



Avaliação da paisagem sonora em trilha do Parque das Dunas, em Natal-RN

CORTÊS, M. M.¹; ARAÚJO, B. C. D.²; JÚNIOR, J. E. S. M.³; MENDES, M. B.⁴; MAIA, L. S. S. N.⁵; MAIORINO, A.⁶; ARAÚJO, V. M. D.⁷

¹ Departamento de Arquitetura (DARQ), Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFRN, Natal/RN, Brasil, marina.cortes@ufrn.br
^{2, 3, 4, 5, 7} Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU), UFRN, Natal/RN, Brasil, dantasbianca@gmail.com, eugeniomoraisj@gmail.com, marinamendesarq@gmail.com, seforalorenasn@gmail.com, virginiamdaraújo@gmail.com
⁶ Escola de música da UFRN (EMUFRN), Curso de Licenciatura em Música, UFRN, Natal/RN, Brasil, alexandre.maiorino@ufrn.br

Resumo

O presente artigo trata da análise do conforto acústico em percurso da trilha Peroba, localizada no Parque das Dunas em Natal/RN, e do seu entorno. Parte-se do princípio de que a proximidade entre áreas urbanas consolidadas e parques verdes urbanos contribui para a saúde das pessoas, melhoria do microclima das cidades e, conseqüentemente, para o conforto ambiental, sobretudo o acústico. Áreas verdes densas apresentam alta qualidade sonora e ambiental, o que reforça o papel estratégico desses espaços no desenho urbano, auxiliando na atenuação dos níveis sonoros, preservação e promoção de paisagens sonoras naturais. Portanto, o objetivo do artigo é avaliar a paisagem sonora proporcionada por área de vegetação densa em ambiente urbano e seus efeitos na percepção sonora dos usuários, em trilha no Parque das Dunas, em Natal/RN. A partir de método quali-quantitativo, levantaram-se os aspectos sonoros físicos e ambientais em seis pontos de avaliação. Além disso, realizou-se passeio sonoro, com gravação auditiva e aplicação de questionários, relacionado à experiência do ambiente acústico com os participantes da trilha, baseados na ISO/TS 12913-2:2018. Os resultados demonstram a atenuação dos níveis sonoros no interior do parque e a existência de ambientes tranquilos e prazerosos, permitindo constatar que a presença do Parque das Dunas corrobora para a preservação de áreas de alta qualidade ambiental, sobretudo acústica no ambiente urbano do entorno.

Palavras-chave: paisagem sonora, parques urbanos, passeio sonoro, percepção sonora, áreas tranquilas.

Soundscape evaluation of trail in Parque das Dunas, Natal-RN

Abstract

This article focuses on the analysis of acoustic comfort along the Peroba trail, located in Parque das Dunas in Natal/RN, and its surroundings. It is based on the principle that the proximity of established urban areas to urban green parks contributes to people's health and the improvement of the city's microclimate, consequently enhancing environmental comfort, including acoustic comfort. Dense green areas offer high sound and environmental quality, which reinforces the strategic importance of these spaces in urban design. They help attenuate sound levels while preserving and promoting natural soundscapes. Therefore, the article's objective is to evaluate the soundscape provided by an area with dense vegetation in an urban environment and how it affects the sound perception of users on a trail in Parque das Dunas in Natal/RN. Employing a qualitative and quantitative method, we surveyed of the physical and environmental sound aspects at six evaluation points. Additionally, we conducted soundwalks, including audio recordings and the administration of questionnaires to participants, focusing on their experience of the acoustic environment, based on ISO/TS 12913-2:2018. The results demonstrate a reduction in sound levels within the park and the presence of peaceful and pleasant environments. This indicates that Parque das Dunas plays a significant role in preserving areas with high environmental quality, particularly regarding acoustics in the surrounding urban environment.

Keywords: soundscape, urban parks, soundwalk, sound perception, quiet areas.

1. Introdução

De modo geral, sabe-se que os parques urbanos contribuem para a melhoria do clima das cidades [1, 2, 3], ajudando na “redução do chamado ‘efeito estufa’, a melhora da qualidade do ar e da água, além do aumento do conforto térmico, devido à presença das copas das árvores que reduzem a formação das chamadas ‘ilhas de calor’ entre prédios, casas, etc.” [4, p. 56]. Existem também outros efeitos na saúde e bem-estar proporcionados pelo contato com áreas verdes. Pesquisas apontam melhorias das funções cardiorrespiratórias e do sistema imunológico, diminuindo também o número de casos de depressão, estresse e ansiedade [4, 5, 6].

Do ponto de vista acústico, sabe-se que atualmente a poluição sonora fica atrás apenas da poluição atmosférica, sendo considerada um dos problemas ambientais que atinge o maior número de pessoas no planeta [7]. Diante de toda a problemática de níveis sonoros elevados em ambientes urbanos, a Diretiva Europeia 2002/49/EC [8], relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, fala também da importância em preservar a qualidade do ambiente acústico, quando este for bom, nas chamadas “*quiet areas*”. As áreas com boa qualidade acústica são frequentemente chamadas de “áreas silenciosas”, apesar da definição de “silêncio” ter significado diferente nos dicionários. Para Brown [9], esses ambientes acústicos externos que possuem alta qualidade acústica, estão longe de serem quietos ou silenciosos, pois cada um tem seus sons característicos, mas são espaços importantes na garantia de melhor qualidade de vida para a população.

A Agência Europeia do Ambiente [10] publicou orientações sobre como identificar e preservar áreas de boa qualidade sonora. Além disso, indica que essas áreas tranquilas podem ser encontradas tanto em áreas rurais, como também dentro de grandes cidades. Assim, percebe-se que o interesse e a preocupação com a qualidade e quantidade dos espaços verdes têm aumentado cada vez mais [11].

Diante da importância dos parques urbanos no conforto e saúde das pessoas, surgiu o interesse em pesquisar o Parque Estadual Dunas de Natal, popularmente conhecido como “Parque das Dunas”, localizado em Natal, capital do Rio Grande do Norte (Figura 1). Natal possui características de clima quente e úmido, enquadrando-se na Zona Bioclimática 8, de acordo com a ABNT NBR 15220:2005 [12]. O referido parque contribui na produção de um microclima local e na interação humano-meio ambiente na cidade. Além disso, é considerado o maior parque urbano sobre dunas do Brasil, cujos benefícios são a fixação dessas dunas, a conservação da paisagem natural existente e a recarga do aquífero subterrâneo da cidade. Abrange um território de aproximadamente 8,0 km de largura, 2,0 km de profundidade e dunas com altura média de 60 a 80 metros no perímetro urbano municipal, totalizando uma área de 1.172 hectares nas imediações dos bairros de Mãe Luíza, Capim Macio e Ponta Negra [13].

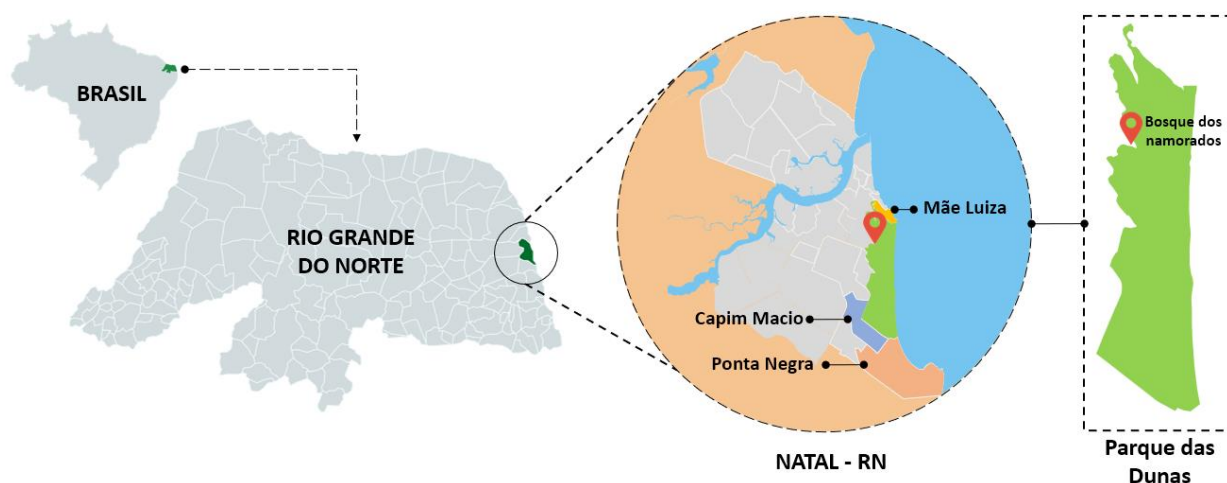


Figura 1 - Localização do Parque das Dunas (elaborado pelos autores).

O Bosque dos Namorados é o setor de uso público do Parque das Dunas, onde há infraestrutura para o desenvolvimento de pesquisa científica, educação ambiental, lazer e turismo ecológico (Figura 01). Um dos serviços oferecidos é a realização de trilhas, que atualmente possuem 3 opções, com extensões e características ambientais distintas: “Perobinha”, “Peroba” e “Ubaia Doce”.

De acordo com as informações do Parque das Dunas [13], a flora é composta por aproximadamente 350 espécies nativas e há predominância de elementos peculiares à vegetação da Mata Atlântica, da Caatinga e do Tabuleiro Litorâneo. Devido à presença humana no interior da mata, em caminhos demarcados em direção à praia, as aves e principalmente os mamíferos são em número reduzido, sendo os insetos os mais expressivos componentes desta fauna. Algumas espécies de animais estão em extinção na área, por motivos sobretudo de caça, como o jacu (galiformes), nambu (tinamiformes), rolinha (colubiformes), gavião (faliconiformes), o sabiá-de-praia (passeriforme), cobras (ofídeos), etc. Além da caça, há a atuação de algumas espécies não nativas de animais, que estabelecem uma competição com as locais, como a abelha italiana (apoidea), exterminando as ninhadas de espécies que habitam troncos ocos como a coruja (estrigiforme) e o timbu (didelfídeos). Reforça-se, assim, a importância dos parques urbanos em promover a manutenção da biodiversidade do local.

Esse tipo de ambiente com alta qualidade sonora e ambiental, possui sons que normalmente não são escutados nos centros urbanos, “reforçando o papel estratégico dos espaços verdes no desenho urbano enquanto infraestruturas dinâmicas de atenuação dos níveis de ruído, de preservação e promoção de paisagens sonoras naturais” [14, p.35]. Além disso, a desconexão humana da natureza contribui para as crises ambientais enfrentadas atualmente. Assim, é considerável promover ou recuperar essa conexão que fomenta a conservação da natureza e a sustentabilidade socioecológica, sendo o estudo de paisagens sonoras um meio para tal [15].

A paisagem sonora ou *soundscape* é conceituada como “ambiente acústico percebido e/ou experimentado e/ou compreendido pelas pessoas, em determinado contexto” [16, p. 1, tradução nossa]. Para isso, estudos na área utilizam uma variedade de coleta de dados relacionados à percepção humana, ambiente acústico e contexto, cujos exemplos podem ser verificados na ISO/TS 12913-2:2018 [17].

No âmbito do controle de ruído, o som é normalmente visto como um resíduo. Por outro lado, no estudo da paisagem sonora, o som é reconhecido como um recurso que se intenciona gerir ou até potencializar, observando também a percepção sonora e os sons de preferência dos usuários [9]. Assim, ao considerar a área de estudo, observa-se a variedade de sons, com alta qualidade, que precisam ser valorizados. Com base nisso, o objetivo do artigo é avaliar a paisagem sonora proporcionada por área de vegetação densa em ambiente urbano e seus efeitos na percepção sonora dos usuários, a partir de uma trilha no Parque das Dunas, em Natal/RN.

2. Métodos

Este artigo faz parte de uma pesquisa interessada em analisar os efeitos térmicos e acústicos promovidos por parque urbano, com vegetação densa. Porém, nesta etapa serão discutidos apenas as questões relacionadas ao ambiente sonoro. Dessa forma, buscou-se caracterizar e analisar um ambiente sonoro real, de acordo com o contexto local e a percepção sonora dos usuários, no trajeto da trilha Peroba do Parque das Dunas. Visou-se, também, comparar os resultados obtidos no interior e fora do parque, a fim de compreender de que modo sua condição ambiental interfere na acústica do local.

Como dito anteriormente, a pesquisa foi realizada ao longo de uma trilha do Parque das Dunas e seu entorno próximo. A trilha Peroba possui cerca de 2,4km de extensão, considerando ida e volta. O percurso tem início no interior do denominado Bosque dos Namorados (Figura 2) e finaliza em um mirante, localizado especificamente à margem da Av. Senador Dinarte Mariz (Via Costeira), oposta ao acesso público do Parque, perfazendo sua extensão no sentido Oeste-Leste (Figura 3).



Figura 2: Foto entrada Bosque dos Namorados (<https://www.abema.org.br/noticias/1029-rque>, 2022).



Figura 3: Percurso da Trilha Peroba (adaptado de Google Earth, 2022).

As trilhas ocorreram em dois momentos distintos, em 23 de novembro de 2022 (época do ano mais seca) e 07 de junho de 2023 (época do ano mais úmida), ambas no horário vespertino, disponibilizado pelo parque para os percursos guiados nas trilhas. De acordo com a Estação Climatológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Estação 82598), com dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET [18], foram registradas às 15h do dia 23 de novembro de 2022 temperatura do ar média de 30,3°C e umidade relativa do ar de 68%. Já para o dia 07 de junho de 2023, registraram-se 28,1°C e 81%, para temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente.

Assim, em junho de 2022, foram coletados ao longo da trilha os Níveis de Pressão Sonora (NPS) e dados de variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, temperaturas superficiais dos materiais, imagens termográficas e iluminância). No segundo dia, foram realizadas novamente medições de NPS, gravação de áudios e vídeos, passeio sonoro e aplicação de questionários com os participantes da trilha. Para isso, determinou-se previamente pontos estratégicos para análise e coleta dos dados, descritos a seguir.

2.1 Identificação dos pontos de avaliação

Foram definidos seis pontos de avaliação (P1 a P6). O ponto P1 se localiza no mirante próximo à Via Costeira. O ponto P2 fica na entrada da parte vegetada do Parque, enquanto os pontos P3 e P4, no interior da massa vegetal. O ponto P5 foi posicionado no portão de acesso à trilha Peroba, dentro do Bosque dos Namorados. Por fim, o ponto P6 foi aferido no exterior do Parque, especificamente na Av. Alexandrino de Alencar (Figura 4). A definição dos pontos internos da trilha levou em consideração a densidade de cobertura vegetal, a condição de céu visível e consequente nível de sombreamento. A escolha do ponto P1 se deu em função da proximidade com a Via Costeira, e o ponto P6 em virtude da localização em avenida de maior fluxo de veículos e adensamento urbano, com a intenção de caracterizar o entorno do parque em seus dois extremos (Figura 5).



Figura 4: Definição dos pontos de medição (adaptado do Google Earth, 2022).



Figura 5: Identificação dos pontos de avaliação (elaborado pelos autores, 2022).

2.2 Medições sonoras e gravações de áudio

Os valores de NPS foram obtidos com auxílio de um Sonômetro Solo 01dB, Classe 2, com função L_{eq} na ponderação “A”, (Figura 6-A), sendo considerada a leitura dos valores globais, conforme o tempo de medição, bem como do mínimo/máximo no intervalo e os instantâneos ao longo do tempo. No que tange aos aspectos procedimentais de medição, foi utilizado o método simplificado previsto pela ABNT NBR 10151:2020 [19], devido à ausência de som tonal ou impulsivo no local do estudo. Quanto aos indicadores clássicos acústicos, a ISO/TS 12913-2:2018 [17] determina que além do $L_{Aeq,T}$, sejam considerados e discutidos o $L_{Ceq,T}$ e os níveis de excedência $L_{AF5,T}$ e $L_{AF95,T}$ [17]. Infelizmente, não foi possível realizar medições binaurais, por falta de equipamento apropriado.

O sonômetro foi posicionado a 1,20m de altura do solo, buscando-se um afastamento mínimo de 1,5 a 2m de barreiras, tais como árvores, bancos, carros, muros e pessoas, a fim de evitar interferência nos dados. Na ocasião da medição do ponto P6, a coleta ocorreu em canteiro central da via. Nos pontos P1 e P2, em virtude da velocidade dos ventos em torno de 7m/s, a medição foi efetuada no sentido contrário aos ventos dominantes, na tentativa de evitar o máximo possível a interferência nos resultados. Quanto ao tempo de medição, embora estudos correlatos [20] comumente utilizem o valor de 10 min por ponto, utilizou-se o intervalo de 05 min, para compatibilizar o tempo de medição com o período de caminhada na trilha. Além disso, a ISO/TS 12913-2:2018 [17] indica como requisito mínimo 3 min de tempo, para medições binaurais, pois considera que esse intervalo é suficiente para captar propriedades sonoras típicas de um local, em momento específico, como um dia útil em período vespertino.



Figura 6: Fotos dos equipamentos de medição sonora (A) e gravação de áudio (B,C) (elaborado pelos autores).

As gravações auditivas ocorreram apenas no dia 07 de junho de 2023, realizadas no decorrer do percurso da Trilha Peroba, com auxílio do gravador portátil digital Zoom H6n (Figura 6-B), por meio da técnica de par coincidente com microfones cardioides angulados a 90 graus (técnica XY), cujo áudio é obtido no formato .wav com taxa de amostragem de 48kHz e 24 bit. Para proteção do vento, utilizou-se um protetor com pelagem sintética (Figura 6-C).

Inicialmente foi feita uma gravação de todo o percurso de ida da trilha, sem interrupção, até chegar no Ponto P1 (Mirante), com duração de 32 minutos, aproximadamente. Na volta da trilha (P1 a P6), foram gravados 3 minutos de áudio em cada um dos pontos, com tripé para estabilização do gravador. Os volumes foram ajustados no início do percurso, para que não fosse necessário o ajuste de ganho em cada um dos pontos, preservando assim a diferença de intensidade entre eles.

Porém, em virtude da alta velocidade do vento no Ponto P1, o protetor utilizado não conseguiu impedir a saturação e o batimento da cápsula do microfone, contribuindo para que o áudio fosse praticamente inutilizado, salvo alguns trechos em que se pôde ter referência da sonoridade do local. Como alternativa à esta condição, seria necessária a utilização de um *blimp*, também conhecido no meio audiovisual como zeppelin, que se trata de um dispositivo cilíndrico, plástico, com alta taxa de vãos de abertura protegidos com tecido ortofônico feito a partir de véu de vidro. O *blimp* deverá então ser recoberto com um protetor de vento com pelagem sintética. Assim, pretende-se posteriormente realizar outras gravações no local. Nos demais pontos de gravação, não houve eventos adversos que pudessem comprometer a qualidade do áudio aferido. Com o objetivo de identificar as sutilezas dos sons existentes no local, os áudios dos Pontos P3 e P4, localizados no interior da massa vegetal, foram amplificados em 12 dB. Assim, foi possível perceber de forma clara a diferença dos tipos de sons existentes entre o Ponto P2 até o P6.

2.3 Passeio Sonoro e aplicação de questionários

Um dos métodos utilizados na pesquisa foi o Passeio Sonoro (*soundwalk*), que consiste em caminhadas participativas em grupo com foco na escuta do ambiente sonoro, por um determinado trajeto, com objetivo de obter sensações/respostas humanas. Os analistas da paisagem sonora observam e medem as respostas percebidas dos participantes às diferenças acústicas, visuais, estéticas, geográficas, sociais e culturais [17]. O passeio sonoro proporciona redescobrir e reativar o senso de audição [21]. De acordo com Truax [22], uma paisagem sonora não pode ser entendida apenas por um catálogo de parâmetros acústicos, mas também através de representações formadas mentalmente que funcionam como base para memória, comparação, agrupamento, variação e inteligibilidade.

Essa avaliação subjetiva do ambiente acústico da trilha foi desenvolvida a partir de um grupo de seis pessoas, composto por três professores e três alunos de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo de instituição de ensino específica, realizada apenas no dia 07 de junho de 2023. Inicialmente, o trajeto de ida até o Ponto P1 foi realizado sem interrupção e com todos os participantes em silêncio, concomitantemente a uma gravação auditiva. Na volta da trilha (P1 a P6), em cada ponto pré-determinado, foram realizadas pausas de 5 minutos para medição de NPS e outra gravação auditiva. Enquanto isso, os participantes eram convidados a descansar e prestar atenção aos sons e características do ambiente, para que posteriormente pudessem responder a um questionário. Além disso, antes do início da trilha, foi explicado e distribuído para cada integrante os questionários, contendo cinco perguntas rápidas, elaboradas de acordo com os exemplos propostos na ISO/TS 12913-2:2018 [17].

As perguntas tinham a intenção de investigar os sons ouvidos e a qualidade afetiva percebida destes, além de pedir ao participante para classificar e avaliar o ambiente sonoro circundante. A primeira parte do questionário perguntava sobre idade, profissão, gênero e capacidade auditiva. Posteriormente, pedia-se informações, para cada ponto, sobre as fontes sonoras percebidas e características do ambiente sonoro em que se encontrava. No subitem 3.3 é possível encontrar uma melhor descrição dessas perguntas.

Ao final, era questionado sobre como o participante se sentia também de acordo com outros aspectos, como a temperatura, iluminação, segurança, contato com a natureza, humor ou qualquer outra coisa que ele acreditasse ser importante mencionar. Segundo Botteldooren et al. [23], a paisagem sonora é considerada parte integrante do ambiente urbano, não devendo ser estudada isoladamente, mas em conjunto com todo um contexto, que inclui o ambiente visual (*landscape*), sentimento de segurança, percepção da qualidade do ar, dentre outros. Da mesma forma, qualquer incompatibilidade entre os diferentes componentes do ambiente, incluindo a paisagem sonora, pode ser, pelo menos em parte, responsável por uma avaliação negativa da sua qualidade [23].

3. Resultados e discussões

3.1 Áudios Gravados

Os áudios gravados nos 6 pontos de medição podem ser ouvidos no link https://youtu.be/i_6o8KgJpPc. Embora o áudio do Ponto P1 esteja comprometido pelo vento, é possível em alguns trechos observar os sons produzidos na Via Costeira, que margeia uma face do parque. Em seguida, os áudios dos Pontos P2, P3 e P4 gradativamente mostram a mudança da paisagem sonora, com preponderância para sons naturais, de pássaros, vento sob as folhagens e insetos. É importante lembrar que no exemplo mostrado, os áudios dos pontos P3 e P4 foram amplificados para se ouvir com melhor clareza os detalhes pertinentes às fontes sonoras do local, o que, quando não realizado, implica em grande diferença no nível sonoro desses pontos com os demais. No Ponto P5 percebe-se uma maior quantidade de sons já produzidos pela ação humana, como a conversa dos transeuntes e uma bomba hidráulica da Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN. Embora ainda no interior do parque, o Ponto P5 já tem a presença de sons relativos à urbanização do espaço, em contraste aos sons da natureza em um volume agradável. O Ponto P6 mostra o contraste existente a alguns metros da entrada do parque pela presença preponderante de sons urbanos, especialmente relacionados aos veículos e transeuntes fazendo caminhadas ao longo da avenida. É possível também observar animais domésticos – latido de cachorros – e sons de pássaros, porém com menor impacto sobre a paisagem sonora.

3.2 Avaliação dos níveis sonoros

A tabela 1 apresenta os resultados das medições nos 6 pontos ao longo da trilha Peroba, nos dois dias de pesquisa. Ao comparar os dados, verifica-se que os resultados são bastante semelhantes, cuja menor diferença encontrada corresponde ao L_{Aeq} de 1,4 dB (P6). A maior diferença (4,8dB) ocorreu em P2, provavelmente devido à passagem de um avião na medição realizada em junho de 2023. Além disso, observa-se que, conforme o deslocamento dos pontos extremos (P1 e P6) em direção ao centro da trilha (P3 e P4), o NPS tende a cair, em virtude do afastamento das fontes sonoras urbanas e da atenuação oriunda da massa vegetal densa, conforme discutido por alguns autores, como Bistafa [24].

Tabela 1: Resultado das medições sonoras (elaborado pelos autores)

NOVEMBRO 2022	Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	L_{Aeq} (dB)	63,3	47,1	40,6	32,3	45,2	64,8
	L_{Ceq} (dB)	106,9	96,9	84,5	71,4	89,3	94,8
	L_5 (dB)	67,3	49,9	43,9	35,8	50,9	71,5
	L_{95} (dB)	56,9	43,4	36,3	27,5	39,6	47,9
	L_5-L_{95} (dB)	10,4	6,5	7,6	8,3	11,3	23,6
JUNHO 2023	Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	L_{Aeq} (dB)	61,5	51,9	38,3	34,7	65,2	66,2
	L_{Ceq} (dB)	104,3	93	85,9	88,4	103,1	94,3
	L_5 (dB)	63,6	54,7	41,2	39,1	68,6	71,5
	L_{95} (dB)	56,3	43,4	35,5	29,7	41,9	52,9
	L_5-L_{95} (dB)	7,3	11,3	5,7	9,4	26,7	18,6

A Figura 07 contém os resultados de L_{Aeq} nos dois dias de pesquisa, comparando com os limites de níveis de pressão sonora recomendados pela ABNT NBR 10151:2020 [19]. Nos pontos P2 a P5, observam-se valores inferiores ao limite estabelecido para “Área mista com predominância de atividades comerciais ou administrativas” no período diurno, com exceção do P5 (Junho/2023), devido à passagem de avião. Considerou-se essa nomenclatura do tipo de área habitada, pois a região que dá acesso ao Bosque dos Namorados (Av. Alexandrino de Alencar) é margeada por edificações institucionais como órgãos públicos e tribunais, com alguns exemplares de hospitais e edifícios residenciais.

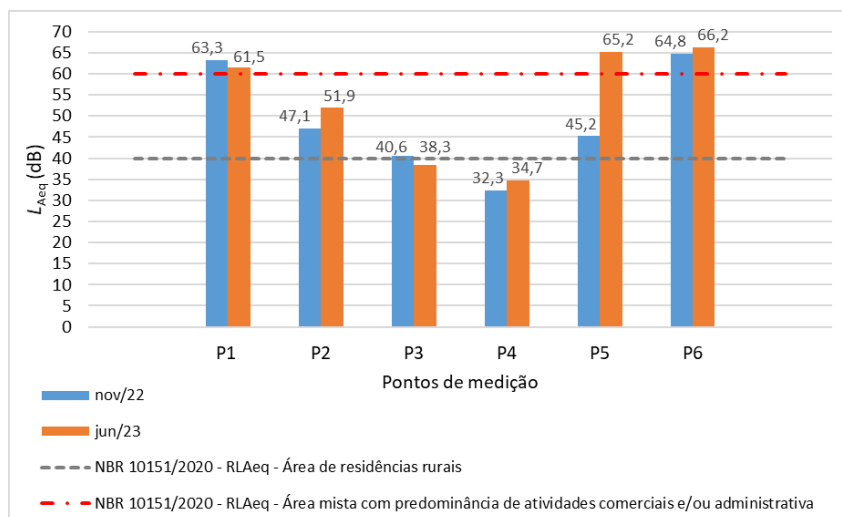


Figura 7: Gráfico com L_{Aeq} por ponto de medição e comparação com limites da ABNT NBR 10151 [19].

Convém mencionar, também, que os Pontos P1 e P6 ultrapassaram o limite estabelecido pela norma [19], em virtude do ruído de tráfego, que foi identificado como a principal fonte sonora dos locais avaliados. No ponto P1, que também está dentro do Parque das Dunas, por se tratar de local aberto e sem barreiras físicas, sofre influência direta do tráfego rodoviário da Via Costeira. Esta via, embora pouco adensada, possui níveis sonoros elevados, com pouca variação ao longo do dia, decorrentes do tráfego de *buggies* com uso turístico e caminhões de carga em direção ao Porto de Natal [20].

Embora Florêncio [20] e Araújo et al. [25] tenham considerado os pontos internos ao Parque das Dunas como “Área de sítios e fazendas” (conforme ABNT NBR 10151:2000, versão vigente à época dos estudos), os pontos P3 e P4 estão dentro do limite, ou muito próximos, de 40 dB (A) para o período diurno. Porém, os demais pontos (P5 e P6), embora internos à trilha, não atendem ao estabelecido. Vale ressaltar que na versão da ABNT NBR 10151:2020 [19] o termo foi atualizado para “Área de residências rurais”, mas os valores para os limites não foram alterados. Com base nisso, a leitura do gráfico da Figura 7 também permite a comparação com esse outro tipo de área habitada.

Por sua vez, o descritor L_{Ceq} é utilizado para avaliar níveis de pressão sonora elevados e níveis de pico de pressão sonora, por se relacionar melhor com a percepção humana a altos níveis sonoros. Assim, o ponto P1 obteve os maiores resultados, chegando a 106,9 dB em nov/2022. O Ponto P5 chegou a atingir 103,1 dB em jun/2023, enquanto que na primeira medição obteve valor bem inferior de 89,3 dB.

Outra análise que pode ser feita é em relação aos níveis estatísticos L_5 e L_{95} , que representam registros de níveis sonoros em função do tempo. O L_5 , assim como o L_{10} , caracteriza a sensação de volume sonoro provocada por sinais transitórios ou ruído de pico. O L_{95} , assim como o L_{90} , é uma medida do som residual ou ruído de fundo. A diferença entre eles indica a variabilidade do ruído durante a medição [24]. Assim quanto mais afastado o valor de L_5 para L_{95} , maior o incômodo do ruído, devido as variações bruscas de nível sonoro. Grandes variações ou sons isolados de alta intensidade podem ser bastante incômodos, por serem mais perceptíveis [26]. Dessa forma, as maiores diferenças foram encontradas no ponto P6, próximo da Via Costeira e as menores nos pontos P3 e P4, dentro da parte de vegetação densa.

Para finalizar a análise dos dados quantitativos, é apresentado um gráfico com os valores instantâneos de L_p ao longo do tempo de medição, em novembro de 2023 (Figura 8). Percebe-se que o ponto P1, próximo à Via Costeira, se mantém em níveis superiores ao limite estabelecido pela norma em praticamente todo o intervalo medido. Por sua vez, o P6 atingiu, predominantemente, níveis superiores ao longo do tempo, embora a diminuição do tráfego habitual da via tenha contribuído para níveis inferiores em alguns momentos da medição. Já os demais pontos apresentaram valores menores, principalmente o Ponto P4.

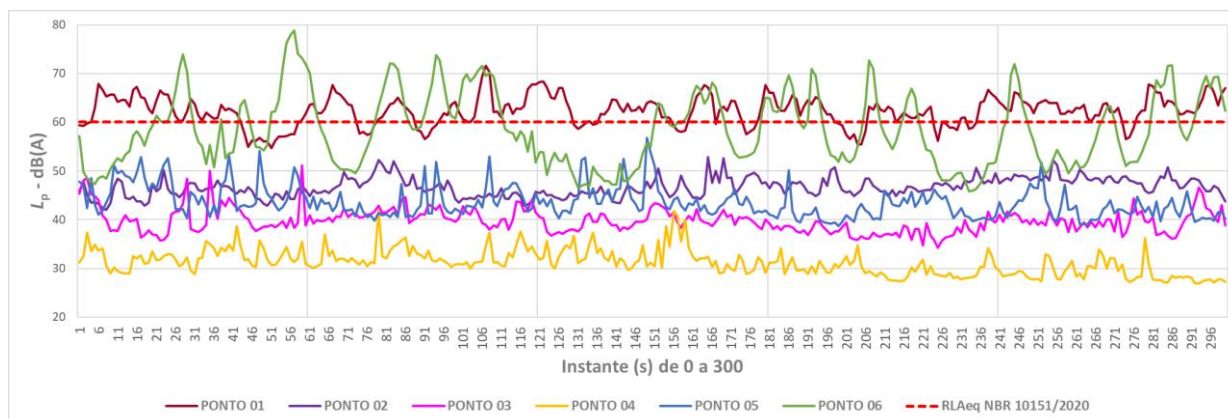


Figura 8: Resultados do NPS ao longo do tempo de medição (elaborado pelos autores).

3.3 Questionários

O início do questionário pedia dados de caracterização pessoal dos participantes, que se apresentavam com boa capacidade auditiva, com idades distintas, entre 27 a 68 anos, sendo cinco mulheres e apenas um homem. Depois dessa etapa, a primeira pergunta buscava identificar quais sons eram percebidos. Nos resultados, os sons também foram categorizados como tecnológicos, da natureza e humanos (Figura 9). Verifica-se que à medida que os participantes entravam na mata (P3 e P4), a quantidade de sons tecnológicos diminuía e os da natureza aumentava, tornando-se exclusivos no P4. A partir do P5, situado no portão da trilha, dentro do Bosque dos Namorados, os sons humanos começaram a aparecer e também permaneceram no P6. Além disso, o som de uma bomba d'água (máquina) chamou atenção no P5, destoando totalmente do seu entorno. Nos pontos P1, P2 e P6, todos os participantes escutaram sons de tráfego rodoviário. É interessante perceber que mesmo no P1, ao lado da praia, o som do mar não foi notado por todos os participantes, sendo os sons dos carros os que mais se destacaram.

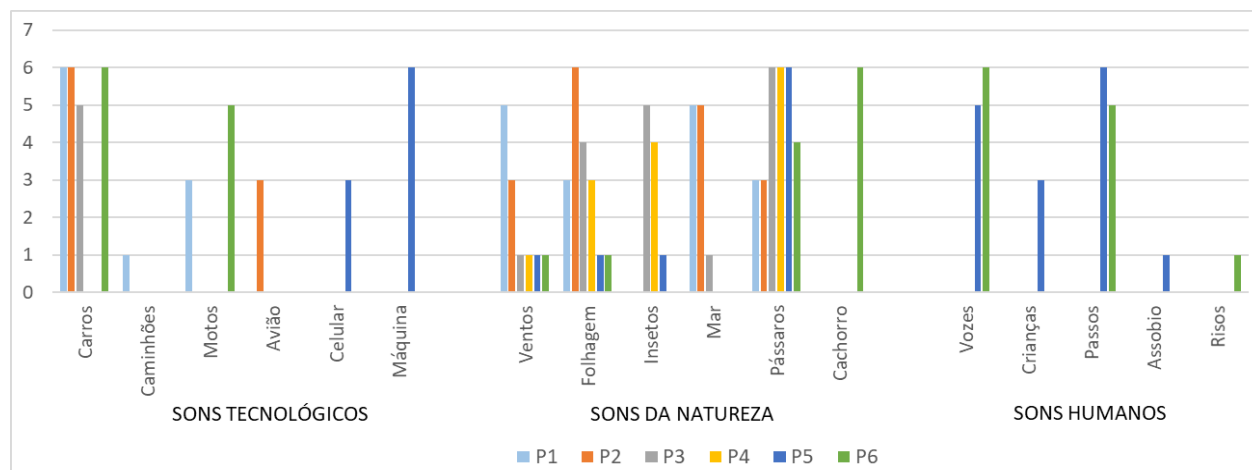


Figura 9: Gráfico dos sons identificados (elaborado pelos autores).

A segunda pergunta solicitava a avaliação do ambiente sonoro (concordo fortemente; concordo; não concordo, nem discordo; discordo; discordo fortemente), de acordo com oito atributos perceptivos (prazeroso; calmo; sem acontecimento; entediante; irritante; caótico; movimentado; animado). Para o tratamento dos dados, os resultados foram substituídos por números em escala de 1 a 5, em que “5” foi atribuído a “concordo fortemente” e “1”, para discordo fortemente. Depois disso, calculou-se a mediana para cada atributo, cujos resultados foram processados para derivar os valores em duas dimensões (prazeroso e movimentado) para cada local, a partir de equação proposta na ISO/TS 12913-3:2019 [27]. Depois os resultados se mostraram organizados em um gráfico de dispersão bidimensional com coordenadas para as duas dimensões (prazeroso – eixo X; movimentado – eixo Y). Cada ponto de dados no gráfico de dispersão representa um local investigado (Figura 10).

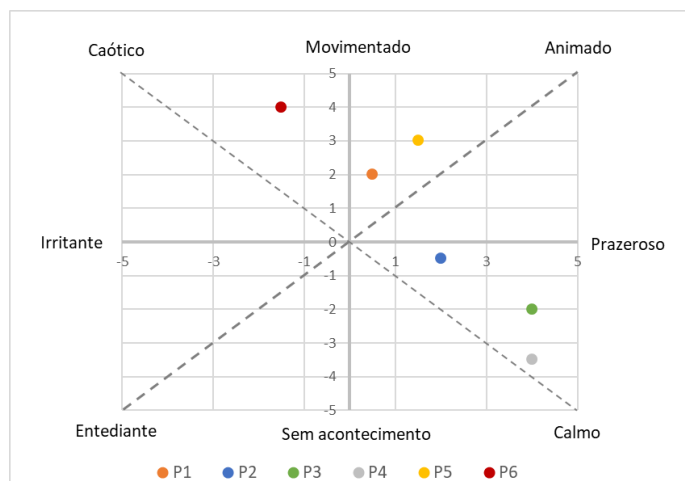


Figura 10: Gráfico dos atributos perceptivos (elaborado pelos autores).

Nota-se, a partir da percepção dos usuários, os seguintes resultados: P1 (mirante Via Costeira) e P5 (Bosque dos Namorados) entre movimentado e animado; P2, P3 e P4 (próximo ou dentro da área de vegetação densa) entre prazeroso e calmo; P6 (Av. Alexandrino de Alencar), entre caótico e movimentado (Figura 10).

A terceira pergunta consistiu na classificação do ambiente sonoro conforme a escala entre “muito bom” e “muito ruim” (Figura 11). É interessante observar que nos pontos onde se identificaram mais sons de tráfego rodoviário (P1 e P6), a maioria dos participantes classificou o ambiente sonoro como ruim, enquanto onde haviam mais sons da natureza (P2, P3 e P4), a maioria afirmou que o ambiente sonoro era bom ou muito bom. O ponto P5, que integra sons da natureza e de atividades humanas, obteve resultados mais distribuídos entre as opções “ruim”, “nem bom, nem ruim” e “ruim”. Além disso, nenhum participante considerou os locais analisados como “muito ruim”.

Na questão quatro, os participantes analisaram o espaço respondendo se o ambiente sonoro era adequado ou não para o local (Figura 12). Assim, nos pontos P2, P3 e P4, a maioria afirmou que o ambiente sonoro estava “muito apropriado” ou “perfeito”, enquanto nos demais pontos (P1, P5 e P6), a maioria considerou moderadamente ou pouco apropriado. Em P5, a resposta pode ser associada, provavelmente, ao som da bomba d’água.

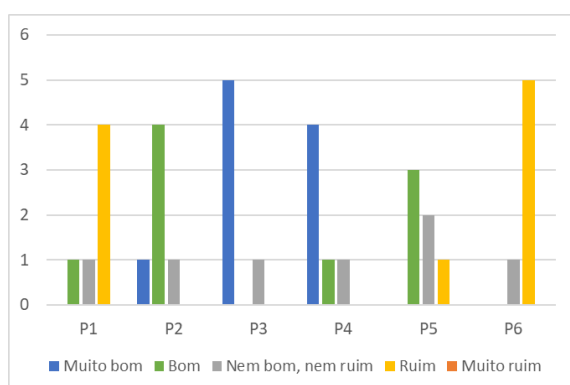


Figura 11: Gráfico da classificação do ambiente sonoro.

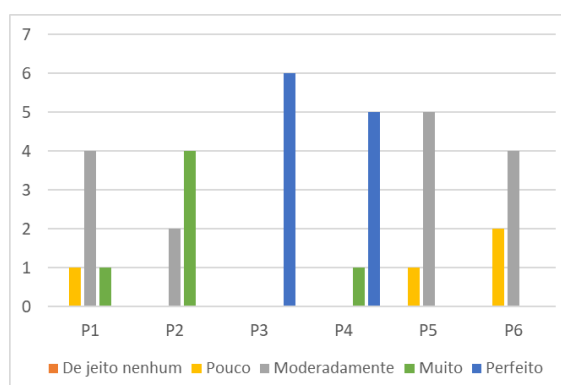


Figura 12: Gráfico da avaliação da adequação do ambiente sonoro ao local.

Por último, foi colocada uma questão aberta para relatarem como se sentiam no local, observando também outros aspectos além do sonoro. Em P1, foi descrito o conflito entre a natureza e a presença do som dos carros. Indicou-se que o dia estava nublado e, por isso, a temperatura estava agradável, com bastante vento e vista bonita para a praia. Alguns colocaram os sons dos *buggies* como marcantes na paisagem sonora. Em P2, P3 e, sobretudo P4, relatou-se o contato com a natureza e a sensação de

tranquilidade, como descrito por um dos participantes: *“muita presença da natureza; tranquilidade e silêncio; confortável demais; uma brisa bem fresca; pouca iluminação passando entre as árvores; qualquer barulhinho se destaca na paisagem sonora”*. Em P5, a maioria apontou irritação pelo som da bomba d’água, inapropriado ao ambiente. Registrou-se também bastante atividade humana, como pessoas caminhando e crianças brincando, cujo sons não foi incômodo. Acerca da questão térmica, alguns sentiram diferença ao chegar a um local com asfalto, com a ventilação mais fraca, mas de modo geral consideraram termicamente agradável. Por fim, todos descreveram o P6 como um local de muitas atividades e que sentiram desconforto com o som dos carros. Alguns também se sentiram inseguros, com respostas como: *“Um pouco de estresse, desconforto auditivo, inseguro, exposto”*.

4. Considerações finais/Conclusões

A paisagem sonora, para além do conforto ambiental, trata do ambiente acústico em função da interação entre várias fontes sonoras, contextos do ambiente e sociedade. É considerada crucial para identificação de potenciais áreas com alta qualidade sonora, de modo que a distância das fontes sonoras e o grau de naturalidade da paisagem também são fatores importantes a serem considerados. Ao criar ou manter ambientes com qualidade acústica neste domínio, promove-se a proteção de ecossistemas e a gestão dos ambientes sonoros urbanos, além de aspectos relacionados à saúde e bem-estar da população [10].

Por meio do estudo, foi possível observar que, para além dos aspectos climáticos e da percepção comum, a presença do Parque das Dunas em Natal/RN também contribui para a melhoria do ambiente acústico local e de seu entorno. Ao representar uma área com cobertura vegetal densa, além de serem observados níveis sonoros amenos em comparação ao seu exterior, contribui para a promoção de sensações acústicas positivas, como pôde ser relatado pelos participantes da trilha. De modo geral, verificou-se que os níveis acústicos que ultrapassaram os limites fixados em norma para áreas habitadas, correspondem aos pontos próximos às vias de tráfego constante. Além disso, o estudo da paisagem sonora faz entender que nem todos os ruídos irritantes são necessariamente fortes para se sobressair efetivamente em uma medição de nível sonoro e que níveis sonoros elevados não implicam, necessariamente, em sons indesejáveis [28], a exemplo de valores de pico que podem ser associados a eventos acústicos como o canto de pássaros ou ação do vento sobre folhagens que, de acordo com as respostas dos questionários, contribuem para que o ambiente acústico seja considerado calmo e perfeitamente adequado ao local.

O ponto P1, embora tenha proximidade ao tráfego da Via Costeira, devido às suas características ambientais, foi considerado, de modo geral, movimentado e animado, mas não caótico, como ocorreu com o P6, que apresentou mais avaliações negativas, com atributos como “movimentado”, “caótico” ou “irritante”. Uma vez que ambos os Pontos se encontram próximos às vias de tráfego constante, atribui-se a avaliação positiva do P1 à presença do mar e do ambiente do Parque, que promove maior imersão na natureza. As avaliações dos pontos P2, P3 e P4, imersos no percurso da trilha, reforçam a ideia de que o ecossistema local contribui para o reforço das sensações positivas e para a promoção do ambiente sonoro adequado ao seu contexto. Por sua vez, o ponto P5, fora da trilha e no interior do parque, recebeu algumas avaliações negativas sobretudo pela presença de uma máquina em operação e pela ação antrópica – gritos de crianças, conversação, som de celular aliada à prática do exercício físico, entre outros – mas que isenta o ambiente natural de características que comprometam a qualidade acústica do local. Como afirma Brown [9], preservar áreas de alta qualidade acústica é uma parte importante da preservação da diversidade da experiência humana em cidades, vilas, campos e áreas selvagens, com os benefícios associados que as pessoas obtêm da experiência nestes ambientes.

Como encaminhamento para estudos futuros, sugere-se a ampliação da pesquisa com amostragem maior de participantes, bem como a análise da paisagem sonora no setor de uso comum do parque e seu entorno, com mais pontos de coleta, horários e dias distintos. De igual forma, a reprodução do estudo em outros espaços livres e de convivência poderá reforçar a importância destes ambientes na promoção da qualidade acústica em áreas urbanas.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à direção do Parque das Dunas (IDEMA/RN) e à CAPES, pela bolsa concedida.

Referências

1. JUSTI, A. C. A. et al. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico de Cuiabá - Brasil. In: **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 15 - Vol. 34 - JAN/JUN 2019.
2. ASSIS, E. Sad de. **Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana**: análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical. Dissertação (Mestrado). PROARQ, UFRJ, Rio de Janeiro, 1990.
3. VIDAL, R. D. M. **Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade do Natal**. Dissertação (Mestrado). UNB, Brasília, 1991.
4. FERREIRA, Maurício L.; ZABOTTO, Alessandro R.; PERIOTTO, Fernando (org.). Verde urbano. **Série Eu, o meio ambiente e você**. Engenheiro Coelho: Unaspress, 2021. 217 p. Doi: <https://doi.org/10.19141/978-65-89185-53-6>
5. KAPLAN, S. The restorative benefits of nature: toward an integrated framework. **Journal of Environmental Psychology** 15, 169–182, 1995. Doi: [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
6. SKOULIKA F., SANTAMOURIS M., KOLOKOTSA D., BOEMI N. On the thermal characteristics and the mitigation potential of a medium size urban park in Athens, Greece. **Landscape and Urban Planning**. 123 (2014), pp. 73 – 86
7. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO): Burden of disease from environmental noise, quantification of healthy life years lost in Europe. **European Center for Environment and Health**, Copenhagen, 2011.
8. DIRETIVA 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. **Official Journal of the European Communities**, p.12-25, 2002.
9. BROWN, A. L. Areas of high acoustic quality: soundscape planning. In: ICSV 14 – 14th International Congress on Sound & Vibration. **Anais...** Cairns, Australia, july, 2007.
10. EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Quiet areas in Europe: the environment unaffected by noise pollution. **EEA Report**, no 14/2016. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
11. RIDDER, K. et al. An integrated methodology to assess the benefits of urban green space. **Science of Total Environment**, 334-335 (2004) 489-497. Elsevier B.V., 2004.
12. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
13. GOVERNO DO ESTADO DO RN. **Parque das Dunas** (site). Disponível em: <http://www.parquedasdunas.rn.gov.br/Index.asp>. Acesso em: julho de 2023.
14. FELICIANO, Manuel; MAIA, Filipe; GONÇALVES, Artur. O contributo dos espaços verdes para a melhoria da paisagem sonora urbana. In: **Livro de Resumos do 14º Encontro Nacional de Ecologia da SPECO e Encontro da Primavera 2013 da APEP**. Bragança: SPECO, APEP, IPB, 2013. ISBN: 9789727451586.
15. FRANCOMANO, D. et al. Human-nature connection and soundscape perception: Insights from Tierra del Fuego, Argentina. **Journal for Nature Conservation**. Elsevier Inc. 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126110>.
16. ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **BS ISO 12913-1:2014**. Acoustics. Soundscape - Part 1: Definition and conceptual framework.
17. ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO/TS 12913-2:2018**. Acoustics. Soundscape - Part 2: Data collection and reporting requirements.
18. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**, 2022 e 2023. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.
19. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Medição e avaliação dos níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
20. FLORÊNCIO, Débora N. P. Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2018.
21. WESTERKAMP, H. Soundwalking. In: CARLYLE, A. (org.). Autumn leaves: sound and the environment in artistic practice. Paris: Angus Carlyle, 2007. p. 49-54.
22. TRUAX, B. Soundscape studies: an introduction to the world soundscape project. *Numus West*, v. 5,p. 36-39, 1974.
23. BOTTELDOOREN, D.; DE COENSEL, B.; DE MUER, T. The temporal structure of urban soundscapes. *Journal of Sound and Vibration*. v.292, p.105-123, 2006.
24. BISTAFA, Sylvio Reynaldo. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.
25. ARAÚJO, V. M. D. et al. Condições de conforto termo-acústico ao longo de uma trilha no Parque das Dunas em Natal/RN. In: 8º PLURIS. **Anais....** Coimbra, Portugal, 2018.
26. MICHALSKI, R. L. X.; CAPARROZ, G. M. Avaliação sonora de espaços urbanos na área central de São Paulo: o caso da Avenida Ipiranga. **Acústica e Vibrações**, n. 51, 2019.
27. ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **PD ISO/TS 12913-3:2019**. Acoustics. Soundscape - Part 3: Data analysis.
28. SCHAFER, 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. Trad. Marisa Trench Fonterrada. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2011.