A INFLUÊNCIA DE UM CORPO D'ÁGUA NA PERCEPÇÃO SONORA DOS USUÁRIOS EM AMBIENTE URBANO

Maria Eugênia Fernandes (1); Érico Masiero (2)
(1) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Arquiteta e Urbanista, fernandes.me88@gmail.com.
(2) Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Civil, erico@ufscar.br, Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Conforto, Rod. Washington Luiz, s/n, São Carlos - SP, 13565-905, Brasil, Tel:.+55 (16) 3351-8263

RESUMO
A poluição sonora tem sido apontada como um dos principais problemas ambientais atualmente no mundo, responsável por diversas doenças. Os estudos acerca do controle de ruído, no entanto, concluíram que apenas reduzir os níveis sonoros pode não ser suficiente para a promoção de conforto acústico. Por outro lado, a abordagem a partir do conceito de paisagem sonora, que considera a percepção do usuário e o contexto, tem se mostrado eficaz na promoção de espaços com qualidade acústica. Assim, os estudos que buscam avaliar o ambiente acústico das cidades possuem grande relevância para o planejamento urbano e para melhoria desse cenário. Essa pesquisa busca analisar a paisagem sonora no entorno de um rio urbano, através de medições do nível de pressão sonora, na cidade de Piracicaba-SP, paralelo à aplicação de questionários para verificar a percepção dos usuários. Os resultados mostram que os 7 pontos avaliados se encontram acima do limite estabelecido pela norma para aquela área, porém apenas no ponto com a presença de trânsito intenso a maioria dos votos encontrados indicou percepção de altos níveis sonoros, ressaltando o papel dos sons naturais na promoção de espaços acusticamente confortáveis.

Palavras-chave: paisagem sonora, sons de água, fontes positivas, mascaramento.

ABSTRACT
Noise pollution has been identified as one of the main environmental problems currently in the world, responsible for several diseases. Studies on noise control, however, concluded that just reducing sound levels may not be enough to promote acoustic comfort. On the other hand, the approach based on the soundscape concept, which considers the user's perception and the context, has been shown to be effective in promoting spaces with acoustic quality. Thus, studies that seek to evaluate the acoustic environment of cities have great relevance for urban planning and for improving this scenario. This research seeks to analyze the soundscape around an urban river, through measurements of the sound pressure level, in the city of Piracicaba-SP, parallel to the application of questionnaires to verify the users' perception. The results show that the 7 evaluated points are above the limit established by the norm for that area, however only in the point with the presence of intense traffic most of the votes found indicated perception of high sound levels, emphasizing the role of natural sounds in promoting acoustically comfortable spaces.

Keywords: Soundscape, water sounds, positive sounds, masking.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades tem impactado em diversas áreas, resultando na piora da qualidade de vida, inclusive em espaços urbanos. Um dos principais problemas observados atualmente é a poluição sonora, considerada o segundo maior poluidor ambiental, atrás apenas da poluição do ar (OMS – Organização Mundial da Saúde, 2018).

Um relatório da Organização das Nações Unidas (ONU – Organização das Nações Unidas, 2018) mostra que, em 2018, 55% da população vivia em cidades e a previsão é que esse número chegue em 68% até 2050. A crescente urbanização tende a influenciar negativamente na qualidade sonora dos espaços, especialmente com o aumento do ruído de trânsito, que já é apontado como principal incômodo gerado. O referido relatório aponta, ainda, que a solução para que ocorra um crescimento urbano equilibrado é o desenvolvimento sustentável, através da adequada gestão da urbanização.

O Programa da ONU para o Meio Ambiente (PNUMA), através do Relatório Fronteiras, que identifica e explora temas emergentes de preocupação ambiental, aponta em sua última publicação que a poluição sonora é um dos três principais riscos ambientais, causando a degradação da saúde e bem-estar humanos. (United Nations Environment Programme, 2022) O relatório também sugere que apenas reduzir os níveis de ruído pode não ser suficiente para promover conforto acústico. Pesquisas têm demonstrado que ambientes que são capazes de promover o equilíbrio entre os sons, com foco na inserção de sons desejáveis, tendem a oferecer melhor qualidade sonora (Jo & Jeon, 2020). Tais estudos são desenvolvidos a partir da abordagem de paisagens sonoras.

Asdrubali e D'Alessandro (2018) tratam estudos em paisagem sonora como um dos tópicos emergentes para o gerenciamento de ruído em cidades inteligentes. Os autores apontam que as pesquisas sobre paisagem sonora têm ganhado importância e desenvolvimento nos últimos anos, devido a representarem uma alternativa frente a necessidade de uma abordagem inovadora para o controle de ruído que seja focada na experiência do usuário com o ambiente acústico.

Grande parte dos estudos sobre o ambiente acústico no Brasil ainda se concentram na análise de fontes de ruído como tráfego e indústrias de maneira pontual e as formas de combatê-los. Os estudos em paisagem sonora, que considerem o potencial das fontes sonoras para melhoria do ambiente, ainda são limitados. Bento Coelho (2016) relata que, no geral, "a pesquisa e a prática da paisagem sonora têm um enorme potencial de impacto em termos de promoção da saúde pública e qualidade de vida e na transmissão da singularidade e diversidade cultural ao nosso mundo".

O entendimento da paisagem sonora é centrado na percepção humana que, por sua vez, envolve diversos fatores além dos mecanismos de audição. A percepção da paisagem sonora é influenciada por efeitos cognitivos, como o significado de uma paisagem sonora e seus componentes, sendo tão influenciado pela audição quanto pela visão (Davies et al., 2013). O significado de um determinado som depende de questões individuais e culturais, como as experiências anteriores dos indivíduos, as expectativas em relação ao ambiente acústico. Bento Coelho (2016) afirma que a qualidade de um ambiente é percebida a partir de um procedimento de processamento de informações onde todos os sentidos e fatores culturais desempenham um papel, cada um em uma medida diferente, mas todos contribuindo com sua parte.

Assim, as avaliações da paisagem sonora devem considerar outros sistemas sensoriais além da audição, incluindo visual, aspectos geográficos, sociais, psicológicos e culturais. Já que a resposta ao som depende da relação mental, social e geográfica do ouvinte com a fonte sonora e o contexto, é evidente que apenas os níveis sonoros não são capazes de captar essa complexidade de fatores (Kang et al., 2016). Além disso, o tipo de fonte sonora influencia a percepção de conforto acústico. A introdução de fontes positivas, como sons de água ou música, pode melhorar o conforto acústico, mesmo em níveis sonoros mais elevados (Yang & Kang, 2005).

Diversos estudos têm apontado a eficiência do mascaramento pela inserção de sons naturais como estratégia para promover melhorias na qualidade da paisagem sonora. Jeon et al. (2010) ressaltam que os sons de água são os melhores sons para melhorar a paisagem sonora urbana. No entanto, Rådsten-Ekman (2015), observa que o potencial de mascaramento dos sons da água é limitado, dependendo do conteúdo espectral desse som e do som a ser mascarado. O ruído do tráfego rodoviário normalmente tem sua energia concentrada nas baixas frequências, enquanto sons gerados pela água tendem a apresentar espectros dominados por energia de alta frequência (Rådsten Ekman et al., 2015).

2. OBJETIVO

Diante do cenário exposto, esse trabalho tem como objetivo analisar a paisagem sonora no entorno de um rio urbano, cujo som pode ser percebido concomitantemente com o ruído de trânsito.

3. MÉTODO

Para analisar a paisagem sonora, a pesquisa se baseou na coleta de dados subjetivos e objetivos em Piracicaba, cidade de porte médio do Estado de São Paulo. Para isso, foram desenvolvidas três etapas metodológicas, descritas a seguir:

1. Estabelecimento de um recorte urbano que contenha um rio urbano e ruído de trânsito nas proximidades.
2. Desenvolvimento de campanhas de medições de níveis de pressão sonora em pontos específicos do recorte.
3. Coleta de relatos sobre a percepção dos usuários em relação aos sons.

3.1 Localização do recorte urbano

O estudo foi desenvolvido na cidade de Piracicaba (Figura 1), localizada na porção sudeste do estado de São Paulo, a 162km da capital (PIRACICABA, 2018). É uma cidade de porte médio, com aproximadamente 400mil habitantes (IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019).

O Rio Piracicaba corta a região nordeste da cidade de Piracicaba – SP, tendo seu entorno ocupado por diversos usos. Além da importância ambiental, o rio também possui grande relevância cultural, turística e econômica para a cidade.



Figura 1 - Localização da cidade de Piracicaba, no estado de SP e da área de estudo. Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

Os pontos de análise dentro do recorte urbano foram definidos seguindo os seguintes critérios:

• Áreas ao redor do Rio Piracicaba

• Áreas de circulação de pessoas, permitindo a realização de coleta de relatos.

• Diferentes usos do solo, para que se possa analisar contextos variados, visando identificar ruídos de tráfego, ruídos de água e a combinação de ambos.

Os pontos foram definidos e caracterizados de acordo com a presença de água e/ou trânsito. Foram selecionados dois pontos com trânsito intenso e som de água (TI 1 + A e TI2 + A), dois pontos com trânsito moderado e som de água (TM1 + A e TM2 + A), um ponto com trânsito leve e som de água (TL + A) e dois pontos apenas com som de água (A1 e A2), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Pontos de análise.

Ponto	Característica
A1	Água
A2	Água
TI1 + A	Trânsito intenso + Água
TI2 + A	Trânsito intenso + Água
TL + A	Trânsito leve + Água
TM1 + A	Trânsito moderado + Água
TM2 + A	Trânsito moderado + Água

Os pontos, ilustrados na Figura 2, permeiam espaços em que se observa a integração do rio Piracicaba com o trânsito de veículos, pedestres, além de equipamentos culturais e parque linear, configurando paisagens

sonoras com fontes variadas, onde é possível analisar a influência do som da água nos níveis sonoros e na percepção dos usuários.



Figura 2 – Pontos de análise. Fonte: Autores (2022)

3.2 Coleta de relatos

Visando identificar a avaliação subjetiva dos usuários presentes na área de estudo, foi desenvolvido um questionário, baseando-se na ISO 12913-2 (ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2018).

Assim, foram analisadas questões pessoais (idade, sexo, motivo e tempo de permanência no local), a percepção de intensidade sonora (escala tipo Likert com 5 pontos, de "Muito quieto" a "Muito barulhento"), percepção de conforto, tolerância e agradabilidade com o ambiente sonoro (escala de diferencial semântico), a qualidade afetiva percebida (escala de Likert com 5 pontos, de "Concordo totalmente" a "Discordo totalmente") e a identificação de fontes sonoras (escala de 5 pontos, variando de "Não ouço" a "(a fonte) Domina totalmente").

A aplicação do questionário se deu nos pontos definidos anteriormente, de terça a quinta-feira (visando excluir movimentações atípicas ocorridas no início e no final da semana), em dois períodos: 8h às 11h e 14h às 17h.

Os respondentes foram selecionados aleatoriamente entre os usuários de cada espaço. A amostra, por conveniência, foi composta por 138 respostas (descritas na Tabela 1), com maioria do sexo masculino (63,8%), com idade variando de 13 a 73 anos, com média de 41 anos (DP=16,1). A maior parte dos respondentes reside na cidade de Piracicaba (84%) e o principal motivo relatado para a visita aos pontos analisados foi a realização de atividades de lazer; com exceção do ponto "TI1 + A", em que a maioria transita pelo local para atividades diárias, como ir à escola e ir ao dentista.

Tabela 2 - Quantidade de respostas por ponto.

Ponto	N (%)
A1	22 (15,9%)
A2	19 (13,8%)
TI1 + A	23 (16,7%)
TI2 + A	19 (13,8%)
TL + A	17 (12,3%)
TM1 + A	17 (12,3%)
TM2 + A	21 (15,2%)
TOTAL	**138 (100%)**

3.3 Medições nos pontos

Durante a aplicação do questionário, foram realizadas campanhas de medição do nível de pressão sonora com o uso de sonômetro (Brüel & Kjær Type 2270, com microfone capacitivo Type 4189-A-021) em cada um dos pontos.

Os equipamentos foram calibrados em laboratório e o ajuste com o calibrador acústico (Brüel & Kjær Type 4231) foi realizado antes e depois das medições, conforme determinação da NBR10151 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020). Ainda de acordo com a referida norma, o medidor acústico foi posicionado em um tripé, a aproximadamente 1,4 m do solo, distante pelo menos 2 m de paredes ou superfícies refletoras.

Embora não se tenha um tempo padrão para medições do LAeq, a NBR10151 (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020) especifica que o tempo escolhido deve ser suficiente para permitir a caracterização do ruído em questão. Na literatura, grande parte dos trabalhos adotam entre 5min e 15min, no entanto, alguns autores mostram que 5min é o suficiente para medição em regiões com vias de intenso (Mendonça et al., 2012; Szeremeta & Zannin, 2009).

Assim, as medições ocorreram em intervalo de 5 minutos durante o período citado, sendo descartados os registros em que houve interrupções ou sons intrusivos.

4. RESULTADOS

Os resultados foram divididos de acordo com as etapas de realização: análise objetiva, análise subjetiva.

4.1 Análise objetiva

Os pontos com presença de tráfego intenso foram os que apresentaram maior valor para o LAeq (Tabela 2), 78,6 dB no TI1+A e 77,3 dB no TI2+A. O ponto com menor valor para esse parâmetro foi TL+A (67,7 dB), sendo a variação máxima entre os pontos de aproximadamente 11dB. O ponto A1, embora não tenha a presença do som de tráfego, apresentou valor semelhante aos pontos com tráfego intenso (76,3 dB).

Tabela 3 – Nível de Pressão Sonora e descritores

Ponto	LAeq	LAFmax	LAFmin	L10	L50	L90	L10-L90
A1	76,3	83,1	74,3	76,0	75,6	75,4	0,6
A2	68,8	72,4	67,0	68,4	68,0	67,7	0,7
TI1+A	78,6	99,6	60,4	75,0	70,8	63,0	12,0
TI2+A	77,3	98,4	63,9	74,4	69,9	66,2	8,2
TL+A	67,7	84,5	64,7	66,7	66,1	65,8	0,9
TM1+A	69,4	91,4	49,7	67,3	59,4	54,1	13,2
TM2+A	69,4	92,7	63,9	68,3	65,8	65,3	3,0

Os pontos com presença de tráfego intenso foram os que apresentaram maior valor para o LAeq (Tabela 2), 78,6 dB no TI1+A e 77,3 dB no TI2+A. O ponto com menor valor para esse parâmetro foi TL+A (67,7 dB), sendo a variação máxima entre os pontos de aproximadamente 11dB. O ponto A1, embora não tenha a presença do som de tráfego, apresentou valor semelhante aos pontos com tráfego intenso (76,3 dB). Além disso, os pontos com presença de trânsito apresentaram aumento gradual nos níveis sonoros, coerente com o tipo de fluxo observado (leve = 67,7dB, moderado = 69,4 dB e intenso = 78,6 e 77,3 dB).

Ao comparar os níveis sonoros medidos com o valor estabelecido pela NBR10151 (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020), como limite para áreas mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo (65dB no período diurno), nota-se que nenhum dos pontos esteve abaixo desse parâmetro.

A diferença entre o L10 e o L90 mostra a variação temporal dos níveis sonoros em cada ponto, quanto mais afastado um indicador estiver do outro, maior será o incômodo gerado (Bistafa, 2006). Os pontos TI1+A, TI2+A e TM1+A apresentaram os maiores valores, o que pode ser atribuído à menor presença de sons de água nesses espaços, correspondendo aos baixos níveis sonoros dos sons de fundo (L90), enquanto os sons de trânsito elevam o L10. Por outro lado, nos espaços com ausência de trânsito ou trânsito leve, essa variação é menor já que o som é quase constante, embora com altos níveis sonoros, resultantes da proximidade às fontes com som de água.

4.2 Análise subjetiva

Os participantes foram instruídos a classificar cada uma das fontes listadas utilizando uma escala de cinco pontos, de acordo com o quanto podiam ouvi-las. As principais fontes identificadas em todos os pontos foram os sons de água e trânsito de veículos (Figura 3).

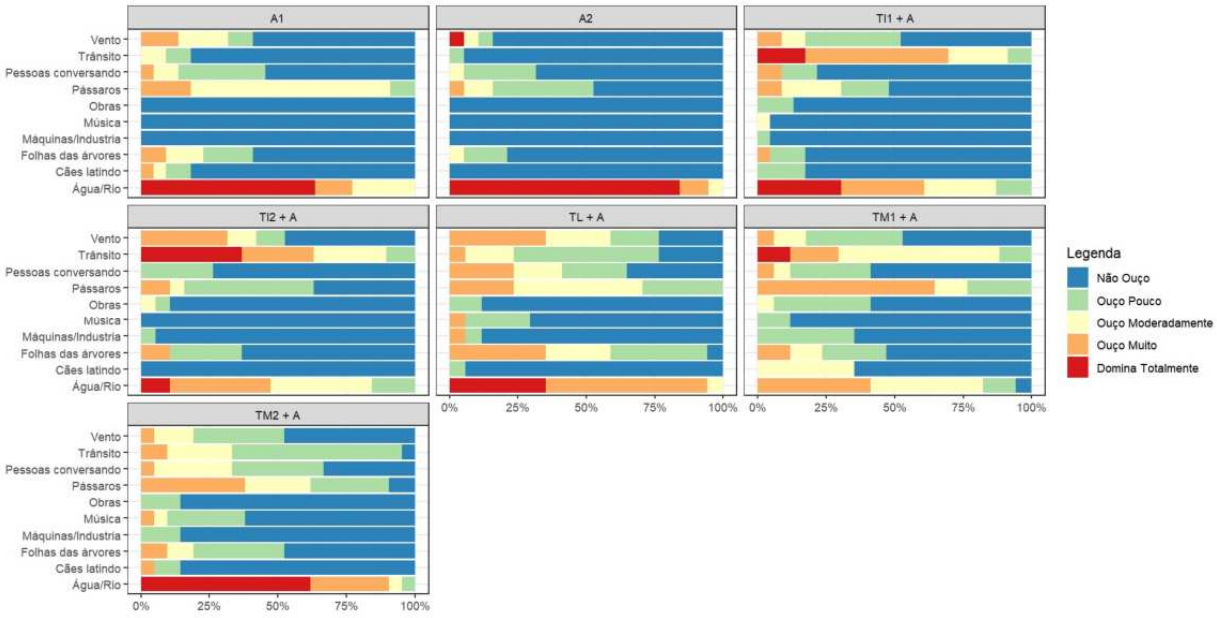


Figura 3 – Fontes sonoras. Fonte: Autores (2022)

A percepção dos usuários a respeito da dominância de cada uma das fontes nos pontos analisados condiz com a caracterização realizada inicialmente. As principais fontes sonoras identificadas foram trânsito, água e pássaros.

Nos pontos A1, A2 e TM2 + A, a fonte sonora de predominância foi o som da água do rio, enquanto em TI1+A e TI2+A houve um maior equilíbrio com o som do tráfego de veículos. Em TM1 + A o som do canto dos pássaros superou o da água. O canto dos pássaros também foi observado em grande quantidade nos pontos A1, TM2 + A e TL + A.

Os pontos caracterizados como trânsito moderado apresentaram diferentes percepções. Embora estejam situados na mesma via, com fluxos semelhantes de veículos, o ponto TM1+A está localizado próximo a avenidas de grande movimentação, enquanto TM2 + A está próximo ao rio, e ainda que esteja na margem oposta, desse local é possível ouvir o som da queda d'água.

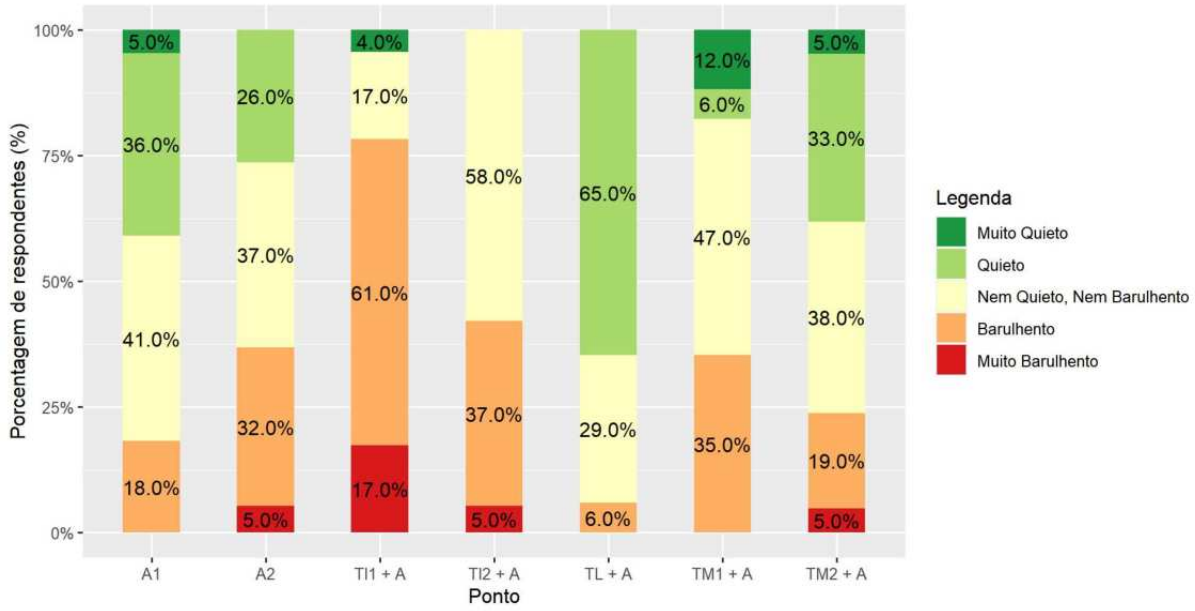


Figura 4 – Percepção sonora dos usuários. Fonte: Autores (2022)

Os participantes também foram questionados sobre o quão quieto ou barulhento percebiam o ambiente (Figura 4), visando analisar subjetivamente a percepção de intensidade sonora. Conforme esperado, os pontos com maior número de votos para "Barulhento" foram os de trânsito intenso, porém, no ponto TI2 + A, predominaram os votos de neutralidade ("Nem quieto, nem barulhento").

Observa-se que, embora os pontos A1 e A2 não estejam próximos ao trânsito, não foram considerados silenciosos. Também nesses pontos, os votos de neutralidade foram maioria.

Fato semelhante se observa na Figura 5, que avalia o nível de conforto, tolerância e agradabilidade dos ambientes. Percebe-se que os pontos com trânsito intenso de veículos apresentaram maior quantidade de percepções no extremo negativo (1), especialmente com relação ao conforto (Figura 5-A). Os pontos A1 e TM2 + A também apresentaram grande quantidade de votos negativos (2), porém com predominância de votos neutros (3) para essa avaliação, sendo que esses foram os únicos pontos não considerados confortáveis pela maioria dos respondentes.

Para o quesito tolerância (Figura 5-B) todos os pontos apresentaram predominância de votos no extremo positivo (5). Já para agradabilidade (Figura 5-C), os pontos de trânsito intenso apresentaram grande quantidade de votos neutros (3), sendo que no ponto TI2 + A, esse voto prevaleceu, apesar do equilíbrio com votos positivos (4 e 5). Nos demais pontos, a maioria dos votos foram positivos.

Assim, embora se perceba algum desconforto na grande maioria dos pontos, esse voto não foi predominante e todos os espaços foram considerados toleráveis e agradáveis.

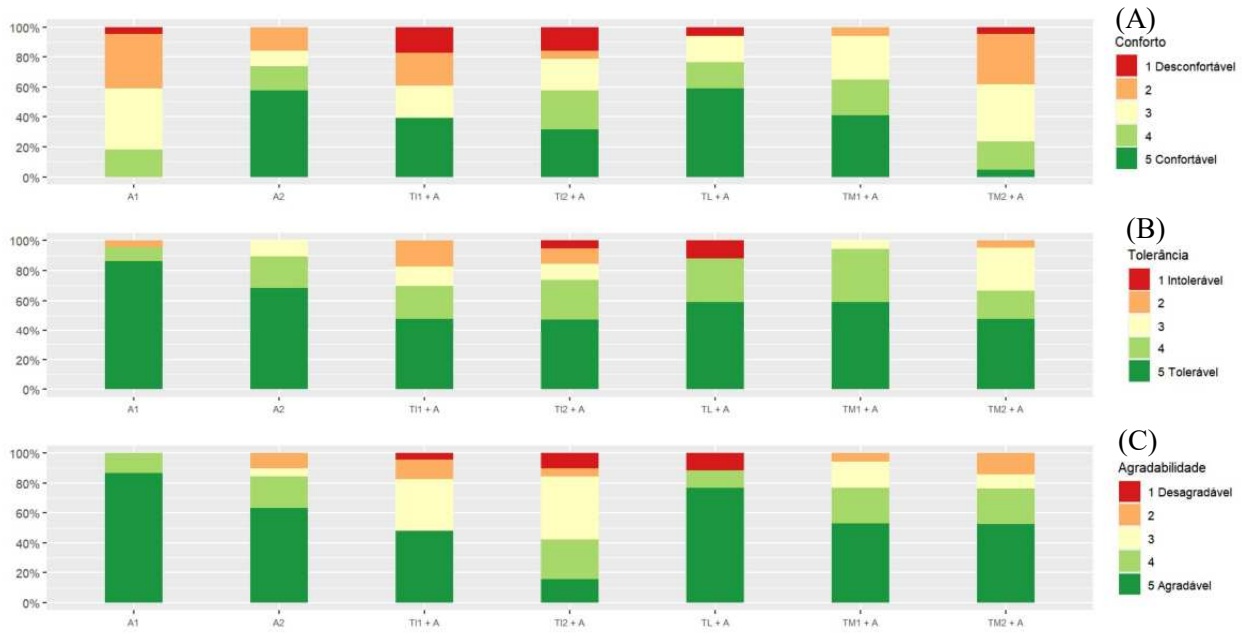


Figura 5 – Análise de diferencial semântico – (A) Conforto, (B) Tolerância e (C) Agradabilidade. Fonte: Autores (2022)

A análise da qualidade afetiva percebida, localiza os pontos analisados entre os 4 diferentes quadrantes, de acordo com a percepção declarada pelo usuário. Nota-se na Figura 6, que somente os espaços com trânsito intenso de veículos atingiram o quadrante superior direito, classificando o ambiente como vibrante, entre agitado e agradável. Considera-se ainda que os pontos estão posicionados mais próximos ao agradável. Todos os demais pontos estão entre rotineiro e agradável, no espaço classificado como calmo.

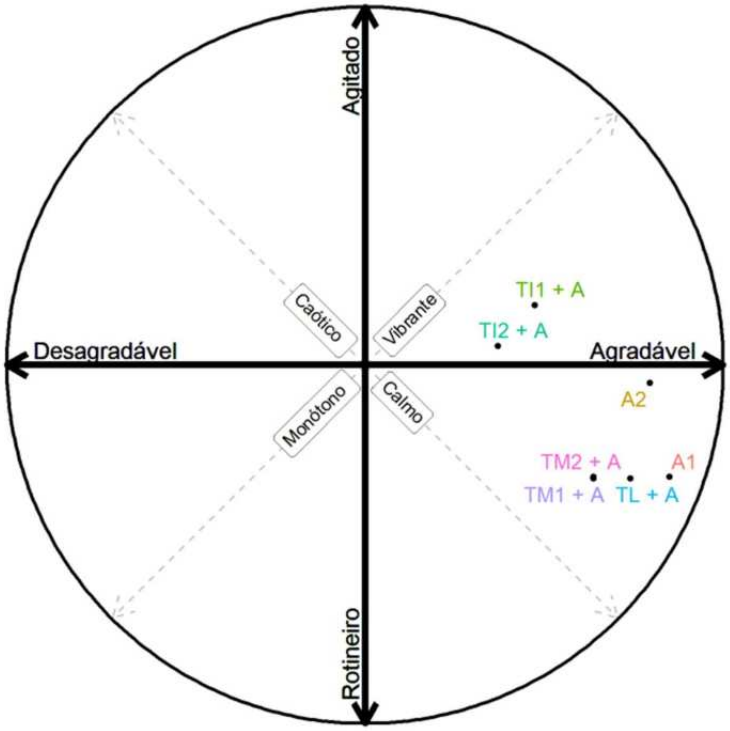


Figura 6 – Qualidade percebida. Fonte: Autores (2022)

Foi solicitado aos respondentes que descrevessem o ambiente sonoro utilizando adjetivos (Figura 7). O termo "agradável" é percebido pelos usuários em todos os pontos. Ainda que em TI2+A, sua relevância seja menor que nos outros espaços, ali também se sobressaem os termos "tranquilo" e "bom". Os únicos locais onde apareceu o termo "barulhento" foram os pontos TI1+A, TI2+A, TM2+A e A2. Outros adjetivos negativos foram encontrados, atribuídos especialmente no TI2+A, como "caótico", "insalubre" e "desagradável", embora em menor relevância que os adjetivos positivos. Os demais pontos com menor presença de trânsito ou prevalência de sons de água foram classificados apenas com adjetivos positivos. Isso foi observado também no TM1+A, embora, nesse ponto, as características quanto ao trânsito sejam semelhantes ao TM2+A.

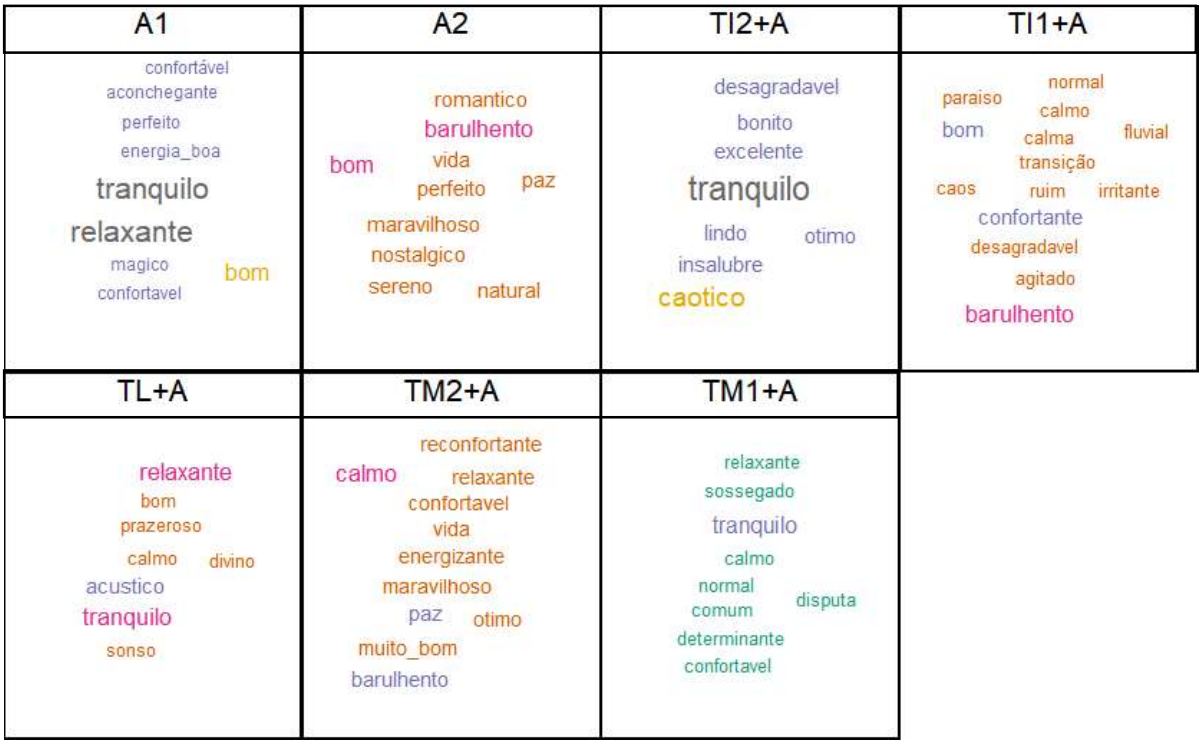


Figura 7 – Termos associados a cada área. Fonte: Autores (2022)

Grande variação temporal (L10-L90) foi observada nos pontos de tráfego intenso e no ponto TM1+A. Bistafa (2006) diz que quanto maior for essa diferença, maior será o incômodo gerado. Ainda assim, o único ponto percebido como "Barulhento" foi o TI1+A. Observa-se que os referidos pontos possuem sons de fundo mais baixos que os demais, corroborando com Yang e Kang (2005), que relatam que um nível de som de fundo mais baixo pode aumentar a percepção de silêncio.

Diversas pesquisas têm apontado que sons de água com 3dB a menos que o ruído de trânsito proporcionam satisfatoriamente o mascaramento informacional desse tipo de ruído. (Lee & Lee, 2020; Masullo et al., 2016; You et al., 2010). O ponto TM2+A apresentou um valor de 3dB para L10 – L90, considerando que o L10 representa o som de trânsito e o L90, o som da queda d'água, é possível que essa condição tenha sido atendida no ponto em questão.

A identificação das fontes mostra que, embora o som de trânsito seja percebido nesse local (o que também pode estar relacionado a percepção visual), ele está bem menos presente do que no ponto TM1+A e ambos os pontos possuem o mesmo fluxo de veículos e mesmo LAeq. Assim, pode-se dizer que a percepção do som de trânsito nessa área foi amenizada pelo som da água.

Jambrošić et al. (2013) apontam que as pessoas são altamente propensas a sons de água, mesmo que o seu nível de pressão sonora seja bastante elevado. Galbrun e Ali (2013) reforçam, ainda, que as quedas d'água têm melhores propriedades espectrais para o mascaramento, do que outros tipos de sons de água.

Por outro lado, alguns trabalhos mostram que tais sons não são agradáveis à percepção dos usuários. Rådsten-Ekman et al. (2013) mencionam que grandes fontes com grande vazão possuem um caráter sonoro desagradável, independentemente de seu NPS.

A análise da agradabilidade nos pontos próximos às quedas de água, no entanto, foi positiva. Embora os pontos com trânsito intenso (e mais distantes das quedas d'água) tenham apresentado maior variabilidade na avaliação para o par Agradável x Desagradável, a maioria dos usuários os considerou "agradáveis". Essa diferença entre os estudos pode ter relação com o material de impacto da queda d´água, já que, embora a coleta de dados tenha ocorrido no período de cheia, era possível visualizar grande quantidade de pedras no rio. Galbrun e Ali (2013) mostram que materiais sólidos como pedras e pedregulhos configuram os materiais de impacto preferidos.

A análise da qualidade objetiva mostra uma divisão entre os pontos de tráfego intenso, considerados vibrantes e os demais, considerados calmos. Há uma pequena diferença entre o ponto A e os pontos no mesmo quadrante, que pode ter uma relação com o que (Rådsten-Ekman et al., 2013) diz sobre alguns tipos de som de água aumentarem a percepção de "agitação".

A descrição dos usuários quanto ao ambiente sonoro, embora tenha se mostrado positiva, também revelou diferenças entre os pontos citados, por outro lado, as análises de tolerância mostraram que os usuários são bastantes tolerantes em todos os espaços, inclusive naqueles de trânsito intenso e nos espaços menos confortáveis.

5. CONCLUSÕES

Foram avaliados 7 pontos ao redor do Rio Piracicaba, na cidade de Piracicaba-SP, a análise objetivou analisar a percepção dos usuários com relação a essa paisagem sonora.

Os valores de LAeq medidos excedem o limite normativo em todos os pontos, especialmente nos locais de fluxo intenso de trânsito. No entanto, a percepção dos usuários não esteve condizente com os altos níveis, embora a presença dos mesmos tenha sido notada.

É possível notar uma clara divisão entre a área com maior fluxo de trânsito e o restante do recorte. Essa separação se estendeu dos níveis sonoros até a percepção dos usuários. No entanto, a maior parte dos espaços foram percebidos como agradáveis, mesmo com LAeq acima do valor limite estabelecido pela norma. Os espaços com fluxo intenso de tráfego, embora apresentem menor agradabilidade e conforto que os outros pontos, ainda assim, não assumem valores negativos para esses parâmetros, o que seria esperado, dado os altos níveis. Além disso, esses pontos se mostraram tão tolerantes quantos os pontos sem a presença de trânsito.

A comparação entre os pontos, com diferentes composições quanto ao tipo de fonte sonora, permitiu avaliar a influência dos sons de água nesses locais. Ademais, as pesquisas têm demonstrado o importante papel do contexto para a percepção do usuário, por outro lado, grande parte dos estudos são realizadas em laboratório, assim, esse trabalho contribui com a literatura, ao realizar a avaliação em campo, considerando as condições reais do ambiente.

A avaliação realizada até a presente etapa leva a crer que os sons de água são capazes de amenizar o efeito dos altos níveis de ruído na percepção dos usuários, fazendo com que esses aparentem mais silenciosos, agradáveis, confortáveis e toleráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151: acústica — avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade — procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

Asdrubali, F., D'Alessandro, F. Innovative Approaches for Noise Management in Smart Cities: a Review. Current Pollution Reports, v. 4, n. 2, p. 143–153, 1 jun. 2018. https://doi.org/10.1007/s40726-018-0090-z

Bento Coelho, J. L. Approaches to Urban Soundscape Management, Planning, and Design. In J. Kang & B. Schulte-Fortkamp (Eds.), Soundscape and the Built Environment. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 197–214.

Bistafa, S. R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. Blucher, 2006.

Davies, W. J. et al. Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. Applied Acoustics, v. 74, n. 2, p. 224–231, fev. 2013. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2012.05.010

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Piracicaba. https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/piracicaba.html. Acesso em: 24 nov. 2019.

IPPLAP – Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba. Projeto Beira-Rio. http://ipplap.com.br/site/projetos-2/projeto-beira-rio/. Acesso em: 24 nov. 2019.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 12913-2: Acoustics — Soundscape — Part 2: Data collection and reporting requirements. 2018.

Jambrošić, K., Horvat, M., Domitrović, H. Assessment of urban soundscapes with the focus on an architectural installation with musical features. The Journal of the Acoustical Society of America, v. 134, n. 1, p. 869–79, 2013. https://doi.org/10.1121/1.4807805

Jeon, J. Y. et al. Perceptual assessment of quality of urban soundscapes with combined noise sources and water sounds. The Journal of the Acoustical Society of America, v. 127, n. 3, p. 1357–1366, mar. 2010. https://doi.org/10.1121/1.3298437

Jo, H. I., & Jeon, J. Y. The influence of human behavioral characteristics on soundscape perception in urban parks: Subjective and observational approaches. Landscape and Urban Planning, v. 203. 2020. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103890

KANG, J. et al. Mapping of soundscape. In: Soundscape and the Built Environment. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 161–195. https://doi.org/10.1201/b19145-8

Lee, H. M., Lee, H. P. Noise masking in high population country using sound of water fountain. Applied Acoustics, v. 162, 1 maio 2020, 107206. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107206

Masullo, M., Maffei, L., & Pascale, A. Effects of combination of water sounds and visual elements on the traffic noise mitigation in urban green parks. Proceedings of the INTER-NOISE 2016 - 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Towards a Quieter Future, October, p. 1771–1776, 2016.

Mendonça, A. B. D., Suriano, M. T., & Souza, L. C. L. MEDIÇÕES ACÚSTICAS: variação da geometria da via urbana e tempo de amostragem. III Simpósio de Pós Graduação Em Engenharia Urbana, p 1–12, Anais...Maringá: 2012.

OMS. Environmental noise guidelines for the European Region, 2018. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1>. Acesso em: 30 nov. 2019

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. World Population Prospects 2019: Highlights, 2018. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022

PIRACICABA. Lei complementar no 394, de 27 de fevereiro de 2018. "Introduz alterações à Lei Complementar no 186/06 - Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba...," 2018. Disponível em: <http://www.ipplap.com.br/docs/Lei%20Complementar%20394-2018%20geral.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019

PUYANA-ROMERO, V. et al. Sound water masking to match a waterfront soundscape with the users' expectations: The case study of the seafront in Naples, Italy. Sustainability (Switzerland), v. 13, n. 1, p. 1–20, 1 jan. 2021.

RÅDSTEN EKMAN, M.; LUNDÉN, P.; NILSSON, M. E. Similarity and pleasantness assessments of water-fountain sounds recorded in urban public spaces. The Journal of the Acoustical Society of America, v. 138, n. 5, p. 3043–3052, nov. 2015.

RÅDSTEN-EKMAN, M. WantedUnwanted Sounds - Perception of sounds from water structures in urban soundscapes. Stockholm, Sweden: Stockholm University, 2015.

RÅDSTEN-EKMAN, M.; AXELSSON, O.; NILSSON, M. E. Effects of Sounds from Water on Perception of Acoustic Environments Dominated by Road-Traffic Noise. Acta Acustica united with Acustica, v. 99, p. 218–225, 2013.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. Science of the Total Environment, v. 407, n. 24, p. 6143–6149, 1 dez. 2009. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.08.039

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Noise, blazes and mismatches : emerging issues of environmental concern. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme, 2022. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/38059/Frontiers_2022.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022

YANG, W.; KANG, J. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. Applied Acoustics, v. 66, n. 2, p. 211–229, fev. 2005.

YOU, J.; LEE, P. J.; JEON, J. Y. Evaluating water sounds to improve the soundscape of urban areas affected by traffic noise. Noise Control Engineering Journal, v. 58, n. 5, p. 477, 2010.