

# Aplicação de Sistemas Fuzzy para Classificação da Emoção Musical

Beatriz Cristina Flávia de Azevedo \*, Glaucia Maria Bressan

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Cornélio Procópio, PR  
beatrizazevedo@alunos.utfpr.edu.br, glauciabressan@utfpr.edu.br

**Palavras-chave:** Classificação, Emoção Musical, Lógica Fuzzy.

## 1 Introdução

A crescente expansão dos recursos midiáticos tornou necessária a classificação musical, a fim de otimizar a busca pelo usuário. A classificação por meio da emoção musical vem sendo muito estudada na literatura; porém, esta não é uma tarefa simples, devido à subjetividade natural da percepção humana [1], [2]. Desta forma, as fronteiras entre as possíveis emoções musicais tendem a se misturar e, por esta razão, sistemas *Fuzzy* podem ser muito bem aplicados na classificação de dados musicais. Nos trabalhos [1] e [2], os autores utilizam atributos físicos da música para classificar bibliotecas digitais por meio da emoção. Lin et. al. [2] afirmam que a classificação da emoção musical é significativamente melhorada quando se obtém a informação do gênero previamente.

Yang et al. (2006) exploraram dois modelos de classificação: *k-vizinhos mais próximos fuzzy* (FKNN) e *Mais próximo-média fuzzy* (FNM). Pela aplicação destes modelos, os autores conseguiram agrupar as emoções musicais em 4 classes. Com isso afirmam que, em comparação com a classificação usual, que inclui a amostra de entrada em apenas uma classe, os classificadores *fuzzy* indicam fusões entre as classes. Assim, concluem que a ambiguidade carregada pelos vetores *fuzzy* é muito importante, já que emoção musical é subjetiva [7].

Diante deste cenário, é de plena importância o emprego de modelos matemáticos computacionais que consigam avaliar os dados de forma que a subjetividade humana não interfira nos resultados, tornando-os mais próximos possíveis da realidade. Por esta razão, objetivo deste trabalho é propor um modelo *fuzzy* de classificação musical considerando emoções; para tanto foi utilizado a base de dados *Latin Music Database-LMD* [5]

## 2 Conjunto de Dados e Detalhes Experimentais

O *Latin Music Database* (LMD) consiste em um conjunto de dados numéricos referentes a atributos musicais, representados de forma matricial, no qual as linhas correspondem às gravações musicais e as colunas correspondem aos atributos destas gravações extraídos através do *software* MARSYAS <sup>1</sup>. Cada linha da

\* Bolsista de Iniciação Científica - Fundação Araucária

<sup>1</sup> Music Analysis, Retrieval and Synthesis for Audio Signals (<http://marsyas.info/>)

matriz é chamada de instância, a qual contém as informações numéricas sobre cada atributo e o gênero correspondente. No total, o LMD é composto de 3000 instâncias, divididas igualmente em 10 gêneros musicais latinos apresentados na tabela 1. Neste trabalho, 90% dos dados são utilizados para confecção dos sistemas de classificação *fuzzy* propostos, os demais são utilizados para validação dos resultados.

O LMD contém 30 atributos numéricos que descrevem os gêneros musicais latinos, selecionados por Silla Jr et al. (2008). Estes atributos são divididos em três grupos: batidas sonoras (atributos 1-6), timbre (atributos 7-25) e frequência (atributos 26-30), como pode ser visto em Silla Jr et al. (2009). Foram selecionados os 3 atributos mais representativos de cada um dos 3 grupos de atributos de entrada, do trabalho de Silla Jr et al. (2009), cujos valores numéricos, quando treinados, proporcionaram o menor erro no processo de classificação. Os atributos selecionados de cada grupo são os seguintes:

*Grupo 1* (referente ao atributo *batidas sonoras*): Amplitude relativa do segundo pico do histograma (Atributo 2); razão entre as amplitudes do segundo pico e do primeiro pico (Atributo 3); soma global dos histogramas (Atributo 6).

*Grupo 2* (referente ao atributo *timbre*): Média do centroide espectral (Atributo 7); desvio padrão para a atenuação espectral (Atributo 12); desvio padrão para o segundo coeficiente cepstral Mel-frequência - MFCC (Atributo 22).

*Grupo 3* (referente ao atributo *frequência*): Soma global do histograma (Atributo 26); amplitude do pico máximo do histograma (Atributo 28); período do pico máximo do histograma (Atributo 29).

Após a seleção dos atributos de entrada, uma revisão bibliográfica foi realizada para auxiliar na associação entre os gêneros musicais latinos e as emoções. Especificamente no trabalho [4], as músicas do LMD foram identificadas por suas emoções predominantes com o apoio de especialistas e do conhecimento de músicos brasileiros que auxiliaram na tarefa de criar o *Latin Music Mood Database* (Santos e Silla Jr (2015)). Por meio destes, pode-se associar os gêneros às emoções conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Associação entre Gênero e Emoção

Gênero	Emoção	Gênero	Emoção
Tango	Decepção	Forró	Acolhedor
Bachata	Amor	Pagode	Felicidade
Bolero	Romântico	Sertanejo	Tristeza
Merengue	Paixão	Gaúcha	Alegria
Salsa	Sedução	Axé	Entusiasmo

São elaborados 3 sistemas de classificação *fuzzy*, sendo um para cada grupo de atributos de entrada. Para gerar as regras linguísticas de cada sistema, os dados numéricos de cada atributo de entrada foram discretizados com auxílio

do *software* GENIE <sup>2</sup> e então particionados em três classes linguísticas: baixo, médio e alto. Cada um dos 3 sistemas de classificação possuem, conforme descrito anteriormente, 3 atributos de entrada por sua vez particionados em 3 classes. Desta forma, para cada sistema são geradas  $3^3 = 27$  regras linguísticas do tipo “se-então”. Em cada sistema, cada uma dessas combinações foram contabilizadas no conjunto de treinamento, verificando-se a quantidade de ocorrência de cada combinação em cada gênero musical. Considerando as combinações como os antecedentes das regras, foi possível estabelecer se havia um gênero predominante para cada uma das 27 combinações, sendo este considerado então o consequente daquela regra. A Tabela 2 exibe um exemplo para a combinação de antecedente “se atributo 26 é baixo e atributo 28 é baixo e atributo 29 é alto”, avaliada no sistema de classificação do Grupo 3 (referente à frequência).

**Tabela 2.** Número de ocorrências do antecedente “se atributo 26 é baixo e atributo 28 é baixo e atributo 29 é alto” no Grupo 3

Gênero	Ocorrência	Gênero	Ocorrência
Tango	147	Forró	141
Bachata	158	Pagode	203
Bolero	152	Sertanejo	131
Merengue	143	Gaúcha	178
Salsa	101	Axé	135

Como pode ser observado, para essa combinação, o gênero *Pagode* apresenta maior número de ocorrências. Conclui-se então que este gênero é o consequente desta regra linguística, o que implica na maior probabilidade de acertos do modelo. Neste caso, a regra linguística é descrita da seguinte forma: *SE atributo 26 é baixo E atributo 28 é baixo E o atributo 29 é alto, ENTÃO o gênero é Pagode* e, de acordo com a Tabela 1, associa-se a este gênero a emoção *felicidade*. Desta forma, por meio da extração do conhecimento do conjunto de dados, a base de regras do tipo “se-então” é obtida para cada um dos 3 sistemas de classificação *fuzzy* propostos.

O ajuste dos parâmetros das funções de pertinência das entradas dos sistemas *fuzzy* são obtidos por meio do treinamento dos dados no sistema *neuro-fuzzy* [3] com auxílio do *adaptive neuro-fuzzy inference system* (ANFIS). As funções do tipo Gaussianas foram selecionadas para representar as funções de pertinência, por apresentarem maior suavidade entre as fronteiras das classes e menor erro, quando comparadas com os tipos trapezoidais e triangulares. O sistema ANFIS opera com sistema de inferência do tipo *Sugeno* [3], no qual a saída é linear ou constante. Desta forma, os parâmetros das funções de pertinência obtidos pelo treinamento do sistema *neuro-fuzzy* são transportados para os sistemas de classificação *fuzzy*, que operam com sistema de inferência do tipo *Mamdani* [3],

<sup>2</sup> Desenvolvido pela Universidade de Pittsburgh (<https://dslpitt.org/genie/>)

cujas saídas são conjuntos *fuzzy*. Os intervalos das funções de pertinência da saída são obtidos dividindo-os proporcionalmente pelo número de ocorrências dos gêneros na saída das regras. Finalmente, para validação dos resultados os dados de teste são inseridos nos sistemas de classificação *fuzzy* elaborados, por meio de um algoritmo desenvolvido em MATLAB. Assim, se o parâmetro de saída da instância de teste esta contido entre as fronteiras do gênero correspondente, é considerado acerto; caso contrário, é considerado erro.

### 3 Resultados e Conclusões

Neste trabalho, foi apresentado uma proposta de modelagem matemática para a classificação automática de gêneros musicais latinos considerando emoções. Para tanto, foi empregado o método de classificação *fuzzy*, o qual considera fusões entre as fronteiras dos gêneros. O resultado geral dos testes de validação apontam uma taxa de acerto de 75,33% , 71,67% e 70,83%, respectivamente, para os sistemas de classificação dos grupos [a]-Batidas Sonoras, [b]-Timbre e [c]-Frequência representados na Figura 1.

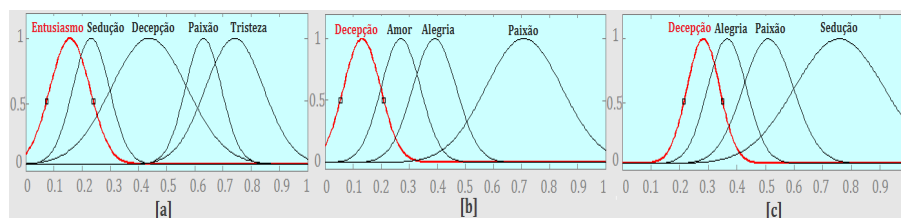


Figura 1. Funções de Pertinência das Saídas dos Sistemas Fuzzy

### Referências

1. GOYAL, S.; KIM, E. Application of Fuzzy Relational Interval Computing for Emotional Classification of Music. DOI. 978-1-4799-4562-7/14-IEEE, 2014.
2. LIN, Y.; YANG, Y.; CHEN, H. H.; LIAO, I.; HO, Y. Exploiting Genre for Music Emotion Classification. DOI. 10.1109/ICME.2009.5202572-IEEE, p. 618-621, 2009
3. PEDRYCZ, W. E.; GOMIDE, F. An Introduction to Fuzzy Sets. MIT PRESS, 1998
4. SANTOS, C. L.; SILLA Jr, C. N. The Latin Music Mood Database. Journal on Audio, Speech and Music DOI. 10.1186/s13636-015-0065-6, 2015
5. SILLA Jr, C. N.; KOERICH, A.L.; KAESTNER, A. A. The Latin Music Database. Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Music Information Retrieval 451-456, 2008.
6. SILLA Jr, C. N.; KOERICH, A.L.; KAESTNER, A. A. A Feature Selection Approach for Automatic Music Genre Classification, International Journal of Semantic Computing, 3:2, 183-208, 2009.
7. YANG, Y.; LIU, C.; CHEN, H. H. Music Emotion Classification: A Fuzzy Approach, Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimedia, 81-84, 2006.