em escala local. Modelos como U-NETs e difusão latente serão considerados para treinamento, assim como dados de alta resolução gerados por paralelização do modelo WRF, com CUDA, OpenMP e/ou MPI. A proposta visa reduzir o custo computacional, aumentar a fidelidade das simulações e permitir a previsão quase em tempo real. A abordagem contribuirá para setores como agricultura, energia e gestão de desastres, especialmente em regiões vulneráveis. A metodologia inclui curadoria de dados, modelagem de IA com quantificação de incertezas, otimização de módulos físicos do WRF e testes com dados reais.

Referências SC18

1. Mardani, Morteza, et al. "Residual corrective diffusion modeling for km-scale atmospheric downscaling." *Communications Earth & Environment* 6.1 (2025): 124.
2. Tomasi, Elena, Gabriele Franch, and Marco Cristoforetti. "Can AI be enabled to perform dynamical downscaling? A latent diffusion model to mimic kilometer-scale COSMO5. 0_CLM9 simulations." *Geoscientific Model Development* 18.6 (2025): 2051-2078.
3. González-Abad, Jose, and José Manuel Gutiérrez. "Are Deep Learning Methods Suitable for Downscaling Global Climate Projections? Review and Intercomparison of Existing Models." arXiv preprint arXiv:2411.05850 (2024).
4. Agrawal, Nisha, Abhishek Das, and Manish Modani. "Scalability analysis of weather research forecast model on nvidia ampere based dense gpu cluster." 2022 International Conference on Computing, Communication, Security and Intelligent Systems (IC3SIS). IEEE, 2022.

5. Vanderbauwhede, Wim, and Tetsuya Takemi. "An investigation into the feasibility and benefits of GPU/multicore acceleration of the weather research and forecasting model." 2013 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS). IEEE, 2013.
6. Zhang, Hongchun, et al. "Lightweight GPU-Accelerated Parallel Processing of the SCHISM Model Using CUDA Fortran." *Journal of Marine Science and Engineering* 13.4 (2025): 662.

Tema SC19 - Hiperparâmetros em LLMs: Análise de Eficiência e Desempenho em GPUs Heterogêneas - mestrado

Este projeto investiga o impacto da configuração de hiperparâmetros no desempenho e na eficiência de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), considerando diferentes arquiteturas de GPUs. Visa estabelecer diretrizes para otimização do treinamento, avaliando estratégias como grid search, random search e otimização Bayesiana. O modelo proxy do L3M – LLM especializado em português jurídico – deve ser considerado para testar parâmetros como taxa de aprendizado, dropout e número de camadas. Os experimentos devem ser conduzidos em GPUs heterogêneas, visando entender como o hardware influencia o desempenho. Espera-se identificar configurações ideais que maximizem precisão e eficiência computacional, gerando recomendações aplicáveis ao projeto L3M e à comunidade científica.

Referências SC19

1. Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. *Journal of Machine Learning Research*, 13(Feb), 281-305.
2. Dean, J., Corrado, G. S., Monga, R., Chen, K., Mathieu, M., Chen, Z., ... & Ng, A. Y. (2012). Large scale distributed deep networks. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 1223-1231).
3. Shoeybi, M., Patwary, M., Puri, R., LeGresley, P., Casper, J., & Catanzaro, B. (2019). Megatron-lm: Training multi-billion parameter language models using model parallelism. arXiv preprint arXiv:1909.08053.
4. Narayanan, D., Shoeybi, M., Patwary, M., Kulkarni, A., Casper, J., Prabhat, M., ... & Catanzaro, B. (2021). Efficient large-scale language model training on gpu clusters. In *Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis* (pp. 1-14).
5. Li, L., Jamieson, K. G., DeSalvo, G., Rostamizadeh, R., & Talwalkar, A. (2018). Hyperband: A novel bandit-based approach to hyperparameter optimization. *Journal of Machine Learning Research*, 18.

Linha SIA: Sistemas Inteligentes e Aplicações

Docentes com vagas

Nome do(a) Docente	Nível de Orientação	Currículo Lattes
Anderson da Silva Soares	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/1096941114079527
Deborah Silva Alves Fernandes	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/0380764911708235
Fabrizio Alphonsus Alves de Melo Nunes Soares	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/7206645857721831
Hugo Alexandre Dantas do Nascimento	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/2920005922426876
Luciana de Oliveira Berretta	Mestrado	http://lattes.cnpq.br/0987947348533817
Nádia Félix Felipe da Silva	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/7864834001694765
Rogério Lopes Salvini	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/5009392667450875
Ronaldo Martins da Costa	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/7080590204832262
Telma Woerle de Lima Soares	Mestrado e doutorado	http://lattes.cnpq.br/6296363436468330

Temas de Pesquisa

Tema SIA1 - Processamento de linguagem natural para recuperação de informações - mestrado

Desenvolver modelos de linguagem e suas aplicações que compreendam e recuperem informações com base em múltiplos atributos e suas relações contextuais. A pesquisa exploraria como integrar bases de conhecimento externas e a capacidade de raciocínio para aprimorar a relevância dos resultados de busca, superando a simples correspondência de palavras-chave. O foco seria em buscas complexas e conversacionais, visando uma interação mais natural e precisa com os sistemas de informação, especialmente em domínios especializados.

Referências SIA1

- ŞAKAR, Tolga; EMEKCI, Hakan. Maximizing RAG efficiency: A comparative analysis of RAG methods. *Natural Language Processing*, v. 31, n. 1, p. 1-25, 2025. -MAVROMATIS, Costas; KARYPIS, George. Gnn-rag: Graph neural retrieval for large language model reasoning. *arXiv preprint arXiv:2405.20139*, 2024.
- LIN, Jie et al. NL2SQL with partial missing metadata based on multi-view metadata graph compensation and reasoning. *Applied Intelligence*, v. 54, n. 2, p. 1511-1524, 2024

Tema SIA2 - Modelos de Redes Neurais Profundas Multimodais - mestrado

Desenvolver pesquisas para inteligência artificial na geração de imagens, principalmente a partir de

prompts na língua portuguesa. A pesquisa poderá abordar limitação de modelos treinados predominantemente em língua estrangeiras. Poderão ser propostas pesquisas que ampliem a capacidade nacional em dominar e obter modelos fundacionais próprios para imagem, vídeo, áudio, texto ou a combinação de alguns destes.

Referências SIA2

1. Michael Saxon and William Yang Wang. Multilingual conceptual coverage in text-to-image models, 2023.
2. Michael Saxon, Yiran Luo, Sharon Levy, Chitta Baral, Yezhou Yang, and William Yang Wang. Lost in translation? translation errors and challenges for fair assessment of text-to-image models on multilingual concepts, 2024.
3. Fulong Ye, Guang Liu, Xinya Wu, and Ledell Wu. Altdiffusion: A multilingual text-to-image diffusion model, 2023.

Tema SIA3 - Detecção de Discurso de Ódio Codificado em Textos de Redes Sociais Online com foco em Abordagem Semântico-Cultural com LLMs em Língua Portuguesa - mestrado

Esse tema tem como foco o desenvolvimento de métodos para identificação de traços de discurso de ódio velado ou codificado em textos de redes sociais em português brasileiro, explorando variações linguísticas regionais e culturais. A detecção será apoiada pelo de técnicas de aprendizado de máquina.

Referências SIA3

1. Fontanella, L., Chulvi, B., Ignazzi, E. et al. How do we study misogyny in the digital age? A systematic literature review using a computational linguistic approach. *Humanit Soc Sci Commun* 11, 478 (2024). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02978-7>

Tema SIA4 - Detecção de traços de depressão em textos levando em consideração questões linguísticas, culturais e regionais da língua portuguesa - mestrado

Esse tema tem como foco o desenvolvimento de métodos para identificação de traços de depressão em textos escritos em português brasileiro, explorando variações linguísticas regionais e culturais. A detecção será apoiada pelo de técnicas de aprendizado de máquina.

Referências SIA4

1. Vankayala Tejaswini, Korra Sathya Babu, and Bibhudatta Sahoo. 2024. Depression Detection from Social Media Text Analysis using Natural Language Processing Techniques and Hybrid Deep Learning Model. *ACM Trans. Asian Low-Resour. Lang. Inf. Process.* 23, 1, Article 4 (January 2024), 20 pages. <https://doi.org/10.1145/3569580>

Tema SIA5 - Uso de indicadores de sentimento sobre o mercado financeiro brasileiro para sistemas de apoio a tomada de decisão - mestrado

Esse tema tem como foco o desenvolvimento de sistemas de apoio a tomada de decisão para compra e venda de ações usando indicadores de sentimentos obtidos através de notícias, postagens de redes sociais ou outros. A ideia é constituir modelos computacionais baseados em aprendizado de máquina tanto para a tomada de decisão quanto para a obtenção de indicadores.

Referências SIA5

1. SILVA, K. C. ; SA, F. M. C. ; Alves, Deborah Silva Alves ; Fernandes, Deborah Silva Alves; Fernandes,
2. M. G. C. ; SOARES, F. . Development and Evaluation of a Sentiment Indicator based on Financial News in Portuguese. In: International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI'24), 2024, Las Vegas - USA. Anais do Development and Evaluation of a Sentiment Indicator based on Financial News in Portuguese, 2024.

Tema SIA6 - Modelagem de agentes conversacionais para engajamento em sistemas de autocuidado em saúde digital - mestrado

Esse tema tem como foco o desenvolvimento de agentes conversacionais para apoiar usuários de aplicativos de autocuidado na condução de tratamento. O estudante deverá relacionar modelos computacionais, o uso de LLMs, questões éticas e de conformidade terapêutica.

Referências SIA6

1. Saha, T., Tiwari, A., Saha, S. (2023). Trends and Overview: The Potential of Conversational Agents in Digital Health. In: Kamps, J., et al. Advances in Information Retrieval. ECIR 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 13982. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28241-6_36

Tema SIA7 - Visualização de Informações - mestrado e doutorado

A Visualização de Informações é uma área multidisciplinar que trata da apresentação de representações visuais de dados abstratos objetivando ampliar a cognição humana sobre eles e/ou descobrir novas informações. O presente tema de pesquisa envolve o estudo da aplicação de visualização de informações para diversos domínios de conhecimento e o desenvolvimento de novas técnicas efetivas de visualização de informações, sob o ponto de vista computacional e do design de informação. Alguns subtemas estudados nessa área envolvem, de modo não exclusivo, projeções multidimensionais, desenho de gráficos, visualizações tridimensionais imersivas, apresentação de fluxos de dados e análise de dados apoiada por visualização de informações. Os resultados da pesquisa têm aplicações práticas em muitas áreas do conhecimento humano, inclusive, no auxílio a processos realizados no comércio e na indústria.

Referências SIA7

1. CARD, Stuart K., MACKINLAY, Jock D., SHNEIDERMAN, Ben. Readings in Information Visualization: Using Vision to Think, Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies, Academic Press, 1999.
2. SPENCE, Robert. Information Visualization: An Introduction. 3rd ed., Springer, 2014. ISBN: 9783319073408
3. WARE, Colin. Information Visualization: Perception for Design, 4th ed., Morgan Kaufmann Interactive Technologies Series, Elsevier, 2020. ISBN 978-0-12-812875-6. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02395-1>

4. DO NASCIMENTO, Hugo A. D., FERREIRA, Cristiane B. R. Visualização de Informações - Uma Abordagem Prática. Capítulo 2, Livro Texto da XXIV Jornada de Atualização em Informática. UNISINOS - São Leopoldo / RS, pp. 1262-1312, 2005.
5. JÜNGER, M., MUTZEL, P. (Eds.). Graph Drawing Software. Springer-Verlag, 2003. ISBN 3-540-00881-0.

Tema SIA8 - A Otimização Interativa - mestrado e doutorado

A Otimização Interativa consiste em integrar o elemento humano em processos de resolução de problemas de otimização com o objetivo de obter resultados melhores ou em menos tempo do que quando adotando uma abordagem puramente automatizada ou manual. Nesse tema de pesquisa, investigamos o estudo e o desenvolvimento de conceitos, métodos e sistemas computacionais para apoiar a otimização interativa em variados problemas de otimização. O tema está fortemente associado às disciplinas de algoritmos e estrutura de dados, otimização combinatória e contínua, interação humano-computador, visualização de informações, computação gráfica, simulação de sistemas, construção de sistemas de apoio a decisão e inteligência artificial.

Referências SIA8

1. DO NASCIMENTO, H. A. D. User Hints for Optimization Processes. Ph.D. thesis, School of Information Technologies, University of Sydney, Dez, 2003. Disponível em: <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/591>
2. DO NASCIMENTO, H. A. D., EADES, PETER. User Hints for Directed Graph Drawing. In the Proceeding of the 9th Graph Drawing Conference (GD 2001), Lectures Notes on Computer Science, vol. 2265, 2002, p. 2105-219.
3. ANDERSON, D., ANDERSON, E., LESH, N., MARKS, J., MIRTICH, B., RATAJCZAK, D., RYALL, K. Human-guided simple search. AAAI/IAAI, 2000, p. 209-216.
4. SILVA, E. W. L., DO NASCIMENTO H. A. D., LONGO H. J. and FELIX J. P. SSV Hints: Um framework de otimização interativa baseado na visualização do espaço de busca. Nos Anais do LVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2024, p. 1-12.

Tema SIA9 - Interação entre Espaços Físico e Virtual - mestrado e doutorado

Este tema de pesquisa aborda possibilidades de interações entre espaços físicos e espaços digitais imersivos, enquanto desafios computacionais e possibilidade de construir performances tecnológicas. A pesquisa envolve a criação de espaços para explorar o trânsito entre a realidade física e a virtualidade suportada pela tecnologia digital, a identificação de tendências de mudança comportamental dos usuários decorrentes do uso dessas tecnologias, e o avanço do estado-da-arte em soluções integradas de hardware, software e de modelagem 3D para a interação o mundo físico e ambientes imersivos e de metaverso.

Referências SIA9

1. BALL, M. (2023). A revolução do metaverso: Como o mundo virtual mudará para sempre a realidade. Porto Alegre: Globo Livros, 1ª edição.
2. BOWER, M.; CRAM, A.; GROOM, D. (2010). Blended reality: Issues and potentials in combining virtual worlds and face-to-face classes. Proceedings ASCILITE Sydney 2010, pag. 129-140.

3. DO NASCIMENTO, H. A. D. et al. Investigação sobre Interações entre Espaços Físicos e Espaços Digitais Imersivos. Anais do XI Simpósio Internacional de Inovação em Mídias Interativas (SIIMI 2024) - Tecnodiversidade. Marabá, PA Aug. 2024, p. 1-10. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.14704193>>.
4. SUN, J. et al. Metaverse: Survey, Applications, Security, and Opportunities. arXiv, 14 out. 2022. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2210.07990>>.

Tema SIA10 - Tecnologias imersivas e Jogos Sérios - mestrado

As tecnologias imersivas estão posicionadas nas interfaces entre os mundos físico e virtual visando o realismo de experiências, ou seja, são ferramentas que combinam o mundo físico com ambientes digitais ou simulados, criando uma experiência sensorial envolvente. A crescente sofisticação das tecnologias imersivas, como Realidade Virtual (VR), Realidade Aumentada (AR) e Realidade Mista (MR), tem impulsionado transformações significativas em diversas áreas. Os jogos sérios (serious games) emergem como aplicações estratégicas das tecnologias imersivas, pois combinam elementos lúdicos com propósitos educativos, formativos ou terapêuticos. Ao integrar recursos de Realidade Virtual, Aumentada ou Mista, esses jogos proporcionam experiências altamente envolventes que favorecem a imersão, a interatividade e a aprendizagem significativa. Essa abordagem tem se mostrado eficaz em cenários como o treinamento de habilidades profissionais em ambientes simulados de risco controlado, o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais na educação, e o apoio a tratamentos de saúde física e mental.

Referências SIA10

1. LEE, Hyuck-Gi; CHUNG, Sungwon; LEE, Won-Hee. Presence in virtual golf simulators: The effects of presence on perceived enjoyment, perceived value, and behavioral intention. *New media & society* , v. 15, n. 6, p. 930-946, 2013.
2. MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.
3. SLATE, M., & SANCHEZ-VIVES, M. V. (2016). "Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality." *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74.
4. ARAÚJO, M. C.; FAÇANHA, A. R.; DARIN, T. G.; SÁNCHEZ, J.; ANDRADE, R. M.; VIANA, W. Mobile audio games accessibility evaluation for users who are blind. In: *Universal Access in Human-Computer Interaction. Designing Novel Interactions: 11th International Conference, UAHCI 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9-14, 2017, Proceedings, Part II* 11, p. 242-259. Springer, 2017.
5. CLARKSON, P. J.; COLEMAN, R.; KEATES, S.; LEBBON, C. *Inclusive design: Design for the whole population*. 2013.
6. GRAMMENOS, D.; SAVIDIS, A.; STEPHANIDIS, C. Designing universally accessible games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 7(1):1-29, 2009.
7. GRANIC, I.; LOBEL, A.; ENGELS, R. C. The benefits of playing video games. *American psychologist*, 69(1):66, 2014.
8. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022.
9. INTERNATIONAL GAME DEVELOPERS ASSOCIATION . *Game accessibility guidelines - a straightforward reference for inclusive game design*. Online, 2021. Last visited: 11.09.2023.

Tema SIA11 - Interação Humano Computador e Jogos Digitais - mestrado

Os jogos digitais se consolidaram como uma das principais formas de entretenimento na atualidade, oferecendo aos jogadores experiências interativas e imersivas. Esse potencial diversificado tem atraído o interesse de desenvolvedores e pesquisadores, que buscam compreender como diferentes elementos dos jogos impactam áreas específicas, incluindo a experiência do jogador. A experiência do jogador tem sido explorada a partir de múltiplas abordagens, destacando aspectos como imersão, engajamento e aprendizado. Diferentes técnicas de investigação são utilizadas para analisar esses elementos que permitem identificar pontos fortes e fragilidades nos jogos, contribuindo para o aprimoramento da experiência do jogador. Além da experiência do jogador, é fundamental considerar os critérios clássicos de qualidade em Interação Humano-Computador (IHC) para o desenvolvimento e avaliação de jogos digitais. Entre esses critérios, destacam-se a usabilidade, a experiência do usuário (UX), a comunicabilidade e a acessibilidade, que, quando integrados ao processo de design, contribuem para a criação de experiências mais inclusivas, agradáveis e eficazes.

Referências SIA11

1. Csikszentmihalyi, M.: Flow: The Psychology of Optimal Experience. Harper & Row, New York (1990)
2. Guzsvinecz, T.: The soulsification of video games. Multimedia Tools and Applications (jun 2024). <https://doi.org/10.1007/s11042-024-19628-4>, <https://doi.org/10.1007/s11042-024-19628-4>
3. Ijaz, K., Ahmadpour, N., Wang, Y., Calvo, R.A.: Player experience of needs satisfaction (pens) in an immersive virtual reality exercise platform describes motivation and enjoyment. International Journal of Human-Computer Interaction 36(13), 1195-1204 (2020)
4. Ribeiro, G., Rogers, K., Altmeyer, M., Terkildsen, T., Nacke, L.E.: Game atmosphere: effects of audiovisual thematic cohesion on player experience and psychophysiology. In: Proceedings of the annual symposium on computer-human interaction in play. pp. 107-119 (2020)

Tema SIA12 - Interpretabilidade de modelos de aprendizado de máquina - mestrado e doutorado

Nas últimas décadas, modelos de aprendizado de máquina (AM) têm transformado diversas áreas com decisões automatizadas precisas. No entanto, esses modelos frequentemente se comportam como “caixas-pretas”, dificultando a compreensão dos fatores que influenciam suas previsões. A interpretabilidade desses modelos tornou-se fundamental para garantir transparência e confiança, especialmente em contextos críticos. Métodos pós-hoc de interpretabilidade tentam explicar modelos já treinados, sem alterar sua estrutura interna. Algumas das abordagens mais utilizadas incluem: Métodos baseados em importância de características; Técnicas de visualização de atenção e salientabilidade; e Explicações contrafactuais.

Este tema de pesquisa abrange o estudo, implementação, avaliação e aplicação de técnicas de interpretabilidade e explicações contrafactuais em modelos de AM. Os dados podem ser de diversas naturezas, como tabulares, imagens, textos, séries etc.. As aplicações devem ser em conjuntos de dados reais (com dados disponíveis).

Referências SIA12

1. Arrieta, A. B. et al. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. Information Fusion, 58, 82-115.

2. Molnar, C. (2019). *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. Leanpub.
3. Ribeiro, M. T., Singh, S., Guestrin, C. (2016). "Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier. *KDD*.
4. Silva, J., Salvini, R. (2023). *Interpretabilidade de Modelos de Aprendizado de Máquina: Uma Abordagem baseada em Árvores de Decisão*. Dissertação de mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.
5. Van Looveren, A., Klaise, J. (2020). *Interpretable Counterfactual Explanations Guided by Prototypes*. *ICML*.

Tema SIA13 - Investigação de Doenças Neurodegenerativas por meio de dados biomédicos - mestrado

Doença neurodegenerativa (em inglês, Neurodegenerative disease, ou NDD) é um termo genérico utilizado para descrever várias patologias que afetam o sistema nervoso, causando uma degeneração progressiva dos neurônios. São exemplos de NDDs a Doença de Parkinson, a Doença de Huntington, o Alzheimer, a Esclerose Múltipla e a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA). Atualmente, o diagnóstico de grande parte das NDDs se mostra uma tarefa difícil, dispendiosa e de elevado custo, por não haver um único teste definitivo que possa detectá-las. Devido à dificuldade do diagnóstico de NDDs, muitas vezes o diagnóstico final só é possível em fases avançadas da doença.

Este tema de pesquisa abrange o estudo, implementação, avaliação e aplicação de aprendizado de máquina na investigação de NDDs a partir de dados biomédicos (sinais de marcha, voz, movimento etc.). As aplicações devem ser em conjuntos de dados reais (com dados disponíveis).

Referências SIA13

1. Chagas, A. L. B., Bucci, G. F. F. B., Felix, J. P., Salvini, R., Nascimento, H. A. D., Soares, F. Exploring Biases in Machine Learning Models for Neurodegenerative Diseases Diagnosis Through Gait and Voice Analysis. In: *Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS 2025)*. Porto Alegre-RS: SBC OpenLib, 2025. p. 1-6.
2. Felix, J. P., Do Nascimento, H. A. D., Guimarães, N. N., Pires, E. D. O., Da Fonseca, A. U., Vieira, G. D. S. (2021). Automatic classification of amyotrophic lateral sclerosis through gait dynamics. In *2021 IEEE 45th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, pages 1942-1947. IEEE, 2021.
3. Felix, J. P., Vieira, F. H. T., Vieira, G. S., Franco, R. A. P., Costa, R. M., Salvini, R. L.. An Automatic Method for Identifying Huntington's Disease using Gait Dynamics. In *2019 IEEE 31st International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*, pp. 1659-1663. IEEE, 2019.
4. Félix, J. P., Vieira, F. H. T., Cardoso, Á. A., Ferreira, M. V. G., Franco, R. A. P., Ribeiro, M. A., Araújo, S. G., Corrêa, H. P., Carneiro, M. L. A Parkinson's disease classification method: An approach using gait dynamics and detrended fluctuation analysis. In *2019 IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, pp. 1-4. IEEE, 2019

Tema SIA14 - Aprendizado relacional utilizando Programação Lógica Indutiva - mestrado

Programação Lógica Indutiva (Inductive Logic Programming (ILP)) combina Aprendizado de Máquina com Programação Lógica. Sistemas ILP têm sido usados com sucesso na extração de modelos relacionais de dados. A tarefa de um sistema ILP é produzir um classificador representado em Lógica

de Primeira Ordem a partir de exemplos positivos, negativos, a descrição destes exemplos (também chamada de conhecimento prévio ou background knowledge) e um conjunto de restrições que define a forma como um classificador deve ser construído.

Ao contrário dos classificadores proposicionais ou numéricos, sistemas ILP produzem classificadores que possuem um grande poder de expressão, pois conseguem mapear relações intrínsecas nos dados, além de ser possível incorporar conhecimento externo. Isto permite com que estes classificadores possam ser melhor entendidos por especialistas em diversos domínios.

Este tema de pesquisa abrange o estudo, implementação, avaliação e aplicação de ILP em contextos multidisciplinares. As aplicações devem ser em conjuntos de dados reais (com dados disponíveis).

Referências SIA14

1. Ferreira, P. ; Dutra, I. C. ; Salvini, R. ; Burnside, E. . Interpretable Models to Predict Breast Cancer. In: IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), Shenzhen, China. 2016. p. 1512-1516.
2. Lavrač, N., Džeroski, S., Relational Data Mining. Berlin, Springer-Verlag, 2001.
3. Muggleton, S., Raedt, L. D., "Inductive logic programming: Theory and methods", Journal of Logic Programming, v. 19-20, pp. 629-679, 1994.
4. Salvini, R.; Dias, R. S. ; Lafer, B. ; Dutra, I. C.. A Multi-Relational Model for Depression Relapse in Patients with Bipolar Disorder. In: World Congress on Medical and Health Informatics (MEDINFO), São Paulo. 2015. v. 216. p. 741-745.
5. Srinivasan, A., The Aleph Manual, 2001.

Tema SIA15 - Inteligência Artificial Aplicada como Suporte ao Diagnóstico Médico - mestrado e doutorado

A área de Inteligência Artificial (IA) aplicada ao auxílio ao diagnóstico médico tem como objetivo desenvolver sistemas capazes de analisar dados clínicos e apoiar profissionais da saúde na identificação de doenças, de forma mais rápida e precisa. Utilizando técnicas como aprendizado de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural e visão computacional, esses sistemas podem interpretar exames de imagem, históricos médicos e sinais vitais, reconhecendo padrões que auxiliam no diagnóstico precoce. Essa abordagem não substitui o médico, mas atua como uma ferramenta de apoio à decisão clínica, contribuindo para a melhoria da qualidade e eficiência do atendimento em saúde.

Referências SIA15

1. PINHEIRO, H. M. et al. Evaluating machine learning techniques for enhanced glaucoma screening through Pupillary Light Reflex analysis. Array, v. 23, p. 100359, set. 2024. (<https://doi.org/10.1016/j.array.2024.100359>)
2. PINHEIRO, H. M.; DA COSTA, R. M. Pupillary light reflex as a diagnostic aid from computational viewpoint: A systematic literature review. Journal of Biomedical Informatics, v. 117, p. 103757, maio 2021. (<https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103757>)
3. DE SIQUEIRA, V. S. et al. Artificial intelligence applied to support medical decisions for the automatic analysis of echocardiogram images: A systematic review. Artificial Intelligence in Medicine, v. 120, p. 102165, out. 2021. (<https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.102165>)

4. SHARMA, P. et al. Diagnostic Tools for Glaucoma Detection and Management. Survey of Ophthalmology, v. 53, n. 6, p. S17-S32, nov. 2008. (<https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2008.08.003>)
5. ASAOKA, R. et al. Using Deep Learning and Transfer Learning to Accurately Diagnose Early-Onset Glaucoma From Macular Optical Coherence Tomography Images. American Journal of Ophthalmology, v. 198, p. 136-145, fev. 2019. (<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2018.10.007>)
6. Artificial Intelligence and Optical Coherence Tomography Imaging. Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, 2019. (<https://doi.org/10.22608/APO.201904>)

Tema SIA16 - Aplicação de Inteligência Artificial no Controle Autônomo de Drones e na Gestão Integrada do Tráfego Aéreo para Mobilidade Aérea Avançada - mestrado e doutorado

O avanço da Inteligência Artificial (IA) tem impulsionado inovações significativas na área da aviação, especialmente no controle de veículos aéreos não tripulados (VANTs ou drones) e na gestão do tráfego aéreo. Esta linha propõe o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de IA, como aprendizado de máquina, redes neurais profundas e sistemas autônomos inteligentes, com o objetivo de otimizar a navegação, tomada de decisão em tempo real e a coordenação segura entre múltiplos drones em ambientes complexos. Além disso, busca-se integrar essas tecnologias aos sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo (ATM), promovendo uma operação mais eficiente, segura e resiliente, sobretudo em contextos urbanos e de alta densidade alinhado com as exigências da mobilidade aérea avançada (AAM).

Referências SIA16

1. AL DAWASARI, H. J. et al. Pre-trained Deep Learning Networks for Advanced Visible Imagery Drone Detection and Recognition. 2023 IEEE 15th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), p. 316-320, 22 dez. 2023. (<https://doi.org/10.1109/CICN59264.2023.10402291>)
2. SINGH, J. et al. An Ensemble-Based IoT-Enabled Drones Detection Scheme for a Safe Community. v. 4, p. 1946-1956, 1 jan. 2023. (<https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2023.3310003>)
3. LI, Q.; GUAN, X.; LIU, J. A CNN-LSTM framework for flight delay prediction. Expert Systems with Applications, v. 227, p. 120287, 1 out. 2023. (<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120287>)
4. SAI, V. et al. Detection and Recognition of Drones using Deep Convolution Neural Networks. 2022 IEEE 6th Conference on Information and Communication Technology (CICT), 18 nov. 2022 (<https://doi.org/10.1109/CICT56698.2022.9997921>)
5. LIU, R. et al. Research on the anti-UAV distributed system for airports : YOLOv5-based auto-targeting device. 2022 3rd International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning & International Conference on Computer Engineering and Applications (CVIDL & ICCEA), p. 864-867, 20 maio 2022. (<https://doi.org/10.1109/CVIDLICCEA56201.2022.9824842>)

Tema SIA17 - Aprimoramento de Sistemas de Recomendação com Aprendizado por Reforço com Feedback Humano (RLHF) - doutorado

Este projeto investiga a integração de Aprendizado por Reforço com Feedback Humano (RLHF) em sistemas de recomendação. A proposta é combinar técnicas de RL profundo com sinais de feedback humano (implícito/explicito) para personalizar recomendações em tempo real, melhorando métricas como retenção e satisfação do usuário.

Referências SIA17

1. Paul F. Christiano, Jan Leike, Tom B. Brown, Miljan Martic, Shane Legg, Dario Amodei. Deep Reinforcement Learning from Human Preferences. NeurIPS 2017. Disponível no arXiv: <https://arxiv.org/abs/1706.03741>
2. M. Mehdi Afsar, Trafford Crump, Behrouz Far. Reinforcement Learning based Recommender Systems: A Survey. arXiv 2021. <https://arxiv.org/abs/2101.06286> arxiv.org
3. Kai Wang, Zhene Zou, Minghao Zhao et al. RL4RS: A Real-World Dataset for Reinforcement Learning based Recommender System. arXiv 2021. <https://arxiv.org/abs/2110.11073>
4. Oleksandr D. Rossiiev et al. A Comprehensive Survey on Reinforcement Learning-Based Recommender Systems. CEUR Workshop 2025. <https://ceur-ws.org/Vol-3917/paper62.pdf>

Tema SIA18 - Aprendizado por Reforço Profundo para Otimização de Políticas de Controle em Ambientes Estocásticos - mestrado

Esta pesquisa propõe a aplicação de técnicas de Aprendizado por Reforço Profundo (Deep Reinforcement Learning - DRL) para otimizar políticas de decisão em ambientes estocásticos com dinâmica parcial ou totalmente desconhecida. A ideia central é investigar algoritmos como DQN, PPO ou SAC em tarefas de controle sequencial sob incerteza, como alocação de recursos, gerenciamento de energia, ou controle de filas em redes.

O foco será a modelagem do ambiente como um Processo de Decisão de Markov (MDP ou POMDP) e a avaliação do desempenho de diferentes abordagens de DRL na aprendizagem de políticas eficientes sob variação de parâmetros ambientais. A proposta inclui experimentação em simuladores (ex: OpenAI Gym, PettingZoo ou ambientes customizados).

Referências SIA18

1. Mnih, V. et al. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. Nature. <https://www.nature.com/articles/nature14236>
2. Schulman, J., et al. (2017). Proximal Policy Optimization Algorithms. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1707.06347>
3. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2ª ed.). MIT Press. <http://incompleteideas.net/book/RLbook2020.pdf>
4. Li, Y. (2017). Deep Reinforcement Learning: An Overview. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1701.07274>

Tema SIA19 - Detecting Machine-Generated Code with Multiple Programming Languages, Generators, and Application Scenarios - mestrado

O surgimento de modelos generativos tornou cada vez mais difícil distinguir o código gerado por máquina do código escrito por humanos — especialmente entre diferentes linguagens de programação, domínios e técnicas de geração. Nesta pesquisa pretendemos explorar o Código-fonte (source code em Python, Java, etc.). Bytecode ou código compilado, Representações intermediárias ou finais que uma máquina pode executar e Representações estruturadas, como a árvore de sintaxe abstrata (AST) para identificar a natureza do código.

Referências SIA19

1. Mervat Abassy, Kareem Elozeiri, Alexander Aziz, Minh Ngoc Ta, Raj Vardhan Tomar, Bimarsha Adhikari, Saad El Dine Ahmed, Yuxia Wang, Osama Mohammed Afzal, Zhuohan Xie, Jonibek Mansurov, Ekaterina Artemova, Vladislav Mikhailov, Rui Xing, Jiahui Geng, Hasan Iqbal, Zain Muhammad Mujahid, Tarek Mahmoud, Akim Tsvigun, Alham Fikri Aji, Artem Shelmanov, Nizar Habash, Iryna Gurevych, and Preslav Nakov. 2024. LLM-DetectAlve: a tool for fine-grained machine-generated text detection. In Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations, pages 336-343, Miami, Florida, USA. Association for Computational Linguistics.
2. Ben Athiwaratkun, Sanjay Krishna Gouda, Zijian Wang, Xiaopeng Li, Yuchen Tian, Ming Tan, Wasi Uddin Ahmad, Shiqi Wang, Qing Sun, Mingyue Shang, Sujan Kumar Gonugondla, Hantian Ding, Varun Kumar, Nathan Fulton, Arash Farahani, Siddhartha Jain, Robert Giaquinto, Haifeng Qian, Murali Krishna Ramanathan, and Ramesh Nallapati. 2023. Multilingual evaluation of code generation models. In The Eleventh International Conference on Learning Representations, ICLR 2023, Kigali, Rwanda, May 1-5, 2023. [OpenReview.net](https://openreview.net).
3. Sufiyan Ahmed Bukhari. 2024. Issues in Detection of AI-Generated Source Code. University of Calgary Federico Cassano, John Gouwar, Daniel Nguyen, Sydney Nguyen, Luna Phipps-Costin, Donald Pinckney, Ming-Ho Yee, Yangtian Zi, Carolyn Jane Anderson, Molly Q Feldman, Arjun Guha, Michael Greenberg, and Abhinav Jangda. 2023. MultiPL-E: A Scalable and Polyglot Approach to Benchmarking Neural Code Generation. IEEE Trans. Softw. Eng., 49(7):3675-3691.

Tema SIA20 - Detecting Multilingual, Multicultural and Multievent Online Polarization - mestrado

Polarização refere-se à divisão de opiniões em dois grupos fortemente contrastantes, frequentemente acompanhada de hostilidade, intolerância ou exclusão. Na era digital atual, a polarização está se intensificando em diferentes plataformas e geografias, influenciando o discurso público, exacerbando conflitos e contribuindo para a fragmentação social. Esta tarefa tem o objetivo de avançar na compreensão computacional de como a polarização se manifesta em textos em diversos idiomas, culturas e tipos de eventos. A tarefa se concentra em dados textuais coletados de eventos do mundo real, como eleições, conflitos internacionais, protestos sociais e debates ideológicos. O objetivo principal é avaliar a capacidade dos sistemas de identificar conteúdo polarizado e classificar seus alvos.

Referências SIA20

1. Abeer Aldayel and Walid Magdy. 2021. Stance detection on social media: State of the art and trends. Information Processing & Management 58, 4 (2021), 102597

Tema SIA21 - Detecting Machine-Generated Code with Multiple Programming Languages, Generators, and Application Scenarios - mestrado

Grandes Modelos de Linguagem (LLMs) tornaram-se extremamente populares em chatbots (chat-based assistants). Um uso comum é a busca de informações onde é importante receber uma resposta confiável e fidedigna. O RAG (Retrieval-Augmented Generation), técnica para uso de LLMs sem necessidade de refinamento e atulização de parâmetros, tem se tornado um campo importante e popular nos últimos anos. O MTRAG é o primeiro benchmark que utiliza RAG, fornece respostas

longas e possui múltiplos domínios, etc. Essas propriedades o tornam um benchmark ideal para avaliar todos os aspectos do pipeline RAG: A) Recuperação, B) Geração e C) RAG. Neste projeto, pretendemos avaliar diversas formas de RAG em benchmarks da literatura, explorando modelos monolíngues e multilíngues.

Referências SIA21

1. Mohammad Aliannejadi, Zahra Abbasiantaeb, Shubham Chatterjee, Jeffrey Dalton, and Leif Azzopardi. 2024. TREC iKAT 2023: A test collection for evaluating conversational and interactive knowledge assistants.
2. Vaibhav Adlakha, Parishad BehnamGhader, Xing Han Lu, Nicholas Meade, and Siva Reddy. 2024. Evaluating correctness and faithfulness of instruction-following models for question answering. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 12:681-699.
3. MTRAG: A Multi-Turn Conversational Benchmark for Evaluating Retrieval-Augmented Generation Systems Yannis Katsis, Sara Rosenthal, Kshitij Fadnis, Chulaka Gunasekara, Young-Suk Lee, Lucian Popa, Vraj Shah, Huaiyu Zhu, Danish Contractor, Marina Danilevsky

Tema SIA22 - Ferramentas e Tecnologias para Acessibilidade - mestrado e doutorado

A pesquisa em Ferramentas e Tecnologias para Acessibilidade busca desenvolver, avaliar e implementar soluções inovadoras que promovam a inclusão digital e social de pessoas com deficiência. Envolve a criação de dispositivos assistivos, softwares acessíveis, interfaces adaptativas e sistemas inteligentes que ampliem a autonomia e a participação desses indivíduos em contextos educacionais, profissionais e cotidianos. Essa área interdisciplinar integra conhecimentos de Computação, Design, Engenharia, Psicologia e Educação, com foco na equidade de acesso à informação e aos serviços. Além disso, contribui para a formulação de políticas públicas e diretrizes de usabilidade universal, reforçando o papel da tecnologia como meio de promoção dos direitos humanos e da cidadania.

Referências SIA22

1. Mohammad Aliannejadi, Zahra Abbasiantaeb, Shubham Chatterjee, Jeffrey Dalton, and Leif Azzopardi. 2024. TREC iKAT 2023: A test collection for evaluating conversational and interactive knowledge assistants. -
2. Luna, M. M., Nascimento, H. A., Quigley, A., & Soares, F. (2023). Text entry for the Blind on Smartwatches: A study of Braille code input methods for a novel device. *Universal Access in the Information Society*, 22(3), 737-755.
3. Blaser, Brianna, et al. "Disability and Accessibility in Computer Science Education." *Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*. 2025.
4. Elglaly, Yasmine N., et al. "Beyond HCI: The need for accessibility across the CS curriculum." *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*. 2024.
5. Soares, Fabrizio, et al. "BrailleÉcran: A Tangible Braille Approach for Smartphone Text Entry." *International Conference on Human-Computer Interaction*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024.

Tema SIA23 - Visão Computacional em Ambientes Florestais - mestrado e doutorado

Este tema integra as áreas de Visão Computacional e Aprendizado de Máquina e tem como foco a investigação e o aprimoramento de técnicas de estimação de mapas de profundidade de imagens geradas com câmeras monoculares para uso na medição de árvores para inventários florestais. Com o avanço das redes neurais profundas aumentou o interesse de gerar mapas de profundidade, porém sem a necessidade de utilizar câmeras de luz estruturada e câmeras estéreo. Mapas de profundidade têm sido usados em diversas aplicações, pois proporcionam suporte para solução de problemas de segmentação, e reconstrução 3D.

Referências SIA2

1. Rodrigues, Welington G., et al. "Applications of artificial intelligence and LiDAR in forest inventories: A Systematic Literature Review." *Computers and Electrical Engineering* 120 (2024): 109793.
2. R. T. Parreira, "Método Automático De Medição De Diâmetros Da Base De Eucaliptos: Uma Abordagem Com Câmeras De Profundidade," Master's thesis, Instituto de Informática, 2015. Dissertação de mestrado orientada pelo proponente.
3. G. d. S. Vieira, "Disparity map production: an architectural proposal and a refinement method design," Master's thesis, Universidade Federal de Goiás, 2018.
4. G. da Silva Vieira, J. C. de Lima, N. M. de Sousa, and F. Soares, "A three-layer architecture to support disparity map construction in stereo vision systems," *Intelligent Systems with Applications*, vol. 12, p. 200054, 2021.
5. G. da Silva Vieira, F. A. A. Soares, G. T. Laureano, R. T. Parreira, and J. C. Ferreira, "A segmented consistency check approach to disparity map refinement," *Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 41, no. 4, pp. 218-223, 2018.
6. G. D. S. Vieira, F. A. A. Soares, G. T. Laureano, R. T. Parreira, J. C. Ferreira, R. M. Costa, and C. Gonçalves, "Stereo matching enhancement by statistical analysis and weighted functions," in *IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering (CCECE)*, pp. 1-4, IEEE, 2018.
7. G. da Silva Vieira, F. A. A. Soares, G. T. Laureano, R. T. Parreira, J. C. Ferreira, and R. Salvini, "Disparity map adjustment: a post-processing technique," in *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, pp. 00580-00585, IEEE, 2018.
8. G. da Silva Vieira, F. A. A. Soares, G. T. Laureano, N. M. de Sousa, J. G. Oliveira, R. T. Parreira, J. C. Ferreira, and R. M. Costa, "Stereo vision methods: from development to the evaluation of disparity maps," in *Workshop of Computer Vision (WVC)*, pp. 132-137, IEEE, 2017.

Tema SIA24 - Visão Computacional e Processamento de Imagens em Agricultura de Precisão - mestrado e doutorado

Este tema foca em aplicação de técnicas de visão computacional e processamento de imagens em Agricultura de Precisão, incluindo, mas não limitando-se a: imagens aéreas por drones e satélites, melhoramento de resolução, diagnóstico e análise de danos por doenças e pragas, detecção de linhas de plantio e falhas, dentre outros.

Referências SIA24

1. Vieira, Gabriel S., et al. "An automatic method for estimating insect defoliation with visual highlights of consumed leaf tissue regions." *Information Processing in Agriculture* 12.1 (2025): 40-53.
2. Nogueira, Emília A., et al. "Deep Learning for Super Resolution of Sugarcane Crop Line Imagery from Unmanned Aerial Vehicles." *International Symposium on Visual Computing*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.
3. Nogueira, Emília A., et al. "Upsampling of unmanned aerial vehicle images of sugarcane crop lines with a Real-ESRGAN." *2023 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*. IEEE, 2023.
4. Rocha, Bruno Moraes, et al. "Automatic detection and evaluation of sugarcane planting rows in aerial images." *Information Processing in Agriculture* 10.3 (2023): 400-415.

Tema SIA25 - Análise Inteligente de Imagens médicas para Diagnóstico Assistido de Doenças – mestrado e doutorado - mestrado e doutorado

Doenças pulmonares infecciosas (ex.: tuberculose, pneumonia) e patologias orais (ex.: carcinoma espinocelular oral — OSCC) representam desafios de saúde pública, especialmente em contextos com recursos limitados, onde o acesso a especialistas é restrito. Exames de imagem (radiografias de tórax, radiografias intraorais/extraorais, tomografias e imagens endoscópicas) juntamente com sinais biomoleculares não invasivos (por exemplo, biomarcadores salivares) formam uma base promissora para triagem, diagnóstico precoce e monitoramento. Técnicas de IA e Visão Computacional modernos podem aumentar a sensibilidade e especificidade desses exames, reduzir variabilidade entre leitores humanos e viabilizar soluções de baixo custo para estratégias de rastreio em saúde pública.

Este tema propõe a investigação e desenvolvimento de sistemas multimodais e interpretáveis para manipulação, visualização e análise automatizada de imagens médicas (CXR, radiografias orais, imagens intraorais e macro-imagens) integradas a dados clínicos e laboratoriais (biomarcadores salivares, metadados de prontuário, anamnese). A pesquisa abará: 1) extração e fusão multimodal de características (texturais, morfológicas e semânticas); 2) arquiteturas híbridas e escaláveis que combinem CNNs, Vision Transformers (ViT), RNNs para séries temporais clínicas e LLMs multimodais para geração de laudos e integração textual; 3) técnicas explicáveis (saliency maps, atenção visual, descritores interpretáveis como BPPC) para aumentar a aceitabilidade clínica; 4) avaliação rigorosa em bases públicas e privadas (ex.: TBX11K, Montgomery, Shenzhen, NIH-CXR, VinDR-CXR, BRAX, e bases de imagens e saliva para OSCC) e também em estudos locais; 5) projeto de pipelines de baixo custo e implementações que permitam uso em pontos de atenção primária (triagem massiva); 6) investigação sobre a integração de marcadores salivares e outros "omics" com imagens para melhorar acurácia diagnóstica e estratificação de risco.

Objetivos de investigação incluem: aumentar sensibilidade/especificidade em triagem clínica; quantificar impacto da fusão multimodal (imagem + saliva + dados clínicos); desenvolver modelos robustos a heterogeneidade de aquisição; propor métricas e protocolos de validação externos; e estudar fatores de implementação (usabilidade, privacidade, conformidade com LGPD) para adoção em serviços públicos.

Referências SIA25

1. FONSECA, A. U.; PARREIRA, P. L.; VIEIRA, G. S.; et al. A novel tuberculosis diagnosis approach using feed-forward neural networks and binary pattern of phase congruency. *Intelligent Systems with Applications*, v. 21, p. 200317, 2024.
2. M. A. R. Ratul, K. Yuan and W. Lee, "CCX-rayNet: A Class Conditioned Convolutional Neural Network For Biplanar X-Rays to CT Volume," 2021 IEEE 18th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), Nice, France, 2021, pp. 1655-1659, doi: 10.1109/ISBI48211.2021.9433870.
3. PARREIRA, P. L.; FONSECA, A. U.; SOARES, F.; et al. Chest X-ray evaluation using machine learning to support the early diagnosis of pulmonary TB. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, v. 28, n. 4, p. 1-5, 2024.
4. Kagujje, M., Kerkhoff, A. D., Nteeni, M., Dunn, I., Mateyo, K., & Muyoyeta, M. (2023). The Performance of Computer-Aided Detection Digital Chest X-ray Reading Technologies for Triage of Active Tuberculosis Among Persons With a History of Previous Tuberculosis. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 76(3), e894-e901. <https://doi.org/10.1093/cid/ciac679>
5. S. Ghosh, S. Das and R. Mallipeddi, "A Deep Learning Framework Integrating the Spectral and Spatial Features for Image-Assisted Medical Diagnostics," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 163686-163696, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3133338.
6. KO, Jinsol; PARK, Soyeon; WOO, Hyun Goo. Optimization of vision transformer-based detection of lung diseases from chest X-ray images. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 24, n. 1, p. 191, 2024.
7. Anzhelika Mezina, Radim Burget, Detection of post-COVID-19-related pulmonary diseases in X-ray images using Vision Transformer-based neural network, *Biomedical Signal Processing and Control*, Volume 87, Part A, 2024, 105380, ISSN 1746-8094
8. FONSECA, Afonso U. et al. An Intelligent System to Improve Diagnostic Support for Oral Squamous Cell Carcinoma. In: *Healthcare*. MDPI, 2023. p. 2675.
9. DA COSTA, Nattane Luíza et al. Finding the combination of multiple biomarkers to diagnose oral squamous cell carcinoma-A data mining approach. *Computers in Biology and Medicine*, v. 143, p. 105296, 2022.
10. SCULLY, Crispian; BAGAN, Jose. Oral squamous cell carcinoma overview. *Oral oncology*, v. 45, n. 4-5, p. 301-308, 2009.