



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE BACHAREL EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

WILTON CAMELO PESSOA DE FARIAS

**ANÁLISE DA PRESSÃO SONORA NO AÇUDE VELHO E NO PARQUE
DA CRIANÇA, DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA,
BRASIL**

CAMPINA GRANDE

2020

WILTON CAMELO PESSOA DE FARIAS

**ANÁLISE DA PRESSÃO SONORA NO AÇUDE VELHO E NO PARQUE
DA CRIANÇA, DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA,
BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de Concentração: Poluição Ambiental

Orientador: Dr. Laércio Leal dos Santos

CAMPINA GRANDE

2020

WILTON CAMELO PESSOA DE FARIAS

**ANÁLISE DA PRESSÃO SONORA NO AÇUDE VELHO E NO PARQUE
DA CRIANÇA, DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA,
BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de Concentração: Poluição Ambiental

Aprovado em: 30 / 11 / 2020.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Laércio Leal dos Santos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba



Dr. William de Paiva
Universidade Estadual da Paraíba



Dra. Neyliane Costa de Sousa
Universidade Estadual da Paraíba

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F224a Farias, Wilton Camelo Pessoa de.
Análise da pressão sonora no Açude Velho e no Parque da Criança, da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil [manuscrito] / Wilton Camelo Pessoa de Farias. - 2020.
35 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2020.
"Orientação : Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos, Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."
1. Poluição sonora. 2. Pressão sonora. 3. Impacto ambiental. 4. Mapa de ruído. I. Título
21. ed. CDD 363.73

RESUMO

A poluição sonora é produzida por ruídos que podem causar danos ao homem, dependendo de fatores como: tempo de exposição, idade, acústica do ambiente, etc. Reações psíquicas como a motivação e a disposição podem ser modificadas negativamente através do ruído. A exposição continuada a ruídos prolongados provoca irritabilidade, distúrbios do sono, perda de produtividade, dificuldade de aprendizado em crianças, entre outros problemas de ordem psíquica. Esta pesquisa teve por finalidade realizar o monitoramento da pressão sonora de uma área de recreação mista, onde predomina a movimentação de automóveis e pessoas, e estão presentes condomínios residenciais, centros comerciais e, principalmente, as atividades de turismo e lazer. Também realizou-se a análise e avaliação dos resultados. Os pontos de aferição foram executados em dois locais específicos da cidade de Campina Grande - PB: no Açude Velho e no Parque da Criança. As aferições foram realizadas nos dias de pico de movimentação de pessoas (sextas, sábados e domingos) nos horários da manhã, entre as 07h as 09h, e da tarde, entre as 16h e 18h. Para a aferição dos níveis de pressão sonora (NPS) foi empregado o uso do Decibelímetro e para registrar as coordenadas geográficas, de cada ponto de aferição, foi utilizado um GPS. Foi adotado o método do desvio padrão para escolher os dias que obtiveram interferências constantes durante as aferições. Os mapas de ruído foram construídos através do *software* QGIS versão 3.10.2. Os resultados também foram analisados com base em planilhas. No geral 23,78% dos NPS ultrapassaram o limite máximo permitido pela NBR 10.151, da ABNT. Por outro lado, vê-se uma preocupação com os níveis apresentados no Açude Velho, pois 20,83% e 46,83% dos NPS ultrapassaram o limite máximo permitido, nos horários da manhã e da tarde, respectivamente, em todos os dias de medição. Com relação ao Parque da Criança, identificou-se NPS críticos apenas nos dias em que houveram eventos nas imediações do parque. Também foi apresentado algumas medidas mitigatórias de curto, médio e longo prazo que podem ser adotados pela Prefeitura Municipal de Campina Grande para reduzir os impactos causados à saúde da população. Conclui-se que a poluição sonora é um fato que ocorre nos locais estudados e toda a população que os frequentam está submetido a tal situação. Sugeriu-se que são necessários mais estudos, inclusive em outros pontos de aglomeração da cidade, para propor soluções que minimizem os impactos causados, através dos mapas de ruídos que identificam os pontos mais críticos.

Palavras-Chave: Poluição Sonora; Pressão Sonora; Impacto Ambiental; Mapa de Ruído.

ABSTRACT

Noise pollution is produced by noise that can cause harm to man, depending on factors such as: exposure time, age, ambient acoustics, etc. Psychic reactions such as motivation and disposition can be negatively modified through noise. Continued exposure to prolonged noise causes irritability, sleep disorders, loss of productivity, and learning difficulties in children, among other psychological problems. This research aimed to monitor the sound pressure of a mixed recreation area, where the movement of cars and people predominates, and there are residential condominiums, shopping centers and, mainly, tourism and leisure activities. The results were also analyzed and evaluated. The measurement points were performed in two specific locations in the city of: *Açude Velho* and *Parque da Criança*. The measurement was performed on peak days of movement of people (Fridays, Saturdays and Sundays) in the morning, between 7 am and 9 am, and in the afternoon, between 4 pm and 6 pm. For the measurement of sound pressure levels (*SPL*) the use of the Decibelimeter was used and to record the geographical coordinates of each measurement point, a GPS was used. The standard deviation method was used to choose the days that had constant interference during the measurements. The noise maps were built using the QGIS software version 3.10.2. The results were also analyzed based on spreadsheets. Overall, 23.78% of NPS exceeded the maximum limit allowed by NBR 10.151, from ABNT. Furthermore, there is a concern with the levels presented in the *Açude Velho*, since 20.83% and 46.83% of the SPN exceeded the maximum allowed limit, in the morning and afternoon, respectively, on all days of measurement. With regard to *Parque da Criança*, critical NPS was identified only on the days when there were events in the vicinity of the park. It was also presented some short, medium and long term mitigation measures that can be adopted by the City Hall to reduce the impacts caused to the population's health. It is concluded that noise pollution is a fact that happen in the studied places and the entire population that frequent them is subjected to such a situation. It was suggested that further studies are needed, including in other points of agglomeration in the city, to propose solutions that minimize the impacts caused, through the noise maps that identify the most critical points.

Keywords: Noise Pollution; Sound Pressure; Environmental impact; Noise Map.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Disposição das partículas do ar durante o movimento vibratório	12
FIGURA 2 - Curvas de audibilidade	13
FIGURA 3 – Área da audição	14
FIGURA 4 (a) – Decibelímetro durante medições no Açude Velho	20
FIGURA 4 (b) – Decibelímetro com a espuma desacoplada do microfone	20
FIGURA 5 – GPS utilizado nas medições	20
FIGURA 6 – Pontos de medição no Açude Velho	21
FIGURA 7 – Pontos de medição no Parque da Criança	21
FIGURA 8 - Desvios padrões	24
FIGURA 9 - Porcentagens de NPS acima do limite máximo permitido	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

dB - Decibéis

dB(A) – Decibéis ponderado em A

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

Dp – Desvio Padrão

GPS – Sistema de Posicionamento Global

GPTecA – Grupo de Pesquisa e Tecnologia Ambiental

Hz - Hertz

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR – Norma Brasileira

NPS – Nível de Pressão Sonora

OMS – Organização Mundial da Saúde

QGIS – Quantun Geographic Information System

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Gerais	10
2.2 Específicos	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 O Som e a Audição Humana	11
3.2 Normas e Leis aplicadas ao município de Campina Grande-PB	13
3.3 Percepção Sonora na área urbana do Município de Campina Grande - PB.....	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Medições	17
4.2 Locais e pontos de medição	18
4.3 Análise e construção dos resultados.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICE A – Mapa de Ruído no Perímetro do Açude Velho.	30
APÊNDICE B - Mapa de Ruído do Parque da Criança.	31
APÊNDICE C – LAeq’s do dia 31/01/2020 ao dia 07/02/2020.....	32
APÊNDICE D – LAeq’s do dia 15/02/2020 ao dia 01/03/2020.....	33
APÊNDICE E - Pontos 23 e 24 do Açude Velho (AC) próximo à Rua João Florentino de Carvalho (linha branca) e Ponto 3 do Parque da Criança (PC) próximo à Avenida Canal (linha amarela).....	34
APÊNDICE F- Pontos 10 e 11 do Açude Velho (AV) próximo ao cruzamento das Ruas Miguel Couto (linha branca) e Paulo de Frontim (linha amarela).	35

1 INTRODUÇÃO

O aumento da densidade populacional nos centros urbanos, o rápido crescimento das cidades e sua conseqüente urbanização e industrialização, quando associados a um inexistente ou inadequado planejamento urbano, acarretam modificações significativas nos ambientes, que podem gerar elevados custos sociais, quando interferem negativamente na saúde e na qualidade de vida humana (HIRASHIMA, 2014).

Uma das muitas modificações que ocorrem nos ambientes urbanos é o som. Segundo Bistafa (2018) os sons são vibrações das partículas do ar, que se propagam a partir de estruturas vibrantes e pode ser definido como uma variação da pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo. Entretanto, quando o som produz uma sensação desconfortável, ele é chamado de ruído.

Os níveis de ruído urbano oscilam em função de um grande número de variáveis sendo, em qualquer ponto da cidade, o resultado da interação complexa de muitas fontes de ruído independentes (fixas e móveis) sob diferentes condições climáticas e atributos físicos da área que circunda o local, que podem servir para reforçar ou reduzir os níveis de ruído entre as fontes e os receptores (SAFEER, 1973).

O excesso de ruídos representa atualmente um dos problemas mais recorrentes nas cidades (HIRASHIMA, 2014). Ao contrário de outros tipos de poluição, as características da poluição sonora dependem de fatores como: o grau de desenvolvimento, o tipo de atividades envolvidas, a densidade populacional e até mesmo hábitos e culturas locais. Em comparação com outros contaminantes, o controle do ruído ambiental é limitado pela falta de conhecimento dos seus efeitos sobre os seres humanos, a escassa informação sobre a relação dose-resposta e a falta de critérios bem definidos (WHO, 1999).

O ruído pode ser definido, portanto, como todo e qualquer som indesejado capaz de provocar perturbação, cuja intensidade é medida em decibéis (dB) em escala logarítmica, podendo também ser medido com unidade de pressão Pa (N/m²) (BORGES et al., 2013). As conseqüências que o ruído pode desencadear dependem inteiramente da intensidade e do tempo de exposição, ou seja, quanto maior o tempo de exposição a um ruído intenso, maior a probabilidade de perda auditiva (IIDA, 2005).

Segundo Nascimento et al. (2007), os efeitos da poluição sonora também dependem de fatores como: condições gerais de saúde, idade, acústica do ambiente, etc. De acordo com Souza (2020), quando ocorrem simultaneamente, estes fatores podem causar efeitos como surdez e, muitas vezes, complicações físicas no organismo (como trauma acústico).

Além de prejuízos físicos, a exposição continuada a ruídos prolongados provoca irritabilidade, distúrbios do sono, diminuição da produtividade, dificuldades de aprendizado em crianças, entre outros problemas de ordem psíquica (BRASILEIRO, 2012). Reações psíquicas, como a motivação e a disposição, podem ser modificadas negativamente através do ruído; o nervosismo e a agressividade aumentam e a capacidade de aprendizagem e de concentração é sensivelmente afetada (LACERDA et al., 2005). Devido aos vários efeitos nocivos que os ruídos podem produzir no ser humano, sejam estes fisiológicos ou psicológicos, torna-se, então, muito importante o seu monitoramento e controle (CALIXTO; RODRIGUES, 2004).

O rápido aumento do número de veículos motorizados tem provocado acréscimo nas reclamações da população em relação ao ruído gerado nas cidades, tanto no Brasil como no resto do mundo (LACERDA et al., 2005). Um levantamento feito nos Estados Unidos (FIDEL, 1978) mostrou que 46% das pessoas entrevistadas manifestaram-se incomodadas pelo ruído urbano, sendo que 86% destes apontaram o ruído de tráfego como a maior causa do incômodo.

O crescimento da frota veicular é justificado na perspectiva de que colabora diretamente na garantia da mobilidade urbana das pessoas e dos meios de transportes (PRATA et. al, 2019) e, conseqüentemente, é influenciada pelo crescimento populacional da região. No caso de Campina Grande-PB, o crescimento populacional entre os anos de 1991 e 2010 foi de 21%, ou seja, quase 83 mil habitantes (IBGE, 2011; IBGE, 1991). Com relação a frota de veículos, de acordo com o DENATRAN (2018), entre novembro de 2006 e dezembro de 2018 houve um aumento de 243,11%, aproximadamente 107.280 veículos, sendo 43,70% de aumento de carros e 32,78% de motocicletas.

Desta forma, pensando no crescimento da região metropolitana e no impacto ambiental negativo que a poluição sonora pode causar na saúde da população, este trabalho tem como objetivo geral: medir, analisar e avaliar a pressão sonora no Açude Velho e no Parque da Criança da cidade de Campina Grande-PB.

2 OBJETIVOS

2.1 Gerais

- Medir, analisar e avaliar a pressão sonora no Açude Velho e no Parque da Criança da cidade de Campina Grande-PB

2.2 Específicos

- Escolher os pontos de medição de cada local estudado;
- Medir os NPS;
- Calcular os níveis de pressão contínuos ponderados em A (LAeq);
- Construir os mapas de ruído;
- Avaliar os pontos críticos.

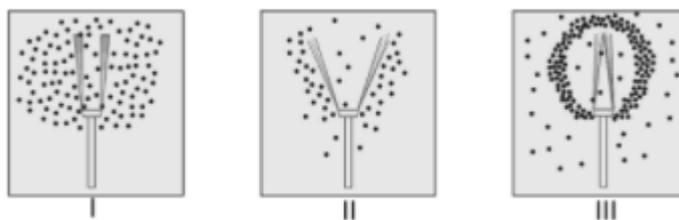
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Som e a Audição Humana

O som é onda que faz com que os corpos vibrem. Essa vibração se transmite para a atmosfera sob a forma de uma propagação ondulatória, que o nosso ouvido é capaz de captar e que o cérebro a interpreta, dando-lhe configurações e sentidos (WISNIK, 2017). Dessa forma, pode-se dizer que o som se comporta como uma onda sonora e cíclica, no qual o ouvido humano consegue senti-la, e, o cérebro, consegue ler esses sentidos e atribuir sentimentos a ele. Estruturas vibrantes movimentam ciclicamente as partículas do ar ao seu redor, gerando localmente concentração e rarefação destas, o que provoca variações de pressão (BISTAFA, 2018).

A Figura 1 demonstra detalhes do processo de produção de som por uma estrutura vibrante, como o diapasão. A disposição das partículas do ar é vista em três momentos: o momento I, é quando o diapasão está em repouso e as partículas do ar também estão inertes, e a pressão local é a ambiente; o momento II, é quando os braços do diapasão se afastam e as partículas do ar se aglomeram, chocando-se entre si e gerando compressão; o momento III, é quando os braços do diapasão se fecham e se aproximam, e, por consequência, as partículas do ar se afastam, criando assim a rarefação.

Figura 1: Disposição das partículas do ar em três instantes, durante o movimento vibratório.



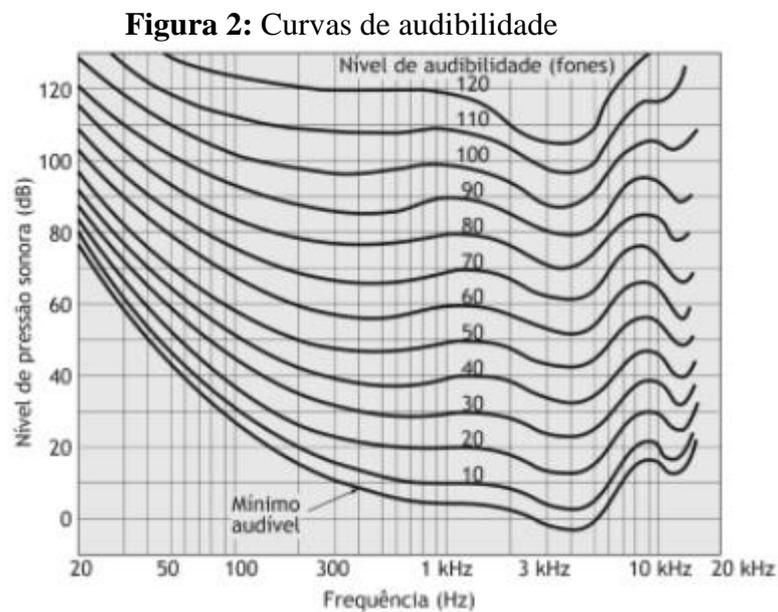
Fonte: BISTAFA, 2018.

Essas movimentações do diapasão, provocam vibrações nas partículas do ar e criam compressões e rarefações cíclicas, com variações locais da pressão ambiente. Segundo Bistafa (2018), o som é gerado quando a amplitude da variação da pressão ambiente é superior ao limiar da audição, e quando o período de variação da pressão ambiente corresponde a frequências dentro da faixa auditiva perceptível pelo ouvido.

Essas faixas auditivas estão relacionadas com os limites máximo e mínimos de variação da pressão sonora perceptíveis pelo ouvido. Tais limites são chamados de limiar: o limiar da

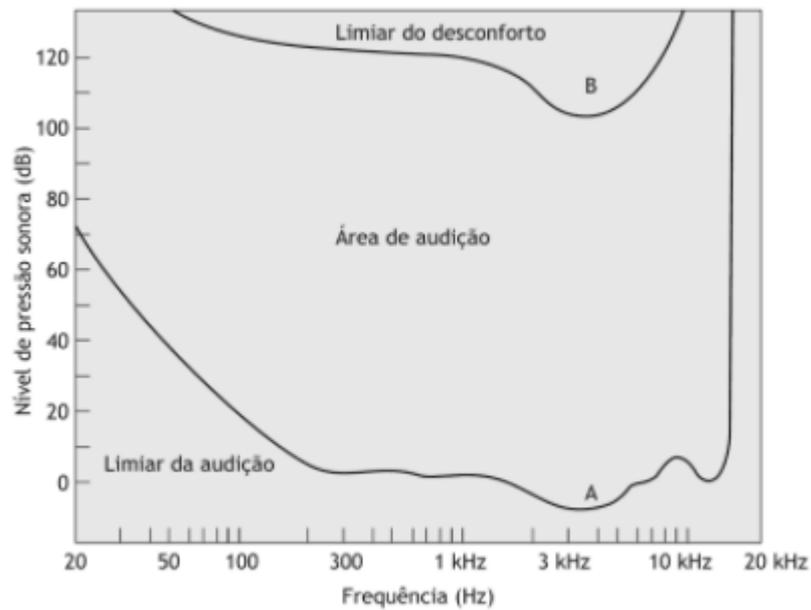
dor ou limiar do desconforto é o limite máximo, e o limiar da audição é o limite mínimo. Nos seres humanos, a sensação auditiva causada pelos estímulos sonoros ocorre somente quando a magnitude e a frequência destes estiverem dentro de determinados valores, quais sejam, aproximadamente 0 a 140 dB(A) e 20 Hz a 2 kHz, respectivamente (HIRASHIMA, 2014).

Cada indivíduo possui características específicas e seus limiares variam de acordo com essas especificidades. Por exemplo: para dialogar com alguns idosos, é necessário aumentar um pouco o tom da voz, pois não escutam bem, mas isso não acontece com maior parte das pessoas mais jovens. Isso ocorre devido a curva do limiar da audição ser mais alta nos idosos, em comparação com pessoas mais jovens. A Figura 2 mostra as diversas curvas de audibilidade que variam de acordo com a intensidade da frequência sonora.



Fonte: BISTAFA, 2018.

As curvas representam os limites audíveis de cada pessoa, e cada indivíduo terá limites específicos, como já falado anteriormente. Entre esses limites se compreende a região chamada de área da audição ou região da audição, onde ocorre todas as experiências auditivas dos seres humanos (BISTAFA, 2018). Todas as variações de pressão sonora que são capazes de serem sentidas e interpretadas pelos seres humanos, devem correlacionar-se, em termos de frequência e níveis sonoros, em locais dentro da área da audição. A Figura 3 exemplifica a região da audição de forma mais explicativa.

Figura 3: Área da audição.

Fonte: BISTAFA, 2018.

3.2 Normas e Leis aplicadas ao município de Campina Grande-PB

Existem algumas leis que devem ser aplicadas na Paraíba e que já estão em vigor há bastante tempo. A Lei Estadual nº 10.016/2013, na qual se estabelece políticas públicas para garantir a saúde auditiva da população paraibana, foi publicada pela Assembleia Legislativa, e no inciso VI do 3º artigo informa que:

“As atividades industriais, comerciais, culturais e outras que gerem elevado impacto sonoro deverão ser acompanhadas de estudos de ruídos e de medidas de controle de ruídos, elaborados pelas empresas responsáveis e aprovados pelo órgão competente, que verificará inclusive o obediência ao que estabelece a NBR 10.151 e às demais normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)” (Lei nº 10.016/2013).

Nesta mesma lei também são citadas algumas resoluções CONAMA (01/90; 02/90; 01/92; 20/94; e 272/00), mas, as que podem ser aplicadas a este trabalho, também fazem alusão ao que é estabelecido pela norma NBR 10.151, já mencionada pela Lei Estadual.

Outra lei importante é a Lei Complementar Municipal nº 042, publicada no dia 24 de setembro de 2009, na qual institui o Código de Defesa do Meio Ambiente do município de Campina Grande e dá outras providências. Na Seção VIII fala sobre Poluição Sonora, e no

artigo 137 no inciso 1 apresentam-se os limites máximos permitidos em cada zona específica. Os limites máximos adotados, de Nível de Pressão Sonora (NPS), pela Lei Complementar Municipal de nº 042/09 em zonas diversificadas são os mesmos exigidos pela Norma NBR 10.151 para áreas mistas com predominância de atividades culturais, lazer e turismo: para período diurno o NPS máximo é de 65 dB(A).

A Lei Complementar 042/09 também cita que é proibido produzir ruídos ou barulhos a menos de 100 metros de escolas, quartéis, igrejas, asilos e estabelecimentos de saúde. Sendo estas classificadas como zonas de silêncio. No entanto, a Lei não diz qual o limite permitido de LAeq para essas zonas.

Desta forma, para este trabalho, será utilizada apenas a NBR 10.151, tanto para os procedimentos técnicos a serem adotados na execução de medições de NPS, quanto para procedimentos e limites para avaliação dos resultados em função da finalidade de uso.

3.3 Percepção Sonora na área urbana do Município de Campina Grande - PB

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2009) publicou recomendações sobre o excesso de ruído nas cidades, alertando para problemas na saúde e no bem-estar dos habitantes, gerando doenças, como: estresse, distúrbios do sono, irritabilidade e dificuldade na comunicação. Segundo Brito (2017), o planejamento urbano é essencial para a redução dos efeitos do ruído na população em geral, sendo responsável pela qualidade de vida do aglomerado urbano. As variáveis do planejamento urbano são muito complexas, pois alguns dos principais causadores de ruído também proporcionam benefícios à sociedade e não devem ser simplesmente eliminados. É o caso dos veículos, que contribuem significativamente para a mobilidade urbana, mas, também, contribuem com a poluição sonora da cidade.

Segundo Costa Junior (2013) a cidade de Campina Grande não se abstém desta configuração presente nos grandes conglomerados urbanos do Brasil, marcada pelas dificuldades impostas pelo avanço feroz da frota de veículos particulares, sendo o seu cotidiano já marcado por uma gama de problemas estruturais decorrentes do excesso de veículos em circulação em um espaço não planejado para tal demanda.

Garavelli et al. (2010) reforçam que a principal fonte da poluição sonora é o tráfego veicular. Quando este componente não é devidamente levado em consideração no planejamento das cidades, os problemas ambientais são potencializados, por exemplo, avenidas com várias faixas de rolamento limitadas por calçadas estreitas deixam a fachada de casas e edifícios a

poucos metros do fluxo de veículos. Dessa forma, fica evidente que o crescimento da frota veicular inviabiliza o controle da poluição sonora.

Atualmente, estudos sobre a poluição sonora não são desenvolvidos na cidade de Campina Grande, que possui instituições de ensino superior públicas e privadas, e seus órgãos municipais só atuam a partir de denúncias da população. Em contrapartida, cidades como New York, nos Estados Unidos, e Santander, na Espanha, são exemplos de cidades inteligentes que estão em plena evolução neste sentido (SENS; OLSZEWSKI JUNIOR, 2018).

Segundo os mesmos autores, a Universidade de New York inaugurou o Centro para Ciência e Progresso Urbano, com o intuito de monitorar luz, temperatura, poluição e outros fatores ambientais, através de sensores implantados por toda a cidade, também obtendo informações por meio de mídias sociais e câmeras. Já na cidade de Santander, existe o projeto Smartsantander, que consistiu na implantação de 18 mil sensores de diversos tipos espalhados pela cidade, onde são responsáveis por monitorar a poluição do ar, sonora e outros fatores ambientais, além de avisar quando o lixo deve ser recolhido, lâmpadas devem ser trocadas e outras funcionalidades.

No Brasil, ainda não existe o monitoramento contínuo realizado pelas próprias prefeituras municipais ou em participação com entidades científicas, como universidades ou instituições. No entanto, existem estudos que foram realizados em diversas cidades que identificaram impactos da poluição sonora, oriunda das movimentações nas vias urbanas, por exemplo:

- A dissertação desenvolvida por Nardi (2008), na cidade de Florianópolis-SC, identificou que nas áreas de recreação, onde muitas pessoas utilizam-nas para praticar esportes e para o lazer, que os níveis sonoros encontram-se 15dB(A) acima do permitido pela lei complementar municipal, devido o intenso fluxo de veículos presentes no local.
- O estudo realizado por Szeremeta e Zannin (2009), na cidade de Curitiba-PR, apontou que há uma forte influência do ruído de tráfego em todos os parques públicos da cidade, pois mais de 50% dos pontos avaliados apresentaram níveis de pressão sonora em desacordo ao permissível pela lei municipal.
- A tese desenvolvida por Florêncio (2018), na cidade de Natal-RN, identificou níveis sonoros mais baixos nas dunas, devido à sombra acústica proporcionada pela topografia local, mas, também, verificou que todo o município encontra-se afetado por elevados níveis de pressão sonora, apresentando 75,4% acima dos 55dB

recomendados pela NBR 10.151, da ABNT, para áreas mistas predominantemente residenciais.

- Na tese defendida por Hirashima (2014), na cidade de Belo Horizonte-MG, foram encontrados valores acima do que é estabelecido pela Norma da ABNT, em praças da região central. O autor informa ainda que nas entrevistas de pesquisas de campo, a população classificou o ruído como desconfortável para valores acima de 68dB, onde a NBR exige que seja no máximo 60dB em áreas mistas com predominância de atividades culturais, lazer e turismo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Medições

As medições foram realizadas nos finais de semana (sextas-feiras, sábados e domingos), pois provavelmente possui uma maior quantidade de movimentação de pessoas no Açude Velho e no Parque da Criança. Assim, as medições ocorreram nos dias: 31/01/2020, 01/02/2020, 02/02/2020, 07/02/2020, 15/02/2020, 16/02/2020 e 29/02/2020 durante o horário da manhã (entre as 07h e as 09h) e da tarde (entre as 16h e 18h) e 01/03/2020 apenas durante o horário da manhã (entre as 07h e as 09h).

Foi utilizado o aparelho medidor integrador de nível sonoro, o Decibelímetro, modelo Decibelímetro Digital DL-4020, da marca ICEL Manaus, disponibilizado pela equipe técnica do Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual da Paraíba, e atende a todos os critérios da norma internacional IEC-651 e ANSI S1.4.

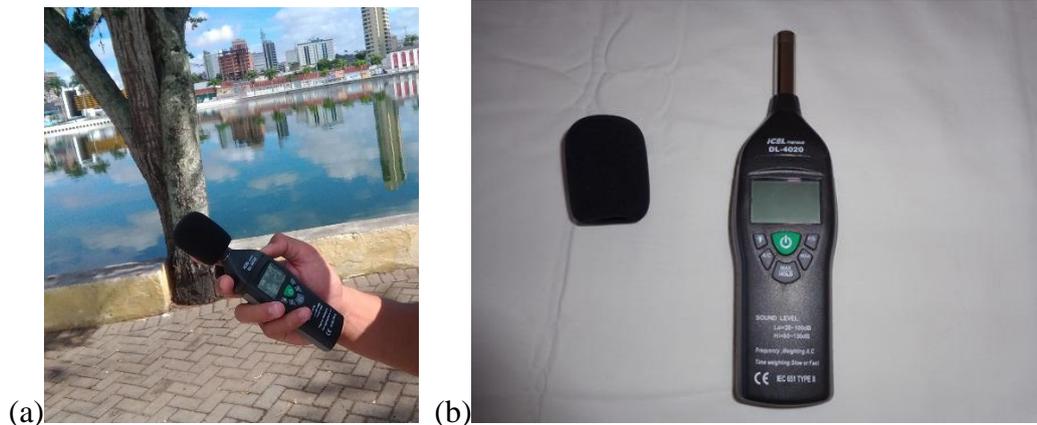
Foi utilizado o GPS modelo GPS eTrex 10, da marca Garmin Ltd, disponibilizado pelo Grupo de Pesquisa em Tecnologia Ambiental (GPTecA) do Centro de Ciências e Tecnologias, da Universidade Estadual da Paraíba para registrar as coordenadas geográficas de cada ponto.

Durante as medições, o aparelho ficou posicionado a 1,5 m de altura e não foi empregado o uso do tripé, obedecendo ao que é estabelecido pela Norma NBR 10.151/20. O microfone estava posicionado pelo menos a 2,0 m de distância de paredes, muros, árvores, veículos e outros objetos que poderiam interferir nas ondas sonoras. A espuma que inibir o som dos ventos estava acoplada ao microfone do decibelímetro em todas as medições. Em todos os pontos foram realizadas 3 leituras de NPS e cada leitura obteve um tempo de 5 segundos.

Os locais escolhidos para realizar as medições são próximos, logo, não houve grande espaço de tempo entre as medições de cada local (Açude Velho e Parque da Criança). Podendo considerar que a poluição sonora nos dois locais eram os mesmos durante o período de medição. As Figuras 5 (a e b) e 6 demonstram os equipamentos utilizados.

As anotações dos NPS's durante as medições eram realizadas em uma planilha, inicialmente. E com o passar dos dias percebeu-se que se perdia muito tempo anotando. Posteriormente, as anotações eram realizadas de forma digital, através de um smartphone.

Figura 4: Decibelímetro durante medições no Açude Velho (a); Decibelímetro com a espuma desacoplada do microfone (b).



Fonte: Autor, 2020.

Figura 5: GPS utilizado nas medições.



Fonte: Autor, 2020.

4.2 Locais e pontos de medição

A Figura 7 esboça os locais das medições realizadas no Açude Velho. Foram realizadas com um espaçamento de no máximo 100 metros entre cada ponto, perfazendo um total de 24 pontos. O Açude Velho fica localizado no Centro da cidade de Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas $7^{\circ}13'31.31''S$ de latitude e $35^{\circ}52'47.52''W$ de longitude.

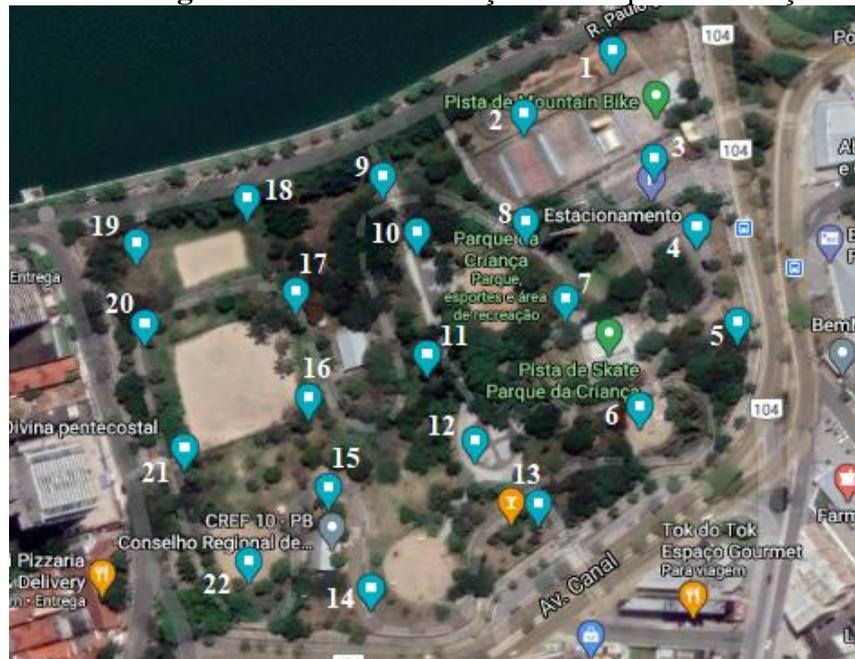
A Figura 8 esboça os pontos de aferições realizadas no Parque da Criança. Foram realizadas com espaçamentos de no máximo 30 metros entre cada ponto, totalizando 22 pontos de medição. O Parque da Criança fica localizado na Av. Elpídio de Almeida, no bairro Catolé, próximo ao Açude Velho, nas coordenadas $7^{\circ}13'38.5''S$ de latitude e $35^{\circ}52'42.8''W$ de longitude.

Figura 6: Pontos de medição no Açude Velho.



Fonte: Google Mapas, 2020.

Figura 7: Pontos de medição no Parque da Criança.



Fonte: Google Mapas, 2020.

4.3 Análise e construção dos resultados

Como já citado anteriormente, as aferições foram realizadas em triplicata, ou seja, em cada ponto foram realizadas 3 leituras do NPS, cuja a equação 1 (Eq.1) foi estabelecida pela NBR 10.151, da ABNT, para encontrar o valor de LAeq:

Eq 1.
$$LA_{eq} = 10 * \log \left[\frac{1}{n} * \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}} \right) \right]$$

Onde:

LA_{eq} = nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A;

Li = NPS, em dB, ponderado em A, lido em resposta rápida (modo Fast) a cada 5s, durante o tempo de medição do ruído;

n = número de leituras em cada ponto.

Os níveis encontrados foram obtidos por meio de planilhas eletrônicas de tratamento de dados da Microsoft Excel 2013®. Para construção dos mapas de ruído foi escolhido os horários que obtiveram interferências constantes no ato das medições. O método de escolha é a partir do cálculo do desvio padrão. O horário que obteve o menor desvio padrão, sofreu interferências constantes durante as medições e foi utilizado para desenvolvimento dos mapas.

A equação 2 (Eq. 2) foi utilizada para calcular o desvio padrão dos horários de medições (MARTINS, 2013):

Eq 2.
$$Dp = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Onde:

Dp = desvio padrão;

\bar{x} = média aritmética das LA_{eq} de cada horário;

x_i = LA_{eq} de cada ponto;

n = número de LA_{eq} de cada local estudado.

Nas planilhas da Microsoft Excel 2013® pode-se empregar a função DESVPAD.A para obter o desvio padrão de um conjunto de dados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 10 apresenta os valores dos desvios padrões obtidos, para cada dia e horário de medição. Desta forma, para construção do mapa de ruído do Açude Velho no horário da manhã foi escolhido o dia 31/01/2020 e no horário da tarde foi o dia 15/02/2020. Já para a construção do mapa de ruído do Parque da Criança, foi escolhido o dia 07/02/2020 no horário da manhã e o dia 15/02/2020 no horário da tarde.

O *Software* QGIS, Versão 3.10.2, possibilita criar vários polígonos e assim representar uma área. Por conseguinte, foram criados diversos polígonos ao redor de cada ponto, onde, cada polígono representa a área superficial cujo LAeq pode atingir. Assim, se apresentam no Apêndice A o Mapa de Ruído no perímetro do Açude Velho e no Apêndice B o Mapa de Ruído do Parque da Criança.

Figura 8: Desvios padrões.

Locais	Açude Velho		Parque da Criança	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
31/01/20	4,161	5,014	3,588	3,541
01/02/20	4,529	6,263	4,205	3,571
02/02/20	6,430	4,330	3,489	3,853
07/02/20	5,302	4,517	3,223	2,936
15/02/20	6,028	2,997	4,179	2,784
16/02/20	4,394	5,956	5,515	4,288
29/02/20	4,637	3,733	4,356	3,024
01/03/20	5,135	-	3,932	-

Fonte: Autor, 2020.

O Apêndice A demonstra que o horário da manhã possui LAeq's menores, quando comparadas com o horário da tarde. Estatisticamente, 25% dos LAeq's no horário da manhã, ultrapassaram o limite permitido pela NBR. No horário da tarde, no dia 15/02/2020, a situação se agrava devido o fluxo de veículos ser maior, aproximadamente 37,5% dos LAeq's ultrapassaram o limite permitido.

Bunn, Oliveira Filho e Zannin (2016) realizaram uma simulação, em seus estudos, onde testaram a velocidade média de trânsito dos veículos e identificaram que com a diminuição da velocidade média, conseqüentemente, ocorre a diminuição dos níveis de pressão sonora. Desta

forma, pode-se considerar que além do fluxo estar muito intenso nas vias, as velocidades dos veículos também ocasionaram as taxas elevadas de NPS do Apêndice A.

Percebe-se que os pontos que obtiveram NPS acima do permitido pela NBR (na cor rosa), estão localizados próximos a vias com grande fluxo de veículos. A Rua João Florentino de Carvalho, localizada próximo aos pontos de aferição 23 e 24 (Apêndice E), recebe alto fluxo diário de veículos. Logo, no horário da manhã, apenas o ponto 24 ultrapassou o limite de NPS permitido; porém, no horário da tarde, tanto o ponto 24 quanto o ponto 23 avançaram o limite de NPS. Isto evidencia que o fluxo veicular influenciou nos resultados obtidos.

O mesmo ocorre no cruzamento das Ruas Miguel Couto e Paulo de Frontim (Apêndice F) que fica localizado no outro extremo do Açude Velho, pois no horário da manhã apenas o ponto 10 ultrapassou o limite permitido de 65dB, mas à tarde devido ao fluxo veicular ser maior, os pontos 10 e 11 avançaram no limite permitido.

No Parque da Criança o cenário é diferente. No Apêndice B, os níveis sonoros apresentaram melhores resultados quando comparados com os níveis do Apêndice A. Apenas no horário da tarde, no dia 15/02/2020, o NPS ultrapassou em 4,54%. Um dos motivos para apenas o ponto 3 ter ultrapassado o limite permitido, além do fluxo de veículos nas vias públicas, é que este ponto fica localizado na entrada do parque, que também dá acesso ao estacionamento e fica em frente à Avenida Canal (Apêndice E), que é muito movimentada nos horários estudados. Além disto, este ponto específico do parque não possui vegetação arbórea.

Segundo Bistafa (2018), as barreiras acústicas originadas por árvores são eficazes principalmente em altas frequências, acima de 2.000 Hz. Segundo Botari et al. (2013) a presença de espécies vegetais densas e de diferentes alturas colaboram para a atenuação do som. Lira et al. (2004) relataram haver no Parque da Criança um total de 659 unidades de vegetação, com 86 espécies diferentes. Dessa forma, o fato dos níveis aferidos no Parque da Criança não estenderem o limite permitido se baseia na densidade vegetal, de diversas alturas, presentes ao redor e dentro do parque.

Nos Apêndices C e D mostram todos os LAeq calculados durante os dias e horários de medição. As LAeq's que estão com as cores azuladas são as que ultrapassaram o limite máximo permitido. No ponto de medição 11 e 14 do Açude Velho possuem uma unidade de ensino e uma de saúde, respectivamente, onde em alguns dias estão fora da faixa permitida de 65dB. Segundo a Lei Complementar Municipal 042/09 estabelecimentos de saúde e de escolas são considerados zonas de silêncio e não pode haver ruídos a menos de 100 metros próximos destes locais.

Entretanto, a Lei 042/09 não especifica quais os limites permitidos para estas zonas e, também, não discrimina a localidade de cada zona considerada de silêncio. A Norma NBR 10.151 também não cita em nenhum momento. Caso fosse considerado o limite máximo permitido de 65dB, 23,33% dos LAeq's não estão de acordo com a NBR e dos LAeq's que avançaram no limite permitido, 85,71% foram no horário da tarde.

Os dias 01/02/2020 e 29/02/2020 no horário da tarde foram os que obtiveram níveis mais expressivos. Geralmente, a maioria dos eventos da cidade que provocam a aglomerações de pessoas são realizados no Parque da Criança ou nas adjacências do Açude Velho, como por exemplo: corridas, passeios ciclísticos, caminhadas, práticas desportivas, aulas de danças, apresentações musicais, encontros de criadores de pets, festas, brinquedos de diversões, etc.

Desta forma, nas tardes dos dias 01/02/2020 e 29/02/2020, acredita-se que os níveis foram influenciados por um ou mais destes eventos. No geral, dos 690 níveis medidos e calculados, cerca de 23,78% ultrapassaram o limite máximo permitido. A Figura 14 apresenta as porcentagens de LAeq's acima do permitido, em cada horário e local estudado.

Figura 9: Porcentagens de LAeq's acima do limite máximo permitido.

Dias	M (AV)	M (PC)	T (AV)	T (PC)	Total
31.01	25%	0%	50%	4,54%	20,65%
01.02	25%	0%	95,83%	90,91%	53,26%
02.02	12,50%	0%	20,83%	13,64%	11,96%
07.02	29,17%	0%	25%	9,09%	16,30%
15.02	29,17%	4,54%	37,5%	4,54%	19,57%
16.02	8,33%	36,36%	27,27%	18,18%	21,74%
29.02	29,17%	0%	70,83%	72,72%	44,57%
01.03	8,33%	0%	-	-	2,17%
Total	20,83%	5,11%	46,43%	30,52%	23,78%

Legenda: M – manhã, T- tarde, AV – Açude Velho, PC – Parque da Criança.

Fonte: dados da pesquisa.

Em análise, foi possível verificar que em 6 dos 8 dias, o Parque da Criança, no horário matutino, não ultrapassou o limite permitido. Nos mesmos dias e horários, os níveis do Açude Velho chegaram até 29,17% de LAeq's acima de 65dB. Este fenômeno ocorreu devido a barreira acústica que as árvores exerceram no Parque da Criança.

Avaliando o horário da tarde nos dois locais, o Açude Velho obteve mais que o dobro de níveis acima do limite permitido em relação ao Parque da Criança, mais de 15%. Atualmente o Açude Velho possui pouca vegetação, as vias e avenidas são muito próximas ao calçamento, onde ocorre o fluxo de transeuntes. Isto pode ser atribuído aos níveis de NPS encontrados.

Nos dias 01/02/2020 e 29/02/2020 no horário da tarde os resultados foram agressivos pois os NPS chegaram a atingir uma porcentagem de 95,83% e 72,72%, respectivamente. Se caracterizou dessa forma devido aos eventos ocorridos nos arredores dos locais estudados.

Diante destes resultados, algumas medidas mitigatórias podem ser adotadas (a curto, médio e longo prazo) para reduzir os danos à saúde da população que frequenta os locais estudados, principalmente, o Açude Velho. A curto prazo, a redução da velocidade dos automóveis é uma alternativa, com a instalação de placas indicativas de velocidade máxima permitida e lombadas físicas. A médio prazo, a implantação de redutores de velocidade eletrônicos, como lombadas e radares de velocidade. E a longo prazo, fiscais de trânsito, a reconfiguração das vias (não permitindo o trânsito de veículos pesados), barreiras físicas nas bordas das vias e a incrementação da vegetação do Açude Velho.

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise da poluição sonora no Açude Velho e no Parque Criança, locais estes onde a população utiliza para prática de esportes, lazer, cultura e turismo. Estas análises iniciaram-se a partir da escolha dos pontos geográficos de cada medição. As medições foram realizadas em triplicata atendendo ao que é estabelecido pela Norma NBR 10.151/20, da ABNT. Os cálculos das LAeq's também foram realizados obedecendo aos parâmetros da NBR. A Mapas foram criados a partir das LAeq's calculadas com o uso do *Software* QGIS, versão 3.10.2.

A análise dos pontos críticos possibilitou identificar que o Parque da Criança possui uma proteção vegetal que impede a passagem de ruídos altos e, por conseguinte, protege a população deste tipo de poluição. Proteção esta que o Açude Velho não possui e, conseqüentemente, obteve níveis de LAeq's acima do permitido pela NBR 10.151, principalmente no horário da tarde, chegando a 46,43% dos LAeq's acima do limite máximo permitido. Com base nos resultados foi proposto medidas mitigatórias de curto, médio e longo prazo para reduzir os possíveis impactos que a poluição sonora pode causar a população.

Observou-se também que existem dois pontos do Açude Velho que estão próximos a zonas de silêncio da cidade, que, segundo a Lei Complementar Municipal 042/09, não se deve produzir ruídos a menos de 100 metros dessas zonas. No entanto, a Lei citada não discrimina os limites máximos permitidos para estas zonas nem os locais detalhados (nome físico ou endereço) que são zonas de silêncio.

Conclui-se, então, que os locais estudados, Açude Velho e Parque da Criança, são pontos críticos de poluição sonora e que o fluxo dos veículos é o principal causador dos resultados obtidos e tais medidas mitigatórias apresentadas poderiam diminuir consideravelmente os níveis LAeq's encontrados nos resultados deste estudo.

Sugere-se que sejam realizados mais estudos, não somente nessa área, mas também em outros pontos de aglomeração do município, com o emprego de aparelhos mais sofisticados, para que seja possível criar um novo planejamento urbano para a cidade e, sugere-se também, uma reestruturação da Lei Complementar do Município de Campina Grande especificando quais são e onde estão localizadas as zonas de silêncio, discriminando os limites máximos permitidos em cada zona, sejam elas: residencial, diversificada, industrial e de silêncio.

REFERÊNCIAS

- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Blucher, ed. 3, 436 p., 2018.
- BORGES, G. CARDINS, R. COELHO, M. PEREIRA, J. JERÔNIMO, C. E. M. **Monitoramento dos níveis de pressão sonora produzido por uma instituição do ensino médio de Mossoró - RN**. Scientia Plena, vol. 9, num. 9, 2013.
- BOTARI, A. et al. **Barreiras termo Acústicas vegetais em espaços públicos abertos - O caso das praças do município de Umuarama - PR**. XIII Safety, Health and Environment World Congress, Porto, 2013.
- BRASILEIRO, V. M. M. **Poluição Sonora**. Consultoria Legislativa da Área XI da Câmara dos Deputados. Brasília, marc. 2012.
- BRITO, Luiz Antonio Perrone Ferreira. **A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental: v. 22, n. 6, 2017.
- BUNN, F. OLIVEIRA FILHO, M. M. ZANNIN, P. H. T. **Impacto ambiental sonoro no trecho sul da linha verde na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil**. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 38, p. 07-34, 2016.
- CALIXTO, W. P. RODRIGUES, C. G. **Poluição Sonora**. Universidade Católica de Goiás. Goiania, 2004.
- CANTRELL, R. W. **Prolonged exposure to intermittent noise: audiometric, biochemical, motor, psychological and sleep effercts**. The Laryngoscope, Califórnia: vol. 84, n. 10, part. 2, p. 1-55, 1974.
- COSTA JUNIOR, Clodoaldo Brandão. **Para onde (não) vamos? Análise dos impactos da frota de automóveis na área central de Campina Grande-PB**. Dissertação de mestrado. UFPB/CCEN. João Pessoa, 2013.
- FIDELL, Sanford. **Nationwide urban noise survey**. The Journal of the Acoustical Society of America, v. 64, n. 1, p. 198-206, 1978.
- FLORÊNCIO, Débora Nogueira Pinto. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- GARAVELLI, S. L. et al. **Mapa de ruído como ferramenta de gestão da poluição sonora: estudo de caso de Águas Claras-DF**. In: 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, Faro. 2010.
- HIRASHIMA, Simone Queiroz Silveira. **Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte - MG, Brasil**. Tese

apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. São Paulo, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Censo demográfico 2010**. Ministério de Planejamento, Orçamento e Coordenação, Rio de Janeiro: 2011.

_____. **Censo demográfico 1991**. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação, Rio de Janeiro: nº 13, 1991.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2a edição rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

LACERDA, A. B. M. D. et al. **Ambiente urbano e percepção da poluição sonora**. Ambient & Sociedade, SciELO Brasil, São Paulo, v. 8, n. 2, 2005.

LIRA, R. S. et al. **Diagnóstico paisagístico do Parque da Criança em Campina Grande, PB**. Revista de Biologia e Ciência da Terra, v. 4, n. 1, p. 101-109, 2004.

LUNET, N. SEVERO, M. BARROS, H. **Desvio padrão ou erro padrão**. Arquivos de medicina, v. 20, n. 1-2, p. 55-59, 2006.

MARTINS, Maria Eugénia Graça. **Desvio padrão amostral**. Revista de ciência elementar, v. 1, n. 1, 2013.

NARDI, Aline Souza Lopes Ventura. **Mapeamento sonoro em ambiente urbano**. Estudo de caso: área central de Florianópolis. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC: Florianópolis, 2008.

NASCIMENTO, R. G. GODOY, R. M. B. SOUTO, C. A. J. UEHARA, G. T. **Avaliação da Poluição Sonora na UNICAMP**. Revista Ciência do Ambiente On-Line, vol. 3, n. 1, Fev. 2007.

NASCIMENTO, R. G. et al. **Avaliação da poluição sonora na UNICAMP**. Revista Ciências do Ambiente On-Line, vol. 3, n. 1, 2007.

Norma Brasileira ABNT - NBR 10151. **Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro, 2019.

PAZ, E. C. da; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. **Estudo comparativo da percepção do ruído urbano**. Revista de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, v. 39, num. 3, p. 467-472, 2005.

PRATA, D. F. R. F. GONÇALVES, V. S. JÚNIOR, E. G. J. NETO, R. S. **Os impactos causados congestionamento e crescimento da frota de veículos na cidade de Itaperuna/RJ**. Campos dos Goytacazes, XVII Seminário de Integração Regional: 2019.

Prefeitura Municipal de Campina Grande - PB. Lei Complementar Nº42 - **Institui o Código de Defesa do Meio Ambiente do município de Campina Grande e dá outras providencias**. Campina Grande, 2009.

SAFEER, H. B. **Community noise levels - a statistical phenomenon.** Journal of Sound and Vibration, v. 26, n. 4, p. 489-502, 1973.

SENS, G. O. OLSZEWSKI JUNIOR, J. L. **CWDB: sistema para detenção dinâmica e análise de poluição sonora.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR: Curitiba-PR, 2018.

SILVA, S. T. **Poluição visual e poluição sonora: aspectos jurídicos.** Revista de Informação Legislativa. Brasília, 2003.

SOUZA, F. P. **A poluição sonora ataca traiçoeiramente o corpo.** Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/lpf/2-14.html>>. Acesso em: 09 de agosto de 2020.

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, p. 6143-6149, 2009.

WISNIK, J. M. **O som e o sentido: uma outra história das músicas.** Companhia das Letras, São Paulo: ed. 3, 285p., 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Night noise guidelines for Europe.** Copenhagen: 2009.

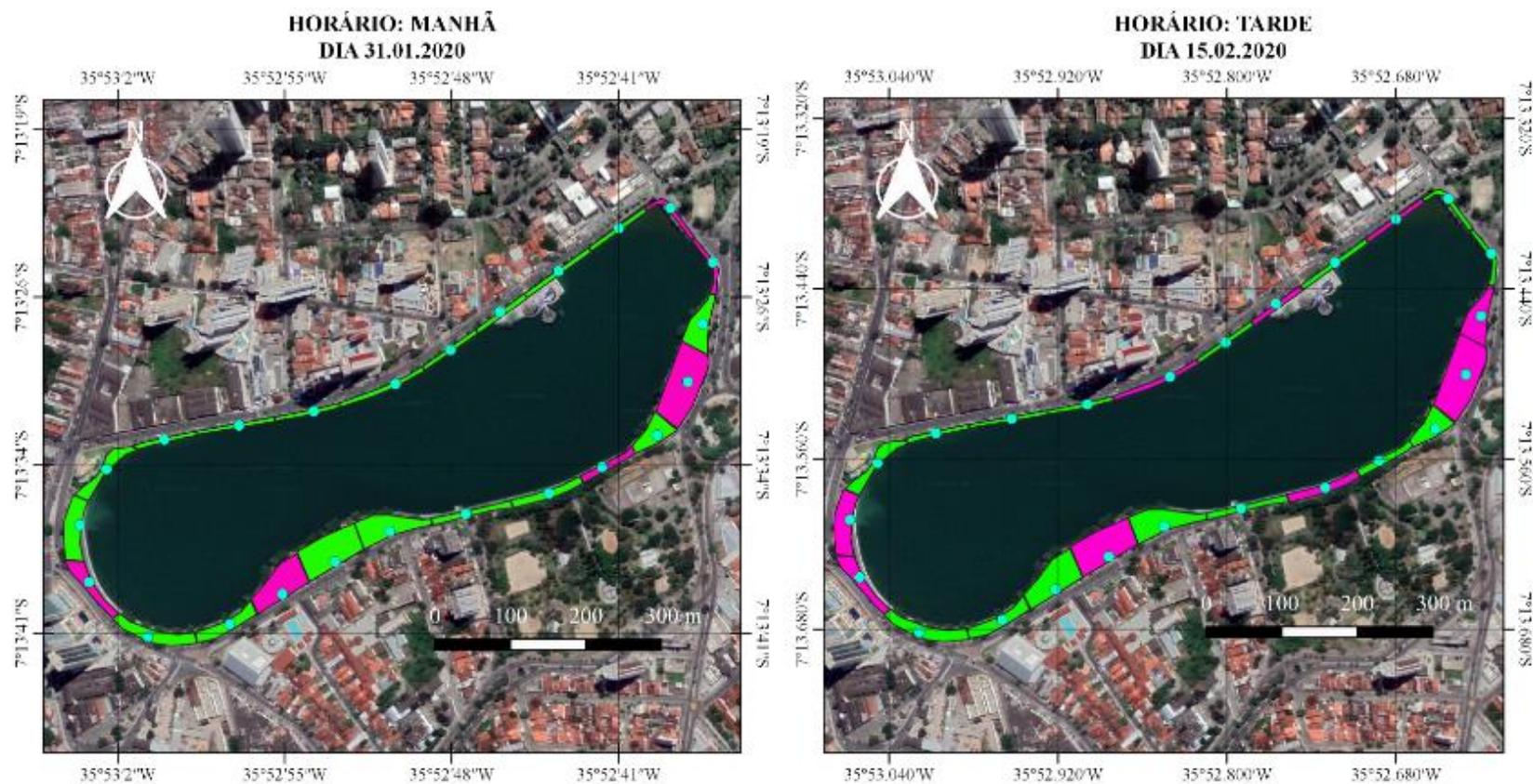
World Health Organization (WHO). **Guidelines for community noise.** Geneva: 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environnement.** 2003.

ZANNIN, P. H. T. SZEREMETTA, B. **Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa de Ruído no Perímetro do Açude Velho.



MAPA DE RUÍDO NO PERÍMETRO DO AÇUDE VELHO

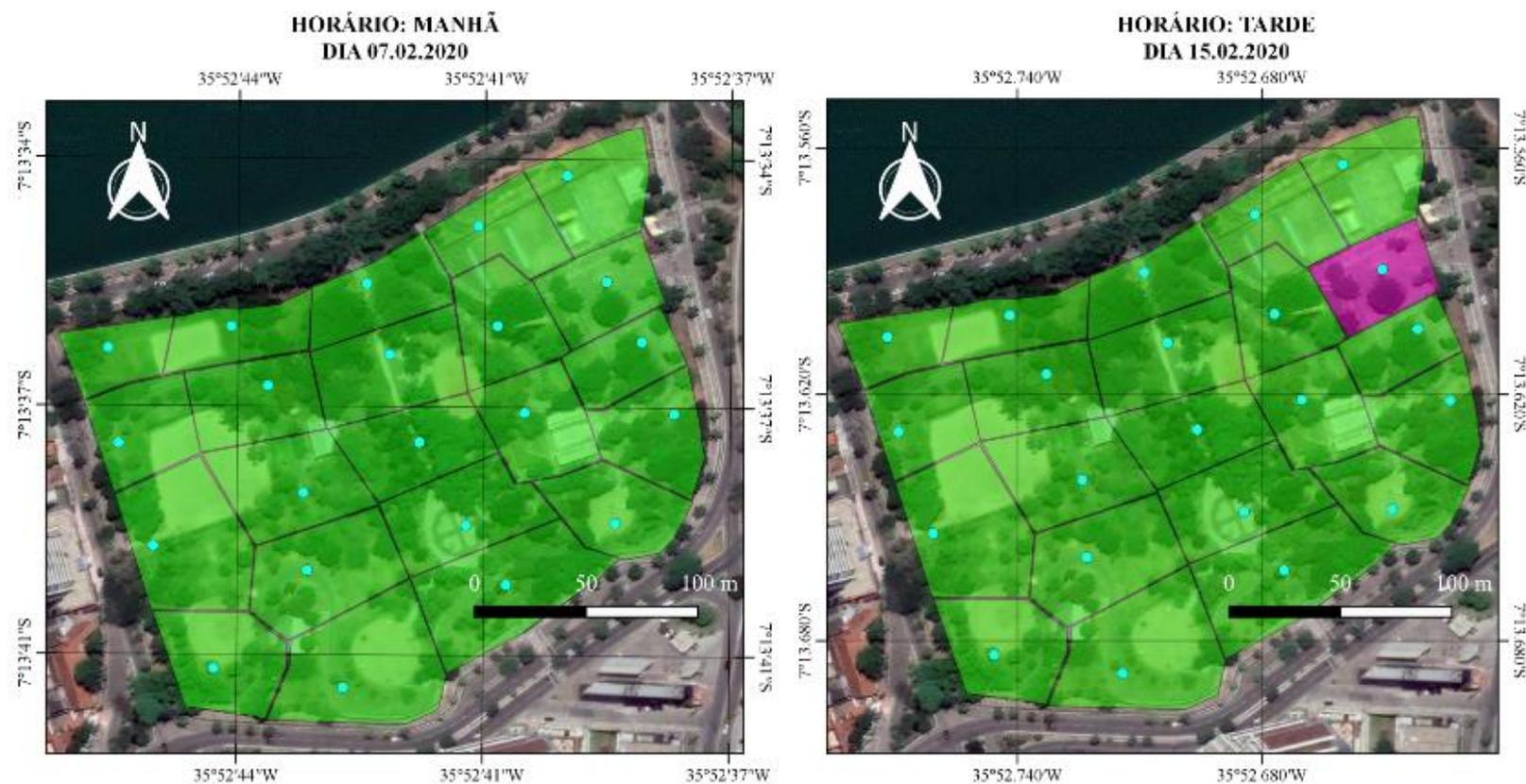
LOCALIZAÇÃO: CAMPINA GRANDE - PB
 PERÍODO: DIURNO
 PROJEÇÃO: UTM
 DATUM: SIRGAS 2000
 FONTE: GOOGLE SATÉLITES

LEGENDA

- $Leq < 65.0$ dB
- $Leq > 65.0$ dB
- Pontos de Medição

Fonte: QGIS versão 3.10.1.

APÊNDICE B - Mapa de Ruído do Parque da Criança.



MAPA DE RUÍDO NA ÁREA INTERNA DO PARQUE DA CRIANÇA

LOCALIZAÇÃO: CAMPINA GRANDE - PB
 PERÍODO: DIURNO
 PROJEÇÃO: UTM
 DATUM: SIRGAS 2000
 FONTE: GOOGLE SATÉLITES

LEGENDA

- Leq < 65.0 dB
- Leq > 65.0 dB
- Pontos de Medição

Fonte: QGIS versão 3.10.2.

APÊNDICE C – LAeq's do dia 31/01/2020 ao dia 07/02/2020.

Pontos de Medição	31/01/2020				01/02/2020				02/02/2020				07/02/2020			
	AV		PC		AV		PC		AV		PC		AV		PC	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
1	58,5	59,3	57	59	63,3	75,8	61,9	73,5	56,4	61,8	55,7	59,8	60,1	58,9	58,4	65,2
2	67	58,1	53,3	58,1	61,7	78,7	50	69,9	57,1	57,7	60,9	54,8	63,2	63,9	57,6	56,7
3	63,6	57	58,1	62,7	61,7	74,4	62,9	75	51	67,3	56,9	60,4	63,2	56,4	56,4	62,6
4	54,5	66,2	64,1	65,3	63,3	72,4	58	77,4	54,9	60,6	52,3	62,2	68,1	59,6	61,2	64,5
5	64,2	56,1	63,7	63,6	71	68,8	64,2	70,6	52,6	60,3	62,8	61,1	63,6	56,3	62,3	60,4
6	58,7	69,6	58,6	59,2	70,4	68,3	57,7	70,8	52,3	60,4	53,9	59,7	51,1	58,9	58,4	61,3
7	65,3	69,4	57,4	63,6	64,2	65,2	52,7	68,1	54	56,1	58	68,1	67	55,8	57,5	60,5
8	57	58,2	52,1	62,9	65,7	65,6	51,8	64,3	61	55	55,1	56,3	59,6	62,6	55,8	61,2
9	63,4	66,5	51,9	54,7	61,7	67,7	51,2	67	75,7	62,8	53,2	57,7	64,6	60,7	51,5	55,5
10	67	65,9	52,7	58,9	66,2	72,9	59,1	68,7	62,4	59,5	55,2	55,5	61,6	67,4	55	61,3
11	58,6	64,5	52	59,2	64	65,2	52,4	69,2	55,6	64,6	51,2	65,9	61,1	68,3	54,1	58,5
12	59,3	61	55,1	57,2	56,5	66,7	53,7	73,8	57,9	52,5	54,1	64,8	60,4	67,9	55,4	59,7
13	57,1	66,3	60,5	62,2	61,6	62,9	59,7	71,4	53,7	65,6	50,5	62,6	68,7	64,3	53,8	67,5
14	63,7	60,9	58,9	59,3	55,3	66,2	55,4	72,3	51,7	56,2	52,3	58,7	71,4	62,4	62,2	61,8
15	56,8	62,4	54,9	62,2	61,3	67,1	51,8	68	53,9	54	52,2	58,9	55,9	62,5	62,1	56,6
16	58,9	65,7	53,9	55,1	66,6	73,8	57,5	66,4	63,9	58,2	49	61	58,3	55,8	59,3	57,8
17	63	58,2	54,4	51,5	62,6	92,8	52,8	63,3	56,3	55,3	52,6	59,2	58,1	59,7	52,8	58,6
18	54,9	59,3	52,7	58,8	56,7	73	52,9	66,8	51,8	62,7	48,7	56,1	64,6	58,6	51,9	60,3
19	61,1	70	54,5	58,6	53,9	71	56,1	67,4	55,4	64,7	52,3	63,7	58,8	67,4	58,9	57,5
20	62,5	73,1	53,8	54,3	58,5	67	52,5	66,9	55,8	66,7	52,8	52,9	71,8	65,3	58,8	58,6
21	67,2	71,2	55,2	60,7	64,9	76,2	61,3	68,9	73,6	65,5	51,2	61,2	72,9	73,3	57,6	59,9
22	68,9	69,2	59	56,6	70,9	66,7	58,3	74,2	57,3	62,7	55,8	65	67	61,8	58,7	58,3
23	62,3	68	-	-	62,7	72,8	-	-	65,6	62	-	-	60,5	64,2	-	-
24	66,1	62,5	-	-	62,4	74	-	-	57,2	65,8	-	-	59,8	61,5	-	-

Legenda: M – manhã, T- tarde, AV – Açude Velho, PC – Parque da Criança, os símbolos são as zonas de silêncio.

Fonte: Autor, 2020.

APÊNDICE D – LAeq's do dia 15/02/2020 ao dia 01/03/2020.

Pontos de Medição	15/02/2020				16/02/2020				29/02/2020				01/03/2020			
	AV		PC		AV		PC		AV		PC		AV		PC	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
1	61,4	64	65,6	58,3	58,4	58,3	60,1	58,6	61,3	65,6	59,4	68,8	58,4	-	53,8	-
2	62,9	63,4	53,1	54,8	53,5	57,6	60,2	58,2	58,9	65	55,8	70,2	56,3	-	61,1	-
3	54,7	65,7	61,3	60,9	49,2	63,3	63,4	63,2	57	63,2	57,1	74,6	55,6	-	54,9	-
4	73,1	58	60,8	58,9	56	61,3	63,1	55	65,4	69,9	60,5	71,3	62,4	-	61,5	-
5	55,2	62,4	61,4	62,8	55,5	72,4	65,4	61,4	56,6	67,3	64,9	66,3	49,6	-	63,8	-
6	53,3	69,5	56,4	65,2	60,8	62,3	61,9	66,1	62,8	68,9	54,9	67	54,3	-	58,3	-
7	57,2	61,2	51,9	58,1	52,3	62,4	54,5	54,9	72	60	64,2	64,2	52	-	55,8	-
8	62,3	63,1	51,2	58,5	52,6	62,7	75,6	54,6	68,1	56,7	58,4	69	56,4	-	56,9	-
9	62,3	63,2	54,1	55,7	60	58,6	63,3	65,2	63,8	60,9	53,5	64	69,3	-	56,7	-
10	65,6	65,7	52,9	56,5	51,2	63,3	54	60,1	63,8	64	52,9	67,5	65	-	56,4	-
11	60,4	70,2	51,3	57,9	55,4	61,6	61,9	57,8	60,4	72,1	60,8	69,9	61,6	-	61,7	-
12	61,1	64,1	55,5	59,2	57,9	61,5	73	57,8	56,9	70,5	51,7	72,9	57,6	-	55,2	-
13	61,7	63,2	53	57,4	52,6	57,1	64,5	60	69,7	62,7	56,4	67,2	53,9	-	58	-
14	63	64,2	54,4	59,8	52,7	54,4	71,5	61,5	58,5	65,8	60,5	66,7	63,3	-	57	-
15	66,6	63,2	53,3	58,9	56,2	62,4	67,7	60,3	58,4	67,5	53,1	64,3	50,1	-	49	-
16	56,7	66,5	50,8	61,9	57,3	55,8	64,9	62,6	64,4	68,9	50,9	64,2	51,7	-	59,2	-
17	58,6	62,9	49,2	56,5	59,3	61,7	72,3	60,8	62,5	64,6	49,6	65,3	62,8	-	56,9	-
18	61,2	68,1	53,5	57,3	62,5	68,8	61,6	57,8	60	65,3	55,7	63,1	56,7	-	49,7	-
19	72,3	59,1	54,9	62	58	58,1	67,1	61,5	53,8	66,9	53,9	67,9	63,1	-	53,2	-
20	60,3	66,6	59,1	59,3	58,3	62,8	67,8	73,4	59,6	66,7	50,6	69	55,8	-	55,9	-
21	76,1	63,8	58,4	64,9	53,8	69,8	64,1	62,4	67,6	65,8	51,2	67,5	58,1	-	63,2	-
22	73,2	61,7	57,5	61,7	59,7	69,7	70,3	65,3	68,2	68,4	54,5	64,7	64,3	-	52,4	-
23	63,7	68,3	-	-	65,7	79,7	-	-	62,3	72,7	-	-	60,8	-	-	-
24	66	65,9	-	-	66,7	70,7	-	-	65,5	65,5	-	-	62,4	-	-	-

Legenda: M – manhã, T- tarde, AV – Açude Velho, PC – Parque da Criança.

Fonte: Autor, 2020.

APÊNDICE E - Pontos 23 e 24 do Açude Velho (AC) próximo à Rua João Florentino de Carvalho (linha branca) e Ponto 3 do Parque da Criança (PC) próximo à Avenida Canal (linha amarela)



Fonte: Google Maps.

APÊNDICE F- Pontos 10 e 11 do Açude Velho (AV) próximo ao cruzamento das Ruas Miguel Couto (linha branca) e Paulo de Frontim (linha amarela).



Fonte: Google Maps.