

## Identificação e Classificação de Acordes Musicais aplicando a Transformada de Fourier

Willsander de Jesus<sup>49</sup>  
Gilcélia Regiane de Souza<sup>50</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo “coletar o sinal sonoro de um acorde musical executado em um teclado, por exemplo, e enviar este sinal para o computador, e através de algoritmos e técnicas matemáticas, identificá-lo e classificá-lo”. A Figura (1) ilustra esquema do processo.

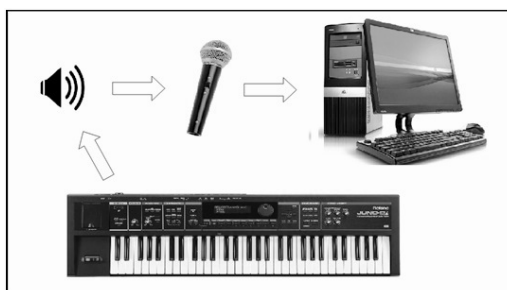


Figura 1: Diagrama esquemático do processo (Fonte Própria)

Um acorde musical é um sinal sonoro constituído por pelo menos 3 notas musicais simultâneas. Os acordes mais utilizados na música são divididos em dois grupos fundamentais: os acordes tríades (com 3 notas) e os acordes tétrades (com 4 notas). Para cada tipo de acorde, existe uma estrutura e uma representação diferente. Estas estruturas seguem conceitos e definições da Teoria Musical. Na prática, os acordes formam a base de qualquer harmônica musical, onde existe música, existem acordes. Para compreendermos uma aplicação prática do acorde, podemos dar o exemplo de um músico tocando o violão ou um piano. As posições e montagens que o músico faz no braço do violão formam os acordes, e seu som é caracterizado por produzir uma sensação de preenchimento na música. O mesmo ocorre no caso de um músico tocando o piano, as variações dos dedos nas teclas produzem acordes diferentes. Os acordes tríades são mais básicos e mais fáceis de serem executados na prática, sendo amplamente utilizados por músicos profissionais e iniciantes. Já os tétrades, exigem um maior domínio do instrumento musical, e eles são aplicados com maior frequência em estilos musicais mais sofisticados como o Jazz e a Bossa Nova. Cada acorde possui um som bem característico, uns transmitem uma sensação de alegria, outros de tristeza e melancolia, outros de suspense; uns são mais brilhantes, enquanto outros são mais fechados.

<sup>49</sup>Aluno de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Turma 2018 Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei ,  
willsander.dyg530@gmail.com

<sup>50</sup>Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso Departamento de Estatística, Física e Matemática - Defim, CAP-UFSJ ,  
gilcelia@ufs.edu.br

Por se tratar de sinais sonoros, abordaremos alguns conceitos da física do som, como, por exemplo, amplitude ( $A$ ) e frequência ( $F$ ). Estes parâmetros definem uma nota musical, onde a amplitude está associada à intensidade do som (ou volume) e a frequência está associada à altura do som, ou seja, notas mais graves (baixa vibração / baixa frequência) ou mais agudas (alta vibração / alta frequência).

Abordaremos também conceitos que permitirão enxergar a música de forma matemática. Falaremos sobre a modelagem de uma onda sonora e da representação matemática de um acorde musical. Resumidamente, cada nota musical pode ser modelada por uma função periódica do tipo

$$f(t) = A \operatorname{sen}(2\pi F \cdot t) \quad (3)$$

onde  $F$  é a frequência da nota musical (em Hz), e  $A$  a sua amplitude (em dB).

Com base nestas definições, podemos entender um acorde musical (acm) como uma combinação de ondas sonoras, ou seja,

$$acm(t) = \sum_{i=1}^n A_i \operatorname{sen}(2\pi f_i \cdot t) \quad (4)$$

onde  $f_i$  e  $A_i$  são respectivamente, a frequência e a amplitude de cada onda sonora  $n$ .

Estudaremos também uma pequena introdução à Teoria Musical e apresentaremos a estrutura dos principais acordes utilizados por músicos e compositores. Neste trabalho utilizaremos o piano como base, e a partir dele mostraremos de forma prática como aplicar os principais conceitos musicais na classificação dos acordes.

Após estes estudos teóricos e matemáticos será implementado um algoritmo, utilizando algum software gratuito, que realizará o processo computacional do trabalho. Neste algoritmo aplicaremos ferramentas matemáticas (Transformada de Fourier) que nos permitirão extrair as frequências das notas musicais presentes no sinal gravado por um microfone. Em seguida, calcularemos a relação musical entre estas notas através da Equação da Escala Temperada (que definiremos ao longo do trabalho), e finalmente, classificaremos o acorde coletado com base nos conceitos da Teoria Musical. Em termos práticos, o algoritmo receberá como entrada o áudio de um acorde gravado, e como resultado, ele mostrará na tela a sua classificação correspondente. Futuramente, esta ideia pode ser aplicada no estudo da música, auxiliando os alunos no desenvolvimento da percepção musical, dando um suporte virtual no treinamento auditivo dos alunos, permitindo que eles possam classificar um acorde pelo seu som.

## Referências

- [1] L. ALVES, *Teoria Musical: lições essenciais: sessenta e três lições com questionários, exercícios e pequenos solfejos*. São Paulo: Irmãos Vitale, 2005.
- [2] A. v., Oppenheim, *Sinais e Sistemas*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- [3] W. E. Boyce, R. C. DiPrima, *Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno*; 9 ed. Rio de Janeiro, LTC 2010.
- [4] C. S. Calçada, *Física Clássica*, Editora Atual, 2010.
- [5] J. Stewart, *Cálculo*, vol. I, São Paulo: Cengage Learning, 2010.