



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA



## Multimédia

---

# Music Information Retrieval

---

2022/2023

**Trabalho realizado por:**

- **Bruno Eduardo Machado Sequeira nº2020235721**
  - **Rui Pedro Capelas Santos nº2020225542**
  - **Tomás Bernardo Martins Dias nº 2020215701**

# ÍNDICE

<b>Introdução.....</b>	<b>3</b>
<b>Pergunta 3 - Métricas de similaridade.....</b>	<b>4</b>
<b>Pergunta 3.3 - Criação de rankings similaridade.....</b>	<b>4</b>
Pergunta 3.4 - Análise e discussão dos resultados.....	12
<b>Pergunta 4.1 - Avaliação objetiva.....</b>	<b>13</b>
Pergunta 4.1.1 - Rankings com base nos metadados.....	13
Pergunta 4.1.3 - Métricas de precisão.....	14
Pergunta 4.1.4 - Análise e discussão dos resultados.....	15
<b>Pergunta 4.2 - Avaliação subjetiva.....</b>	<b>15</b>
Pergunta 4.2.1 - Avaliação subjetiva (Rankings com base em métricas de distância Cosseno).....	16
a) Média e desvio Padrão.....	20
b) Precisão.....	20
Pergunta 4.2.2 - Avaliação subjetiva (Rankings com base nos metadados).....	20
a) Média e desvio Padrão.....	24
b) Precisão.....	25
Pergunta 4.2.3 - Análise e discussão dos resultados.....	25
<b>Conclusão:.....</b>	<b>26</b>
<b>Bibliografia:.....</b>	<b>26</b>

# Introdução

Todos os dias vários serviços e dispositivos geram grandes quantidades de dados que necessitam de ser tratados para ajudar as empresas e os seus negócios. Ou seja, a análise de dados é um fator fulcral na era atual da Internet, Internet of Things.

Plataformas como o Youtube, Spotify, SoundCloud tem algoritmos de recomendação de novas músicas com base no perfil musical do utilizador. Estas plataformas sugerem músicas com características semelhantes às ouvidas pelos utilizadores, sendo estas recomendações “avaliadas” pelos utilizadores e melhoradas ao longo do período de utilização.

Neste trabalho foi-nos proposto a criação de um sistema de recomendação de música baseado em conteúdo. Para este trabalho foi usado a framework de processamento áudio Librosa, e a framework ffmpeg para leitura de ficheiros .mp3. Os dataSet utilizados foram o “4Q audio emotion dataset” e um dataset extraído da framework Librosa.

Ao longo deste relatório serão apresentados rankings de recomendação, a análise dos mesmo, e serão discutidos os métodos de avaliação utilizados ao longo do projeto.

## Pergunta 3 - Métricas de similaridade

Nesta questão era necessário desenvolver código Python/Numpy para 3 métricas de similaridade: Distância Euclidiana, Distância de Manhattan e Distância do Cosseno.

Tendo o código desenvolvidos foram criadas 6 matrizes de similaridades, uma matriz por métrica de cada feature (Top100\_features\_normalized e librosaNormalized0100).

Tendo as matrizes criadas foi pedido que fosse criado um rankings de similaridade como anteriormente referido um ranking por métrica de cada feature usando as 4 queries fornecidas, sendo o ranking composto apenas as 20 músicas mais semelhantes à query em causa.

Para a criação do ranking apenas foi necessário encontrar a linha correspondente à query, e encontrar as 20 menores distâncias (quanto menor a distância maior a similaridade), sendo a primeira do ranking, ou seja a com maior similaridade, a própria query como seria expectável.

### Pergunta 3.3 - Criação de rankings similaridade.

Query: "MT0000202045"

Top100:		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000202045	MT0000202045	MT0000202045
MT0033841575	MT0030484925	MT0033841575
MT0027002641	MT0034555338	MT0027002641
MT0030487841	MT0011899302	MT0030487841
MT0008575372	MT0003272751	MT0008575372
MT0014576739	MT0005039941	MT0014576739
MT0030422114	MT0018450519	MT0030422114
MT0003390733	MT0008972801	MT0003390733
MT0027835071	MT0027256574	MT0027835071
MT0009188643	MT0006553914	MT0011145388

MT0010617945	MT0028495262	MT0009188643
MT0011145388	MT0017797643	MT0010617945
MT0009213083	MT0012001409	MT0009213083
MT0005331755	MT0006367176	MT0005331755
MT0002233402	MT0032892262	MT0002233402
MT0026727455	MT0008511909	MT0026727455
MT0005265641	MT0003362542	MT0005265641
MT0010344415	MT0014794891	MT0010344415
MT0000711493	MT0015962332	MT0000711493
MT0004428604	MT0010615428	MT0018029465
MT0018029465	MT0014650360	MT0005469880

Librosa		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000202045	MT0000202045	MT0000202045
MT0005129157	MT0005129157	MT0005129157
MT0012001409	MT0012001409	MT0012001409
MT0002233402	MT0011899302	MT0002233402
MT0011899302	MT0007799677	MT0011899302
MT0007043504	MT0002233402	MT0007043504
MT0007799677	MT0010624346	MT0007799677
MT0004428604	MT0007043504	MT0004428604
MT0011975274	MT0011975274	MT0011975274
MT0002161109	MT0000732821	MT0010624346
MT0010624346	MT0004428604	MT0002161109

MT0007766156	MT0003787478	MT0000092267
MT0009217411	MT0000092267	MT0007766156
MT0000092267	MT0002161109	MT0009217411
MT0026158301	MT0009217411	MT0026158301
MT0003787478	MT0010344415	MT0010085729
MT0005213723	MT0026158301	MT0003787478
MT0001676671	MT0005213723	MT0005213723
MT0027002641	MT0005039941	MT0001676671
MT0010344415	MT0002379222	MT0027002641
MT0011376343	MT0000315392	MT0010344415

Query "MT0000379144"

Top100:		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000379144	MT0000379144	MT0000379144
MT0009010830	MT0006367176	MT0009010830
MT0003778826	MT0006540794	MT0003778826
MT0015005100	MT0015742096	MT0015005100
MT0028627699	MT0011957429	MT0028627699
MT0012124855	MT0033958450	MT0012124855
MT0000044741	MT0001053268	MT0027035970
MT0005478759	MT0010465830	MT0000044741
MT0027035970	MT0001418045	MT0003794106
MT0003794106	MT0012041920	MT0005478759
MT0000992846	MT0000522789	MT0002262181

MT0031996897	MT0018024152	MT0031996897
MT0001376988	MT0008363839	MT0000992846
MT0009208842	MT0013101577	MT0001376988
MT0002262181	MT0002222957	MT0009208842
MT0005737276	MT0009348908	MT0010465830
MT0010465830	MT0018031959	MT0005737276
MT0018031959	MT0002119439	MT0018031959
MT0033958450	MT0003044417	MT0033958450
MT0012041920	MT0009996318	MT0008222676
MT0012396528	MT0009729892	MT0012041920

Librosa		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000379144	MT0000379144	MT0000379144
MT0006540794	MT0004141823	MT0006540794
MT0004141823	MT0011957429	MT0004141823
MT0011957429	MT0008222676	MT0011957429
MT0008222676	MT0006540794	MT0008222676
MT0009845271	MT0009845271	MT0002222957
MT0012041920	MT0002222957	MT0009845271
MT0006510599	MT0011821215	MT0006510599
MT0002222957	MT0000044741	MT0003794106
MT0003778826	MT0002119439	MT0012041920

MT0011821215	MT0003262589	MT0005515169
MT0000044741	MT0003778826	MT0007379559
MT0007379559	MT0012041920	MT0011999773
MT0006164654	MT0006164654	MT0002479795
MT0003669917	MT0010617945	MT0009041370
MT0008684922	MT0006510599	MT0003778826
MT0005202791	MT0005202791	MT0003669917
MT0003262589	MT0003669917	MT0005202791
MT0005515169	MT0005523766	MT0003462877
MT0009041370	MT0003794106	MT0006367176
MT0003462877	MT0010465830	MT0029772184

Query "MT0000414517"

Top100:		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000414517	MT0000414517	MT0000414517
MT0003900455	MT0012331779	MT0003900455
MT0000203193	MT0007372035	MT0009897495
MT0009897495	MT0001494812	MT0000203193
MT0009521580	MT0002415184	MT0000901959
MT0018651126	MT0008455201	MT0009521580
MT0013955066	MT0010487769	MT0013955066
MT0034186195	MT0000901959	MT0000888329
MT0000901959	MT0002379222	MT0004428604
MT0004428604	MT0040033011	MT0018651126



MT0009346128	MT0018029465	MT0009346128
MT0000888329	MT0000522789	MT0002379222
MT0000218346	MT0004274911	MT0034186195
MT0012331779	MT0009991160	MT0017667847
MT0034005433	MT0006769480	MT0000218346
MT0013633209	MT0027835071	MT0000040632
MT0002379222	MT0000888329	MT0002634024
MT0001703346	MT0011869625	MT0012331779
MT0005752234	MT0014134790	MT0001703346
MT0017667847	MT0033226848	MT0027835071
MT0009991160	MT0006410285	MT0009991160

Librosa		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000414517	MT0000414517	MT0000414517
MT0003949060	MT0003949060	MT0004274911
MT0004274911	MT0004274911	MT0003949060
MT0001515531	MT0000040632	MT0001515531
MT0003900455	MT0000218346	MT0002634024
MT0009897495	MT0003900455	MT0003900455
MT0000040632	MT0005469880	MT0009897495
MT0004032071	MT0008401073	MT0001942272
MT0005469880	MT0001515531	MT0004032071
MT0007043936	MT0001624303	MT0000040632

MT0034005433	MT0009897495	MT0005752234
MT0005752234	MT0034125967	MT0005469880
MT0009208842	MT0005752234	MT0009208842
MT0000636335	MT0004032071	MT0007043936
MT0002634024	MT0009208842	MT0009346128
MT0001624303	MT0001942272	MT0034005433
MT0008401073	MT0001109401	MT0000636335
MT0001942272	MT0001236649	MT0001624303
MT0009346128	MT0030282917	MT0002698706
MT0034125967	MT0006769480	MT0001109401
MT0030282917	MT0034005433	MT0008401073

Query "MT0000956340"

Top100:		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000956340	MT0000956340	MT0000956340
MT0003106472	MT0011836290	MT0003106472
MT0010736208	MT0036111736	MT0010736208
MT0014703649	MT0004293364	MT0014703649
MT0005409948	MT0005625762	MT0005409948
MT0014615863	MT0033097471	MT0014615863
MT0013612461	MT0001927746	MT0004882280
MT0004032071	MT0015541501	MT0013612461
MT0010615428	MT0035241621	MT0003724610

MT0003724610	MT0030124886	MT0002372242
MT0040033011	MT0005265641	MT0004032071
MT0002372242	MT0004807446	MT0010615428
MT0004882280	MT0010085729	MT0040033011
MT0009800907	MT0013885218	MT0007535042
MT0004293364	MT0003787478	MT0004293364
MT0004028719	MT0008644609	MT0009800907
MT0007535042	MT0001217651	MT0004028719
MT0030036616	MT0030422114	MT0030036616
MT0014794891	MT0004511265	MT0004085907
MT0013822237	MT0030036616	MT0010624346
MT0010624346	MT0026898936	MT0014794891

Librosa		
Euclidiana	Manhattan	Coseno
MT0000956340	MT0000956340	MT0000956340
MT0006096934	MT0006096934	MT0006096934
MT0003787478	MT0005625762	MT0003787478
MT0005625762	MT0003787478	MT0003603772
MT0040033011	MT0040033011	MT0005625762
MT0003603772	MT0033177286	MT0040033011
MT0033177286	MT0003603772	MT0033177286
MT0004867185	MT0006640142	MT0003213835
MT0013389935	MT0008511909	MT0008511909
MT0008511909	MT0005331755	MT0004867185

MT0005331755	MT0013389935	MT0013389935
MT0003213835	MT0003213835	MT0011145388
MT0006640142	MT0001217651	MT0004958762
MT0004958762	MT0004867185	MT0005331755
MT0011145388	MT0001680969	MT0006640142
MT0001217651	MT0004942017	MT0014576739
MT0001680969	MT0005265641	MT0008570712
MT0004942017	MT0005409948	MT0007535042
MT0005265641	MT0008570712	MT0001217651
MT0014576739	MT0011145388	MT0006367176
MT0030422114	MT0014576739	MT0005265641

### **Pergunta 3.4 - Análise e discussão dos resultados.**

Pela análise das tabelas foi possível concluir como era esperado que para cada query os ranking iam diferir, e que a menor distância para todas as métricas ou seja o primeiro lugar do ranking é a própria query (distância a si própria será sempre a menor). Todas as métricas usadas foram do tipo componentes geométricos. Sendo uma das principais diferenças entre as mesmas o tempo computacional despendido. Por isso mesmo verificou-se que a distância de Manhattan é computacionalmente mais rápida que a distância Euclidiana.

No geral todas as métricas obtiveram resultados semelhantes, à exceção no dataset top100\_features que a distância de Manhattan apresenta resultados mais díspares que as restantes métricas, tendo restantes rankings as mesmas músicas mas em posições díspares.

Numa análise mais pormenorizada verificou que a métrica cosseno e a euclidiana apresentaram nos seus rankings muitas músicas iguais e nas mesmas posições e podemos concluir que se deveu ao facto de ambas as métricas serem uma distância entre dois pontos dos dados (neste caso features).

## Pergunta 4.1 - Avaliação objetiva

Nesta questão era pedido que para cada uma das 4 queries, se obtivesse o ranking das 20 músicas recomendadas com base na correspondência com os metadados seguintes: artista, género, quadrante e emoção.

Para obter os rankings para cada música, foram percorridas todas as músicas e caso houvesse correspondência dos metadados anteriormente seria aumentado a qualidade do alvo. Ou seja, para obter as 20 músicas do ranking apenas foi necessário encontrar a linha correspondente à query (como anteriormente) mas ao contrário da pergunta 3, foi necessário encontrar as 20 músicas com valor mais alto de qualidade.

### Pergunta 4.1.1 - Rankings com base nos metadados.

MT0000202045	MT0000379144	MT0000414517	MT0000956340
MT0000202045	MT0000379144	MT0010489498	MT0000956340
MT0012862507	MT0031951901	MT0000414517	MT0016743722
MT0014475915	MT0014584473	MT0010487769	MT0013885218
MT0000888329	MT0013416300	MT0027048677	MT0014615863
MT0003022328	MT0013080259	MT0000040632	MT0004293364
MT0001494812	MT0011032905	MT0012331779	MT0033097471
MT0031898123	MT0005157391	MT0033397838	MT0014845647
MT0007556029	MT0005253065	MT0003949060	MT0001927746
MT0004867564	MT0008170600	MT0002222957	MT0004459450
MT0011922905	MT0007652281	MT0010900969	MT0012914763
MT0030369896	MT0007349999	MT0007840454	MT0012001409
MT0007453719	MT0007338724	MT0008222676	MT0010897525
MT0034186620	MT0001526386	MT0009202768	MT0009217411
MT0001058887	MT0004287283	MT0001703346	MT0001891229
MT0003025046	MT0005115042	MT0009010830	MT0029099688

MT0004850690	MT0004131058	MT0005713768	MT0014817509
MT0005285696	MT0001929641	MT0002053300	MT0032957418
MT0034577404	MT0001934726	MT0002033629	MT0005897799
MT0011938737	MT0003863509	MT0015005100	MT0015962332
MT0002846256	MT0029877658	MT0008684922	MT0015541501
MT0011051663	MT0003114552	MT0004669603	MT0002372242

### Pergunta 4.1.3 - Métricas de precisão.

Nesta alínea era pedido que fosse calculada a métrica de precisão para cada ranking obtido na [alínea 3.3](#), tendo como relevantes as músicas dos rankings provenientes dos metadados criados na [alínea 4.1.1](#).

Para isso verificou se quantas músicas dos rankings anteriormente referidos estavam nos rankings provenientes dos metadados.

Precisão(%)						
Query	Euclidiana		Manhattan		Coseno	
	Top100	Librosa	Top100	Librosa	Top100	Librosa
MT0000956340	0	0	0	0	0	0
MT0000379144	0	0	0	0	0	0
MT0000414517	10	10	10	10	15	10
MT0000956340	15	0	25	0	15	0

### **Pergunta 4.1.4 - Análise e discussão dos resultados.**

Os ranking utilizados foram criados a partir de métricas de distância (Euclidiana, Manhattan, Cosseno) e metadados sendo o último o considerado mais relevante para o cálculo da precisão.

Pela análise da tabela de precisão acima apresentada podemos verificar que nas primeiras duas queries (MT0000956340, MT0000379144) o nível de precisão foi 0% para todas as métricas de distância em ambos os datasets (Top100 e Librosa), ou seja, podemos concluir que não existe correlação entre os rankings.

A query MT0000414517 apresentou uma precisão a volta dos 10% em quase todas as métricas em ambos datasets (Top100 e Librosa), ou seja, 2 músicas em comum nos rankings. A exceção é no ranking com base na distância Cosseno no dataset Top100 onde apresentou uma precisão de 15% sensivelmente 3 músicas.

A query MT0000956340 apresentou nível de precisão de 0% no dataset extraído do Librosa, não existindo como nas duas primeiras queries correlação entre os rankings. Apesar disso no dataset Top100 foram obtidas as percentagens de precisão mais altas, 15% tanto na distância euclidiana como na cosseno (sendo ambas as métricas que tem em conta as distâncias entre dois pontos). A taxa de precisão mais alta foi obtida pela distância de Manhattan sendo esta de 25%, ou seja, os rankings apresentam 5 músicas em comum.

No geral a precisão obtida foi baixa pois os dados usados são díspares, as métricas de precisão baseiam-se em features, dados intrínsecos das músicas enquanto os metadados baseiam-se em dados objetivos e subjetivos das músicas, como o autor, gênero e emoção.

## **Pergunta 4.2 - Avaliação subjetiva.**

Nesta alínea foi-nos pedido que cada elemento do grupo realizasse uma avaliação das qualidades das músicas presentes nos rankings das alíneas anteriores (baseados em metadados e na métrica de distância Cosseno) usando a escala de Likert (1 – Muito Má; 2 – Má; 3 – Aceitável; 4 – Boa; 5 – Muito Boa).

Após essa avaliação foi realizada individualmente por cada elemento do grupo e após a junção das avaliações foi calculada a média e o desvio-padrão de todos os elementos por query, assim como a média e o desvio-padrão global para as 4 queries.

Nota: Foi um score mínimo de 2.5 para “recomendação relevante”. As queries que se inserem neste grupo apresentam-se a verde. A query target apresenta-se a cinzento.

### Pergunta 4.2.1 - Avaliação subjetiva (Rankings com base em métricas de distância Cosseno)

Query "MT0000202045"

Top100 - Coseno					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000202045	5	5	5	5	0
MT0033841575	2	2	2	2	0
MT0027002641	4	4	3	3.666667	0,471405
MT0030487841	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0008575372	2	2	2	2	0
MT0014576739	1	1	1	1	0
MT0030422114	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0003390733	1	1	1	1	0
MT0027835071	5	5	5	5	0
MT0011145388	1	1	1	1	0
MT0009188643	4	4	4	4	0
MT0010617945	3	3	2	2.666667	0.471405
MT0009213083	1	2	2	1.666667	0.471405
MT0005331755	2	2	1	1.666667	0.471405
MT0002233402	2	2	2	2	0
MT0026727455	3	3	3	3	0
MT0005265641	3	3	2	2.666667	0.471405



MT0010344415	1	1	1	1	0
MT0000711493	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0018029465	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0005469880	3	3	2	2.666667	0.471405

Query "MT0000379144"

Top100 - Coseno					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000379144	5	5	5	5	0
MT0009010830	3	3	2	2.666667	0.471405
MT0003778826	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0015005100	5	5	4	4.666667	0.471405
MT0028627699	4	4	4	4	0
MT0012124855	1	1	1	1	0
MT0027035970	5	5	5	5	0
MT0000044741	4	4	4	4	0
MT0003794106	2	2	2	2	0
MT0005478759	1	1	1	1	0
MT0002262181	3	2	3	2.666667	0.471405
MT0031996897	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0000992846	1	2	2	1.666667	0.471405
MT0001376988	1	1	1	1	0
MT0009208842	3	3	2	2.666667	0.471405
MT0010465830	3	2	4	3	0.816497
MT0005737276	1	1	2	1.333333	0.471405

MT0018031959	1	1	1	1	0
MT0033958450	4	4	4	4	0
MT0008222676	1	1	2	1.333333	0.471405
MT0012041920	3	3	3	3	0

Query "MT0000414517"

Top100 - Coseno					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000414517	5	5	5	5	0
MT0003900455	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0009897495	2	1	3	2	0.816497
MT0000203193	1	1	1	1	0
MT0000901959	2	2	1	1.666667	0.471405
MT0009521580	2	2	2	2	0
MT0013955066	1	1	1	1	0
MT0000888329	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0004428604	1	1	2	1.333333	0.471405
MT0018651126	1	1	1	1	0
MT0009346128	2	2	2	2	0
MT0002379222	1	1	1	1	0
MT0034186195	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0017667847	1	1	1	1	0
MT0000218346	2	2	2	2	0
MT0000040632	4	3	5	4	0.816497
MT0002634024	1	1	2	1.333333	0.471405

MT0012331779	5	5	5	5	0
MT0001703346	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0027835071	2	2	2	2	0
MT0009991160	1	2	2	1.666667	0.471405

Query "MT0000956340"

Top100 - Coseno					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000956340	5	5	5	5	0
MT0003106472	5	5	5	5	0
MT0010736208	4	3	3	3.333333	0.471405
MT0014703649	4	4	4	4	0
MT0005409948	3	3	3	3	0
MT0014615863	4	3	4	3.666667	0.471405
MT0004882280	1	1	1	1	0
MT0013612461	4	4	3	3.666667	0.471405
MT0003724610	4	3	3	3.666667	0.471405
MT0002372242	4	4	4	4	0
MT0004032071	1	1	1	1	0
MT0010615428	3	3	3	3	0
MT0040033011	3	3	4	3.333333	0.471405
MT0007535042	2	2	2	2	0
MT0004293364	5	5	5	5	0
MT0009800907	1	1	2	1.333333	0.471405
MT0004028719	1	2	1	1.333333	0.471405

MT0030036616	5	5	4	4.666667	0.471405
MT0004085907	3	2	3	2.666667	0.471405
MT0010624346	5	5	5	5	0
MT0014794891	3	3	3	3	0

#### a) Média e desvio Padrão

Queries	MT0000202045	MT0000379144	MT0000414517	MT0000956340
Média	2.301587	2.603175	2.063492	3.269841
Desvio Padrão	1.212391	1.351539	1.171166	1.29965

#### b) Precisão

Precisão			
MT0000202045	MT0000379144	MT0000414517	MT0000956340
35.0% (7 músicas)	50.0% (10 músicas)	10.0% (2 músicas)	75.0% (15 músicas)

### Pergunta 4.2.2 - Avaliação subjetiva (Rankings com base nos metadados)

Query "MT0000202045"

Metadados					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000202045	5	5	5	5	0
MT0012862507	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0014475915	3	3	3	3	0
MT0000888329	5	5	5	5	0

MT0003022328	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0001494812	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0031898123	2	1	2	1.666667	0.471405
MT0007556029	3	3	3	3	0
MT0004867564	1	1	1	1	0
MT0011922905	2	3	3	2.666667	0.471405
MT0030369896	2	2	1	1.666667	0.471405
MT0007453719	2	2	2	2	0
MT0034186620	3	4	3	3.333333	0.471405
MT0001058887	3	3	2	2.666667	0.471405
MT0003025046	1	1	1	1	0
MT0004850690	1	1	1	1	0
MT0005285696	1	1	1	1	0
MT0034577404	3	4	3	3.333333	0.471405
MT0011938737	2	2	1	1.666667	0.471405
MT0002846256	1	1	1	1	0
MT0011051663	1	1	1	1	0

Query "MT0000379144"

Metadados					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000379144	5	5	5	5	0
MT0031951901	4	4	4	4	0
MT0014584473	4	4	4	4	0
MT0013416300	2	3	2	2.333333	0.471405

MT0013080259	4	3	4	3.666667	0.471405
MT0011032905	2	2	2	2	0
MT0005157391	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0005253065	4	4	4	4	0
MT0008170600	4	4	4	4	0
MT0007652281	4	4	4	4	0
MT0007349999	2	2	2	2	0
MT0007338724	3	2	3	2.666667	0.471405
MT0001526386	4	3	4	3.666667	0.471405
MT0004287283	4	4	4	4	0
MT0005115042	5	5	4	4.666667	0.471405
MT0004131058	3	3	2	2.666667	0.471405
MT0001929641	4	4	4	4	0
MT0001934726	3	3	4	3.333333	0.471405
MT0003863509	4	4	3	3.666667	0.471405
MT0029877658	5	5	5	5	0
MT0003114552	4	4	4	4	0

Query "MT0000414517"

Metadados					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0010489498	5	5	5	5	0
MT0000414517	5	5	5	5	0
MT0010487769	5	5	5	5	0
MT0027048677	5	5	5	5	0

MT0000040632	4	3	5	5	0
MT0012331779	5	5	5	5	0
MT0033397838	5	5	5	5	0
MT0003949060	5	5	5	5	0
MT0002222957	5	5	5	5	0
MT0010900969	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0007840454	1	1	1	1	0
MT0008222676	2	2	2	2	0
MT0009202768	1	1	2	1.333333	0.471405
MT0001703346	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0009010830	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0005713768	2	3	2	2.333333	0.471405
MT0002053300	3	2	3	2.666667	0.471405
MT0002033629	2	2	3	2.333333	0.471405
MT0015005100	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0008684922	1	1	1	1	0
MT0004669603	1	1	1	1	0

Query "MT0000956340"

Metadados					
Música	Bruno	Rui	Tomás	Média	Desvio Padrão
MT0000956340	5	5	5	5	0
MT0016743722	4	4	4	4	0
MT0013885218	4	4	3	3.666667	0.471405
MT0014615863	4	3	4	3.666667	0.471405
MT0004293364	5	5	5	5	0
MT0033097471	4	3	3	3.333333	0.471405
MT0014845647	1	1	2	1.333333	0.471405
MT0001927746	1	1	1	1	0
MT0004459450	1	1	1	1	0
MT0012914763	1	1	1	1	0
MT0012001409	4	4	3	3.666667	0.471405
MT0010897525	1	1	1	1	0
MT0009217411	3	3	3	3	0
MT0001891229	1	2	1	1.333333	0.471405
MT0029099688	2	2	1	1.666667	0.471405
MT0014817509	2	2	2	2	0
MT0032957418	4	3	4	3.666667	0.471405
MT0005897799	4	4	4	4	0
MT0015962332	4	4	3	3.666667	0.471405
MT0015541501	2	2	2	2	0
MT0002372242	4	4	4	4	0



### a) Média e desvio Padrão

	MT0000202045	MT0000379144	MT0000414517	MT0000956340
Média	2.285714	3.571429	3.190476	2.809524
Desvio Padrão	1.183152	0.885766	1.634844	1.343499

### b) Precisão

Precisão			
MT0000202045	MT0000379144	MT0000414517	MT0000956340
35.0% (7 músicas)	80.0% (16 músicas)	45.0% (9 músicas)	55.0% (11 músicas)

### Pergunta 4.2.3 - Análise e discussão dos resultados.

A análise feita nas alíneas anteriores é muito mais subjetiva porque dependia do nível de sensibilidade acústica do ouvido dos elementos avaliadores.

Apesar desta análise ser subjetiva, através dos dados da média, desvio padrão e da precisão (dados objetivos), verifica-se que nos rankings com a métrica de distância cosseno apenas as queries MT0000379144 e MT0000956340 apresentam uma média geral acima do limite de uma recomendação relevante.

O desvio padrão no geral situa-se próximo de 1, ou seja existe bastante dispersão no conjunto de dados, ou seja, existem algumas músicas recomendadas cuja qualidade de recomendação é Má ou Muito Má.

Ao nível de precisão verificou-se que as queries com maior média também foram as que apresentaram uma maior precisão, como era expectável, sendo a precisão mínima foi de 10% na Query MT0000414517, sensivelmente 2 músicas, e a precisão máxima foi 75% a Query MT0000956340, sensivelmente 15 músicas.

Nos rankings criados a partir de metadados no geral a média das 4 queries foi superior a 2.5 sendo a excepção a query MT0000202045, que apresentou média abaixo desse valor apesar de esta se encontrar próxima deste valor.

O desvio padrão em geral encontra-se semelhante aos obtidos como o ranking da métrica cosseno, apesar disso as queries MT0000379144 e MT0000414517 apresentaram os valores globais mais baixos e altos, respectivamente.

Ao nível de precisão verificou-se que a precisão mínima se situa nos 35% na Query MT0000202045, sensivelmente 7 músicas, e a precisão máxima se situou nos 80% na Query MT0000379144, sensivelmente 16 músicas.

Ou seja, concluir que o nível de precisão é maior quando os rankings são criados através de metadados invés do uso de métricas de distância (neste casos Cosseno). Mas apesar desta conclusão verificou que nos rankings obtidos através da métrica de distância cosseno nas queries MT0000379144 e MT0000956340 foi obtida uma precisão acima dos 50%, sendo que a última conseguiu apresentar precisão acima do ranking proveniente dos metadados.

Uma possível explicação para esta conclusão é a existência de uma maior correspondência entre o género de música da query target e as músicas presentes no ranking. Dando como exemplo na Query "MT0000414517", verificou que existem muitas músicas do mesmo artista (Gipsy Kings) sendo este o autor da música da query em questão, como também do mesmo género. Outro exemplo foi a Query MT0000379144 que apresentou no ranking criado a partir de metadados muitas músicas do artista Jimmy Reed, apesar de este não ser o autor da música da query, o género e as emoções transmitidas pelas músicas desse artista são bastante próximas das do artista da query em questão.

No geral verificou um padrão onde as músicas apresentadas mesmo não sendo a nível sonoro próxima da query alvo, na sua maioria eram do mesmo género ou géneros próximos desta. Apesar disso foram verificados alguns “outliers” e estes podem ser explicados porque um dos metadados utilizado foi as emoções, sendo estas muitas vezes transversais a vários géneros, ou seja, géneros completamente diferentes são recomendados.

Apesar dos metadados conseguirem no geral uma maior qualidade na recomendação musical, os rankings criados a partir da métrica cosseno em alguns casos evidenciaram uma boa precisão, tendo a Query MT0000956340 uma precisão até superior à dos metadados. Sendo esta query do estilo musical rap ao nível de emoções está bastante próxima das emoções de outros géneros musicais, mas ao nível das features deste género as melodias, ritmos conseguem captar melhor músicas do mesmo género.

## Conclusão:

Após a realização deste trabalho foi possível retirar várias informações acerca do melhor modo de obter melhores resultados quando recomendamos músicas.

Ao longo do projeto fomos desafiados a analisar e discutir os resultados obtidos através dos rankings criados com base em features e metadados. Essa discussão teve como base avaliações objetivas e subjetivas, mas ambas levaram a conclusões semelhantes.

Em suma, para realizar recomendações com maior relevância para o utilizador estas devem ser feitas a partir de metadados e não de features devido ao facto dos metadados terem maior precisão.

# Bibliografia:

Panda R., Malheiro R. & Paiva R. P. (2018). “*Novel audio features for music emotion recognition*”. IEEE Transactions on Affective Computing (IEEE early access). DOI: 10.1109/TAFFC.2018.2820691.

Panda R., Malheiro R., Paiva R. P. (2018). “*Musical Texture and Expressivity Features for Music Emotion Recognition*”. 19th International Society for Music Information Retrieval Conference – ISMIR 2018, Paris, France.

[librosa — librosa 0.10.0 documentation](#)  
[Documentation \(ffmpeg.org\)](#)