

## 2021/2022

PL4	Davide Figueiredo Areias	2019219422	<a href="mailto:uc2019219422@student.uc.pt">uc2019219422@student.uc.pt</a>
PL4	Francisco Faria	2019227649	<a href="mailto:uc2019227649@student.uc.pt">uc2019227649@student.uc.pt</a>
PL4	Iago Bebiano	2019219478	<a href="mailto:uc2019219478@student.uc.pt">uc2019219478@student.uc.pt</a>

# Índice

Relatório do Trabalho Prático nº 2 .....	1
Introdução.....	3
Extração de features .....	4
Métricas de similaridade.....	4
Resultados top 20: .....	5
Querie 1: .....	5
Querie 2: .....	6
Querie 3: .....	7
Querie 4: .....	8
Avaliação objetiva dos resultados .....	10
Avaliação subjetiva dos resultados .....	11
Conclusão .....	12

# Introdução

Numa altura em que cada vez mais informação a é disponibilizada pela internet é necessário a uso de métodos de recuperação de informação, isto é, de busca de informação não estruturada, normalmente ficheiros de texto, que são relevantes para uma necessidade de dados.

Para o contexto deste trabalho iremos focar nos principalmente na área de multimédia mais especificamente em ficheiros de áudio, esta área é muito relevante já estando presente em muitas das aplicações disponibilizadas principalmente para fins de recomendação, mas também para apps como o shazam que permitem encontrar música através de um excerto de áudio.

O presente relatório foi feito no âmbito da unidade curricular de multimédia da Licenciatura de Engenharia Informática, este tem como objetivo a aquisição de sensibilidade em questões de recuperação de informação na área de multimédia, mais especificamente em sistemas de recomendação de música baseados em contexto.

O trabalho desenvolvido foi dividido em 4 partes:

1. Instalação do software e análise da framework.
2. Extração de features dos diferentes áudios.
3. Implementação das diferentes métricas de similaridade, e obtenção do top 20.
4. Análise objetiva e subjetiva dos resultados.

## Extração de features

Esta etapa consiste em extrair informação para depois se poder fazer comparações entre as diferentes músicas e concluir quais as mais semelhantes, para o nosso trabalho analisamos as seguintes features:

- Espectrais:
  - Mfcc
  - spectral centroid
  - spectral bandwidth
  - spectral contrast
  - spectral flatness
  - spectral rolloff
- Temporais:
  - F0
  - rms
  - zero crossing rate
- Outras:
  - Tempo

Todas estas foram obtidas utilizando os métodos do Librosa, de seguida calculamos as seguintes estatísticas sobre as features anteriores, a média, o desvio padrão, assimetria, curtose, mediana, máximo e mínimo.

Ficando então no final com 900 arrays de features de tamanho 190 que foi guardado no ficheiro `all_audio_features_normalized_data.csv` após ser normalizado.

## Métricas de similaridade

E nesta fase que se ira comparar as diversas queue de modo a posteriormente se poder obter o ranking, estas comparações podem ser obtidas através de diversas fórmulas no contexto deste trabalho usamos as seguintes:

- Distância euclidiana
  - Representa a melhor distância entre dois pontos.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}$$

- Distância Manhattan:
  - Calcula a distância entre dois pontos no caso de só se poder mover ortogonalmente.

$$d_{Mh}(F_1, F_2) = \sum_{i=1}^N |F_1(i) - F_2(i)|$$

- Distância Coseno:
  - Mede similaridade independente do tamanho dos ficheiros apenas calculando o ângulo entre os vetores.

$$d_{AB_{\cos}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N feature_A[i] \times feature_B[i]}{\sqrt{\sum_{i=1}^N feature_A[i]^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^N feature_B[i]^2}}$$

De modo a obter o top 20 valor buscar as 20 músicas com valores mais perto de 0.

De seguida encontram-se os rankings obtidos para cada formula e por cada ficheiro para cada um das quatro queries.

No contexto deste trabalho quando nos referimos as querie 1, querie 2, querie 3 e querie 4 corresponde às músicas MT0000202045.mp3, MT0000379144.mp3, MT0000414517.mp3, MT0000956340.mp3, respetivamente.

## Resultados top 20:

### Querie 1:

	Top 100 features		
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0033841575.mp3	MT0030422114.mp3	MT0033841575.mp3
2	MT0027002641.mp3	MT0033841575.mp3	MT0027002641.mp3
3	MT0030487841.mp3	MT0027835071.mp3	MT0030487841.mp3
4	MT0008575372.mp3	MT0008575372.mp3	MT0008575372.mp3
5	MT0014576739.mp3	MT0002297016.mp3	MT0014576739.mp3
6	MT0030422114.mp3	MT0027002641.mp3	MT0030422114.mp3
7	MT0003390733.mp3	MT0030487841.mp3	MT0003390733.mp3
8	MT0027835071.mp3	MT0040033011.mp3	MT0027835071.mp3
9	MT0009188643.mp3	MT0005265641.mp3	MT0011145388.mp3
10	MT0010617945.mp3	MT0010617945.mp3	MT0009188643.mp3
11	MT0011145388.mp3	MT0009213083.mp3	MT0010617945.mp3
12	MT0009213083.mp3	MT0006096934.mp3	MT0009213083.mp3
13	MT0005331755.mp3	MT0005897799.mp3	MT0005331755.mp3
14	MT0002233402.mp3	MT0004428604.mp3	MT0002233402.mp3
15	MT0026727455.mp3	MT0026727455.mp3	MT0026727455.mp3
16	MT0005265641.mp3	MT0004867185.mp3	MT0005265641.mp3
17	MT0010344415.mp3	MT0003787478.mp3	MT0010344415.mp3
18	MT0000711493.mp3	MT0001340713.mp3	MT0000711493.mp3
19	MT0004428604.mp3	MT0009188643.mp3	MT0018029465.mp3
20	MT0018029465.mp3	MT0011145388.mp3	MT0005469880.mp3

Librosa features			
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0005129157.mp3	MT0005129157.mp3	MT0005129157.mp3
2	MT0011899302.mp3	MT0011899302.mp3	MT0012001409.mp3
3	MT0012001409.mp3	MT0012001409.mp3	MT0011899302.mp3
4	MT0002233402.mp3	MT0007799677.mp3	MT0002233402.mp3
5	MT0007043504.mp3	MT0002233402.mp3	MT0007043504.mp3
6	MT0007799677.mp3	MT0007043504.mp3	MT0007799677.mp3
7	MT0004428604.mp3	MT0010624346.mp3	MT0004428604.mp3
8	MT0002161109.mp3	MT0000732821.mp3	MT0011975274.mp3
9	MT0011975274.mp3	MT0011975274.mp3	MT0002161109.mp3
10	MT0010624346.mp3	MT0004428604.mp3	MT0000092267.mp3
11	MT0009217411.mp3	MT0000092267.mp3	MT0010624346.mp3
12	MT0000092267.mp3	MT0003787478.mp3	MT0009217411.mp3
13	MT0007766156.mp3	MT0002161109.mp3	MT0007766156.mp3
14	MT0001676671.mp3	MT0009217411.mp3	MT0003787478.mp3
15	MT0005270263.mp3	MT0002379222.mp3	MT0010085729.mp3
16	MT0003787478.mp3	MT0002634024.mp3	MT0005270263.mp3
17	MT0011376343.mp3	MT0005213723.mp3	MT0001676671.mp3
18	MT0005213723.mp3	MT0011376343.mp3	MT0000732821.mp3
19	MT0000732821.mp3	MT0036368550.mp3	MT0005213723.mp3
20	MT0002634024.mp3	MT0000446304.mp3	MT0026158301.mp3

## Querie 2:

Top 100 features			
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0009010830.mp3	MT0015005100.mp3	MT0009010830.mp3
2	MT0003778826.mp3	MT0009010830.mp3	MT0003778826.mp3
3	MT0015005100.mp3	MT0031996897.mp3	MT0015005100.mp3
4	MT0028627699.mp3	MT0012124855.mp3	MT0028627699.mp3
5	MT0012124855.mp3	MT0028627699.mp3	MT0012124855.mp3
6	MT0000044741.mp3	MT0003778826.mp3	MT0027035970.mp3
7	MT0005478759.mp3	MT0000992846.mp3	MT0000044741.mp3
8	MT0027035970.mp3	MT0001376988.mp3	MT0003794106.mp3
9	MT0003794106.mp3	MT0000044741.mp3	MT0005478759.mp3
10	MT0000992846.mp3	MT0005478759.mp3	MT0002262181.mp3
11	MT0031996897.mp3	MT0027035970.mp3	MT0031996897.mp3
12	MT0001376988.mp3	MT0003794106.mp3	MT0000992846.mp3
13	MT0009208842.mp3	MT0005737276.mp3	MT0001376988.mp3
14	MT0002262181.mp3	MT0003903675.mp3	MT0009208842.mp3
15	MT0005737276.mp3	MT0002262181.mp3	MT0010465830.mp3
16	MT0010465830.mp3	MT0009208842.mp3	MT0005737276.mp3
17	MT0018031959.mp3	MT0008222676.mp3	MT0018031959.mp3
18	MT0033958450.mp3	MT0006367176.mp3	MT0033958450.mp3
19	MT0012041920.mp3	MT0006540794.mp3	MT0008222676.mp3
20	MT0012396528.mp3	MT0015742096.mp3	MT0012041920.mp3

	Librosa features		
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0004141823.mp3	MT0004141823.mp3	MT0004141823.mp3
2	MT0006540794.mp3	MT0008222676.mp3	MT0006540794.mp3
3	MT0011957429.mp3	MT0011957429.mp3	MT0008222676.mp3
4	MT0008222676.mp3	MT0006540794.mp3	MT0011957429.mp3
5	MT0009845271.mp3	MT0009845271.mp3	MT0002222957.mp3
6	MT0012041920.mp3	MT0002222957.mp3	MT0009845271.mp3
7	MT0002222957.mp3	MT0011821215.mp3	MT0012041920.mp3
8	MT0006510599.mp3	MT0002119439.mp3	MT0003794106.mp3
9	MT0003778826.mp3	MT0012124855.mp3	MT0005202791.mp3
10	MT0011821215.mp3	MT0000044741.mp3	MT0012124855.mp3
11	MT0005202791.mp3	MT0012041920.mp3	MT0006510599.mp3
12	MT0000044741.mp3	MT0010617945.mp3	MT0005515169.mp3
13	MT0012124855.mp3	MT0003778826.mp3	MT0003778826.mp3
14	MT0005523766.mp3	MT0005523766.mp3	MT0003262589.mp3
15	MT0003262589.mp3	MT0006164654.mp3	MT0007379559.mp3
16	MT0006164654.mp3	MT0003262589.mp3	MT0002479795.mp3
17	MT0010617945.mp3	MT0005202791.mp3	MT0006367176.mp3
18	MT0007379559.mp3	MT0010465830.mp3	MT0005523766.mp3
19	MT0000082187.mp3	MT0006510599.mp3	MT0011821215.mp3
20	MT0002479795.mp3	MT0002297016.mp3	MT0005029328.mp3

### Querie 3:

	Top 100 features		
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0003900455.mp3	MT0003900455.mp3	MT0003900455.mp3
2	MT0000203193.mp3	MT0003949060.mp3	MT0009897495.mp3
3	MT0009897495.mp3	MT0000203193.mp3	MT0000203193.mp3
4	MT0009521580.mp3	MT0009521580.mp3	MT0000901959.mp3
5	MT0018651126.mp3	MT0013955066.mp3	MT0009521580.mp3
6	MT0013955066.mp3	MT0000218346.mp3	MT0013955066.mp3
7	MT0034186195.mp3	MT0001333258.mp3	MT0000888329.mp3
8	MT0000901959.mp3	MT0009897495.mp3	MT0004428604.mp3
9	MT0004428604.mp3	MT0034186195.mp3	MT0018651126.mp3
10	MT0009346128.mp3	MT0001703346.mp3	MT0009346128.mp3
11	MT0000888329.mp3	MT0018651126.mp3	MT0002379222.mp3
12	MT0000218346.mp3	MT0034005433.mp3	MT0034186195.mp3
13	MT0012331779.mp3	MT0013633209.mp3	MT0017667847.mp3
14	MT0034005433.mp3	MT0005469880.mp3	MT0000218346.mp3
15	MT0013633209.mp3	MT0017797643.mp3	MT0000040632.mp3
16	MT0002379222.mp3	MT0034125967.mp3	MT0002634024.mp3
17	MT0001703346.mp3	MT0009346128.mp3	MT0012331779.mp3
18	MT0005752234.mp3	MT0013161246.mp3	MT0001703346.mp3
19	MT0017667847.mp3	MT0005752234.mp3	MT0027835071.mp3
20	MT0009991160.mp3	MT0000040632.mp3	MT0009991160.mp3

	Librosa features		
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0003949060.mp3	MT0003949060.mp3	MT0003949060.mp3
2	MT0004274911.mp3	MT0004274911.mp3	MT0004274911.mp3
3	MT0001515531.mp3	MT0000040632.mp3	MT0001515531.mp3
4	MT0000040632.mp3	MT0000218346.mp3	MT0000040632.mp3
5	MT0003900455.mp3	MT0005469880.mp3	MT0003900455.mp3
6	MT0005469880.mp3	MT0008401073.mp3	MT0002634024.mp3
7	MT0030282917.mp3	MT0003900455.mp3	MT0004032071.mp3
8	MT0004032071.mp3	MT0034125967.mp3	MT0005469880.mp3
9	MT0034005433.mp3	MT0006769480.mp3	MT0013790748.mp3
10	MT0002415184.mp3	MT0001515531.mp3	MT0030282917.mp3
11	MT0013790748.mp3	MT0001624303.mp3	MT0001942272.mp3
12	MT0003106472.mp3	MT0004032071.mp3	MT0003106472.mp3
13	MT0034125967.mp3	MT0001109401.mp3	MT0005752234.mp3
14	MT0004850690.mp3	MT0005752234.mp3	MT0034005433.mp3
15	MT0008401073.mp3	MT0030282917.mp3	MT0001583214.mp3
16	MT0005752234.mp3	MT0009208842.mp3	MT0002415184.mp3
17	MT0000636335.mp3	MT0001942272.mp3	MT0001109401.mp3
18	MT0001335920.mp3	MT0034005433.mp3	MT0009346128.mp3
19	MT0003243311.mp3	MT0010465830.mp3	MT0008401073.mp3
20	MT0001624303.mp3	MT0009991160.mp3	MT0000636335.mp3

## Querie 4:

	Top 100 features		
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0003106472.mp3	MT0003106472.mp3	MT0003106472.mp3
2	MT0010736208.mp3	MT0010736208.mp3	MT0010736208.mp3
3	MT0014703649.mp3	MT0014703649.mp3	MT0014703649.mp3
4	MT0005409948.mp3	MT0014615863.mp3	MT0005409948.mp3
5	MT0014615863.mp3	MT0005409948.mp3	MT0014615863.mp3
6	MT0013612461.mp3	MT0004028719.mp3	MT0004882280.mp3
7	MT0004032071.mp3	MT0002372242.mp3	MT0013612461.mp3
8	MT0010615428.mp3	MT0007535042.mp3	MT0003724610.mp3
9	MT0003724610.mp3	MT0004032071.mp3	MT0002372242.mp3
10	MT0040033011.mp3	MT0004085907.mp3	MT0004032071.mp3
11	MT0002372242.mp3	MT0003724610.mp3	MT0010615428.mp3
12	MT0004882280.mp3	MT0004942017.mp3	MT0040033011.mp3
13	MT0009800907.mp3	MT0013612461.mp3	MT0007535042.mp3
14	MT0004293364.mp3	MT0010615428.mp3	MT0004293364.mp3
15	MT0004028719.mp3	MT0040033011.mp3	MT0009800907.mp3
16	MT0007535042.mp3	MT0035334027.mp3	MT0004028719.mp3
17	MT0030036616.mp3	MT0011697297.mp3	MT0030036616.mp3
18	MT0014794891.mp3	MT0004882280.mp3	MT0004085907.mp3
19	MT0013822237.mp3	MT0009800907.mp3	MT0010624346.mp3
20	MT0010624346.mp3	MT0010624346.mp3	MT0014794891.mp3



Librosa features			
	Euclidiana	Manhattan	Coseno
1	MT0006096934.mp3	MT0006096934.mp3	MT0006096934.mp3
2	MT0003787478.mp3	MT0005625762.mp3	MT0003787478.mp3
3	MT0040033011.mp3	MT0003787478.mp3	MT0040033011.mp3
4	MT0005625762.mp3	MT0040033011.mp3	MT0005625762.mp3
5	MT0033177286.mp3	MT0033177286.mp3	MT0033177286.mp3
6	MT0003603772.mp3	MT0003603772.mp3	MT0003603772.mp3
7	MT0004867185.mp3	MT0006640142.mp3	MT0003213835.mp3
8	MT0005331755.mp3	MT0005331755.mp3	MT0008511909.mp3
9	MT0003213835.mp3	MT0003213835.mp3	MT0004867185.mp3
10	MT0008511909.mp3	MT0008511909.mp3	MT0005331755.mp3
11	MT0013389935.mp3	MT0005265641.mp3	MT0011145388.mp3
12	MT0006640142.mp3	MT0004942017.mp3	MT0004958762.mp3
13	MT0005265641.mp3	MT0005409948.mp3	MT0013389935.mp3
14	MT0001680969.mp3	MT0001680969.mp3	MT0005265641.mp3
15	MT0011145388.mp3	MT0013389935.mp3	MT0006640142.mp3
16	MT0004958762.mp3	MT0004867185.mp3	MT0006367176.mp3
17	MT0004942017.mp3	MT0008570712.mp3	MT0008570712.mp3
18	MT0001217651.mp3	MT0001217651.mp3	MT0007535042.mp3
19	MT0006367176.mp3	MT0003724610.mp3	MT0001680969.mp3
20	MT0005409948.mp3	MT0011145388.mp3	MT0014576739.mp3

Importante mencionar que ao se obterem os rankings encontrados acima foi ignorada a própria música, ou seja os ranking encontrados acima são os que se encontram desde a posição 2 até 21.

Ao analisar os resultados podemos concluirmos que:

- A seleção das features usadas na comparação é bastante relevante e devem ser escolhidas tendo em conta o objetivo que pretendemos, visto que para nenhuma das queries anteriores obtemos os mesmos resultados para os dois ficheiros diferente.
- A métrica de similaridade também é bastante relevante como se verifica pelos diferentes top20 obtidos visto que embora estes tenham alguns membros em comum para nenhuma das queries possuem o mesmo resultado.

## Avaliação objetiva dos resultados

	MT0000202045.mp3	MT0000379144.mp3	MT0000414517.mp3	MT0000956340.mp3
1	MT0014475915.mp3	MT0031951901.mp3	MT0010487769.mp3	MT0016743722.mp3
2	MT0012862507.mp3	MT0014584473.mp3	MT0027048677.mp3	MT0013885218.mp3
3	MT0000888329.mp3	MT0013080259.mp3	MT0010489498.mp3	MT0004293364.mp3
4	MT0003022328.mp3	MT0011032905.mp3	MT0000040632.mp3	MT0014615863.mp3
5	MT0007556029.mp3	MT0013416300.mp3	MT0012331779.mp3	MT0014845647.mp3
6	MT0031898123.mp3	MT0007349999.mp3	MT0002222957.mp3	MT0033097471.mp3
7	MT0004867564.mp3	MT0004287283.mp3	MT0003949060.mp3	MT0001927746.mp3
8	MT0001494812.mp3	MT0007652281.mp3	MT0033397838.mp3	MT0012914763.mp3
9	MT0030369896.mp3	MT0007338724.mp3	MT0004978135.mp3	MT0001891229.mp3
10	MT0007453719.mp3	MT0029877658.mp3	MT0008222676.mp3	MT0029099688.mp3
11	MT0034186620.mp3	MT0001934726.mp3	MT0007840454.mp3	MT0012001409.mp3
12	MT0011922905.mp3	MT0008170600.mp3	MT0005157391.mp3	MT0010897525.mp3
13	MT0011938737.mp3	MT0000742898.mp3	MT0010979481.mp3	MT0009217411.mp3
14	MT0004850690.mp3	MT0002634024.mp3	MT0010900969.mp3	MT0004459450.mp3
15	MT0034577404.mp3	MT0004131058.mp3	MT0000742898.mp3	MT0009872131.mp3
16	MT0002846256.mp3	MT0003863509.mp3	MT0033345959.mp3	MT0002372242.mp3
17	MT0005285696.mp3	MT0001526386.mp3	MT0004131058.mp3	MT0032957418.mp3
18	MT0001058887.mp3	MT0008716237.mp3	MT0004232099.mp3	MT0010310896.mp3
19	MT0003025046.mp3	MT0003114552.mp3	MT0012534566.mp3	MT0005897799.mp3
20	MT0013411556.mp3	MT0001929641.mp3	MT0011612883.mp3	MT0014737299.mp3

Tendo em conta os rankings obtidos através dos meta dados encontrados acima vai-se calcular a Precision de cada os dos rankings dados anteriormente, utilizando a seguinte formula:

$$Precision = \frac{\#Relevant\ Retrieved}{\#Total\ Retrieved}$$

	Precision (%)					
	top 100 features			Librosa features		
	Euclidiana	Manhattan	Coseno	Euclidiana	Manhattan	Coseno
Query 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Query 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Query 3	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Query 4	15.0	10.0	15.0	0.0	0.0	0.0
Media	5.0	5.0	6.5	2.5	2.5	2.5

Analisando a tabela acima conseguimos verificar que o nosso algoritmo não está a devolver a informação mais relevante visto que a percentagem mais elevada

obtida foi de 15% e mesmo nesse caso para a mesmas features e métrica de similaridade a media e apenas 6.5%.

Também podemos verificar que as features no top100 features são melhores do que as obtidas através do Librosa para todas as métricas escolhidas, visto que as Librosa têm como melhor media 2.5% e as primeiras tem 6.5%.

## Avaliação subjetiva dos resultados

Na tabela seguinte encontra-se a avaliação efetuada por cada um dos membros segundo a seguinte escala de Likert: 1 – Muito Má; 2 – Má; 3 – Aceitável; 4 – Boa; 5 – Muito Boa.

	Avaliação ranking Top 100 coseno				
	Francisco Faria	Davide Areias	Iago Bebiano	Media	Desvio padrão
Query 1	3	2	2	2.(3)	0.4714
Query 2	2	2	3	2.(3)	0.4714
Query 3	3	2	3	3.(6)	0.4714
Query 4	4	5	4	4.(3)	0.4714
Total	-----	-----	-----	2.91(6)	0.9538

A precision resultante dos dados na tabela anterior tendo como recomendação relevante mínima igual 2.5 é 50%.

	Avaliação ranking meta dados				
	Francisco Faria	Davide Areias	Iago Bebiano	Media	Desvio padrão
Query 1	2	1	1	1.(3)	0.4714
Query 2	4	3	5	4	0.8165
Query 3	5	4	4	4.(3)	0.4714
Query 4	4	4	3	3.(6)	0.4714
Total	-----	-----	-----	3.(3)	1.3123

Precision dos meta dados é igual a 75% para a recomendação relevante referida anteriormente.

O F-measure e calculado segundo a seguinte formula:

$$F = \frac{2 \cdot Pr \cdot Re}{Pr + Re}$$

O valor de precision já foi calculado apenas falta calcular o recall para se obter o F-measure que se calcula da seguinte formula:

$$Recall = \frac{\#Relevant Retrieved}{\#Total Relevant in Dataset}$$

Ou seja,  $Re=3/5=0.6$  tendo em conta este resultado e que precision é 0.75 então o F-measure é igual a 0.6(6)

Analisando os resultados anteriores podemos verificar que a simples analise dos metadados levou a melhores resultados, na opinião do nosso grupo tendo em conta que a primeira possui media de 2.91(6) e a segunda possui media de 3.(3), anda assim ambas se encontrar acima do 3.5 que no contexto do nosso trabalho consideramos como mínimo para uma recomendação relevante.

## Conclusão

Os sistemas de recomendação ficheiros de áudio sempre foi um tema que fascinou os membros no nosso grupo, sendo uma história contigua aos três: a estupefação ao descobrir que um telemóvel conseguia descobrir em segundos uma música (através do shazam), nos nossos áureos anos do ensino básico.

Por esta razão, foi bastante interessante perceber o que realmente ocorre para obtermos estas recomendações, desde a extração das features, às diversas métricas de comparação que existem podendo ainda perceber a importância das decisões nestas etapas ao analisar os diferentes resultados obtidos.