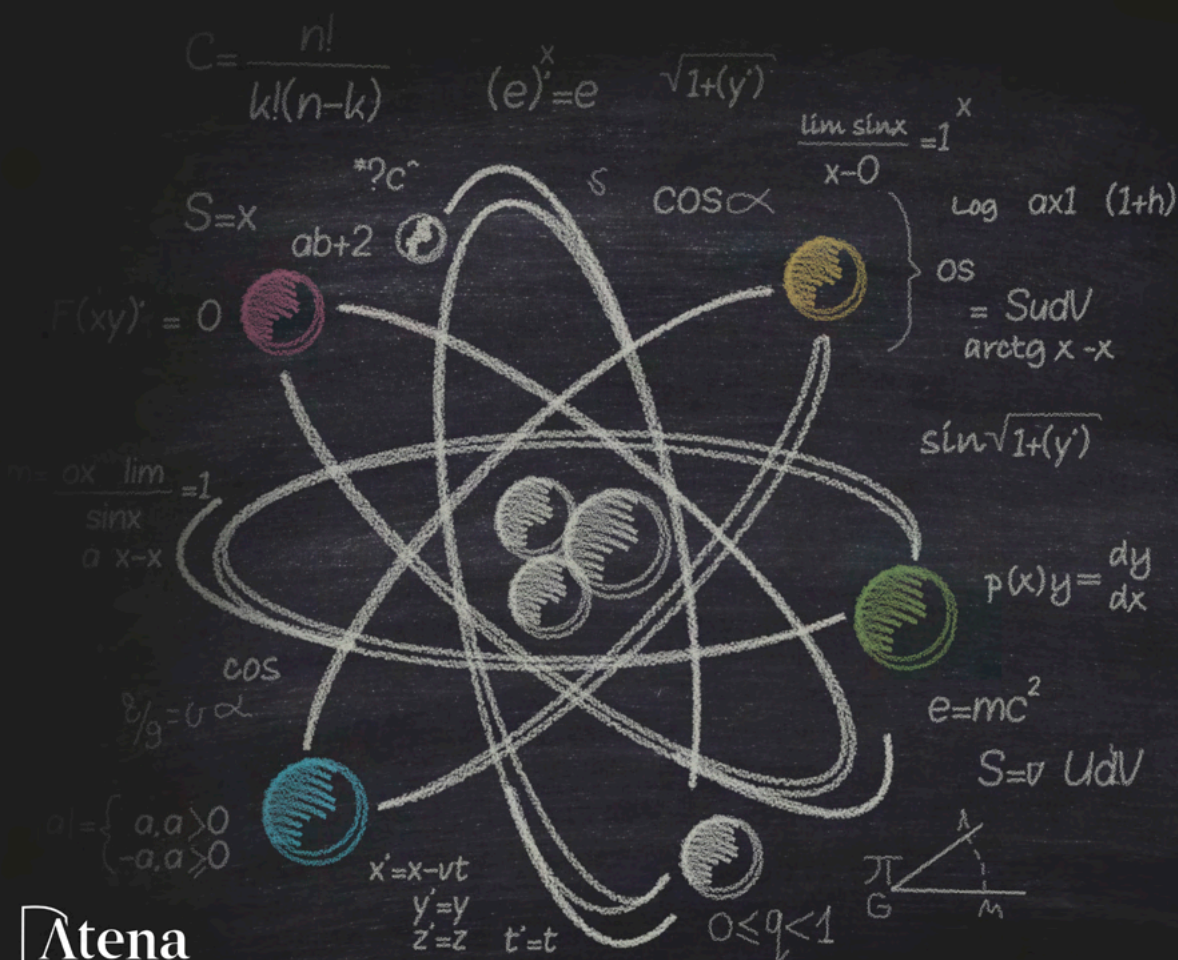


Francisco Odécio Sales
(Organizador)

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

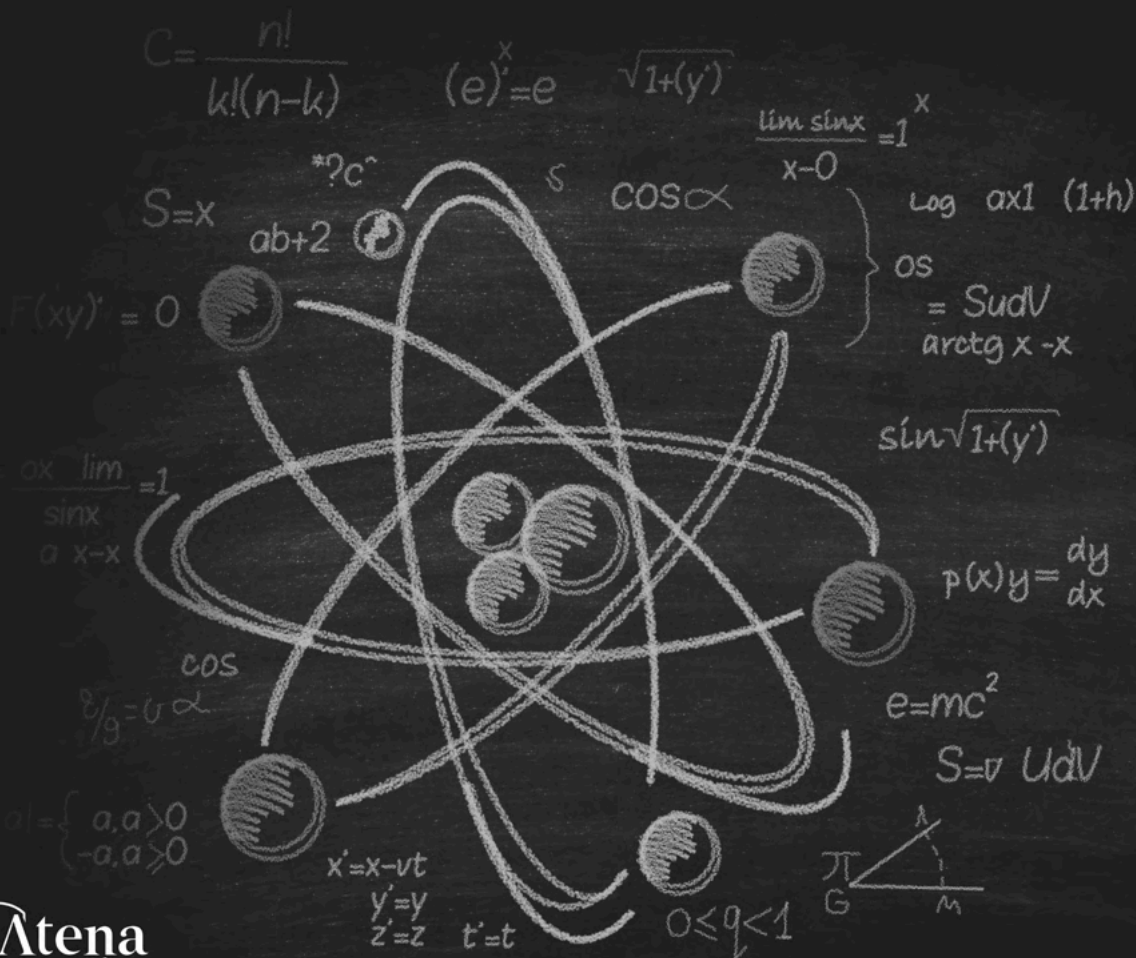
Observação, formulação e previsão 2



Francisco Odécio Sales
(Organizador)

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

Observação, formulação e previsão 2



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

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ciências exatas e da terra: observação, formulação e previsão 2

Diagramação: Bruno Oliveira
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: observação, formulação e previsão 2 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-993-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.933221104>

1. Ciências exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

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



Atena
Editora
Ano 2022

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.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências exatas e da terra: Observação, formulação e previsão 2” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 20 capítulos. Esse 2º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que nos transitam vários caminhos das Ciências exatas e da Terra.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins correlatos ao locus cultural.

Temas diversos e interessantes são deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra a seguir apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.


Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A BNCC EM TEMPO DE ENSINO REMOTO DE FÍSICA


Mutumbua José Ferrão Manuel
Sermos Domingos da Conceição
Antonio Luan Ferreira Eduardo
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211041>

CAPÍTULO 2..... 6

A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O COMPUTADOR


Rafaela Baldi Fernandes
Tháís Figueiredo de Pinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211042>

CAPÍTULO 3..... 18

ACELERANDO O ALGORITMO K-MEANS – PRINCIPAIS PROPOSTAS


Marcelo Kuchar Matte
Maria do Carmo Nicoletti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211043>

CAPÍTULO 4..... 29

AMBIENTES CÁRSTICOS: CRIPTOCARSTE OU EPICARSTE?


Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos
Cristiane Valéria de Oliveira
Joel Georges Marie Andre Rodet
Evelyn Aparecida Mecenero Sanchez
Gislaine Amorés Battilani
Ana Clara Mendes Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211044>

CAPÍTULO 5..... 42

ANÁLISE DOS ASPECTOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DE MACAPÁ-AP


Gabriel Brito Costa
Duany Thainara Corrêa da Silva
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211045>

CAPÍTULO 6..... 55

APLICANDO O DESIGN THINKING NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES


Jonnathan Alves Teixeira
Fellipe Henrique Alves de Paula
Reane Franco Goulart

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211046>

CAPÍTULO 7..... 61

AVALIAÇÃO DE DESGASTE ENTRE TINTA NATURAL E USUAL, COM BASE EM TINTA DE TERRA: MEDIÇÃO DE REFLETÂNCIA, UMIDADE E DESGASTE

Guilherme Silveira Simões
Raduan Krause Lopes
Jayne Carlos Piovesan
Leandro Nascimento Soares Silva
Henrique Figueiredo da Silva
Luiz Henrique Alves dos Santos
Daniel Oliveira de Lima
Daniel Rodrigues dos Silva
Beatriz Ferreira França
Mikaele Costa Lairana
Matheus Felipe Martins Gelpke
Ingridy Maria Duarte Cabral

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211047>

CAPÍTULO 8..... 71

CONTRIBUIÇÕES DO JOGO PARA A APRENDIZAGEM DOS NÚMEROS INTEIROS E ASPECTOS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UMA PRÁTICA COM ALUNOS DO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL


Silvana Cocco Dalvi
Adriana da Conceição Tesch
Andressa Côco Lozorio
Regiane Giori
Maria Carolina Salvador Callegario
Regina Célia da Silva
Erivelton Cunha
Sebastião Thezolin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211048>

CAPÍTULO 9..... 82

DESAFIOS DAS AULAS REMOTAS E DESAFIOS TECNOLÓGICO NO ENSINO DA FÍSICA

Faria Cusseta Samuel Francisco
Hamilton Francisco Catraio Nhime
Antonio Luan Ferreira Eduardo
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211049>

CAPÍTULO 10..... 87

DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO PARA ESTUDOS DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS, COM APLICAÇÃO NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Paulo Urbano Ávila
Luiz Carlos de Campos
Oscar João Abdounur

José Antonio Siqueira Dias
Manuel Antonio Pires Castanho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110410>

CAPÍTULO 11..... 108

EL ROL DEL CIUDADANO EN EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO, PARA CONSOLIDAR PROCESOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE


Leticia Peña Barrera
Herrera, L.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110411>

CAPÍTULO 12..... 118

ESTUDO DO MÉTODO DE LIOFILIZAÇÃO COMO ALTERNATIVA DE CONSERVAÇÃO DE LEITE FLUÍDO NO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE REFERÊNCIA PARA ENSAIO DE PROFICIÊNCIA FÍSICO-QUÍMICO


Marina Zuffo
Maicon Rodrigo Zangalli
Joseane Cristina Bassani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110412>

CAPÍTULO 13..... 125

ESTUDOS ENVOLVENDO BASE DE SCHIFF EM SISTEMAS BIOLÓGICOS

Solange de Oliveira Pinheiro
Giovana Mouta Paiva
Micael Estevão Pereira de Oliveira
Daniela Ribeiro Alves
Guida Hellen Mota do Nascimento
João Batista de Andrade Neto
Wildson Max Barbosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110413>

CAPÍTULO 14..... 136

GEOPARQUE SERRA DO SINCORÁ: ESTÁGIO ATUAL DA CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM GEOPARQUE ASPIRANTE NA PORÇÃO CENTRAL DO ESTADO DA BAHIA

Renato Pimenta de Azevedo
Ricardo Galeno Fraga de Araujo Pereira






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110414>

CAPÍTULO 15..... 147

ILHAS DE CALOR URBANA NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS-SC A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT

Natacha Pires Ramos
Renato Ramos da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110415>

CAPÍTULO 16	159
O MIDDLEWARE EMSS: UMA ARQUITETURA DE FOG COMPUTING EM CIDADES INTELIGENTES	
Sediane C. L. Hernandez	
Marcelo Eduardo Pellenz	
Alcides Calsavara	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110416	
CAPÍTULO 17	174
PRÁTICA VIRTUAL: MAGNETOSTÁTICA	
Mutumbua José Ferrão Manuel	
Faria Cusseta Samuel Francisco	
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110417	
CAPÍTULO 18	185
PRÁTICA VIRTUAL: EFEITO FOTOELÉTRICO	
Faria Cusseta Samuel Francisco	
Mutumbua José Ferrão Manuel	
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110418	
CAPÍTULO 19	197
SEQUÊNCIA DE FIBONACCI: ALGUNS RESULTADOS E APLICAÇÕES NAS CIÊNCIAS NATURAIS	
Francisco Odécio Sales	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110419	
CAPÍTULO 20	205
UN ESTUDIO SOBRE EL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES QUE CURSAN LA MATERIA DE MATEMÁTICAS DOS HORAS DIARIAS EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA	
Alejandrina Bautista Jacobo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110420	
SOBRE O ORGANIZADOR	211
ÍNDICE REMISSIVO	212

O MIDDLEWARE EMSS: UMA ARQUITETURA DE FOG COMPUTING EM CIDADES INTELIGENTES

Data de aceite: 01/04/2022

Sediane C. L. Hernandez

UTFPR, Guarapuava-PR

Marcelo Eduardo Pellenz

PUCPR-PPGla, Curitiba-PR

Alcides Calsavara

PUCPR-PPGla, Curitiba-PR

RESUMO: O uso de objetos inteligentes em um contexto urbano pode oferecer serviços que auxiliarão as cidades. Assim, é possível implementar o conceito de Cidades Inteligentes. Entre os serviços que poderão ser oferecidos está o serviço de transporte para atendimento médico. Nesta situação, as unidades móveis mais adequadas podem ser necessárias. Portanto, o middleware pode ser usado para apoiar a ativação das unidades móveis mais adequadas. A grande questão é qual a vantagem de escolher a unidade móvel mais adequada em relação a uma escolha aleatória. Desta forma, este artigo apresenta um novo modelo de eventos e um middleware denominado Event to Most Suitable Subscribers (EMMS) visando responder a esta questão através de um caso de uso.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades Inteligentes, Fog Computing, Middleware.

ABSTRACT: The use of smart objects in an urban context will be offers services that will help the cities. Thereby, it is possible to implement the Smart Cities concept. Among the services that

could be offered is the transport service for medical care. In this situation, the most appropriate mobile units may be required. Therefore, a middleware can be used to support the activation of the most suitable mobile units. The bigger question is which the vantage of choice the most suitable mobile unit compared of the choice randomic. In this way this paper presents a new event model and a middleware called Event to Most Suitable Subscribers (EMMS) aim to answer this question through one use case.

KEYWORDS: Smart Cities, Fog Computing, Middleware.

1 | INTRODUÇÃO

Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) exploram as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para fazer melhor uso dos recursos públicos. Como isso, a qualidade de vida dos cidadãos melhora porque os serviços oferecidos também se aprimoram (Cenedese, Zanella, Vangelista, & Zorzi, 2014). IoT (*Internet of Things – IoT*) urbana, ou IoT utilizada em um ambiente urbano, ajuda a administração das cidades a utilizar TICs para auxiliar na gerência dos serviços públicos, tornando possível, assim, melhorar e automatizar muitos desses serviços. Um serviço importante que pode ser aperfeiçoado em Cidades Inteligentes e que pode fazer uso de IoT é o serviço de transporte em emergência.

Em um serviço de emergência, um evento corresponde a ocorrência de uma situação de

emergência (e. g., acidente, assassinato, roubo, ato de terrorismo, incêndio, sequestro). Como administrar esses eventos é uma questão a ser gerenciada. Um middleware pode ser utilizado para administrar o grande número de eventos que os objetos inteligentes, presentes no ambiente urbano, geram espontaneamente. Em IoT, objetos inteligentes, também chamados de dispositivos ou sensores IoT, se comunicam entre si, tomam decisões com base em dados recebidos, reagem a eventos, entre outros (Mohanty, Choppali, & Kougianos, 2016). Intuitivamente, um middleware fornece um simples mecanismo de seleção e de entrega de eventos. No entanto, durante a entrega de um evento pode ser necessário que somente determinado número dos assinantes, os mais adequados, receba aquele evento da maneira mais rápida possível. De uma população subscrita para receber um mesmo evento somente os mais aptos devem recebê-lo em uma situação de emergência (p. e., vários carros de socorro podem atender a um acidente, mas somente os que tiverem UTI móvel e estiverem disponíveis devem ser acionados em quantidade suficiente). Isso pode ser entendido como uma dupla filtragem de eventos (*double event filtering*) que permitirá uma seleção dos interessados no evento e posteriormente uma nova seleção dos mais aptos para atenderem ao evento. Essa dupla filtragem não é assegurada na literatura revisada, conforme pode ser verificado em trabalhos como Siena (Carzaniga, Rosenblum, & Wolf, 2001), Hermes (Pietzuch & Bacon, 2002), Steam (Meier & Cahill, 2002), SensorBus (Ribeiro et al., 2005), EMMA (Musolesi, Mascolo, & Hales, 2006), Mires (Souto et al., 2006), RUNES (Costa et al., 2006), *Publish/Subscribe Notification Middleware for Vehicular networks* (Leontiadis, 2007), PSWare (Lai, Cao, & Zheng, 2009), TinyDDS (Boonma & Suzuki, 2011), PRISMA (Silva et al., 2014), Apache Kafka (Kafka, 2018) e RabbitMQ (Richardson, et al., 2018).

A seleção de melhores assinantes é muito importante em Cidades Inteligentes, especialmente em serviços de transporte em emergência a catástrofes naturais ou provocadas pelo homem, em que a tomada de decisão humana é difícil. Além disso, a questão do atraso deve ser considerada, uma vez que para aplicações de saúde e de emergência atrasos não são tolerados. *Fog Computing* (Computação na borda da rede) ajuda a minimizar o atraso no envio de eventos, bem como limita o envio de mensagens para um serviço de *Cloud*. Serviços em Cidades Inteligentes podem explorar essa plataforma para minimizar o atraso no envio de pacotes para um serviço de nuvem, ganhando de certa forma em desempenho. Serviços de cuidados médicos e de transporte em emergência podem se beneficiar dessa plataforma para o atendimento de emergências.

Desta forma, o objetivo deste artigo é apresentar o protocolo *Event to Most Suitable Subscribers* (EMSS) que permite dupla filtragem de eventos por aptidão de assinante para o envio de eventos a um subconjunto de assinantes mais adequados de um evento, e sua implementação por meio de um middleware que recebe o mesmo nome, middleware EMSS, como uma arquitetura de *Fog Computing* em Cidades Inteligentes. Apresenta-se a validação do middleware EMSS em um cenário de transporte de passageiros para

atendimento médico/hospitalar.

2 | FOG COMPUTING

O advento da Internet das Coisas (IoT) tem possibilitado a introdução de novas arquiteturas de rede que visam aprimorar o paradigma da Computação em Nuvem (*Cloud Computing*) atualmente implementado. Isso porque a infraestrutura da Nuvem é sobrecarregada com o volume, a variedade e a velocidade de dados gerados por objetos IoT. A latência introduzida ao transferir dados em massa para servidores distantes e a largura de banda necessária para a realização das transferências são os grandes gargalos da Computação em Nuvem (Akrivopoulos, Chatzigiannakis, Tselios, & Antoniou, 2017). Desta forma, as redes atuais devem se adaptar para atender aos requisitos específicos das aplicações IoT (p.e., baixa latência) (Santos, Wauters, Volckaert, & De Turck, 2017). Portanto, um modelo de computação que pode mitigar essas desvantagens é *Fog Computing*.

Fog Computing é uma plataforma altamente virtualizada que oferece processamento, armazenamento e serviços de rede entre dispositivos finais e os tradicionais Data Centers de Computação em Nuvem (*Cloud Computing Data Centers*) normalmente, mas não exclusivamente, localizados nas bordas da rede (Bonomi et al., 2012). *Fog Computing* é um paradigma computacional distribuído especialmente colocado entre os objetos IoT e os *Cloud DataCenters* (Akrivopoulos et al., 2017). É uma plataforma projetada principalmente para casos de uso de IoT (Wang et al., 2017). O *Fog Computing* estende o paradigma tradicional da Computação em Nuvem até a borda (Aazam & Huh, 2015), (Bonomi et al., 2012), (Aazam & Huh, 2015). Essa ampliação acontece ao migrar o processamento de dados para mais perto do local de produção, acelerando a capacidade de resposta do sistema aos eventos e eliminando a ida e volta dos dados para a Nuvem (Akrivopoulos et al., 2017). A proximidade física da infraestrutura de Nuvem com os objetos IoT, permite latência limitada, além de menor consumo de largura de banda (Akrivopoulos et al., 2017). O descarregamento de dados em massa a rede principal não é mais uma necessidade. É um paradigma de *Micro Data Center* (MDC) (Aazam & Huh, 2015). A arquitetura de *Fog Computing* (Figura 1) contém 3 camadas: a camada da Nuvem, a camada *Fog* e a camada dos dispositivos. A camada da *Fog* pode conter múltiplas camadas de acordo com os requisitos. Os nodos do *Fog* podem ser pequenas estações base, veículos, pontos de acesso WiFi e terminais do usuário. Os dispositivos IoT escolhem o nodo do *Fog* mais apropriado para associarem-se a ele.



Figura 1 - **Arquitetura de Fog Computing** (Wang et al., 2017).

O *Fog*, por meio de *proxies* e pontos de acesso posicionados de forma distribuída pela cidade, pode fornecer informações de qualidade para aplicações de IoT, como aplicações para Cidades Inteligentes. O *Fog* fornece entrega de dados em tempo real, especialmente para serviços relacionados à saúde, sensíveis ao atraso e de emergência. Ele pode ajudar os nós com recursos limitados a descarregar tarefas, pré-processar dados brutos e notificar a Nuvem, antes que a Nuvem possa adaptá-los aos serviços aprimorados. A principal vantagem do *Fog* é suportar a rede na borda, junto com todos os serviços críticos em atraso que podem ser implantados nessa camada (Akrivopoulos et al., 2017). Serviços de emergência ou de monitoramento da saúde são exemplos em que um grande atraso pode impactar significativamente em seu desempenho (Santos et al., 2017). Situações em que vida está em perigo requerem baixo atraso e espaços de armazenamento seguro por questões de privacidade (Guibert, Wu, He, Wang, & Li, 2017). Situações de emergência e de monitoramento de saúde demandam comunicação eficiente. Para aplicações IoT com restrições de tempo real, a baixa latência pode ser crucial e, além disso, o número de saltos entre o serviço alocado e o dispositivo final deve ser diminuído (Santos et al., 2017).

2.1 Fog Computing em Serviços de Emergência

Os serviços de emergência se ocupam em dar resposta a um desastre natural ou artificial e envolvem o controle da situação de desastre (Chitumalla, 2008). O processo é crítico em termos de tempo porque vidas dependem da precisão e rapidez com que o atendente do serviço de emergência toma decisões. Uma decisão passar por vários critérios como, por exemplo, qual for a situação que ocorreu, qual a gravidade, que ação ou ações

devem ser realizadas, que apoio deve ser fornecido (p.e., o envio de uma ambulância em conjunto com um carro de bombeiro), entre outros. As TICs podem ajudar o atendente de um serviço de emergência automatizando muitas tarefas, bem como os cidadãos.

Em (Aazam & Huh, 2015), os autores apresentam um serviço baseado em smartphone chamado *Emergency Help Alert Mobile Cloud* (E-HAMC) que é utilizado para notificar a emergência ao departamento adequado que irá tratá-la e aos familiares da vítima. O usuário escolhe por meio de uma interface gráfica o tipo de evento (e.g., acidente, roubo) e o aplicativo automaticamente envia as notificações, bem como a localização exata da situação de emergência. O serviço de *Fog Computing* é utilizado para o envio dos alertas e para posteriormente enviar ao *Cloud* os dados pré-processados e filtrados. Em (Akrivopoulos et al., 2017), um sistema de monitoramento de saúde baseado em *Fog Computing* é apresentado para auto monitoramento do paciente e monitoramento médico. Um dispositivo de eletrocardiograma foi colocado em pacientes e a cada 10 segundos os dados eram analisados e produziam sinais de alertas (e.g., possível hipertrofia ventricular, infarto agudo do miocárdio, arritmia). O registro e os alertas produzidos eram armazenados na memória interna do dispositivo; e, uma aplicação (*Fog Gateway*) instalada nos *smartphones* dos pacientes e conectados sem fio aos dispositivos vestíveis obtinham os registros. À medida que os dados eram recebidos do dispositivo vestível, por meio de *Fog nodes*, um componente de alerta era ativado para processar e analisar os dados e fornecer os alertas. O paciente poderia compartilhar os dados com um médico ou com um agente de saúde pessoal. Em (Santos et al., 2017), dispositivos finais enviavam requisições para as aplicações IoT através de *gateways* sem fio. Os *gateways* se comunicavam com a infraestrutura de *Fog Computing*, a qual gerenciava um conjunto de recursos computacionais. Em resumo, a formulação visava decidir em qual *Fog* e em qual hardware físico um recurso específico relacionado a uma aplicação IoT pode ser alocado objetivando baixa latência e eficiência energética. O caso de uso do cenário estático foi uma aplicação IoT relacionada ao nível de esgoto e o caso de uso do cenário dinâmico foi uma aplicação IoT para monitorar a qualidade do ar. Os resultados mostraram que a latência foi minimizada quando o número de saltos entre os nós computacionais e os dispositivos finais foi menor devido aos serviços das aplicações de IoT ficarem mais próxima ao dispositivo final. Em todos os trabalhos apresentados a questão do atraso foi considerada importante para atendimento a emergência e cuidados em saúde.

3 | O MODELO DE EVENTOS EVENT TO MOST SUITABLE SUBSCRIBERS - EMSS

O modelo de comunicação baseado em eventos com filtragem por aptidão de assinante EMSS (*Event to Most Suitable Subscribers*) foi projetado para ser utilizado sobre um protocolo de transporte confiável. EMSS foi proposto para middlewares *publish-subscribe* considerando uma arquitetura distribuída para o envio de eventos, no contexto de Cidades

Inteligentes. EMSS, como um modelo de eventos, é um conjunto de regras que descreve a comunicação entre *brokers*, assinantes e o publicador de eventos. O *broker* é um processo de software que toma a decisão sobre quais assinantes devem receber e tratar o evento, sendo responsável por uma região da cidade. O assinante (p.e., ambulância) recebe o evento e o trata da maneira mais adequada possível. O publicador (i. e., atendente da situação de emergência) representa o sistema de eventos (i. e., a aplicação) que utiliza o middleware e aciona o *broker* da região onde aconteceu a ocorrência informando o ponto de referência exato do evento. Um evento sempre é associado a um ponto de referência e cada ponto de referência é usado como um guia para que o assinante chegue até o local do evento quando ele é ativado para tratá-lo. Além disso, o ponto de referência permite o cálculo do *fitness* (valor de aptidão). O *fitness* é um valor calculado sobre as subscrições que é utilizado como base para o tratamento de eventos. Esse valor indica a adequação de um assinante para responder ao evento associado a um ponto de referência particular. É como base nesse valor que o *broker* escolhe qual(is) assinante(s) disponíveis devem ser notificados para atender o evento.

3.1 Descrição formal do Modelo EMSS

O modelo de eventos EMSS objetiva escolher os assinantes disponíveis que apresentarem a melhor aptidão de um serviço para tratar um evento específico que ocorre em certo local da cidade. Assim, o *fitness* de cada assinante a_{ij} (assinante de identificação i de um serviço j) incluindo sua classificação é calculado conforme a Equação abaixo:

$$fit(a_{ij}, k) = (1 - Traf_{ij}/L_1) \cdot (1 - Fad_{ij}/L_2) \cdot (Class_j/L_3)$$

onde, $Traf_{ij}$ é calculado com base na distância entre o assinante o um ponto de referência multiplicado por um coeficiente de trânsito que simboliza trânsito leve, moderado e intenso; Fad_{ij} é o nível de fadiga do assinante; $Class_j$ é o nível de classificação do assinante que é atualizado com base na experiência do publicador; L_1 é um fator de escala que depende da máxima distância entre dois pontos de referência quaisquer da área de cobertura do serviço na cidade; L_2 é um fator de escala do nível de fadiga associado ao assinante; e, L_3 é um fator de escala relacionado ao nível de classificação associado ao assinante. Por fim, o cálculo do valor de aptidão proposto considera disponibilidade, distância, tráfego, nível de fadiga e grau de satisfação do usuário do serviço. Mais detalhes sobre o modelo podem ser encontrados em Hernandez et al. (2019).

3.2 O Middleware EMSS

O middleware EMSS implementa o modelo de evento EMSS. Assim, as atividades de coleta de subscrições e roteamento ficam espalhadas pela rede. Logo, o middleware EMSS é implementado como um conjunto de *brokers* distribuídos que cooperam entre si para entregar os eventos aos assinantes mais adequados. Os *brokers* são alocados

em regiões da cidade, um para cada região, em que cada *broker* cobre uma mesma área de abrangência/cobertura de uma antena da rede de telefonia móvel. O *broker* inicia o processo de tomada de decisão, com base no envio de mensagem pelo publicador, para todos os eventos que acontecem em sua região. A tomada de decisão envolve apenas um subconjunto de *brokers*, ou seja, o *broker* da região em que ocorre o evento e os *brokers* das regiões com assinantes pertencentes ao serviço solicitado. Desta forma, os assinantes são acionados para tratar a ocorrência. A Figura 2 ilustra a arquitetura do middleware EMSS, sendo que as seguintes premissas foram assumidas:

1. Uma rede de *Fogs* é criada para o envio de eventos.
2. Um *broker* pode executar em um servidor ou objeto inteligente (i. e., um *Fog node*) com capacidade de processamento e comunicação e é associado a uma antena de telefonia celular. Logo, o *broker* executa em um *Fog node* dentro da *Fog* e a comunicação entre os *brokers* acontece através da Internet, assim cada *broker* pode se comunicar diretamente com outro.
3. Os assinantes móveis escolhem o *broker* mais próximo, ou seja, o *Fog node* associado ao *Fog* escolhido, para subscreverem-se de modo a receberem os eventos. A comunicação entre eles acontece através de rede sem fio (4G ou 5G).
4. O publicador (não mostrado na figura) se comunica com os *brokers* através da Internet.

A Figura 2 mostra uma cidade hipotética dividida em 4 regiões, cada uma contendo 4 pontos de referência - eventos são associados a pontos de referência. Cada região possui um único *broker* que é responsável pela gerência dos eventos daquela região e possui pontos de referência associados e gerenciados por ele. Na figura também estão representados os assinantes que são as unidades móveis e um evento de emergência acontecendo na região do *broker* b_2 . Os *brokers* fazem parte de uma infraestrutura fixa de comunicação e os assinantes podem ser considerados nós móveis e, por vezes nós fixos, se comportando como atuadores distribuídos que realizam alguma atividade quando são notificados. O middleware EMSS utiliza uma arquitetura distribuída formando uma rede de *brokers* que pode ser vista como uma rede overlay sobre uma rede física como a Internet.

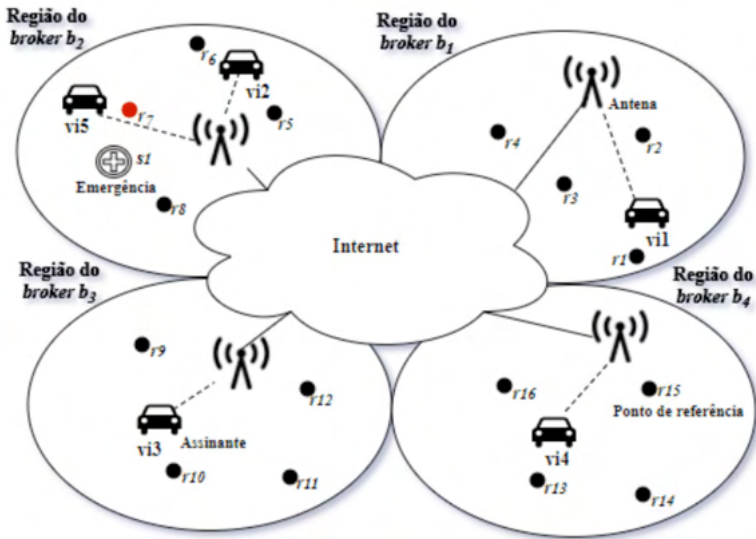


Figura 2 - Arquitetura do Middleware EMSS.
Fonte: Autoria própria.

3.2.1 Redes Overlay

Os *brokers* se conectam entre si para trocar mensagens em relação a eventos formando assim redes *overlay* (ou de sobreposição) sobre a Internet, mais especificamente sobre a rede de *Fogs* criada. Em cada *broker*, uma rede *overlay* é criada para cada serviço s_i e S e ponto de referência r_k e R , par (s_i, r_k) . Cada rede criada segue uma topologia hierárquica em formato de árvore. A Figura 3 mostra as redes *overlay* criadas no *broker* b_1 para o serviço s_i e para os pontos de referência de sua região, tendo como base a cidade hipotética ilustrada na Figura 2. Na Figura 3, a terceira rede do par (s_i, r_3) não é mostrada.

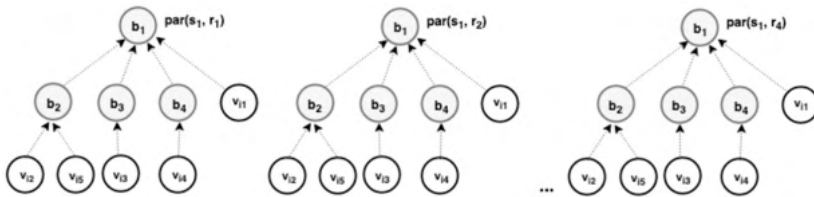


Figura 3 - Redes overlay criadas no broker b_1 .

Fonte: Autoria própria.

As redes *overlay* são utilizadas para a notificação de eventos aos assinantes mais apropriados de cada serviço necessário e ponto de referência em que acontece o evento. A função das redes *overlay* é fazer com que o evento seja enviado a todos os assinantes disponíveis selecionados para tratá-lo, sendo atualizadas dinamicamente conforme os assinantes se movimentam pela cidade.

3.2.2 Subscrição e Notificação de eventos

Uma mensagem de subscrição para um evento é enviada por um assinante quando o mesmo entra na região de um *broker*. A subscrição é importante para que o assinante receba e trate os eventos de interesse. Assim, o *broker* recebendo a subscrição calcula os valores de *fitness* para todos os pontos de referência da cidade e então atualiza dos valores nas redes *overlay* relacionadas aos respectivos pontos de referência de determinado serviço. Acontecendo o evento, o(s) melhor(es) assinante(s) é/são notificados. Os valores de *fitness* podem ser atualizados somente quando o evento acontece ou então de forma contínua para que quando o evento ocorrer a escolha do(s) assinante(s) seja imediata.

A tomada de decisão sempre é iniciada pelo *broker* raiz da rede *overlay* que é acionado para tratar o evento. O *broker* é considerado raiz de uma rede *overlay* quando esta possui os valores de *fitness* de algum dos pontos de referência sob a sua região de abrangência. Quando o *broker* não for a raiz da rede ele é considerado como um *broker* intermediário. Quando o *broker* é a raiz da rede, os valores de *fitness* calculados, exceto os que fazem parte de sua região, são enviados aos outros *brokers* de acordo com os pontos de referência sob a responsabilidade de cada um, atualizando assim o estado do sistema como um todo. Isso para que quando acontecer um evento, um assinante de uma região diferente daquela em que ocorreu o evento seja acionado se ele for mais apto.

Desta forma, o estado do sistema pode ser atualizado de duas formas. Na primeira, **abordagem proativa**, o valor do *fitness* é atualizado de tempos em tempos para que esteja sempre pronto quando necessário para tratar o evento. Enquanto que na **abordagem reativa**, o valor do *fitness* é atualizado somente durante o momento em que o evento acontece. Também uma **abordagem reativa aleatória** pode ser utilizada em que as 50% os assinantes mais adequados podem ser selecionados randomicamente.

3.3 Avaliação do Modelo de Eventos EMSS

Para implementação e avaliação do modelo de eventos EMSS e do middleware EMSS o simulador Sinalgo (DCG, 2015) foi utilizado, sendo adaptado ao cenário de uma cidade. Desta forma, a área da cidade simulada foi uma área de 6Km por 6Km (36 Km²). Essa área foi dividida em 9 regiões de tamanho igual a 2Km por 2 Km (4 Km²). Cada região foi dividida em 4 células de 1Km por 1Km. No centro de cada célula, um ponto de referência foi disposto. Assim, o *broker* de cada região ficou responsável pelos chamados referentes aos 4 pontos de referência associados à sua área. Assumiu-se que em cada região existia a cobertura de um sistema de comunicação sem fio com alcance de comunicação em cada região de 1,44 Km. Além disso, a velocidade das unidades móveis variou entre 30 km/h e 60 km/h e, em relação às condições de tráfego, considerou-se tráfego como lento, moderado ou intenso.

3.3.1 *Estudo de caso*

O estudo de caso aqui apresentado diz respeito ao transporte de passageiros que precisam se deslocar para atendimento médico/hospitalar. Cada passageiro que solicitou o transporte para um destino dentro da cidade foi considerado um publicador de eventos.

3.3.2 *Chamados de eventos*

Os chamados para tratar os eventos foram sinteticamente gerados seguindo um modelo de distribuição *Poisson*, o qual foi utilizado para determinar o período de tempo entre dois chamados consecutivos durante o período de 12 horas, pois é o tempo de trabalho padrão de um motorista que pertence ao serviço. Assim, para cada serviço, foram gerados 10 históricos de chamados para os eventos. Para cada chamado gerado em cada histórico foi definido: (i) O período de tempo entre dois chamados consecutivos (distribuição *Poisson*); (ii) O ponto de referência do evento, o qual foi escolhido aleatoriamente, e; (iii) o *broker* ao qual o ponto de referência foi associado. Os parâmetros foram utilizados para gerar a série de chamados de eventos e os dados foram obtidos de entrevistas a taxistas e motoristas Uber no início do ano de 2019. Assim, uma série de 20 chamados de transporte para cada assinante foram gerados durante as 12 horas de sua jornada de trabalho.

Além disso, o **tempo de desembarque** após o assinante chegar ao local de destino, seguiu o modelo de distribuição Beta. O **tempo de desembarque** é o tempo que o passageiro demora para sair da unidade móvel quando chega ao seu destino. Esse tempo foi gerado com base em dados empíricos. Assim, assumiu-se um tempo de desembarque distribuído entre 2 e 5 minutos. O nível de fadiga foi inicializado em 0 (zero) e foi cumulativo. O nível de avaliação do motorista foi definido como de 0 a 5. Os assinantes receberam um nível de avaliação fixo durante toda a simulação para mostrar o comportamento das unidades móveis em relação ao nível de avaliação do motorista.

3.3.3 *Métricas de desempenho*

A métrica adotada para comparar o desempenho das abordagens proativa, reativa e aleatória foi o **Tempo de Resposta do Serviço** (*Service Response Time*) - TRS. O TRS é o período de tempo desde o momento em que um chamado para o evento acontece até o momento em que cada unidade móvel solicitada chega ao local do evento. Para o serviço de transporte, além do TRS em função do número de unidades disponíveis e em função do nível de avaliação do motorista, a métrica **Número médio de unidades móveis ativadas** - NUMA foi utilizada, ou seja, o número médio de unidades móveis ativadas em 12 horas de acordo com o nível de avaliação do motorista. Este número significa a média de unidades móveis ativadas pertencentes a um dado nível de avaliação do motorista.

3.3.4 *Simulações*

Foram realizadas 3.600 simulações para o serviço apresentado neste artigo para as abordagens **proativa**, **reativa** e **aleatória**. As abordagens **proativa** (*Proactive Most Suitable – PMS*), **reativa** (*Reactive Most Suitable – RMS*) e **aleatória** (*Reactive Random-RR*) foram comparadas considerando o TRS e o NUMA de acordo com o cenário da Tabela 1

Chamados/dia*	Unidade móveis	Cenário	RS	Número de HC	TRS
120	6	1	30	10	300
240	12	2			
360	18	3			
480	24	4			

*Total de chamados por dia RS = Rodadas de Simulação HC = Histórico de chamados TRS = Total de Rodadas de Simulação.

Tabela 1 - Cenários simulados no serviço de transporte.

3.4 Resultados

Para os resultados, o nível de confiança calculado foi de 95%. No serviço simulado, a mobilidade está presente, pois as unidades móveis se movimentam pela cidade e param para pegar passageiros que necessitam de transporte médico/hospitalar e os deixar em seu destino.

Os 4 cenários apresentados na Tabela 1 foram simulados para as abordagens PMS, RMS e RR. Todos mostraram um comportamento semelhante quando foi avaliado o número de unidades móveis ativadas em relação ao nível de avaliação do motorista (NUMA). A Figura 4 mostra um exemplo deste comportamento para o cenário 4. O *fitness* leva em conta o nível de avaliação do motorista, pois motoristas com uma avaliação maior são acionados com mais frequência. Isso aconteceu em todas as abordagens.

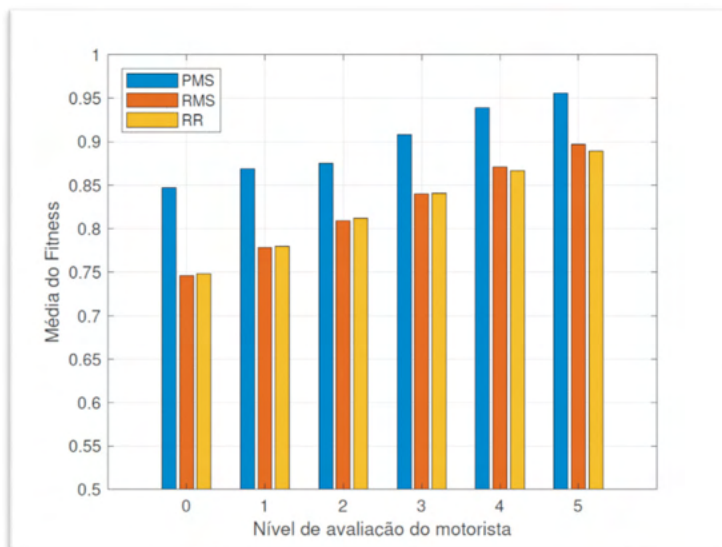


Figura 4 - Média do número de unidades móveis ativadas de acordo com o nível de avaliação do motorista para o serviço de transporte.

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 5 mostra o comportamento do TRS levando em consideração o número de unidades disponíveis. Na figura, o TRS foi menor na abordagem PMS em relação as outras abordagens em todos os cenários simulados. Na abordagem PMS, o TRS diminuiu a medida em que o número de unidades móveis aumentou. Isso quer dizer que com mais unidades móveis disponíveis, mais rapidamente as mesmas chegam ao local em que o passageiro se encontra. Na abordagem RMS, o TRS apresentou um comportamento similar. A abordagem RR não apresentou um padrão definido pois escolhe as unidades móveis de forma aleatória. A diferença do TRS, especialmente entre as abordagens RMS e PMS, se deve ao tempo gasto para que a abordagem reativa tenha condições de fazer a escolha de quais unidades móveis devem ser acionadas.

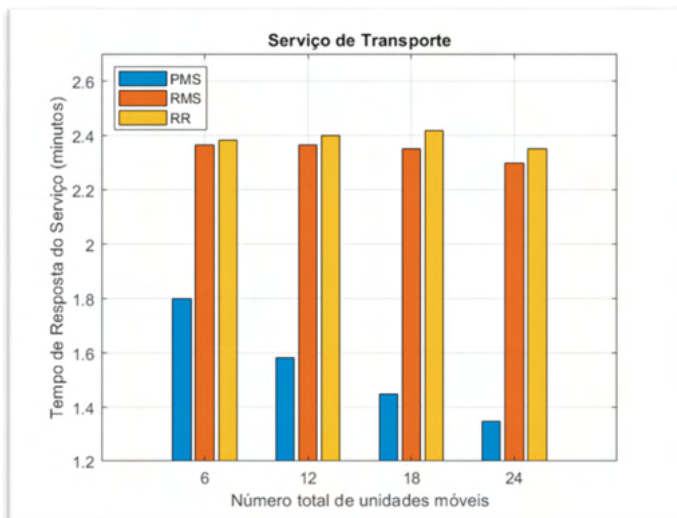


Figura 5 - Comparação das abordagens PMS, RMS e RR em relação ao número de unidades móveis disponíveis para o serviço de transporte.

Fonte: Autoria Própria.

Por fim, de acordo com os dados apresentados, escolher as unidades móveis mais adequadas é melhor do que uma escolha aleatória. Os motoristas chegam mais rapidamente até o passageiro e, como consequência, até o destino. Além disso, a abordagem proativa apresentou resultados melhores em relação as outras duas abordagens simuladas, podendo ser utilizada para este serviço que apresenta mobilidade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Computação em Nuvem, juntamente com a computação *Fog*, pode desempenhar um papel muito importante no gerenciamento geral de eventos relacionados ao transporte de passageiros que necessitam de transporte médico/hospitalar. A plataforma de computação em nuvem fornece servidores virtuais gerenciáveis e escalonáveis, recursos de armazenamento, recursos de computação, redes virtuais e largura de banda de rede, de acordo com o requisito e a acessibilidade do cliente. Também fornece solução para processar o conteúdo distribuído. Além disso, os dados podem ser acessados sem o problema de manter grandes dispositivos de armazenamento e computação. Desta forma, neste trabalho utilizou uma arquitetura baseada em *Fog Computing* para validar o middleware EMSS quanto ao transporte de passageiros para cuidados médicos/hospitalares. Os resultados mostraram que a escolha das unidades móveis mais adequadas é melhor do que uma escolha aleatória. Como trabalho futuro pretende-se implementar um aplicativo utilizando o modelo EMSS proposto neste artigo.

REFERÊNCIAS

AAZAM, M.; HUH, E. N. E-HAMC: Leveraging Fog computing for emergency alert service. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops, PerCom Workshops 2015*, 518–523.

AKRIVOPOULOS, O.; et al. On the Deployment of Healthcare Applications over Fog Computing Infrastructure. *IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference*, 2017, 288–293.

BONOMI, Flavio; et al. Fog computing and its role in the internet of things. In: *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing*, ACM, 2012. p. 13–16.

BOONMA, P.; SUZUKI, J. TinyDDS: An Interoperable and Configurable Publish/Subscribe Middleware for Wireless Sensor Networks. *Wireless Technologies: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*, 2011, 819–846.

CARZANIGA, A.; ROSENBLUN, D. S.; WOLF A. L. Design and Evaluation of a Wide-Area Event Notification Service, 2001, *19*(3), 332–383.

CENEDESE, A.; et al. Padova smart City: An urban Internet of Things experimentation. *Proceeding of IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks*, 2014.

CHITUMALLA, P. K., et al. Emergency response applications: Dynamic plume modeling and real-time routing. *IEEE Internet Computing*, IEEE, v. 12, n. 1, p. 38–44, 2008.

COSTA, P.; et. al. The RUNES middleware for networked embedded systems and its application in a disaster management scenario. *Proceedings - Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, PerCom 2007*, 69–78.

GUIBERT, Daphné; et al. Cc-fog: Toward content-centric fog networks for e-health. In: *IEEE 19th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services*, 2017.

HERNANDES, Sediane C. L. et al. An Efficient Event-Based Protocol for Emergency Situations in Smart Cities. In: *International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2019)*. Springer, Cham, 2019. p. 523-534.

KAFKA, Apache. *Apache kafka a distributed streaming platform*. 2018.

LAI, S.; CAO, J.; ZHENG, Y. PSWare: A publish / subscribe middleware supporting composite event in wireless sensor network. *7th Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, PerCom 2009*.

LEONTIADIS, Ilias. Publish/subscribe notification middleware for vehicular networks. In: *ACM. Proceedings of the 4th on Middleware doctoral symposium*. [S.I.], 2007. p. 12.

MEIER, R.; CAHILL, V. STEAM: Event-based middleware for wireless ad hoc networks. *Proceedings - International Conference on Distributed Computing Systems, 2002-Janua*, 639–644.

MOHANTY, S. P.; CHOPPALI, U.; KOUGIANOS, E. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 2016, *5*(3), 60–70.

MUSOLESI, M.; MASCOLO, C.; HAILES, S. EMMA: Epidemic Messaging Middleware for Ad hoc networks. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2006, 10(1), 28–36.

PIETZUCH, P. R.; BACON, J. M. Hermes: A distributed event-based middleware architecture. *Proceedings - International Conference on Distributed Computing Systems, 2002–Janua*, 611–618.

RIBEIRO, Admilson R.L.; et al. Sensorbus: a middleware model for wireless sensor networks. In: *ACM. Proceedings of the 3rd international IFIP/ACM Latin American conference on Networking*. [S.l.], 2005.

RICHARDSON, Alexis et al. Introduction to rabbitmq. Google UK, available at <https://www.rabbitmq.com/resources/google-tech-talk-final/alexis-google-rabbitmq-talk.pdf>, retrieved on Mar, v. 30, p. 33, 2018.

SANTOS, José; et al. Resource provisioning for iot application services in smart cities. In: IEEE. *13th International Conference on Network and Service Management (CNSM)*. [S.l.], 2017. p. 1–9.

SILVA, J. R.; et al. PRISMA: A publish-subscribe and resource-oriented middleware for wireless sensor networks. *Advanced International Conference on Telecommunications, AICT, 2014–July(July)*, 87–97.

SOUTO, E.; et al. Mires: A publish/subscribe middleware for sensor networks. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2006, 10(1), 37–44.

WANG, Shuo; et al. A survey on mobile edge networks: Convergence of computing, caching and communications. *IEEE Access*, IEEE, v. 5, p. 6757–6779, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 128, 130, 131, 132, 134, 137

Agrupamentos 18, 19, 23, 24

Ahorro 110, 111, 112, 113, 114, 116, 118, 119

Aprendizado de máquina 18

Aproveitamento de resíduos sólidos 63

Atividade antifúngica 127, 132

B

BNCC 1, 2, 3, 4, 5, 81

C

Cobertura vegetal 29, 150

Covid-19 1, 2, 3, 84, 85, 139, 146, 147, 148, 177

Criptocarste 29, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41

D

Desafios tecnológicos 84

Desempenho acadêmico 208, 210, 211, 212

Desenvolvimento humano 73, 74, 80, 82

Design thinking 55, 56, 57, 58, 60, 61, 90

Desigualdade triangular 18, 23, 24, 25, 27

E

Educação matemática 74

Engenharia de software 56, 57, 60

ENOS 42, 44, 48

Ensino de engenharia 107

Ensino de física 1, 2, 4, 88, 90, 98, 109

Ensino remoto 1, 2, 3, 4, 5, 84, 177, 188

Epicarste 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39

Estudantes universitarios 208

F

Ferramentas tecnológicos 177, 188

Física 1, 2, 3, 4, 5, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 98, 101, 102, 105, 106, 108, 109, 150, 164, 168, 177, 185, 187, 188, 192, 199

Física experimental V 177, 188

G

Geoconservação 139, 144, 149

Geologia 139, 141, 143, 146, 149

Geoparque 139, 140, 141, 144, 145, 146, 147, 148, 149

Geossítios 139, 142, 143, 144, 149

Gestión social 110

I

Inovação 55, 56, 61, 89, 108

Inovação das ideias 55

J

Jogo matix 74

K

K-means 18, 26, 27

L

Leite 120, 121, 122, 124, 126

Liofilização 120, 121, 122, 123, 126

M

Magnetostática 177, 178, 179, 180, 187

Matemáticas 208, 209, 210, 211, 212

Material de referência 120, 121, 126

Mudanças climáticas 42, 44, 53

N

Números inteiros 73, 74, 75, 77, 78, 81, 82

P

Pesquisa 19, 20, 44, 71, 74, 75, 83, 86, 88, 89, 90, 105, 107, 109, 131, 132, 180, 182, 200

Pobreza energética 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Potencial antioxidante 128, 132

Processos geoquímicos 29, 30, 31, 34

S

Sincorá 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

Solos 29, 36, 37, 38, 64, 71

Superfície urbana 150

Sustentabilidade 63

T

Temperatura por satélite 150

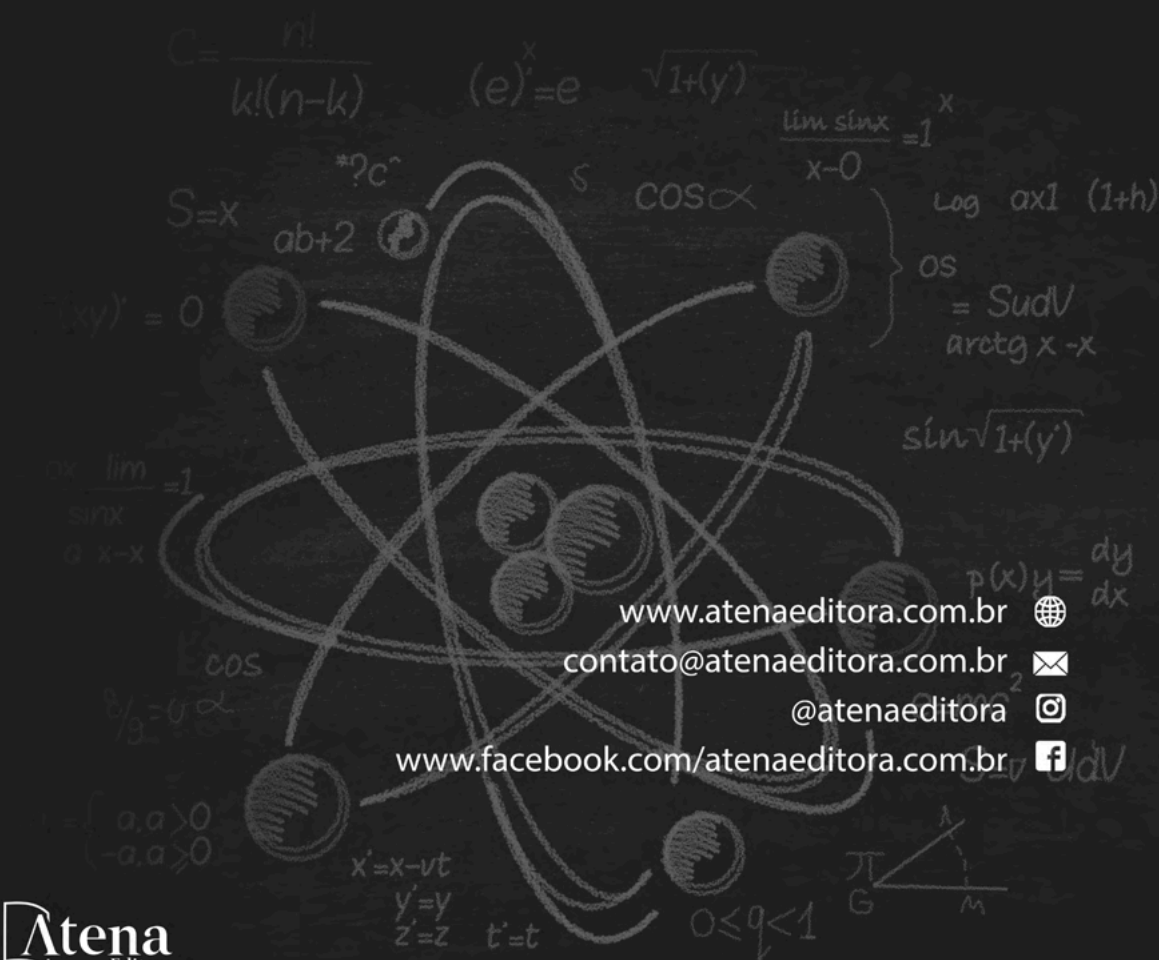
Tintas naturais 63, 64, 65, 71

U

Urbanização 42, 46, 150, 160

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

Observação, formulação e previsão 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

Observação, formulação e previsão 2