



ARTIGO

MAPEAMENTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS AOS RECURSOS NATURAIS NO CONTEXTO DO WCAMA

POR

Marilton Sanchotene de Aguiar, Diana Francisca Adamatti e

Raquel de Miranda Barbosa

marilton@inf.ufpel.edu.br, dianaada@gmail.com,

raq.mbarbosa@gmail.com

O Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA) é um evento satélite do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e já teve 13 edições. Criado em 2009, ele tem como objetivo promover a integração efetiva da área de computação (metodologias e ferramentas), com temas relacionados ao meio ambiente (política e gestão). O WCAMA está alinhado com o Manifesto SBC de tecnologias digitais para o meio ambiente [1] no que tange, principalmente, com a Ação 3 - *Criar fórum integrador e transdisciplinar*.

Como a gestão dos recursos naturais é uma atividade complexa e dinâmica, ela requer a integração entre atores nos campos social, político e tecnológico para ser efetivamente desenvolvida e implantada. Neste cenário, o WCAMA busca discutir do ponto de vista da computação o desenvolvimento de metodologias e ferramentas para gestão do meio ambiente e recursos naturais, trabalhando no sentido de tratar eficientemente: a) o gerenciamento e a comunicação entre grandes volumes de dados; b) o desenvolvimento de técnicas para análise destes dados; e, c) a otimização, o controle e integração dos dados gerados.

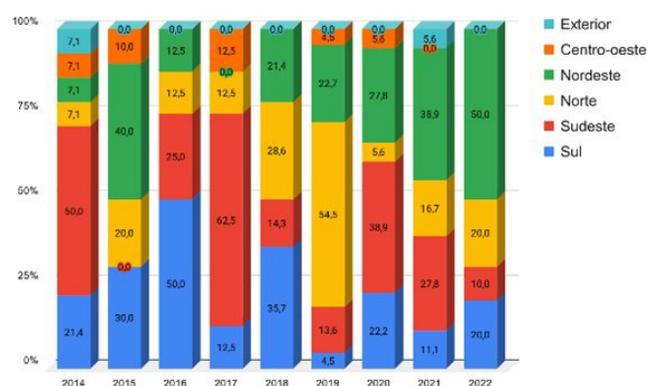
O Workshop abrange todas as áreas de pesquisas e aplicações em metodologias, técnicas e ferramentas computacionais aplicadas à gestão do meio ambiente e dos recursos naturais, incluindo, entre outras: áreas prioritárias à conservação; biodiversidade; educação ambiental; gerenciamento de recursos naturais e renováveis; modelagem de distribuição de espécies; modelagem de mudança de uso e cobertura da terra; monitoramento ambiental; mudanças ambientais globais; poluição do solo, sonora e meio ambiente; saneamento ambiental e tratamento de resíduos; saúde e meio ambiente; e, sustentabilidade.

Neste contexto, este artigo apresenta um mapeamento das principais tecnologias digitais utilizadas nos trabalhos publicados no contexto do WCAMA, bem como caracteriza a regionalidade dos grupos de pesquisa que participam do evento, o financiamento das pesquisas, as temáticas ambientais mais recorrentes abordadas pelos pesquisadores e indica o panorama do uso de técnicas de Inteligência Artificial.

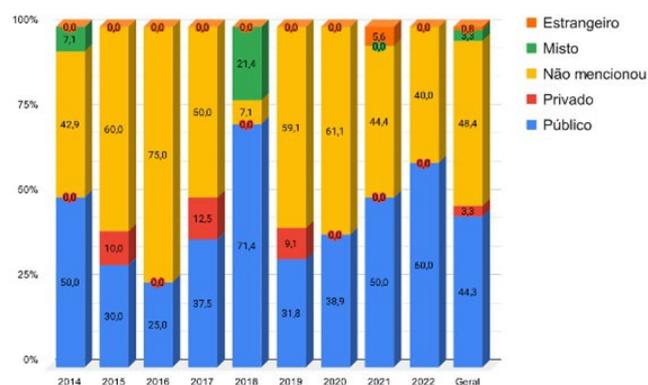
Mapeamento das publicações no WCAMA

Este mapeamento engloba as últimas nove edições do WCAMA, cujos Anais estão disponíveis na Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação (SBCOpenLib - SOL). Desde 2014, foram submetidos 265 artigos (204 completos e 61 curtos) para avaliação do comitê de programa, dos quais 122 artigos foram aceitos para publicação (99 completos e 23 curtos), compreendendo taxa de aceitação de 46% (49% de artigos completos e 38% de artigos curtos).

Quanto à regionalidade dos autores de artigos publicados no workshop, o levantamento indicou dois artigos com autores de instituições estrangeiras, cinco artigos de autores da Região Centro-Oeste, 25 artigos de autores da Região Sul, 27 artigos da Região Norte, 31 artigos da Região Nordeste e 32 artigos de autores da Região Sudeste. A Figura 1(a) apresenta o percentual de artigos de cada região a cada ano onde percebe-se, notadamente, o incremento da publicação de artigos de pesquisadores da Região Nordeste nas últimas cinco edições.



(A)



(B)

FIG. 01 | ANÁLISE DA REGIONALIDADE (A) E DO FINANCIAMENTO (B) DOS ARTIGOS.

Ainda, fez-se a análise das fontes de financiamento das pesquisas publicadas no WCAMA. Dos 122 artigos publicados, 59 artigos não mencionaram a fonte de financiamento. Dos artigos que fizeram menção, 54 artigos declararam o fomento na forma de bolsa ou de projetos financiados por instituições públicas enquanto quatro mencionaram financiamento privado; outros quatro apontaram subsídio de origem pública e privada (misto) e um artigo por órgão estrangeiro. A Figura 1(b) apresenta o percentual de cada tipo de financiamento a cada edição do workshop. Percebe-se que o fomento público foi a principal fonte de recursos nos últimos anos, em dois períodos de crescimento, de 2016 a 2018 e de 2019 a 2022. Contudo, vale ressaltar que grande parte dos pesquisadores, mesmo que não mencionando fomento no artigo, fazem parte de instituições públicas de pesquisa.

O estudo realizado permitiu identificar os principais produtos/técnicas resultantes das pesquisas publicadas. Dentre os diferentes tipos identificados, selecionamos para apresentar aqueles que representam 80% das publicações. A Figura 2(a) ilustra os tipos selecionados e o percentual a cada edição. No geral, 15,6% dos artigos envolviam sistemas de informação; 14,8% apresentavam solução computacional Web ou móvel; 14,8% estavam relacionadas com produtos IoT; 12,3% resultaram em *datasets*; 10,7% propuseram modelos estatísticos; 7,4% desenvolveram ferramentas de visualização de dados; e 5,7% dos artigos estavam associados a técnicas de visão computacional.

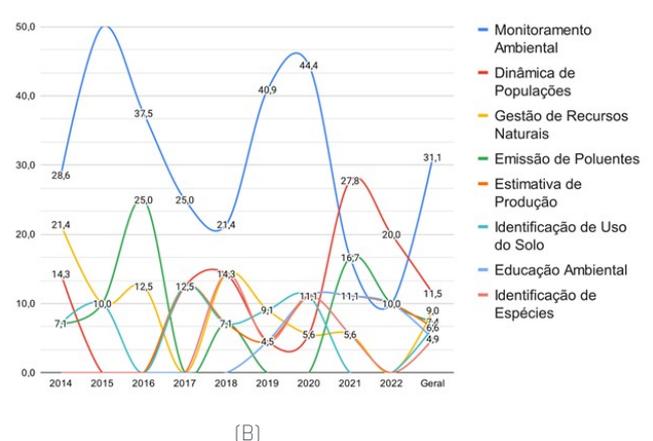
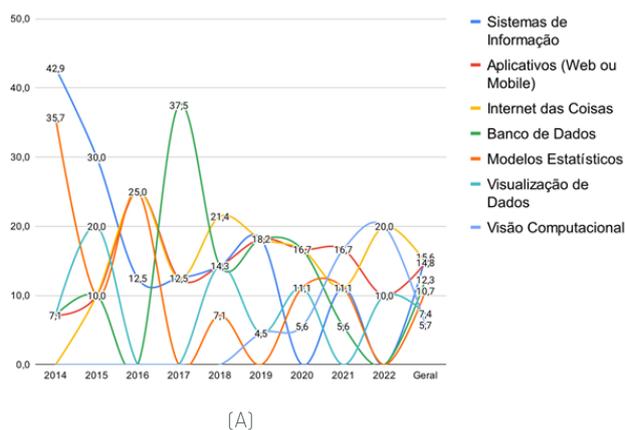


FIG. 02 | ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS (A) E DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS (B) ABORDADOS.

Identificamos as principais temáticas de aplicação das tecnologias abordadas nos artigos. Para apresentar as temáticas de maneira apropriada, selecionou-se aquelas presentes em 80% dos trabalhos. A Figura 2(b) ilustra a participação de cada tema ao longo das últimas nove edições. O panorama geral aponta que 31,1% dos artigos tratavam-se de monitoramento ambiental; 11,5% dos trabalhos modelavam a dinâmica de populações de espécies animais ou vegetais; 9% abordavam aspectos de gestão de recursos naturais; 7,4% dedicavam-se a resolver problemas com emissão de poluentes; 6,6% dos artigos estavam relacionados com a estimativa de produção para consumo ou preservação; 6,6% estavam concentrados na análise de uso do solo; e 4,9% dos trabalhos tratavam de temas de educação ambiental. Cabe ressaltar que na edição de 2022, 30% dos trabalhos aceitos para publicação tratavam de conforto térmico que, por ser temática recente, não aparece no gráfico.

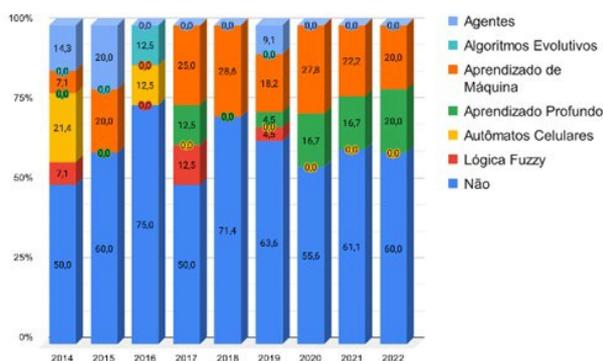


FIG. 03 | USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS ARTIGOS

Aproveitou-se para prospectar o uso de técnicas de Inteligência Artificial nas pesquisas desenvolvidas pelos autores dos trabalhos do workshop. A Figura 3 aponta que uma parte expressiva (61%) dos artigos publicados não fizeram uso de técnicas de IA. Isso é um ponto importante pois, como ocorre em outras áreas do conhecimento, o uso de técnicas de IA apresenta-se muito promissor para a área de meio ambiente [2]. Nas últimas seis edições, 23,6% dos trabalhos envolviam o uso de algoritmos de aprendizado de máquina, com tendência de queda. Em contraste, artigos que utilizaram aprendizado profundo saltaram de 4,5% para 20%, nas últimas quatro edições do evento.

Considerações Finais

Este artigo apresentou um mapeamento das pesquisas publicadas no WCAMA, o único evento da SBC dedicado à temática da computação e meio ambiente/recursos naturais. Buscou-se relatar o que os pesquisadores, em sua maioria brasileiros, vêm desenvolvendo nas áreas de computação e meio ambiente. Contudo, a SBC já apresentou em seu manifesto a importância do tema e o quanto a área necessita de suporte computacional para analisar e gerenciar questões ambientais.

Referências

1. CLUA, E. W. G.; DE AGUIAR, M. S.; DE ANDRADE NETO, P. R.; DE SÁ, A. S.; DOS SANTOS, E. M.; DOS SANTOS, J. L. C.; MACÊDO, R. J. DE A.; PIAS, M. R.; VINHAS, L. Tecnologias Digitais para o Meio Ambiente: Manifesto SBC, Sociedade Brasileira de Computação, Julho 2022.
2. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. How artificial intelligence is helping tackle environmental challenges, Nairóbi, Quênia, Novembro 2022.



MARILTON SANCHOTENE DE AGUIAR é Professor Associado na Universidade Federal de Pelotas no âmbito dos Cursos de Graduação em Ciência e Engenharia de Computação e, também, do Programa de Pós-Graduação em Computação. Sua pesquisa tem se focado em aplicações de Inteligência Artificial na resolução de problemas



DIANA FRANCISCA ADAMATTI é Professora Associada do Centro de Ciências Computacionais da Universidade Federal do Rio Grande, no âmbito dos Cursos de Graduação em Engenharia de Computação e Sistemas de Informação e, também, do Programa de Pós-Graduação em Computação. Sua pesquisa tem se focado em aplicações de Inteligência Artificial na resolução de problemas ambientais e Interface Cérebro-Computador (BCI).



RAQUEL DE MIRANDA BARBOSA é Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, no âmbito dos Cursos Técnico Integrado em Informática para Internet e Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Sua pesquisa tem se focado em aplicações de Inteligência Artificial na resolução de problemas ambientais e tecnologias assistivas.