

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING**

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

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



Collection: applied environmental and sanitary engineering

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied environmental and sanitary engineering /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-857-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.578221901>

1. Environmental and sanitary engineering. I. Paniagua,
Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

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.



PRESENTATION

The e-book: "Collection: Applied environmental and sanitary engineering" consists of nineteen book chapters that address different themes, but which converge to an enormous concern that increasingly threatens the quality and well-being of future generations: use sustainable environment and its different biotic and abiotic factors. In this sense, the organization and presentation of book chapters was carried out in four thematic areas, providing a better organization and sequencing, leading to a better understanding and ease in understanding each chapter in this e-book. Therefore, the e-book was divided into four thematic areas, namely: *i)* evaluation of the quality of water resources intended for human consumption; *ii)* emission of particulate materials from the combustion of fuels by the fleet of motor vehicles and the burning of large green areas in order to meet the interest of the agricultural sector; *iii)* actions to minimize the amount of waste sent to sanitary landfills, controlled or dumps based on the practice of segregating recyclable waste; *iv)* basic sanitation and the increase in the Human Development index, generation of energy and fertilizers from biodigestion processes and the presence of pesticides and pharmaceuticals in foods of animal origin.

The first theme consists of six book chapters dealing with the importance of continuous monitoring of water quality for drinking purposes, with studies being presented that prove the lack of efficiency in removing microorganisms with pathogenic properties. Furthermore, the importance and creation of public policies in order to avoid the eutrophication of aquatic bodies that are increasingly common in urban areas. The second consists of four chapters that evaluated the air quality from the emission of particulate materials from human activities, including the burning of fuels and fires in different biomes and how these have been influencing the increase in the formation of islands of heat in urban centers.

The third theme consists of four book chapters that address the importance of carrying out the construction of residential works (condominiums) in order to encourage residents to develop an environmental awareness in relation to the segregation of waste, especially organic and recyclable ones, and the latter would be intended for people who work and with recycling and who contribute significantly to the reduction in the final disposal of waste. Finally, the fourth theme consists of five chapters that present works that discuss the importance of biodigestion in rural areas, basic sanitation as an important factor in determining the HDI and the importance of monitoring the presence of pesticides and drugs in food of animal origin.


In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging researchers from Brazil and other countries to publish their work with a guarantee of quality and excellence in the form of books and book chapters that are available on the Editora's website and elsewhere. digital platforms with free access.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DE INDICADORES ATMOSFÉRICOS EM COMPOSTOS DE CHUVA OCORRIDOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO UTILIZANDO O MODELO NUMÉRICO WRF


Fabricio Polifke da Silva
Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva
Wallace Figueiredo Menezes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219011>

CAPÍTULO 2..... 14

ANÁLISE DO PADRÃO DA ÁGUA POTÁVEL COMERCIALIZADA EM RELAÇÃO AOS ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES PELA TÉCNICA DE RADIAÇÃO SINCROTRON E DE COLIFORMES FECALIS PELO MÉTODO COLILLERT®


Ariston da Silva Melo Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219012>

CAPÍTULO 3..... 27

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCOS MICROBIOLÓGICOS (AQRM) ASSOCIADOS AO REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: ESTUDO DE CASO EM MACEIÓ-AL


Ivo Gabriel Guedes Alves
Marcio Gomes Barboza
Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219013>

CAPÍTULO 4..... 42

GRAU DE EUTROFIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA, ES, BRASIL


Gemael Barbosa Lima
Gilberto Henke
Wanderson de Paula Pinto
Julielza Betzel Badotto
Claudinei Antônio Montebeller

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219014>

CAPÍTULO 5..... 56

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO CON PERSPECTIVA DE GÉNERO EN COMUNIDADES MAYAS DE MÉXICO

Delghi Yudire Ruiz Patrón
Cindy Vianely Cetina Aguilar
Jesús Antonio Santos Tejero
José Efraín Ramírez Benítez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219015>

CAPÍTULO 6..... 72

DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL PARA O DIMENSIONAMENTO

DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Lorena Francyne Queiroz Rocha

Marcio Gomes Barboza

Wagner Roberto Oliveira Pimentel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219016>

CAPÍTULO 7..... 87

COMPORTAMENTO DAS QUEIMADAS NOS BIOMAS BRASILEIROS ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2020


Débora Cristina Correia Cardoso

Daniely Neckel Rosini

Jordana dos Anjos Xavier

Valter Antonio Becegato

Alexandre Tadeu Paulino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219017>


CAPÍTULO 8..... 102

QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS A PARTIR DA QUEIMA DE BIOMASSA EM LAGES-SC

Jordana dos Anjos Xavier

Valter Antonio Becegato

Alexandre Tadeu Paulino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219018>

CAPÍTULO 9..... 114

MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO KRIGAGEM NA MEDIÇÃO DE ILHA DE CALOR EM SANTARÉM-PA

Felizandra Pereira de Aquino

Hudson Ferreira Dias


Victor Hugo da Rocha Uchoa

Carlos Manoel Rocha Melo

Raphael Tapajós

Wilderclay Barreto Machado

Rodrigo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219019>

CAPÍTULO 10..... 124

MODELAGEM E PREVISÃO DA CONCENTRAÇÃO DE PM₁₀ NA CIDADE DE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Wanderson de Paula Pinto

Valdério Anselmo Reisen

Gemael Barbosa Lima


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190110>

CAPÍTULO 11..... 134

PANORAMA DA COLETA SELETIVA EM SALVADOR-BA E A EXPERIÊNCIA DE COOPERATIVAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS COM OS POSTOS DE ENTREGA

VOLUNTÁRIA (PEV)


Juliane Figueredo de Araújo Ribeiro
Gabriela Vieira de Toledo Lisboa Ataíde
Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190111>

CAPÍTULO 12..... 144

PROPOSTA METODOLÓGICA DE AVALIAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA PROMOVER A RECICLAGEM INCLUSIVA


Andréa Cardoso Ventura
José Célio Silveira Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190112>

CAPÍTULO 13..... 156

OPTIMIZING REVERSE LOGISTIC NETWORK PROPOSAL OF WASTE PICKERS ORGANIZATIONS WITH WASTE TRANSFER STATIONS TO IMPROVE THE ECONOMIC EFFICIENCY OF RECYCLING CHAIN


Marcus Camilo Dalvi Garcia
Renato Ribeiro Siman
Maria Claudia Lima Couto
Luciana Harue Yamane
Rodrigo Alvarenga Rosa
Gisele de Lorena Diniz Chaves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190113>

CAPÍTULO 14..... 178

ECONDOMÍNIOS PROJECT: SOLID WASTE MANAGEMENT IN RESIDENTIAL CONDOMINIUMS


Gerson Araujo de Medeiros
Ana Paula Loro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190114>

CAPÍTULO 15..... 186

ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE BIODIGESTÃO UTILIZANDO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE ROSANA


Sabrina Emília de Almeida Pavez
Letícia Sabo Boschi
Claudia Gonçalves de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190115>

CAPÍTULO 16..... 205

RELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE SANEAMENTO E ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDH) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL


Rafaela Ferrareis Loubato
Gemael Barbosa Lima
Claudinei Antônio Montebeller
Wanderson de Paula Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190116>

CAPÍTULO 17.....218

MONITORAMENTO DA REMOÇÃO MULTIELEMENTAR EM TRATAMENTO POR VALA DE FILTRAÇÃO

Ariston da Silva Melo Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190117>

CAPÍTULO 18.....234

QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS (MEDICAMENTOS VENCIDOS) GERADOS EM UM HOSPITAL ESCOLA LOCALIZADO NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Camila Cristina da Silva Moraes

João Vicente Franceschi

Letícia Piteli Balan

Lucas Eduardo Zacarias Gomes


Marcos Vinicius de Souza Serrano

Paulo Giovanni Coraucci Netto

Vinicius Solimani Marquezam

Vitor Vilela Pinese

Luciana Rezende Alves de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190118>

CAPÍTULO 19.....245


DETECTION AND QUANTIFICATION OF MULTIRESIDE PESTICIDES AND PHARMACEUTICALS IN FOODS OF ANIMAL ORIGIN USING THE QuEChERS METHOD IN PREPARATION OF SAMPLES

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Bruno Elias dos Santos Costa

Anelise dos Santos Mendonça Soares

Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190119>

SOBRE O ORGANIZADOR.....256

ÍNDICE REMISSIVO.....257

MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO KRIGAGEM NA MEDIÇÃO DE ILHA DE CALOR EM SANTARÉM-PA

Data de aceite: 10/01/2022

Data de submissão: 08/10/2021

Felizandra Pereira de Aquino

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará
<http://lattes.cnpq.br/7708305383372473>

Hudson Ferreira Dias

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará

Victor Hugo da Rocha Uchoa

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará
<http://lattes.cnpq.br/7430102148484806>

Carlos Manoel Rocha Melo

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará
<http://lattes.cnpq.br/8755029354433462>

Raphael Tapajós

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará
<http://lattes.cnpq.br/3925768576575087>

Wilderclay Barreto Machado

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará
<http://lattes.cnpq.br/7928041665593236>

Rodrigo da Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém –Pará
<http://lattes.cnpq.br/9990287494145760>

RESUMO: Este trabalho consistiu em analisar a ilha de Calor no centro urbano de Santarém através do método geostatístico de espacialização de dados pontuais chamado de Krigagem, onde se estima o valor de um dado atributo da localização não medida. Usando este método, a função de correlação espacial entre os dados pode ser usada para estimar o valor de um determinado atributo da localização não observada. Os dados de temperatura do ar foram obtidos através de uma rede de sensores sem fio da marca *HOBO*, os quais foram distribuídos em vários locais tanto na região urbana quanto na zona rural de Santarém, Pará. Observou-se em Santarém a formação de arquipélago de ilhas de calor com acentuados incrementos de calor devido à urbanização quando comparado com áreas mais afastadas do centro urbano, com valores médios por 7 dias em até 5 °C, configurando uma forte influência de ecossistema artificial no ambiente urbano em aquecer a camada de ar sobrejacente de ar na cidade em relação à zona rural. Verificou-se que a área vegetada situada no parque da Cidade em Santarém, foi capaz de reduzir valores de temperatura do ar em até 2 °C em relação à área do seu entorno no centro urbano de Santarém. Esta redução de temperatura do ar foi verificada no bosque situado nas dependências da UFOPA, Campus Tapajós. Esta redução ocorre devido à partição de energia, onde a vegetação tem a capacidade de conduzir o uso da energia disponível no ecossistema não só para aquecer o ar, mas também para a evapotranspiração. A interceptação da radiação solar direta é diminuída pela presença da vegetação, diminuindo

consequentemente o super aquecimento do terreno e a emissão de calor para a atmosfera e, reduzindo, portanto, o efeito de ilha de calor.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço de radiação; ação antrópica, interpolação, climatologia urbana.

KRIGAGE INTERPOLATION METHOD IN HEAT ISLAND MEASUREMENT IN SANTARÉM-PA

ABSTRACT: This work consisted of analyzing a Heat Island in the urban center of Santarém through the geostatistical method of spatialization of punctual data called Krigagem, where the value of a given attribute of the unmeasured location is estimated. Using this method, a spatial correlation function between the data can be used to estimate the value of a given attribute from the unregistered location. The air temperature data were obtained through a network of wireless sensors of the HOBO brand, which were distributed in various locations both in the urban and rural areas of Santarém, Pará. An archipelago formation was observed in Santarém. of heat islands with accentuated heat increments due to urbanization when compared to areas further away from the urban center, with average values for 7 days at up to 5 °C, configuring a strong impact of artificial ecosystem in the urban environment in heating an air layer overlying air in the city in relation to the countryside. It was found that a vegetated area located in the Parque da Cidade in Santarém was able to reduce the air temperature values by up to 2 °C in relation to its surroundings in the urban center of Santarém. This reduction in air temperature was verified in the forest located on the premises of UFOPA, Campus Tapajós. This reduction is due to energy partitioning, where an area has the ability to use the energy available in the ecosystem not only to heat the air, but also to an evapotranspiration. The interception of direct solar radiation is diminished by the presence of vegetation, consequently decreasing the overheating of the terrain and an emission of heat to the atmosphere and, therefore, the heat island effect.

KEYWORDS: Radiation balance; anthropic action, interpolation, urban climatology.

1 | INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos do uso da geoestatística datam de 1911, com W.B. Mercer e A. D. Hall que examinaram a variação da produção de culturas no espaço de pequenos lotes. Mas somente na década de 60 a geoestatística foi consolidada. Na área de mineração, em 1951, Daniel G. Krige, engenheiro de minas de ouro na África do Sul, observou ganhos na precisão das estimativas com dados de concentração do mineral quando considerou as amostras vizinhas (KRIGE, 1951).

A geoestatística parte do princípio que quanto mais próximas as amostras, mais parecidas entre si elas se apresentaram. Segundo Soares (2006), abrange um conjunto de métodos, técnicas e instrumentos estatísticos que caracterizam os fenômenos espaciais naturais e tem 42 por objetivo a caracterização da dispersão espacial e espaço-temporal das grandezas que definem a quantidade e a qualidade de recursos naturais e outros fenômenos em que os atributos manifestem certa estrutura no espaço e ou no tempo. Neste

contexto, destaca-se o método de interpolação por krigagem, no qual se pode estimar o valor de uma dada propriedade para um local onde não foi medida.

Com este método, pode-se estimar o valor de uma dada propriedade em local não observado, utilizando uma função de correlação espacial entre os dados, sem viés e com variância mínima (VIEIRA,2000). A interpolação por krigagem, ou simplesmente krigagem, cujo nome foi dado em homenagem a Daniel G. Krige, consiste em ponderar os vizinhos mais próximos do ponto a ser estimado, obedecendo os critérios de não tendenciosidade, que significa que em média a diferença entre valores estimados e observados para o mesmo ponto deve ser nula e ter mínima variância, ou seja, que os estimadores possuam a menor variância dentre todos os estimadores não tendenciosos.

Comparando a estatística clássica e a geoestatística, podemos dizer que requer normalidade e independência espacial entre os dados, enquanto a geoestatística requer correlação e dependência espacial.

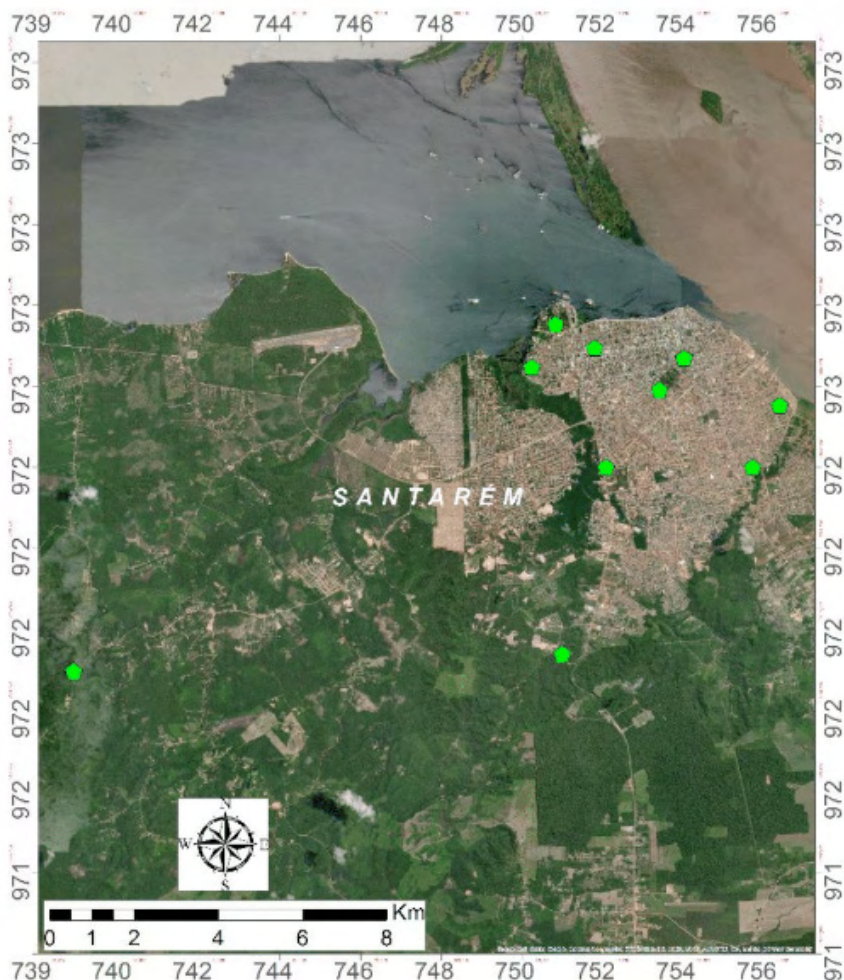
Esse método Krigagem ou Krigeagem (do inglês *Kriging*) sendo feita apenas uma interpolação de regressão geoestatística de aproximação de dados pessoais. Porém tem recebido várias críticas porque a interpolação de dados é uma abstração da realidade, na medida em que se afasta do ponto de observação e os resultados serão mais ou menos próximos à realidade em função da densidade da malha de registro de dados e sua distribuição espacial, das características das unidades do relevo e do método utilizado para interpolar (AMORIM, 2010).

2 | MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Santarém (Figura 1) situada na porção oeste do Estado do Pará, delimitada pelas coordenadas 2° 25' 30" S, 54° 42' 50" W. A cidade possui área territorial de 22.886,624 km², com população total de 294.580 habitantes distribuídos em 215.790 residentes na zona urbana e 78.790 na zona rural (IBGE, 2010). Situa-se na confluência dos rios Tapajós e Amazonas.

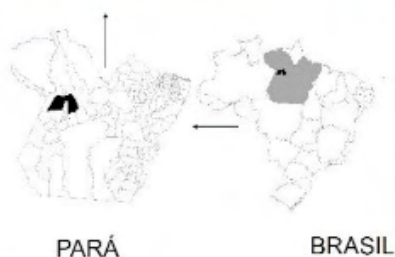
O clima dominante na região é quente e úmido, com temperatura média anual variando entre 25° e 28°C. Segundo a classificação climática de Köppen, Santarém enquadra-se no tipo climático Am, ou seja, o clima é equatorial úmido com uma estação seca bem definida e outra com elevados índices pluviométricos. A estação chuvosa corresponde aos meses de dezembro a junho e a estação menos chuvosa compreende os meses entre julho e novembro. A pluviosidade média anual é de 1.920 mm (Jacinto et al., 2006). Apresenta pouca variabilidade na umidade relativa do ar e temperatura do ar, pressão atmosférica e velocidade do vento, devido estar localizada em latitude tropical próxima à linha



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Projeção UTM - Universal Transversal de Mercator
 Datum: WGS 1984, Zona 21 S

Legenda

● Sensores



PARÁ

BRASIL

FIGURA 1: Localização da cidade de Santarém (PA).

Fonte: Mapa realizado pelos próprios autores.

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram obtidos a partir de medidas do sensor termohigrômetro na marca

HOBO, consistindo em 11 sensores distribuído na área urbanizada e área rural (marginal) da cidade de Santarém, PA. Entre 13 e 20 de agosto de 2021.

O registrador de dados da marca HOBO é um dos instrumentos mais utilizados para a obtenção da temperatura do ar. Os modelos HOBO pro v2, servem como medidores e gravadores de dados, que quando conectados ao computador disponibilizam a leitura dessas medições. Para programar e descarregar os dados de um data logger você precisa do programa *HOBOWARE*. Este programa oferece funções como: gráficos, análise de dados, exportação de dados e gerenciamento simultâneo de vários registradores. Fornece também inicialização básica, leitura, plotagem e recursos para exportação de dados.

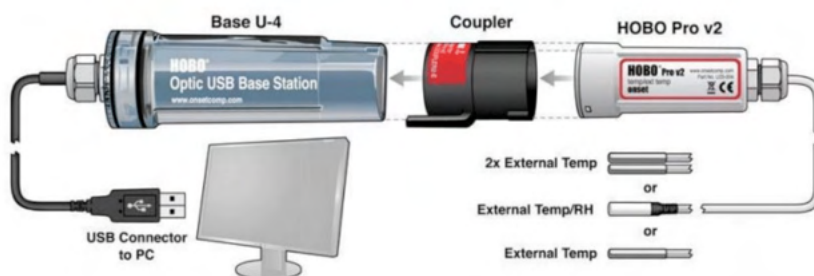


FIGURA 2: Equipamento utilizado na pesquisa.

Fonte: <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u23-00>



FÍGURA 03 : Abrigo para o sensor HOBO

Fonte: autores

Foram construídos abrigos para os protótipos de blindagem plástica multi painel na combinação um sensor de dados HOBO, consiste em pratos plásticos brancos como painéis sobrepostos que ajudam a passar o ar e protegem o equipamento minimizando as interferências causadas pela radiação solar e da chuva. Além disso, também pode ser usado como um material de isolamento térmico, de acordo com Sugestões de (2008). Construídos pelos alunos do curso de Ciências da Terra da Universidade Federal do oeste do Pará, sob a orientação do Professor Dr. Wilderclay Barreto Machado. Como uma solução barata e eficaz para atenuar os efeitos nas medidas de temperatura, como a incidência direta da radiação solar, o aprisionamento de ar (microclima) no sensor e chuva. Para isso, configurou-se um abrigo conforme figura 3 abaixo.

Para determinar a intensidade da ilha de calor foi utilizado o mesmo método de Gomez e Garcia (2003), os dados dos pontos extremos devem indicar se uma ilha de calor se forma e qual a sua intensidade, este método agrupa a magnitude em função da intensidade (tabela 01).

| |
|---------------------------|
| Entre 0 a 2°C FRACA |
| Entre 2 a 4°C MODERADA |
| Entre 4 a 6°C FORTE |
| Maior que 6°C MUITO FORTE |

Tabela 01: Classificação da ilha de calor conforme sua magnitude em função da intensidade de acordo com Gomez; Garcia (2003).

4 | RESULTADOS

A fim de realizar a análise da ilha de calor em santarém através do método geostatístico de Krigagem na cidade de Santarém-PA, onde foram distribuídos 11 sensores termohigrômetros em diferentes feições tanto do centro urbano quanto da área rural.

A interpolação pela geoestatística ocorre com base no princípio da auto correlação espacial, ou seja, a semelhança de um ponto com seu entorno próximo. Esse método Krigagem ou Krigeagem (do inglês Kriging) sendo feita apenas uma interpolação de regressão geoestatística de aproximação de dados pessoais. Porém tem recebido várias críticas porque a interpolação de dados é uma abstração da realidade, na medida em que se afasta do ponto de observação e os resultados serão mais ou menos próximos à realidade em função da densidade da malha de registro de dados e sua distribuição espacial, das características das unidades do relevo e do método utilizado para interpolar (AMORIM, 2017).

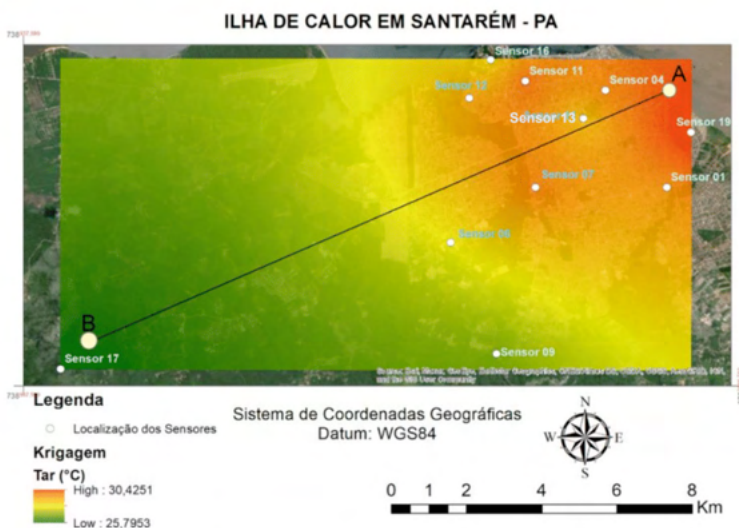


FIGURA 04 : Distribuição espacial da intensidade das ilhas de calor.

Fonte: Autores (2021).

Foi possível perceber na figura 04 maiores valores de temperatura na em áreas mais urbanizadas, no centro comercial de santarém, cujas cores são avermelhadas e com valores acima de 30 °C.

Percebeu-se também que há 6km de distancia do centro urbano, houve uma diminuição da temperatura do ar, cujos valores se situaram na escala da cor amarela, cujos valores giram em torno de 28°C. A partir desta distância, verificou-se que os valores de temperatura do ar diminuíram drasticamente, como mostra a figura 04, cuja cor é verde com valores médios diários em até 25,7°C. De acordo com a tabela 02 (diferença entre os valores médios dos sensores 19 e 17), foi possível perceber que houve uma notória diferença de temperatura do ar entre área urbanizada e rural, cujo valor forade até 5°C. Tal diferença indica forte intensidade da ilha de calor que a modificação da paisagem em santarém proporciona para a população.

| ID | N Total | Média (°C) | Desvio Padrão | Mínima (°C) | Mediana (°C) | Máxima (°C) | Amplitude Térmica (°C) |
|-----------|---------|------------|---------------|-------------|--------------|-------------|------------------------|
| Sensor 01 | 768 | 29,1 | 3,3 | 24,2 | 28,5 | 37,2 | 13,0 |
| Sensor 04 | 768 | 29,5 | 3,0 | 21,8 | 29,2 | 35,3 | 13,5 |
| Sensor 06 | 768 | 28,1 | 2,9 | 23,5 | 27,6 | 33,6 | 10,1 |
| Sensor 07 | 596 | 29,8 | 3,3 | 22,5 | 29,8 | 35,4 | 12,9 |
| Sensor 09 | 768 | 26,8 | 3,3 | 22,7 | 25,7 | 34,7 | 11,9 |
| Sensor 11 | 768 | 30,2 | 3,3 | 24,9 | 29,8 | 38,1 | 13,1 |
| Sensor 12 | 768 | 29,3 | 3,2 | 23,9 | 29,0 | 36,6 | 12,7 |
| Sensor 13 | 768 | 28,1 | 2,3 | 23,1 | 28,2 | 32,7 | 9,6 |
| Sensor 16 | 768 | 27,8 | 2,3 | 23,4 | 27,7 | 32,1 | 8,8 |
| Sensor 17 | 767 | 25,8 | 3,0 | 21,4 | 25,1 | 32,2 | 10,8 |
| Sensor 19 | 768 | 30,8 | 1,4 | 27,7 | 30,9 | 33,8 | 6,2 |

Tabela 02 – Valores Médias de Temperatura do ar, Desvio padrão, Temperaturas mínima, mediana, máxima e amplitude máxima.

Notou-se também na figura 04, uma abrupta diminuição nos valores médios de temperatura do ar no centro urbano de santarém nos sensores 13 e 16, cujas cores se situaram na escala do amarelo, cuja diferença de temperatura fora de até 2°C. Essa diferença mostra o efeito de bosques urbanos, uma vez que neste lugares há predominância da vegetação. As folhas e ramos presentes na classe “vegetação” reduzem a quantidade de radiação solar que chega à superfície abaixo da copa, uma vez que parte da radiação solar incidente é absorvida pelas folhas e utilizada para fotossíntese, e outra fração é refletida de volta para a atmosfera. Como consequência, o sombreamento diminui a temperatura da superfície e, por outro lado, superfícies mais frias acabam também por reduzir o calor transmitido para as edificações e a atmosfera. Diferentes estudos mostram que a redução na temperatura de paredes e telhados pode chegar a 20 °C pelo efeito de sombreamento da vegetação (AKBARI et al., 1997; SCOTT et al., 1999).

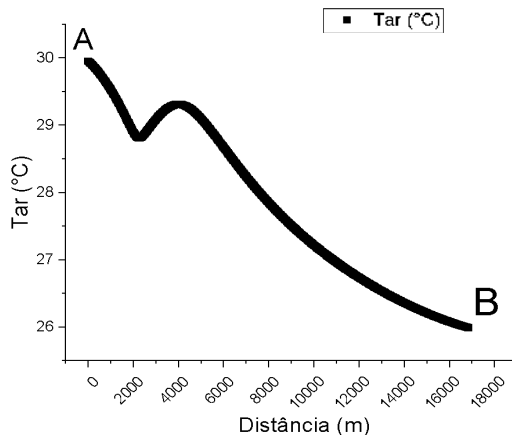


FIGURA 05 : Distribuição espacial em linha reta dos valores médios da temperatura do ar do ponto A ao ponto B.

Na figura 05, é possível observar uma amostra em linha reta partindo do ponto A (área urbanizada) ao ponto B (área rural ou mais afastada do centro urbano). Verificou-se no em 2000m de distancia, uma acentuada diminuição nos valores médios de tempetarua do ar, de 30°C para até 28,5. Este efeito está relacionado à presença de bosque urbano (parque da cidade), cuja a condição de superfície é predominantemente de vegetação. Em seguida, quando acaba o bosque, um aumento uma bolha de temperatura fora detectada devido à áreas artificiais nos 2000 m até 8000 m. A partir daí, verificou-se uma acentuada diminuição da temperatura do ar para até 26°C, cuja área da superfície era arborizada (área rural).

Diniz Júnior (2013) concluiu que a vegetação, entre outros benefícios, influência nos dois mecanismos principais para a redução da temperatura do ar: o processo de evapotranspiração, que converte a energia solar em água evaporada ao invés de aumentar a temperatura do ambiente; e o sombreamento, que mantém as superfícies mais frescas, reduzindo a emissão de calor. A formação de ilhas de calor urbana é um dos fenômenos climáticos mais característicos do mau planejamento urbano (UCHÔA, 2011).

5 | CONCLUSÕES

Foi verificado que os ambientes com ausência de vegetação, principalmente nos espaços ocupados por atividades industriais, comércio e serviços apresentaram forte intensidade do fenômeno de ilha de calor em Santarém - PA, com diferenças de temperaturas médias superiores a 5°C. Desta forma constatou-se a importância do arboreto urbano e áreas verdes para a qualidade ambiental térmica dos espaços urbanos na cidade de Santarém-PA

REFERÊNCIAS

AKBARI, H.; KURN, D.; BRETZ, S.; HANFORD, J. **Peak power and cooling energy savings of shade trees**. Energy and Buildings, Lausanne, v.25, p.139-148, 1997.

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V. **Intensity of Urban Heat Islands in Tropical and Temperate Climates**. Climate, v.5, p.91 - 104, 2017.

DINIZ JÚNIOR, Jabert. **A influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA**. 2012. 107p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Interação Biosfera-Atmosfera - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2012.

GÓMEZ, A. L.; GARCÍA, F. F. La isla de calor en Madri: avance de un estudio de clima urbano. **Estudios Geográficos**, Madri, v.45, n.174, p.5-34, 1984.

KRIGE, D.G. (1951) **A Statistical Approaches to Some Basic Mine Valuation Problems on the Witwatersrand**. Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa, 52, 119-139.

JACINTO, A. I.; SIMAS, M. T. M.; BIANCHI, R.; OLIVEIRA, K. N.; RECH, C. M. C. B. (2006). **Aspectos físico-territoriais e atrações turísticas do município de Santarém, Pará**. Disponível em: <<http://www2.ifes.com.br/webifef/revista/REVISTA%20DE%20TURISMO/EDI%20C7%20C30/ARTIGOS%202%20AA20EDI%20C7%20C30/ASPECTOS>>. Acesso 7 out. 2021.

SCOTT, K.; SIMPSON, J.R.; MCPHERSON, E.G. **Effects of tree cover on parking lot microclimate and vehicle emissions**. Journal of Arboriculture. Savoy, v.25, n.3, p.129-142, 1999.

SOARES, A. **Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente Lisboa**, 2, 2006.

TEODORO, P. H. M.; AMORIM, M. C. C. T. **Ensaio metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente-SP**. Revista de formação, n.17, v.1, p.77-95, 2010.

UCHÔA, P. W. S.. **Estudo de variações termo-higrométricas de cidade equatorial devido ao processo de urbanização: o caso de Santarém-PA**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2011

VIEIRA, S.R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Activated sludge 72, 73
- Anthropogenic actions 88
- Aquatic biota 250
- Artificial ecosystem 115
- Atmospheric indicators 1, 2

B

- Biodigesters 186
- Biodigestion 186, 187
- Biofertilizer 186, 254
- Biogas 186, 204, 254
- Biological filters 72
- Biomass 102, 103, 112

C

- Cerrado biome 88
- Chlorination 28
- Contaminants of Emerging Concern (CEC) 245

D

- Drugs 235, 246, 251, 252, 254, 255

E

- Ecosystem 115
- Effluents 28, 43, 72, 256
- Environmental impact 218
- Evapotranspiration 115

F

- Fecal coliforms 15

G

- Geostatistical method of spatialization (Krigagem) 115

H

- Heat islands 115, 123
- Human Development Index (HDI) 205

I

Inclusive recycling 145

L

Lakes 54

M

Mayan communities 57

Mixed Integer Linear Programming (MILP) 156, 158

N

National Institute for Space Research (INPE) 88

National Solid Waste Policy (PNRS) 134, 159, 166, 169, 175, 178, 235

O

Oligotrophic 43

Organic waste 178, 180, 181, 182

P

Percolating 72

Pesticide 245, 248, 249, 251, 252, 253, 254

Pharmaceuticals 245, 247, 249, 250, 251, 252

Phytoplankton 43

Polishing pond 72

Precipitable water (PW) 2, 4

Q

QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) 245, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 254, 255

R

Recyclable materials 134, 135, 154, 162, 164, 178, 183

Residential condominiums 178, 179, 183

Reuse 27, 28, 135, 180, 183, 218, 256

Rivers 43

S

Sanitation 70, 165, 166, 169, 174, 205, 206

Sewage treatment 252, 256

Solar radiation 115, 256

Solid waste 134, 154, 156, 157, 158, 159, 166, 169, 171, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 235

Solid Waste Master Plan 178

Stabilization ponds 72

State Institute for the Environment and Water Resources (IEMA) 124

Sustainability 176, 178, 182, 184, 219

Synchrotron radiation 15, 218

U

United States Environmental Protection Agency (USEPA) 28

Urban solid waste management 159, 175, 183

W


Waste Transfer Station (WTS) 156, 157, 171, 174, 176


Water pollution 15


Water resources 26, 57, 124, 162, 250


Water treatment 218

World Health Organization (WHO) 28, 250

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED ENVIRONMENTAL AND SANITARY ENGINEERING

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED ENVIRONMENTAL AND SANITARY ENGINEERING