
UTILIZAÇÃO DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA IDENTIFICAÇÃO DE POLUIÇÃO SONORA

DUPPRE, Fabio Augusto¹
COSTA, Rafael dos Santos Domingues²
NEGRETTO, Diego Henrique³

Centro Universitário Hermínio Ometto – UNIARARAS, Araras – SP, Brasil

Resumo

Os centros urbanos estão em constante crescimento, como consequência alguns meios de poluição sonora urbana crescem em conjunto. Sendo algumas atividades cotidianas e o desenvolvimento de meios principais como industriais e automotivos, tendem a gerar certos níveis de ruídos.

O presente trabalho visa como objetivo a utilização da ferramenta *Teachable Machine* no desenvolvimento do aprendizado de máquina em um sistema de identificação, cujo o mesmo tem o foco na captação e quantificação dos sons para o mapeamento dos ruídos presentes nestes centros.

Utilizando um microfone para a coleta desses sons, o projeto pretende utilizar o sistema em desenvolvimento para realizar a filtragem dos áudios que nele forem detectados e os separando e quantificando conforme modelos pré-treinados na ferramenta. Para estes treinamentos irão ser utilizados sons que estão disponíveis em *datasets* na *internet*, e, a partir destes modelos o sistema quantificará os tipos diferentes de ruídos captados.

Palavras chave: Poluição sonora, aprendizado de máquina, ruídos, identificação

1 Introdução

1.1 Contextualização

O presente cenário urbano, apresenta diversos sons de variados tipos. E neste cenário tem a importância da captação da poluição sonora, no estudo da identificação dos sons que podem agravar este tipo de poluição, em conjunto com a busca de salientar a qualidade de vida das pessoas que, tem no cotidiano, os lugares estudados pelo presente trabalho, juntamente com a visualização de um possível mapa com os resultados da análise do modelo ao qual denominado basicamente por Brito(2017) em meios urbanos como grandes metrópoles principalmente, se tem um alto nível de ruídos podendo acarretar desconforto e doenças para seus habitantes, ele salienta também a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta para a análise adequada, onde pode auxiliar futuros desenvolvimentos. E a criação dos mapas ajudam de forma considerável

¹ FHO|UNIARARAS. Aluno do Curso de Sistemas de Informação, Fabio Augusto Duppre, fabioduppre@alunos.uniararas.br

² FHO|UNIARARAS. Aluno do Curso de Sistemas de Informação, Rafael dos Santos Domingues Costa, rafaelsantoscosta@alunos.uniararas.br

³ FHO|UNIARARAS. Professor do Curso de Sistemas de Informação, Diego Henrique Negretto, diegonegretto@uniararas.br

essa necessidade de uma ferramenta, ou seja, o estudo da poluição sonora nestes locais tem como objetivo não apenas a situação presente de uma região afetada pela poluição, como também um entendimento sobre como possivelmente será o agravamento da poluição sonora futuramente nestes locais.

Primeiramente para entender sobre o que é um som, segundo Donoso(2009) o que denominamos som, é uma sensação que nossos aparelhos auditivos (ouvidos) são capazes de detectar. Porém essa detecção está relacionada com a movimentação de certas substâncias compostas por átomos (moléculas), e segundo o mesmo novamente, o som necessita de um meio para a propagação.

O presente projeto busca, utilizando aprendizado máquina para classificar sons, aprendizado este que, um modelo que aprende a classificar de maneira automática os sons, aprendendo com as tentativas corretas anteriores e aprimorando a cada vez mais, sobre o tópico é possível encontrar diversos tipos de paradigmas ou formas de aprendizados como o simbólico que toma as decisões baseadas em conceitos de representações de conjuntos de símbolos e se baseando em árvore de decisão, ou conexionista que se baseia em conjuntos matemáticos simples em forma de rede neural, ou seja se conectando de diversos modos e meios similar justamente com uma rede neural humana dentre outros paradigmas sobre aprendizado de máquina tendo como base Baranauskas e Monard(2003), existe vários meios para aplicar esse aprendizado, e neste projeto com o *Teachable Machine* será utilizado o método de transferência, explicado nas descrições do projeto da Google, é um método que de certo modo já tem um pré treinamento, fazendo com que o usuário no momento de criação de classes só termine a última camada do treino, sendo uma maneira mais simples para o usuário.

1.2 Tema de Pesquisa

O tema da pesquisa envolve aprendizado de máquina, e classificação de ruídos.

1.3 Motivações e Justificativas

A emissão de ruídos, que diariamente acontece em diversas metrópoles urbanas, pode gerar consequências em relação à saúde e qualidade de vida das pessoas que ali transitam, podendo gerar não somente doenças auditivas quanto mentais. Juntamente à necessidade de uma tecnologia capaz de classificar as regiões com base nos níveis de ruídos geograficamente, e a identificação dos sons que são ouvidos pelos populares transeuntes, favorecem uma pesquisa envolvendo a identificação e classificação da poluição sonora. Tendo sua principal importância em determinar áreas de centros urbanos com níveis de decibéis elevados, para o auxílio na difusão de informação sobre este tipo de poluição, ao qual é pouco conhecida pelos seus riscos mesmo sendo um grande meio de poluição perdendo apenas para dois tipos deste ramo. Este tipo de qualificação provém auxílio não unicamente na representação do foco da poluição sonora, mas também como um tipo de alerta de que uma área está sujeita a este problema sendo necessário a tomada de algum tipo de medida em com foco no resultado do presente projeto, já que o presente modelo estudado terá a resposta de qual alvo abordar para a prevenção.

1.4 Objetivos

Objetivo geral

Utilizar uma ferramenta de aprendizado de máquina para analisar os sons emitidos na cidade e identificar a poluição sonora, quantificando os diferentes sons captados em diferentes regiões da cidade de Araras.

Objetivos específicos

- Utilização de aprendizado de máquina no contexto de poluição sonora.
- Identificação dos principais pontos da cidade de Araras para a captação dos ruídos.
- Captação dos sons nos principais pontos selecionados.
- Preparar dados para a aplicação dos algoritmos de aprendizado de máquina.
- Aplicação dos algoritmos nos dados pré-processados.
- Geração do mapa e relatório das regiões analisadas da cidade de Araras.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Conceitos Relacionados

A seguir serão abordados os conceitos fundamentais envolvidos no projeto sendo eles Teachable Machine, aprendizado de máquina e poluição sonora.

2.1.1 Teachable Machine

Segundo a própria descrição da ferramenta descrita na página do *Teachable Machine*, é uma ferramenta baseada na *web* sendo de rápido aprendizado e grande acessibilidade para pessoas mais leigas em aprendizado de máquina.

Na ferramenta tem-se a possibilidade de treinar modelos variando entre utilização de imagens e áudios, o código dos projetos podem ser importados para outras plataformas se o usuário preferir.

2.1.2 Aprendizado de máquina

Aprendizado de máquina se baseia onde um sistema toma uma decisão em relação a dados apresentados a ele anteriormente, e assim a máquina consegue de certo modo aprender o que se deve fazer em determinada ocasião, segundo Ignácio(2021), esse sistema se submete a algo que ele precisa resolver, e através do treinamento exercido, se tem a tomada de decisão, a esse processo sem a interferência humana.

O processo resumidamente se dá pelo fato do algoritmo conseguir se adaptar através de tentativas anteriores que ocasionaram em sucesso, podendo existir diversos paradigmas e métodos de aprendizado, como o conexionista, o simbólico, indutor que possuem métodos de classificação e aprendizados diferenciados entre si, estes conceitos são explicados por Baranauskas e Monard(2003) o simbólico visa o aprendizado através de símbolos em conjuntos para a tomada de decisão. O conexionista tem como base uma grande conexão de construções matemáticas simples, dentre diversos outros tipos citados, tem-se uma grande quantidade de métodos e usabilidades envolvidas com cada um. No presente trabalho o modelo de transferência, já embutido no modelo de treino disponível da Google, que consiste em já ter um certo treinamento do modelo antes mesmo do usuário inserir as informações relevantes para a finalização de treinamento do modelo em si, uma vez que os modelos permitidos na plataforma utilizada, implementa modelos de dois tipos que são imagens e sons, assim tendo uma rede neural que espera apenas a criação das classes do usuário para a finalização do modelo, o pré treinamento varia de acordo com o modelo selecionado imagem ou som.

2.1.3 Poluição sonora

Poluição sonora vem de ruídos emitidos por diversos meios, sendo que são sons segundo Panosso e Paula (2016), desagradáveis e indesejáveis, e que causam diversas ações prejudiciais à saúde e bem-estar da população.

Essa poluição pode ser categorizada em diversos níveis por tabelas da ABNT ou da OMS, para entendimento de que até qual nível de ruído pode ser classificado como poluição sonora e prejudicial, atualmente o nível de classificação dentro de um ambiente urbano toma como base 50 decibéis para ser contabilizado como poluição urbana, essa base de parâmetro é dada pela OMS para métrica geral de todos os tipos de sons.

2.1.4 Trabalhos Relacionados

O Projeto de Gosh(2020) busca criar um classificador para um sonar subaquático, onde através de meios acústicos é realizada a classificação, e tomada de decisão utilizando o *Teachable Machine* para a criação do modelo utilizado. Através de sons capturados do youtube, e recapturados em um microfone para a utilização no modelo feito para a classificação, o projeto visa fazer um meio de defesa para submarinos através do aprendizado de máquina para a tomada de decisões contra torpedos. Esse modelo de classificação teve uma alta acurácia no treinamento do classificador de 0.9893(98,93%), onde o esperado de confiabilidade era de no mínimo 0.5 de acurácia.

No estudo de Jeong(2020), onde ele estuda as taxas de usabilidade do *Teachable Machine* na identificação de marcas de dentes na língua, tem-se o treinamento de um modelo na ferramenta classificando imagens de diversas línguas, e fazia a validação e classificação dentre quais delas tinham ou não tinham a marcação do dente, onde a estudo da taxa de acerto do modelo foi verificado em etapas que consistem no aumento do número de fotos inseridas no modelo, percebeu-se assim que com o aumento do número de imagens, teve-se uma variação na porcentagem de acerto que o modelo tinha, como resultado obteve-se altas porcentagens de acertos com o *Teachable Machine* sendo a menor delas 75% na classificação de línguas sem marcas de dentes.

O estudo de Panosso e Paula(2016), que relaciona a qualidade de vida e os conceitos de poluição, estudando principalmente a poluição sonora, o artigo publicado em anais visa pesquisar os danos da poluição sonora em diversos aspectos como a saúde humana ou animal e os efeitos auditivos que a mesma corresponde, o trabalho também tende a relacionar um ponto de vista técnico, abordando fatos como em que a poluição sonora é a maior, atrás da poluição do ar e das águas. Este artigo de arquitetura e urbanismo visa também citar conceitos de qualidade de vida com base em autores e pesquisadores referenciados, além de contextualizar de onde provém algumas poluições.

4 Materiais e Métodos

4.1 Materiais

Para a implementação do projeto e suas usabilidades, os seguintes materiais são cruciais para o desenvolvimento do presente estudo:

- Um computador para o uso do modelo e inserção dos sons.
- Um microfone condensador de captação omnidirecional, pois este tipo de microfone possibilita a recepção em 360°, que será utilizado para a captação em ambiente aberto.
- O modelo do *Teachable Machine*, que já possui o código do treinamento de máquina implementado e rede neural pré treinada pela Google.

4.1 Identificação dos locais

É a etapa inicial para a obtenção dos dados, onde na cidade estudada, será identificado por meio de pontos estratégicos, como pontos de ônibus, regiões do centro da cidade com maior concentração comercial, tendo consequentemente maior uso do meio sonoro para divulgação, e regiões propícias de grandes concentrações como igrejas ou proximidades de área de lazer ou áreas festivas. A fase de identificação proporciona uma maior eficiência, ou seja lugares que contenham maior quantia de sons envolvidos no modelo, o que justamente é crucial para a utilização do modelo e análise das informações.

4.2 Aquisição dos áudios

Obtenção dos áudios através de sons livres em repositórios online para uso do treinamento do modelo e classificação de sons, onde será utilizado diversos tipos para a criação de classes dos principais meios de poluição sonora contidas nos meios urbanos. Os áudios que serão inseridos no modelo, são os mesmos encontrados em tabelas da OMS, ABNT, ou até mesmo trabalhos acadêmicos que relacionam qualidade de vida com algum dano à saúde por meio sonoro´.

4.3 Criação de classes do modelo

Depois da obtenção dos áudios, precisa-se da criação das classes que o modelo irá utilizar para a classificação dos áudios, sendo um conjunto de sons para o treinamento de cada classe em específica com um montante indeterminado da quantia de áudios a serem inseridos. O modelo que irá ser utilizado, é próprio da Google para pessoas leigas e estudo, então será unicamente criado as classes dos sons que irão ser estudados, o algoritmo já estará pronto na plataforma da Google sem a necessidade de criação de código com a parte do aprendizado de máquina.

4.4 Treinamento do modelo

Após a criação das classes, o modelo será capaz de identificar com uma certa taxa os sons que forem sendo captados através dos modelos que forem sendo inseridos no projeto, junto com o treinamento tem-se também a parte quantitativa, onde o projeto deve quantificar quantos sons de cada categoria estão sendo capturados no presente momento de teste do modelo.

4.5 Obtenção dos dados

O modelo treinado fará a obtenção de dados para serem processados através do microfone disponibilizado pelos integrantes do projeto, onde no local escolhido o mapa relacionado aos resultados encontrados será produzido.

4.6 Classificação

Após a classificação das regiões, e o treinamento e preparo do modelo, a classificação dos sons capturados será feita no momento exato que o modelo obtiver o som, que será de maneira imediata, junto com a classificação também tem a parte visual, onde na interface mostrará informações sobre a categoria identificada e de que em qual tipo de dano o áudio captado infere nas tabelas de classificação de ruídos definidas como a da OMS, e ABNT, tendo como parâmetro o nível mínimo que pode ser considerado poluição sonora, que é 50 decibéis, o modelo será capaz de determinar se o ruído está acima desse limite, e se considerado acima, marcá-lo e classificá-lo, para que no final das etapas, tenha-se uma base analisada com os dados e a conclusão tomada naquela determinada área. O projeto será capaz de identificar se o ruído está acima de 50 decibéis e de qual classe é este tipo de som, ao final do processo de captura, o modelo apresentará na interface informações tratadas como a quantia de sons captados, quais sons foram captados, quantos sons passaram do limite e se mais de uma classe passou de 50 decibéis o modelo denomina a porcentagem da chance dos resultados daquela área ser afetada ou não pela poluição sonora. O modelo receberá o som captado pelo microfone, e compara com os modelos treinados e o priorizará de acordo com o nível de decibel, se o som não bater 50 decibéis, o som não entrará na classificação.

5 Resultados esperados

Esperamos com o presente projeto, um modelo pronto, treinado, e capaz de identificar principalmente áreas de alto índice de poluição sonora, seguindo a medida em que a OMS determina como parâmetro para identificar este problema.

Espera-se também que essas informações sejam um ponto crucial para planejamentos futuros sobre o assunto, planejamentos que envolvem assegurar a saúde da população presente nesses locais.

Tendo em vista a utilização de aprendizado de máquina neste trabalho, é esperado que o modelo saiba precisamente tipificar os mais variados sons, seguindo os dados em que foram utilizados para treinamento e sendo decisivo na busca dos principais focos das regiões estudadas.

Ao término do processo de utilização, para melhor entendimento, os dados que o modelo gerou, e classificou, serão utilizados para a criação de um mapa que aponta os pontos críticos da cidade, seguindo as áreas que irão ser estudadas.

6 Considerações Finais

Espera-se que os resultados obtidos sejam satisfatórios, pois encontra-se na parte teórica muitos quesitos em relação a dificuldade da implementação do projeto, dado que o acervo de projetos sobre a ferramenta trabalhada tem-se uma dificuldade grande de encontrar algum trabalho relacionado, pois na maioria das vezes encontra-se projetos relacionados com a classificação de imagens, e o projeto abordado neste trabalho é sobre som.

Encontrou-se também muita dificuldade no quesito que, a maioria dos projetos, documentação e acervos na internet encontram-se em outras línguas sendo assim o conhecimento em inglês de extrema importância para entendimento e pesquisa sobre a área abordada no projeto.

Referências Bibliográficas

Abeßer, Jakob & Marco, Gotze & Stephanie, Kuhnlenz & Robert, Grafe & Kühn, Christian & Tobias, ClauB & Hanna, Lukashevich. (2018). **A Distributed Sensor Network for Monitoring Noise Level and Noise Sources in Urban Environments**. 318-324. 10.1109/FiCloud.2018.00053.

Brito, Luiz Antonio Perrone Ferreira. **A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas**. *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online]. 2017, v. 22, n. 06 [Acessado 17 Setembro 2021], pp. 1095-1107. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522017152589>>. Epub 03 Ago 2017. ISSN 1809-4457. <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522017152589>>.

DONOSO, José Pedro, Som e Acústica, FCM 208 Física (Arquitetura), 2009.18p.

GOOGLE. **Teachable Machine**. Disponível em: <<https://teachablemachine.withgoogle.com/>>. Acesso em: 9 abr. 2022.

HYUNJA, J. **Feasibility Study of Google's Teachable Machine in Diagnosis of Tooth-Marked Tongue**. The Korean Society of Dental Hygiene Science, Daegu, 31 dez. 2020, p. 206-212.

IGNACIO, Lucas França Ferreira. **Aprendizado de máquina: da teoria à aplicação**. 2021. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2021. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/22872/Lucas_Fran%c3%a7a.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 24 maio 2022.

LACER, A. B. M.; MAGNI, C.; MORATA, T. C.; MARQUES, J. M.; ZANNIN, P. H. **T.Ambiente urbano e percepção da poluição sonora**. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-753X2005000200005>> acesso em 16 de setembro 2021.

Md Shahrin, Muhammad Huzaifah. (2017). **Comparison of Time-Frequency Representations for Environmental Sound Classification using Convolutional Neural Networks**.

MONARD, M.; BARANAUSKAS, J. **Capítulo 4 Conceitos sobre Aprendizado de Máquina**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://dcm.ffclrp.usp.br/~augusto/publications/2003-sistemas-inteligentes-cap4.pdf>>.

PANOSSO, Andriele da Silva; PAULA, Ronise de. A POLUIÇÃO SONORA E A QUALIDADE DE VIDA NAS CIDADES. **Anais de Arquitetura e Urbanismo / ISSN 2527-0893**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 22 - 30, dec. 2016. ISSN 2527-0893. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/cau/article/view/16>>. Acesso em: 10 apr. 2022.

SEMEA, 1., 2002, Belo Horizonte. **Microfones características e aplicações.** Belo Horizonte: Delt/Ufmg, 2002. 19 p. Disponível em:
https://dgcaudio.com.br/wp-content/uploads/2016/06/microfones_-_caracteristicas_e_aplicacoes.pdf. Acesso em: 07 out. 2021.

SHOEGIMA, T. F. **Poluição Sonora Urbana: Estudo de caso da Subprefeitura de Pinheiros/SP.** 2011. Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em Geografia Física.

SHUKLA, Nishant; FRICKLAS, Kenneth. **Machine Learning with TensorFlow.** Shelter Island: Manning Publications, 2018. 272 p. Disponível em:
<https://www.manning.com/books/machine-learning-with-tensorflow>. Acesso em: 07 out. 2021.

T. Fukumura, H. Aratame, A. Ito, M. Koike, K. Hibino and Y. Kawamura, "**An Efficient Learning Method for Sound Classification using Transfer Learning for Hammering Test,**" 2020 IEEE SENSORS, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/SENSORS47125.2020.9278819.