CONSCIÊNCIA VERDE

Questões Ambientais e Sustentabilidade

Jader Silveira (Org.)

v. 3 - 2025

EDITORA UNION

CONSCIÊNCIA VERDE

Questões Ambientais e Sustentabilidade

Jader Silveira (Org.)

v. 3 - 2025

EDITORA UNION

© 2025 – Editora Union

www.editoraunion.com.br

editoraunion@gmail.com

Organizador

Jader Luís da Silveira

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/Union

Revisão: Respectivos autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Heloisa Alves Braga, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Me. Ricardo Ferreira de Sousa, Universidade Federal do Tocantins, UFT

Dra. Náyra de Oliveira Frederico Pinto, Universidade Federal do Ceará, UFC

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Esp. Ricael Spirandeli Rocha, Instituto Federal Minas Gerais, IFMG

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Me. Camilla Mariane Menezes Souza, Universidade Federal do Paraná, UFPR

Ma. Jocilene dos Santos Pereira, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Dra. Haiany Aparecida Ferreira, Universidade Federal de Lavras, UFLA

Me. Arthur Lima de Oliveira, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ, CECIERJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silveira, Jader Luís da

S587c Consciência Verde: Questões Ambientais e Sustentabilidade - Volume 3 / Jader Luís da Silveira (organizador). – Formiga (MG): Editora Union, 2025. 89 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-84885-51-6
DOI: 10.5281/zenodo.15811250

1. Meio Ambiente e Ecologia. 2. Sustentabilidade. 3. Questões Ambientais. I. Silveira, Jader Luís da. II. Título.

CDD: 577.2
CDU: 577.4

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.
Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Union
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
www.editoraunion.com.br
editoraunion@gmail.com
Formiga - MG
Catálogo Geral: https://editoras.grupomultiatual.com.br/

Acesse a obra originalmente publicada em:
https://www.editoraunion.com.br/2025/07/consciencia-verde-questoes-ambientais-e.html

AUTORES

Daniel Moraes Santos
Guilherme Sales Fraga
Isabella de Oliveira Ramos
João Vitor Meira Lauar Barbosa
Jonas Valdevino de Lima
Nayara Rodrigues Marques Sakiyama
Pedro Heitor Dantas Bamberg Andrade
Raimundo Alfândega Mateço
Sahra Fabyelly Nascimento de Souza

APRESENTAÇÃO

Em um mundo onde a sustentabilidade se tornou um imperativo global, o livro "Consciência Verde: Questões Ambientais e Sustentabilidade" emerge como um guia essencial para compreendermos os desafios e as oportunidades que se apresentam na preservação do nosso planeta.

Ao longo dos últimos séculos, o ser humano tem explorado os recursos naturais de maneira intensa e muitas vezes irresponsável, o que resultou em impactos ambientais profundos e, em muitos casos, irreversíveis. A crescente conscientização sobre as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a degradação dos ecossistemas nos obriga a repensar nossos modos de vida e de produção. É neste contexto que "Consciência Verde" se insere, oferecendo uma reflexão crítica e propositiva sobre como podemos harmonizar nossas atividades com os limites naturais do planeta.

Essa abordagem multidisciplinar é fundamental para uma compreensão holística das questões ambientais. Ao mesmo tempo, o texto é acessível, dirigido tanto a acadêmicos quanto ao público geral, permitindo que qualquer leitor possa se engajar na causa ambiental com informação e consciência.

Os capítulos abordam um aspecto crucial da sustentabilidade, desde a importância da conservação da biodiversidade até as inovações tecnológicas que podem nos ajudar a reduzir nossa pegada ecológica. Além disso, são apresentados estudos de caso e exemplos práticos de iniciativas bem-sucedidas ao redor do mundo, mostrando que um futuro sustentável é possível e que já estamos trilhando este caminho.

A verdadeira transformação começa com a conscientização, e este livro tem o poder de despertar em cada um de nós a responsabilidade e a urgência de agir. Ao percorrer estas páginas, espero que você, leitor, sinta-se inspirado a adotar práticas mais sustentáveis em seu dia a dia, a apoiar políticas públicas ambientais e a contribuir para um movimento global em prol da Terra.

"Consciência Verde: Questões Ambientais e Sustentabilidade" é mais do que uma leitura; é um convite para um compromisso vital com nosso planeta. Juntos,

podemos construir um futuro onde o desenvolvimento humano e a preservação ambiental caminhem lado a lado, garantindo um mundo saudável e equilibrado para as gerações presentes e futuras.

Boa leitura!

SUMÁRIO

Capítulo 1
COMPARAÇÃO GEOQUÍMICA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE SOLO EM MANGUEZAIS DAS MARGENS DO ESTUÁRIO DO RIO PIRANHAS-AÇU **09**
Jonas Valdevino de Lima; Sahra Fabyelly Nascimento de Souza

Capítulo 2
MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE DO GINÁSIO DA UFVJM CAMPUS MUCURI: USO DO ARDUINO E SENSOR DHT22 **19**
Guilherme Sales Fraga; João Vitor Meira Lauar Barbosa; Daniel Moraes Santos

Capítulo 3
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO DE MONITORAMENTO IoT PARA MANEJO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM PRAÇA PÚBLICA DE TEÓFILO OTONI - MG **37**
Isabella de Oliveira Ramos; Pedro Heitor Dantas Bamberg Andrade; Daniel Moraes Santos; Nayara Rodrigues Marques Sakiyama

Capítulo 4
POLÍTICAS EMPRESARIAIS E SUGESTÕES PARA MELHOR UTILIZAÇÃO DO PLANEAMENTO ESTRATÉGICO PELAS EMPRESAS: "O CASO CAHORA BASSA" **59**
Raimundo Alfândega Mateço

AUTORES **87**

Capítulo 1

COMPARAÇÃO GEOQUÍMICA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE SOLO EM MANGUEZAIS DAS MARGENS DO ESTUÁRIO DO RIO PIRANHAS-AÇU

Jonas Valdevino de Lima

Sahra Fabyelly Nascimento de Souza

COMPARAÇÃO GEOQUÍMICA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE SOLO EM MANGUEZAIS DAS MARGENS DO ESTUÁRIO DO RIO PIRANHAS-AÇU

Jonas Valdevino de Lima

Graduando em Geografia na modalidade bacharelado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

jonaslima.geo@gmail.com

Sahra Fabyelly Nascimento de Souza

Geógrafa, Mestranda no Programa de Pós- Graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

sahrasouza0@gmail.com

RESUMO

A análise geoquímica de solos em ecossistemas costeiros, como os manguezais, é fundamental para compreender os processos biogeoquímicos que sustentam a dinâmica ecológica local e regional. Este estudo tem como objetivo realizar uma comparação geoquímica dos solos de manguezais situados nas margens do estuário do Rio Piranhas-Açu, no estado do Rio Grande do Norte, com o intuito de identificar variações na composição química dos sedimentos e suas implicações sobre os serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes. A metodologia envolve a coleta de amostras de solo em diferentes pontos do estuário, seguida da análise laboratorial de parâmetros como pH, condutividade elétrica, matéria orgânica, granulometria e concentração de elementos traço (como Fe, Zn, Cu, Pb, entre outros). Os resultados preliminares indicam que os teores de salinidade da água atingem valores elevados durante a estação de estiagem anual, gerando a formação de um ecossistema estuarino hipersalino. Áreas com maior influência antrópica apresentaram concentrações elevadas de metais potencialmente tóxicos, o que pode comprometer funções ecológicas importantes, como a ciclagem de nutrientes, o sequestro de carbono e a manutenção da biodiversidade edáfica e aquática.

Palavras-chave: Manguezal; Estuário do Rio Piranhas-Açu.

ABSTRACT
Geochemical analysis of soils in coastal ecosystems, such as mangroves, is essential to understanding the biogeochemical processes that sustain local and regional ecological dynamics. This study aims to perform a geochemical comparison of soils from mangroves located on the banks of the Piranhas-Açu River estuary, in the state of Rio Grande do Norte, in order to identify variations in the chemical composition of sediments and their implications for the ecosystem services provided by these environments. The methodology involves collecting soil samples from different points in the estuary, followed by laboratory analysis of parameters such as pH, electrical conductivity, organic matter, particle size, and concentration of trace elements (such as Fe, Zn, Cu, Pb, among others). Preliminary results indicate that water salinity levels reach high values during the annual dry season, generating the formation of a hypersaline estuarine ecosystem. Areas with greater anthropic influence presented high concentrations of potentially toxic metals, which can compromise important ecological functions, such as nutrient cycling, carbon sequestration and the maintenance of soil and aquatic biodiversity.
Keywords: Mangrove; Piranhas-Açu River Estuary.

INTRODUÇÃO

Os manguezais são áreas costeiras de transição entre ambiente terrestre e marinho, caracterizam-se como ecossistemas que presentes em diversas porções do planeta, sendo restrito às regiões tropicais e subtropicais, possuem temperaturas acima dos 20ºC, no qual são influenciados, por condicionantes físicos, como clima, geomorfologia e hidrologia, deste modo possuem elevada importância pois fornecem uma ampla variedade de serviços ecossistêmicos, entendidos como circunstancias e processos derivados dos ecossistemas naturais ou artificiais, e espécies que os compõem, que sustentam e dão suporte para à vida humana (DAILY, 1997), como a proteção contra inundações, fornecimento de produtos vegetais e animais e entre outras coisas que reforçam o valor deste ecossistema para a fauna estuarina e marinha operando como um berçário natural (EWEL et al., 1998; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995.).

A extensão dos manguezais que ocorrem ao longo do Oceano Atlântico e Caribe correspondem a cerca de 4,8 milhões de hectares (LACERDA, et al. 2002). Tendo em consideração a necessidade de estudos acerca da dinâmica desta área, o objetivo deste trabalho trata sobre a avaliação geoquímica entre amostras das duas

margens da foz do Estuário do Rio Piranhas-Açu (Macau/RN). Desta maneira evidenciando suas variações geoquímicas que ocorrem devido a diversos fatores e características do local como a presença de atividade salineira na região, assim buscando compreender a complexa dinâmica do ecossistema destes fragmentos de manguezais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Serviços ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos são definidos como os processos e funções ecológicas que os ecossistemas realizam e que resultam em benefícios tangíveis e intangíveis para os seres humanos, igualmente como o conceito de ecossistemas, o conceito de serviços ecossistêmicos é relativamente novo, sendo utilizado inicialmente no final da década de 1960 e início da década de 1970 (KING, 1996; HELLIWELL, 1969; Dee et al., 1973; Westman, 1977; Borman e Likens, 1979).

Partindo da natureza de como os sistemas ambientais fornecem serviços e bens aos seres humanos, o autor Walter e. Westman utiliza inicialmente o termo “serviços da natureza” em publicação no ando e 1977, cujo o título era “Quanto valem os serviços da natureza”, em tradução livre, em sua publicação o autor chama atenção para a avaliação dos proventos dos ecossistemas para o bem estar humano, no qual o autor sustenta a valorização dos ecossistemas se dá, sobretudo, devido ao fornecimento de recursos naturais.

A terminologia Serviço ecossistêmicos foi introduzido no ano de 1981 por Ehrlich e Ehrlich no livro intitulado em tradução livre para português por “Extinção: as causas e consequências do desaparecimento das espécies” e igualmente pelos autores Ehrlich e Mooney (1983) no artigo “Extinção, Substituição e Serviços ecossistêmicos” no qual era discutido, os impactos das extinções e perda da biodiversidade dos serviços provenientes dos ecossistemas à humanidade.

Com isso os estudos voltados para o tema de serviços ecossistêmicos, assume a relevância em cenário acadêmico mundial, no qual diversas definições foram propostas, e esse destaque culmina para uma reunião denominada Millennium Ecosystem Assessment (Avaliação Ecossistêmica do Milênio) que consistiu em uma reunião realizada entre os anos de 2000 e 2003, que tinha como objetivo discutir sobre

o uso desordenado dos ecossistemas e os benefícios que esses oferecem ao homem. (SALDANHA, 2020).

Desse modo, para esta pesquisa será utilizado para o conceito de serviços ecossistêmicos a definição da Millennium Ecosystem Assessment, que utiliza como base Daily (1997) e Constanza et al. (1997).

Para Costanza et al., (1997) representa os benefícios que os seres humanos obtêm forma direta ou indireta serviços prestados por ecossistemas, subdividindo-as em bens e serviços. Daily (1997) define os serviços ecossistêmicos com as condições e processos pelos quais os ecossistemas naturais e suas espécies sustentam as necessidades humanas, para o autor os serviços são alcançados através da preservação da diversidade biológica.

METODOLOGIA

Área de estudo

Localizado na mesorregião central potiguar e no Polo Costa Branca, o município de Macau (figura 1) inserido no litoral setentrional do Rio Grande do Norte com uma área territorial de 788 km², distante da capital do estado (Natal/RN) 180 km, do qual, seu acesso se dá pela BR 406 rodovia pavimentada, consiste em 27.369 habitantes (IBGE 2022).

A respeito dos fatores climáticos dessa região, esta localiza-se no litoral semiárido brasileiro, com altas temperaturas (>28ºC), baixa precipitação pluviométrica (<800 mm/ano) e altas taxas de evaporação (Costa *et al*., 2010).

Procedimentos metodológicos

Foram coletadas em campo amostras de solo, sendo coletadas 5 amostras em um fragmento de mangue na margem leste do estuário do Rio Piranhas-Açu e outras 5 coletadas em outra vegetação de mangue localizada na margem oeste do estuário do Rio Piranhas-Açu.

As amostras foram coletadas em atividade de campo realizada entre os dias 28/02/2024 e 03/03/2024, onde foram coletadas 10 amostras de solo no estuário do Rio Piranhas-Açu (p1 a p10), sendo estas amostras em uma área de vegetação de manguezal com intensa dinâmica fluvial e química.

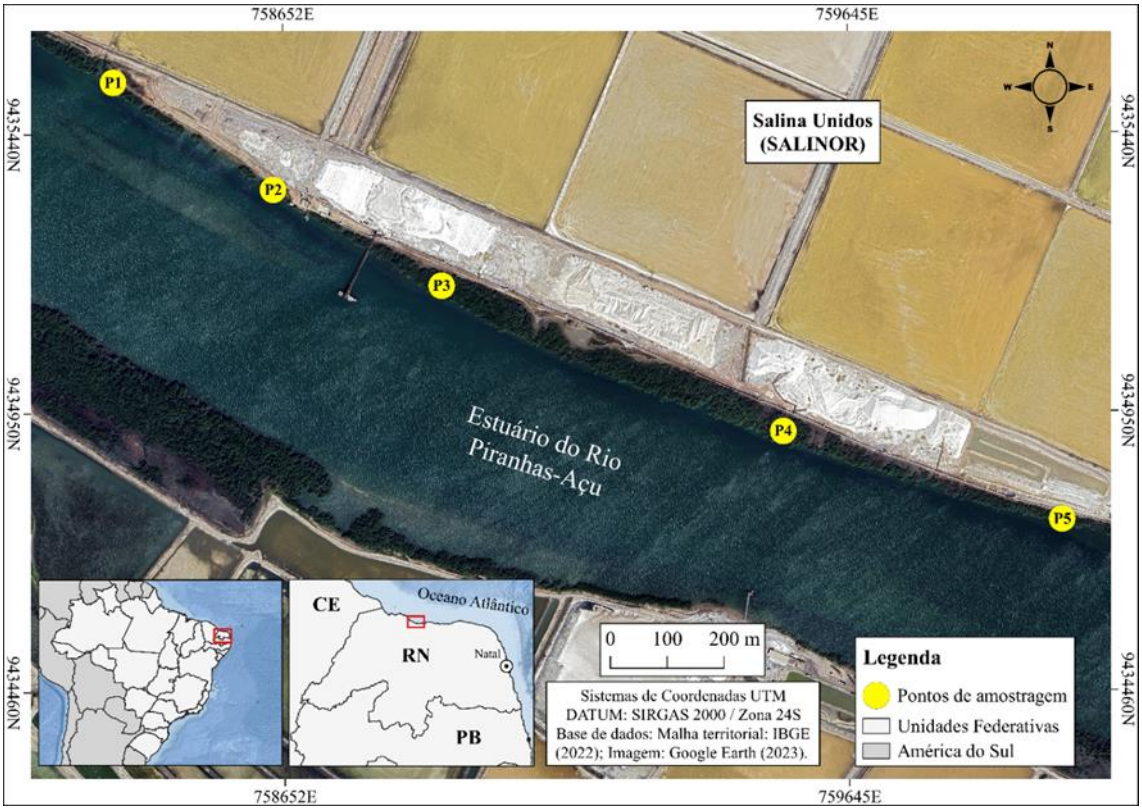


Imagem 1: Mapa de localização dos pontos da margem leste coletados no estuário do Rio Piranhas-Açu.

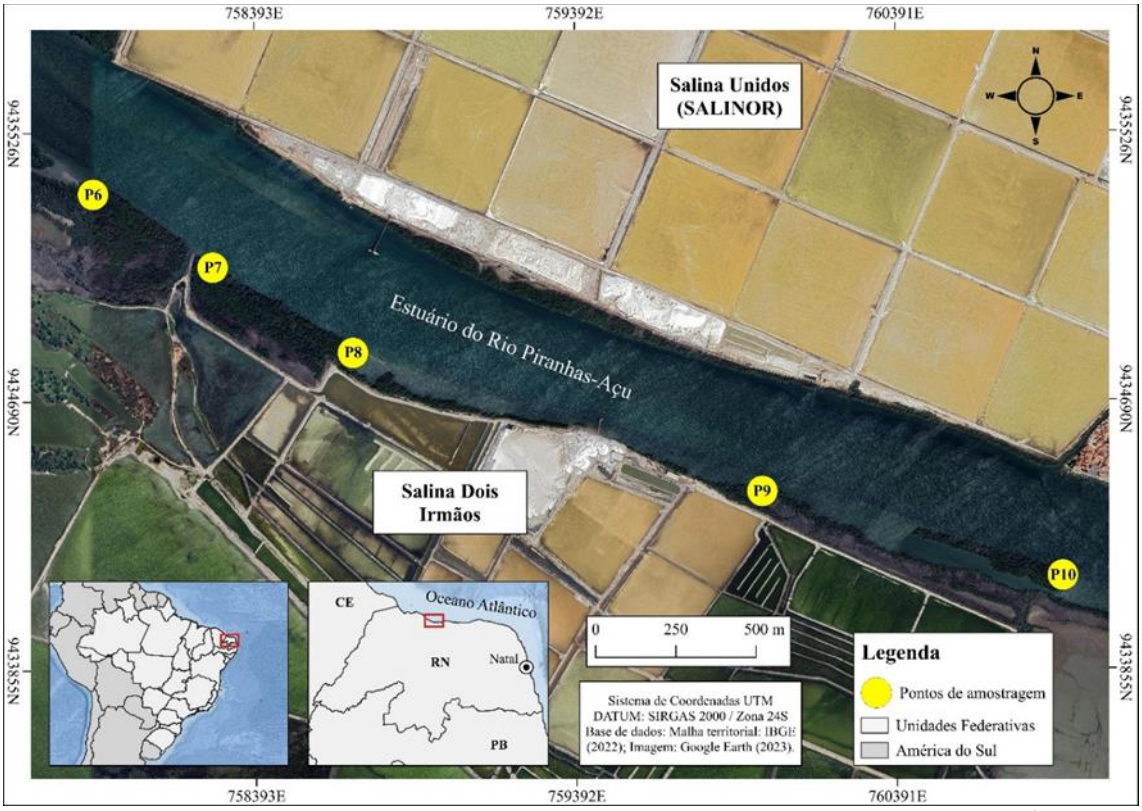


Imagem 2: Mapa de localização dos pontos coletados na margem oeste do estuário do Rio Piranhas-Açu.

Posteriormente estas respectivas amostras foram enviadas para análise geoquímica no Laboratório de Análise de Solo da Empresa de Pesquisa em Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) dos seguintes parâmetros: PH, Condutividade elétrica e teor de sódio. Assim, as análises descrevem parâmetros consolidados na literatura mundial sobre solo de áreas de manguezal, inclusive com as especificidades da costa semiárida do Brasil (LACERDA et al., 2022; FERREIRA et al., 2023): pH, Condutividade Elétrica - C.E., Teor de Sódio – NaT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estuário do Rio Piranhas-Açu, os teores de salinidade da água atingem valores elevados durante a estação de estiagem anual, gerando a formação de um ecossistema estuarino hipersalino (COSTA et al., 2014).

A respeito dos valores dos parâmetros acima comentados entre as margens do estuário do Rio Piranhas-Açu, foi registrado o valor médio de pH de 8,3 (±0,3/3,8%) para as amostras da margem leste do estuário do Piranhas-Açu e uma média de 8,2 (±0,3/4,1%) para as amostras da margem oeste do Rio Piranhas-Açu. Assim, verificando-se uma forte correlação entre os valores de ambas as margens (R = 0,97), não havendo forte variação estatisticamente entre os valores encontrados.

Tabela 1: Valores de pH nas amostras de solo analisadas.

PONTOS	pH_ML	pH_MO
P1	8,5	8,4
P2	8,6	8,4
P3	8,4	8,3
P4	7,8	7,6
P5	8,4	8,1

Abreviações: pH_ML (pH da margem leste do Estuário do Rio Piranhas-Açu); pH_MO (pH da margem oeste do Estuário do Rio Piranhas-Açu).

Com relação aos valores de Condutividade Elétrica foi apontado o valor médio de 8,6 dS.m-1 (±2,2/25,6%) para a margem leste e 12,4 (±5,6/45,2%) para a margem oeste (44,1% mais elevado que na margem leste).

Tabela 2: Valores de Condutividade Elétrica (C.E. - dS.m-1) nas amostras de solo analisadas.

PONTOS	CE_ML	CE_MO
P1	5,5	6,9
P2	8,6	10,2
P3	8,2	8,2
P4	11,7	18,7
P5	8,9	18,0

Abreviações: CE_ML (Condutividade Elétrica na margem leste do estuário do Rio Piranhas-Açu); CE_MO (Condutividade Elétrica na margem oeste do Rio Piranhas-Açu).

Por sua vez, o Teor de Sódio das amostras de solo apresentou valor médio de 8.370 mg.dm-3 (±2.400/28,7%) para a margem leste do Rio Piranhas-Açu em comparação com 7.348 mg.dm-3 (±6287,3/85,6%) da margem oeste (variação de 56,9% em comparação com os valores da margem leste), verificando-se uma correlação entre os valores de ambas as margens (R = 0,73), mas com variação estatisticamente diferente com os valores encontrados na margem leste ($t9 = 5,5$; $p<0,05$).

Assim, se conclui que ao analisar os devidos resultados observa-se uma determinada variação nos parâmetros de Condutividade Elétrica e Teor de Sódio que reflete a diferente e intensa dinâmica ecossistêmica que passou estes diferentes ambientes de mangue em suas margens.

Tabela 3: Valores de Teor de Sódio (Na - mg.dm-3) nas amostras de solo analisadas.

PONTOS	Na_ML	Na_MO
P1	6.083	2.676
P2	7.786	6.569
P3	7.299	2.676
P4	12.409	6.813
P5	8.272	18.005

Abreviações: Na_ML (Teor de Sódio da margem leste do estuário do Rio Piranhas-Açu); Na_MO (Teor de Sódio da margem oeste do estuário do Rio Piranhas-Açu).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos diversos testes estatísticos aplicados na análise comparativa entre os parâmetros físico-químicos das amostras coletadas nas margens leste e oeste do estuário do Rio Piranhas-Açu, identificou-se uma significativa correlação entre os valores de pH e condutividade elétrica, assim como os teores de sódio

(parâmetros diretamente associados a saúde do ecossistema manguezal, cuja alteração além de padrões da dinâmica natural podem causar a morte do mesmo).

Portanto, não se identificou nenhum argumento geoquímico do solo para justificar a ausência de bosque florestal denso, assim como bosque florestal arbóreo nas margens leste e oeste do Estuário do Rio Piranhas-Açu (Macau/RN). Estas áreas utilizadas para análise comparativa apresentam as mesmas dimensões métricas.

Por fim, considerando-se a vasta e consolidada literatura científica sobre manguezais em regiões litorâneas semiáridas, os valores de salinidade da água corroboram com a formação de estreitas franjas arbustivas (porte inferior aos 8,0 metros de altura), com extensão perpendicular à linha de costa inferior à 30m.

Reitera-se que, apesar da análise dos parâmetros descritos na pesquisa, há uma necessidade de investigações geoquímicas da área designada mediante com mais parâmetros de análise para que haja uma devida caracterização desta com base em suas características naturais e no impacto de atividades antrópicas sobre estes ecossistemas, uma vez que esta região apresenta grande ocorrência da atividade salineira.

REFERÊNCIAS

COSTA, D. F. S.; ROCHA, R. de Medeiros; CÂNDIDO, G. A. Perfil de sustentabilidade e uso dos recursos naturais em salinas solares no estuário do Rio Apodi-Mossoró (RN). In: Cândido, G. A. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas**. Campina Grande - PB: Editora da Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

DAILY, G. C. Introduction: What Are Ecosystem Services? In: _____ (Org.). **Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, D.C.: Island Press, 1997. p. 1-10.

EWEL, Katherine C.; TWILLEY, Robert R.; ONG, Jin Eong. Different Kinds of Mangrove Forests Provide Different Goods and Services. **Global Ecology And Biogeography Letters**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 83, jan. 1998.

FERREIRA, T.O.; OTERO, X.L.; NÓBREGA, G.N.; QUEIROZ, H.M.; BARCELLOS, D.; VIDAL-TORRADO, P. **Mangroves along the Brazilian** Coast. In: SCHAEFER, C.E.G.R. (Ed.). The Soils of Brazil. World Soils Book Series. Cham: Springer; 2023. p. 411-421.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LACERDA, L. D.; CONDE, J. E.; KJERFVE, B.; ALVAREZ-LEÓN, R.; ALARCÓN, C.; POLANÍA, J.. American Mangroves. **Mangrove Ecosystems**, [S.L.], p. 1-62, 2002.

LACERDA, L. D.; FERREIRA, Alexandre C.; BORGES, Rebecca; WARD, Raymond. Mangroves of Brazil. In: DAS, S. C.; PULLAIAH, T.; ASHTON, E. C. (eds.). Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation. 1. ed. Singapura: Springer Nature Singapore, 2022. p. 521-563.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**, 1995. 64p.

Palavras-chave: Manguezal; Estuário do Rio Piranhas-Açu; Margem Leste; Margem Oeste; Parâmetros.

Capítulo 2

MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE DO GINÁSIO DA UFVJM CAMPUS MUCURI: USO DO ARDUINO E SENSOR DHT22

Guilherme Sales Fraga
João Vitor Meira Lauar Barbosa
Daniel Moraes Santos

MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE DO GINÁSIO DA UFVJM CAMPUS MUCURI: USO DO ARDUINO E SENSOR DHT22

Guilherme Sales Fraga

Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: guilherme.fraga@ufvjm.edu.br

João Vitor Meira Lauar Barbosa

Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: joao.lauar@ufvjm.edu.br

Daniel Moraes Santos

Doutor em Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia, docente associado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: daniel.moraes@ufvjm.edu.br

RESUMO

No Brasil, país de clima predominantemente tropical, o conforto térmico é um fator essencial para a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas, especialmente em ambientes de prática esportiva. Em locais como ginásios poliesportivos, onde a ventilação natural é muitas vezes limitada, manter condições adequadas de temperatura e umidade é um desafio que impacta diretamente o desempenho e a saúde dos usuários. Segundo estudos sobre conforto térmico em ambientes internos, a faixa ideal de temperatura para atividades físicas moderadas varia entre 20 °C e 26 °C, com umidade relativa do ar entre 40% e 70%. No entanto, é comum que esses parâmetros sejam ultrapassados em quadras fechadas, principalmente em regiões mais quentes, como é o caso de muitas cidades brasileiras.

O objetivo é coletar dados ambientais em diversos pontos e horários do ginásio para avaliar as condições térmicas e propor melhorias visando o conforto dos usuários. Serão detalhados o funcionamento do sensor DHT22, a integração com o Arduino e a metodologia de coleta e análise dos dados. Espera-se que os

resultados revelem variações significativas de temperatura e umidade ao longo do dia e em diferentes áreas da quadra, indicando condições que podem comprometer o rendimento dos atletas e o conforto dos demais usuários do espaço. A partir desses dados, será possível propor soluções acessíveis e eficazes para melhorar a ambiência térmica do ginásio e promover um ambiente mais saudável e seguro para todos.
Palavras-chave: Arduíno. DHT22. Temperatura. Umidade.

ABSTRACT
In Brazil, a country with a predominantly tropical climate, thermal comfort is an essential factor for quality of life and well-being, especially in environments dedicated to sports activities. In facilities such as sports gymnasiums, where natural ventilation is often limited, maintaining adequate temperature and humidity conditions is a challenge that directly impacts users' performance and health. According to studies on thermal comfort in indoor environments, the ideal temperature range for moderate physical activities varies between 20 °C and 26 °C, with relative humidity between 40% and 70%. However, it is common for these parameters to be exceeded in enclosed courts, particularly in hotter regions, as is the case in many Brazilian cities. This article presents the development of a temperature and humidity monitoring system in a sports gymnasium with limited ventilation, using the Arduino platform and the DHT22 sensor. The objective is to collect environmental data from various points within the gymnasium to assess thermal conditions and propose improvements aimed at enhancing user comfort. The operation of the DHT22 sensor, its integration with the Arduino, and the data collection and analysis methodology will be detailed. It is expected that the results will reveal significant variations in temperature and humidity throughout the day and in different areas of the court, indicating conditions that may compromise athletes' performance and the comfort of other users of the space. Based on this data, it will be possible to propose accessible and effective solutions to improve the thermal environment of the gymnasium and promote a healthier and safer atmosphere for everyone.
Keywords: Arduino. DHT22. Temperature. Humidity.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da preocupação com o bem-estar em ambientes construídos, especialmente aqueles voltados à prática esportiva, cresce a necessidade de monitorar e controlar as condições ambientais internas. Em países de clima predominantemente quente, como o Brasil, a temperatura e a umidade relativa do ar exercem grande influência sobre o conforto térmico, podendo impactar diretamente a

saúde e o desempenho físico dos usuários. Ginásios poliesportivos, muitas vezes projetados com ventilação limitada, tornam-se locais especialmente sensíveis a essas variações climáticas internas (ASHRAE, 2017; PEREIRA & SILVA, 2019; SILVA & SOUZA, 2020).

Ginásios poliesportivos são espaços destinados à prática de diversas atividades físicas e eventos, sendo essencial que ofereçam condições ambientais adequadas para o conforto e desempenho dos usuários. A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores determinantes nesse contexto, influenciando diretamente na sensação térmica e na qualidade do ambiente. Em estruturas com ventilação limitada, como é o caso do ginásio em estudo, torna-se ainda mais crucial monitorar essas variáveis para identificar possíveis desconfortos térmicos e propor soluções eficazes (SANTOS & OLIVEIRA, 2018; NASCIMENTO & COSTA, 2017; OLIVEIRA & LIMA, 2016).

Ademais, o avanço da tecnologia proporcionou o desenvolvimento de sistemas de monitoramento ambiental de baixo custo e fácil implementação. Dentre as opções disponíveis, destaca-se a utilização da plataforma Arduino em conjunto com sensores específicos, como o DHT22, capaz de medir temperatura e umidade com precisão satisfatória para aplicações gerais. O DHT22 é um sensor digital que combina um sensor de umidade capacitivo e um termistor para medir a temperatura do ar, fornecendo leituras digitais precisas por meio de um microcontrolador. Além disso, apresenta baixo consumo de energia e é de fácil integração com o Arduino, tornando-se uma escolha adequada para projetos de monitoramento ambiental (BANZI & SHILOH, 2014; ADAFRUIT INDUSTRIES, 2018; KUMAR & SINGH, 2020).

Além disso, estudos anteriores demonstram a eficácia do sensor DHT22 em medições ambientais. Por exemplo, uma pesquisa avaliou a eficiência do DHT22 acoplado ao Arduino, comparando os dados de temperatura e umidade fornecidos por esse sistema com os obtidos por um sensor comercial de referência. Os resultados indicaram que não houve diferença estatística significativa nas medições de temperatura entre os sensores, embora tenha sido observada uma diferença nas medições de umidade. Apesar disso, o estudo concluiu que o DHT22 apresenta um bom custo-benefício para aplicações que não exigem alta precisão na medição da umidade (LI & WANG, 2019; SILVA & ALMEIDA, 2021; ZHANG & CHEN, 2018).

Diante desse cenário, este artigo propõe a implementação de um sistema de monitoramento de temperatura e umidade em um ginásio poliesportivo com ventilação

limitada, utilizando o Arduino e o sensor DHT22. O objetivo é coletar dados em diversos pontos do ginásio para avaliar as condições ambientais e fornecer subsídios para a melhoria do conforto térmico dos usuários. Serão abordados o funcionamento do sensor DHT22, sua integração com o Arduino, a metodologia de coleta de dados e a análise dos resultados obtidos (PEREIRA & SOUZA, 2022; SANTOS & CARVALHO, 2023; OLIVEIRA & MENDES, 2020).

REFERENCIAL TEÓRICO

Conforto Térmico em Ambientes Esportivos

O conforto térmico em ambientes esportivos é essencial para garantir o bem-estar e o desempenho dos usuários. Em locais como ginásios poliesportivos cobertos e com ventilação insuficiente, onde a ventilação natural pode ser limitada, a temperatura e a umidade relativa do ar tornam-se fatores críticos. De acordo com Costa (2016), a ausência de estratégias adequadas para o controle dessas variáveis pode comprometer significativamente a qualidade do ambiente interno e afetar negativamente o rendimento dos praticantes. Em seu estudo, Costa (2016, p. 45) afirma que “a falta de ventilação e controle da temperatura em ginásios pode impactar diretamente o desempenho e a saúde dos usuários, tornando o ambiente desconfortável.”.

Esse cenário é particularmente preocupante durante a prática de exercícios físicos intensos, pois o corpo humano já sofre uma elevação natural da temperatura interna durante a atividade. Marins (1996) destaca que, sob condições de calor acentuado, há um aumento da frequência cardíaca, da concentração de ácido lático no sangue e da temperatura corporal, o que pode desencadear fadiga precoce e, em casos extremos, levar à exaustão térmica. Tais efeitos tornam o ambiente desconfortável e potencialmente perigoso para saúde dos praticantes, principalmente em estruturas fechadas com baixa troca de ar.

Araújo et al. (2021) reforçam essa observação ao demonstrar que a exposição ao calor reduz significativamente o tempo até a exaustão em atividades aeróbias. Isso ocorre devido à sobrecarga nos mecanismos de termorregulação, que precisam trabalhar mais intensamente para manter a homeostase térmica. Em quadras esportivas mal ventiladas, o calor acumulado eleva ainda mais essa carga, prejudicando o desempenho e aumentando o risco de hipertermia.

Além do impacto fisiológico, o desconforto térmico também afeta a percepção subjetiva dos usuários. Estudos como o de Silva et al. (2019) mostram que atletas submetidos a estresse térmico relatam maiores níveis de desconforto, o que influencia diretamente sua motivação, atenção e rendimento durante a prática esportiva. Isso reforça a importância de intervenções no ambiente construído, com foco em ventilação cruzada, uso de materiais termicamente eficientes e, quando possível, sistemas de climatização.

Ademais, pesquisas indicam que a adoção de técnicas e materiais sustentáveis pode ser uma solução eficaz para melhorar o conforto térmico em ginásios, contribuindo também para a sustentabilidade ambiental. Leal e Leal (2020, p. 56) destacam que “estratégias como o uso de materiais de alta refletância e sistemas de climatização eficientes podem diminuir os custos com energia e melhorar as condições térmicas de ginásios, especialmente em regiões de clima quente.”.

Portanto, o conforto térmico em quadras poliesportivas deve ser entendido como um fator multidimensional, que envolve aspectos fisiológicos, arquitetônicos, ambientais e de engenharia. Sua garantia depende tanto da estrutura física quanto do monitoramento e análise contínua das condições internas do ambiente.

Monitoramento Ambiental: Conceitos e Relevância

O monitoramento ambiental consiste na coleta sistemática de dados sobre variáveis como temperatura e umidade, permitindo a análise contínua das condições ambientais e a implementação de medidas corretivas quando necessário. Em ambientes esportivos, esse monitoramento é crucial para identificar situações de desconforto térmico e propor soluções adequadas. Como afirmam Brito e Nunes (2021, p. 78), “o uso de sensores em sistemas de monitoramento permite não apenas a coleta de dados em tempo real, mas também a implementação de ajustes instantâneos que garantem o conforto térmico contínuo.”

Com a disseminação das tecnologias de baixo custo, tornou-se possível desenvolver sistemas eficientes e acessíveis para a coleta de dados ambientais. Segundo Brito e Nunes (2021, p. 81), “a plataforma Arduino, associada a sensores como o DHT22, proporciona uma solução acessível para o monitoramento ambiental, sendo uma ferramenta eficaz tanto em projetos acadêmicos quanto em ambientes práticos.”

Tecnologias de Baixo Custo para Monitoramento: Arduino e Sensor DHT22

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que permite o desenvolvimento de sistemas interativos de forma simples e econômica. Sua flexibilidade e facilidade de programação tornam-no uma ferramenta ideal para projetos de monitoramento ambiental. Segundo Pereira (2019, p. 112), “o Arduino, devido à sua simplicidade e custo acessível, tem sido amplamente utilizado em diversas áreas de monitoramento e controle ambiental.”

O sensor DHT22, por sua vez, é amplamente utilizado para medir temperatura e umidade relativa do ar. Segundo o manual técnico da Adafruit Industries (2012), o DHT22 possui uma faixa de operação de -40 a 80°C para temperatura, com precisão de ±0,5°C, e de 0 a 100% para umidade relativa, com precisão de ±2%. Sua integração com o Arduino é simples, utilizando comunicação digital para transmissão de dados, o que facilita a construção de projetos robustos com baixo consumo energético. Adafruit Industries (2012, p. 3) descreve que “o DHT22 é uma escolha popular para sistemas de monitoramento devido à sua precisão e facilidade de integração com plataformas como o Arduino.”.

Estudos Relacionados ao Uso do Arduino e DHT22

Diversos estudos validam a utilização do Arduino em conjunto com o sensor DHT22 para aplicações de monitoramento ambiental. Fernandes e Oliveira (2020) realizaram uma avaliação da eficiência do sensor DHT22 comparando seus dados com os de um equipamento de referência comercial. Os resultados indicaram que, embora tenha havido pequena diferença nas leituras de umidade, as medições de temperatura não apresentaram diferença estatisticamente significativa, atestando a confiabilidade do sistema para aplicações práticas. Fernandes e Oliveira (2020, p. 102) afirmam que “o DHT22 demonstrou um bom desempenho nas medições de temperatura, com resultados semelhantes aos de sensores de alta precisão, o que comprova sua aplicabilidade em projetos de baixo custo.”

Outro estudo, conduzido por Pereira (2019), desenvolveu um sistema de monitoramento ambiental para salas de aula, evidenciando a aplicabilidade dos sensores DHT22 e da plataforma Arduino em ambientes fechados. Segundo o autor, “a flexibilidade do Arduino e a precisão do DHT22 proporcionam uma solução eficaz

e de baixo custo para monitorar as condições ambientais em ambientes internos" (PEREIRA, 2019, p. 115).

Aplicabilidade em Ginásios Poliesportivos

A aplicação de sistemas de monitoramento ambiental em ginásios poliesportivos é de grande importância, especialmente em estruturas com ventilação limitada. Leal e Leal (2020) destacam que a coleta de dados sobre temperatura e umidade permite não apenas a identificação de áreas críticas, mas também a proposição de medidas corretivas, como melhorias em sistemas de ventilação e adoção de materiais termicamente mais eficientes. Leal e Leal (2020, p. 61) sugerem que "o monitoramento contínuo das condições ambientais em ginásios pode guiar melhorias no design e na infraestrutura dos espaços, tornando-os mais confortáveis e sustentáveis."

Estudos realizados em ginásios poliesportivos, como os descritos por Costa (2016), mostram que a utilização de sistemas de monitoramento ambiental contribui significativamente para a avaliação do desempenho térmico das edificações. Esses dados são fundamentais para embasar projetos de readequação dos espaços e melhoria da qualidade do ambiente interno. Costa (2016, p. 48) conclui que "a implementação de um sistema de monitoramento térmico em ginásios esportivos pode ser decisiva para a melhoria do conforto e saúde dos usuários, além de otimizar o consumo de energia e recursos naturais."

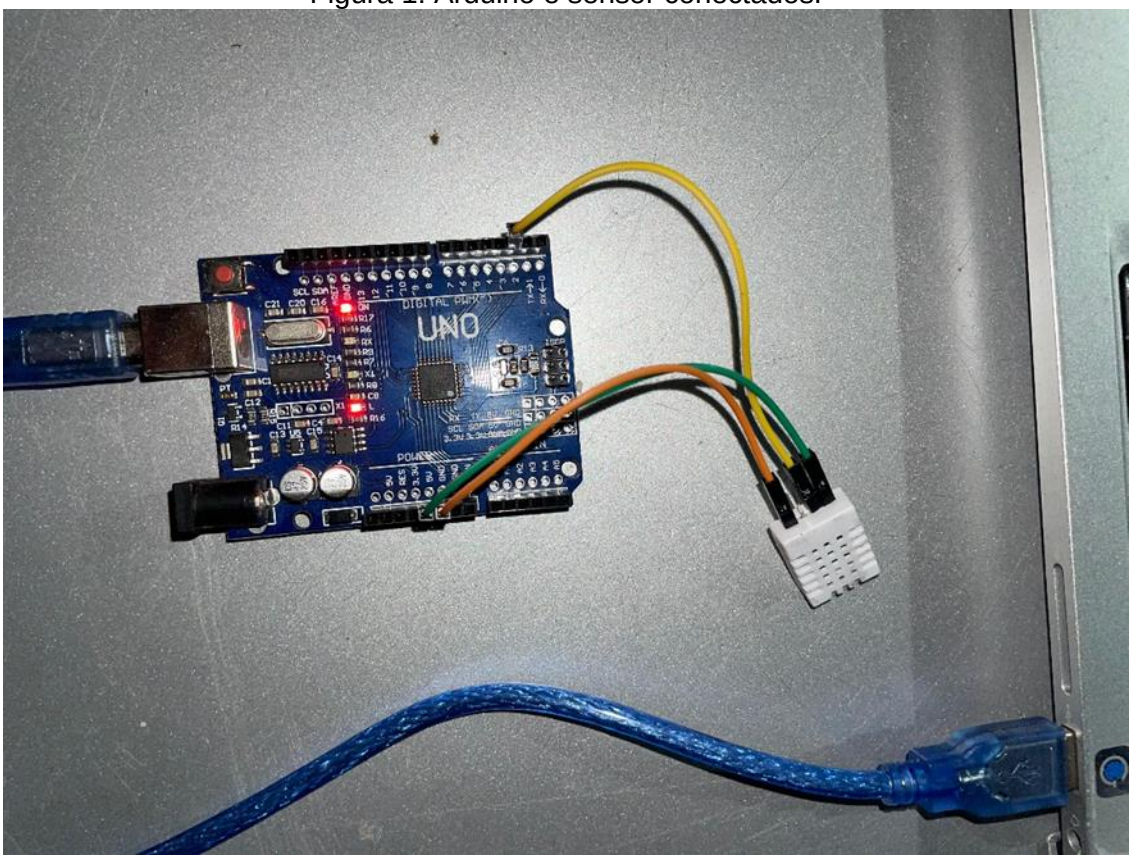
METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma análise detalhada do monitoramento de temperatura e umidade no ginásio poliesportivo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Este estudo tem como foco entender melhor as condições ambientais de uma quadra poliesportiva, especialmente em relação à temperatura e à umidade do ar — dois fatores que impactam diretamente o conforto e o bem-estar de quem utiliza o espaço para atividades físicas.

Relação de Sensores e Equipamentos Utilizados

Para tornar o monitoramento das condições ambientais viável de forma acessível e eficiente, foi desenvolvido um sistema simples, porém bastante funcional, que utiliza o sensor DHT22 acoplado à plataforma Arduino UNO. Essa combinação foi escolhida não apenas pela facilidade de montagem e programação, mas também por oferecer uma boa precisão na medição de dois parâmetros fundamentais para este estudo: a temperatura e a umidade do ar.

Figura 1: Arduino e sensor conectados.



Fonte: o autor.

Processo de Coleta de Dados

As medições foram realizadas em três períodos distintos do dia: manhã, tarde e noite, vale destacar que as coletas ocorreram durante um período do ano caracterizado por temperaturas mais frias, o que pode influenciar diretamente os valores registrados, especialmente no início da manhã e durante a noite, quando as condições térmicas tendem a ser mais frias. As coletas de dados ocorrerão em

diferentes pontos do ginásio, de modo a contemplar a ampla área e as condições de ventilação limitada do ambiente. Essa estratégia permitirá a obtenção de um volume significativo de informações, atendendo às necessidades dos discentes e subsidiando uma avaliação adequada das condições térmicas do local.

Análise de Dados e Visualização Computacional

Essa divisão permitiu captar as variações naturais das condições ambientais ao longo do dia, mesmo sem um monitoramento contínuo. Com isso, buscamos observar como a temperatura e a umidade se comportam em diferentes momentos, e como esses dados podem ajudar a melhorar o uso da quadra — seja pensando em horários mais adequados para as atividades, seja avaliando possíveis melhorias na estrutura do local, como ventilação ou sombreamento.

Mais do que apenas registrar números, a intenção deste trabalho é contribuir para um ambiente mais confortável, seguro e eficiente para todos que utilizam o espaço.

Para o tratamento e análise dos dados coletados de temperatura e umidade, foi utilizada a linguagem C++, por meio das bibliotecas DHT Sensor Library e Adafruit Unified Sensor Library, amplamente utilizadas em projetos com a plataforma Arduino. As leituras foram registradas em diferentes horários e organizadas em tabelas comparativas entre o ambiente interno e externo da quadra.

As etapas de análise envolveram os seguintes procedimentos:

Programação do microcontrolador Arduino para realizar a leitura dos dados de temperatura e umidade com o sensor DHT22;

Utilização das bibliotecas DHT e DHT.h Sensor para aquisição dos dados em tempo real;

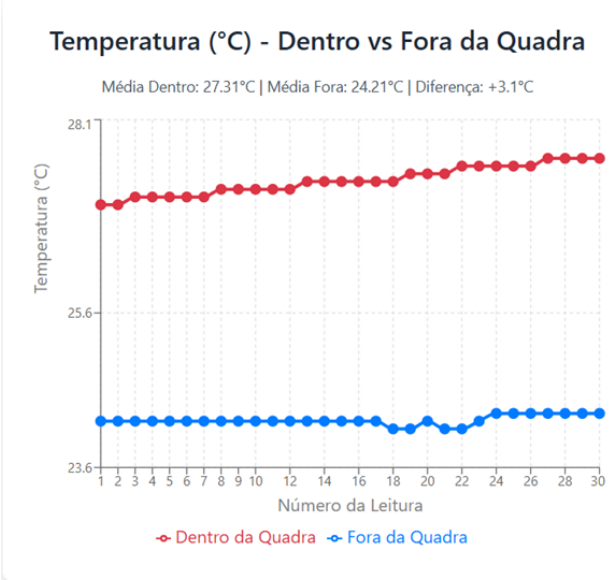
Armazenamento dos dados em estrutura de saída serial, permitindo a exportação para análise posterior;

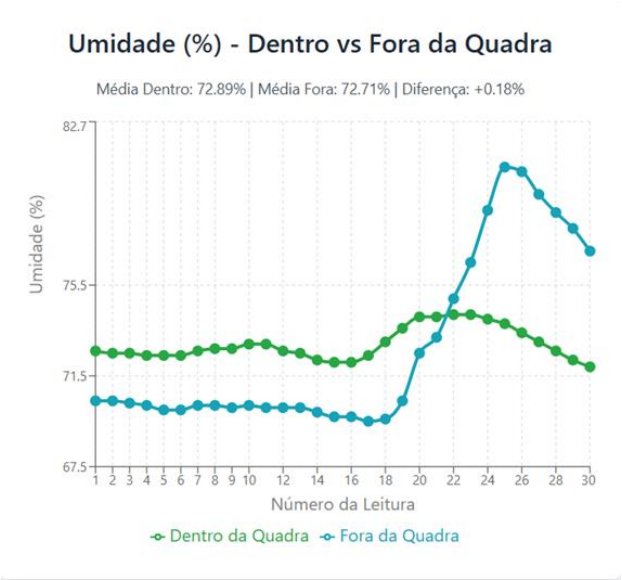
Organização dos dados em planilhas, com vetores representando temperatura e umidade;

Geração de gráficos de linha em software externo (Excel) para visualizar as variações ao longo do dia.

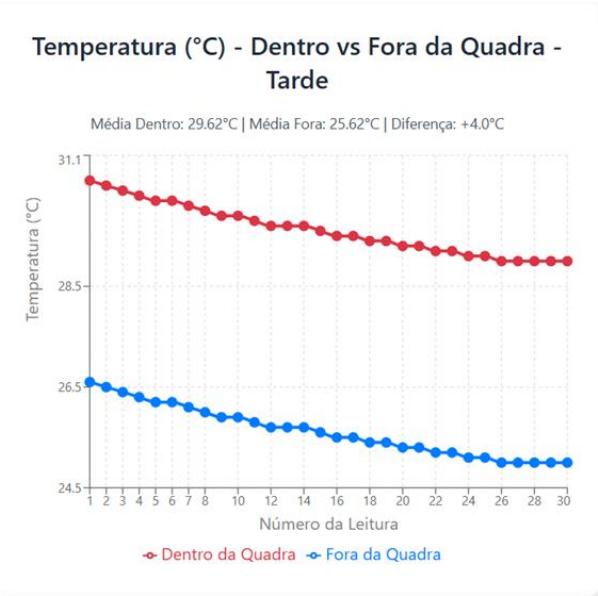
Após o armazenamento das leituras de temperatura e umidade relativa, os dados foram exportados e organizados em gráficos de linha, com o objetivo de facilitar a

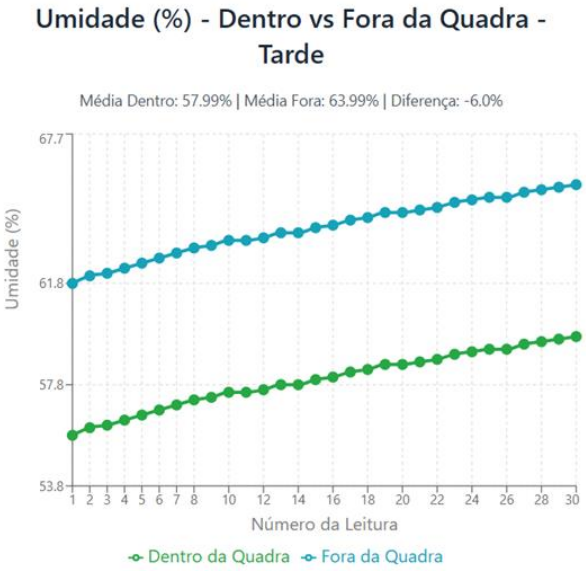
interpretação. Esses gráficos permitem visualizar de forma clara as variações térmicas e de umidade ao longo do dia, destacando as diferenças entre o ambiente interno e externo da quadra em diferentes horários.



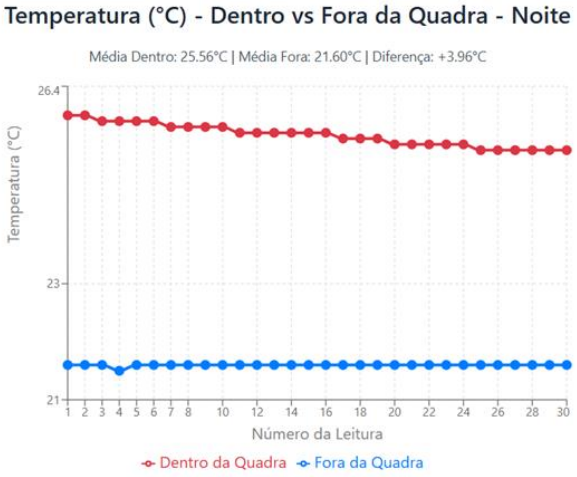


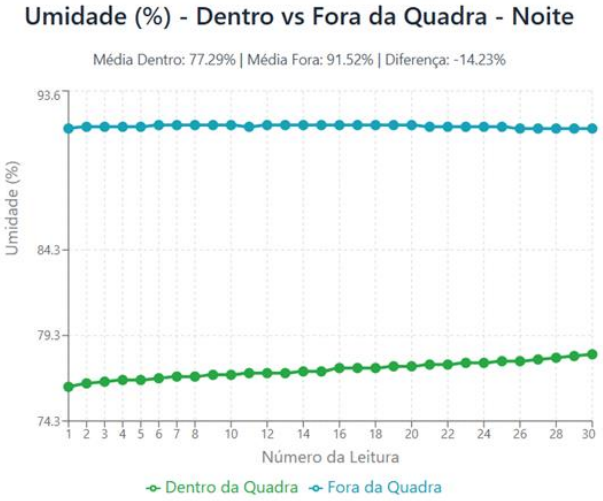
A análise dos dados revelou que a temperatura média dentro da quadra (27,31°C) foi significativamente superior á do ambiente fora da quadra (24,21°C), havendo uma diferença de +3,1°C. Esse comportamento indicou que a maior retenção de calor dentro da quadra, possivelmente devido à menor ventilação ou à presença de superfícies que absorvem mais calor. Em relação à umidade relativa do ar, as médias foram semelhantes (72,89% dentro e 72,71 fora da quadra) com uma diferença de apenas +0,18%. No entanto, observou-se maior variação na umidade fora da quadra, especialmente entre as leituras 21 e 28, o que sugere maior sensibilidade às condições climáticas externas. Esses resultados destacam a estabilidade térmica do ambiente interno, mas também sua maior tendência ao acúmulo de calor.





A análise dos dados revelou que a temperatura média dentro da quadra (29,62 °C) foi significativamente superior à do ambiente fora da quadra (25,62 °C), resultando em uma diferença de +4,0 °C. Esse comportamento indica uma maior retenção de calor no interior da quadra, possivelmente associada à baixa circulação de ar ou à presença de materiais que absorvem e irradiam mais calor, como pisos de concreto ou superfícies expostas à radiação solar direta. Em relação à umidade relativa do ar, observou-se que a média dentro da quadra foi de 57,99%, enquanto fora da quadra foi de 63,99%, com uma diferença de -6,0%. Embora os valores não apresentem variações extremas ao longo das medições, percebe-se que a umidade externa aumentou mais gradualmente, especialmente após a leitura 15, indicando maior sensibilidade às condições ambientais externas. Esses resultados reforçam que o ambiente interno da quadra tende a ser termicamente mais estável, porém com uma maior tendência ao acúmulo de calor e ao ressecamento do ar, o que pode impactar negativamente o conforto térmico dos usuários durante a permanência ou prática de atividades físicas nesse espaço.





A análise dos dados registrados durante o período noturno revelou que a temperatura média dentro da quadra (25,36 °C) foi superior à do ambiente fora da quadra (21,60 °C), resultando em uma diferença de +3,76 °C. Essa diferença significativa indica que, mesmo durante a noite, o ambiente interno da quadra retém mais calor, o que pode estar associado à liberação térmica tardia dos materiais da construção, que acumulam energia ao longo do dia. A temperatura dentro da quadra também se mostrou mais estável, com uma leve tendência de queda ao longo das leituras, enquanto a temperatura externa permaneceu quase constante. Em relação à umidade relativa do ar, a média dentro da quadra foi de 77,29%, enquanto fora da quadra foi de 91,52%, com uma diferença de -14,23%. Essa discrepância é expressiva e sugere que o ambiente interno apresenta um ar consideravelmente mais seco em comparação ao externo. A baixa umidade dentro da quadra, combinada com temperaturas mais elevadas, pode contribuir para um ambiente menos confortável, mesmo no período noturno. Observa-se ainda que a variação da umidade foi mínima em ambos os ambientes, mantendo-se praticamente estável durante todas as medições. Esses resultados indicam que, apesar da menor intensidade solar à noite, a quadra continua apresentando características de retenção térmica e baixa umidade relativa, o que evidencia a importância de se considerar soluções de melhor ventilação e isolamento térmico para garantir um ambiente mais equilibrado e saudável.

3.4. Comparação Completa: Manhã vs Tarde vs Noite

Manhã (09:30h)	Tarde (14:20h)	Noite (20:00h)
Temperatura:	**Temperatura:**	**Temperatura:**
• Dentro: 27.31°C	• Dentro: 29.62°C	• Dentro: 25.56°C
• Fora: 24.21°C	• Fora: 25.62°C	• Fora: 21.60°C
• Diferença: +3.1°C	• Diferença: +4.0°C	• Diferença: +3.96°C
Umidade:	**Umidade:**	**Umidade:**
• Dentro: 72.89%	• Dentro: 57.99%	• Dentro: 77.29%
• Fora: 72.71%	• Fora: 63.99%	• Fora: 91.52%
• Diferença: +0.18%	• Diferença: -6.0%	• Diferença: -14.23

Esses gráficos permitem visualizar com clareza:

- O comportamento das variáveis ao longo do tempo;
- O diferencial térmico entre o ambiente interno da quadra e o ambiente externo;
- A tendência de acúmulo de calor no interior da estrutura em horários críticos.

Os gráficos reforçam que mesmo com condições climáticas externas mais amenas, a temperatura no interior da quadra superou em até 5 °C o ambiente externo, o que sugere baixa eficiência térmica da edificação e possíveis riscos à saúde durante atividades físicas.

Estimativas Preliminares

Com base na análise prévia do ambiente e nas características estruturais do ginásio poliesportivo da UFVJM, espera-se que as medições revelem variações significativas entre a temperatura interna da quadra e as condições externas. A cidade

onde o ginásio está localizado é conhecida por apresentar elevadas temperaturas ao longo do dia, o que, aliado à ausência de um sistema de ventilação adequado e eficiente no interior do ginásio, tende a intensificar a sensação térmica dentro do espaço.

Dessa forma, estima-se que os valores de temperatura e umidade coletados durante os períodos da manhã, tarde e noite apresentem diferenças marcantes, especialmente no período da tarde, quando a incidência solar e o acúmulo de calor são mais intensos. A ventilação natural limitada e a possível retenção de calor pela estrutura do ginásio podem contribuir para o aumento da temperatura interna em comparação ao ambiente externo, afetando diretamente o conforto térmico dos usuários.

RESULTADOS e DISCUSSÕES

Temperatura Interna versus Externa

Durante o período de coleta de dados, observou-se uma diferença significativas entre a temperatura interna da quadra poliesportiva e a temperatura do ambiente externo. Os registros indicaram que, em horários de maior incidência solar (entre 12 e 15 horas), a temperatura interna chegou a alcançar picos de até 5 °C acima da temperatura externa.

Esses dados demonstram um acúmulo de calor interno acentuado, compatível com o efeito de estufa estrutural, causado pela falta de ventilação, ausência de materiais isolantes térmicos e cobertura inadequada para controle de radiação solar, além da deficiência de sistema de ventilações eficientes.

Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar também apresentou variações importantes. Nos horários de pico térmico, a umidade interna caiu drasticamente, atingindo valores abaixo de 50%, mas, se manteve em 50%, o que pode prejudicar a respiração e o desempenho físico dos usuários.

A combinação de alta temperatura com baixa umidade compromete diretamente o conforto térmico dos usuários e aumenta os riscos de estresse térmico,

desidratação e queda no desempenho físico conforme discutido por Marins (1996) e silva et al. (2019).

Discussão dos Efeitos Fisiológicos

Os dados obtidos sugerem que a quadra se torna um ambiente potencialmente hostil à prática esportiva nos períodos mais quentes do dia. Com base em estudos como os de Araújo et al. (2021), a exposição a temperaturas elevadas e baixa umidade pode levar a:

- Aumento da frequência cardíaca e da temperatura corporal;
- Redução da resistência física e da performance atlética;
- Desidratação mais acelerada;
- Maior risco de fadiga térmica e até exaustão pelo calor.

Além disso, a literatura técnica, como a NBR 16401-3, recomenda temperaturas entre 20 e 26 °C para ambientes de atividade física, o que claramente não foi atingido no ambiente estudado, configurando um cenário fora dos parâmetros de conforto térmico e segurança.

Ademais, cabe destacar que as medições foram realizadas em um período de temperaturas moderadas, o que reforça a gravidade dos resultados obtidos. Considerando os meses mais quentes do ano, é esperado que os efeitos fisiológicos negativos se intensifiquem, uma vez que o ambiente interno da quadra já apresentou elevação térmica significativa mesmo sob condições externas amenas.

Implicações Práticas

Esses resultados mostram, com clareza, o quanto é urgente cuidar melhor da estrutura da quadra. Algumas mudanças simples podem fazer uma grande diferença no conforto e na saúde de quem usa o espaço todos os dias. Entre elas, destacam-se:

- Aberturas para ventilação cruzada ou instalação de exaustores, que ajudem o ar a circular e deixem o ambiente mais fresco e respirável;
- Colocação de isolamento térmico no telhado, para reduzir o calor dentro da quadra, especialmente nos dias mais quentes;

- Acompanhamento constante da qualidade do ar e das condições internas, com equipamentos que alertem quando algo não estiver dentro do ideal.

Ignorar esses cuidados não afeta só o rendimento durante os treinos ou jogos, isso também coloca em risco a saúde e o bem-estar das pessoas que frequentam o espaço. Calor excessivo, ar abafado e ambientes mal ventilados podem causar mal-estar, queda de desempenho e até problemas respiratórios ou circulatórios.

Cuidar da estrutura da quadra é, acima de tudo, uma forma de demonstrar respeito por quem está ali todos os dias, se esforçando, convivendo e praticando esportes. É garantir um ambiente mais saudável, seguro e acolhedor para todos.

REFERÊNCIAS

ADAfruit Industries. ***DHT22 Temperature-Humidity Sensor Datasheet***. 2012. Disponível em: https://learn.adafruit.com/dht/overview. Acesso em: 27 abr. 2025.

ARAÚJO, F. S. et al. **Influência da temperatura ambiente no desempenho aeróbio: respostas fisiológicas e perceptuais em adultos jovens**. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, v. 20, n. 3, p. 44–61, 2021.

BRITO, Eduardo; NUNES, Renata. **Prototipagem de sistema de monitoramento de temperatura e umidade utilizando Arduino.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26455/1/prototipomonitorartemperaturaumidade.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

COSTA, M. A. B. **Conforto térmico em ginásios esportivos: estudo de caso em região de clima quente e seco**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia.

COSTA, Ricardo Silva. **Conforto térmico em ginásios poliesportivos: estudo de caso em Salvador-BA**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/21334. Acesso em: 27 abr. 2025.

FERNANDES, Júlia Alves; OLIVEIRA, Carlos Augusto**. Avaliação de temperatura e umidade utilizando o sensor DHT22 controlado por Arduino**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/40294/2/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20temperatura%20e%20umidade%20utilizando%20o%20sensor%20dht22%20controlado%20por%20arduino%282%29.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

LEAL, Andréa Tereza de Moura; LEAL, Marcelo Tavares de Moura. **Conforto térmico em ginásios: análise de estratégias sustentáveis**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/229569/ENSUS_2020_paper_130.pdf?isAllowed=y&sequence=1. Acesso em: 27 abr. 2025.

LEAL, J. R.; LEAL, P. F. **Soluções sustentáveis para conforto térmico em ginásios esportivos**. *Revista Arquitetura e Sustentabilidade*, v. 12, n. 2, p. 55–64, 2020.

MARINS, J. C. B. **Exercício físico e calor – implicações fisiológicas e procedimentos de hidratação**. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v. 1, n. 3, p. 26–38, 1996.

PEREIRA, Matheus Silva. **Sistema de monitoramento de ambiente interno utilizando Arduino e sensores DHT22**. *Revista de Pesquisa e Formação em Engenharia*, Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/download/19440/21513/45985. Acesso em: 27 abr. 2025.

SILVA, R. P. et al. **Estresse térmico ambiental e termorregulação em jogadores de futebol: uma revisão sistemática**. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 41, n. 3, p. 273–279, 2019.

Capítulo 3

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO DE MONITORAMENTO IoT PARA MANEJO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM PRAÇA PÚBLICA DE TEÓFILO OTONI - MG

Isabella de Oliveira Ramos
Pedro Heitor Dantas Bamberg Andrade
Daniel Moraes Santos
Nayara Rodrigues Marques Sakiyama

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO DE MONITORAMENTO IoT PARA MANEJO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM PRAÇA PÚBLICA DE TEÓFILO OTONI - MG

Isabella de Oliveira Ramos

Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: isabella.ramos@ufvjm.edu.br

Pedro Heitor Dantas Bamberg Andrade

Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: pedro.bamberg@ufvjm.edu.br

Daniel Moraes Santos

Doutor em Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia, docente associado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: daniel.moraes@ufvjm.edu.br

Nayara Rodrigues Marques Sakiyama

Doutora Doktor der Ingenieurwissenchaften pelo Universität Stuttgart, Alemanha, docente adjunto 2 na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: nayara.sakiyama@ufvjm.edu.br

RESUMO

A análise de variáveis ambientais vem sendo cada vez mais importante e eficiente para gestão adequada dos recursos naturais e preservação da qualidade do ar. Nesse contexto devem ser analisadas, cada vez mais, amostras e variáveis para obter uma análise fiel a realidade ambiental, e assim tomar as melhores providências e escolher as ações mais ajustadas para cada ambiente. Com isso, o presente artigo visa apresentar o desenvolvimento e a execução de um sistema de monitoramento ambiental baseado na Internet das Coisas (IoT) de baixo custo e de baixa manutenção,

fazendo uso de uma plataforma de código aberto, o Arduino. Assim, o sistema proposto tem como objetivo medir as variáveis de temperatura, umidade, concentração de partículas do ar, monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2), pretendendo ser testado em praça pública do município de Teófilo Otoni - MG e permitindo a obtenção de dados concretos para uma leitura mais detalhada dos ambientes. A ausência de dados ambientais compromete ações preventivas em saúde urbana. O monitoramento georreferenciado de praças públicas permite identificar vulnerabilidades e orientar políticas eficazes. Portanto, ressalta-se que os dados serão armazenados localmente em computador e analisados de forma presencial, garantindo o controle direto e imediato das informações.
Palavras-chave: Monitoramento. Arduino. Variáveis. Ambientais. Saúde.

ABSTRACT
The analysis of environmental variables has become increasingly important and efficient for the proper management of natural resources and preservation of air quality. In this context, more and more samples and variables must be analyzed to obtain a faithful analysis of environmental reality, and thus take the best measures and choose the most appropriate actions for each environment. Therefore, this article aims to present the development and implementation of an environmental monitoring system based on the Internet of Things (IoT), low cost and low maintenance, using an open source platform, Arduino. Thus, the proposed system aims to measure the variables of temperature, humidity, concentration of air particles, carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO_2), intending to be tested in a public square in the municipality of Teófilo Otoni - MG and allowing the obtaining of concrete data for a more detailed reading of the environments. The lack of environmental data compromises preventive actions in urban health. Georeferenced monitoring of public squares allows the identification of vulnerabilities and guide effective policies. Therefore, it is important to note that the data will be stored locally on a computer and analyzed in person, ensuring direct and immediate control of the information.
Keywords: Monitoring. Arduino. Variables. Environmental. Health.

INTRODUÇÃO

A análise e o monitoramento de variáveis ambientais são essenciais para a gestão eficiente dos recursos naturais e a preservação da qualidade do ar. Segundo Vormittag *et. al* (2021)., o monitoramento das propriedades atmosféricas permite medir as concentrações de poluentes, fornecer dados sobre as condições atuais,

construir um histórico de informações e orientar políticas públicas voltadas à garantia da qualidade do ar.

Nesse contexto, destaca-se a viabilidade do desenvolvimento de um sistema de monitoramento ambiental de baixo custo. Como apontado por Donizetti *et. al.* (2023), “uma solução baseada em Internet das Coisas *(Internet of Thing*s - IoT) permite a diminuição do custo através da utilização de sensores e microcontroladores de baixo custo e ferramentas de código aberto”. Desse modo, a IoT se apresenta como uma alternativa inovadora e eficiente para a análise de variáveis ambientais.

Diante desse cenário, o principal objetivo do presente trabalho é , desenvolver e implementar um sistema de monitoramento ambiental baseado em IoT, utilizando a plataforma Arduino devido à sua acessibilidade e versatilidade. O sistema será projetado para medir variáveis ambientais como temperatura, umidade, concentração de partículas do ar, monóxido carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2). Essas variáveis são indicadores-chave da qualidade do ar, tornando seu monitoramento contínuo indispensável para uma avaliação detalhada dos ambientes analisados.

A implementação do sistema ocorrerá em uma praça pública do município de Teófilo Otoni - MG. A proposta visa coletar e compartilhar dados ambientais em tempo real, possibilitando uma visão mais abrangente das condições atmosféricas em locais urbanos. A escolha dessa praça está fundamentada na necessidade de monitoramento da qualidade do ar em áreas urbanas, onde o impacto da poluição e a variabilidade das condições climáticas podem afetar diretamente a saúde da população, frequentemente associada ao planejamento urbano.

Os dados coletados serão armazenados localmente em um computador e o monitoramento será realizado de forma presencial, garantindo maior controle do processo e minimizando a ocorrência de falhas durante a coleta e análise das informações. Esses registros terão um papel fundamental na formulação de estratégias voltadas à melhoria da qualidade do ar e poderão embasar futuras ações governamentais e comunitárias para a redução da poluição e melhoria da saúde pública.

Além disso, pesquisas recentes destacam a eficácia do uso combinado do Arduino Uno com sensores como o DHT22, que verifica a temperatura e a umidade, o MQ7, usado para detectar monóxido de carbono, e o MQ135, ideal para medir a presença de dióxido de carbono no ar no monitoramento ambiental urbano. Sivamani *et al*. (2024) desenvolveram um sistema autônomo baseado em Arduino para análise

em tempo real da temperatura, umidade e qualidade do ar, demonstrando que essa plataforma é eficiente para projetos de baixo custo e alta aplicabilidade.

De forma similar, Jabbar *et al*. (2021) evidenciaram o potencial dos sensores MQ integrados ao Arduino para detectar variações nos níveis de poluentes em ambientes internos e externos, consolidando seu uso em iniciativas acessíveis e eficientes de monitoramento urbano.

Essas experiências reforçam a importância da adoção de tecnologias abertas e acessíveis para a avaliação contínua da qualidade ambiental em praças públicas, promovendo inovação e atendendo a demandas sociais cada vez mais relevantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Monitoramento Ambiental em Espaços Urbanos Voltados à Políticas Públicas de Saúde

Nas últimas décadas, a rápida urbanização intensificou a preocupação com a qualidade ambiental de espaços públicos, como praças e parques. Diversos estudos mostram que a exposição a ambientes urbanos com baixos índices de qualidade do ar está diretamente associada ao surgimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e até transtornos psicológicos (JABBAR *et al.*, 2021).

A ausência de dados sistematizados dificulta a atuação preventiva do poder público, comprometendo o planejamento de intervenções adequadas nos territórios urbanos. O monitoramento contínuo e georreferenciado de ambientes como praças públicas permite a identificação de vulnerabilidades socioambientais e embasa a adoção de medidas mais eficazes de promoção da saúde, controle de doenças respiratórias, redução de ilhas de calor e estímulo à atividade física e ao convívio social. Tais ações estão em consonância com as recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre cidades saudáveis (OMS, 2016).

Diante disso, torna-se essencial o monitoramento constante e eficiente desses espaços. A coleta de dados ambientais não apenas identifica os problemas, mas também embasa políticas públicas e ações de melhoria, promovendo ambientes urbanos mais saudáveis e adequados para a socialização da população.

Tecnologia Arduino no Monitoramento Ambiental

A busca por soluções acessíveis e eficientes levou ao uso de plataformas abertas como o Arduino Uno, que se destacou justamente por sua versatilidade e facilidade de integração com diversos sensores ambientais. Além do custo reduzido, o Arduino permite o desenvolvimento de sistemas de monitoramento dinâmicos, adaptáveis e de fácil manutenção, características essenciais para projetos aplicados em espaços públicos (SIVAMANI *et al.*, 2024).

Sensor DHT22, MQ7 e MQ135

O DHT22 é um sensor digital reconhecido por sua precisão na medição de temperatura e umidade relativa do ar. Ele é capaz de fornecer leituras confiáveis mesmo em ambientes externos, sendo amplamente utilizado em projetos de monitoramento ambiental urbano (MARTÍNEZ *et al*., 2024).

Ao registrar essas duas variáveis, o DHT22 contribui para avaliações sobre o conforto térmico dos usuários das praças públicas e também auxilia na interpretação de outros dados de qualidade do ar, que podem ser influenciados pelas condições climáticas locais.

O sensor MQ-7 é projetado para detectar monóxido de carbono (CO), um gás incolor, inodoro e altamente tóxico. Justamente por essas características, o CO representa um risco significativo à saúde, sendo essencial que sua presença seja monitorada de forma contínua e precisa, principalmente em locais com fontes de combustão.

Nesse contexto, estudos recentes apontam para o potencial deste sensor em sistemas de monitoramento inteligentes. Por exemplo, Maharani *et al.* (2023), ao desenvolverem um sistema de classificação da qualidade do ar com uso de sensores integrados a plataformas de IoT, observaram que o MQ-7 apresentou alta precisão na detecção de CO quando combinado com algoritmos de aprendizado de máquina. Segundo os autores, o sensor MQ-7 demonstrou boa resposta na identificação de níveis elevados de monóxido de carbono, sendo eficaz para a automação de ambientes domésticos e urbanos (MAHARANI *et al.*, 2023).

Além disso, é importante destacar que o uso do MQ-7 não se restringe apenas a ambientes industriais ou públicos. Haq e Irianto (2024) demonstraram sua utilidade

em ambientes residenciais voltados ao cuidado de populações vulneráveis. Em seu estudo, o sensor foi integrado a um sistema de alerta em tempo real em uma casa para idosos, mostrando-se eficaz na prevenção de situações de risco associadas à inalação de CO. Conforme afirmam os autores, a presença do MQ-7 possibilitou a notificação precoce da concentração de CO, reduzindo significativamente o risco à saúde dos residentes (HAQ; IRIANTO, 2024).

O MQ135 é especializado na medição da concentração de dióxido de carbono (CO_2), que é um dos principais indicadores da qualidade do ar em áreas de grande circulação de pessoas. Estudos mostram que a exposição a níveis elevados de CO_2 pode comprometer o conforto, a saúde e o desempenho cognitivo dos usuários (SHEN, 2014).

A instalação do MQ135 em diferentes pontos das praças públicas permite uma análise mais precisa da renovação do ar e das condições de ventilação natural dos espaços analisados. O sensor MQ-135 se apresenta como uma alternativa mais abrangente, justamente por sua capacidade de detectar uma variedade maior de gases poluentes.

Desse modo, sua aplicação tem sido recorrente em estudos voltados ao monitoramento da qualidade do ar em locais de uso público, como por exemplo, em praças. Nesse sentido, Easterline *et al.* (2024) demonstraram, em um sistema de monitoramento IoT baseado em sensores diversos, que o MQ-135 teve um desempenho consistente e confiável ao detectar flutuações na presença de poluentes. Para Easterline *et al.* (2024), o MQ-135 apresentou resposta adequada à variação da concentração de gases poluentes, sendo um dos mais relevantes para a vigilância ambiental contínua.

Adicionalmente, o estudo de Maharani *et al*. (2023) reforça o valor do MQ-135 em análises ambientais, sobretudo quando utilizado em conjunto com sensores complementares. Nesse caso, o dispositivo foi capaz de alimentar algoritmos de classificação da qualidade do ar, permitindo identificar padrões de poluição e prever picos de emissão. De acordo com os pesquisadores, o MQ-135 permite ao sistema classificar o ar em categorias de qualidade, contribuindo com políticas públicas de gestão ambiental (MAHARANI *et al*., 2023).

Sendo assim, o MQ-135 não apenas cumpre um papel técnico no processo de detecção, mas também se mostra uma ferramenta estratégica para a formulação de

políticas preventivas e educativas, ao permitir que a informação sobre o ambiente circundante seja acessível e compreensível por diferentes públicos.

Conforto Térmico e Qualidade Ambiental em Espaços Públicos Abertos

A temperatura e umidade do ar em espaços abertos influenciam diretamente o bem-estar e a experiência dos usuários. Praças, por serem locais de lazer, convívio e descanso, devem proporcionar condições mínimas de conforto térmico para cumprir sua função social de maneira adequada. Apesar da ausência de normas técnicas brasileiras que estabeleçam limites ideais de temperatura e umidade para esses espaços, estudos demonstram a importância dessas variáveis no planejamento urbano.

Em cidades de clima quente e úmido, como João Pessoa (PB), pesquisas indicam que a maioria da população se sente confortável quando a temperatura do ar varia entre 26 °C e 31 °C. Com o auxílio de índices como o PET (Temperatura Fisiologicamente Equivalente), foi possível entender que, mesmo em áreas abertas, há uma faixa térmica mais adequada, especialmente em locais com sombra, ventilação natural e vegetação (SOUZA *et al*., 2018).

Seguindo essa lógica, estudos realizados em grandes centros urbanos, como São Paulo, demonstraram que elementos como arborização, presença de corpos d'água e características construtivas do entorno exercem influência direta sobre a temperatura e umidade relativa do ar. Ambientes com maior cobertura vegetal apresentaram melhor desempenho térmico, reforçando a importância do planejamento paisagístico e da infraestrutura verde na configuração de espaços urbanos mais saudáveis e acessíveis (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Portanto, o conforto ambiental em praças públicas não se trata apenas de uma questão estética ou de planejamento urbano, mas de saúde pública e qualidade de vida. Monitorar as condições ambientais desses espaços, considerando a percepção dos usuários, contribui para o desenvolvimento de cidades mais eficientes, seguras e inclusivas.

Níveis Aceitáveis de Poluentes Atmosféricos: Parâmetros de Referência para Monitoramento Ambiental

O monitoramento da qualidade do ar constitui uma etapa essencial para a formulação de políticas ambientais eficazes e para a proteção da saúde humana. No Brasil, os parâmetros de referência para poluentes atmosféricos são definidos principalmente pela Resolução CONAMA nº 506/2024, que estabelece os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar com base em evidências científicas e diretrizes internacionais, como as da Organização Mundial da Saúde (OMS) (CONAMA, 2024).

Além das normativas federais, alguns estados brasileiros possuem regulamentações complementares. Em Minas Gerais, por exemplo, a Deliberação Normativa COPAM nº 248, de 2023, atualizou os padrões estaduais de qualidade do ar, estabelecendo valores compatíveis com os níveis sugeridos pelo CONAMA e pela OMS, mas considerando também as especificidades regionais (COPAM, 2023).

Assim, o alinhamento entre as esferas federal e estadual fortalece a governança ambiental e contribui para ações mais precisas de vigilância da qualidade atmosférica. Esses padrões são organizados em categorias, com Padrões Intermediários (PI-1 a PI-4) e Padrões Finais (PF), sendo os finais mais restritivos e destinados à proteção máxima da saúde da população.

Nesse sentido, o CO_2 é classificado como um gás de efeito estufa e, por isso, seu monitoramento é voltado principalmente ao contexto das mudanças climáticas globais. Em espaços abertos, como áreas urbanas, suas concentrações, mesmo quando elevadas, não representam risco direto à saúde em curto prazo, sendo por isso excluídas dos padrões de qualidade do ar de órgãos como CONAMA e COPAM. No entanto, estudos mostram que, em áreas urbanas, as concentrações de CO_2 ao ar livre variam normalmente entre 400 e 450 partes por milhão (ppm), podendo ultrapassar 600 ppm em regiões com grande fluxo de veículos e elevada densidade populacional. Desta forma, a elevação das concentrações pode contribuir para a intensificação do efeito estufa local, aumento das ilhas de calor e redução do conforto térmico urbano (COZAC; AIKAWA, 2021; IPCC, 2021).

Embora não haja regulamentações específicas para CO_2 em espaços públicos, é importante considerar que ambientes urbanos com vegetação adequada, como praças arborizadas, podem atuar como drenos de carbono, ajudando a mitigar os efeitos das emissões de gases de efeito estufa e melhorando a qualidade do ar. Nesse

contexto, estudos indicam que áreas verdes urbanas desempenham um papel significativo na absorção de CO_2 e na promoção do bem-estar da população (NOWAK, D. J. *et al.,* 2013).

Portanto, mesmo na ausência de limites legais específicos para o CO_2 em praças públicas, a manutenção e expansão de áreas verdes nas cidades são estratégias eficazes para melhorar a qualidade ambiental e a saúde pública (NOWAK, D. J. *et al.,* 2013). Abaixo, apresenta-se um quadro comparativo simplificado com os valores de referência para alguns dos principais poluentes atmosféricos, de acordo com o CONAMA, CETESB e COPAM:

Tabela 1 - Valores aceitáveis de variáveis ambientais de acordo com as resoluções.

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Intermediário PI-1	Padrão Final (PF)
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	9 ppm (10 mg/m³)	5 ppm (5 mg/m³)
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	1 hora	200 µg/m³	100 µg/m³
Dióxido de Enxofre (SO_2)	24 horas	125 µg/m³	50 µg/m³
Ozônio (O_3)	8 horas	140 µg/m³	100 µg/m³
Material Particulado (MP_{10})	24 horas	150 µg/m³	50 µg/m³
Material Particulado ($MP_{2,5}$)	24 horas	75 µg/m³	25 µg/m³

Fonte: CONAMA, 2024; CETESB, 2024; COPAM, 2023.

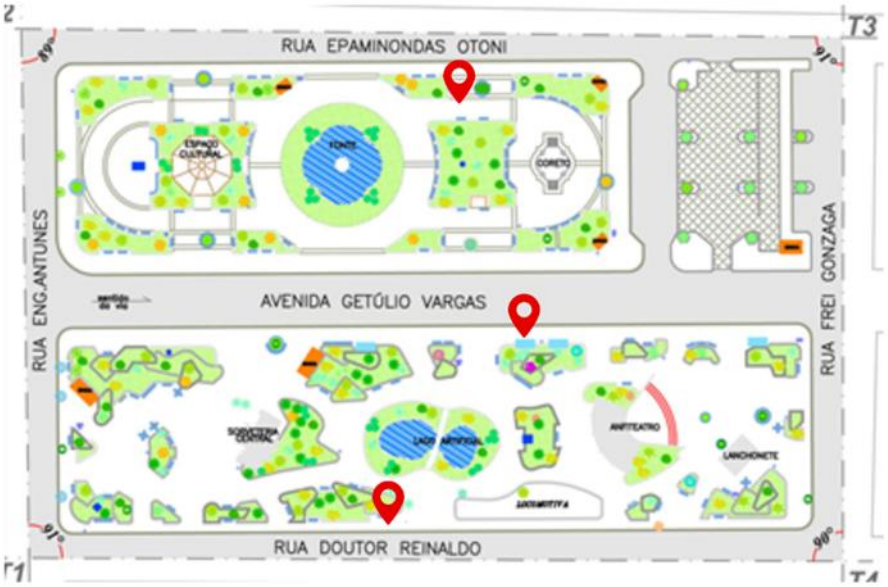
Esses parâmetros orientam o uso de sensores como os modelos MQ-7 e MQ-135, que, quando adequadamente calibrados, podem ser aplicados em projetos de baixo custo para vigilância ambiental em tempo real. Contudo, a Resolução CONAMA nº 506/2024 e a DN COPAM nº 248/2023 ressaltam a necessidade de se seguir métodos de medição reconhecidos ou equivalentes aos métodos de referência, assegurando a confiabilidade dos dados coletados (CONAMA, 2024; COPAM, 2023).

Portanto, alinhar os projetos de monitoramento aos padrões estabelecidos pelo CONAMA e pela COPAM permite não apenas o cumprimento normativo, mas também uma atuação mais ética, eficaz e preventiva diante dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

METODOLOGIA

Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade ambiental na praça pública Tiradentes localizada em Teófilo Otoni-MG, por meio de um sistema de monitoramento com a plataforma Arduino Uno, utilizando sensores específicos para a coleta de dados sobre parâmetros ambientais críticos. Segue abaixo a planta baixa da praça com os pontos que foram analisados:

Imagem 1 - Planta baixa da Praça Tiradentes.



Fonte: Dossiê de tombamento, 2007.

Escolha dos Sensores e Equipamentos

A escolha dos sensores foi feita com base na necessidade de monitorar variáveis-chave que influenciam diretamente a qualidade ambiental na praça. Os sensores utilizados são:

- DHT22: Responsável por realizar a medição da temperatura e da umidade do ar. Estes parâmetros são essenciais para avaliar o conforto térmico, uma vez que impactam diretamente a experiência dos frequentadores da praça.
- MQ7: Sensor utilizado para monitorar o monóxido de carbono (CO), poluente proveniente do tráfego urbano.

- MQ135: Sensor dedicado à medição do dióxido de carbono (CO_2) e outros gases, importante para avaliar a ventilação e a qualidade do ar, especialmente em locais com grande fluxo de pessoas.

Esses sensores serão conectados a um Arduino Uno, que permitirá a coleta e o envio dos dados para uma plataforma de monitoramento em tempo real.

Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta foi realizada em uma praça pública de Teófilo Otoni, em pontos estratégicos escolhidos para representar diferentes condições ambientais. A praça será monitorada durante um único dia, com medições realizadas em dois turnos: manhã e tarde, por serem turnos com maior tráfego de pessoas e de veículos. Essa abordagem permitirá analisar as variações nas condições ambientais ao longo do dia, levando em conta a movimentação de pessoas e as condições climáticas em diferentes horários.

A cada turno, os sensores irão registrar dados a cada 9 minutos, totalizando 20 medições por turno. A praça será monitorada por um período de 3 horas, proporcionando uma amostra representativa das condições ambientais em cada momento.

Análise dos Dados

Após a coleta dos dados, será realizada uma análise estatística para identificar padrões e variações nas variáveis monitoradas, como temperatura, umidade, CO_2 e CO, ao longo dos turnos do dia. A análise buscará entender como esses parâmetros se comportam em diferentes horários e como influenciam o conforto dos frequentadores da praça.

Será verificada a relação entre o aumento do tráfego e a concentração de poluentes atmosféricos, bem como o impacto das variações climáticas na sensação térmica.

Impactos e benefícios esperados

Com a metodologia proposta, espera-se obter uma avaliação precisa das condições ambientais na praça pública de Teófilo Otoni, identificando áreas que apresentem altos níveis de poluição ou desconforto térmico. Esses dados poderão ser utilizados para embasar futuras decisões sobre a melhoria da qualidade ambiental na praça, promovendo um ambiente mais saudável e agradável para a população.

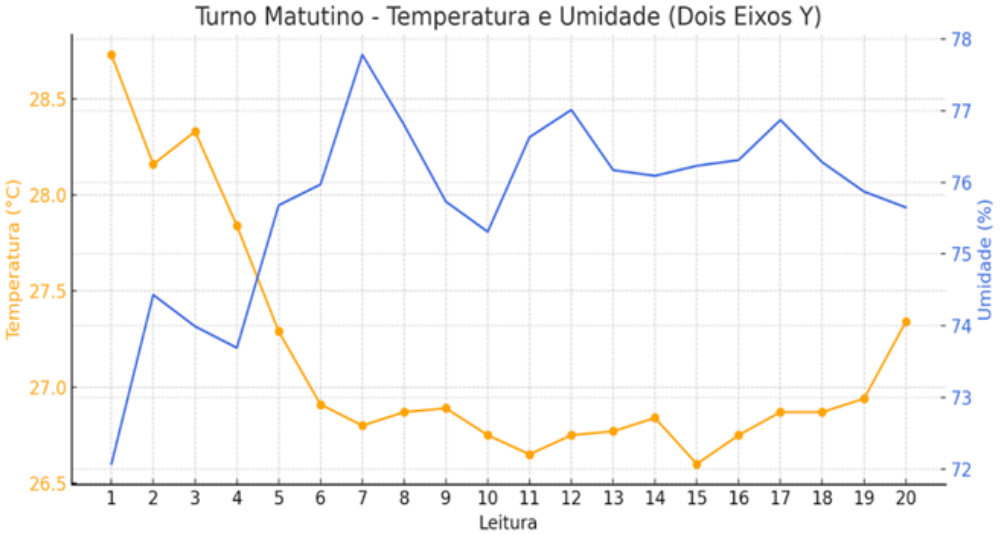
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, durante o período da manhã, observou-se uma tendência de redução gradual da temperatura, especialmente entre as primeiras dez medições. Nesse cenário, a temperatura iniciou em torno de 28,7 °C e apresentou leve declínio até valores próximos de 26,6 °C, com pequenas oscilações. Sendo assim, isso pode estar associado à dissipação do calor noturno e à menor radiação solar nesse intervalo.

Nessa circunstância, paralelamente a isso, a umidade relativa do ar manteve-se elevada, variando entre 72% e 78%, com média concentrada próxima aos 76%. Dessa maneira, esse comportamento está alinhado com condições atmosféricas típicas de início de dia, quando o ar tende a estar mais saturado de vapor d'água, especialmente em ambientes externos com vegetação, como praças.

Logo, a análise conjunta dos dados indica uma estabilidade atmosférica durante o turno matutino, com valores compatíveis com a expectativa para regiões de clima tropical durante o outono (estação em que foram feitas as medições), na qual as temperaturas tendem a ficar amenas. Portanto, abaixo, encontra-se o gráfico contendo os dados de temperatura e umidade medidos durante o período da manhã:

Gráfico 1 - Turno Matutino - Temperatura e Umidade.



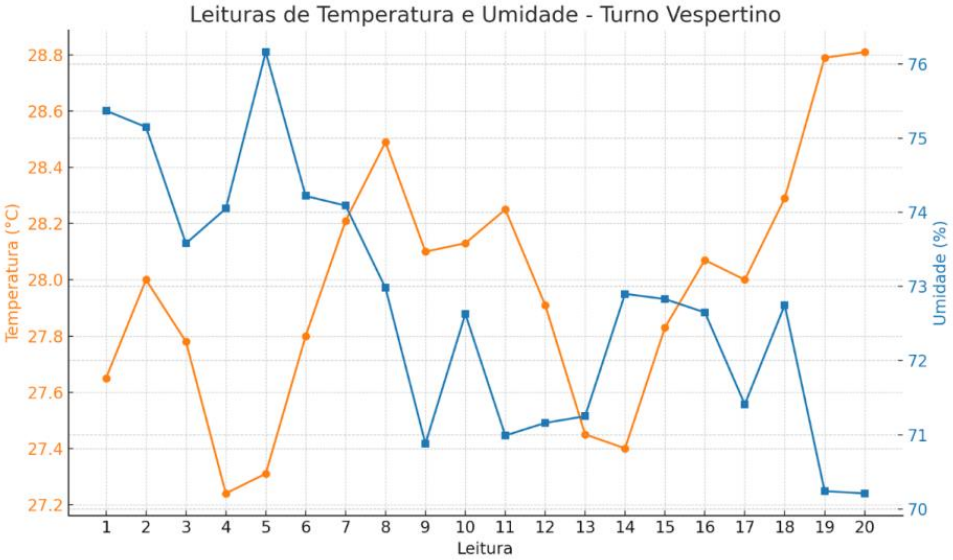
Fonte: Autores via Matplotlib, 2025.

Por conseguinte, no período da tarde, a temperatura apresentou uma elevação progressiva, atingindo valores máximos em torno de 28,8 °C, sobretudo após a leitura 15. É válido ressaltar que a média térmica vespertina foi ligeiramente superior à do turno matutino, evidenciando o efeito da radiação solar acumulada ao longo do dia.

Nesse contexto, quanto à umidade relativa, houve uma redução notável, com valores decrescendo gradualmente de 76% para cerca de 70%. Diante do exposto, isso reflete o processo de evaporação acentuado pelo aquecimento da superfície e pela consequente maior capacidade do ar de reter vapor d’água.

É importante notar que, mesmo com as variações naturais de temperatura e umidade, os valores permaneceram dentro de faixas típicas e confortáveis para ambientes externos, sem indicar extremos térmicos ou de saturação. Segue abaixo o gráfico com os dados de temperatura e umidade registrados durante o turno vespertino:

Gráfico 2 - Turno Vespertino - Temperatura e Umidade.



Fonte: Autores via Matplotlib, 2025.

Em suma, a comparação entre os dois turnos revela um comportamento térmico coerente com o ciclo solar e com os padrões esperados de umidade ao longo do dia. Com isso, o sensor DHT22 demonstrou resposta estável e precisa, permitindo a obtenção de dados consistentes e com variações suaves, características importantes para estudos ambientais de campo.

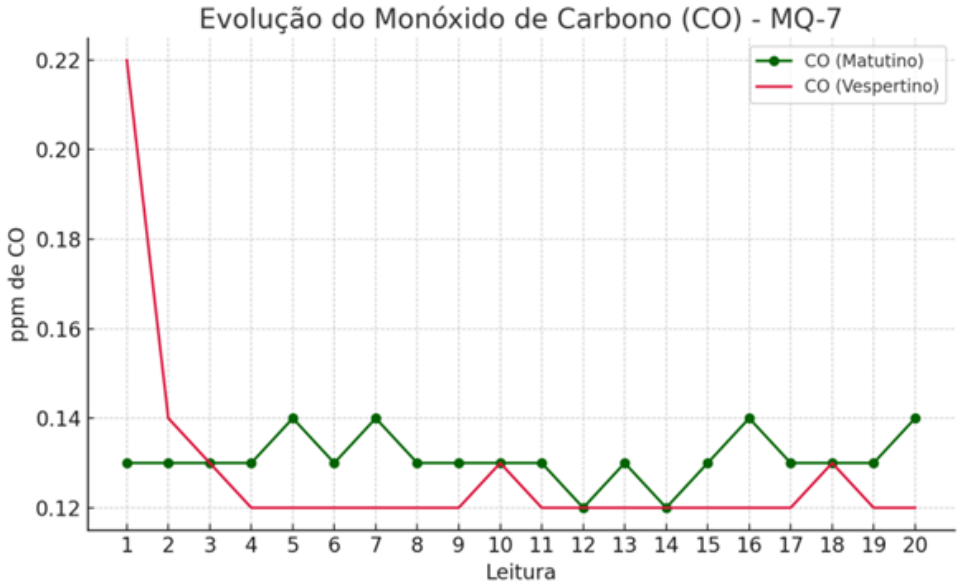
Outrossim, ao longo dos turnos matutino e vespertino, foram realizadas medições para monitorar as concentrações de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2) na praça Tiradentes, utilizando sensores de baixo custo do tipo MQ-7 e MQ-135, acoplados a um Arduino UNO. Dessa forma, a proposta consistiu em avaliar o desempenho desses sensores em condições reais de campo e, quando necessário, aplicar correções para tornar os resultados mais próximos da realidade.

Nesse contexto, o sensor MQ-7, responsável pela medição de CO, apresentou comportamento consistente e estável durante as 40 leituras realizadas, com concentrações variando entre 0,12 e 0,22 ppm. Sendo assim, tais valores se mantiveram bem abaixo dos limites definidos por normas técnicas, indicando boa qualidade do ar e ausência de fontes significativas de emissão de CO nas imediações.

Além disso, ao se comparar os períodos de coleta, observou-se uma leve elevação dos níveis de CO no turno vespertino. Dessa forma, esse comportamento pode estar associado a fatores como o aumento da movimentação de veículos, maior presença de pessoas ou ainda alterações nas condições atmosféricas que dificultam a dispersão dos poluentes ao longo do dia. Assim sendo, todas as leituras

permaneceram dentro da faixa considerada segura, o que reforça a confiabilidade do sensor para esse tipo de aplicação. Abaixo, apresenta-se um gráfico contendo a evolução do monóxido de carbono no decorrer das medições:

Gráfico 3 - Evolução do Monóxido de Carbono (CO) - MQ-7.



Fonte: Autores via Matplotlib, 2025.

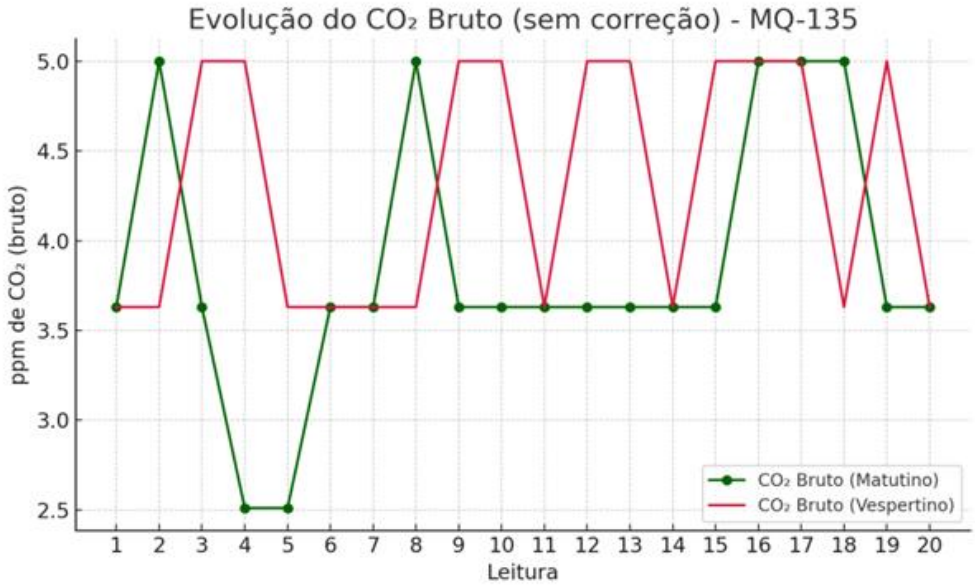
Em contrapartida, os dados fornecidos pelo sensor MQ-135, utilizado para estimativa de CO_2, se mostraram consideravelmente inferiores ao esperado. Nesse sentido, as leituras brutas variaram de 2,51 a 5,00 ppm, o que é significativamente abaixo da faixa comumente registrada em áreas urbanas, geralmente entre 400 e 600 ppm como mencionado anteriormente. Assim, o fato em questão se deve às características técnicas do próprio MQ-135, que, embora amplamente utilizado por seu custo acessível, possui baixa seletividade ao gás carbônico. Portanto, na prática, esse sensor responde a uma grande variedade de compostos voláteis como amônia, benzeno, vapores de álcool, fumaça e outros gases industriais, o que pode influenciar negativamente a precisão quando se deseja medir especificamente o CO_2.

Nesse cenário, outro fator importante a ser considerado é que a conversão do sinal elétrico do MQ-135 para ppm é baseada em uma curva logarítmica genérica, que apresenta pouca sensibilidade em faixas de concentração mais baixas, como aquelas encontradas em ambientes abertos. Dessa forma, embora o sensor funcione corretamente do ponto de vista técnico, os valores que ele entrega para CO_2 puro não representam com fidelidade a realidade.

Em vista disso, para lidar com essa limitação, e ainda assim aproveitar os dados coletados, optou-se por aplicar um fator de correção empírico. Desse modo, tal fator foi definido com base na média das leituras brutas do MQ-135 (≈4,09 ppm) e no valor de referência mais comum encontrado em sensores profissionais do tipo NDIR (infravermelho não dispersivo), como os modelos MH-Z19C e SCD30, que normalmente registram cerca de 450 ppm em ambientes urbanos. A partir da divisão da média das leituras técnicas (≈450 ppm) com a média das leituras brutas (≈4,09 ppm), chegou-se a um fator de correção ideal de ×110, que funciona como uma alternativa viável para estimar a concentração de CO_2 a partir do sensor MQ-135 em ambiente externo. Dessa maneira, sua aplicação permitiu alinhar as leituras obtidas com valores esperados na literatura científica e em sensores de referência confiáveis, fornecendo assim uma ferramenta útil para análise ambiental exploratória de baixo custo.

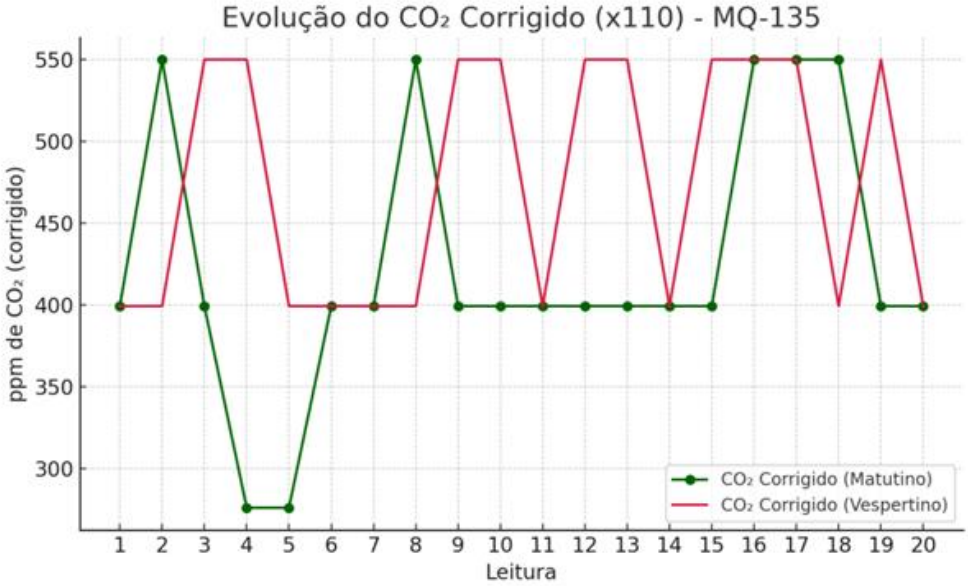
Assim, ao aplicar esse fator às leituras brutas, os valores corrigidos passaram a variar entre 276 e 550 ppm, o que está em conformidade com a faixa esperada. Ademais, o comportamento observado nos dados corrigidos refletiu uma tendência similar à verificada no sensor de CO: os valores do período vespertino apresentaram uma leve elevação em comparação ao turno da manhã, o que pode indicar um acúmulo progressivo de CO_2 ao longo do dia, reflexo da atividade urbana. Logo abaixo, estão representadas de forma gráfica as evoluções de CO_2:

Gráfico 4 - Evolução do CO_2 Bruto (sem correção) - MQ-135.



Fonte: Autores via Matplotlib, 2025.

Gráfico 5 - Evolução do CO_2 Corrigido (x110) - MQ-135.



Fonte: Autores via Matplotlib, 2025.

Em síntese, mesmo com as limitações técnicas do MQ-135, foi possível por meio de uma metodologia clara e de um tratamento de dados transparente, obter informações relevantes sobre a qualidade do ar. Essa abordagem demonstra que sensores de baixo custo podem sim ser utilizados em projetos de monitoramento ambiental, desde que acompanhados de uma análise crítica dos dados e, quando necessário, da aplicação de correções bem fundamentadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, o desenvolvimento e a implementação de um sistema de monitoramento ambiental utilizando sensores de baixo custo, como o DHT22, MQ-7 e MQ-135 acoplados à plataforma Arduino, demonstraram ser uma alternativa viável e acessível para obtenção de dados relevantes em ambientes urbanos abertos, como praças públicas. Outrossim, a proposta inicial do projeto foi integralmente alcançada: foi possível monitorar variáveis ambientais críticas (temperatura, umidade, CO e CO_2) de forma contínua, interpretando os resultados conforme os horários do dia e extraindo dados úteis para possíveis ações futuras.

Nesse sentido, a análise dos turnos matutino e vespertino revelou padrões ambientais coerentes com a literatura e com o ciclo solar. Dessa forma, pela manhã, a temperatura apresentou valores mais amenos, e a umidade relativa se manteve alta,

características típicas de um microclima urbano arborizado. Contudo, já no período da tarde, observou-se elevação de temperatura e redução da umidade, indicando influência direta da radiação solar e da evaporação da água no solo e na vegetação. Desse modo, esses dados reforçam a importância do conforto térmico para o uso eficiente dos espaços públicos, conforme destacado por Souza *et al.* (2018).

Ademais, quanto aos sensores de gases, os resultados indicam que o MQ-7 apresentou um desempenho satisfatório, com valores estáveis de CO e dentro dos limites normativos da CONAMA nº 506/2024 e da COPAM n° 248/2023. Em contrapartida, o MQ-135, embora tecnicamente funcional, apresentou leituras brutas bastante distantes da realidade esperada para o CO_2 em ambientes urbanos. Diante do exposto, para contornar essa limitação, foi aplicado um fator empírico de correção (x110), baseado na razão entre a média dos sensores de referência e a média das leituras brutas obtidas, conforme discutido anteriormente. Com isso, esse fator permitiu estimar os níveis de CO_2 de forma mais coerente com a faixa urbana média reportada anteriormente, respeitando a lógica aplicada por projetos similares.

De modo geral, os dados obtidos comprovam que, mesmo diante de limitações técnicas inerentes a sensores de baixo custo, é possível obter resultados relevantes para avaliações ambientais exploratórias. A partir disso, é válido ressaltar que a análise crítica e a aplicação de correções fundamentadas tornam esse tipo de projeto uma boa ferramenta para fomentar políticas públicas de saúde urbana, apoiar o planejamento urbano sustentável e incentivar a construção de ambientes mais saudáveis e resilientes.

À vista disso, recomenda-se a continuidade e o aperfeiçoamento deste tipo de iniciativa, com a inclusão futura de sensores NDIR para maior precisão na medição de CO_2, integração de módulos de georreferenciamento e comunicação em tempo real, além de parcerias com instituições públicas para ampliação da escala e do impacto social do projeto.

REFERÊNCIAS

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Padrões de qualidade do ar**. São Paulo, 2024. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar/. Acesso em: 17 de maio de 2025.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 506**, de 30 de abril de 2024. Estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 maio 2024. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=827&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 17 de maio de 2025.

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa COPAM nº 248**, de 23 de novembro de 2023. Estabelece os padrões estaduais de qualidade do ar para o Estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 25 nov. 2023. Disponível em: https://meioambiente.mg.gov.br/w/nova-norma-estabelece-padroes-de-qualidade-do-ar-para-minas-gerais. Acesso em: 17 de maio de 2025.

COZAC, Leonardo; AIKAWA, Arthur. **Análise do comportamento do dióxido de carbono em ambientes internos**. Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA, 2021. Disponível em: https://abrava.com.br/analise-do-comportamento-do-dioxido-de-carbono-em-ambientes-internos-por-eng-leonardo-cozac. Acesso em: 30 de maio de 2025.

DONIZETTI, Guilherme da Silva et. al. **Uso da IoT para Monitoramento de Temperatura, Umidade e Presença em Data Centers**. Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação, [S. l.], v. 21, n. 1, 2023. Disponível em: https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/reic/article/view/2144. Acesso em: 27 mar. 2025.

EASTERLINE, L. M. et al. **Smart air monitoring with IoT-based MQ-2, MQ-7, MQ-8, and MQ-135 sensors using NodeMCU ESP32**. Procedia Computer Science, v. 245, p. 815–824, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.10.308. Acesso em: 15 de maio de 2025.

HAQ, F. N. R. D.; IRIANTO, K. D. **Indoor air quality system: A design of monitoring CO and CO_2 substances for elderly home using IoT**. The Indonesian Journal of Computer Science, v. 13, n. 5, 2024. DOI: https://doi.org/10.33022/ijcs.v13i5.4408. Acesso em: 15 de maio de 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/. Acesso em: 30 de maio de 2025.

JABBAR, H., KADHEM, F., & ABD ALI, Z. T. (2021). **Application of MQ-Sensors to Indoor Air Quality Monitoring in Lab based on IoT. ResearchGate**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/356587937_Application_of_MQ-Sensors_to_Indoor_Air_Quality_Monitoring_in_Lab_based_on_IoT. Acesso em: 21 de abril de 2025.

MAHARANI, A. A. P. et al. **Air quality classification system using Random Forest algorithm using MQ-7 and MQ-135 sensors with IoT-based**. Journal of

Mechatronics and Artificial Intelligence, v. 1, n. 2, 2023. DOI: https://doi.org/10.17509/jmai.v1i2.75591. Acesso em: 15 de maio de 2025.

MARTÍNEZ, J. A., et al. (2024**). Sensors on Internet of Things Systems for the Sustainable Development of Smart Cities**. PubMed Central. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11014400/. Acesso em: 21 de abril de 2025.

NOWAK, David J. et al. **Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA**. Environmental Pollution, [S.l.], v. 178, p. 229–236, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749113001383. Acesso em: 30 maio de 2025.

OLIVEIRA, Victor da Silva et al. **A cidade e o clima: uma análise microclimática entre o Largo de Santa Cecília e o Cantinho do Céu**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 18., 2019, Natal. Anais [...]. Natal: ANPUR, 2019. Disponível em: https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/download/86/84. Acesso em: 31 de maio de 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Espaços verdes urbanos e saúde: uma revisão das evidências**. Copenhague: Escritório Regional da OMS para a Europa, 2016. Disponível em: https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2016-3352-43111-60341. Acesso em: 30 de maio de 2025.

SHEN, Y. **An Investigation of a Low-cost CO2 Indoor Air Quality Monitor**. ResearchGate. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273770363_An_Investigation_of_a_Low-cost_CO2_Indoor_Air_Quality_Monitor. Acesso em: 21 de abril de 2025.

SIVAMANI, K., VINOTH, R., & NEDUMARAN, D. (2024**). Development And Testing of Arduino Based Autonomous Environmental Monitoring System. ResearchGate**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/385913525_Development_And_Testing_of_Arduino_Based_Autonomous_Environmental_Monitoring_System. Acesso em: 21 de abril de 2025.

SOUZA, Elizandra Gomes de; SILVA, Maria Lúcia de Brito; NASCIMENTO, Andrezza de Oliveira. **Conforto térmico em parque urbano de cidade tropical úmida com base na percepção dos usuários e no índice PET**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 249–264, jul./set. 2018. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/81868. Acesso em: 31 de maio de 2025.

TEÓFILO OTONI. **Dossiê de tombamento da Praça Tiradentes**. Teófilo Otoni: Prefeitura Municipal, 2007. Disponível em: https://www.teofilootoni.mg.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Dossi%C3%AA-CP-Pra%C3%A7a-Tiradentes-Te%C3%B3filo-Otoni.pdf. Acesso em: 18 de jun. de 2025.

VORMITTAG, Evangelina da Motta P. A. de Araújo et al. **Análise da qualidade do ar no Brasil**. Estudos Avançados, v. 35, n. 102, p. 7-30, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/fbCFjRbBRhf4M5F6xQVrbfR/. Acesso em: 27 mar. 2025.

Capítulo 4

POLÍTICAS EMPRESARIAIS E SUGESTÕES PARA MELHOR UTILIZAÇÃO DO PLANEAMENTO ESTRATÉGICO PELAS EMPRESAS: "O CASO CAHORA BASSA"

Raimundo Alfândega Mateço

POLÍTICAS EMPRESARIAIS E SUGESTÕES PARA MELHOR UTILIZAÇÃO DO PLANEAMENTO ESTRATÉGICO PELAS EMPRESAS: "O CASO CAHORA BASSA"

Raimundo Alfândega Mateço

PhD. Possui mestrado em Administração e Gestão de Educação pela Universidade Eduardo Mondlane, raimundomateco@gmail.com

RESUMO

O planeamento estratégico é uma ferramenta de gestão, no qual uma organização define aonde que chegar, fazendo evidências dos meios para se alcançar aos objectivos preconizados. No momento da elaboração do Plano estratégico, os valores e a missão do negócio são evidenciados. Eles norteiam toda a estratégia que será usada. De forma errada várias organizações imaginam estar planeando, mas o que fazem não é planear, acabam confundindo com outros processos de percepção do futuro, podendo influenciar erroneamente o caminho do sucesso. O estudo aqui apresentado resulta de uma investigação pessoal e visa compreender a relevância das políticas empresariais e propor sugestões para uma melhor utilização do planeamento estratégico, no contexto da melhoria do desempenho económico empresarial. Tratando-se de um estudo qualitativo de carácter exploratório para interpretar a realidade dentro de uma visão complexa, recorremos ao estudo de caso, fazendo análise bibliográfica para a sustentação teórica e análise documental da empresa Hidroeléctrica Cahora-Bassa (HCB). Os resultados indicam que o plano estratégico da HCB está bem estruturado e com respectivas políticas empresariais subjacentes. Entretanto, ele apresenta algumas falhas que podem comprometer a sua efectiva implementação. Assim, o estudo propõe: uma análise ao comportamento dos fornecedores de equipamento e do mercado envolvente; maior envolvimento da alta administração no processo de controlo da execução do plano estratégico e elaboração de uma matriz de controlo periódico, de preferência a ser análise em sede das reuniões do Conselho de Administração; identificação clara das prioridades dos problemas a resolver; e, elaboração de um plano de comunicação e envolvimento dos funcionários na implementação do Plano Estratégico.

Palavras-chave: Estratégia; Políticas Organizacionais e Planeamento Estratégico.

ABSTRACT
Strategic planning is a management tool, in which an organization defines where it wants to go, making evidence of the means to achieve the recommended objectives. When drawing up the Strategic Plan, the values and mission of the business are highlighted. They guide the entire strategy that will be used. Wrongly, several organizations imagine they are planning, but what they do is not plan, they end up confusing it with other processes of perception of the future, which can erroneously influence the path of success. The study presented here is the result of investigation and aims to understand the relevance of corporate policies and propose suggestions for a better use of strategic planning, in the context of improving corporate economic performance. Since this is a qualitative study of an exploratory nature to interpret reality within a complex view, we resorted to a case study, making a bibliographic analysis for theoretical support and documental analysis of the company Hidroeléctrica Cahora-Bassa (HCB). The results indicate that HCB's strategic plan is well structured and with respective underlying business policies. However, it has some flaws that can compromise its effective implementation. Thus, the study proposes: an analysis of the behavior of equipment suppliers and the surrounding market; greater involvement of senior management in the process of controlling the execution of the strategic plan and preparation of a periodic control matrix, preferably to be analyzed at the meetings of the Board of Directors; clear identification of the priorities of the problems to be solved; and, elaboration of a communication plan and employee involvement in the implementation of the Strategic Plan.
Keywords: Strategy; Organizational Policies and Strategic Planning.

1 Introdução

O Planeamento Estratégico (PE) tem sido utilizado para orientar os gestores na busca do sucesso nas empresas que dirigem. De forma tradicional, ele se inicia com a criação da identidade organizacional, ou seja, a definição clara da missão, visão e valores. A segunda e a terceira etapas se referem à análise do ambiente externo e interno, respectivamente. Então, a partir desses levantamentos podem ser desenvolvidos os objectivos e as estratégias, que mais tarde se desdobrarão em políticas, planos e procedimentos. Crozatti (2003), reforça esta ideia afirmando que o (PE) é um processo de gestão no qual a empresa identifica o cenário em que actua, através das ameaças e oportunidades e das forças e fraquezas (ambiente externo e

interno), produzindo então, directrizes estratégicas (políticas) que orientem o cumprimento da missão e garantam a continuidade do processo.

Entretanto, nos tempos actuais as organizações enfrentam grandes desafios na formulação de políticas e planos estratégicos, havendo uma grande necessidade de melhor estruturarem-se para o alcance de maior produtividade, melhor qualidade e competitividade. Estas políticas revelam uma importância não somente intrínseca as organizações para o melhoramento dos procedimentos internos e externos, dando também um excelente contributo ao crescimento da economia. O estudo aqui apresentado resulta de uma investigação no âmbito de doutoramento e visa compreender a relevância das políticas empresariais e propor sugestões para uma melhor utilização do planeamento estratégico, no contexto da melhoria do desempenho económico empresarial, propondo-se a responder à seguinte questão: até que ponto a HCB está comprometida com a gestão estratégica empresarial e se realmente chega a aplicar em suas actividades?

A pesquisa justifica-se pelas seguintes razões: contribuir para a compreensão da relevância da implementação do planeamento estratégico empresarial no ambiente de competitividade; contribuir para o acervo da FEN-UJC como material científico e servir de apoio aos outros estudos académicos.

Para atender os objectivos propostos, o artigo foi estruturado em cinco secções, incluindo esta introdução. Na secção que se segue, apresentam-se os principais aspectos teóricos para melhor definição do tema. Na sequência, descreve-se a metodologia específica adoptada para realizar este artigo. Na quarta parte, estão os principais resultados e discussões; e, por fim, a quinta secção apresentará as conclusões deste artigo.

2 Revisão da Literatura

Definição de políticas empresariais

Oliveira (2007) sustenta que no planeamento estratégico as políticas são a base, parâmetros ou orientações que facilitam a tomada de decisões dos executivos das empresas. Entretanto, explica o mesmo autor, existe na literatura uma confusão sobre o termo política. O primeiro obstáculo encontrado no estudo sobre políticas empresariais esta relacionado com a amplitude de significados atribuídos ao termo.

Esta dificuldade é geralmente atribuída à ausência de diferenciação existente na língua inglesa entre *politics* e *policy*, a primeira referindo-se à ciência de governar e a segunda à administração de empresas (Bethlem, 1981). Não se tem consenso sobre qual a acepção mais correcta ou que oferecerá maior contribuição à organização. A seguir, serão apresentadas três formas de se definir o termo, segundo diversos autores que se dedicaram ao estudo da Administração Estratégica.

a) A política anterior ao objectivo

Leontiades (1982) concebe política concebe política como anterior ao objectivo, definindo-a como razão e direcção amplas para a organização como um todo, que é complementada pelo objectivo e optimizada pela estratégia. Assim, a política estabelece aonde a alta administração pretende chegar. No entanto, apesar de bastante abrangente, esta percepção não permite que as políticas ocorram em nível operacional, como uma regra de conduta específica para determinadas situações. Ao contrário, ela limita o termo a uma esfera estratégica, mais distante das preocupações diárias da empresa. Na sequência do estabelecimento das políticas, determinam-se os objetivos, medidas quantitativas que complementam as afirmações gerais da política. Assim, nota-se que os objectivos estão subordinados às políticas adoptadas. Em seguida, são elaborados os planos de acção e as estratégias, todos definidos em relação aos conceitos anteriores.

b) Políticas como estratégias

Alguns autores aplicam o conceito de estratégia como sinônimo de política. No entanto, mesmo estes tendem a acentuar as diferenças entre os dois e estabelecer condições em que possam ser utilizados com o mesmo significado. Steiner e Miner (1981) preocupam-se em fazer essa distinção, apresentando o sentido original de estratégia, no momento em que se estendeu ao campo da Administração. As estratégias se relacionavam a comportamentos acerca da posição e das acções concorrenciais, analogamente ao sentido bélico da palavra. Posteriormente, seu significado se ampliou, abrangendo os demais recursos da empresa. Por último, inseriu-se na definição os interesses básicos da direção de uma empresa: as finalidades, objectivos, políticas e estratégias específicas dos programas de acção. Bem como as estratégias, as políticas mudam de sentido conforme seu escopo. Em geral, são consideradas “guias para a execução de uma acção” (Steiner & Miner, 1981: 29). Todavia, alguns estudiosos como Ansoff (1990), Cannon (1968), Chandler

(1962) e Newman (1959), chamam de política o mesmo conjunto de elementos agrupados no conceito de estratégia. O resultado é uma confusão semântica que só pode ser resolvida por convenção, de acordo com a preferência do autor ou administrador. A diferenciação entre políticas e estratégias é, em Steiner e Miner (1977), colocada de lado quando se trata de grandes decisões da alta administração, mas têm sentidos diferentes para os níveis mais baixos.

c) A política diferente da estratégia e do objectivo

Finalmente, existe uma terceira acepção de política que se diferencia de objectivos e estratégias. Nela se estabelece que as políticas limitam o planeamento estratégico, com orientações sobre a forma de actuação tanto em níveis mais elevados, quanto no operacional.

Para Giuzi (1987), políticas organizacionais são guias orientadoras da acção administrativa para o alcance das metas e objectivos estabelecidos para a organização. Owens (1954) reforça essa ideia definindo políticas empresariais como princípios para a conduta de uma empresa, um curso geral de acção seguido por pessoas que são responsáveis pela administração do negócio e relações com os *stakeholders*.

As duas definições permitem interpretações abrangentes ou estritas, dependendo do nível organizacional em questão. Utilizar-se-á esta terceira definição na continuidade do estudo, que, apesar de semelhante ao conceito anterior (política/estratégia), preserva a distinção entre os termos e possibilita uma melhor revisão analítica.

Formulação de políticas organizacionais

Uma das acções previstas na formalização do planeamento estratégico é formulação das políticas corporativas. A criação de políticas empresariais é influenciada por três campos diferentes (Caravantes, 1997): (i) Ambiente externo: quer dizer que as políticas são formuladas a partir da relação da empresa com os concorrentes, fornecedores, consumidores, entre outros *stackeholders*; (ii) Avaliação das operações concorrentes: as políticas são criadas a partir do conhecimento das capacidades internas da empresa, observando sempre as operações concorrentes e seu funcionamento; e, (iii) Valores da gerência: significando que as políticas serão

afectadas pela forma como pensam e características das pessoais que contribuíram para a sua criação. A importância do último aspecto fica evidenciada por Barros et al. (2006), através do resultado da sua pesquisa sobre influência dos gestores nas políticas corporativas, realizada por meio da observação de empresas brasileiras de capital aberto durante o período de 5 anos (de 1998 a 2003). No estudo "os resultados sugerem que algumas políticas corporativas e o valor de mercado das empresas podem ser significativamente influenciados por idiossincrasias dos seus gestores" (Barros et al., 2006).

Papel das políticas

Buskirk (1971) lista cinco funções básicas das políticas empresariais no processo decisório, a saber:

a) **Uniformizar o comportamento dos funcionários na organização**

Em especial nas grandes empresas, é difícil fazer com que todos os grupos de trabalho funcionem da mesma forma ou apresentem comportamentos e resultados semelhantes. Isso tende a gerar uma incompatibilidade entre as áreas da empresa, visto que são diferentes as dinâmicas internas e mesmo o trabalho voltado ao público externo. A incoerência da postura de tratamento tende a provocar reacções negativas de funcionários e consumidores. As políticas minimizam esse problema, na medida em que uniformizam alguns dos comportamentos de todos os funcionários e áreas da organização.

b) **Garantir a continuidade das decisões**

A uniformidade das decisões não deve ser observada apenas na amplitude da organização, mas também na sua permanência ao longo do tempo. O stakeholder espera ser tratado de forma homogênea sempre que aborda a empresa. Uma quebra dessa expectativa causa desconforto. Uma outra ocasião em que a continuidade deve ser garantida pelo estabelecimento de políticas é diante da troca da gestão organizacional. Quando uma empresa muda seu corpo directivo, arrisca-se a ter comportamentos já consolidados como padrão perdidos no momento da transição. As políticas permanecem inalteradas durante essa passagem. Deve-se acentuar que políticas não são imutáveis. Contudo, são elaboradas tendo em vista o longo prazo, fornecendo à empresa estabilidade, até que surja necessidade de alterá-las.

c) **Optimizar a comunicação interna** e alinhamento de expectativas entre todos os níveis hierárquicos do negócio.

Por meio de políticas, a alta administração consegue transmitir aos funcionários suas expectativas. Integrantes novos percebem com mais facilidade e clareza as intenções e comportamentos esperados dentro da organização.

d) **Facilitador na tomada de decisão**

A política é uma decisão tomada por antecipação (Buskirk, 1971). Uma vez estabelecida, é esperado que, em toda a situação por ela contemplada, sejam aplicadas suas determinações, de forma a evitar a transição pelos diversos níveis organizacionais. A política propõe procedimentos ou linhas de pensamento que diminuam o volume de decisões do administrador e facilitem o processo através de respostas-padrão. A ressalva nesse uso das políticas consiste em não utilizar de forma indiscriminada, sem considerar as especificidades da situação. Do contrário, pode-se forçar uma solução segundo a política, sem que as premissas de fato se configurem com aquelas listadas na formulação prévia do problema.

e) **Protecção contra pressões imediatistas**

Como políticas se fundamentam no longo prazo, suas definições previnem administradores de negligenciar aspectos estratégicos em favor de interesses imediatos. Há, obviamente, casos em que as oportunidades surgem sem uma preparação extensiva anterior. Situações extraordinárias podem desviar o caminho estabelecido em detrimento a uma novidade no ambiente. Isso é particularmente observável em mercados dinâmicos e economias instáveis. Nesse momento, a política deve ser julgada com propriedade, para que não engesse as acções correctivas e adaptativas da empresa.

Tipos de políticas

De acordo com suas fontes de conceituação, as políticas podem ser (Oliveira, 2007):

a) Políticas estabelecidas

São as provenientes dos objectivos, desafios e metas da empresa e são estabelecidas pela alta administração com a finalidade de orientar os subordinados em seu processo de tom ada de decisões. Normalmente, correspondem a questões

estratégicas ou tácticas. Como exemplo pode-se ter uma política estabelecida pela alta administração quanto ao nível de diversificação que a empresa vai adoptar como base do seu processo decisório.

b) Políticas solicitadas

São os resultados das solicitações dos subordinados aos elementos da alta administração da empresa, tendo em vista a necessidade de obter orientações sobre como proceder em determinadas situações. Normalmente, correspondem a questões operacionais. Um exemplo pode ser uma política de concessão de créditos aos clientes.

c) Políticas impostas

São as provenientes de factores que estão no ambiente da empresa, tais como governo, sistema financeiro, sindicatos etc. Normalmente, correspondem a questões estratégicas. Como exemplo pode-se ter uma política imposta pelos sindicatos para a empresa ter determinadas comissões de fábrica do tipo CCQ - Círculo de Controle de Qualidade.

Quanto à forma de divulgação, as políticas podem ser (Oliveira, 2007):

a) **Explícitas**: correspondem a afirmações ou posições escritas ou orais quanto às informações necessárias ao tomador de decisões, para facilitar sua escolha entre as alternativas existentes;
b) **Implícitas**: correspondem a uma situação em que a política não apresenta uma formalização, pois não é falada ou escrita.

O mesmo autor classifica ainda as políticas empresariais quanto à sua abrangência, podendo ser:

a) **Políticas gerais**: representam princípios ou leis gerais fundamentadas na filosofia básica de actuação da empresa (podendo ser políticas gerais dos negócios, de direcção ou ainda de gestão).
b) **Políticas específicas**: que representam os princípios e leis que devem ser respeitados por uma área específica da empresa.

Características das políticas eficazes

As características das políticas eficazes são (Ziegler, 1972):

a) Flexibilidade, pois a empresa está em constante interacção com o ambiente e, portanto, não pode ficar dependendo só de sua tradição;

b) Abrangência, pois devem cobrir os vários aspectos e dificuldades que se desenvolvem nas operações da empresa;

c) Coordenação, pois, caso contrário, os esforços podem ser dirigidas para tarefas pouco correlatas; e

d) Ética, pois devem estar de acordo com os padrões éticos de conduta da empresa.

Fica evidente que o executivo deve estabelecer políticas com essas características, pois, caso contrário, a base de sustentação do planeamento estratégico poderá ficar bastante debilitada.

Sugestão para Melhor utilização do Planeamento Estratégico pelas Empresas

O executivo deve estar ciente de que sua empresa só conseguirá obter as efectivas vantagens do planeamento estratégico se forem observados determinados aspectos, que passam, necessariamente, por perceber as seguintes premissas básicas (Oliveira, 2007):

a) O planeamento estratégico não é um instrumento administrativo para resolver todos os problemas da empresa, entretanto, quando correctamente utilizado, o planeamento estratégico proporciona uma série de vantagens para a empresa como um todo, entre as quais podem ser citadas: identifica áreas que exigem decisões e garante que a devida atenção lhes seja dispensada, tendo em vista os resultados esperados, e possibilita a obtenção de melhores resultados operacionais.

b) O planeamento estratégico da empresa efectivamente seja um planeamento estratégico, isto é, o planeamento estratégico deve representar uma metodologia administrativa que procura criar uma situação de optimização da empresa perante as mutações de seu ambiente, visando usufruir da melhor maneira possível das oportunidades, bem como evitar as ameaças. Coloca a empresa numa situação activa, inclusive procurando “fazer as coisas acontecer”; e

c) O planeamento estratégico seja adequadamente utilizado pela em presa. Partindo do princípio de que o executivo tenha consciência de que o planeamento

estratégico não irá resolver todos os problemas da empresa, bem como o instrumento de administração que ele esteja utilizando, realmente, seja o PE, devem ser evitadas algumas falhas que podem ocorrer em três momentos (antes do início da elaboração do PE, durante a elaboração do planeamento estratégico e depois da elaboração e quando da implementação do PE) do desenvolvimento do processo do PE nas empresas (Oliveira, 2007), como ilustrado no Quadro 1.

Em relação às falhas antes do início da elaboração do PE é relevante destacar as seguintes sugestões (Oliveira, 2007):

- Para o ponto (1): a) o funcionário contratado não deve elaborar o plano estratégico, mas catalisar o processo de elaboração, que deverá ser efectuado pelos vários sectores da empresa; b) alocação ideal do sector de PE na estrutura organizacional é junto ao mais alto nível hierárquico, preferencialmente, numa situação de assessoria; c) deve-se juntar à melhor equipe de trabalho para o desenvolvimento do PE, um assessor - interno - e de um consultor - externo -, propiciando uma situação sinérgica de suas vantagens específicas; e d) constituição de uma competente e criativa equipe multidisciplinar que envolve o adequado conhecimento e senso crítico de todos os negócios, produtos, serviços e actividades da empresa, que catálise e apoie o processo de PE, bem como da obtenção e análise de algumas informações básicas que não estejam alocadas em outras unidades organizacionais da empresa.
- Para o ponto (2): a) considerar a empresa como um todo, facilitando as análises, tanto internas quanto externas à empresa, permitindo também ter melhor interacção com seu ambiente; b) O executivo deve identificar e proporcionar um tratamento aberto e franco para com o problema, procurando revitalizar o planeamento estratégico na empresa; c) o PE deve ser entendido como um processo contínuo, abrangente e participativo, cujos benefícios para a empresa vão aflorando ao longo do tempo, de maneira racional, lógica e estruturada; d) o PE deve respeitar a realidade e a cultura da empresa, pois somente dessa forma poderá auxiliar o executivo no processo decisório; e) É extremamente importante que o processo de planeamento estratégico seja incorporado ao dia-a-dia da empresa, criando uma situação de administração estratégica, ou seja, os aspectos estratégicos são incorporados de maneira sistemática no processo decisório da empresa.

- Para o ponto (3): a) o treinamento antecipado e contínuo sobre as actividades envolvidas na mudança, comunicação adequada entre as partes envolvidas, participação ecfetiva das pessoas afetadas pela mudança, principalmente dos resistentes e melhoria do sistema de informações nas empresas, entre outros aspectos; b) estabelecer os critérios e parâmetros, bem como o sistema de informações necessários para o adequado controle e avaliação do planeamento estratégico; e c) pode ser evitada através de efectivo, abrangente e participativo programa de treinamento e capacitação profissional.
- Para o ponto (4): a) o executivo deve considerar o desenvolvimento do PE de acordo com a realidade da empresa em termos de, entre outros aspectos mais específicos, tamanho e recursos disponíveis que apresenta; b) o executivo deve saber trabalhar com aspectos informais e invisíveis da cultura organizacional.

Para as falhas que podem ocorre e durante a elaboração do PE, Oliveira (2007) propõe as seguintes sugestões:

- Para o ponto (1): a) o executivo deve conhecer quais são os problemas mais comuns do desenvolvimento do planeamento estratégico nas empresas e estar atento para o fato de que parte do hiato estratégico provém da formulação de estratégias com uso de uma simples correlação de causa e efeito; b) o executivo deve lembrar-se de que a convergência de sectores e o ritmo da inovação tecnológica desestruturaram os limites da indústria tradicional e complicaram a tarefa de identificação dos concorrentes e de importantes factores ambientais ou não controláveis pelas empresas; c) o executivo deve lembrar-se de que o planeamento estratégico estruturado e formalizado deve ser complementado pelos aspectos intuitivos como em qualquer processo decisório; e d) o PE deve ser elaborado “pela” empresa e não “para” a empresa. E para que tenha condições de elaborar seu PE, é premissa básica que seus funcionários envolvidos no processo tenham pleno conhecimento do assunto em si.
- Para o ponto (2): a) a alta administração deve ter um envolvimento equilibrado (nem insuficiente, nem demasiado); b) o PE deve englobar os planeamentos tácticos, os quais, por sua vez, consideram a ordenação dos grupos de recursos para o melhor alcance dos resultados estratégicos e englobam os planeamentos operacionais; c) não é apenas o nível de envolvimento da alta e da média

administração que deve ser analisado, mas também as atitudes que os elementos apresentam perante o PE.

- Para o ponto (3): a) interligação entre alta administração, níveis tácticos e operacionais; b) o executivo deve manter nível de equilíbrio nos aspectos de simplicidade, formalidade e flexibilidade do PE na empresa; c) o planeamento deve compreender o período de tempo necessário para prognosticar, através de um a série de actividades, a satisfação de todos os compromissos envolvidos no conjunto das decisões estratégicas.
- Para o ponto (4): a) é necessário que ele seja um processo contínuo com atualização, entendimento, controle e avaliação constantes; b) deve-se evitar que o planeamento estratégico seja considerado utópico. Portanto, conforme já apresentado nesta secção, o executivo deve desenvolver o planeamento estratégico dentro da realidade actual da empresa; c) deve existir um sistema de divulgação das informações correlacionadas, de forma ampla e consistente; e d) enfrentar as dificuldades e planear o futuro, porque deixar para planear o futuro quando ele chegar será tarde, não haverá tempo para a empresa acompanhar a demanda do mercado e ela pode ser alijada, porque outras empresas poderão ter tido o cuidado de planear.

Quadro 1: Causas das falhas do planeamento estratégico

Antes do início da elaboração	Durante a elaboração	Durante a implementação
1. Estruturação inadequada do sector: a) Contratação de um elaborador do plano b) Alocação inadequada na estrutura c) Funcionários ineficientes d) Estruturação inadequada da equipe	1. Desconhecimento dos conceitos básicos: a) Considerar como um processo fácil ou difícil b) Não considerar como um sistema integrado c) Desconsideração dos aspectos intuitivos d) Desconsideração do processo de aprendizagem e treinamento	1. Inadequação no controle e avaliação: a) Falta ou inadequação do sistema de controlo b) Desconsideração da relação custos versus benefícios
2. Ignorância da importância e significado do planeamento: a) Existência de sucesso sem o planeamento b) Alguma falha anterior do planeamento c) Expectativa de enormes e rápidos resultados d) Transposição directa do planeamento de outra empresa e) Desassociação do processo de administração	2. Inadequação no envolvimento dos níveis hierárquicos: a) Envolvimento insuficiente ou demasiado da alta administração b) Não-envolvimento da média administração c) Atitudes inadequadas perante o planeamento	2. Interacção inadequada com os funcionários: a) Falta de participação e envolvimento b) Falta de comprometimento c) Falta de conhecimento
3. Não-preparação do terreno para o planeamento: a) Não-eliminação de focos de resistências b) Não-esquematização do sistema de controlo e avaliação c) Desconhecimento da natureza do planeamento	3. Defeitos na elaboração em si: a) Não-interligação com os planeamentos operacionais b) Falhas no estabelecimento e interligação dos vários itens considerados c) Excesso - ou falta - de simplicidade, formalidade e flexibilidade d) Período de tempo inadequado e) Ineficiência dos responsáveis pelo planeamento f) Inadequada ou inexistente gestão do conhecimento g) Dissociação com o processo de inovação	
4. Desconsideração da realidade da empresa: a) Inadequação ao tamanho e recursos disponíveis b) Inadequação quanto à cultura da empresa	4. Baixa credibilidade ao planeamento: a) Descontinuidade no processo b) Utilização de situações pouco realistas c) Não-divulgação das informações d) Dificuldade de trabalhar com o planeamento	

Fonte: Oliveira (2007: 279)

Finalmente para as falhas durante a implementação do PE, Oliveira (2007) propõe as seguintes sugestões:

- Para o ponto (1): a) adequação do sistema de controle e avaliação do PE, tendo em vista, entre outros aspectos, criar uma situação de credibilidade e propiciar condições para facilitar sua continuidade e seu aperfeiçoamento na empresa; e b) estabelecimento de uma situação de autocontrole e avaliação, o que só será possível com a efectiva participação e envolvimento dos vários executivos e funcionários da empresa.
- Para o ponto (2): a) efectiva participação e envolvimento dos funcionários da alta, bem como da média administração, no desenvolvimento do processo de PE; b) a empresa deve actuar no desenvolvimento e aplicação de instrumentos facilitadores para o processo de aumento do nível de comprometimento das pessoas; e c) trabalhar no sentido do PE ser de conhecimento de todos.

Metodologia

A metodologia de trabalho é definida de modo a dar resposta às questões do estudo e aos objectivos propostos (Marques, 2004). Quanto à natureza a pesquisa é descritiva, porque tem a função de descrever a forma e vantagens da implementação do planeamento estratégico que têm impacto positivo no sucesso da empresa.

Quanto à forma de abordagem, a pesquisa foi de caráter qualitativo, como disse Gil (2008), este método permite que além de descrever o contexto do problema, é possível também explorar seus significados e tem a característica de levantar dados de natureza interpretativa.

Quanto à técnica foi adoptada a pesquisa bibliográfica. Pois, como afirmam Richardson (1999), Gil (2002), Marconi e Lakatos (2003) e Oliveira (2011), a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contacto directo com tudo o que foi escrito e dito sobre um determinado assunto.

O Caso Hidroelétrica de Cahora Bassa

Como dissemos na introdução, este estudo tem por objectivo reflectir sobre o Planeamento Estratégico e a sua eficiência na gestão e como tal nos predispomos a analisar a política empresarial de uma Empresa em concreto. No caso vertente, escolhemos a Hidroelétrica de Cahora Bassa, SA (HCB) e nos predispusemos a analisar o seu Plano estratégico 2018 – 2023.

Neste capítulo, iremos perceber o alcance do Plano estratégico da HCB e sua relevância na gestão da Empresa e se este documento se posiciona como, de facto, um catalizador do pensamento estratégico que vincula, não só visão ampla da organização, como também, serve de ferramenta adequada de forma a conduzir a acção do gestor para o alcance dos objectivos institucionais, como preconiza Robbins (2000).

Caracterização da Hidroeléctrica de Cahora Bassa

A Hidroeléctrica de Cahora Bassa, S.A. é uma sociedade anónima constituída a 23 de Junho de 1975, com sede na Vila do Songo, Distrito de Cahora Bassa, Província de Tete, que tem como objecto social principal, a exploração, em regime de concessão, do aproveitamento hidroeléctrico de Cahora Bassa e, em geral, a produção, transporte e comercialização de energia eléctrica, incluindo a importação e exportação, tudo nos termos do contrato de concessão.

À luz dos acordos de 1975, as acções da HCB seriam gradualmente transferidas para Moçambique à medida que o Governo Português fosse recuperando o capital e os juros do investimento feito (com as receitas da exploração da HCB), que culminou com o Acordo de Reversão e Transferência, através do qual o Estado Moçambicano passou a deter, a partir de 2012, 92.5% do capital social da HCB, através de um veículo criado especificamente para o efeito, a Companhia Eléctrica do Vale do Zambeze (“CEZA ”) e o Estado Português, 7.5%, que posteriormnete as cedeu a um parceiro estratégico, a sociedade, Redes Energéticas Nacionais, SGPS, S.A. (REN).

Em Novembro de 2017, e após deliberação dos accionistas, a HCB procedeu à compra de acções próprias, representativas de 7,5% do seu capital social, que se encontravam tituladas pela CEZA. Desde então, o capital social da HCB passou a

estar titulado da seguinte forma: Estado Moçambicano, através do veículo CEZA (85,0%), a REN (7,5%) e a própria HCB (7,5%).

Missão, Visão e Valores da HCB

A missão e visão da Hidroeléctrica de Cahora Bassa (HCB) são claras e estão orientados para a excelência e eficiência na exploração do empreendimento de Cahora Bassa e para o contributo que a empresa pode dar no desenvolvimento da matriz energética nacional e regional.

A **missão** é a seguinte:

- Ser empresa de referência internacional, impulsionando decisivamente o desenvolvimento da matriz energética.

A **visão** é a seguinte:

- Explorar com excelência o empreendimento de Cahora Bassa e contribuir para a expansão do aproveitamento do potencial energético do País, de modo sustentável e socialmente responsável.

Da análise feita a estes elementos estratégicos, depreende-se que a base de toda a estratégia da HCB é a sustentabilidade do negócio no médio e longo-prazos. Por isso, a aposta da empresa centra-se na eficiência, na expansão das capacidades produtivas, na diversificação do portfólio de negócios, no desenvolvimento do capital humano e na rentabilidade, elementos que contribuem para a sustentabilidade de qualquer negócio e social.

Valores da empresa: na HCB os valores são os seguintes: Espírito de Equipa, Integridade, Excelência, Responsabilidade, Orgulho, Inovação.

A missão, visão e valores são base do Plano estratégico e a HCB, através deles, demonstra que a aposta da empresa centra-se na eficiência, na expansão das capacidades produtivas, na diversificação do portfólio de negócios, no desenvolvimento do capital humano e na rentabilidade, elementos que contribuem para a sustentabilidade de qualquer negócio.

Análise interna e externa

O diagnóstico estratégico, em seu processo de análise externa e interna, apresenta determinados componentes, que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Análise SWOT da HCB

	FORÇAS:	FRAQUESAS:
FACTORES INTERNOS	• Infraestrutura de grande escala; • Inserção num mercado integrado regional de energia; • Estabilidade contractual em termos de receitas (PPA) no longo prazo; • Presença na Bolsa de Valores de Moçambique; • Quadros da empresa com fortes competências e nível de especialização; • Robustez financeira; • Disponibilidade de energia limpa.	• Dependência de um número reduzido de clientes. • Necessidade de renovação do parque electroproductor, operacional há 50 anos. • Receitas essencialmente baseadas em ZAR, levando à exposição acrescida a um elevado risco cambial. • Dependência de uma única fonte para geração de energia eléctrica.
	OPORTUNIDADES	**AMEAÇAS**
FACTORES EXTERNOS	• Descoberta de grandes quantidades de gás na bacia do Rovuma; • Aumento do déficit energético na região austral resultado do desenvolvimento económico; • Possibilidade de aumento da capacidade produtiva com o desenvolvimento da Central Norte. • Implementação de projectos sectorias estruturantes para a economia moçambicana, no sector da energia, promovidos pelos sector público;	• Contexto macroeconómico, político e social desafiante. • Possibilidade de existência de eventos de força maior que afectem a capacidade productiva (ex. pandemias). • Perda de competitividade do recurso hídrico como fonte para geração de energia renovável. • Mercado financeiro local com limitada capacidade para angariação de capitais;

Fonte: Os autor da pesquisa, (2025)

a) Pontos fortes (Forças)

Pontos fortes são as variáveis internas e controláveis que propiciam uma condição favorável para a empresa, em relação a seu ambiente.

O ponto forte identificado no plano estratégico da HCB é a nova abordagem de gestão da empresa, que se centra na eficiência dos processos e na alocação correcta dos recursos, a partir de uma gestão eficaz do risco organizacional. Por isso, fruto da missão e dos resultados da análise de risco, algumas funções estão a ser introduzidas (identificação e gestão de negócios, gestão de projectos, entre outros), outras necessitam de ser concentradas (planeamento estratégico, monitoria e avaliação, melhoria contínua de processos) e outras ainda poderão vir a ser terceirizadas

(serviços de suporte). O reajustamento da estrutura orgânica irá conduzir necessariamente a um quadro de pessoal alinhado às actuais e futuras necessidades da empresa (número de pessoas e respectivas competências-chave).

Esta abordagem está também centrada nos gestores, como principais pivôs da mudança e dinamismo que se pretende imprimir na empresa, o que pressupõe uma aposta forte no reforço das suas competências de gestão operacional e estratégica. Pretende-se caminhar para um cada vez maior envolvimento dos quadros da HCB nas decisões estratégicas da empresa.

A aposta na gestão do conhecimento dentro da HCB afigura-se como um importante desafio a ter em conta nos próximos anos, por via da capitalização e centralização de todo o conhecimento produzido internamente e pelos consultores e empreiteiros contratados. A partir de um centro de inteligência, que funcione como um repositório com diferentes níveis de permissão, os colaboradores poderão aceder a conteúdos relevantes que visam potenciar a sua evolução e crescimento profissional dentro da empresa, fomentar a investigação e a produção técnico-científica das suas áreas do saber, bem como preparar os quadros para melhor participarem nas decisões estratégicas da HCB.

b) Pontos fracos (Fraquezas)

Pontos fracos são as variáveis internas e controláveis que provocam uma situação desfavorável para a empresa, em relação ao seu ambiente.

- **Ausência de um plano de gestão de riscos**

A gestão do risco é fundamental para assegurar que a estratégia ora definida seja implementada com sucesso, na medida em que irá permitir definir critérios claros e objectivos que permitam identificar as áreas mais críticas e com maior impacto sobre a eficiência da empresa.

A revisão da estrutura orgânica da HCB, baseada numa análise funcional rigorosa, é crucial para assegurar que estão criadas condições organizacionais para que os colaboradores possam cumprir as suas funções e contribuir para a realização das iniciativas, principalmente daquelas que estão associadas aos eixos de actuação 1 (Eficiência Operacional), 2 (Negócios, Mercados e Clientes) e 3 (Gestão Corporativa, Risco e Accountability). Fruto desta revisão orgânica será necessário criar uma ou mais unidades orgânicas que respondam pela gestão do CAPEX Vital 10

anos, pela identificação e desenvolvimento de novos negócios e pela definição e implementação de uma gestão de risco eficaz no seio da organização.

A não criação destas unidades orgânicas ou o atraso na sua operacionalização terá impacto significativo na implementação bem-sucedida deste plano estratégico.

c) Oportunidades

Oportunidades são as variáveis externas e não controláveis pela empresa, que podem criar condições favoráveis para a empresa, desde que a mesma tenha condições e/ou interesse de usufruí-las.

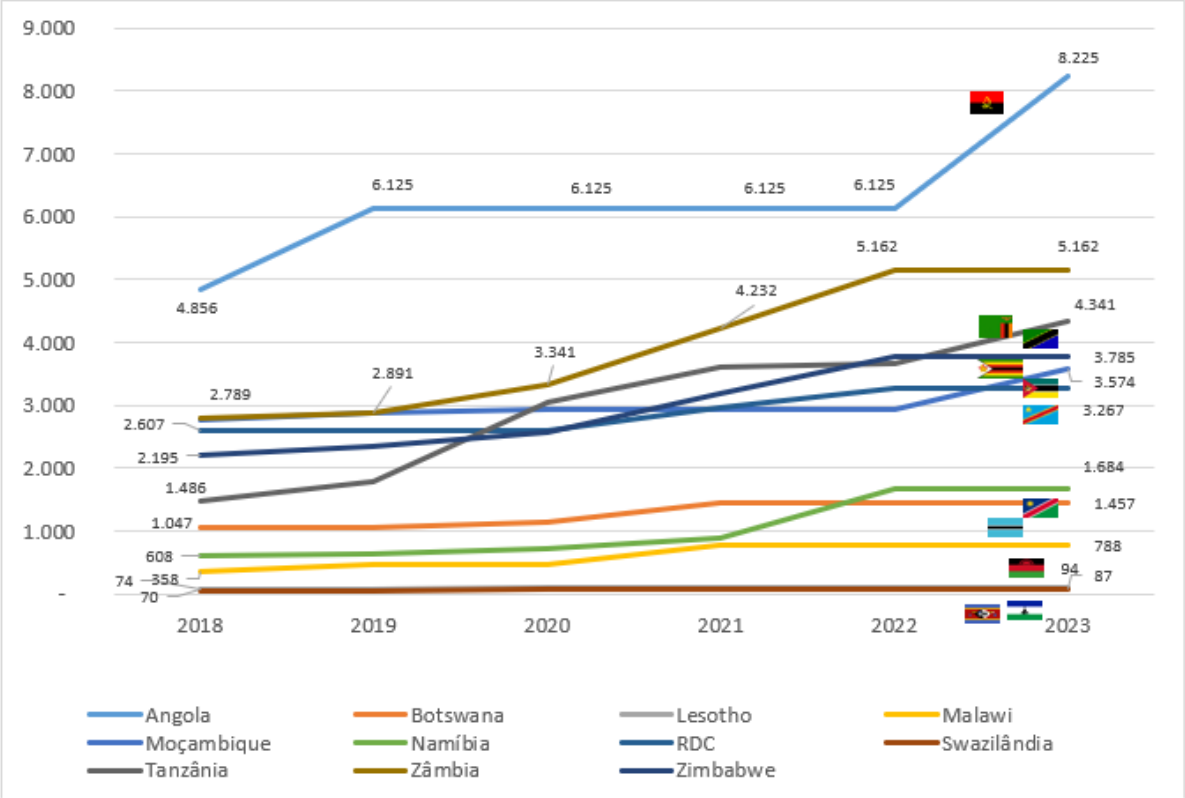
- **Tendências do sector da energia em Moçambique e na região austral de África**

O desenvolvimento do sector da energia em Moçambique e na região é considerado fundamental para o progresso sócio-economico dos países, a par da agricultura e da indústria.

Vários projectos estruturantes do sector da energia estão em carteira e visam garantir a segurança do fornecimento de energia eléctrica à escala nacional e regional através da diversificação das fontes de geração, bem como da criação de capacidade excedentária para exportação no seio da região.

Apesar de, actualmente, registar-se um excedente de energia na região, em cerca de 2.616 MW (mais do que a capacidade instalada da HCB), espera-se que a médio-prazo a procura por energia aumente significativamente, fruto do aumento da procura doméstica, bem como industrial e comercial dos países da região, com destaque para o Zimbabwe e Malawi.

Figura 1 – Evolução da capacidade instalada na região



Fonte: EDM Integrated Master Plan 2018 - 2043

Para que estas oportunidades de negócio sejam aproveitadas, torna-se imperativo que haja uma decisão de investimento atempada, principalmente porque existem enormes desafios ao nível das infraestruturas de transporte de energia que envolvem um elevado volume de investimento.

Para aproveitar as oportunidades da região, alguns países estão a fazer investimentos de grande envergadura com o propósito de assumir posições de liderança no sector, nomeadamente Angola, com as barragens de Laúca (2.070 MW) e Caculo Cabaça (2.172 MW), e a Zâmbia, com as barragens de Kafue Gorge Lower (750 MW) e de Batoka (2.400MW), esta última partilhada com o Zimbabwe.

Tabela 2: Projectos planeados na região

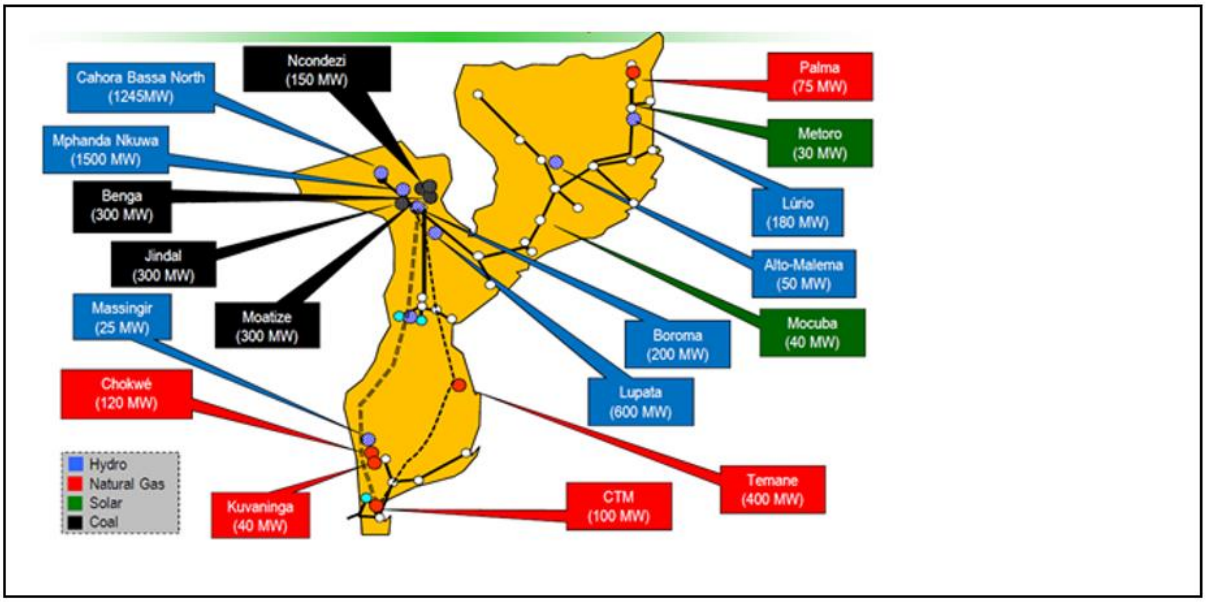
País	Capacidade dos projectos planeados, MW							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	%
RSA	1.234	2.662	3.234	1.219	2.342	1.525	12.216	43%
Angola	1.727	1269	0	0	0	2100	5.096	18%
Tanzânia	120	305	1.260	565	50	675	2.975	11%
Zâmbia	55	102	450	891	930	0	2.428	9%

Zimbabwe	150	150	240	600	600	0	1.740	6%
Namíbia	70	20	81	175	800	0	1.146	4%
Moçambique	40	130	30	0	0	650	850	3%
RDC	150	0	0	360	300	0	810	3%
Botswana	120	0	110	300	0	0	530	2%
Malawi	6	112	0	300	18	0	436	2%
Lesotho	0	0	20	0	0	0	20	0,07%
Swazilândia	0	0	12	0	0	5	17	0,06%
Total	3.672	4.750	5.437	4.410	5.040	4.955	28.264	100%

Fonte: Plano estratégico 2018-2023

Moçambique posiciona-se de forma privilegiada na região, depois da África do Sul, devido ao seu elevado potencial de geração e à sua localização geográfica, que proporciona condições favoráveis para que reforce a sua posição de exportador de energia para os países da África Austral. Importa recordar que Moçambique faz fronteira com a Tanzânia, Malawi, Zâmbia, Zimbabwe, África do Sul e Swazilândia. No entanto, todos os projectos que estão a ser desenvolvidos na região concorrem com Moçambique, uma vez que visam satisfazer o mesmo mercado: o regional. Por isso, é necessário que Moçambique acelere o processo de implementação dos seus projectos para não perder as oportunidades que a região oferece.

Figura 2 – Projectos a serem implementados no País



Fonte: Plano estratégico 2018 – 2023

d) Ameaças

Ameaças são variáveis externas e não controláveis pela empresa que podem criar condições desfavoráveis para a mesma. A situação hidrológica severa que afectou Moçambique e os países vizinhos, em muito motivada pelas alterações climáticas globais, também constitui um enorme desafio para a HCB. Actualmente, a empresa tem que lidar com um conjunto de questões complexas relacionadas com o risco hidrológico, que afecta directamente o negócio do empreendimento de Cahora Bassa, uma vez que é a matéria-prima.

A falta de chuvas que se registou nos últimos três anos, ao longo da Bacia do Zambeze, um fenómeno de seca com um período de retorno de 25 anos, tem trazido desafios ao nível da gestão hídrica, na medida em que influencia sobremaneira a tomada de decisão sobre produção de energia dos empreendimentos hidroeléctricos. Esta elevada dependência da situação hidrológica é um dos principais factores motivadores da dinâmica de diversificação do portfólio de negócios, uma vez que nos últimos anos a empresa tem estado mais exposta ao risco hidrológico.

Refira-se que em 2016, a cota da albufeira registou o nível mais baixo de sempre – 312,22 metros – menos 8 metros do que é a cota desejável nesta altura do ano. Por isso, durante o ano de 2017, a HCB apostou numa gestão hídrica mais rigorosa e conservadora, com o propósito de elevar a cota da albufeira, tendo em consideração uma perspectiva de sustentabilidade do recurso no médio e longo-prazos.

Políticas empresariais da HCB

Como vimos durante a revisão da literatura, Umeda e Trindade (2004) expõem que a criação de uma política possui 3 campos de influência: (i) Ambiente Externo: concorrentes, fornecedores, consumidores, entre outros; (ii) Avaliação das Operações Concorrentes: conhecimento das capacidades internas da empresa, observando as operações concorrentes e seu funcionamento; e, (iii) Valores da Gerência: as políticas serão afectadas pela percepção e características pessoais de quem contribuiu para sua formulação.

O plano estratégico da HCB capta bem o seu ambiente externo, mormente em relação aos seus concorrentes e consumidores, entretanto é omisso em relação aos seus fornecedores e ao mercado de aquisição de equipamentos, considerando ser

uma empresa de capital intensivo, cujo os preços dos seus equipamentos têm custos de aquisição muito elevados.

Um outro aspecto relevante que notamos quando olhamos para o plano estratégico em análise e as políticas empresariais subjacentes, notamos também a ausência de uma estratégia de envolvimento da alta administração. Concomitantemente, Starkey (1997) aponta, entre outro, que a formalização de políticas, estratégias e estruturas, visam traduzir as ideias guia em decisões empresariais e que este processo não isenta os altos gerentes de suas responsabilidades estratégicas. Portanto, a alta administração, para além de ser responsável por assegurar que as empresas tenham políticas e estratégias bem-sucedidas, precisam garantir que os processos sejam aprimorados de forma contínua.

É nessa senda que Ackoff (1976) aponta o controle como um procedimento incontornável para detectar falhas nos planos de execução e busca de formas de prevenção e correção contínua destas falhas. O processo de controle deverá ser liderá pela alta administração, através de processos de verificação do andamento da actividade planificada, se está ou não a alcançar os resultados planificados. O mesmo autor aponta que a não - esquematização do sistema de controle e avaliação do planeamento estratégico é uma das falhas do processo de elaboração de Planos estratégicos, portanto, segundo este autor, é fundamental o executivo estabelecer os critérios e parâmetros, bem como o sistema de informações necessários para o adequado controle e avaliação do planejamento estratégico.

Notamos ainda ao longo do estudo de caso, que a Empresa, apresenta vários elementos no seu Plano Estratégico, passando a ideia de que pretende resolver todos os seus problemas, ora como preconiza Oliveira (2007), a obra de base deste trabalho, o executivo deve estar ciente de que o planejamento estratégico não é um instrumento administrativo para resolver todos os problemas da empresa. É importante que o Plano Estratégico consiga captar apenas os problemas prementes e de impacto estruturante. Até porque, como preconiza Oliveira (2007), *o planeamento estratégico deve ser entendido como um processo contínuo, abrangente e participativo, cujos benefícios para a empresa vão aflorando ao longo do tempo, de maneira racional, lógica e estruturada.*

A ausência de um plano de comunicação e envolvimento dos colaboradores é também uma nota negativa deste plano. Ackoff (1976) indica que o desconhecimento, por parte dos funcionários, da natureza do plano estratégico é uma das principais

falhas da implementação. Para o autor, essa falha pode ser evitada através de efetivo, abrangente e participativo programa de treinamento e capacitação profissional, utilizando, inclusive, exemplos práticos para proporcionar aos funcionários envolvidos uma situação de *ver pra crer*.

Sugestões para HCB para melhor utilização do planeamento estratégico

Assim, baseado nas constatações apresentadas na secção anterior, para a melhoria do plano estratégico da HCB, este trabalho recomenda o seguinte:

- A inclusão de uma análise ao comportamento dos fornecedores de equipamento e do mercado envolvente, e sua inclusão na matriz de análise do ambiente externo da empresa;
- Maior envolvimento da alta administração do processo de controle da execução do plano estratégico e elaboração de uma matriz de controle periódico, de preferência a ser analise em sede das reuniões do Conselho de Administração;
- Identificação clara das prioridades dos problemas a resolver, como forma de assumir que o plano estratégico não é um instrumento para a resolução de todos os problemas da empresa;
- Elaboração de um plano de comunicação e envolvimento dos funcionários na implementação do Plano estratégico.

Conclusão

O planeamento estratégico pode ser encarado como um diferencial competitivo. A empresa que planeia onde e como chegar tem mais chances de alcançar melhores resultados. Permite identificar fraquezas e ameaças, bem como forças e oportunidades. De posse dessas informações, é possível se antecipar e estar sempre preparado para enfrentar desafios. O planeamento estratégico tem também o poder de integrar colaboradores, gestores e directores, fazendo com que todos passem a trabalhar em busca de um mesmo objectivo geral.

O planeamento estratégico incorpora em si, para além da visão, missão, valores e objectivos, as políticas empresariais. As diferentes visões sobre política convergem para palavras como guia, orientação e parâmetro. As políticas podem ser localizadas tanto no nível estratégico da empresa quanto no operacional. Todavia, a

sua principal função é levar o executivo das definições estratégicas à dimensão operacional. Elas fazem a intermediação entre o planeamento e a execução. As políticas estão inseridas no processo de tomada de decisão. Este complexo subsistema dentro do corpo de actividades de uma organização está cercado de dúvidas e incertezas, que se reduzem diante de políticas bem formuladas. Elas são orientações genéricas que não se propõem a dar respostas para toda a situação. Em vez disso, ela encaminha as decisões para uma determinada direcção. Políticas devem ser elaboradas visando o longo prazo, mas, ao mesmo tempo, flexíveis para se adaptarem às condições de mercado e às novas configurações organizacionais.

Entretanto, o plano estratégico da HCB apesar de estar bem estruturado, com visão, missão, valores e objectivos, ele apresenta algumas falhas que podem comprometer a sua efectiva implementação, tais como: omissão em relação aos seus fornecedores e ao mercado de aquisição de equipamentos; ausência de uma estratégia de envolvimento da alta administração; e a ausência de um plano de comunicação e envolvimento dos colaboradores. Em face destas constatações propomos a inclusão no plano estratégico: (i) uma análise ao comportamento dos fornecedores de equipamento e do mercado envolvente; (ii) maior envolvimento da alta administração no processo de controle da execução do plano estratégico e elaboração de uma matriz de controle periódico, de preferência a ser análise em sede das reuniões do Conselho de Administração; (iii) identificação clara das prioridades dos problemas a resolver; e (iv) elaboração de um plano de comunicação e envolvimento dos funcionários na implementação do Plano estratégico.

Futuros estudos sobre o tema tratado podem abordá-lo de maneira diferente, por exemplo realizando levantamentos do uso de “planeamento estratégico” e “políticas empresariais” nas Pequenas e Médias Empresas. Podendo os estudos incidir na correlação existente entre o uso de planeamento estratégico e políticas empresariais e o desempenho das empresas estudadas.

Referências bibliográficas

Ackoff, R. L. (1993). *Planejamento empresarial*. Livros Técnicos e Científicos.

Ackoff, R. L. (1974). Redesigning the future: a systems approach to societal problems. New York: John Wiley.

Almeida, M., & Fischemann, A. (1991). *Planejamento estratégico na prática*. Atlas.

Barbosa, E. R., & BrondanI, G. (2005). Planejamento estratégico organizacional. *Revista Eletrônica de Contabilidade – UFSM*, *1*.

Barros, L. A. B. C., Silveira, A. D. M., & Famá, R. A. (2006). *A importância do gestor para as políticas corporativas: Evidências de efeitos fixos gerenciais no Brasil.* (p. 2006). Salvador/BA. EnANPAD.

Basil. D., & Cook. C. (1978). O empresário diante das transformações sociais, econômicas e tecnológicas. São Paulo: McGraw-Hill.

Bethlem, A. de S. (1981). *Política e Estratégia de Empresas. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981* (G. Dois (Ed.)).

Bukowitz, W. R. (2002). *Manual de gestão do conhecimento: ferramentas e técnicas que criam valor para a empresa.* (p. 2002). RS, Bookman.

Caravantes, G. R. (1977). *Administração por objetivos: uma abordagem sócio técnica.* McGraw-Hill do Brasil.

Crozatti, J. (2003). *Planejamento estratégico e controladoria: um modelo para potencializar a contribuição das áreas da organização.* ConTexto.

Donádio, M. (1985). A eficácia do planejamento estratégico. O Estado de S. Paulo, São Paulo.

Drucker, P. F. (1975). Administração: tarefas, responsabilidades e práticas. São Paulo: Pioneira.

EDM, 2018, Integrated Master Plan 2018 – 2043, Disponível em https://www.edm.co.mz/en/document/reports/integrated-master-plan-2018-2043, Acesso em 20/05/2022.

Fleury, A. C. C. (2004). *Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira.* (p. 2004). Atlas.

Giuzi, L. D. (1987). *A Relação Entre as Políticas Organizacionais e o Processo de Desenvolvimento de Executivos.* Universidade de São Paulo.

HCB. (2018). *PLANO ESTRATEGICO DA HCB.pdf*. HCB.

Leontiades, M. (1982). *Management Policy, Strategy and Plans.* (B. and C. Little (Ed.)).

Morgan, G. (1996). *Imagens da organização. Trad. Cecília Whitaker Bergamini, Roberto Coda. 9ª reimpressão.* Atlas.

Oliveira, D. (2007). *Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologias e Práticas* (A. S.S (Ed.); 23 Edição).

Oliveira, D. de P. R. (2005). *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas.* (22nd ed.). Atlas.

Owens, R. (1954). *Introduction to Business Policy*. Richar Irwind.

Robbins, S., & Coulter, M. (1996). *Administração* (5 ed). Editora Prentice Hall do Brasil.

Robbins, S. P. (2000). *Administração: mudanças e perspectivas*. Saraiva.

Starkey, K. (1997). *Como as organizações aprendem: relatos do sucesso das grandes empresas.* (p. 1997). Futura.

Steiner, G., & Miner, J. (1981). *Política e Estratégia Administrativa. Trad. José Ricardo Brandão Azevedo.* (U. de S. Paulo (Ed.)).

Tiffany, P., & Peterson, S. D. (1999). *Planejamento estratégico*. Campus.

Toledo, G. L. (1976). Conceituação estatística de previsões. Revista de Estudos de Administração. São Paulo: FAAP v. 2, ne 3, fev./mar.

Umeda, G. M., & Trindade, C. C. (2004). *Possíveis definições para políticas empresariais: um estudo bibliográfico.* (p. 2004). VII SEMEAD.

AUTORES

Daniel Moraes Santos
Doutor em Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia, docente associado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: daniel.moraes@ufvjm.edu.br

Guilherme Sales Fraga
Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: guilherme.fraga@ufvjm.edu.br

Isabella de Oliveira Ramos
Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: isabella.ramos@ufvjm.edu.br

João Vitor Meira Lauar Barbosa
Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: joao.lauar@ufvjm.edu.br

Jonas Valdevino de Lima
Graduando em Geografia na modalidade bacharelado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. jonaslima.geo@gmail.com

Nayara Rodrigues Marques Sakiyama
Doutora Doktor der Ingenieurwissenchaften pelo Universität Stuttgart, Alemanha, docente adjunto 2 na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: nayara.sakiyama@ufvjm.edu.br

Pedro Heitor Dantas Bamberg Andrade
Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: pedro.bamberg@ufvjm.edu.br

Raimundo Alfândega Mateço
PhD. Possui mestrado em Administração e Gestão de Educação pela Universidade Eduardo Mondlane, raimundomateco@gmail.com

Sahra Fabyelly Nascimento de Souza

Geógrafa, Mestranda no Programa de Pós- Graduação em Geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. sahrasouza0@gmail.com

EDITORA UNION

ISBN 978-658488551-6