

# Classificação Automática de Gêneros Musicais Utilizando Cifras das Músicas

Ricardo Corassa<sup>1</sup>, Carolina L. Dos Santos<sup>1</sup>, Carlos N. Silla Jr.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Computação e Tecnologia Musical  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Av. Alberto Carazzai, 1.640 – 86300-000  
Cornélio Procópio, PR, Brazil

**Abstract.** *For the task of automatic music genre classification the use of content-based features appears to have reached a glass-ceiling. For this reason, recent research in music genre classification has been working on developing new approaches for the task. In this paper we present five novel feature descriptors based on “cifras”(a document that contains the harmonic structure and progression of the songs). We have evaluated our approach on a subset of the Latin Music Database (LMD), which was manually created by the authors querying different websites for the songs presented in the LMD.*

**Resumo.** *Para a tarefa de classificação automática de gêneros musicais o uso de características extraídas diretamente do sinal de áudio das músicas parece ter encontrado um limite. Por esse motivo, pesquisas recentes tem focado em desenvolver novas abordagens para tarefa. Neste trabalho são apresentados cinco novos tipos de características baseados na informação presente nas cifras das músicas. Esses novos descritores foram avaliados em um subconjunto de músicas da Latin Music Database para as quais os autores deste trabalharam conseguiram obter as cifras de websites especializados.*

## 1. Introdução

A tarefa de classificação automática de gêneros musicais é um dos tópicos mais populares na comunidade de recuperação inteligente de informações musicais (Music Information Retrieval - MIR) [McKay and Fujinaga, 2006b]. A principal motivação desta tarefa é construir sistemas que possam organizar de forma automática coleções de músicas em formato digital. Além disso, existem estudos que mostram que o gênero musical é um dos termos frequentemente utilizados por usuários em sistemas de recuperação inteligente de informações musicais [Downie and Cunningham, 2002, Lee and Downie, 2004, Pampalk et al., 2002].

O trabalho mais importante da área foi o trabalho de [Tzanetakis and Cook, 2002] onde os autores propuseram a tarefa de classificação automática de gêneros musicais utilizando algoritmos de aprendizado de máquina. Neste trabalho os autores utilizaram 30 características que são extraídas diretamente do sinal de áudio.

Desde o trabalho de [Tzanetakis and Cook, 2002], diversos pesquisadores tem tentando resolver o problema utilizando: abordagens baseadas no conteúdo (isto é, usando apenas o sinal de áudio) [Tzanetakis and Cook, 2002]; abordagens baseadas na representação simbólica das músicas (isto é, utilizando informações sobre a melodia das músicas) [McKay and Fujinaga, 2006a]; abordagens utilizando outras representações como informações culturais [Whitman and Smaragdis, 2002], letras das músicas [Mayer et al., 2008], ou social tags [Chen et al., 2009].

Maior	Menor	Sustenido	Bemol	Quarta	Quinta	Sétima	Nona	Diminuta
C	Cm	C#	Cb	C4	C5	C7	C9	C°
D	Dm	D#	Db	D4	D5	D7	D9	D°
E	Em	E#	EB	E4	E5	E7	E9	E°
F	Fm	F#	Fb	F4	F5	F7	F9	F°
G	Gm	G#	Gb	G4	G5	G7	G9	G°
A	Am	A#	Ab	A4	A5	A7	A9	A°
B	Bm	B#	Bb	B4	B5	B7	B9	B°

**Figura 1: Tipos de acordes utilizados neste trabalho.**

A principal motivação para o uso de outras representações além do sinal de áudio foi o trabalho de [Lidy et al., 2007] que indicou que as abordagens baseadas apenas em conteúdo podem ter encontrado um limite. Por esse motivo neste trabalho investigamos o uso de descritores baseados na estrutura harmônica obtidas em cifras das músicas. Informações sobre a estrutura harmônica já foram utilizada nos trabalhos de [Cheng et al., 2008] porém neste trabalho os autores utilizaram uma abordagem automática para estimar os acordes a partir do sinal de áudio das músicas para então fazer a classificação automática de gêneros musicais.

A principal contribuição deste trabalho é analisar o uso de cinco diferentes descritores obtidos a partir das cifras das músicas para fazer a classificação automática de gêneros musicais utilizando apenas a estrutura harmônica presente nas cifras das músicas. O restante deste trabalho está organizado da seguinte maneira: na seção 2 são apresentados alguns conceitos musicais; na seção 3 são apresentados os descritores obtidos a partir das cifras; na seção 4 são apresentados os experimentos realizados; e finalmente na seção 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho.

## 2. Conceitos musicais

Segundo Souza [Souza, 20 ], iniciou-se na Grécia antiga a representação de notas musicais por letras do alfabeto grego e, com o passar do tempo, houve a procura para formular um modo de representar e divulgar objetos musicais. Foi no início da idade média que o monge italiano Guido d'Arezzo, regente de um coro da Catedral de Arezzo (Toscana), empregou um sistema silábico baseado em um hino para a representação das notas musicais, que é utilizado até hoje. A representação utilizada por d'Arezzo deu o nome às notas simbolizadas pelas sete primeiras letras do alfabeto (A = lá, B = si, C = dó, D = ré, E = mi, F = fá, G = sol).

A cifra é uma notação musical, utilizada para representar as notas musicais por meio dos símbolos universais, conhecidos por qualquer músico, independente de seu instrumento. Em uma cifra usa-se a representação de acordes ou arpejos que são formados pela associação de 3 ou mais notas tocadas simultaneamente. Os acordes mais comuns são classificados como tríades, constituídos por 3 notas, organizadas para formarem intervalos de terças superpostas. Um intervalo é a distância entre duas notas, no caso do violão um intervalo é equivalente a um semi-tom e uma casa do braço do violão [Faria, 1999]. A Figura 1 apresenta os tipos de acordes utilizados neste trabalho e a Figura 2 apresenta o trecho de uma cifra.

A transposição de uma cifra consiste em aumentar ou diminuir a altura todas as notas presentes na cifra. A transposição de uma nota musical é a mudança da altura de uma nota. Cada nota tem sua escala com seus descentes. Uma escala de Tom/Semitom é uma escala a qual cumpre escala octatônica, a qual vai de oito em oito notas. C (dó), D (ré), E (mi), F

# Estrela Primeira

## Banda Beijo

Tom: D

Intro: Bm A G F#

Bm A  
Reluz do meu ser a fonte mais pura do viver  
Em F#  
Será que é ilusão as batidas do meu coração  
Bm A  
Pairando no ar, toda sapiência de um ser

Figura 2: Exemplo de um trecho de uma das cifras utilizadas.

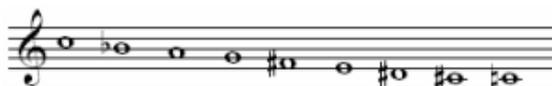


Figura 3: Exemplo de como as cifras foram processadas.

(fá), G (sol), A (lá), B (si) e C(dó), exemplificada na figura 3 [Kostka, 1999]. Cada escala tem um número limitado de possibilidades de transposições. Segundo [Zuben, 2005], as transposições são baseadas em um sistema cromático temperado, formando uma limitação de mudanças e formando grupos simétricos internos dentro de cada oitava, ou escala. Quando, no violão, passa-se de traste, as notas em cada corda se alteram. Por exemplo, na primeira corda E (mi) agudo, solta a corda tem a tonalidade E (mi), no primeiro traste, ao aperta-la, a corda emite o som da nota F (fá).

A Figura 4 exemplifica quantos tons e semitons tem em cada escala, como chamamos as notas que “combinam” com a nota principal.

Para realizar a transposição das cifras neste trabalho foi utilizada a codificação apresentada na Tabela 1, onde cada número corresponde a uma nota. Para fazer a transposição, analisa-se que o tom natural da música corresponde ao número '0', sendo assim, se subtrairmos a nota dela mesma obtemos o tom natural (C). Subtraindo o tom dos demais acordes, encontramos a quantos intervalos a nota está do seu tom, mostrando resultados positivos que estão no sentido crescente, logo para resultados negativos, estão no sentido decrescente. Desta forma percorremos uma lista circular, nos dois sentidos.

### 3. Descritores Obtidos a Partir das Cifras Processadas das Músicas

Nesta seção são apresentados novos descritores para classificação automática de gêneros musicais utilizando cifras.

#### 3.1. Presença e Ausência de Acordes

O primeiro descritor proposto neste trabalho tenta caracterizar os diferentes gêneros musicais com base na presença e ausência dos acordes na cifra de cada música. Dessa forma, é criado um vetor de características com 63 atributos para cada música. Cada posição desse vetor corresponde a um acorde, e para cada cifra analisada os acordes encontrados são marcados como presentes (utilizando o número 1) ou ausentes (utilizando o número 0).

B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	5 e 1/2
Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	5
A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	4 e 1/2
Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	4
G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	3 e 1/2
F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	3
F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	2 e 1/2
E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	2
Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	1 e 1/2
D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	1
Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	1/2
<b>C</b>	<b>Db</b>	<b>D</b>	<b>Eb</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>F#</b>	<b>G</b>	<b>Ab</b>	<b>A</b>	<b>Bb</b>	<b>B</b>	
B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	1/2
Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	1
A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	1 e 1/2
Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	G	2
G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	F#	2 e 1/2
F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	F	3
F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	E	3 e 1/2
E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	Eb	4
Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	D	4 e 1/2
D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	Db	5
Db	D	Eb	E	F	F#	G	Ab	A	Bb	B	C	5 e 1/2

Figura 4: Exemplo de como as cifras foram processadas.

Acorde	Valor
C	0
C#	1
D	2
D#	3
E	4
F	5
F#	6
G	7
G#	8
A	9
A#	10
B	11

Tabela 1: Acordes e seus correspondentes numéricos

Por exemplo, utilizando como base o trecho da cifra apresentada na Figure 11 será criado o descritor apresentado na Figura 5 .

Música	C	D	E	F	G	A	B	Cm	Dm	Em	Fm	Gm	Am	Bm	...
Estrela Primeira	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	...

Figura 5: Exemplo da presença / ausência dos acordes.

### 3.2. Tom

O Tom é quem determina qual será o grupo de acordes que será utilizado na música, logo influenciará diretamente nas demais características a serem estudadas. Durante o pré-processamento das cifras manteve-se esta informação, afim de analisar a sua presença. Para as cifras que não continham tom, gerou-se o tom baseado no acorde com o maior número de repetições na cifra. Por exemplo, utilizando como base o trecho da cifra apresentada na Figure 11 será criado o descritor apresentado na Figura 6.

Música	Tom
Estrela Primeira	D

Figura 6: Exemplo do uso do tom.

### 3.3. Quantidade de repetições dos acordes

A execução de uma música gera constantes repetições do mesmo grupo de acordes, muitas vezes repetidos em partes diferentes da música. Sendo assim, para computar esse descritor as cifras foram analisadas e o número de vezes que cada acorde aparece na cifra foi contabilizado. No caso dos acordes que não aparecem na cifra, estes tem o valor 0. Por exemplo, utilizando como base o trecho da cifra apresentada na Figure 11 será criado o descritor apresentado na Figura 7.

Música	C	D	E	F	G	A	B	Cm	Dm	Em	Fm	Gm	Am	Bm	...
Estrela Primeira	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	...

Figura 7: Exemplo da quantidade de repetições dos acordes.

### 3.4. Frequência dos Acordes

Sabendo que um acorde pode ser usado inúmeras vezes na mesma música, uma cifra muito longa pode apresentar muitas vezes o mesmo acorde, em comparação com uma cifra mais curta. Com o intuito de estabelecer uma relação, gerou-se a proporção com que o acorde se repete. Logo, podemos estabelecer a frequência pela equação 1. Um exemplo desse descritor, utilizando como base o trecho da cifra apresentada na Figura 11, é apresentado na Figura 8.

Música	C	D	E	F	G	A	B	Cm	Dm	Em	Fm	Gm	Am	Bm	...
Estrela Primeira	0	0.16	0	0	0	0.33	0	0	0	0.16	0	0	0	0.33	...

Figura 8: Exemplo da frequência dos acordes.

$$S_n = \frac{\sum_i^n Acorde}{Total_{acordes}}. \quad (1)$$

### 3.5. Transição de Acordes

A transição de um acorde é o avanço ou regressão em uma escala de semi-tons e também é conhecida como progressão harmônica. Para esse descritor a cifra é analisada e todas as transições de acordes são obtidas. Para as transições existentes na cifra é utilizado o valor 1, e 0 para as demais transições. Um exemplo desse descritor, utilizando como base o trecho da cifra apresentada na Figura 11, é apresentado na Figura 9.

Música	C → D	C → E	C → F	...	A → Em	...	Bm → A#	...
Estrela Primeira	0	0	0	...	1	...	1	...

Figura 9: Exemplo das transições dos acordes.

### 3.6. Junção de Todos os Descritores

Além do uso isolado de cada uma das representações propostas, neste trabalho também verificamos o uso de todas essas representações combinadas de forma simples, isto é, concatenando todos os vetores de características. Um exemplo desse procedimento, utilizando como base o trecho da cifra apresentada na Figura 11, é apresentado na Figura 10.

	Presença			Tom	Repetições				Frequência				Transições		
Música	C	D	...		C	D	E	...	C	D	E	...	C→D	C→E	...
Estrela Primeira	0	1	0	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...

Figura 10: Exemplo da junção de todos os descritores.

## Estrela Primeira

### Banda Beijo

Tom: C

Am G  
 Reluz do meu ser a fonte mais pura do viver  
 Dm E  
 Será que é ilusão as batidas do meu coração  
 Am G  
 Pairando no ar, toda sapiência de um ser

Figura 11: Cifra após o pré-processamento.

## 4. Detalhes Experimentais

### 4.1. Criação da Base de Dados

Para realizar os experimentos deste trabalho foram obtidas cifras para as músicas da Latin Music Database (LMD) [Silla Jr. et al., 2008]. O processo de obtenção das cifras foi manual e foi realizado pelos autores deste trabalho. Uma das dificuldades encontradas neste trabalho foi o de encontrar cifras para todas as músicas presentes na LMD. A Tabela 2 apresenta a quantidade de cifras encontradas por gênero musical.

**Tabela 2: Número de cifras presentes na base criada em relação a base original por gênero musical. Onde: A = Axé; Ba = Bachata; Bo = Bolero; F = Forró; G = Gaúcha; M = Merengue; P = Pagode; Sa = Salsa; Se = Sertaneja; T = Tango**

Base	A	Ba	Bo	F	G	M	P	Sa	Se	T	Total
Cifras	139	61	209	128	136	46	109	205	177	28	1.238
Original	304	308	303	315	306	307	301	303	310	404	3.161

### 4.2. Pré-Processamento dos Dados

Para a construção da base de cifras utilizadas nos experimentos, foram encontradas cifras em diferentes websites. É importante ressaltar que cada website possui o seu padrão específico na forma de apresentar uma cifra. Dessa forma, antes de realizar a extração dos descritores apresentados na Seção 3 todas as cifras passaram por uma etapa de pré-processamento.

Nessa etapa foram eliminadas todas as informações que não fossem referentes a estrutura harmônica das cifras. Além destas, também foram eliminadas informações como: “3”, “intro”, “refrão”, etc., pois estas informações não estavam presentes em todas as cifras e poderiam acarretar problemas durante a extração dos descritores.

### 4.3. Classificadores Utilizados

Neste trabalho foram utilizados dois algoritmos de aprendizado de máquina conhecimento como  $k$  Vizinhos mais próximos (IBk), onde os exemplos são classificados utilizando a

Gênero	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Axé	33,8%	35,3%	38,1%	39,6%	29,5%	32,4%	31,7%	28,8%
Bachata	19,7%	19,7%	24,6%	27,9%	6,6%	19,7%	14,8%	13,1%
Bolero	49,3%	29,2%	33,5%	37,8%	38,3%	34,4%	30,6%	33,5%
Forró	19,5%	31,3%	32,0%	29,7%	7,0%	28,1%	18,0%	15,6%
Gaúcha	41,2%	35,3%	35,3%	34,6%	29,4%	30,1%	26,5%	22,8%
Merengue	8,7%	6,5%	6,5%	8,7%	2,2%	2,2%	0	0
Pagode	40,4%	25,7%	28,4%	31,2%	27,5%	16,5%	11,0%	10,1%
Salsa	14,3%	19,0%	15,5%	15,5%	33,3%	29,8%	28,6%	28,6%
Sertanejo	44,1%	26,6%	31,1%	36,2%	46,3%	29,4%	32,2%	39,0%
Tango	0	25,0%	10,7%	7,1%	0	14,3%	0	0
Média	34,2%	27,9%	29,7%	31,6%	28,2%	27,4%	24,0%	24,4%

**Tabela 3: Taxa de acerto para os descritores utilizando a presença/ausência dos acordes.**

distância euclidiana e como parâmetros 1, 3 e 5 vizinhos mais próximos. Também foi utilizado o classificador denominado de máquinas de suporte vetoriais (Support Vector Machines - SVM) que utiliza hiperplanos para realizar a classificação dos exemplos. Ambos os classificadores são comumente utilizados nos trabalhos de área e por esse motivo foram utilizados neste trabalho. Para realizar as etapas de treinamento e teste, inerente a tarefa de aprendizado de máquina, foi utilizado o método de validação cruzada fator-10 para dividir os conjuntos de treinamento e teste. Para a avaliação dos resultados foi utilizada a taxa de acerto dos classificadores.

## 5. Experimentos

Nesta seção queremos responder as seguintes perguntas utilizando experimentos controlados: Qual a taxa de acerto obtida pelos descritores propostos? A junção destes descritores produz melhores resultados? Qual o impacto de transpor todas as cifras para o mesmo tom na taxa de acerto dos classificadores?

As Tabelas 3 a 7 apresentam os resultados obtidos para cada um dos descritores individuais propostos neste trabalho. O melhor resultado obtido foi utilizando o classificador SVM sem transposição e com a representação baseada na frequência dos acordes (taxa de acerto = 34.2%).

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos utilizando a junção de todos os descritores propostos. A análise da Tabela 8 mostra que ao utilizar todas as características juntas o classificador SVM obteve uma taxa de acerto de 39% sem utilizar a transposição das cifras.

Em relação ao impacto da transposição nos descritores propostos, a análise das Tabelas 3 a 8 mostra que de modo geral a transposição afeta de forma negativa a taxa de classificação, sendo os resultados sem transposição, normalmente superiores aos resultados com transposição.

A Tabela 2 apresenta um sumário dos resultados obtidos por todos os classificadores em todas as bases. A análise da Tabela 2 mostra que para a classificação automática de gêneros musicais utilizando cifras, o classificador SVM sempre obtém melhores resultados do que o classificador IBk.

Gênero	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Axé	9,5%	7,8%	10,2%	10,2%	18,7%	0	26,6%	26,6%
Bachata	0	1,7%	2,5%	2,5%	0	53,4%	0	0
Bolero	27,1%	17,7%	24,9%	24,9%	54,0%	8,0%	53,4%	52,9%
Forró	1,6%	6,2%	1,6%	1,6%	0	6,6%	8,0%	0
Gaúcha	7,4%	5,3%	6,6%	6,6%	1,5%	0	6,6%	6,6%
Merengue	0	3,0%	0	0	0	7,0%	0	0
Pagode	2,9%	2,1%	1,0%	1,0%	7,0%	35,8%	7,0%	7,0%
Salsa	0	1,1%	0	0	0	0	0	38,6%
Sertanejo	76,7%	52,5%	76,7%	76,7%	45,5%	21,2%	36,9%	0
Tango	0	0	0	0	0	0	0	0
Média	21,1%	20,1%	20,6%	20,6%	21,0%	21,1%	21,3%	21,5%

**Tabela 4: Taxa de acerto para os descritores utilizando o tom das músicas.**

Gênero	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Axé	11,5%	23,7%	30,2%	27,3%	9,4%	25,2%	38,1%	30,9%
Bachata	0	8,2%	11,5%	6,6%	3,3%	8,2%	6,6%	11,5%
Bolero	84,2%	40,2%	39,2%	42,6%	84,2%	43,1%	50,7%	48,8%
Forró	0	30,5%	25,0%	19,5%	16,0%	19,5%	12,5%	12,5%
Gaúcha	30,9%	36,8%	35,3%	51,5%	5,9%	25,0%	25,7%	31,6%
Merengue	0	65,0%	0	4,3%	0	4,3%	4,3%	2,2%
Pagode	0	30,3%	17,4%	20,2%	0	26,6%	11,9%	9,2%
Salsa	0	16,7%	11,9%	13,1%	0	7,1%	1,2%	1,2%
Sertanejo	53,7%	33,9%	26,6%	36,2%	64,4%	34,5%	32,8%	37,9%
Tango	0	14,3%	0	0	0	14,3%	0	0
Média	29,4%	29,0%	25,7%	29,0%	28,2%	26,0%	25,8%	25,8%

**Tabela 5: Taxa de acerto para os descritores utilizando a repetição dos acordes.**

Gênero	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Axé	23,0%	25,2%	38,1%	36,0%	19,4%	23,7%	46,8%	33,1%
Bachata	49,0%	14,8%	9,8%	9,8%	0	9,8%	13,1%	9,8%
Bolero	67,5%	38,3%	34,9%	39,7%	67,5%	43,1%	47,4%	45,9%
Forró	55,0%	29,7%	27,7%	18,0%	3,9%	24,2%	18,0%	15,6%
Gaúcha	49,3%	47,1%	45,6%	51,5%	22,1%	29,4%	25,7%	31,6%
Merengue	0	13,0%	2,2%	6,5%	0	2,2%	0	2,2%
Pagode	83,0%	32,1%	27,5%	22,9%	7,3%	29,4%	10,1%	9,2%
Salsa	0	15,5%	9,5%	95,0%	0	7,1%	1,2%	2,4%
Sertanejo	69,5%	37,9%	33,3%	38,4%	70,6%	43,5%	40,1%	46,3%
Tango	34,2%	25,0%	0	0	30,1%	25,0%	0	0
Média	34,2%	31,7%	28,7%	31,0%	31,0%	19,0%	28,0%	27,4%

**Tabela 6: Taxa de acerto para os descritores utilizando a frequência dos acordes.**

Gênero	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Axé	23,7%	26,6%	31,7%	29,5%	30,9%	31,7%	26,6%	19,4%
Bachata	6,6%	11,5%	8,2%	1,6%	4,9%	9,8%	4,9%	3,3%
Bolero	61,7%	57,9%	62,7%	68,9%	66,0%	64,1%	74,2%	80,4%
Forró	14,1%	19,5%	7,0%	3,9%	10,2%	23,4%	9,4%	3,1%
Gaúcha	54,4%	44,1%	46,3%	39,7%	33,1%	32,4%	26,5%	18,4%
Merengue	6,5%	30,2%	0	0	2,2%	4,3%	4,3%	0
Pagode	17,4%	15,6%	3,7%	2,8%	11,9%	10,1%	1,8%	0
Salsa	29,9%	7,1%	0	0	83,0%	6,0%	0	0
Sertanejo	10,7%	23,7%	18,6%	14,7%	39,5%	29,9%	32,2%	32,8%
Tango	30,6%	14,3%	0	0	3,6%	14,3%	0	0
Média	31,0%	28,7%	25,9%	24,5%	29,9%	29,8%	27,2%	25,0%

**Tabela 7: Taxa de acerto para os descritores utilizando as transições dos acordes.**

Gênero	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Axé	33,1%	31,6%	42,6%	36,0%	30,7%	26,3%	39,4%	33,6%
Bachata	21,3%	31,1%	27,9%	21,3%	18,0%	21,3%	27,9%	21,3%
Bolero	45,5%	36,8%	39,2%	35,4%	34,4%	28,2%	33,5%	34,9%
Forró	33,1%	29,9%	28,3%	31,5%	19,5%	24,2%	24,2%	21,9%
Gaúcha	41,9%	39,7%	38,2%	44,1%	30,1%	39,0%	28,7%	38,2%
Merengue	10,9%	17,4%	17,4%	15,2%	4,3%	6,5%	6,5%	4,3%
Pagode	40,4%	36,7%	22,9%	27,5%	37,6%	32,1%	19,3%	21,1%
Salsa	35,7%	16,7%	9,5%	13,1%	41,7%	41,7%	35,7%	41,7%
Sertanejo	53,7%	42,4%	35,0%	38,4%	53,7%	44,6%	33,3%	36,2%
Tango	26,1%	21,7%	0	0	0	0	0	0
Média	39,0%	33,7%	31,4%	31,8%	32,7%	30,9%	29,1%	30,2%

**Tabela 8: Taxa de acerto para os descritores utilizando a junção de todos os descritores individuais.**

Descritor	Sem transposição				Com transposição			
	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5	SMO	IBk-1	IBk-3	IBk-5
Presença e Ausência dos Acordes	34,2%	27,9%	29,7%	31,6%	28,2%	27,4%	24,0%	24,4%
Tom da Música	21,1%	20,1%	20,6%	20,6%	21,0%	21,1%	21,3%	21,5%
Quantidade de Repetições dos Acordes	29,4%	29,0%	25,7%	29,0%	28,2%	26,0%	25,8%	25,8%
Frequência dos acordes	34,2%	31,7%	28,7%	31,0%	31,0%	19,0%	28,0%	27,4%
Transições de Acordes	31,0%	28,7%	25,9%	24,5%	29,9%	29,8%	27,2%	25,0%
Junção dos Descritores	39,0%	33,7%	31,4%	31,8%	32,7%	30,9%	29,1%	30,2%

**Tabela 9: Sumário dos resultados obtidos por cada descritor com os diferentes classificadores sem e com transposição.**

## 6. Conclusões

Neste trabalho foram apresentados novos descritores para a classificação automática de gêneros musicais utilizando cifras. Ao todo foram propostos cinco novos descritores baseados na presença e ausência de acordes, no tom da música, na quantidade de ocorrência de acordes, na frequência dos acordes e na transição dos acordes. Foram avaliadas também a junção destes cinco descritores e o impacto da transposição das cifras para um mesmo tom.

Para realizar os experimentos foi criada uma base de cifras obtidas para as músicas presentes na Latin Music Database, porém só foram encontradas cifras para 1.238 das 3.160 músicas da base. O melhor resultado individual obtido foi utilizando o descritor baseado em frequência dos acordes com o classificador SVM. O melhor resultado geral obtido foi utilizando a junção de todos os descritores propostos, sem transposição, com o classificador SVM.

Como trabalho futuro pretendemos investigar formas de combinar as informações harmônicas presentes nas cifras com o conteúdo do áudio e também das letras das músicas.

## Referências

- Chen, L., Wright, P., and Nejdl, W. (2009). Improving music genre classification using collaborative tagging data. In *Proc. of the 2nd ACM Int. Conf. on Web Search and Data Mining*, pages 84–93.
- Cheng, H.-T., Yang, Y.-H., Lin, Y.-C., Liao, I.-B., and Chen, H. H. (2008). Automatic chord recognition for music classification and retrieval. In *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Multimedia and Expo*, pages 1505–1508.
- Downie, J. S. and Cunningham, S. J. (2002). Toward a theory of music information retrieval queries: System design implications. In *Proc. of the 3rd Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 299–300.
- Faria, N. (1999). *Acordes, Arpejos e Escalas para violão e guitarra*. Lumyar, Rio de Janeiro - RJ.
- Kostka, S. (1999). *Materials and techniques of twentieth century music*. Upper Sadle River.
- Lee, J. H. and Downie, J. S. (2004). Survey of music information needs, uses, and seeking behaviours: preliminary findings. In *Proc. of the 5th Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 441–446.
- Lidy, T., Rauber, A., Pertusa, A., and Inesta, J. M. (2007). Improving genre classification by combination of audio and symbolic descriptors using a transcription system. In *Proc. of the 8th Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 23–27.
- Mayer, R., Neumayer, R., and Rauber, A. (2008). Rhyme and style features for musical genre classification by song lyrics. In *In Proc. of the 9th Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 337–342.
- McKay, C. and Fujinaga, I. (2006a). jSymbolic: A feature extractor for MIDI files. In *Proc. of the Int. Computer Music Conference*, pages 302–305.
- McKay, C. and Fujinaga, I. (2006b). Musical genre classification: Is it worth pursuing and how can it be improved? In *Proc. of the 7th Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 101–106.

- Pampalk, E., Rauber, A., and Merkl, D. (2002). Content-based organization and visualization of music archives. In *Proc. of the 10th ACM Multimedia Conf.*, pages 570–579.
- Silla Jr., C. N., Koerich, A. L., and Kaestner, C. A. A. (2008). The latin music database. In *Proc. of the 9th Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 451–456.
- Sousa, R. (20–). A origem das notas musicais. Brasil Escola.
- Tzanetakis, G. and Cook, P. (2002). Musical genre classification of audio signals. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, 10(5):293–302.
- Whitman, B. and Smaragdis, P. (2002). Combining musical and cultural features for intelligent style detection. In *Proc. of the 3rd Int. Conf. on Music Information Retrieval*, pages 47–52.
- Zuben, P. (2005). Ouvir o som: Aspectos de organização na música do século xx. *Ateliê Editorial*.