

## **Avaliação da acústica ambiental em um Campus universitário de Sergipe – Brasil**

### **Evaluation of environmental acoustics in a university Campus in Sergipe – Brazil**

DOI:10.34117/bjdv7n12-728

Recebimento dos originais: 08/11/2021

Aceitação para publicação: 30/12/2021

#### **Janaina Costa Lima**

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU)  
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Campus AC Simões –Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió –  
AL, CEP 57072-900, Brasil  
janacostalima@hotmail.com

#### **Italo César Montalvão Guedes**

Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade da  
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de  
Campinas  
(Pós-ATC/FECFAU/UNICAMP)  
Instituição: Departamento de Arquitetura e Urbanismo; Universidade Federal de Sergipe  
(DAU-UFS)  
Praça Samuel de Oliveira, S/N, Centro, Laranjeiras – SE, CEP 49170-000, Brasil  
italomontalvao@academico.ufs.br

#### **RESUMO**

A interferência do ruído ambiental em espaços escolares prejudica a realização das atividades acadêmicas, acentua o nível de estresse e influencia negativamente o rendimento de professores e alunos em sala de aula. As atividades acadêmicas realizadas nestes locais exigem alto grau de concentração para se obter um desempenho satisfatório. Diversas pesquisas têm apontado o prejuízo no desempenho acadêmico em espaços escolares devido ao impacto da poluição sonora. Este artigo tem como objetivo principal avaliar a acústica ambiental em um campus universitário de Sergipe, Brasil. A metodologia se baseou em análises objetivas através de medições de níveis de pressão sonora, simulação e mapeamento acústico, além de análises subjetivas com aplicação de questionários para avaliação da percepção sonora local dos seus usuários. Em linhas gerais, foram realizadas as seguintes atividades: descrição do local de estudo, medições de níveis de pressão sonora, modelagem e simulações acústicas, criação de mapas acústicos, aplicação de questionários, análises e discussões dos resultados. Com base nos mapas acústicos, identificou-se que os locais mais ruidosos se encontravam próximos às vias arteriais existentes no entorno do campus, em decorrência do tráfego intenso de veículos, e entre algumas edificações destinadas principalmente para salas de aula, onde estavam instalados compressores de ar condicionado, e por serem locais de convivência com influência da conversação dos usuários. Por outro lado, evidenciou-se que a “Praça

da Democracia”, situada na área central do campus, foi a região mais silenciosa entre as áreas avaliadas, sendo considerada um dos principais espaços de sociabilidade.

**Palavras-chave:** Acústica ambiental. Mapa acústico. Simulação acústica. Percepção sonora.

## **ABSTRACT**

The interference of environmental noise in school spaces affects the performance of academic activities, increases the level of stress and negatively influences the performance of teachers and students in the classroom. The academic activities performed in these places require a high degree of concentration to obtain a satisfactory performance. Several studies have shown out the loss in academic performance in school spaces due to the impact of noise pollution. This paper aims to evaluate the environmental acoustics in a university campus in Sergipe, Brazil. The methodology was based on objective analyses through measurements of sound pressure levels, simulation and acoustic mapping, as well as subjective analyses with the application of questionnaires to evaluate the local sound perception of its users. In general terms, the following activities were carried out: description of the study site, measurements of sound pressure levels, acoustic modeling and simulations, creation of acoustic maps, application of questionnaires, analysis and discussion of the results. Based on the acoustic maps, it was identified that the noisiest locations were close to the arterial roads around the campus, due to intense vehicle traffic, and between some buildings intended mainly for classrooms, where air conditioning compressors were installed, and because they are places of coexistence with influence from the conversation of users. On the other hand, it was evident that the "Praça da Democracia", located in the central area of the campus, was the quietest region among the evaluated areas, being considered one of the main spaces of sociability.

**Keywords:** Environmental acoustics. Acoustic map. Acoustic simulation. Sound perception.

## **1 INTRODUÇÃO**

A poluição sonora, intensificada com a Revolução Industrial e com o rápido processo de urbanização, consiste hoje em um dos principais problemas ambientais das cidades no mundo. Segundo a World Health Organization (WHO), a poluição sonora ocupa a segunda posição no ranking entre os tipos de poluição ambiental que mais afetam as pessoas, ultrapassando a poluição da água, ficando atrás apenas da poluição atmosférica (WHO, 2018). A exposição diária e contínua ao ruído pode prejudicar a saúde humana. Alguns dos efeitos do ruído causados no homem envolvem a perda auditiva, estresse, distúrbio do sono, aborrecimento, zumbido, doenças cardiovasculares, derrame cerebral, tendência à depressão, entre outros (WHO, 2011).

Entre as fontes de poluição sonora urbana, podem-se citar os ruídos decorrentes dos meios de transporte rodoviário, aeroviário e ferroviário, indústrias, construção civil,

atividades comerciais e de serviço, restaurantes, bares, casas noturnas, espaços religiosos, além de outros eventos sonoros comuns em ambientes urbanos, como, buzinas, sirenes, latidos de animais. No entanto, a comunidade científica é unânime em apontar o tráfego de veículos como a principal fonte de poluição sonora nas cidades (WHO, 2018).

A União Europeia, após a Diretiva Europeia de Ruído Ambiental (Diretiva 2002/49/CE), tem gerenciado e combatido a poluição sonora através da elaboração de mapas estratégicos de ruído e planos de ação de planejamento urbano em seus países-membros. Diversas pesquisas evidenciaram altos níveis de poluição sonora em diferentes áreas urbanas. Por exemplo, a pesquisa desenvolvida por Paschalidou, Kassomenos e Chonianaki (2019) na cidade de Pireu, Grécia, realizou mapas estratégicos de ruído para indústria, tráfego e linha ferroviária. Os resultados obtidos apontaram que o ruído das vias arteriais chegou a 75 dB e dentro do porto marítimo nos terminais de contêineres, a 118,2 dB. Na pesquisa de Murphy e King (2011) realizada em Dublin, Irlanda, elaborou-se o mapeamento de ruído de tráfego rodoviário e cálculo da população exposta ao ruído. Os resultados evidenciaram que 27,2% dos residentes estão expostos a níveis de ruído superiores a 70 dB(A) ao longo do dia, entardecer e noite, e 84,3% a níveis acima de 40 dB(A) no período noturno.

Em nível internacional, a avaliação do ruído ambiental tem como principal referência a ISO 1996: Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise (ISO, 2016, 2017). No Brasil, a NBR 10151 (ABNT, 2019) consiste na norma correspondente a ISO 1996, estabelecendo procedimentos para medição e avaliação acústica de ambientes externos às edificações, bem como, níveis de pressão sonora aceitáveis a depender do uso e ocupação do solo da área avaliada e do período do dia. Para áreas estritamente educacionais, por exemplo, os limites máximos de níveis de pressão sonora permitidos em áreas externas são de 50 dB, no período diurno, e 45 dB, no período noturno (ABNT, 2019). Existe ainda a NBR 10152 (ABNT, 2017), que avalia acusticamente ambientes internos a partir de valores de referência.

Em ambiente escolar, níveis sonoros elevados prejudicam a qualidade da comunicação verbal e o desempenho do aluno, interferindo na concentração, na escrita, no desenvolvimento da fala, no aprendizado e na compreensão da leitura (WHO, 1999). Entre os ambientes educacionais, os campi universitários merecem destaque, pois englobam vários tipos de usos e atividades, como: salas de aula, laboratórios, restaurante, biblioteca, quadras poliesportivas, com diferentes exigências humanas e condições ambientais aceitáveis de exposição ao ruído.

De Giuli, Da Pos, De Carli (2012) comentam que trabalhar ou estudar em um ambiente confortável contribui não somente para o bem-estar, mas também, para a satisfação, a produtividade e a aprendizagem. Sabe-se que ambientes não formais de ensino, como áreas externas, podem auxiliar no processo educativo (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Nesse sentido, a avaliação da paisagem sonora contribui para a caracterização e percepção de sons desejáveis e indesejáveis “ruídos” (SCHAFER, 2001), além de possibilitar a conscientização e ressignificação do ambiente sonoro com a mudança dos hábitos de ouvir (CATUNDA; REIGOTA, 2013; SILVA, 2015; LANDGRAF, 2017).

Inserido neste contexto, este artigo avalia a acústica ambiental em um campus universitário de Sergipe, Brasil. A pesquisa se desenvolveu com base em avaliações objetivas através de medições de níveis de pressão sonora, simulações e mapas acústicos, além de avaliações subjetivas com aplicação de questionários para análise da percepção sonora local com vistas a identificar principais fontes de ruído existentes no campus e áreas ao ar livre com atributos acústicos mais favoráveis à sociabilidade.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

O mapa acústico consiste em uma representação gráfica do ruído ambiental de certa área geográfica, em determinado período do dia, através de curvas isofônicas. As curvas isofônicas possuem o mesmo nível de pressão sonora, podendo ser representadas por cores padronizadas a cada 5 dB de nível sonoro (ISO 1996-2, 2017).

No Brasil, essa ferramenta é ainda pouco utilizada devido à inexistência de leis nacionais e normas técnicas que a tornem obrigatória. Porém, já há iniciativas de mapas acústicos realizados por alguns órgãos públicos, ou instituições de ensino e pesquisa. O primeiro mapa acústico municipal por iniciativa da prefeitura foi realizado em Belém-PA entre os anos de 2002 e 2004. O segundo mapa acústico municipal no Brasil foi elaborado na cidade de Fortaleza-CE, sendo consolidado em 2012. Em São Paulo-SP, desde 2016 está em implementação o mapa de ruído urbano da cidade com prazo de desenvolvimento até 2023, em atendimento à Lei 16.499 de 20 de julho de 2016, que dispõe sobre a elaboração do mapa do ruído urbano da cidade de São Paulo e dá outras providências (SÃO PAULO, 2016). Outras cidades brasileiras foram mapeadas parcial ou totalmente sob iniciativa de pesquisas acadêmicas, a exemplo de Porto Alegre-RS, Curitiba-PR, Rio de Janeiro-RJ, Belo Horizonte-MG, Natal-RN, Aracaju-SE, além de outros locais citados por Brasileiro et al. (2019).

Algumas pesquisas também têm avaliado o ruído ambiental em campus universitário através de mapeamento acústico com simulação computacional. Por exemplo, Moraes et al. (2013) avaliaram os níveis de ruído de tráfego rodoviário do campus da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém-PA, em quinze pontos de medição. Magioli e Torres (2018) estudaram as condições acústicas do campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na Ilha do Fundão (RJ), com simulação acústica e propostas de melhoria da mobilidade urbana no campus. Amarilla et al. (2018) caracterizaram acusticamente o Campus Ecoville da Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), Curitiba-PR, por meio de predições acústicas de cenários futuros e análises de medidas mitigadoras de ruído, por exemplo, atenuação da barreira acústica de concreto com 3,0 metros de altura. Em todos os estudos citados, o ruído de tráfego rodoviário foi considerado o principal perturbador do ambiente sonoro, apresentando valores de níveis sonoros superiores aos limites máximos estabelecidos pela NBR 10151 (ABNT, 2019).

Outras pesquisas de acústica ambiental em campus universitário têm adotado abordagens integradas de análises objetivas e subjetivas com medições de níveis sonoros e/ou desenvolvimento de mapas acústicos, além de aplicação de questionários. Por exemplo, Zannin et al. (2013) avaliaram os níveis de pressão sonora no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR, por meio de medições e simulações acústicas da situação existente na ocasião, aplicando-se questionários à população local. As medições dos níveis de ruído indicaram que 89,7% dos pontos medidos ultrapassaram o valor de 55 dB(A), o que pode provocar início de estresse, segundo a WHO (1999). A maioria dos entrevistados citou o tráfego de veículos como a fonte mais irritante, havendo boa correspondência entre os resultados das análises objetivas e subjetivas.

Por sua vez, o estudo de Souza, Alberto e Barbosa (2019), na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora-MG, foram feitas medições acústicas em trinta e dois pontos externos e onze pontos internos às edificações, e aplicação de questionários para 140 voluntários entre estudantes, professores e funcionários. Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciaram também valores de níveis de ruído acima do limite de 55 dB(A). Quanto à aplicação dos questionários, observou-se que quase metade das pessoas não é perturbada pelo ruído ambiental existente. Esse resultado evidencia que a poluição sonora se mostra por vezes despercebida, tornando-a ainda mais preocupante. Ambos os estudos revelaram que a abordagem conjunta de avaliações objetivas e subjetivas é útil para a caracterização adequada da poluição sonora ambiental.

Nota-se, portanto, o papel relevante do mapa acústico como instrumento de avaliação da acústica ambiental de uma localidade nas mais diversas escalas urbanas. Os mapas acústicos podem ser desenvolvidos a partir de medições sistemáticas de níveis de pressão sonora ou por meio de softwares de simulação acústica, como, Predictor Lima (Brüel & Kjaer), SoundPLAN (Braunstein + Berndt GmbH), CadnaA (DataKustik), iNoise (DGMR Software), entre outros. As simulações acústicas possibilitam avaliar cenários existentes ou hipotéticos, além de fornecer informações detalhadas das principais fontes sonoras, de analisar maior quantidade de pontos sem interrupção de condições meteorológicas adversas e interferências do ruído de fundo (GUEDES; BERTOLI, 2014).

No entanto, o conforto acústico não depende unicamente dos níveis sonoros, sendo influenciado também por fatores psicológicos, fisiológicos e pelo contexto sociocultural (HIRASHIMA, 2014). Nesse sentido, a avaliação subjetiva da paisagem sonora é essencial para uma análise mais completa da acústica ambiental, avaliando-se a percepção sonora dos usuários através de análises subjetivas com questionários ou entrevistas, a exemplo de algumas pesquisas mostradas em parágrafos anteriores.

A paisagem sonora é definida como ambiente acústico percebido, experimentado, ou compreendido por uma pessoa ou grupo de pessoas em determinado contexto, ou seja, representa a relação entre pessoa, atividade, lugar e tempo, influenciando a percepção sonora através da interpretação da sensação auditiva em resposta ao ambiente acústico (ISO, 2014). R. Murray Schafer caracterizou o termo paisagem sonora (ou *soundscape*) nos anos de 1970, classificando-o de acordo com cinco aspectos referenciais: os sons naturais, que provém da água, do ar, dos animais; os sons humanos, da voz, corpo e vestuário; sons mecânicos, de automóveis, equipamentos de construção civil, ventiladores; sons da sociedade, de instrumentos musicais, festivais, urbanos; sons indicadores, buzinas, alarmes, telefones e o silêncio ou quietude (SCHAFER, 2001).

### 3 MÉTODO

Para avaliar a acústica ambiental do campus universitário, objeto de estudo deste artigo, adotou-se como forma de abordagem a realização de análises objetivas através de medições de níveis de pressão sonora, simulações e mapas acústicos, além de análises subjetivas com aplicação de questionários para avaliação da percepção sonora local. A estratégia metodológica adotada considerou as seguintes etapas: descrição do local de estudo, medições de níveis de pressão sonora, modelagem e simulações acústicas, criação

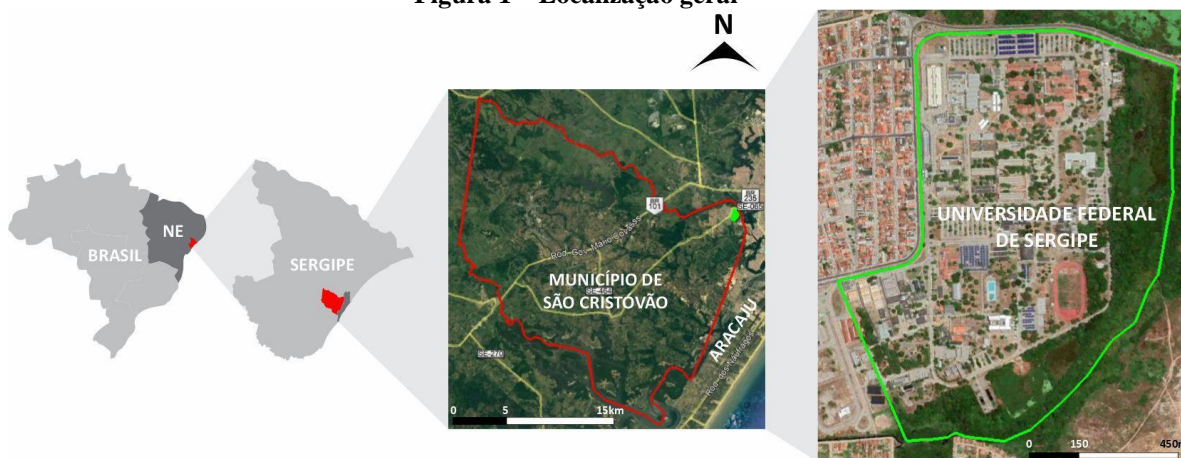
de mapas acústicos, aplicação de questionários, e, análises e discussões dos resultados. Tais etapas serão detalhadas a seguir.

- Descrição do local de estudo

O local de estudo desta pesquisa foi o campus universitário “Prof. José Aloísio de Campos”, sede da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Este campus universitário, também conhecido como Campus - São Cristóvão, situa-se no município de São Cristóvão, em uma área de conurbação com Aracaju, capital do estado de Sergipe, Brasil (Figura 1). Possui uma área total de 153 hectares (SOUZA et al., 2011), englobando áreas de preservação ambiental, ao leste e ao sul do campus, próximas ao rio Poxim, e edificações de uso institucional que abrigam salas de aula, laboratórios, biblioteca, setores administrativos, restaurante, entre outras.

O Campus - São Cristóvão é margeado por vias arteriais, sendo ao norte pela avenida “Marechal Cândido Rondon” e à oeste pela Rodovia Estadual SE-004, rodovia “João Bebe Água”. Segundo o plano diretor do município de São Cristóvão, o campus está localizado na zona de uso institucional (SÃO CRISTÓVÃO, 2009).

Figura 1 – Localização geral

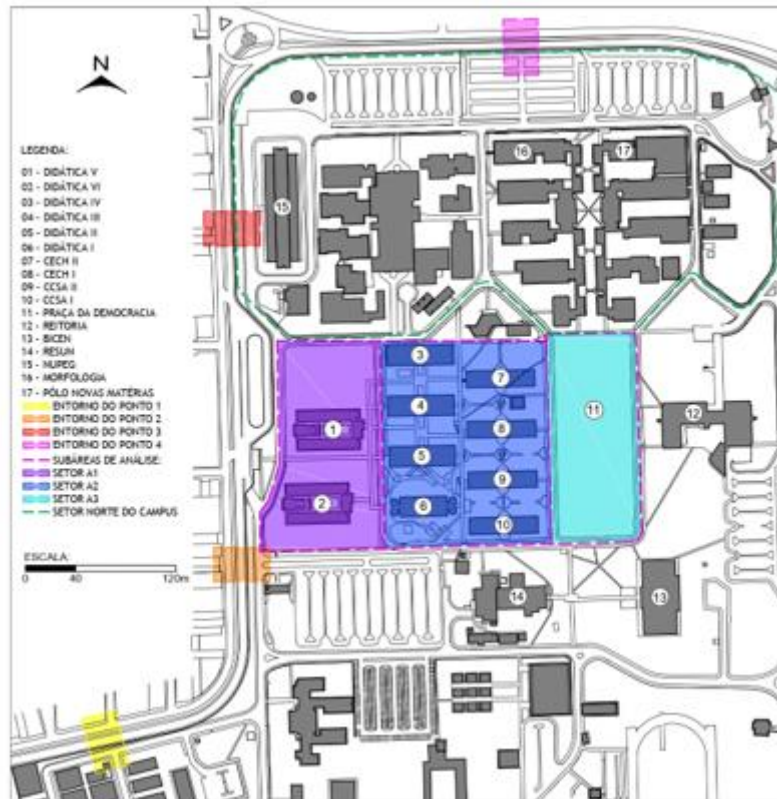


Fonte: Adaptado de Lima (2020).

Para realização deste estudo, definiu-se uma área de análise no *campus* a partir de visitas exploratórias. A área definida, por sua vez, foi subdividida em três setores: (a) Setor A1, mais próximo da entrada principal de pedestres e da rodovia “João Bebe Água”, possui um amplo terreno vazio e as Didáticas V e VI, edificações com semelhantes volumetrias; (b) Setor A2, que contém oito blocos de salas de aula - Didáticas I, II, III, IV, CCSA I e II (Centro de Ciências Sociais Aplicadas) e CECH I e II (Centro de Educação e Ciências Humanas) e áreas de convivência entre as edificações; (c) Setor A3,

que constitui a única praça do *campus*, “Praça da Democracia”, região mais central do *campus*, sendo o maior local de convivência, sociabilidade e mais arborizado (Figura 2).

**Figura 2 – Localização das áreas de análise e entorno dos pontos externos e internos**



Fonte: Divisão de Projetos (DIPRO) – UFS, 2019, adaptado de Lima (2020).

#### - Coleta de dados

Nesta etapa de pesquisa, foram realizadas coletas de dados físicos, de tráfego e acústicos com vistas à caracterização do local de estudo e do seu entorno urbano, além de subsidiar o processo de modelagem e simulações acústicas. A partir da modelagem 2D (arquivo. dwg) e 3D (arquivo .skp) disponibilizadas pela Divisão de Projeto da Superintendência de Infraestrutura da UFS (DIPRO/INFRA-UFS) , foram feitos levantamentos *in loco* para obtenção de informações sobre larguras e tipos de materiais constituintes das pistas de rolamento, do canteiro central, da ciclovia e do passeio adjacente ao muro do *Campus* – São Cristóvão. Além das visitas *in loco*, utilizou-se o recurso do *Google Street View* para verificar o gabarito de alturas das edificações da massa edificada no seu entorno próximo.

Face ao importante tráfego veicular nas vias arteriais que tangenciam o *Campus* – São Cristóvão, esta pesquisa considerou o trânsito nessas vias como a principal fonte de ruído. Durante as visitas exploratórias, identificou-se ainda fontes de ruído em áreas



internas ao *campus*, como, compressores de ar condicionado e locais de conversação de pessoas, que foram consideradas também na avaliação da acústica ambiental.

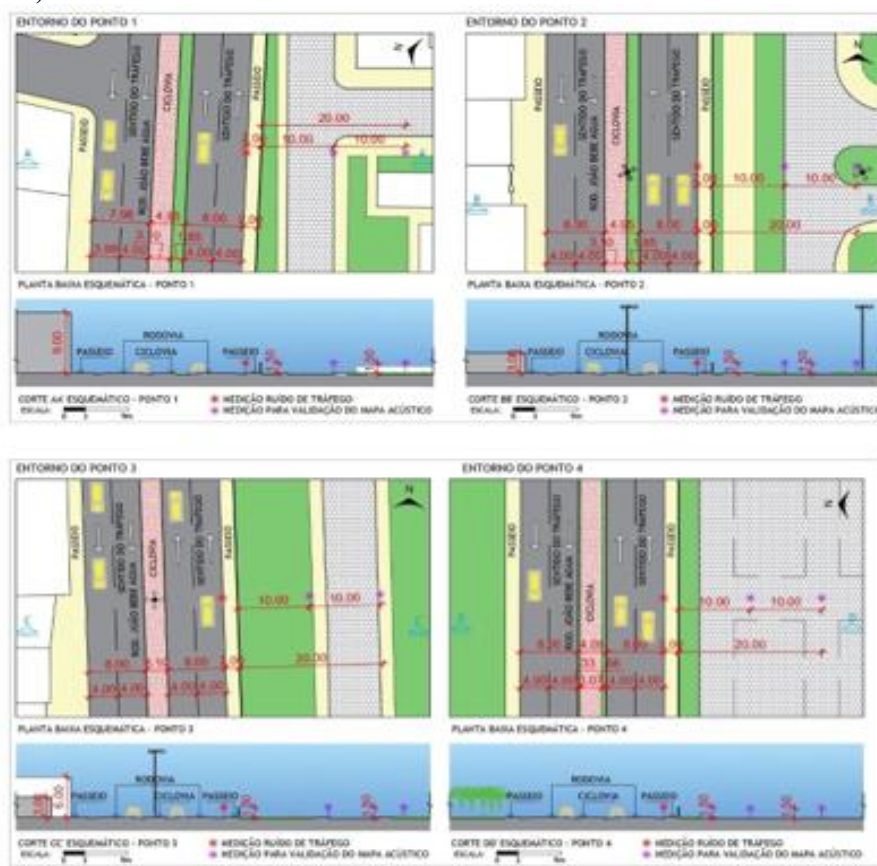
Na coleta de dados acústicos, foram efetuadas medições de níveis sonoros para análise preliminar da acústica ambiental do local de estudo e para caracterizar as principais fontes de ruído identificadas. Para as medições acústicas, usou-se o sonômetro, marca *Homis*, mod. 248, com microfone protegido por protetor de vento, e calibrador acústico, marca *Instrutherm*, mod. CAL-3000, ambos do tipo 2 de precisão. O sonômetro foi calibrado antes e depois de cada sessão de medição e ajustado para registrar níveis de pressão sonora equivalente – contínuo por banda de 1/3 de oitava ( $LA_{eq,T}$ ) e tempo de resposta rápida (*Fast*). O sonômetro foi posicionado na altura de 1,5 m do solo, afastado no mínimo 2,0 m de superfícies refletoras, como: muros e fachadas. Todas as medições acústicas ocorreram sob condições atmosféricas e meteorológicas favoráveis.

As medições acústicas foram feitas nos meses de novembro e dezembro de 2019, e fevereiro de 2020, nos intervalos horários das 9h às 11h e das 14h às 16h, em dias úteis da semana (terça, quarta e quinta-feira) para evitar dinâmicas atípicas de circulação de pessoas e veículos. O tempo de medição acústica variou conforme o tipo de fonte avaliada. Para a fonte de ruído do tráfego veicular nas vias arteriais que circundam o *Campus* – São Cristóvão, adotou-se o tempo de registro de 5 min e para as medições das fontes de ruído pontuais (compressores de ar condicionado e locais de conversação de usuários) identificadas nos setores avaliados nas áreas internas do *campus*, determinou-se o tempo de 1 min de medição. A definição desses tempos de medição obedeceu ao critério da NBR 10151 (ABNT, 2019), de que os mesmos devem ser suficientes para caracterizar a fonte de ruído analisada.

A Figura 3 mostra a localização dos pontos das medições acústicas externas e internas ao *Campus* - São Cristóvão. Para as medições acústicas do tráfego veicular das vias arteriais que tangenciam o *campus*, definiu-se quatro pontos, posicionados na calçada adjacente ao muro da UFS, afastando-os de faixas de pedestres, cruzamentos e pontos de parada de ônibus. Essas medições foram executadas nos dias 21 e 26/11/2019, nos turnos da manhã e da tarde, respectivamente. Foram registrados três valores de níveis sonoros por ponto e turno, perfazendo 24 amostras. Ressalta-se que para cada um desses pontos, definiram-se outros dois pontos ao longo de um eixo perpendicular ao muro na parte interna do *campus* com distâncias de 10 e 20 m em relação ao referido muro (Figuras 3A e 3B).

Nas áreas internas do *Campus* – São Cristóvão, os pontos de medição acústica foram localizados nas proximidades das fontes de ruído pontuais mais significativas nos setores analisados, ou seja, próximo à compressores de ar condicionado e à locais de maior permanência dos usuários. As medições ocorreram em 28/11/2019, 10/12/2019 e 27/02/2020, nos períodos da manhã e da tarde, sendo registrado apenas um valor de nível sonoro por ponto e turno, com exceção dos compressores de ar condicionado, que por sua característica de emissão sonora estacionária, foram medidos apenas no turno matutino. Dos trinta pontos de medição acústica, quinze foram destinados para caracterizar os compressores de ar condicionado e três para os locais de conversação de pessoas, enquanto que os demais pontos de medição serviram para validação do modelo acústico (Figura 3C).

**Figura 3 – Localização dos pontos das medições acústicas externas e internas ao Campus - São Cristóvão: A) Pontos 1 e 2 (acima), B) Pontos 3 e 4 (centro), C) Pontos nos setores de análise A1, A2 e A3 (inferior)**





Fonte: Adaptado de Lima (2020).

- *Modelagem e simulação acústica*

As simulações acústicas foram realizadas no *software iNoise*, versão *Free 2021*. Essa etapa envolveu as atividades de modelagem geométrica, modelagem acústica e criação de mapas acústicos. O primeiro passo para a modelagem geométrica foi a importação no *iNoise* do arquivo .dxf da modelagem 2D do *Campus – São Cristóvão* e entorno imediato, com a conversão de cada elemento em entidades do *iNoise* - edificações, muros, eixos de vias de tráfego (fonte linear de ruído), fonte pontuais, pontos de medição acústica, atribuindo para cada tipo de entidade propriedades específicas, como, altura da edificação e muro para os elementos “*buildings*” e “*barriers*”, níveis de pressão sonora equivalente – contínuo por 1/3 de oitava para caracterização acústica das fontes lineares e pontuais de ruído, entre outros. Considerou-se a topografia plana, uma simplificação aproximada da realidade.

Na etapa de modelagem acústica, a fonte linear de ruído foi dividida em duas partes, a primeira, representando a rodovia “João Bebe Água”, caracterizada pelos níveis sonoros medidos nos pontos 1, 2 e 3, e a segunda, referente à avenida “Marechal Cândido Rondon”, caracterizada acusticamente pelos dados acústicos coletados no ponto 4. Para a caracterização acústica das fontes de ruído, os valores de níveis de pressão sonora equivalente ponderado ( $LA_{eq}$ ) nas frequências de 1/3 de oitava foram usados para estimar os níveis de potência sonora ( $L_w$ ) de cada fonte por meio das equações 1 e 2.

Para fonte linear:  $L_w = L_p + 10 \log[2\pi r] + \text{Apropagação}$  Equação 1

Para fonte pontual:  $L_w = L_p + 10 \log[4\pi r^2] + \text{Apropagação}$  Equação 2

onde:

$L_w$  é o nível de potência sonora, em dB(A) (ref.:  $10^{-12}$  Watts).

$L_p$  é o nível de pressão sonora equivalente num ponto receptor, em dB(A).

*Apropagação* é a atenuação devido à propagação, em dB(A).

#### - Aplicação de questionários

Os questionários foram aplicados nos setores A1, A2 e A3, em dias típicos de funcionamento do *Campus* - São Cristóvão, na quarta-feira, quinta-feira e terça-feira, 4, 5 e 10/03/2020, respectivamente, entre os horários pré-estabelecidos para análise, das 9h às 11h e das 14h às 16h. O questionário foi dividido em duas partes, a primeira consistiu em dados pessoais do entrevistado, a segunda possuía perguntas objetivas, fechadas de múltipla escolha e abertas, sendo de natureza qualitativa e quantitativa sobre a acústica ambiental do *campus*. Para a elaboração do questionário, buscou-se referências em trabalhos correlatos que analisaram a percepção de usuários em ambientes de ensino, por exemplo, Zannin *et al.* (2013), Rabelo *et al.* (2015), Ibiapina *et al.* (2017), Henriques e Silveira (2017).

A aplicação dos questionários ocorreu de forma aleatória e consensual, buscando obter uma amostragem, aproximadamente, equitativa de entrevistados entre os setores A1, A2 e A3. Antes de responder o questionário, o voluntário era informado sobre os objetivos da pesquisa e sobre a não obrigatoriedade de sua participação. Foram aplicados 153 questionários a estudantes, professores, funcionários e visitantes da UFS, porém 5 voluntários não possuíam habilidade normal de audição, sendo assim, seus dados foram desconsiderados da pesquisa, constituindo-se uma amostra de 148 questionários. No setor A1 foram respondidos 54 questionários, no A2, 49, e no A3, 45.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### - Validação do modelo acústico

Para validação do modelo acústico, adotou-se a recomendação da *European Commission Working Group* (WG-AEN, 2006) quanto a aceitabilidade da incerteza de +/- 4,6 dB(A) entre valores de níveis de pressão sonora medidos e simulados. A Tabela 1 mostra as diferenças (Dif.) obtidas entre os níveis sonoros medidos ( $LA_{eq,med.}$ ) e simulados ( $LA_{eq,sim.}$ ) nos diversos pontos externos e internos ao *Campus* – São Cristóvão, satisfazendo ao critério adotado para validação. Ressalta-se que não foram considerados os registros de medições acústicas com ocorrências de eventos sonoros esporádicos, pois os mesmos não foram contemplados nas modelagens e simulações acústicas.

**Tabela 1 – Comparação entre os valores medidos e simulados de níveis de pressão sonora**

Ponto	LA <sub>eq,med.</sub> (dB)	LA <sub>eq,sim.</sub> (dB)	Dif.	Ponto	LA <sub>eq,med.</sub> (dB)	LA <sub>eq,sim.</sub> (dB)	Dif.	Ponto	LA <sub>eq,med.</sub> (dB)	LA <sub>eq,sim.</sub> (dB)	Dif.
<b>R1</b>	75,3	76,7	-1,5	<b>R9</b>	60,8	61,6	-0,9	<b>R17</b>	48,2	50,9	-2,7
<b>R2</b>	73,1	76,1	-3,1	<b>R10</b>	60,6	59,7	0,9	<b>R18</b>	57,4	60,1	-2,7
<b>R3</b>	74,9	76,9	-2,0	<b>R11</b>	62,6	63,3	-0,7	<b>R19</b>	54,0	54,9	-0,9
<b>R4</b>	77,3	78,9	-1,6	<b>R12</b>	59,8	60,9	-1,2	<b>R20</b>	56,4	59,5	-3,1
<b>R5</b>	63,5	60,3	3,2	<b>R13</b>	49,1	48,9	0,2	<b>R21</b>	49,5	53,3	-3,8
<b>R6</b>	57,6	58,4	-0,8	<b>R14</b>	48,9	45,0	3,8	<b>R22</b>	55,6	58,1	-2,5
<b>R7</b>	61,7	60,7	1,0	<b>R15</b>	49,1	45,3	3,8	<b>R23</b>	60,0	57,1	2,9
<b>R8</b>	58,3	58,8	-0,6	<b>R16</b>	49,4	48,3	1,1	<b>R24</b>	51,1	47,5	3,6

Fonte: Os autores.

### - Análise objetiva

Conforme mencionado no item Método, foram definidos 42 pontos para medições de níveis de pressão sonora, sendo 4 pontos localizados na parte externa do *Campus* - São Cristóvão ao longo das vias arteriais, Av. Marechal Rondon e Rod. João Bebe Água, e 38 pontos internos, sendo 8 pontos, R5 a R12, localizados nas proximidades dos pontos de medição externa para validação acústica da fonte linear. Tais pontos foram posicionados em eixos perpendiculares ao muro do *campus*, no alinhamento dos pontos R1 a R4, com distâncias de 10 a 20 m em relação ao muro. Os demais pontos de medição interna foram distribuídos entre os setores A1, A2 e A3.

Os valores de níveis sonoros medidos externos ao *campus* estiveram entre 73 e 77 dB(A), apontando para a importante contribuição de energia acústica do tráfego veicular das vias que margeiam o *Campus* - São Cristóvão (Tabela 1). Sabe-se que nas imediações do *campus*, o uso e ocupação do solo é tipicamente residencial e de serviços, estando, portanto, exposto a níveis elevados de ruído que podem ocasionar efeitos adversos à saúde a depender do tempo de exposição sonora.

A Tabela 1 mostra também que do total de 24 pontos de medição acústica, 18 pontos, 75% do total, indicam níveis sonoros que superam o valor de 50 dB(A), limite estabelecido pela NBR 10151 (ABNT, 2019) para áreas estritamente educacionais no período diurno. Segundo WHO (1999) valores de níveis sonoros de 55 dB(A) podem ocasionar início de estresse. Do universo de medições acústicas, observou-se que 16 pontos, 66,7% do total, tiveram valores superiores a esse limite.

A Figura 4A mostra o mapa acústico geral da situação existente para o período diurno do *Campus* - São Cristóvão, contemplando as vias arteriais perimetrais, principais fontes de ruído do entorno urbano e, os setores A1, A2 e A3 analisados. Percebe-se a predominância de cores escuras, especialmente vermelha e magenta, nas margens das vias

de tráfego mencionadas, indicando níveis sonoros mais elevados, entre 70 e 75 dB(A), conforme escala de cores da Figura 4A.

No mapa acústico geral, observa-se ainda que as edificações nas áreas internas do *campus*, situadas mais próximas dessas vias arteriais, estão expostas a maiores níveis sonoros em virtude da influência acústica do tráfego veicular, a exemplo dos blocos da Morfologia e Polo Novas Matérias, ao norte, e do bloco que abriga o NUPEG PETROBRÁS e as Didáticas V e VI, a oeste do *campus* (Figura 4A).

As Figuras 4B, 4C e 4D mostram destaques dos mapas acústicos dos setores A1, A2 e A3, respectivamente. No setor A1, devido a sua proximidade com a Rod. “João Bebe Água”, o ruído de tráfego é responsável pelos maiores valores de níveis sonoros observados nas áreas entre o Terminal intermunicipal de ônibus, portaria de acesso pedestre da UFS e as Didáticas V e VI, entre 60 e 65 dB(A), que superam o valor limite para áreas externas educacionais, segundo a NBR 10151 (ABNT, 2019). Essa situação pode ocasionar interferências negativas na qualidade acústica dos espaços das Didáticas V e VI, especialmente nas porções mais próximas do lado oeste.

Por outro lado, deve-se mencionar que a disposição das Didáticas V e VI, com as maiores fachadas voltadas para norte e sul, contribui para menor impacto do ruído do tráfego veicular da Rod. “João Bebe Água” nas salas de aula localizadas nessas fachadas. Observa-se ainda no mapa acústico que à medida que se afasta da fonte de ruído de tráfego em direção ao setor A2, os níveis sonoros decaem graças, principalmente, à distância e divergência da fonte linear. As fachadas norte e sul das Didáticas V e VI nos pontos mais afastados da rodovia estão expostas a níveis sonoros entre 50 e 55 dB(A), áreas com coloração amarela (Figuras 4A e 4B). Ainda no setor A1, observa-se a presença de fontes sonoras pontuais, compressores de ar condicionado e áreas de circulação de pedestres, porém com menor influência em relação à fonte linear.

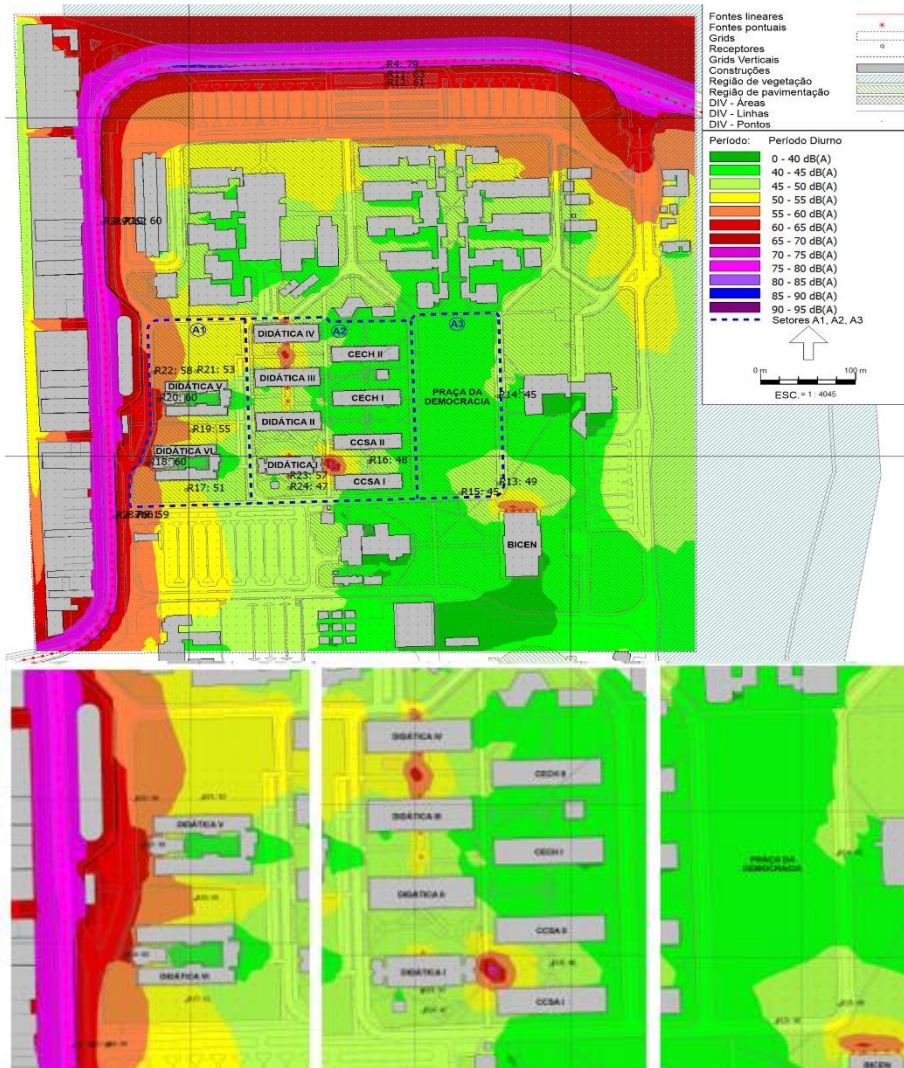
Com base no mapa acústico da Figura 4C, percebe-se que as didáticas localizadas no setor A2 recebem menor influência da energia acústica da Rod. “João Bebe Água” em função do maior afastamento desse setor em relação a rodovia. Deve-se ainda considerar nesta atenuação do ruído, a influência das Didáticas V e VI, comportando-se, em certa medida, como barreiras acústicas. Os níveis sonoros nesta região estão entre 45 e 55 dB(A), evidenciados pelo predomínio das cores amarela e verde clara na escala de cores do mapa. No entanto, nas áreas entre a Didática I e as edificações CCSA I e II, bem como, entre as Didáticas III e IV, observam-se maiores níveis sonoros, entre 55 e 65 dB(A), devido à influência do ruído de conversas entre pessoas. Esses espaços são importantes

locais de convivência, especialmente, de alunos nos intervalos entre aulas. Nas medições acústicas realizadas para caracterização dessas fontes pontuais, foram registrados níveis sonoros de até 70 dB(A) a 2 m de distância. Ainda no setor A2, nas áreas entre didáticas, considerou-se a influência acústica dos compressores de ar condicionado mais significativos. Nas medições acústicas para sua caracterização, observou-se uma contribuição de níveis sonoros de até 60 dB(A) a 2m de distância.

Analisando o setor A3, região mais interna do *campus* em relação aos demais setores avaliados, onde está a “Praça da Democracia”, o mapa acústico (Figura 4D) indica menores níveis sonoros, entre 40 e 45 dB(A). Com base na Tabela 1, observou-se que em algumas medições nesta praça, os níveis sonoros não ultrapassaram o limite máximo para ambientes educacionais de 50 dB(A), segundo a NBR 10151 (ABNT, 2019). Esse cenário acústico pode ser um dos motivos dessa área ser bem usufruída por estudantes e funcionários como espaço de sociabilidade.

Ressalta-se que, nas visitas exploratórias ao local, verificou-se a existência de compressores de ar condicionado da Biblioteca Central (BICEN) em uma região próxima a porção sudoeste da “Praça da Democracia”. Sendo assim, considerou-se essas fontes no modelo acústico. Nas medições acústicas para caracterização desses compressores de ar, constatou-se que os mesmos contribuem com níveis sonoros de, aproximadamente, 65 dB(A). Entretanto, com base no mapa acústico (Figura 4D), essa energia acústica é atenuada com a distância, não sendo, portanto, causador de impacto sonoro à praça. Tal informação não descarta a necessidade de se avaliar eventual impacto do ruído desses compressores ou outros existentes no entorno próximo ou em áreas internas da BICEN, prédio que abriga atividades sensíveis ao ruído.

Figura 4 – Mapas acústicos: A) Geral (acima), B) Setor A1 (inferior esquerda), C) Setor A2 (inferior centro) e D) Setor A3 (inferior direita)

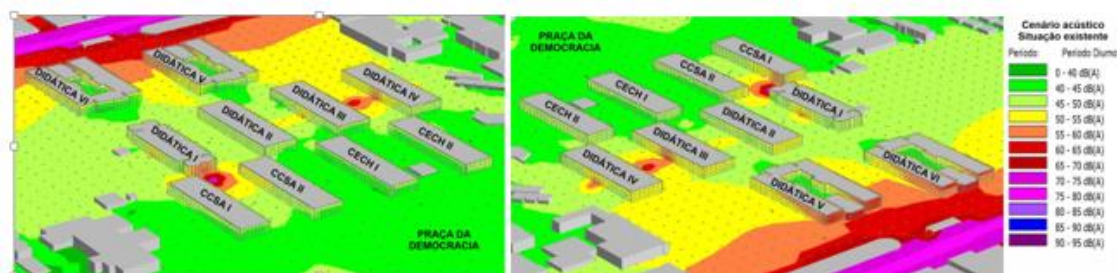


Fonte: Os autores.

A Figura 5 mostra vistas 3D do modelo acústico, com a distribuição dos níveis sonoros no plano horizontal e nas fachadas das edificações dos setores A1, A2 e A3. No setor A1, as fachadas oeste das Didáticas V e VI, mais próximas à Rod. “João Bebe Água”, são atingidas por níveis sonoros mais altos, entre 60 e 65 dB(A), conforme já apontado antes, enquanto que as fachadas, norte e sul, estão expostas a níveis entre 50 e 60 dB(A). Nas fachadas nos pátios internos dessas edificações, têm-se níveis sonoros menores evidenciados pelas cores esverdeadas. Nos setores A2 e A3, as fachadas das edificações estão expostas a níveis sonoros menores, com predomínio das cores verde claro e amarela, entre 45 e 55 dB(A). A NBR 10152 (ABNT, 2017) estabelece o limite de 35 dB(A) como nível sonoro adequado para ambientes internos de salas de aula. Com isso, pode-se realizar estimativas de isolamento acústico nas fachadas mais expostas dessas edificações.



**Figura 5 – Vistas 3D do cenário acústico existente: A) Vista Sudoeste (esquerda) e B) Vista Noroeste (direita)**



Fonte: Os autores.

### - Análise subjetiva

Dentre os 148 entrevistados, 51% são do sexo masculino e 49% do sexo feminino. A maioria dos participantes, 81% têm entre 18 e 25 anos, 14% (26 a 35 anos) e 5% (36 a 55 anos). Quanto à escolaridade, 78% dos entrevistados possuem nível superior incompleto, 9% (ensino médio completo), 7% (ensino superior completo) e 5% possuem mestrado ou doutorado.

Na questão “Qual é o som/ruído mais predominante?”, no setor A1, 61% dos entrevistados indicaram as vozes como som predominante, 22% apontaram os sons de veículos, 7%, sons de passos dos transeuntes, 6%, sons de música, e os sons da natureza foram os menos percebidos, sendo apontados por 4% dos entrevistados. Estes resultados estão associados à proximidade do setor A1 com a Rod. João Bebe Água e com o terminal intermunicipal de ônibus. Além disso, os questionários foram aplicados nas circulações cobertas no acesso principal de pedestres entre as Didáticas V e VI, onde há pequenas feiras de produtos alimentícios caseiros e artesanato, além da proximidade da portaria de pedestres no lado oeste do *Campus* - São Cristóvão, o que justifica a predominância das vozes.

Já no setor A2, apesar do som das vozes predominarem com 43%, um novo ruído, o do compressor de ar condicionado, foi percebido por 33% dos entrevistados, a natureza foi citada por 18%, enquanto que, os sons de passos, construção civil e música foram mencionados uma vez, possuindo 2% cada. Estas respostas representam as áreas de sociabilidade espalhadas entre as didáticas, onde os usuários do *campus* estabelecem suas relações interpessoais. No setor A3, o som da natureza foi percebido por quase metade dos usuários, 47%, os sons de vozes, por 22%, o equipamento soprador de folhas, por 13%, o ar condicionado da lateral da BICEN foi citado por 11% e o som de veículos automotivos foi o menos percebido por 7% dos usuários. Estas percepções ocorreram devido às características físicas do local, um espaço público de permanência ao ar livre

mais arborizado do *Campus* - São Cristóvão, o que atrai não só pessoas, mas também, pássaros e cigarras potencializando os sons naturais.

Na questão "Qual o nível de intensidade deste som/ruído predominante?", nos setores A1 e A2, as respostas foram semelhantes. O som/ruído foi considerado "tolerável" por cerca de 50% das pessoas, "intenso" (A1 = 24% e A2 = 18%), "perceptível" (A1 = 18% e A2 = 20%), "baixa intensidade" (A1 = A2 = 6%), e só 2% das pessoas responderam "muito intenso" em ambos os setores. Já no setor A3, a percepção do nível de intensidade do som predominante foi: "perceptível" (33 %), "tolerável" (29 %), "baixa intensidade" (22%), "intenso" (16%), não havendo menção a categoria "muito intenso". Estes resultados corroboram com a informação de que a depender do tipo de som, podem ocorrer diferentes níveis de aceitação e percepção (KANG, 2007). Pesquisas desenvolvidas na Europa mostraram que a exposição ao ruído contínuo em níveis mais baixos não é percebida pela população (WHO, 2018). Por outro lado, a presença de áreas verdes e o conforto térmico devido à arborização no setor A3 podem ter influenciado na percepção do ambiente sonoro, por ser um aspecto intersensorial. A percepção ambiental depende da função, da estética e do conforto ambiental do lugar (HIRASHIMA, 2014).

Quanto à pergunta "Qual sensação este som/ruído predominante lhe transmite?", no setor A1 41% dos entrevistados responderam "energia/animação", sendo o som de "vozes" o mais percebido no local. No setor A2, 43% das pessoas se sentiram incomodadas, uma vez que os ruídos predominantes são vozes e compressores de ar condicionado. Já no setor A3, 53% dos entrevistados mencionaram sentir "relaxamento", podendo estar associado aos sons da natureza. Essas evidências comprovam que o tipo de som mais predominante na paisagem sonora interfere nas sensações e bem-estar dos usuários. Observou-se que os sons da natureza são os mais agradáveis, pois evidenciam boas sensações, os sons humanos propiciam disposição e, a depender do local, também podem incomodar, e os sons mecânicos, foram vistos como os mais desagradáveis.

Quanto à relação entre ruído e saúde, 63% dos entrevistados reconheceram que o ruído é nocivo à saúde e atividades humanas, 26% responderam "não" e 11% não souberam responder. 45% das pessoas entrevistadas disseram sentir efeitos prejudiciais relacionados ao ruído dentro da UFS, 46% negaram, e 9% não sabiam. Dentre as reações psicossociais elencadas, associadas ao ruído em geral percebido no *campus*, 28% dos entrevistados apontaram a "perda de concentração", 17% "dificuldade na conversação", 16% "irritação", 14% "dificuldade no aprendizado", 13% "estresse", 12% "dor de cabeça" e uma pessoa adicionou como opção extra, a "ansiedade". Quanto à frequência

destes efeitos, 58% dos entrevistados percebem “às vezes” estes danos, 25% “muitas vezes”, 10% “sentem raramente”, e apenas 7% identificaram como “sempre”. Sabe-se que diversos distúrbios na saúde estão associados à exposição ao ruído (WHO, 2011).

Quanto à percepção da qualidade acústica nos espaços abertos no *Campus - São Cristóvão*, de um modo geral, 45% dos entrevistados indicaram “regular”, 43% “boa”, 7% “ruim”, 4% “excelente”, e apenas uma pessoa a classificou como “péssima”. Este resultado, de certa forma, se correlaciona com a percepção evidenciada de que os sons no *Campus - São Cristóvão* possuem, em geral, intensidade “tolerável” (42% dos entrevistados), “perceptível” (26%), “intenso” (20%), “baixa intensidade” (11%) e “muito intenso” citado por apenas 2 entrevistados; e transmitem as sensações de “incômodo” e “relaxamento” para 30% dos entrevistados em cada uma dessas categorias, “energia/animação” para 20%, “irritação” para 9%, e 12% dos entrevistados incluíram a sensação “indiferente”.

Com base nas análises objetivas e subjetivas, no setor A1, observou-se que apesar da metade dos usuários considerarem os sons/ruídos predominantes como toleráveis, na região mais próxima a Rod. “João Bebe Água” os níveis sonoros evidenciados ultrapassaram 50 dB(A), valor limite recomendado pela NBR 10151 (ABNT, 2019). Isto sugere que, a depender do tempo de exposição sonora, as pessoas nesses locais podem sofrer prejuízos nas suas atividades cotidianas ou na saúde, mesmo não percebendo o ruído de forma consciente. Além disso, sabe-se que a disposição e a motivação podem ser afetadas negativamente por conta do ruído. O nervosismo e a agressividade aumentam e a capacidade de aprendizagem e a concentração são abaladas facilmente (LACERDA *et al.*, 2005).

## 5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa avaliou a acústica ambiental no *Campus - São Cristóvão* da UFS. Pode-se concluir que ao comparar os níveis de pressão sonora medidos com o recomendado pela NBR 10151 (ABNT, 2019), 75% dos pontos analisados no ambiente externo excederam o valor - limite de 50 dB(A) para áreas educacionais em período diurno. Observou-se ainda que o tráfego de veículos é o principal agente perturbador do ambiente sonoro no entorno do *campus*, interferindo, especialmente, no setor A1 localizado mais próximo à Rod. “João Bebe Água”. Em função da maior distância da Rod. “Marechal Cândido Rondon”, houve menor impacto sonoro dessa via em prédios localizados nas áreas internas do *Campus - São Cristóvão*. Nas visitas exploratórias do

lugar, observou-se a influência acústica de outras fontes sonoras, como compressores de ar condicionado e conversas de pessoas, especialmente, nos espaços entre didáticas, áreas utilizadas por estudantes nos intervalos das aulas.

Nas análises subjetivas, evidenciou-se que o tipo de som/ruído mais predominante percebido pelos usuários se relacionava às sensações e ao nível de intensidade. Sons da natureza e vozes (conversações) promovem sensações de relaxamento e energia/animação, sendo considerados toleráveis e perceptíveis. No setor A1, 50% dos entrevistados consideraram os níveis de intensidade dos sons predominantes "toleráveis", apontando que os resultados da análise subjetiva corroboram com a objetiva, pois os locais onde foram aplicados os questionários estão na região amarela variando entre 50 e 55 dB(A).

O artigo revela o mapa acústico como ferramenta estratégica de análise, diagnóstico e planejamento para a adequada avaliação e gestão da acústica ambiental em espaços educacionais, a exemplo de *campi* universitários, bem como análises de cenários futuros de expansão e de medidas mitigadoras de ruído, quando necessárias. Os mapas acústicos demonstraram que a disposição e a forma das edificações podem influenciar na maior ou menor exposição sonora das fachadas, além de apontar os locais mais ruidosos e silenciosos, como a “Praça da Democracia” na área central do *campus*, que possui atributos acústicos mais favoráveis para a sociabilidade e práticas acadêmicas ao ar livre. Este trabalho adquire ainda mais relevância diante da situação atual de urgência em saúde pública devido a pandemia da COVID-19, com a necessidade evidente por espaços educacionais mais confortáveis e saudáveis. Como trabalhos futuros, sugere-se a ampliação e replicação desta metodologia de análise em áreas não contempladas do *Campus - São Cristóvão* e em outros *campi*, nos períodos diurnos e noturno.

## REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AMARILLA, R. S. D.; AVELAR, M.; RIBEIRO, R. S.; CATAI, R. E.; SOUSA, R. P.; MATOSKI, A. Modelagem acústica: Processo de avaliação de poluição sonora em um campus universitário na cidade de Curitiba – Paraná. **XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica**. Porto Alegre/RS, 3 a 5 out. 2018.

BRASILEIRO, T. C.; ALVES, L. R.; FLORÊNCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D. Mapas de ruído: histórico e levantamento da atual produção brasileira. **Acústica e Vibrações**, n. 51, dez. 2019.

CATUNDA, M.; REIGOTA, M. Tudo que Vai Volta: contribuições para a educação ambiental sobre o estudo da paisagem sonora no cotidiano escolar. **Revista RJ Ciências Humanas e Sociais**, EDUR, vol. 35, n. 2, p. 164-178, jul./dez. 2013.

DE GIULI, V.; DA POS, O.; DE CARLI, M. Indoor environmental quality and pupil perception in italian primary schools. **Building and Environment**, 2012, v. 56.

EUROPEAN UNION. Directive 2002/49/EC - relating to the assessment and management of environmental noise. **Official Journal of the European Communities**, 2002.

GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S. R. Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracaju - Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 40-51, jul./dez. 2014.

HENRIQUES, A. C. P. T.; SILVEIRA, A. P. Percepção da Poluição Sonora no Ambiente Escolar. **Conexões, Ciência e Tecnologia**. Fortaleza/CE, v.11, n. 4, p. 62-70, dez. 2017.

HIRASHIMA, S. Q. S. **Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte – MG**. 2014. 246 f. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

IBIAPINA, D. S.; BARBOSA, A. G.; PASSOS, N. M.; MACIEL, A. J. N.; SILVA, H. A.; SANTOS, C. A. P. Poluição sonora: Percepção dos moradores de Barreiras, Bahia. **69ª Reunião Anual da SBPC**. Belo Horizonte/MG, jul. 2017.

ISO- International Organization for Standardization. **ISO 1996/1**: Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures, 1996/1. Suíça, 2016.

ISO- International Organization for Standardization. **ISO 1996/2**: Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 2: Determination of sound pressure levels, 1996/2. Suíça, 2017.

ISO- International Organization for Standardization. **ISO 9613/1**: Acoustics: Attenuation of Sound during Propagation Outdoors. Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere, 9613/1. Suíça, 1993.

ISO- International Organization for Standardization. **ISO 9613/2**: Acoustics: Attenuation of Sound during Propagation Outdoors. Part 1: General method of calculation, 9613/2. Suíça, 1996.

ISO- International Organization for Standardization. **ISO 12913-1**: Acoustics Soundscape Part 1: Definition and Conceptual Framework, ISO, Geneva, 2014.

KANG, J. **Urban Sound Environment**. USA and Canada: Taylor & Francis, 2007.

LACERDA, A. B. M. de; MAGNI, C.; MORATA, T. C.; MARQUES, J. M.; ZANNIN, P. H. T. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**, Paraná, v. VIII, n. 2, 2005.

LANDGRAF, R. M. Paisagem sonora na educação infantil: o caminhar para uma escuta pensante através de ações do PIBID. In: CONGRESSO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MUSICAL, 23., 2017, Natal. **Anais [...]**. Natal: Abem, 2017. v. 2.

LIMA, J. C. **Mapeamento e análise da acústica ambiental**: Estudo de caso no Campus da UFS - São Cristóvão (SE). 2020. 109 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2020.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, Minas Gerais, v. 3, n. 1, 2001.

MAGIOLI, F. B.; TORRES, J. C. B. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 10(2), p. 400-413, maio/ago. 2018.

MORAES, E.; MELO, G.; RAMOS, D.; UAKTI, M. **A contaminação acústica na Cidade Universitária da Universidade Federal do Pará em Belém**. XII Encontro Nacional E VIII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído. Brasília: ENCAC, 2013. 25 a 27 de setembro. 2013.

MURPHY, E.; KING, E. A. Scenario analysis and noise action planning: Modelling the impact of mitigation measures on population exposure. **Applied Acoustics**, n. 72, p. 487–494, 2011.

PASCHALIDOU, A. K.; KASSOMENOS, P.; CHONIANAKI, F. Strategic Noise Maps and Action Plans for the reduction of population exposure in a Mediterranean port city. **Science of the Total Environment**, n. 654, p. 144–153, 2019. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.048>

RABELO, A. T. V.; GUIMARÃES, A. C. F.; OLIVEIRA, R. C.; FRAGOSO, L. B.; SANTOS, J. N. Avaliação e percepção docente sobre os efeitos do nível de pressão sonora na sala de aula. **Distúrbios Comum**. São Paulo, p. 715-724, dez. 2015.

SÃO CRISTÓVÃO. **Lei nº 044 – Plano Diretor de São Cristóvão**. São Cristóvão: Prefeitura Municipal de São Cristóvão, 2009.

SÃO PAULO. **Lei nº 16.499 - Mapa de Ruído Urbano**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2016.

SCHAFFER, R. M. **A afinação do mundo**: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora. Tradução: Marisa Trench Fonterrada. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

SILVA, M. T. Educação Sonora. **Revista Cadernos de Gestão e Empreendedorismo – CGE**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, 2015.

SOUZA, T. B. de; ALBERTO, K. C.; BARBOSA, S. A. Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil. **Applied Acoustics**, n. 157, p. 1-11, 2019. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107023>

SOUZA, J. E.; SANTOS, P. F. M.; LIMA, A. P. S.; MELO, N. Universidade Federal De Sergipe: De Faculdades Isoladas a Expansão (1948 - 2008). **VI CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO** – CBHE, Espírito Santo, ano 6, 2011. Disponível em: [www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe6/anais\\_vi\\_cbhe/conteudo/file/1014.doc](http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe6/anais_vi_cbhe/conteudo/file/1014.doc). Acesso em: 13 mar. 2019.

WG-AEN. European Commission Working Group – Assessment of Exposure to Noise. **Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and Production of Associated Data on Noise Exposure**. Position Paper, Final Draft. Version 2, 13th January 2006.

WHO -World Health Organization. **Guidelines for Community Noise**. Geneva: Stockholm University and Karolinska Institute, 1999.

WHO -World Health Organization. **Burden of disease from environmental noise** - Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011.

WHO-World Health Organization. **Environmental Noise Guidelines for the European Region**, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2018.

ZANNIN, P. H. T.; ENGEL, M. S.; FIEDLER, P. E. K.; BUNN, F. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. **Cities: The International Journal of Urban Policy and Planning**, [s.l.], n. 31, 2013.