

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

3



Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

3



Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade de Coimbra

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
 Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
 Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
 Prof^ª Dr^ª Caroline Mari de Oliveira Galina – Universidade do Estado de Mato Grosso
 Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
 Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
 Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
 Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
 Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
 Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
 Prof^ª Dr^ª Geuciane Felipe Guerim Fernandes – Universidade Estadual de Londrina
 Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
 Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
 Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
 Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
 Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
 Prof. Dr. Jodeyson Islony de Lima Sobrinho – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
 Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
 Prof^ª Dr^ª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
 Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
 Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
 Prof^ª Dr^ª Kátia Farias Antero – Faculdade Maurício de Nassau
 Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
 Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
 Prof^ª Dr^ª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
 Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
 Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
 Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
 Prof^ª Dr^ª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof^ª Dr^ª Marcela Mary José da Silva – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campina
 sProf^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
 Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
 Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 aProf^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
 Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
 Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof^ª Dr^ª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Federal da Bahia / Universidade de Coimbra
 Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Luis Ricardo Fernandes da Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
G342	<p>Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 3 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0942-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.427231801</p> <p>1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 550</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA





A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: Desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 3”, que apresenta uma série de quatro artigos com diferentes propostas de análise espacial, com ênfase em estudos aplicados ou de cunho metodológico.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes perspectivas, desde análises voltadas para a perspectiva do ensino, análise geoespacial e dinâmica climatológica em áreas urbanas.

Convidamos os leitores a percorrer o sumário e conferir mais esse volume, com possibilidades e caminhos para a aplicação e disseminação das pesquisas em diferentes contextos e escalas de análise.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

CAPÍTULO 1	1
GEOTECNOLOGIA: UMA FERRAMENTA PARA USO EM CONTEÚDOS DE GEOGRAFIA E OUTRAS ELETIVAS NO ENSINO MÉDIO	
Katielle Ferreira Trindade	
Gilberto Aparecido Rodrigues	
Vanessa Amaro Vieira	
Jakeline Campos do Amorim	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318011	
CAPÍTULO 2	8
COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE OBTENÇÃO DE DADOS ESPACIAIS POR GNSS PÓS PROCESSADOS E RTK	
Gerson Jonas Schirmer	
Rafael de Oliveira Cardoso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318012	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE INDICADORES DINÂMICOS E TERMODINÂMICOS EM EVENTOS DE CHUVAS MUITO FORTES OCORRIDOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO ENTRE FEVEREIRO E ABRIL DE 2019	
Juliana Hermsdorff Vellozo de Freitas	
Fabrício Polifke da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318013	
CAPÍTULO 4	40
GÊMEOS DIGITAIS O METAVERSO PARA AS URBANIZAÇÕES INTELIGENTES	
Ísis Terezinha Santos de Santana	
Elcivan Bezerra Miranda	
Jhonata Jankowitsch Amorim	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318014	
SOBRE O ORGANIZADOR	52
ÍNDICE REMISSIVO	53

GÊMEOS DIGITAIS O METAVERSO PARA AS URBANIZAÇÕES INTELIGENTES

Data de aceite: 02/01/2023

Ísis Terezinha Santos de Santana

Mestranda em Administração pela Mestranda em Administração pela Unilogos, Tecnóloga em Administração de Redes, Professora Licenciada em Matemática, Especialização em Docência do Ensino Básico e Superior pela Faculdade Estratego. Especialista em Gestão Estratégica do Comportamento, Marketing e Varejo

Elcivan Bezerra Miranda

Mestrando em Administração pela BS TechShool (EUA), Docente do Ensino Superior pela Faculdade São Marcos. MBA em Controladoria e Finanças pela Anhanguera, MBA em Gestão Estratégica Empresarial pela Universidade do Sul do Maranhão - UNISULMA / IESMA. MBA em Gestão de Operações Logística pela Universidade do Sul do Maranhão - UNISULMA / IESMA. Graduado em Administração pela Universidade do Sul do Maranhão - UNISULMA/IESMA. Atua como docente no ensino superior, técnico e profissionalizante desde 2016. Experiências nas áreas da Administração, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão Empresarial, Logística, Marketing, Planejamento Estratégico e Desenvolvimento Empresarial

Jhonata Jankowitsch Amorim

Graduado em Gestão Financeira pela Universidade Norte do Paraná, Graduado em Administração pelo Centro Universitário Cidade Verde, Graduado em Ciências Contábeis pela Faculdade Paraíso do Norte, Doutorado em Doctor of Business Administration - Logos University International, Doutor em Gestão de Negócios pela IIBMRT, Doutor H.C pela Logos University International. Atualmente é perito judicial - Tribunal de Justiça do Estado de Rondônia. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração, atuando principalmente nos seguintes temas: música, técnica vocal, coral, administração, voz, logística 4.0; inteligência artificial em logística e perícia mercadológica. Atualmente atua como Controlador Interno da AGERJI-Agência Reguladora de Serviços Delegados de JiParaná, Rondônia. [Orientador]

RESUMO: Este estudo aborda a conceituação dos gêmeos digitais, do metaverso, das cidades inteligentes, as oportunidades e aplicações que essas tecnologias podem trazer para as urbanizações. O método utilizado foi uma

revisão de bibliográfica em que foram estudadas múltiplas fontes de informações científicas, tendo como principais escritores Serec, (2022), Vogel (2018), Schlemmer; Trein; Oliveira (2008), Trauer *et al.*, (2020), Singh *et al.*, (2021), Weiss; Bernardes; Consoni, (2015, 2017), Allam *et al.*, (2022), juntamente com Sadhu, Yanambaka e Abdelgawad (2022). Diante dos esclarecimentos dos autores, compreende-se que as oportunidades representadas pela aplicação dos gêmeos digitais nas urbanizações inteligentes são numerosas, sua aplicabilidade pode representar avanços nas áreas da segurança pública, saúde, locomoção urbana e na gerência pública dos municípios. Os exemplos citados no estudo mostram um enorme potencial por permitir uma variedade de experimentos e simulações sem afetar o cotidiano das pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: Metaverso. Gêmeos Digitais. Cidades Inteligentes.

ABSTRACT: This study addresses the conceptualization of digital twins, metaverse, smart cities and the opportunities and applications that these technologies can bring to urbanizations. The method used was a literature review in which multiple sources of scientific information were studied, having as main authors Serec, (2022), Vogel (2018), Schlemmer; Trein; Oliveira (2008), Trauer *et al.*, (2020), Singh *et al.*, (2021), Weiss; Bernardes; Consoni, (2015, 2017), Allam *et al.*, (2022), along with Sadhu, Yanambaka and Abdelgawad (2022). Given the clarifications of the authors, it is understood that the opportunities represented by the use of digital twins in smart urbanizations are numerous, its applicability can represent advances in the areas of public safety, health, urban mobility and in the public management of municipalities. The examples cited in the study show enormous potential by allowing a variety of experiments and simulations without affecting people's lives.

KEYWORDS: Metaverse. Digital Twins. Smart Cities.

1 | INTRODUÇÃO

A evolução histórica da tecnologia começa com a primeira invenção do homem. Com o tempo, os humanos desenvolveram ferramentas de caça, descobriram o fogo e criaram rodas para auxiliar na locomoção, tudo para facilitar a vida. A lógica sempre foi criar invenções que possam colaborar com o corpo social, como telefones, luz elétrica, televisão, rádio e internet. Ao longo das décadas, a tecnologia evoluiu de forma revolucionária, uma dessas revoluções é o metaverso.

De forma concisa, o metaverso é uma caracterização que combina realidade virtual e aumentada. É um universo alternativo que contém influências da vivência do mundo real por intermédio da experiência imersiva. O vocábulo metaverso tem sido usado há anos. Foi criado em 2003 com o livro ficcional de Neal Stephenson “*Snow Crash*”. A obra literária narra à crônica de um trabalhador autônomo que se torna um samurai no metaverso, um mundo interativo de apólogo científico (SCHLEMMER; TREIN; OLIVEIRA, 2008; GOMES, 2020).

Diversas tecnologias e inovações são utilizadas pelo metaverso, realidade aumentada e virtual, 3D, inteligência artificial (IA), *machine learning* (ML) e dada à amplitude

de viabilidade de uso que o metaverso apresenta, outro conceito o complementa e ganha relevância: os gêmeos digitais. Idealmente, um gêmeo digital pode ser visto como uma projeção fiel da entidade fonte no ciberespaço, sem perda de informação, complexidade e simplificação funcional em sua descrição digital (SEREC, 2022; VOGEL, 2018; QUINALHA, 2018).

No entanto, além de ser uma redarguição virtual, os gêmeos digitais também são capazes de usar uma variedade de recursos tecnológicos para interpretar o comportamento do mundo real em um ambiente digital. A fusão das tecnologias metaverso e gêmeo digital e sua aplicabilidade podem ser utilizadas pelas cidades, desde que as localidades passem de cidades informatizadas (cidades digitais) para urbanizações inteligentes (CAPRARI, 2022; QUINALHA, 2018).

As urbanizações inteligentes vêm de uma interpelação geográfica contemporânea do progresso urbano, baseada em políticas que implicam mudanças territoriais, estimulam a participação efetiva e o esforço conjunto dos habitantes, e a observância de diferentes inteligências humana, coletiva e artificial, esta última mediante o emprego de inteligências de comunicabilidade e informação (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015).

O gêmeo digital de uma urbanização é sua representação virtual. Então, assim sendo, é uma realidade simulada como uma proposta de metaverso. A somatória dessas duas concepções sugere oportunidades para a desenvolvimento urbana inteligente (TRAUER *et al.*, 2020).

Com o propósito de demonstrar a convergência entre o metaverso e a tecnologia dos gêmeos digitais foi realizado um estudo na literatura científica para revelar seus conceitos e particularidades. Em seguida, são resumidos os possíveis impactos e benefícios do seu uso nas cidades inteligentes.

O propósito dessa pesquisa é demonstrar a significância do tema do metaverso e os gêmeos digitais, e aprovisionar informações sobre a adoção dessa tecnologia nas urbanizações inteligentes.

2 | METODOLOGIA

A abordagem empregada neste artigo é um estudo bibliográfico, que reúne informações relevantes ao contexto do tema selecionado (GIL, 2018). O material usado como referência foi pesquisado, resultando em um novo texto com citações apropriadas. Os métodos de revisão bibliográfica permitem a incorporação de pesquisas experimentais e não experimentais, combinando a aquisição de dados empíricos e teóricos, o que pode levar à definição de conceitos, identificação de lacunas nas zonas de estudo, revisões teóricas e análise de métodos de pesquisa sobre determinados temas. Desenvolver essa abordagem requer recursos, conhecimentos e habilidades (GIL, 2018). Para desenvolver esta revisão de literatura com foco no metaverso, gêmeos digitais e suas perspectivas

para as urbanizações inteligentes foram utilizados uma ferramenta de procura de estudos científicos nas bases de conhecimentos do Google Acadêmico, MPDI e Scielo utilizando as conceito-chaves: “gêmeos digitais”, “cidades inteligentes”, “metaverso”, “metaverse”, “digital twins”, “smart cities” e a combinação do termo das palavra-chaves mencionada.

3 | BASES TEORICAS

Muitas mudanças importantes ocorreram na história da humanidade. Essas transformações podem ser observadas ao longo de uma linha do tempo que se estende desde a história antiga até os dias atuais. Essas mudanças incluem a desenvolvimento da escrita e das ciências na Grécia antiga, o desenvolvimento do capitalismo durante a idade média e as notáveis ascensões tecnológicas e digitais feitos na era moderna (FONTANA, 2021). Uma dessas mudanças notáveis é a confecção de uma realidade paralela conhecida como metaverso (VOGEL, 2018).

3.1 O Metaverso

A representação de metaverso, ainda que caracterizada em outros termos, apareceu em livros como *Neuromancer*, de William Gibson, em 1984. Conquanto, o próprio termo metaverso foi mencionado pelo cronista Neil Stephenson no início dos anos 1990 em um romance pós-moderno chamado “*Snow Crash*” (traduzido como *Samurai* português, mas chamado *Nevasca* na época de seu lançamento). Os personagens estavam localizados em um gênero específico de realidade, que eram acessados através de um entrecruzamento de computadores e interação por intermédio de uma representação virtual, chamada de avatar. Foi lá que esse ser virtual teórico ficou conhecido como metaverso (SCHLEMMER; TREIN; OLIVEIRA, 2008).

Embora o termo seja relativamente recente, é uma tecnologia emergente que foi mencionada em 1992. Esse vislumbre chamou a atenção de entusiasta e especialista da área para aprimorar e descobrir formas de tornar essa tecnologia viável no cotidiano dos cidadãos municipais e empresas. Todavia, a idealização ganhou mais força e tem sido usado com mais frequência nos últimos dois anos (FERNANDES, 2022).

O lexema “metaverso” vem das raízes gregas “meta”, que significa “além”, e “verso”, que significa universo, por extensão, metaverso é a união desses dois termos, que descreve um espaço além do nosso próprio universo (SEREC, 2022).

Em 2003, foi apresentada uma versão beta do metaverso com o *Second Life*, que perdeu sua relevância devido a fatores como limitações técnicas e falta de identidade para usuários que não se reconheciam nesses avatares (GOMES, 2020). Desde então, passamos por um encadeamento de fatores que nos levaram a uma nova visão de metaverso com a evolução tecnológica geral, a introdução de smartphones, o aumento da velocidade da internet (4G e 5G), a explosão das mídias sociais e melhorias gráficas a datar da introdução de filtros ilimitados, extensões de jogos e autômatos de realidade

umentada (AR) e realidade virtual (VR) (SEREC, 2022).

Para Schlemmer; Trein; Oliveira (2008) o metaverso concerne em um arquétipo de realidade cibernética que usa dispositivos digitais para replicar a percepção de estar no mundo físico. Esses dispositivos não precisam ser imersivos, podem ser telas ou outros dispositivos que permitam que os usuários experimentem uma versão digital da realidade.

Segundo Vogel (2018) também pode ser definido como um entrecruzamento de mundos virtuais que tenta replicar a realidade, com ênfase nas conexões sociais compartilhada, capaz de exibir imagens 3D, onde os espaços físicos e virtuais se fundem e persistem.

À medida que novas tecnologias inevitavelmente se juntam ao metaverso, além de locais para jogos, reuniões ou eventos, seu enorme potencial de aplicação deverá ser cotidianamente explorado e não contido. Uma idealização que ultrapassa os jogos ou espaços sociais, naturalmente vindo do metaverso, será também a estruturação de gêmeos digitais (*digital twings*) para ambientes urbanos (SINGH *et al.*, 2021).

3.2 Gêmeos Digitais (*digital twings*)

Em 1973, a missão Apollo 13 que ficou sem propulsores, e por isso não conseguiu pousar na lua, teve que retornar à Terra a bordo de um foguete do módulo lunar. A missão foi salva em parte, usando a concepção rudimentar de gêmeo digital. Partindo do acidente, simulações computacionais foram utilizadas pela *National Aeronautical Space Administration* (NASA), para promover possíveis soluções, encontrando assim uma configuração que aumentasse a probabilidade de sobrevivência da tripulação (OGURA, 2021).

A idealização de gêmeos digitais foi originalmente criada no início dos anos 2000 por Michael Grieves, cuja experiência em design de produto inicialmente enraizou a idealização na engenharia de manufatura, no entanto, desde seu início, a concepção foi expandida de modo que agora é aplicado para descrever vários modelos análogos digitais que se referem com processos instantaneamente pertencentes a sistemas sociais e econômicos que atuam em conjunto de sistemas físicos (BATTY, 2018).

Este conceito surgiu junto com a nova perspectiva tecnológica, visando trazer uma réplica do mundo real para um ambiente digital, permitindo a investigação de seus objetos, equipamentos, processos, aspectos e sua abordagem, testando cenários e possibilidades antes de implementar em sua cópia física, tornando as tomadas de decisões mais rápidas, eficientes e mais econômicas (QUINALHA, 2018).

Para Trauer *et al.*, (2020) como o nome sugere, gêmeo digital é uma réplica exata de algo do mundo físico, mas com o *know-how* de ajudar a fornecer *feedbacks* mais preciso sobre a sua versão no mundo real, fazendo uso de extensas simulações e hipóteses de um determinado produto ou serviço.

Para Quinalha (2018) a tecnologia de gêmeos digitais é amplamente utilizada na fabricação de vários produtos, mas também na desenvolvimento de procedimentos e sistemas.

Existem atualmente três níveis de simuladores para objetos e ambientes reais, que são:

- Modelo Digital (*Digital Model*) - É uma ilustração digital simples de um objeto físico, sem interação entre modelos físicos e virtuais. O intuito é analisar a performance da linha de produtos sob diferentes condições, avaliando o que pode dar errado para que os ajustes necessários possam ser feitos. Dessa forma, a tecnologia ajuda a diminuir os custos de manufatura e controlar a qualidade do produto (SINGH *et al.*, 2021);
- Sombra Digital (*Digital Shadow*) - É reconhecida por uma ligação entre objetos físicos e digitais, mas de forma unidirecional, com objetos físicos atualizando objetos digitais (SINGH *et al.*, 2021);
- Gêmeo Digital (*Digital Twin*) - No sistema, gêmeos digitais são usados para coletar grandes quantidades de dados operacionais desenvolvidos por produtos, ambientes e ou dispositivos abarcados no sistema. Isso permite que as empresas obtenham *insights* que ajudam a desenvolver novas oportunidades de negócios, com o intento de aperfeiçoar os processos utilizando a bidirecionalidade para que os objetos físicos possam atualizar os objetos virtuais mutuamente (SINGH *et al.*, 2021).

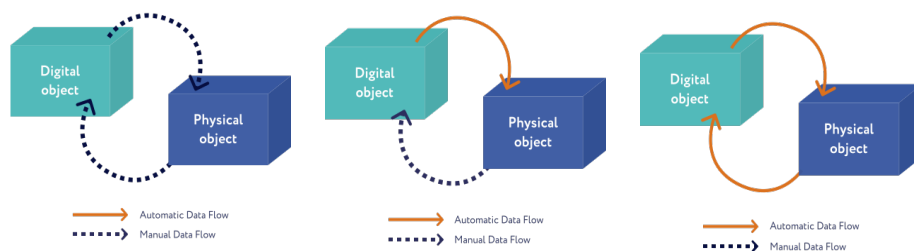


Figura 1: Tipos de Gêmeos Digitais

Fonte: Justaposto de Singh *et al.*, (2021).

O emprego desses *softwares* e da automação de dados permite que inúmeros processos sejam simulados ou executados digitalmente. Usando protótipos de gêmeos digitais, abre-se uma ampla gama de possibilidades que pode ser aplicada em diferentes campos, uma das quais é a aplicabilidade de gêmeos digitais para aperfeiçoar o bem-estar populacional, a sustentabilidade e a utilização eficiente de recursos das chamadas cidades inteligentes (ALLAM *et al.*, 2022).

3.3 As Cidades Intéligentes (*Smart Cities*)

O aumento da população mundial e a crescente concentração de indivíduos nos ambientes urbanos exigem que as localidades comecem a enfrentar desafios complexos de diferentes naturezas. A reivindicação por serviços de qualidade acessíveis a todos propende á crescer, como resultado, a capacidade dos governos locais de acolher a tais

requisitos é desafiada. Questões como transmutações climáticas, congestionamento de tráfego, poluição, falta de moradia adequada e acessível, instrução e saúde de qualidade, assim como governança participativa são pautas gradativamente mais inqueridas (JONEK-KOWALSKA, 2022).

As cidades digitais operam a tecnologia para facilitar a vida dos habitantes e modernizar a administração pública. Isso é alcançado, por exemplo, por intervenção da disponibilização de softwares de acesso online aos serviços de usufruto comum, o que simplifica as solicitações e agiliza os serviços em diversos setores. Este é o primeiro passo para tornar uma cidade digital em uma localidade de inteligência (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015).

Muitas cidades brasileiras já estão se adaptando a essa realidade, em grande parte graças ao projeto cidades digital do *Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações* (MCTIC). No primeiro semestre de 2022, o programa implementou 198 cidades digitais distribuídas pelas regiões do Brasil, sendo 42% delas na localizadas no nordeste brasileiro (BRASIL, 2020). A digitalização de nossos sistemas ainda é incipiente em relação às 5.568 localidades em todo o território brasileiro.

A conceituação de uma urbanização inteligente surgiu entre as décadas de 1990 e 2000 para beneficiar-se das mudanças que a tecnologia acarreta para o corpo social, trazer maior dinamismo, reconhecer as urgências, e os pleitos sociais que são enfrentadas pelos gestores públicos (RIZZON *et al.*, 2017).

Segundo Lazzaretti *et al.*, (2019), embora a definição de um município inteligente ainda não seja consensual e amplamente aceita, seu objetivo final é promover um melhor uso dos instrumentos coletivos e aprimorar a qualidade das incumbências prestadas aos cidadãos, reduzindo os custos operacionais administrativos.

Em concordância com João, Souza e Serralvo (2019) e Sadhu, Yanambaka e Abdelgawad (2022), as localidades inteligentes são áreas metropolitanas tecnologicamente avançadas que usam diferentes tecnologias eletrônicas e diferentes dispositivos de monitoramento e processamento para geração de relatórios e coleta de elementos informacionais para gerenciar com eficiência os seus recursos de sua infraestrutura.

A principal característica dessas cidades é a *know-how* de implementar tecnologias de comunicabilidade que facilite amplo acesso a dispositivos, argumentos e modelos de administração para atender os desprovidos das autoridades públicas e seus colaboradores, cidadãos e organizações (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015).

Urbanizações inteligentes utilizam os avanços da tecnologia para facilitar a vida de seus municípios, gerenciando melhor a iluminação pública, o transporte e os cuidados de saúde. Isso permite que usem de forma mais eficiente os recursos públicos em cada departamento. Nesse contexto, insere-se na definição de uma urbanização inteligente a fusão de três fatores: tecnologia da comunicabilidade e informação (TIC), gestão dos atributos dos espaços públicos e sustentabilidade (GERMANO; MEDEIROS, 2022).

Todas as urbanizações inteligentes são informatizadas (digitais), mas nem todas as localidades digitais são inteligentes. Isso porque, para uma cidade ser considerada inteligente, ela precisa estar conectada aos seus serviços computacionais, e o serviço deve estar plenamente disponível para ser manuseado pelo seu corpo social. Essa conexão permite que eles se unam para facilitar diversas melhorias de procedimentos e auxilia os municípios na tomada das decisões (ANDRADE *et al.*, 2020).

Localidades inteligentes são lugares com o olhar no futuro com amplas comodidades. Uma das primordiais razões para a edificação dessas cidades é oferecer oportunidades para novos serviços de coordenação e planejamento digital. As cidades gêmeas digitais são uma parte essencial desses projetos, que por definição, é uma imagem exata de uma localidade real (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017).

No que concerne a esse conceito, cidades gêmeas digitais consistem em uma réplica virtual da localidade e está diretamente relacionada a municípios inteligentes. Isso tudo porque o gêmeo digital usa dados coletados em tempo real, muitos recursos de aprendizado de *machine learning* (ML), recalibração dinâmica e raciocínio para análise. Isso expressa que podem aprender continuamente de várias fontes para obter informações críticas sobre o andamento dos projetos do município, o desempenho e suas operações, se e quando foram concluídos e até mesmo sua lucratividade (YANG; LV; WANG, 2022).

Ao fornecer uma base estável para esses planos, a ideação de cidades gêmeas digitais trará oportunidade para os profissionais realizarem o planejamento e gerenciamento das atividades urbanas inteligentes (BATTY, 2018).

3.4 Oportunidades na Utilização dos Gêmeos Digitais Urbano

Os avanços na tecnologia permitiram uma análise mais profunda da vivência urbana. Alguns dos benefícios dessa tecnologia são as atualizações automatizadas das estatísticas gerais e expansão dos serviços à comunidade (BRÍGITTE; COSTA; BACILI, 2021).

Essas impressões digitais serão construídas com o agrupamento de informações que têm o potencial para serem filtradas e processadas mediante a uma sequência de algoritmos sofisticados e modelos informatizados. Não é possível construir essa realidade na formação dessas localidades inteligentes sem um investimento sólido em meios para a coleta dessas informações. Isso exigirá *cloud computing* (computação em nuvem), a *internet of things* (internet das coisas) e sensores em terra para coletar dados (ALLAM *et al.*, 2022). Na medida em que muitos fenômenos urbanos têm uma componente espacial, o *Sistema de Informação Geográfica* (SIG) assume especial importância nesta conjunção. Os sensores conectam a cidade real ao gêmeo digital e os atuadores conectam o gêmeo digital à localidade real (ISRAEL, 2022).

Segundo Allam *et al.*, (2022), a bidirecionalidade entre o cibernético e o físico pode facilitar a pesquisa sobre quais respostas são mais eficientes, verificando se uma ocorrência pode ser evitada, ou na sua inevitabilidade como poderia ser controlada e solucionada. Os

eventos do mundo *on-line* tendem a consumir menos recursos, custam menos, são mais fáceis de operar, geram menos resíduos e são mais resistentes a distrações, assim as aplicações práticas desse novo arquétipo para as localidades são inúmeras.

Na área da segurança pública, pode-se gerar e analisar mediante aos dados históricos e estudos, mapear acidentes assim como ocorrências policiais, utilizando o conhecimento gerado por esses dados e eventualmente direcionar as forças policiais com maior rapidez e eficiência, empregando melhor esses recursos (ALLAM *et al.*, 2022).

Aprimorar as incumbências de transporte promovendo a locomobilidade urbana e desenvolvendo novos modelos que sejam sustentáveis e acessíveis a toda a população. Simulações e análises de tráfego poderiam ser realizadas em *real time* seria possível por exemplo, que sensores de exaustão de dados ajustassem os semáforos em resposta ao fluxo de carros nas estradas, esse mesmo sistema pode ajudar a entender o uso e as rotas ideais de ônibus utilizando os dados para compreender onde há setores com excesso de usuários melhorando assim locomoção populacional, penetrando nas diferentes camadas do tráfego urbano e visualizando quando este for irregular e ajustando seu fluxo (NETTO *et al.*, 2020).

Conforme Do Rosário, Salvador e De Barros (2021), a estação chuvosa no sudeste do Brasil concentra-se entre outubro e março, 80% da precipitação anual ocorre nesse período. Um gêmeo digital de um local como São Paulo pode usar dados em tempo real do terreno, solo, da cadeia de corredores de águas pluviais e pluviômetros com sensores espalhados por toda a extensão longitudinal da rota para determinar quais áreas serão afetadas por um possível alagamento. Com base nos dados coletados, simulações podem ser feitas para ajudar a encontrar elucidações para as contrariedades causadas pelas enchentes na cidade (Deren; Wenbo e Zhenfeng, 2021).

No campo da saúde pública, um serviço de emergência mais eficiente e organizado, em particular, pode otimizar o decurso de resposta, e a virtualização impulsionada por gêmeos digitais ajuda a simular eventos como deslizamentos de terra causadas por temporais, enchentes, ou um rompimento de barragens, que exigem resposta rápida dos serviços de emergência, e estas simulações deve promover em uma resposta mais eficiente ao processo (JONEK-KOWALSKA, 2022; SINGH *et al.*, 2021).

Embora a tecnologia ainda esteja em seu princípio exemplos mostram um enorme potencial e é particularmente útil porque permite uma variedade de experimentos sem afetar a rotina das pessoas (ALLAM *et al.*, 2022). Cenários hipotéticos podem ser gerados com base em dados históricos e os resultados gerariam possibilidades e previsões determinando a direção e as tendências futuras dessas localidades.

Consequente, a renovação das ferramentas cognitivas do governo municipal, das quais o gêmeo digital é a maior manifestação presente, parece estar intimamente relacionada ao contexto geopolítico e à necessidade de desenvolvimento de “impacto zero” visando à transformação ecológica e a transição digital dos métodos de planejamento

(CAPRARI, 2022).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo visou destacar a conceituação do metaverso, gêmeos digitais, elementos das urbanizações inteligentes, e as perspectivas, apresentadas pela combinação da tecnologia metaverso e gêmeos digitais aplicados à urbanização inteligente.

No estudo atual definiu-se que um gêmeo digital urbano como um mecanismo inovador no campo do planejamento urbano de localidades inteligentes que pode (embora potencialmente) fornecer aos formuladores de políticas públicas novas diretrizes escolhendo o caminho que ofereça os melhores resultados. Os avanços nos gêmeos digitais como metaverso para as urbanizações inteligentes, sem dúvida, permitirão obter uma compreensão mais profunda da natureza da realidade e de suas formas virtuais.

Destacou-se que os gêmeos digitais representam uma maneira conveniente de representar dados e ajudam a preparar o caminho para projetos maiores que abordam o crescimento urbano. Ao imitar as propriedades dos municípios no metaverso, promove-se o aperfeiçoamento da urbanização ao fornecer mecanismos para simulações digitais, proporcionando uma maneira de reduzir seus custos e aumentar a taxa de sucesso de seus processos, prevendo erros ou falhas e fazendo os reparos necessários em um ambiente virtual, antes de replicá-los no ambiente físico.

Um relevante obstáculo será integrar os sistemas existentes nas cidades com a multidisciplinaridade necessária para atualizar os sistemas e usar a tecnologia dos gêmeos digitais, as dificuldades incluem o baixo investimento em tecnologia e falta de capacidade técnica para coletar dados de muitas cidades que ainda não foram completamente informatizadas, que podem representar um dos basilares contratempos a serem enfrentados, há a indispensabilidade de fundir engenharia urbana, operações e tecnologia da informação para criar um ambiente de dados conectado.

Assim, conclui-se que este trabalho atinge os objetivos traçados na sua introdução e desperta, no seu desenvolvimento, uma área que evidencia a importância do tema no contexto acadêmico de suma importância social.

REFERÊNCIAS

ALLAM, Zaheer; SHARIFI, Ayyoob; BIBRI, Simon Elias; JONES, David Sydney; KROGSTIE, John. **The Metaverse as a Virtual Form of Smart Cities: opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban futures**. *Smart Cities*, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 771-801, 8 jul. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/smartcities5030040>.

ANDRADE, Diogo Calasans Melo et al. **CIDADES DIGITAIS E SOCIEDADE EM REDE: interseções e desafios de uma construção sociotécnica**. *Interfaces Científicas - Educação*, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 66-79, 16 nov. 2020. Universidade Tiradentes. <http://dx.doi.org/10.17564/2316-3828.2020v10n2p66-79>.

BATTY, Michael. **Digital twins. Environment And Planning B: Urban Analytics and City Science**, [S.L.], v. 45, n. 5, p. 817-820, set. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/2399808318796416>.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. **Ações e Programas: cidades digitais. Cidades Digitais**. 2020. Departamento de Projetos de Infraestrutura. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcom/pt-br/ acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cidades-digitais>>. Acesso em: 08 out. 2022.

BRÍGITTE, Giovanna Tomczinski Novellini; COSTA, Júlia Ramos; BACILI, Laura Aronchi. **Cidades Hackeáveis a partir de Gêmeos Digitais: uma proposta para o Smart Campus Facens**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, v. 3, p. 1-10, 2021.

CAPRARI, Giorgio. **Digital Twin for Urban Planning in the Green Deal Era: a state of the art and future perspectives**. Sustainability, [S.L.], v. 14, n. 10, p. 6263, 20 maio 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su14106263>.

DEREN, Li; WENBO, Yu; ZHENFENG, Shao. **Smart city based on digital twins**. Computational Urban Science, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.1007/s43762-021-00005-y>

DO ROSÁRIO, Gabriel Feloni Martins; SALVADOR, Nemesio Neves Batista; DE BARROS, Daiane Raimundo. **Varição da qualidade das águas em um rio na região Sudeste do Brasil no longo prazo (1978-2018) segundo os índices IQA e IVA**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 12, n. 7, p. 475-486, 2021.

FERNANDES, Afonso Fonseca. **NOVIDADES DO MUNDO VIRTUAL: METAVERSO O QUE HÁ DE NOVO?**. BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia, v. 32, n. 26, p. 1-3, 2022.

FONTANA, Clarissa Peres. **A EVOLUÇÃO DO TRABALHO: DA PRÉ-HISTÓRIA ATÉ AO TELETRABALHO**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 7, n. 7, p. 1155-1168, 2021.

GERMANO, Fabrício; MEDEIROS, Bruna Agra de. **CIDADANIA E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL SOB A PERSPECTIVA DO DIREITO À LOCOMOÇÃO NAS CIDADES BRASILEIRAS**. Revista de Direito da Cidade, v. 13, p. 1957-1979, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GOMES, Laura Graziela. **Avatares: o maravilhoso e o estranho no second life**. Estudos Históricos (Rio de Janeiro), v. 33, p. 173-195, 2020.

ISRAEL, Carolina Batista. **Um excurso sobre a Geografia da Internet e do ciberespaço**. Boletim Campineiro de Geografia, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 221-236, 6 abr. 2022. Boletim Campineiro de Geografia. <http://dx.doi.org/10.54446/bcg.v11i2.541>.

JOÃO, Belmiro do Nascimento; SOUZA, Crisomar Lobo de; SERRALVO, Francisco Antonio. **Revisão sistemática de cidades inteligentes e internet das coisas como tópico de pesquisa**. Cadernos Ebape.Br, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 1115-1130, out. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395174442>.

- JONEK-KOWALSKA, Izabela. **Health Care in Cities Perceived as Smart in the Context of Population Aging—A Record from Poland**. *Smart Cities*, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 1267-1292, 26 set. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/smartcities5040065>.
- LAZZARETTI, Kellen et al. **Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras**. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, 2019.
- NETTO, Vinicius Moraes et al. **A revolução dos dados e a nova ciência das cidades**. *Revista de Morfologia Urbana*, v. 8, n. 1, p. e00173-e00173, 2020.
- OGURA, Victorino. **Gêmeos digitais em telecomunicações: o desenvolvimento de um estudo de caso**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- QUINALHA, Eduardo. **Gêmeos digitais, o futuro da indústria 4.0: estudo de caso**. 2018.
- RIZZON, Fernanda et al. **Smart City: um conceito em construção**. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)*, v. 7, n. 3, p. 123-142, 2017.
- SADHU, Pintu Kumar; YANAMBAKA, Venkata P.; ABDELGAWAD, Ahmed. **Internet of Things: Security and Solutions Survey**. *Sensors*, v. 22, n. 19, p. 7433, 2022. <https://doi.org/10.3390/s22197433>.
- SCHLEMMER, Eliane; TREIN, Daiana; OLIVEIRA, Christoffer. **Metaverso: a telepresença em Mundos Digitais Virtuais 3D por meio do uso de avatares**. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. 2008. p. 441-450.
- SEREC, Fernando Eduardo. **Metaverso: Aspectos Jurídicos**. Grupo Almedina, 2022.
- SINGH, Maulshree; FUENMAYOR, Evert; HINCHY, Eoin; QIAO, Yuansong; MURRAY, Niall; DEVINE, Declan. **Digital Twin: origin to future**. *Applied System Innovation*, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 36, 24 maio 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/asi4020036>.
- TRAUER, J.; SCHWEIGERT-RECKSIEK, S.; ENGEL, C.; SPREITZER, K.; ZIMMERMANN, M.. **WHAT IS A DIGITAL TWIN? – DEFINITIONS AND INSIGHTS FROM AN INDUSTRIAL CASE STUDY IN TECHNICAL PRODUCT DEVELOPMENT**. *Proceedings Of The Design Society: DESIGN Conference*, [S.L.], v. 1, p. 757-766, maio 2020. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/dsd.2020.15>.
- VOGEL, Denis. **A holografia como tecnologia instrucional na educação corporativa: a telepresença nas salas de aula**. 2018.
- WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. **Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre**. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 7, p. 310-324, 2015.
- WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. **Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras**. 2017.
- YANG, Bin; LV, Zhihan; WANG, Faming. **Digital Twins for Intelligent Green Buildings**. *Buildings*, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 856, 19 jun. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12060856>.

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Atualmente é Coordenador Didático do Curso de Licenciatura em Geografia (gestão 2021/2022). Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

A

Ambiente natural 2, 23

Aparelho móvel 11

Arborização 5

B

Base 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 47, 48

C

Características atmosféricas 24

Chuvas 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37

Cidades inteligentes 40, 41, 42, 43, 45, 50, 51

Cobertura vegetal natural 1

Comparação 1, 8, 20, 30

D

Desterritorialização 2

E

Ecosistema urbano 2

Elementos urbanos 1, 5

Espaço geográfico rural 1

Eventos extremos 23

G

Galileo 19

Gêmeos digitais 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51

Geodésia 9

Google Earth Pro 1, 2, 3, 6

GPS pós-processado 8, 12

I

Indicadores atmosféricos 23

Ionosfera 19

M

Machine learning 41, 47

Mapas 5, 8, 21

Metaverso 40, 41, 42, 43, 44, 49, 50, 51

Método de triangulação 15

Métodos estático 12

Mudanças urbanas 1

N

Navegação 6, 19, 21

P

Ponto de orvalho 25, 26

Precipitação 22, 23, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 48

R

Receptores 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 20

Redes de água 12

Revoluções 41

Rio de Janeiro 7, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 33, 36, 37, 38, 50

Rio Grande do Sul 8

Rio Guamirim 2

RTK 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20

S

São Paulo 1, 4, 7, 48, 50

Sistema Alerta Rio 23, 24, 26, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37

Software 1, 2, 3, 6, 9, 15

T

Topografia 9, 10, 21

Trabalhos práticos 8, 12

Tripé 13

V

Variáveis dinâmicas 22, 25, 29, 31, 32, 36, 37

Vila Negri 1, 2, 3, 6

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

3



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

3

