

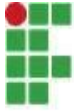
INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO GABRIEL GONÇALVES MARIANOWSKI

**POLUIÇÃO SONORA E SEUS EFEITOS NOS FRAGMENTOS DE
MATA**

LONDRINA

2018



INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

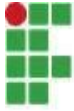
JOÃO GABRIEL GONÇALVES MARIANOWSKI

**POLUIÇÃO SONORA E SEUS EFEITOS NOS FRAGMENTOS DE
MATA**

Trabalho de Conclusão de Curso, modalidade
Relatório de Pesquisa, apresentado ao curso
Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino
Médio do Instituto Federal do Paraná.

LONDRINA

2018



FOLHA DE APROVAÇÃO

JOÃO GABRIEL GONÇALVES MARIANOWSKI

POLUIÇÃO SONORA E SEUS EFEITOS NOS FRAGMENTOS DE MATA

Trabalho de Conclusão de Curso, modalidade Relatório de Pesquisa, apresentado ao Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Biotecnologia.

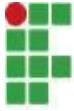
Orientadora: Profa. Dra. Fernanda de Oliveira Martins

Coorientador: Prof. Dr. Lawrence Mayer Malanski

Componente da Banca: Prof. MsC. Bruno Duarte Ziroldo

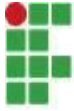
Componente da Banca: Prof. Dr. Leonardo Carmezini Marques

Londrina, 23 de novembro de 2018.



AGRADECIMENTOS

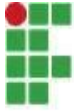
Sinceramente eu quero agradecer a todos que participaram do meu trabalho de forma direta ou indireta, desde os meus orientadores até a família, os amigos e qualquer outro ser vivo.



RESUMO

Dentro do cotidiano rotineiro da vida urbana, possuímos partes nativas de natureza denominada de fragmentos de mata. A ideia de manter esses pontos de fauna e flora é um aspecto muito positivo para biotecnologia, porém existem alguns problemas que estão literalmente ao seu redor que podem interferir no meio natural. O trabalho proposto tem como objetivo, caracterizar o som da margem desses fragmentos e analisá-los para uma futura proposta de remediação. Sabemos que de forma direta e indireta a poluição sonora, visual e entre outras estão ao nosso redor, mas não sabemos o quanto desse tipo de ruído interfere na rotina dos animais do local, esses mesmos que tentamos preservar de maneira sustentável. Sendo assim, foi caracterizado o som que rodeia e reverbera pelo ar, através de experimentos como caminhada sonora e pesquisas de livros e artigos e materiais científicos para a compreensão de como certos grupos de animais, conseguem ouvir. Os resultados coletados e observados da experiência da caminhada sonora foram analisados por espectrograma. Após a análise dos sons, conseguimos identificar visualmente pelo gráfico e distinguir pelo som o quanto de intensidade sonora cada objeto ou ser vivo produz naquela área. A partir disso, surge a possibilidade de reduzir esse som que predomina dentro do biosistema, através de barreiras sonoras naturais como a própria vegetação e parede feitas com materias de origem orgânica ou artificial, como concreto, vidro e acrílico, a fim de realizar uma convivência mais harmônica.

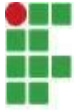
Palavras-chave: Espectrograma. Som. Caminhada sonora. Paisagem sonora. Londrina.



ABSTRACT

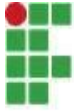
Within the daily routine of urban life, we have native parts of nature called fragments of forest. The idea of maintaining these fauna and flora points is a very positive aspect for biotechnology, but there are some problems that are literally around you that can interfere with the natural environment. The proposed work aims to characterize the sound of the margin of these fragments and to analyze them for a future remediation proposal. We know that direct and indirect noise, visual pollution and others are around us, but we do not know how much of this type of noise interferes with the routine of the local animals, the same ones that we try to preserve in a sustainable way. Thus, the sound that surrounds and reverberates through the air was characterized by experiments such as sound walk and research of books and articles and scientific materials to understand how certain groups of animals can hear. The results collected and observed from the sound walk experience were analyzed by spectrogram. After the analysis of the sounds, we can identify visually by the graph and distinguish by the sound how much of sound intensity each object or living being produces in that area. From this, the possibility exists to reduce that sound that prevails within the biosystem, through natural sound barriers such as the vegetation itself and wall made with materials of organic or artificial origin, such as concrete, glass and acrylic, in order to make a living more harmonic.

Keywords: Spectrogram. Sound. Sound walk. Sound landscape. Londrina.



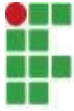
LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** *Imagem do Google Maps, 2018, latitude -23.316803 e longitude -51.172832 - mostrando a localização do vale do córrego Água Fresca, local do estudo.* 19
- FIGURA 2.** *Imagem do Google Earth, 2018, latitude -23.316803 e longitude -51.172832 - mostrando os pontos onde ocorreram as gravações (pontos azuis) e o percurso da caminhada sonora (tracejado em vermelho).* 20
- FIGURA 3.** *Rua do Escoteiro às 14:44 horas.* 22
- FIGURA 4.** *Rua Alagoas às 14:48 horas.* 23
- FIGURA 5.** *Avenida Goiás às 14:52 horas.* 23
- FIGURA 6.** *Exemplo de Barreiras Acústicas ao longo da A43-IC29 (Portugal).* 26
- FIGURA 7.** *Exemplo de Barreira Acústica ao longo da A1 (Portugal).* 27
- FIGURA 8.** *Exemplo de barreira acústica no Japão.* 27



LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1.** Espectrograma do ponto 1 da Figura 2. Horário do experimento: 14:44. Descrição do som - **Biofonia:** Comunicação entre os pássaros; **Antropofonia:** Trânsito de veículos motorizados (passagem de carros e motos). 24
- GRÁFICO 2.** Espectrograma do ponto 2 da FIGURA 2. Horário do experimento: 14:48. **Biofonia:** Pássaros cantando. **Antropofonia:** Trânsito de veículos motorizados (passagem de carros e caminhão). 24
- GRÁFICO 3.** Espectrograma do ponto 3 da FIGURA 2. Horário do experimento: 14:52. **Biofonia:** Um leve canto de pássaros. **Antropofonia:** Movimentação de carros, motos e de avião. 24
- GRÁFICO 4.** Espectrograma do ponto 4 da FIGURA 2. Horário do experimento: 14:57. **Biofonia:** Pássaros cantando. **Antropofonia:** Passagem de moto. 25
- GRÁFICO 5.** Espectrograma do pontos em vermelhos da FIGURA 2. Horário do experimento: 15:09 - 15:18. **Biofonia:** Pássaros cantando. **Antropofonia:** Transito de carros e motos. **Geofonia:** Ventania serena. 25



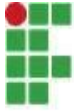
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BN – Biblioteca Nacional

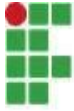
IFPR – Instituto Federal do Paraná

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA	11
1.2 PROBLEMAS	11
1.3 HIPÓTESE	11
1.4 OBJETIVO GERAL	12
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.6 JUSTIFICATIVA	13
2 DESENVOLVIMENTO	14
2.1 O SOM E SUAS FONTES	14
2.2 POLUIÇÃO SONORA E LEGISLAÇÃO	15
2.3 PERCEPÇÃO DO SOM PELOS ANIMAIS	16
3 METODOLOGIA	19
3.1 AMOSTRAGEM E FORMAS DE COLETA E ORGANIZAÇÃO	19
3.2 ANÁLISE DOS DADOS	20
4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29



1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

Os ambientes urbanos, muitas das vezes, ainda possuem áreas naturais com pouca interferência antropogênica, tais como lagos, rios, bosques e parques. Esse tipo de área nativa possui fauna e flora que podem ser prejudicadas por objetos do cotidiano humano, como carros e outros veículos automotivos que intervêm na vida dos animais que ali habitam.

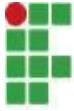
A sonoridade ou assinatura sonora em um espaço pode ser emitida ou omitida pelos próprios organismos em seu devido habitat, como a geofonia (sons do ambiente), biofonia (sons de seres vivos, fora os humanos) e antropofonia (sons de natureza humana) (KRAUSE, 2011). Além de todo o comportamento, é possível enxergar a capacidade dos animais de ter sentimentos e emoções, ainda mais quando o seu ambiente é destruído ou perturbado por interferência (KRAUSE, 2013).

1.2 PROBLEMAS

Com base nas pesquisas feitas, surgiram três questões a serem respondidas neste trabalho: quais os sons compõem o ambiente de transição entre um fragmento de mata e uma via urbana no município de Londrina? Quais são as fontes de sons percebidas nesse ambiente de transição, que podem ser consideradas emissores de poluição sonora? Considerando que a poluição sonora afeta negativamente os organismos vivos, qual(is) a(s) medida(s) a serem tomadas para amenizar esse problema?

1.3 HIPÓTESE

Acredita-se que nesse espaço de transição entre um fragmento de mata e uma via urbana contém muitos sons provenientes de diferentes fontes, entre eles da



própria mata e dos ruídos da via. Esses sons variam conforme o ritmo do cotidiano, e em determinados horários de pico, eles podem atingir uma alta intensidade e frequência, propagando-se dentro do ecossistema do fragmento de mata. As principais fontes de som nesse ambiente são os carros, motos, ônibus, as pessoas e a passagem de aviões que emitem um grau elevado de decibéis, já as fontes naturais variam de sons da fauna e flora.

Algumas dessas fontes podem emitir sons que causam impactos negativos na fauna daquele determinado local, dentre as quais, muito provavelmente, as artificiais são as mais prejudiciais e podem ser caracterizadas como poluição sonora.

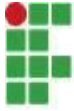
Entre as possibilidades a serem feitas com relação a esse problema da poluição sonora, podemos amenizar o problema com barreiras acústicas, que podem ser constituídas de concreto, acrílico ou de vidro. Por questões de sustentabilidade, surge também a possibilidade de barreiras acústicas vegetais, formadas por arbustos, grama alta ou qualquer outro tipo de mata ciliar.

1.4 OBJETIVO GERAL

Caracterizar os sons do ambiente de transição entre o fragmento de mata e uma via urbana, a fim de, propor formas ou maneiras de reduzir a poluição sonora dentro do fragmento.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

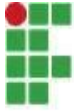
- Registrar e analisar os sons do ambiente;
- Definir quais desses sons podem ser considerados parte da poluição sonora;
- Pesquisar formas de intervenção para esses ambientes que possam diminuir as ações negativas dos sons no fragmento de mata.



1.6 JUSTIFICATIVA

Infelizmente, dentro desses ambientes de fragmento de mata não se tem uma legislação própria falando sobre poluição sonora em animais, apenas para humanos, se pensarmos em uma escala maior, no futuro esse hábitat terá consequências significativas para os animais que habitam aquela região.

Com isso, esse estudo, se justifica, pela importância de se estudar e de achar formas que possam melhorar o ambiente.



2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O SOM E SUAS FONTES

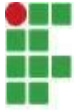
O som é basicamente composto por vibrações de partículas que compõem o meio físico. Quando a energia correspondente a essas vibrações é transmitida ao tímpano, ocorre uma sequência de transformações de energia que dão origem ao sentido humano da audição.

Muita das vezes confundimos sons e ruídos e vice-versa. Podemos dizer que todo ruído é um som, mas nem todo som é um ruído. Basicamente, de modo geral como o som, o ruído é composto por vários tipos de frequências não fixas sendo um sinal não periódico. O resultado final é um certo nível de desconforto aos nossos ouvidos.

Fundamentalmente, a intensidade sonora é uma certa quantidade de energia apresentada no movimento vibratório das ondas sonoras. Esta intensidade pode ser representada com uma maior ou menor amplitude ou oscilação sonora.

Dentro da Geografia, durante os séculos XIX e XX, o conceito de paisagem sonora era a capacidade dos indivíduos de desenvolver a audição humana com os vários tipos de ambiente, entre eles o natural, rural, humano e o tecnológico, uma forma de caracterizar o som de determinado local, denominado a fonte (origem) - biofonia (sons da natureza), antropofonia (sons de origem humana) e geofonia (sons de fenômenos da natureza, como chuva e vento) (Schafer, 2001). Com tudo isso, em um determinado ambiente há dois tipos de som em planos: o primeiro são os sinais sonoros, que é o som característico daquela localidade; e o segundo são os sons particulares, que geralmente se representa por uma comunidade ou população estabelecida nesta área, denominados também de marcos sonoros (Schafer, 2001).

De acordo Bernie Krause (2013), dentro da ecologia acústica existe a geofonia que são sons ou ruídos não biológicos como o som de vento, correnteza, chuva, das praias e entre outros. Por outro lado, a biofonia é qualquer som originado de um organismo vivo não humano. Por último, a antropofonia é todo som originado de fonte humana. Com essas distinções, é possível notar que todos esses tipos de



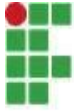
ondas sonoras possuem uma coisa em comum, que é comunicar, transmitir ou até mesmo repassar algo ou algum sentido. Agora, a forma ou de que maneira ele irá passar e de como será recebida essa informação podem ter interpretações ou sentidos diferentes dos propostos ou intencionais. Até mesmo um pequeno ruído é capaz de proporcionar esse tipo de sensação divergente, por exemplo, a poluição sonora.

2.2 POLUIÇÃO SONORA E LEGISLAÇÃO

Conforme o dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais (2001), a poluição de maneira generalizada seria uma mudança inédita e indesejável em uma determinada localidade. No meio jurídico, o artigo 54 da Lei n. 9.605/1998, também chamada Lei de Crimes Ambientais, dita que qualquer tipo poluição que possa causar danos à saúde humana ou a de animais, é um crime. Como o espaço nos ambientes urbanos, são os transportes rodoviários, ferroviários e aéreos, além da indústria de construção civil, o comércio e a propaganda.

Embora seja um assunto não muito debatido, a poluição sonora incomoda a maioria das pessoas e é sim um problema ambiental que afeta uma grande parcela da população em ambientes urbanos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003). A predisposição dos danos que a poluição sonora pode gerar são de longo prazo, além disso não podemos esquecer que os ruídos e sons podem se propagar tanto no ar como na água. Aliás em meios sólidos e líquidos, o som emitido se propaga numa velocidade maior do que comparado ao ar, percorrendo grandes distâncias em um curto período de tempo - alta velocidade (NOWACEK, 2001) podendo ser cinco vezes mais rápido do que no ar (SLABBEKOORN et al, 2010).

Nos principais casos, os causadores dessa poluição sonora são fontes artificiais como carros, motos, ônibus, caminhões e entre outros, pois os de fontes naturais são fenômenos raros como trovão. Para ser considerado parte da poluição tem que ser um som com um intenso ruído, de forma constante e frequente (SILVA, 1981, p. 471).



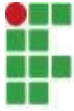
Talvez uma relação simples seja que a maioria dos casos de poluição sonora pertencem ao cotidiano humano, como o trânsito, multidões, comércio local e etc, ou seja, estamos constantemente bombardeados de nossa própria poluição sonora. Além de que diretamente ou indiretamente, esses sons influenciam os outros ambientes a nossa volta, como o reino animal e vegetal (MALANSKI, 2017).

De acordo art. 54 da Lei de Crimes Ambientais (lei federal nº9605 /1998), causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora, culmina em uma multa e pena de um a quatro anos de prisão. Como pode-se notar, não temos uma legislação específica para tal crime que é a poluição sonora em ambientes urbanos, com intensidades permitidas bem definidas. Em 1999, a Organização Mundial de Saúde fez um pequeno manual a respeito de ruído ambiental, explicando os efeitos adversos em seres humanos como deficiência auditiva e até problemas psicológicos. Mas nada ainda sobre poluição sonora nos animais.

2.3 PERCEPÇÃO DO SOM PELOS ANIMAIS

Os animais dependem de sinais acústicos para diferentes funções, como por exemplo comunicação social, atração de parceiros, percepção de predadores, entre outros comportamentos. Nesse sentido, a poluição sonora pode interferir negativamente na comunicação entre indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes. Se o som for atenuado, o receptor pode não detectá-lo por conta dos ruídos de fundo; se o som for degradado durante a propagação, o receptor pode confundir-lo (KREBS, J. R. e DAVIES, N. B., 1993). Entretanto, essa influência ocorre de maneira específica, uma vez que cada grupo percebe o som de acordo com suas características morfológicas.

De acordo com HICKMAN (2013), os peixes possuem um sistema de mecanorrecepção - “são sensíveis a forças quantitativas tais como toque, pressão, estiramento, som, vibração e gravidade, em resumo, eles respondem ao movimento, ou seja, aos fenômenos e estímulos físicos”. A linha lateral é praticamente o sistema



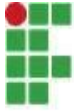
auditivo de um peixe. Distribuído em uma linha na lateral do corpo de um peixe ósseo, existem neurotransmissores (neuromastos) que a partir das vibrações das ondas na água geram a capacidade de perceber o som. Normalmente, o canal da linha lateral dos peixes pode apresentar um revestimento superficial de pele, possuindo poros fazendo com que a água atravesse essa superfície chegando nos órgãos neuromastos, que respondem diretamente a correntes de água (KARDONG, 2011). Essa é uma das principais formas sensoriais de localização e movimentação dos peixes, utilizada em casos de predação e para encontrar parceiros sexuais para o acasalamento.

Ainda no ambiente aquático e não se resumindo só aos peixes, alguns insetos aquáticos não utilizam os sinais mecânicos apenas para ouvir ou se orientar exclusivamente. Por exemplo, existe um inseto aquático chamado *Gerris remigis* que utiliza os seus sinais mecânicos da água para a discriminação entre os sexos da sua espécie que é muito importante para a proliferação da espécie (KNUT SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

O aparelho vestibular (labirinto membranoso), presente nos vertebrados não-peixes é um órgão de equilíbrio que surgiu filogeneticamente a partir de uma parte do sistema da linha lateral. Porém, diferentemente dos peixes, esses outros vertebrados que vivem no ambiente terrestre, entre a sua maioria, captam o som do próprio ar.

Os anuros, que são anfíbios pertencentes ao grupo Anura, como rãs e sapos, utilizam a voz para atrair parceiros (GERHARDT 1994). A maioria dessas espécies, se reúnem em grupos para cantar na forma de coro e a frequência desse canto varia entre 2 a 5 kHz (PIJANOWSKI et al. 2011). O sistema auditivo dessa espécie consegue captar frequências inferiores a 1000 Hz (CAMPOS, LEANDRO AMBRÓSIO 2006).

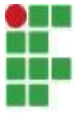
Parecido com esse grupo, estão as aves, que aplicam desse mesmo conceito da voz para atração de parceiros, defesa de território, dar alarme ou comunicação com outros da espécie (Kroodsma 2005). A partir de 1 kHz e superando 6 kHz, essas frequências estão relacionadas ao tamanho do pássaro - quando a ave é grande produz um som baixo de 1 kHz e quando for pequena a



frequência será mais alta de que 6kHz (Pijanowski et al. 2011). O ouvido das aves apresenta 3 regiões: a orelha externa, um canal condutor ao tímpano, possuem orelha média e interna(cóclea) - o órgão da audição. A cóclea das aves é mais curta comparada aos mamíferos, ainda que as aves possam ouvir, grosseiramente, a mesma variação de frequência de sons que os seres humanos. Todavia, elas não ouvem tão bem sons de alta frequência como os mamíferos de tamanhos similares.

Na realidade, ouvido das aves supera muito em relação aos humanos, quanto a capacidade de distinguir diferenças na intensidade e para responder às flutuações rápidas na altura do som (HICKMAN, 2013).

Ainda, no período noturno dentro de alguns ambientes, se tem a maior atividade de morcegos (Obrist, 1992). Esses mamíferos voadores utilizam da ecolocalização (frequências ultrassônicas) para se orientar, navegar e até caçar, além da própria comunicação deles com o ambiente (Pijanowski et al. 2011).



3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRAGEM E FORMAS DE COLETA E ORGANIZAÇÃO

A própria revisão bibliográfica de acordo com Mattos e Botucatu (2015) é um processo de busca, análise e descrição de um corpo do conhecimento em busca de uma resposta específica, utilizando livros, artigos científicos e entre outros meios, para responder uma questão. Nesse sentido, foram feitas buscas de artigos e estudos para o levantamento de informações para a realização deste trabalho.

Para o trabalho de campo e coleta de dados sonoros, os materiais utilizados foram: um gravador digital estéreo (marca TASCAM, modelo WL-22), um fone de ouvido com isolamento acústico, fichas de registro para anotações, smartphone equipado com uma câmera fotográfica e o aplicativo Rádio Aporee (mapa).

Nesse estudo, o vale do Córrego Água Fresca, que faz divisa com a rua Alagoas e a rua do Escoteiro, no jardim Quebec (Londrina-PR), foi escolhido como área a ser amostrada. As Figuras 1 e 2 mostram a área estudada, o perímetro em questão, mede cerca de 630 metros.

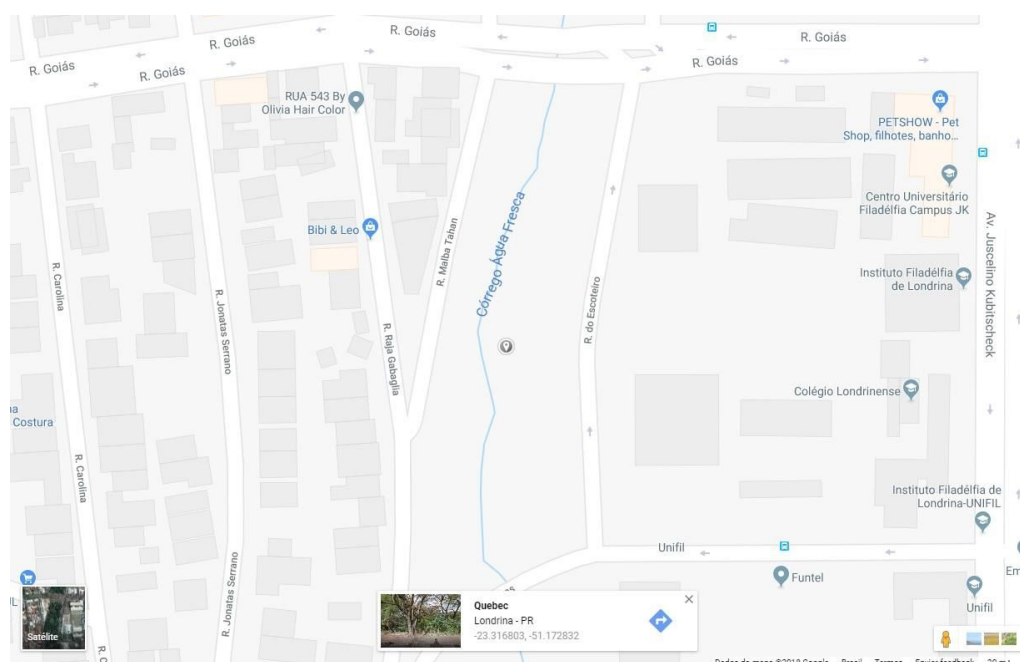


FIGURA 1. Imagem do Google Maps, 2018, latitude -23.316803 e longitude -51.172832 - mostrando a localização do vale do córrego Água Fresca, local do estudo.

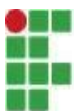
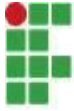


FIGURA 2. Imagem do Google Earth, 2018, latitude -23.316803 e longitude -51.172832 - mostrando os pontos (onde ocorreram as gravações (pontos azuis) e o percurso da caminhada sonora (tracejado em vermelho).

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

O trabalho de campo foi baseado em passeios ou caminhadas sonoras para as gravações de panoramas sonoros. Dentro desse contexto, foi utilizada a técnica de cartofonia, que tem como objetivo, ouvir com atenção os sons dos lugares, através de uma caminhada exploratória (WESTERKAMP, 2007). Essa metodologia é muito útil para a percepção de elementos do espaço físico/material (Schafer, 2011), ocorrendo de forma individual dentro daquele trecho, e também, parado por períodos de tempos variados (WESTERKAMP, 2007).

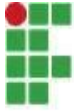
Para caracterizar o som de maneira adequada, foi utilizado o método de panorama Sonoro de STEVEN FELD (2014), “onde o pesquisador permanece parado por cerca de um a três minutos em determinados locais”, podendo ser



Ministério da Educação

auxiliado por fotografias e anotações para favorecer o registro (URIARTE,2013), como data, condições do tempo (clima) e períodos do dia e horários da caminhada, desde o início ao fim.

Já para a síntese e análise do gráfico, foi utilizado o software de edição de áudio, chamado Audacity.



4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

O pequeno fragmento de mata selecionado apresenta fauna e flora diversificada. A maioria das pessoas que frequentam a margem da praça, realizam o seu trajeto a pé ou com veículos motorizados (Figuras 3, 4 e 5).

No dia 09/10/2018, foi realizada uma caminhada sonora em torno do vale do córrego Água Fresca, com o objetivo de analisar o som e o espaço.



FIGURA 3. *Rua do Escoteiro às 14:44 horas.*

Em determinados horários de pico a demanda do trânsito aumenta significativamente, ainda mais estando ao lado de uma avenida muito movimentada como a avenida Goiás, sendo que o período mais tranquilo é o noturno.

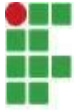
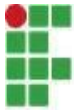


FIGURA 4. *Rua Alagoas às 14:48 horas.*



FIGURA 5. *Avenida Goiás às 14:52 horas.*

Aparentemente, a própria vegetação contribui para reduzir esses sons externos, todavia esses mesmos sons, se propagam de forma intensa principalmente nas “*horas do rush*”, fazendo com que as pessoas e os animais



naquele determinado local, possam sofrer com a alta frequência e intensidade de sons, como uma catástrofe de ruídos.

Os áudios do experimento realizado estão acessíveis pelo link: https://drive.google.com/open?id=1jB4oVwF2fq_37m7L9LQKB6x2o5N1iHxh; onde podem ser ouvidos ou baixados.

Os arquivos de áudio foram analisados pelo espectrograma do programa Audacity, versão do programa: 2.2.2 (20 de fevereiro de 2018). Nos gráficos 1 a 5 apresentados abaixo são apresentadas as descrições e espectrogramas obtidos em diferentes pontos e horários.

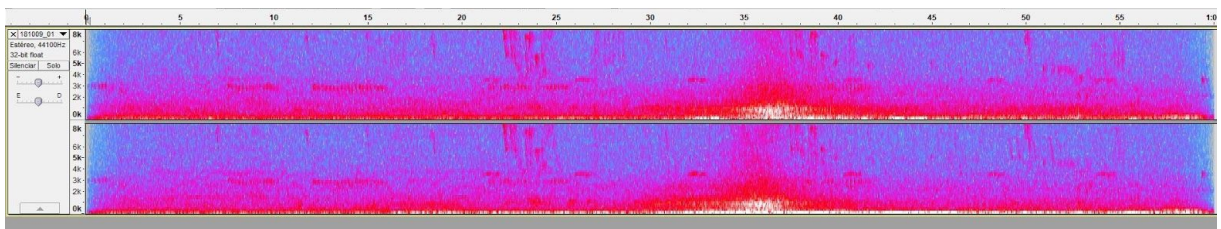


GRÁFICO 1. Espectrograma do ponto 1 da Figura 2. Horário do experimento: 14:44. Descrição do som - **Biofonia:** Comunicação entre os pássaros; **Antropofonia:** Trânsito de veículos motorizados (passagem de carros e motos).

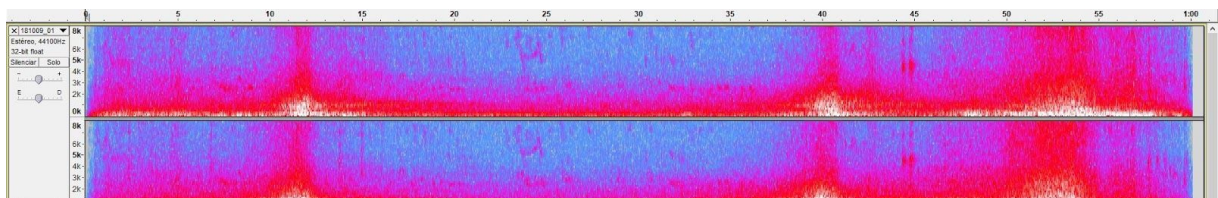


GRÁFICO 2. Espectrograma do ponto 2 da FIGURA 2. Horário do experimento: 14:48. **Biofonia:** Pássaros cantando. **Antropofonia:** Trânsito de veículos motorizados (passagem de carros e caminhão).

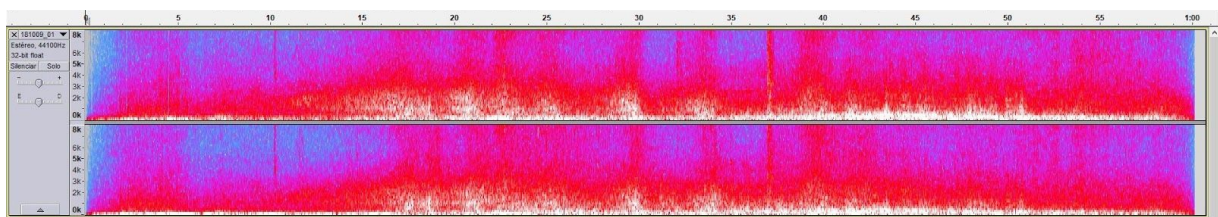


GRÁFICO 3. Espectrograma do ponto 3 da FIGURA 2. Horário do experimento: 14:52. **Biofonia:** Um leve canto de pássaros. **Antropofonia:** Movimentação de carros, motos e de avião.

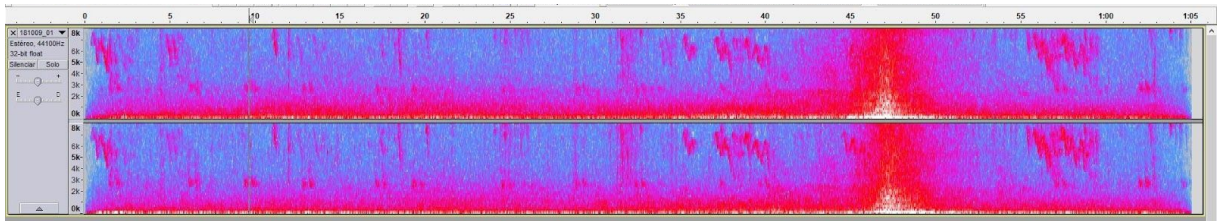
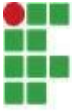


GRÁFICO 4. Espectrograma do ponto 4 da FIGURA 2. Horário do experimento: 14:57. **Biofonia:** Pássaros cantando. **Antropofonia:** Passagem de moto.

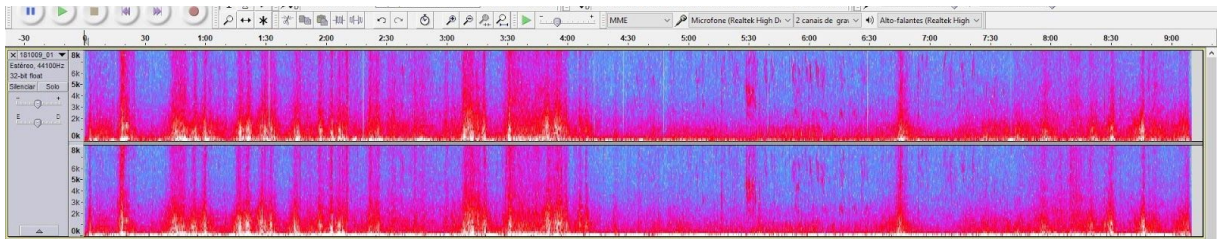
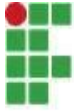


GRÁFICO 5. Espectrograma do tracejado em vermelho da FIGURA 2. Horário do experimento: 15:09 - 15:18. **Biofonia:** Pássaros cantando. **Antropofonia:** Trânsito de carros e motos. **Geofonia:** Ventania serena.

A técnica do espectrograma é apresentada em um gráfico que mostra a intensidade do som, por meio de uma coloração, as faixas da frequência se apresentam no eixo vertical e o tempo da gravação no eixo horizontal (VALENTIM, AMANDA FREITAS, 2009). Cada cor representa, o nível de intensidade do som do fragmento, quanto mais intenso for o som, mais vivo será a cor no gráfico, cores frias são baixas intensidades e cores quentes são altas intensidades.

De forma mais visual, por assim dizendo, conseguimos visualizar que essas ações antropológicas (o trânsito de veículos) modificam consideravelmente a intensidade sonora do ambiente. Além do mais, os próprios “horários de pico” podem interferir em uma escala maior, dentro dos fragmentos de mata. Os experimentos foram realizados fora desses “horários de pico”, pois não foi possível realizar o experimento dentro desta horas, mesmo assim é possível deduzir que tenha um aumento nesses fluxos intensos das metrópoles.

Felizmente, alguns estudos e trabalhos como o de Bragança et al. 2006 testam a eficácia de barreiras acústicas que podem bloquear a poluição sonora. Esses estudos indicam formas comprovadas através de experimentos científicos, para avaliar a eficácia das barreiras acústicas com materiais orgânicos com um



custo relativamente baixo e de material artificial. Entre os seus tipos estão: as barreiras acústicas metálicas, de betão, revestida com acrílico ou com vegetação. Alguns lugares apresentam algumas dessas barreiras como forma de limitar a passagem de som, como no Japão e em Portugal, conforme mostrado nas Figuras 6-8, barrando a passagem do som da rodovia.



FIGURA 6. *Exemplo de Barreiras Acústicas ao longo da A43-IC29 (Portugal).*

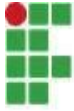


FIGURA 7. *Exemplo de Barreira Acústica ao longo da A1(Portugal).*

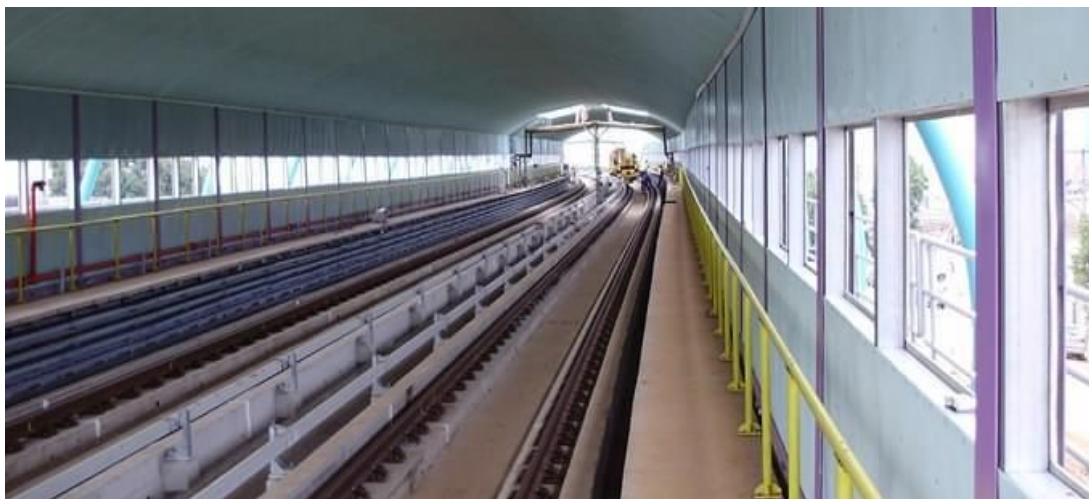
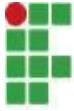


FIGURA 8. *Exemplo de barreira acústica no Japão.*



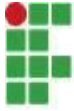
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo o trabalho não tendo sido efetuado nos horários pico, é possível concluir que mesmo fora destas horas, a poluição consegue entrar dentro dos fragmentos de mata de maneira predominante.

Com os resultados dos espectrogramas, a avenida Goiás possui uma grande taxa de poluição para o fragmento, assim uma proposta de uma barreira acústica e vegetal para aquele determinado trecho já a diminuiria consideravelmente.

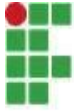
Porventura do tempo e da minha dedicação, esse trabalho poderia ter sido mais crítico e mais aprofundado, porém, pode servir de inspiração a outros trabalhos futuros. Dentro da região de Londrina-PR, se apresentam ambientes com situações ainda piores comparando com o vale do córrego Água Verde, como o Zerão e os parques do rio Ribeirão Cambé, assim esse estudo poderia ser replicado nesses locais.

Por isso, este trabalho propõe futuras instalações de barreiras acústicas, em locais propícios à alta poluição sonora aos fragmentos de mata.



REFERÊNCIAS

- ART, Henry W. **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. UNESP 2001.
- BAHL, M.; TORRES, M. A.; ROSANELI, A. F.; NITSCHKE, L. B.; RENK, V. E. **Os sons do cotidiano: interpretação geográfica das sonoridades do calçadão de Londrina, Paraná. 2018.**
- BATISTA, Camilla Rayane Maranhão. **Tráfego e ruído náuticos em um ambiente estuarino e seus efeitos no comportamento de *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae, 2015.**
- BRASIL, Decreto nº 9605 de 12 de Fevereiro de 1998. **Art. 54 da Lei de Crimes Ambientais**, Brasília, DF.
- CAMPOS, Leandro Ambrósio. Osteologia de *Brachycephalus* (Anura, Brachycephalidae): **desenvolvimento e diversidade morfológica das placas ósseas, região auditiva e sua importância para o monofiletismo do gênero. 2007.**
- FONSECA, Humberto; SANTOS, Vasco; FERREIRA, Anibal. A. **O SOM: A natureza do som.** Disponível em: http://telecom.inescn.pt/research/audio/cienciaviva/index_osom.htm. Acesso em: 10 jul. 2018.
- GERHARDT, H.C. (1994) **The evolution of vocalization in frogs and toads. Annual Review of Ecology and Systematics 25:** 293–324. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.es.25.110194.001453>
- HICKMAN, Cleveland P. et al. **Princípios integrados de zoologia**. 15. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c2013. 951
- KARDONG, Kenneth V. **Vertebrados - Anatomia Comparada, Função e Evolução**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- KRAUSE, B. **A grande orquestra da natureza: descobrindo as origens da música no mundo selvagem**. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.
- KREBS, J. R. e DAVIES, N. B. (1993) **An introduction to behavioural ecology**. Londres, Blackwell Science, p. 355.
- KREBS, J. R.; DAVIES, N. B.; PARR, Jan; RAMALHO, Mauro; MACHADO, Cyntia Pinheiro. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996, c.1993. 420 p.
- KROODSMA, Donald. 2005. **THE SINGING LIFE OF BIRDS: THE ART AND SCIENCE OF LISTENING TO BIRDSONG**.



Ministério da Educação

FENTON, MB., ACHARYA, L., AUDET, D., HICKEY, MBC., MERRIMAN, C., OBRIST, MK., SYME, DM. and ADKINS, B., 1992. **Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics.** *Biotropica*, vol. 24, no. 3, p. 440-446.

MARQUES, José Roberto. **Os danos causados ao meio ambiente por poluição sonora, eletromagnética, visual e luminosa: reparação, sanções penais e administrativas.** 2015. Disponível em: <https://aplicacao.mpmg.mp.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1261/Os%20danos%20causados%20ao%20meio%20ambiente%20por%20polui%C3%A7%C3%A3o%20sonora%2c%20eletromagn%C3%A9tica%2c%20visual%20e%20luminosa%20repara%C3%A7%C3%A3o%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais%20e%20administrativas.pdf?sequence=1>

MEIRELES, Hely Lopes. **Direito Municipal Brasileiro.** 4ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1981. 723 p. SILVA, José Afonso da. **Direito Urbanístico Brasileiro.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 1981.

NOWACEK, S. M., Wells, R. S., & Solow, A. R. (2001). "Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida," *Marine Mammal Sci*, 17, 673-688.

PIJANOWSKI, Bryan C.; VILLANUEVA-RIVERA, Luis J.; DUMYAHN Sarah L.; FARINA, Almo; KRAUSE, Bernie L.; NAPOLETANO, Brian M.; GAGE, Stuart H.; PIERETTI, Nadia; **Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape.** BioScience. Oxford, Vol. 61, No.3, março, 2011.

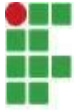
RONCOLATO, Murilo. **Como o barulho causado por humanos ameaça animais e plantas** <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2017/05/06/Como-o-barulho-causado-por-humanos-amea%C3%A7a-animais-e-plantas>> Acesso em: 05 maio.2018

SCHAFER, R. Murray. **A afinação do mundo.** São Paulo: Edunesp, 2001.

SCHMIDT, Nielsen, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente** .5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLABBEKOORN et al., 2010. H. Slabbekoorn, N. Bouton, I. van Opzeeland, A. Coers, C. ten Cate, A.N. Popper. **A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish.** Disponível em: <http://rep4-vm.awi.de/22144/1/Slab2010a.pdf>

VALENTIM, Amanda Freitas; CORTES, Marcela Guimarães and GAMA, Ana Cristina Côrtes. **Análise espectrográfica da voz: efeito do treinamento visual na confiabilidade da avaliação.** *Rev. soc. bras. fonoaudiol.*[online]. 2010, vol.15, n.3, pp.335-342. ISSN 1982-0232. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342010000300005>



Ministério da Educação

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environmental.**[documentos online] 2003. Disponível em URL: <http://www.who.int/homepage/primers> [2003 mar 05].