

Tecnologia de cancelamento de ruídos aplicada a consultórios odontológicos

PEDRO HENRIQUE DOS SANTOS RIBEIRO¹, LUISA HELENA BARTOCCI LIBONI²,

¹ Graduando em Engenharia Elétrica, Voluntário PIBIFSP, IFSP, Câmpus Sertãozinho, p.santosribeiro@hotmail.com.

² Docente, IFSP Câmpus Sertãozinho, luisa.liboni@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.04.02-9 Arquitetura de Sistemas de Computação

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Esta pesquisa propõe, através da utilização de redes neurais artificiais, a identificação de ruídos específicos emitidos por aparelhos utilizados em consultórios odontológicos, sendo que através da decomposição do áudio captado nestes ambientes, o sistema inteligente deve ser capaz de identificar aquela modalidade de ruído e promover o seu cancelamento. Por sua vez colaborando com a saúde dos profissionais, que após o contato recorrente com essas frequências elevadas, acabam perdendo parte de sua capacidade auditiva. Inicialmente, propõe-se a implementação do sistema inteligente de cancelamento de ruídos em *software*. A viabilidade de implementação em *hardware* (fone de ouvido) deverá ser estudada e aprofundada em pesquisa futuras.

PALAVRAS-CHAVE: Redes Neurais Artificiais, Sistemas inteligentes, Cancelamento de ruído.

Noise cancellation technology applied to dental offices

ABSTRACT: This research proposes, through the use of artificial neural networks, the identification of specific noises emitted by devices used in dental offices, and through the decomposition of audio captured in these environments, the intelligent system must be able to identify that noise modality and promote its cancellation. Hence collaborating with health professionals, who after the recurring contact with these high frequencies, they lose part of their hearing. Initially, it is proposed to implement the intelligent software noise cancellation system. The hardware implementation (headset) should be studied and deepened in future research.

KEYWORDS: Artificial Neural Networks, Intelligent System, Noise Cancellation.

INTRODUÇÃO

Os níveis prejudiciais de ruídos estão dentre os principais riscos a saúde dos trabalhadores. Os profissionais da área odontologia são alguns dos trabalhadores mais afetados (SOUZA, CARVALHO, FERNANDES, 2001). Diante disso, e levando-se em consideração os avanços da tecnologia, percebe-se que, a utilização de neutralizadores de ruídos nocivos poderá contribuir para atenuar os efeitos prejudiciais de ruídos intensos e aumentar a saúde dos trabalhadores afetados (BENOIT et al., 2012).

Pode-se encontrar, atualmente, no mercado, modelos de proteção aprovados pela legislação (NR 32 - 2011), denominados de Equipamento de Proteção Individual (EPIs) auriculares, especificados na Norma Regulamentadora 32, que versa sobre Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde, que vedam significativamente o nível dos ruídos externos.

Diferentemente dos EPIs, a proposta desta pesquisa visa a produção de equipamentos auriculares que atenuem apenas as frequências indesejadas, permitindo que o usuário possa se manter ouvindo sons produzidos pela fala humana, comunicação telefônica, audição de equipamentos eletrônicos (rádio e

televisão) entre outros. Espera-se obter um software computacional que identifique, dentre sons ambientes de um consultório odontológico, através das RNAs (SILVA et al., 2017), os ruídos advindos dos motores. Após esta identificação, um módulo computacional de CAR (BENOIT et al., 2012), poderá, então, realizar a atenuação dos ruídos que põe em risco a saúde dos profissionais sem bloquear a audição natural para outros sons. Inicialmente, propõe-se a implementação do sistema inteligente de cancelamento de ruídos em *software*. A viabilidade de implementação em *hardware* (fone de ouvido) deverá ser estudada em pesquisa futuras.

MATERIAL E MÉTODOS

Transformada de Fourier de Tempo Curto (Short-time Fourier Transform)

A transformada de Fourier de curta duração (STFT) é usada para analisar como o conteúdo de frequência de um sinal não estacionário muda ao longo do tempo. A STFT de um sinal é calculada deslizando-se uma janela de análise de comprimento N_w sobre o sinal de tamanho N_x e calculando a transformada discreta de Fourier (DFT) dos dados em janela. A janela se move sobre o sinal original em intervalos de $N_{overlap}$ amostras. O algoritmo possui como padrão janelas Hamming, ou seja, janelas que diminuem o espalhamento espectral. A DFT de cada segmento da janela é adicionado a uma matriz S que contém em suas entradas, a magnitude e a fase da análise espectral, sendo que cada linha representa uma frequência da análise e cada coluna representa um instante de tempo.

O número de linhas na matriz S , ou seja, o número de frequências analisadas, é igual ao número de pontos da DFT, e o número de colunas $nCol$, ou seja, o número de instantes de tempo analisados é dado por:

$$nCol = \frac{N_x - N_{overlap}}{N_w - N_{overlap}}$$

Dessa forma, para aumentar-se a resolução de frequência, deve-se aumentar o número de pontos da DFT. Já para se aumentar a resolução no tempo, deve-se agir no tamanho da janela e no número de pontos em sobreposição.

A matriz S da STFT é dada por $X(f) = [X_1(f) \ X_2(f) \ \dots \ X_k(f)]$. O vetor de índice m é dado pela DFT dos dados com centro no tempo mR :

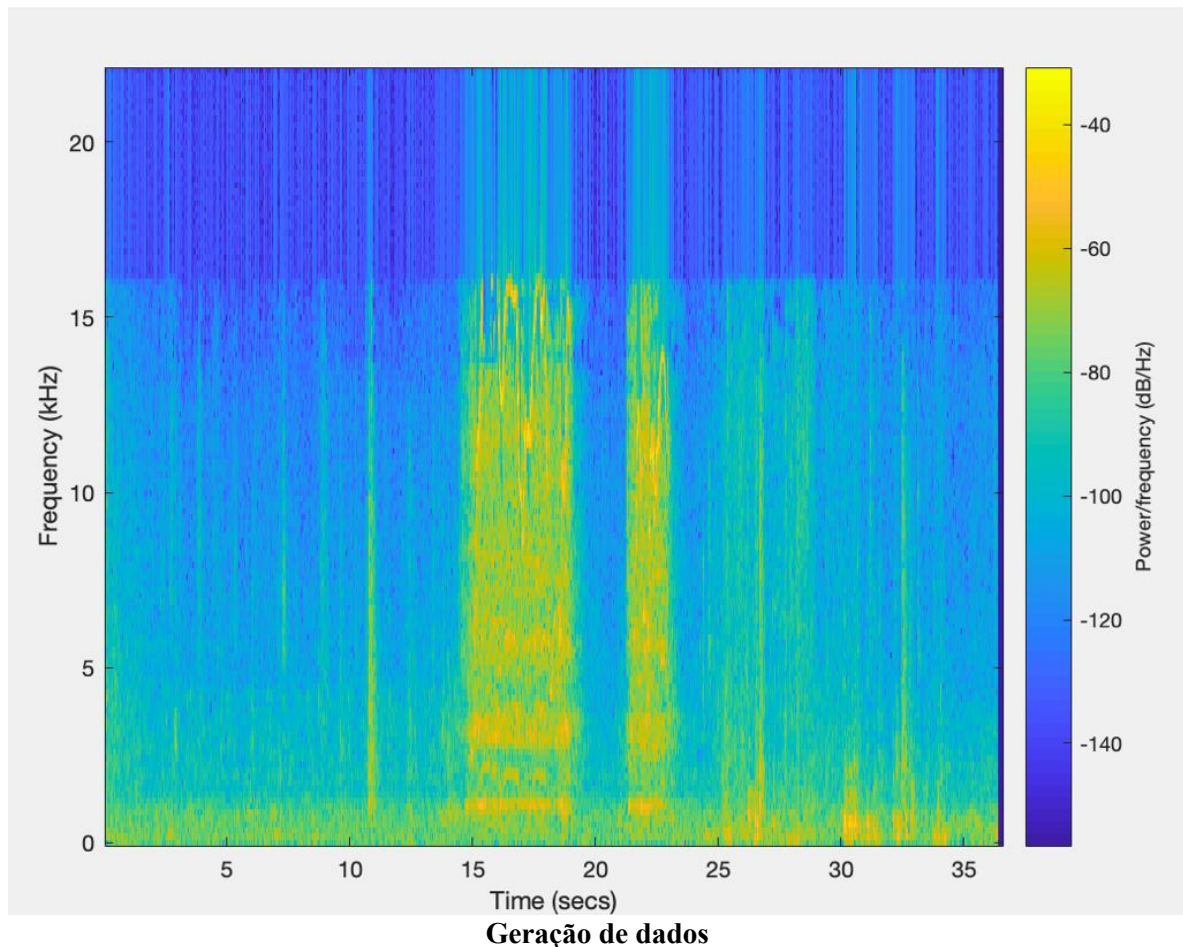
$$X_m(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)g(n - mR)e^{-j2\pi fn}$$

onde,

$g(n)$ é a função janela de comprimento N_w

R é o salto entre duas DFTS consecutivas. O tamanho do salto é a diferença entre a janela e o número de amostras em sobreposição $N_{overlap}$

A magnitude ao quadrado da STFT produz a representação espectral da densidade de potência do sinal, denominado de espectrograma. Pode-se ver, como exemplo, o espectrograma a seguir, onde o eixo das abscissas corresponde ao tempo e das ordenadas à frequência. As cores representam a potência relativa a determinada frequência e em um determinado tempo.



Utilizou-se o software *Matlab* para aplicar a STFT no sinal de áudio aqusitado. Os dados de potência espectral são então utilizados como dados de entrada e saída para treinamento da rede neural. As entradas utilizadas na rede neural são as 10 frequências com maiores potências espectrais dentro de 1 segundo de análise. Ou seja, a cada segundo, um novo conjunto de 10 entradas é gerado. Sabe-se também se a cada segundo, o áudio possui ou não o som do motor do dentista. Dessa forma, tem-se o conjunto de entradas e a saída desejada necessários para treinar as redes neurais.

Redes neurais artificiais

Sabe-se que uma rede neural artificial consegue solucionar problemas de classificação de padrões (SILVA,2016). Através do *software* MatLab, usou-se a ferramenta Neural para gerar uma rede neural que foi testada com 5 e 10 e com 10 e 20 neurônios, conforme mostrado na Figura 1 e 2 utilizando-se o algoritmo de *levenberg marquardt*, que consiste em uma modificação de melhor convergência do algoritmo *backpropagation*

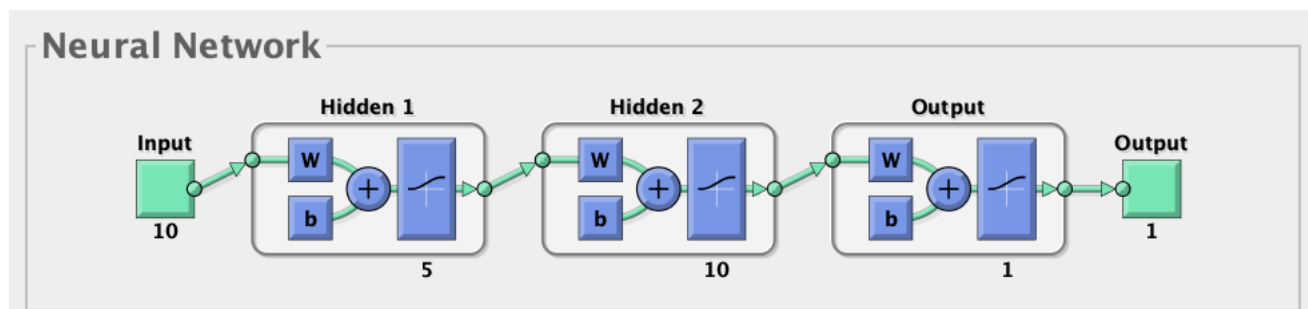


Figura 1 – Rede neural com 10 e 5 neurônios

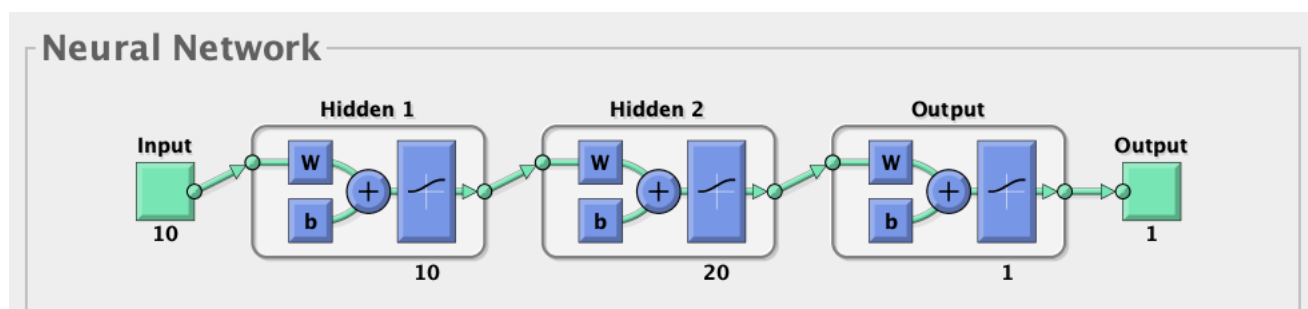


Figura 2 – Rede neural com 10 e 20 neurônios

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 1 e 2, testou-se a rede neural com 5 ou 10 neurônios na camada de entrada. A camada de saída da rede neural é constituída por 1 neurônios que indica se o som é proveniente do motor ou não. Os resultados obtidos foram satisfatórios, e apresentaram a seguinte taxa de acerto.

Tabela 1: Taxa de acerto da rede neural em relação ao número de neurônio

Número de neurônios escondidos na camada de entrada	Número de neurônios escondidos na segunda camada	Taxa de acerto da rede neural
5	10	97.6678 %
10	20	97.4615 %

Os erros mostrados nas Tabelas 1 deixam claro que o sistema conseguiu boa aproximação na estimação dos parâmetros, principalmente com 5 e 10 neurônios. O gráfico da Figura 3 mostra o teste de performance da rede e a quantidade de épocas necessárias para poder chegar em uma taxa de acerto satisfatória.

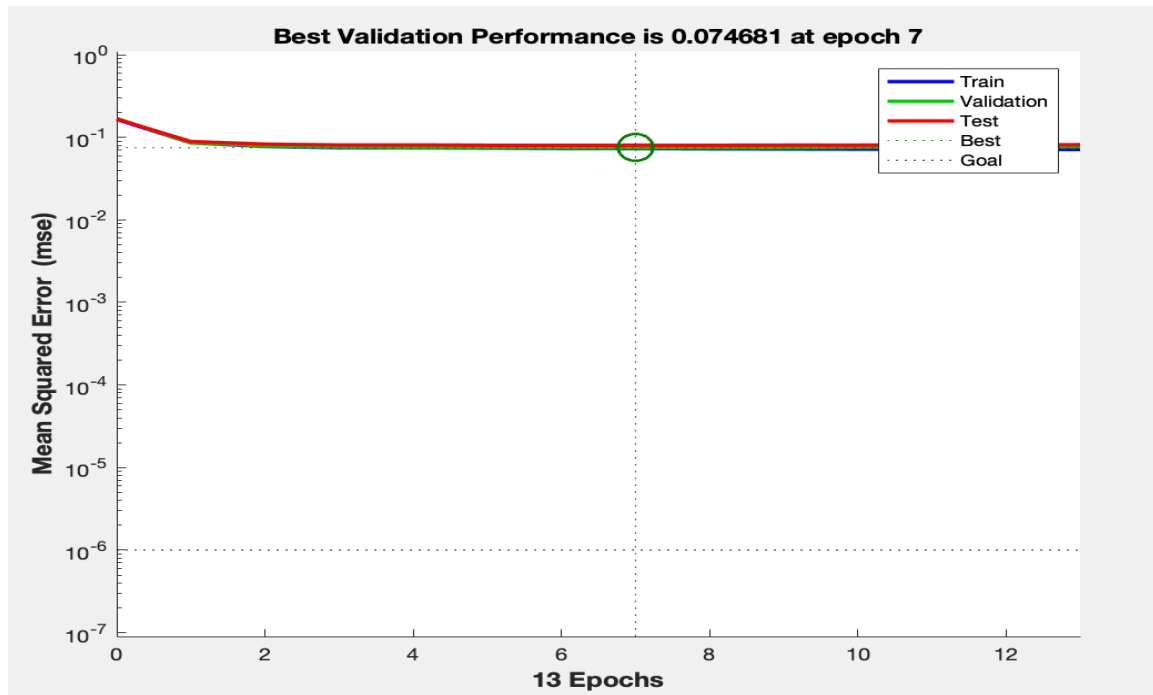


FIGURA 3 – Época x Erro quadrático médio com 5 e 10 neurônios escondidos

CONCLUSÕES

Ao final obtivemos o áudio já sem o ruído gerado pelo motor, como podemos observar na figura 4, o produto foi bem satisfatório conseguindo eliminar o barulho quase que integralmente, tendo apenas um pequeno *delay* quando ele é acionado ou desligado.

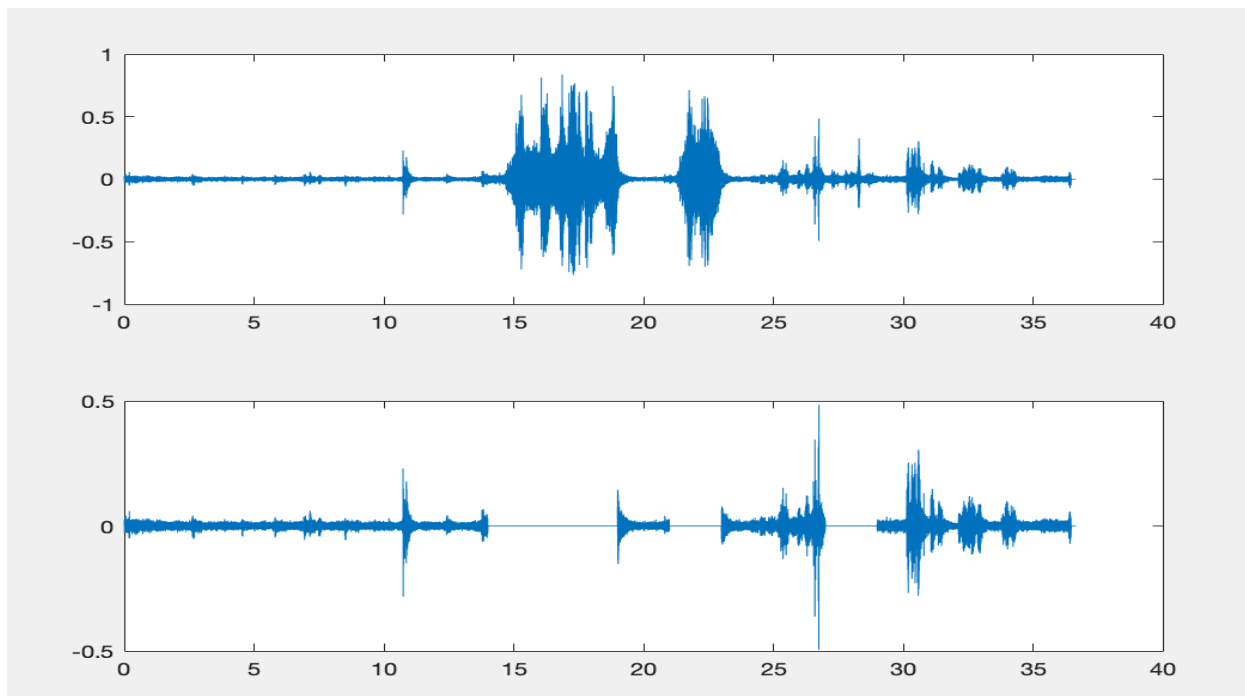


FIGURA 4 - Áudio com o ruído e após passar pela rede neural e ser filtrado

Através dos resultados obtidos nesse projeto de iniciação científica podemos perceber ótimo desempenho utilizando as redes neurais. Com esses dados promissores podemos dar continuação ao trabalho e nos leva a pensar em uma futura implementação em *hardware*.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao IFSP Campus Sertãozinho onde está sendo realizado o projeto, a minha orientadora, Luisa Helena Bartocci Liboni e ao meu pai, Mario Luiz Ribeiro que me auxiliou na edição.

REFERÊNCIAS

- BENOIT, Michael, et al. "Engineering Silence: Active Noise Cancellation" *North Carolina State University* (2012).
- DA SILVA, I.N., SPATTI, D.H., FLAUZINO, R.A., LIBONI, L.H.B. and DOS REIS ALVES, S.F., 2017. Artificial neural networks. *Cham: Springer International Publishing*.
- NORMA REGULAMENTADORA 32 - NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde 2011.
- SOUZA NSS, CARVALHO MF, FERNANDES RCP. Hipertensão arterial entre trabalhadores de petróleo expostos a ruído. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(6):1481-1488, 2001.