XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8621

Análise das condições ambientais em um laboratório de geoprocessamento da UFS

Analysis of environmental conditions in a geoprocessing laboratory at UFS

Vitória Alves da Silva
Universidade Federal de Sergipe|São Cristóvão|Brasil| vitoriasilva_98@hotmail.com
Luís Camilo Duarte de Araújo
Universidade Federal de Sergipe|São Cristóvão|Brasil| luiscamilo658@gmail.com
Italo César Montalvão Guedes
Universidade Federal de Sergipe|SãoCristóvão|Brasil|italomontalvao@academico.ufs.br
André Luis Dantas Ramos
Universidade Federal de Sergipe|São Cristóvão|Brasil|aldramos@gmail.com

Resumo

Condições ambientais adequadas em espaços acadêmicos contribuem para o aprimoramento do ensino e aprendizagem, preservando a saúde dos usuários. Este estudo avaliou as condições ambientais em um laboratório de geoprocessamento da UFS. A metodologia envolveu avaliações de parâmetros acústicos, lumínicos, higrotérmicos e de qualidade do ar: nível de pressão sonora, tempo de reverberação, definição, iluminância, temperaturas do ar e de globo, umidade relativa, velocidade do ar, níveis de CO_2, PM10, PM2,5 e formaldeído. Os resultados revelaram condições ambientais insatisfatórias, indicando a necessidade de intervenções para melhoria do desempenho ambiental no laboratório investigado. Este estudo contribui na identificação de deficiências na qualidade ambiental deste tipo de espaço, podendo subsidiar tomadas de decisão dos setores de manutenção e projeto da UFS.

Palavras-chave: Ruído. Ventilação. Iluminação. Saúde. Segurança.

Abstract

Adequate environmental conditions in academic spaces contribute to the improvement of teaching and learning while preserving the health of users. This study evaluated the environmental conditions in a geoprocessing laboratory at UFS. The methodology involved assessments of acoustic, luminous, hygrothermal, and air quality parameters: sound pressure level, reverberation time, definition, illuminance, air and globe temperatures, relative humidity, air velocity, CO_2 levels, PM10, PM2.5, and formaldehyde. The results revealed unsatisfactory environmental conditions, indicating the need for measures to improve environmental performance at the laboratory in question. This study helps identify weaknesses in environmental quality of this type of space and can support decision-making by the maintenance and design departments at UFS.

Keywords: Noise. Ventilation. Lighting. Health. Safety.

Como citar:
DA SILVA, V. A; DE ARAÚJO, L. C. D; GUEDES, I. C. M; RAMOS, A. L. D; Análise das Condições Ambientais em um Laboratório de Geoprocessamento da UFS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21., 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026. p. 1-11.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8621

INTRODUÇÃO

O planejamento de espaços construídos deve garantir condições ambientais compatíveis com suas funções, considerando fatores naturais (clima, ar, iluminação), acústica e sistemas artificiais de climatização/iluminação. Nesse sentido, o conforto ambiental é essencial em ambientes de ensino, que exigem atenção e desempenho cognitivo elevados [1].

Estudos indicam que limitações das condições térmicas, acústicas e de ventilação impactam diretamente o bem-estar e a aprendizagem, conforme evidenciado em avaliações pós-ocupação [2]; além disso, a literatura mostra que variáveis higrotérmicas e acústicas atuam de forma integrada, influenciando respostas fisiológicas e cognitivas, com efeitos sobre concentração e desempenho [3].

No âmbito da qualidade do ar, concentrações elevadas de CO_2, associadas à ventilação inadequada e à ocupação, são recorrentes em ambientes educacionais [4]; assim, estratégias como ventilação controlada por demanda podem reduzir esses níveis de poluentes, melhorar a percepção da qualidade do ar e atenuar sintomas adversos nos usuários [5].

Quanto ao conforto lumínico, embora normas como a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 [6], estabeleçam valores de referência, estudos indicam que níveis entre 250 e 400 lx podem ser percebidos como confortáveis, mesmo abaixo de recomendações normativas [7]. Níveis adequados de iluminância são fundamentais ao desempenho acadêmico [8].

Na Universidade Federal de Sergipe (UFS), estudos recentes [9][10] reforçam a importância de análises integradas de variáveis ambientais voltadas à melhoria de espaços acadêmicos. Ambos evidenciam que a avaliação do conforto e desempenho ambiental em ambientes da própria UFS, como salas de aula e biblioteca, é essencial para identificar problemas e orientar intervenções futuras. Os trabalhos mencionados contribuem ainda para demonstrar a relevância de pesquisas realizadas em instituições de ensino superior, como o apresentado neste artigo.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo diagnosticar as condições acústicas, lumínicas, térmicas e de qualidade do ar interior em um laboratório de ensino e pesquisa de uma Universidade Federal.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA – OBJETO DE ESTUDO

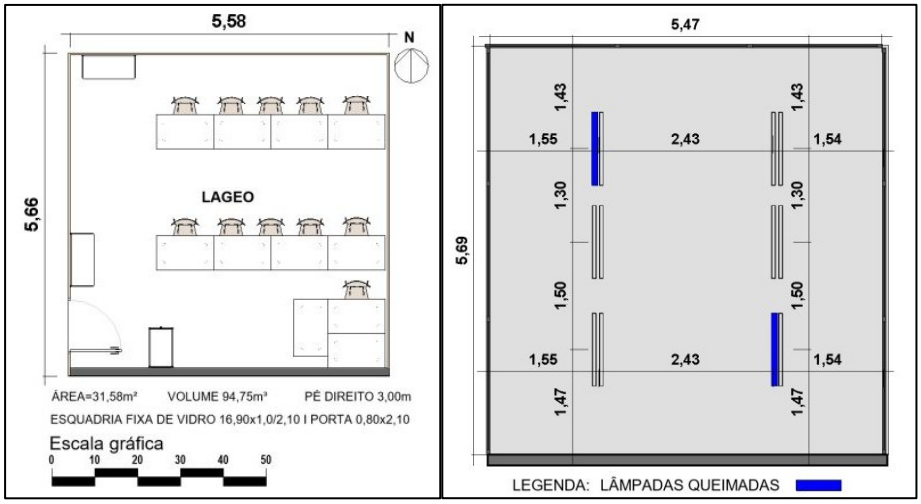
O objeto de estudo, o Laboratório de Geoprocessamento, faz parte do Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM) do campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe (UFS), neste trabalho denominado como LAGEO-UFS. Ele é destinado a atividades de ensino e pesquisa sobre sensoriamento remoto e geoprocessamento no âmbito dos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Ambiental.

Quanto às suas características físicas, o LAGEO-UFS possui teto constituído por forro de Policloreto de Vinila (PVC) sem laje, uma parede de alvenaria e três divisórias do tipo Eucatex, o piso é de alta resistência (granilite). O mobiliário é composto por mesas de computador, cadeiras, lousa, estantes com prateleiras e arquivo vertical metálico.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8621

O layout do laboratório segue disposição padronizada para estações de trabalho com computadores. A Figura 1 apresenta planta baixa (com layout), planta de forro e imagens do LAGEO-UFS.

Figura 1: Planta baixa (com layout), planta de forro com disposição das luminárias e fotos do LAGEO-UFS





Fonte: os autores.

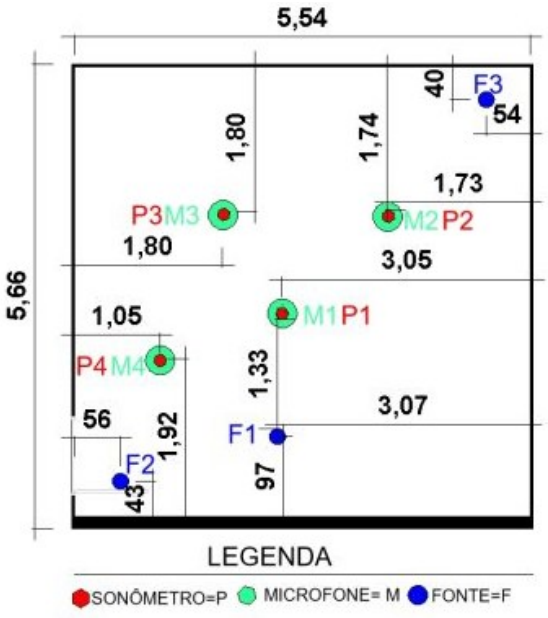
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As coletas acústicas foram realizadas em 16/10/2025, em dois blocos. No primeiro (10h às 10h50), mediram-se níveis de pressão sonora com sonômetro SoundTrack LxT e calibrador CAL-200 (Larson Davis, Classe 1), posicionados a 1,20 m do piso, conforme a ABNT NBR 10152 [11]. Foram feitos três registros de 1 min em quatro pontos (P1–P4), com ar-condicionado ligado e sala sem uso, adotando-se o Método Detalhado, com análise de $L_{Aeq,1min}$, $L_{ASmax,1min}$ e curva L_{NC}, a partir de $L_{Zeq,1min}$ por bandas de 1/1 oitava.

No segundo bloco (11h às 12h), registraram-se respostas impulsivas (RIs), conforme a ABNT NBR ISO 3382-2 [12], para obtenção de T_{20} e D_{50}, em quatro pontos (M1–M4) e três posições de fonte (F1–F3), como visto na Figura 2. Utilizaram-se bolas de látex como fonte, microfone Behringer ECM8000, interface Presonus Audiobox USB e software Audacity. Fontes e microfones foram posicionados a 1,50 m do piso, totalizando 12 combinações fonte-receptor, em conformidade com a norma adotada.

Durante as medições, o ar-condicionado foi desligado e os ocupantes permaneceram em silêncio para garantir adequada relação sinal-ruído. O pós-tratamento das RIs para obtenção dos valores dos parâmetros acústicos (T_{20} e D_{50}) foi realizado no *software free Room EQ Wizard* (REW), versão 5.31.3, disponível em (https://www.roomeqwizard.com/).

Figura 2: Planta baixa com a locação dos pontos das medições acústicas



Fonte: os autores.

As medições lumínicas seguiram a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, utilizando luxímetro digital LDV 2000 calibrado, posicionado no plano de trabalho [6]. Adotou-se uma malha de 56 pontos distribuídos uniformemente no laboratório, considerando dimensões e mobiliário. As medições ocorreram em condições de uso da sala, com o sistema de iluminação existente (inclusive luminárias inoperantes). Elaborou-se um mapa para análise da distribuição luminosa, comparando os resultados aos valores de referência normativa para atividades com computadores e de ensino. Por fim, foi calculada a Uniformidade luminosa (U) nas áreas de tarefa do professor e alunos.

As medições das variáveis higrotérmicas foram realizadas em 28/10/2025, das 9h20 às 11h20, sob céu parcialmente nublado e temperatura externa média de 24 °C. Utilizou-se um ponto central de coleta conforme ISO 7726, com sensores a 0,70 m do piso (zona ocupada) [13]. Temperatura do ar, temperatura de globo e umidade relativa foram registradas a cada cinco minutos, totalizando 23 amostras por variável. O ambiente permaneceu fechado, com ar-condicionado em operação e velocidade do ar adotada de 0,0 m/s. O conforto térmico foi avaliado pelo método de Fanger (ISO 7730) através do *software CBE Thermal Comfort Tool*, utilizando 0,57 clo e 1,1 met, calculando-se PMV e PPD [14].

Por fim, avaliaram-se de forma integrada a taxa de renovação do ar, a qualidade microbiológica e a presença de poluentes físicos e químicos. A taxa de renovação foi determinada pelo método do gás traçador (CO_2) em ambiente desocupado, com portas fechadas e climatização ligada, utilizando o medidor AKSO AK277. A avaliação

microbiológica foi realizada com impactador de Andersen (28,3 L/min por 10 min) na zona de respiração, com incubação conforme ABNT NBR 17037 para quantificação de bactérias mesófilas e fungos viáveis [15]. Durante as aulas, monitorou-se continuamente MP2,5, MP10, CO_2 e formaldeído com o TemTop M2000 em condições reais de uso. Os resultados foram analisados segundo os limites da ABNT NBR 17037 [15].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os níveis de pressão sonora nos 4 pontos de medição. Os valores médios de $L_{Aeq,1min}$ e $L_{ASmax,1min}$ foram 57 dB e 64 dB, respectivamente, que ultrapassam os limites de referência (RL_{Aeq} = 35 dB e RL_{ASmax} = 40 dB) estabelecidos pela ABNT NBR 10152 [11], considerando "sala de aula" como finalidade de uso.

Tais evidencias apontam para a necessidade de estratégias de mitigação de ruído no LAGEO-UFS, devido ao baixo isolamento acústico do teto de forro PVC sem laje e das paredes de "Eucatex" com vidro comum na parte superior.

Tabela 1: Níveis de pressão sonora obtidos no LAGEO-UFS

Pontos de medição	L_{Aeq} (dB)	L_{ASmax} (dB)
P1	55	59
P2	55	56
P3	56	67
P4	56	63
Média	**57**	**64**

Fonte: os autores.

A Tabela 2 mostra os valores médios medidos de L_{zeq} nas bandas de 1/1 oitava. Observam-se maiores valores de nível de pressão sonora para 250, 500 e 1000 Hz, que são frequências relevantes para a inteligibilidade da fala. A partir do espectro sonoro medido, foi possível determinar ainda a curva L_{NC} representativa do ruído residual do LAGEO-UFS, indicando como resultado a curva L_{NC} 60, superior ao valor de referência RL_{NC} 35, admitindo-se a tolerância de até 5, como preconiza a ABNT NBR 10152 [11]. Isso aponta prejuízo na compreensão da fala durante atividades de aula expositiva.

Tabela 2: Média logarítmica dos níveis de pressão sonora em bandas de 1/1 oitava para determinação da curva L_{NC}

Frequência (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
LZeq (dB)	54	55	61	59	57	54	48

Fonte: os autores.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de T_{20} e D_{50} nos pontos M1, M2 e M3, além de suas médias espaciais em 500 Hz, por ser a frequência central da voz humana, uma vez que no laboratório há atividades de aula expositiva.

Tabela 3: Parâmetros acústicos obtidos no LAGEO-UFS (para 500Hz)

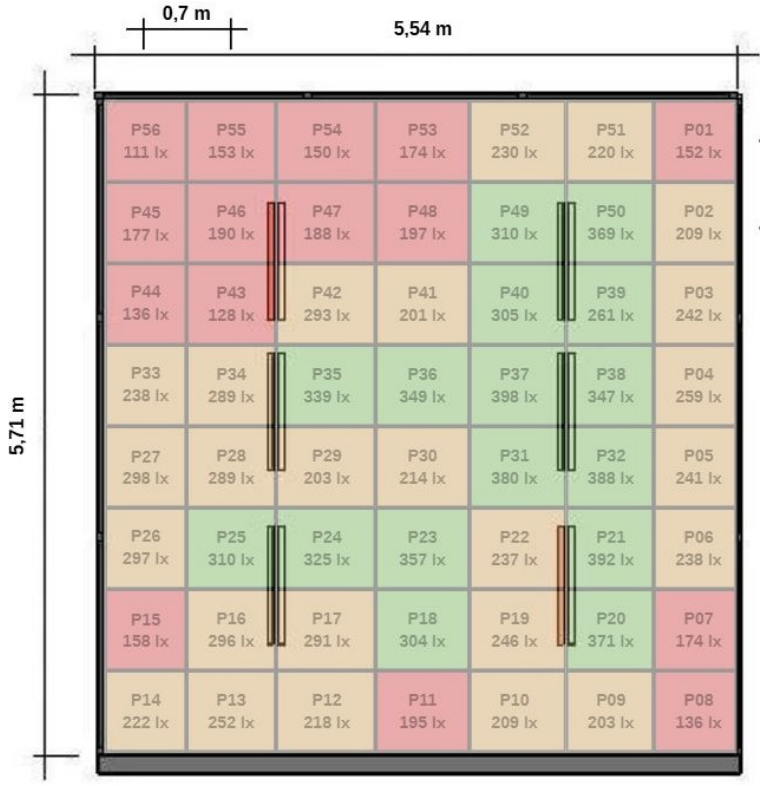
Ponto receptor	T_{20} (s)	D_{50} (%)
M1	0,79	61
M2	0,77	66
M3	0,76	66
Média espacial	**0,77**	**64**

Fonte: os autores.

Com base na Tabela 3, o valor médio de T_{20} foi 0,77 s, superior ao limite de referência de 0,60 s da ANSI/ASA S12.60 [16]. O índice D_{50} apresentou média de 64%. Embora não haja valor ótimo definido na literatura, D_{50} representa a razão entre a energia sonora direta nos primeiros 50 ms e a energia total, devendo exceder 50% para boa clareza da fala. Portanto, o LAGEO-UFS apresenta desempenho satisfatório na inteligibilidade da fala, uma vez que os valores de D_{50} superam 50% [17].

De acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 [6], nenhum ponto de medição atingiu o valor de iluminância recomendado de 500 lx para ambientes com uso de computadores. Considerando a predominância de atividades expositivas no LAGEO-UFS, o referencial de 300 lx para salas de aula é mais adequado. Mesmo assim, parte significativa dos pontos amostrais ficou abaixo desse limite, indicando inadequação parcial das condições de iluminação. A Figura 3 apresenta a distribuição da malha amostral e os valores obtidos em cada ponto.

Figura 3: Planta com a representação da malha amostral e respectivos valores medidos de iluminância (em lx)



Fonte: os autores.

A Figura 3 revela que os maiores níveis de iluminância concentram-se na região central do laboratório, devido à disposição das luminárias e à reflexão do mobiliário. Por outro

lado, as áreas periféricas e cantos apresentam valores inferiores, influenciados pela distância das fontes de luz, pela mobília e pelos equipamentos de ventilação. Falhas no sistema de iluminação, como lâmpadas queimadas e obstruções no teto (principalmente o ar-condicionado), contribuem para a formação de zonas de baixa iluminância e distribuição irregular [18]. Destaca-se a área do professor (canto inferior direito), com níveis abaixo de 200 lx, inadequados para leitura e escrita na lousa.

Apesar da análise dos 56 pontos evidenciar distribuição heterogênea (111 a 398 lx), com local de atuação do professor sendo a área crítica com níveis de iluminância mais baixos, destaca-se que esta área de tarefa do professor (P46 a P49 e P52 a P55) possui uniformidade luminosa (U) de 0,75; acima do valor típico adequado para área da tarefa principal (U ≥ 0,7), segundo a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1. Em contrapartida, a área da tarefa dos alunos (P15 a P44) possui uniformidade luminosa (U) de 0,436; o que compromete o conforto visual [19].

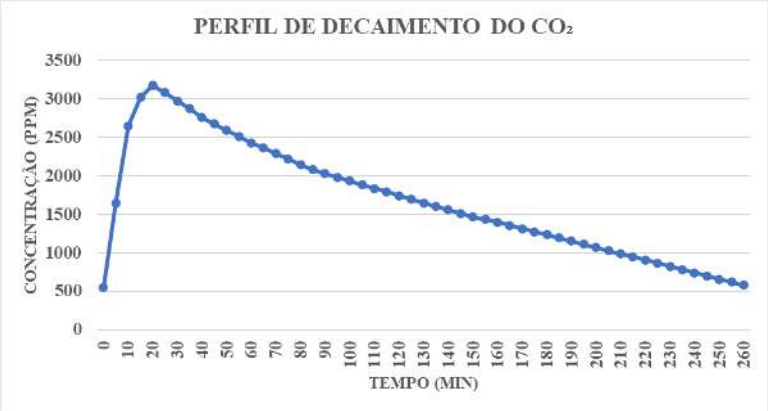
Com relação a avaliação térmica, realizada com base no método de Fanger e inserção dos valores médios de Temperatura do Ar (TAr = 18°C), Temperatura de Globo (TG = 19°C) e Umidade Relativa (UR = 46%) e as variáveis humanas (0,57 clo e 1,1 met) no software CBE Thermal Comfort, o resultado obtido para PMV foi de -2,02, fora do intervalo aceitável de ± 0,5, segundo a escala de Fanger, e PPD de 77%, superior ao limite de 10% recomendado pela ANSI/ASHRAE 55 [20]. Esses resultados apontam condições térmicas inadequadas no ambiente analisado, com sensação de frio.

Adicionalmente, a UR foi de 46%, dentro do intervalo recomendado de 40% a 60% pela ABNT NBR 16401-2 [21], enquanto a Temperatura Operativa (Top = 18°C) mostrou-se fora do intervalo 23°C a 26°C recomendado pela referida norma, implicando que o desconforto térmico é causado pela operação inadequada dos sistemas de climatização artificial.

A análise da qualidade do ar interior no LAGEO-UFS apresentou comportamento contrastante entre os parâmetros avaliados, destacando a ventilação como o principal fator limitante. A taxa de renovação de ar obtida foi de 5,85 m^3/h por pessoa, valor significativamente inferior ao recomendado pela ANVISA (27 m^3/h/pessoa), caracterizando o ambiente como pouco ventilado.

A taxa de renovação do ar, obtida por gás traçador, mostrou rápida elevação do CO_2, ultrapassando 3000 ppm em cerca de 20 minutos (ver Figura 4), com retorno aos níveis iniciais em aproximadamente 2 horas. Isso evidencia baixa capacidade de diluição de contaminantes, típica de ambientes com ventilação restrita [22].

Figura 4: Concentração de dióxido de carbono (CO2) ao longo do período de monitoramento

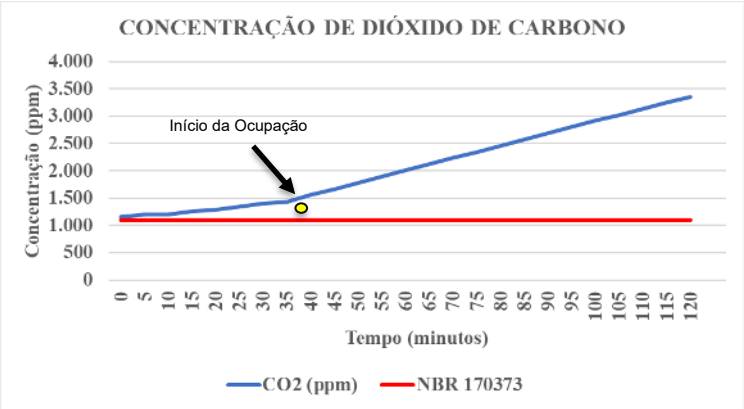


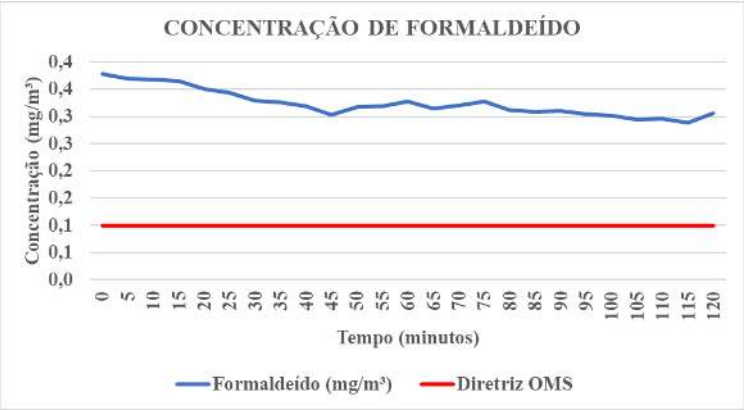
Fonte: os autores.

A Figura 5 indica que as concentrações de CO_2 permaneceram acima dos limites recomendados desde o início, aumentando com a ocupação no minuto 35. Isso evidencia a presença humana como principal fonte e a limitação do sistema de climatização, que recircula o ar sem admissão externa [23].

Como consequência, ocorre acúmulo progressivo de poluentes, o que pode prejudicar o conforto e o desempenho cognitivo. A ventilação adequada é essencial para diluir contaminantes internos, como CO_2, COVs e material particulado, especialmente em ambientes mal ventilados [22].

Figura 5: Concentração de dióxido de carbono (CO_2) (gráfico acima) e concentração de formaldeído (gráfico abaixo) ao longo do período de monitoramento





Fonte: os autores.

Comportamento semelhante foi observado para o formaldeído, com concentrações acima dos limites da OMS, associadas ao mobiliário, materiais do ambiente e à baixa renovação de ar. A ventilação insuficiente favorece o acúmulo de poluentes químicos.

Em contrapartida, a avaliação microbiológica apresentou bons resultados: bactérias mesófilas (3,53 UFC/m³ interno) e fungos (53,00 UFC/m³ interno) ficaram bem abaixo dos limites da ABNT NBR 17037 (500 e 750 UFC/m³), assim como as concentrações de MP2,5 (0,9–2,6 µg/m³) e MP10 (1,6–3,7 µg/m³) [15]. Esses resultados devem-se ao ambiente climatizado e isolado, com poucas fontes internas.

A análise evidencia que a qualidade do ar resulta da interação entre fontes emissoras, características construtivas e ventilação. No LAGEO-UFS, embora alguns parâmetros estejam adequados, a ventilação limitada compromete o controle de poluentes dependentes de renovação de ar, configurando inadequação parcial. Portanto, a melhoria depende do aumento da taxa de renovação por ventilação natural ou mecânica.

CONCLUSÃO

Este trabalho evidenciou que as condições ambientais do LAGEO-UFS são inadequadas e podem comprometer o desempenho dos usuários. No aspecto acústico, o tempo de reverberação (T_{20}) e o ruído residual (L_{NC} 60) excedem os limites normativos, prejudicando a qualidade acústica apesar do bom índice D_{50}. A iluminação apresenta distribuição heterogênea, com níveis de iluminância abaixo do recomendado, principalmente em áreas periféricas e na zona do professor. No conforto térmico, observou-se sensação de frio excessivo, com alto índice de insatisfação (77%). Por fim, na qualidade do ar, embora material particulado e carga microbiológica estejam dentro dos limites, a baixa renovação de ar é crítica, resultando em acúmulo de CO_2 e altas concentrações de formaldeído, com potenciais impactos na saúde e desempenho cognitivo.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se o desenvolvimento de estudos futuros voltados à implementação e avaliação de estratégias de intervenção no ambiente analisado. Essas investigações poderão contribuir para a otimização das condições de uso do laboratório, reduzindo impactos negativos sobre os usuários e fornecendo subsídios para o aprimoramento de diretrizes aplicadas a espaços acadêmicos com foco no conforto e desempenho ambiental.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

[1] ABREU-HARBICH, L. V.; VALE, D. S.; ROCHA, D.; MALORIE, E.; HORA, K. E. R. *Estratégias para melhoria do conforto térmico em salas de aula de edifícios de ensino superior em Goiás*. Revista de Arquitetura e Urbanismo, v. 25, n. 2, p. 45–62, 2020.

[2] VIDHUSHINI, R.; RAJKUMAR, S.; HORRISON, E. *A study on thermal and acoustic comfort in an institutional building*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Bristol, v. 1210, n. 1, p. 012009, 2023.

[3] BRANCO, P. T. B. S. et al. *A review of relevant parameters for assessing indoor air quality in educational facilities*. Environmental Research, v. 261, p. 119713, 2024.

[4] NORBÄCK, D. et al. *Carbon dioxide (CO_2) demand-controlled ventilation in university computer classrooms and possible effects on headache, fatigue and perceived indoor environment: an intervention study*. International Archives of Occupational and Environmental Health, v. 86, n. 2, p. 199–209, 2013.

[5] YARRAMSETTY, S.; DEKA, N. S.; KUMAR, M. S. *Adaptive lighting comfort in the classrooms of educational building and student hostel rooms*. E3S Web of Conferences, v. 170, p. 01012, 2020.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: iluminação de ambientes de trabalho – parte 1: interior*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

[7] RADAZA, M. A.; ARCHIVAL, J. N.; CABIJE, A. T. A.; CAPARROSO, D. E.; PATUNOB, M. V.; VILLACERAN, E. C. Optimizing Visual Comfort: A Dialux-Based Redesign of Computer Laboratory Lighting. p. 1–6, 26 ago. 2025.

[8] MACEDO, R. C. N.; VANDERLEI, P. S. S.; BAZOTTI, R. G. *Avaliação da iluminação em salas de aula: estudo de caso*. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2023, Fortaleza. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

[9] BARBOSA, A. M. S. et al. *Avaliação de conforto ambiental em salas de aula da Universidade Federal de Sergipe*. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2025. Anais [...]. 2025.

[10] ANDRADE, J. E. V. et al. *Avaliação de desempenho ambiental: o caso da biblioteca – Campus LAR/UFS*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–14. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6265. Acesso em: 17 fev. 2026.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10152: acústica — níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações — procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 3382-2: acústica — medição de parâmetros de acústica de salas — parte 2: tempo de reverberação em salas comuns*. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

[13] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 7726: ergonomics of the thermal environment – instruments for measuring physical quantities*. Geneva: ISO, 1998.

[14] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 7730: ergonomics of the thermal environment – analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Geneva: ISO, 2005.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 17037: qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente — padrões referenciais*. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

[16] ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA. *ANSI/ASA S12.60-2010/Part 1: acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools – part 1: permanent schools*. Melville, NY: ASA, 2010.

[17] BRANDÃO, E. *Acústica de salas: projeto e modelagem*. São Paulo: Blucher, 2016.

[18] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. *ANSI/ASHRAE Standard 55: thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2023.

[19] RADAZA, M. A. et al. *Optimizing visual comfort: a Dialux-based redesign of computer laboratory lighting*. p. 1–6, 26 ago. 2025.

[20] PAIVA, G. M. *Luminotécnica em salas de estudo e pesquisa: diagnóstico da iluminação no salão Thália Phedra da Biblioteca Pública do Amazonas*. Revista Fisio&Terapia, v. 29, n. 151, p. 58–59, 2025.

[21] NASCIMENTO E SOUZA, B.; SHIMOMURA, A. R. P. *Qualidade do ar interno em espaços de escritório*. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2025. Anais [...]. 2025.

[22] PARRA, A. et al. *Study of the incidence of CO and CO_2 gas emission levels and temperature of the automotive air conditioning system inside an interprovincial bus at different environmental and operating conditions*. ESPOCH Congresses, 2024.

[23] VERAS, P. H. B. et al. *Avaliação microbiológica da qualidade do ar em ambientes climatizados: implicações para a saúde pública*. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2025.

[24] CARDONA MEJÍA, J. M.; YEPES PALACIO, D. L.; GOMEZ MARIN, M. *Exposition to private material in class classes: case of Jaime Isaza Cadavid Colombian Polytechnic study*. RGSA: Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 19, n. 10, p. e013518, 2025.