UNIVERSIdade FEEVALE

ÉRico De SOUZA loewe

SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO MUSICAL BASEADO EM CONTEXTO COMPORTAMENTAL E DE AMBIENTE

Novo Hamburgo

2020

Érico De SOUZA LOEWE

SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO MUSICAL BASEADO EM CONTEXTO COMPORTAMENTAL E DE AMBIENTE

Trabalho de Conclusão de Curso

apresentado como requisito parcial

à obtenção do grau de Bacharel em

Nome do Curso pela

Universidade Feevale

Orientador: nome do professor orientador

Novo Hamburgo

2020

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho de conclusão, em especial:

Aos amigos e às pessoas que convivem comigo diariamente, minha gratidão, pelo apoio emocional - nos períodos mais difíceis do trabalho.

Enfim, os demais agradecimentos que o aluno desejar fazer.

\* Folha de dedicatória ou de agradecimentos = elemento opcional. O texto fica na parte inferior da página, respeitando as margens de 2cm da borda direita e 8cm da borda esquerda da página (PRODANOV, 2003, p. 42).

Resumo

Sabe-se que as pessoas têm dificuldades em lidar com um grande volume de informações, e com a internet e a evolução da tecnologia houve aumento da quantidade disponível, trazendo a necessidade de os sistemas evoluírem suas recomendações, surgindo os RecSys. Esses sistemas são utilizados em diversos tipos de aplicações como vendas, seleção de um filme e até mesmo na seleção de uma música, que é um dos objetivos dessa pesquisa. Neste trabalho será desenvolvido um sistema de recomendação baseado em contexto comportamental e de ambiente. O objetivo desse sistema é coletar informações sobre o comportamento e tendência do usuário, possibilitando o aperfeiçoamento das recomendações musicais de acordo com o contexto vivenciado pelo usuário.

Palavras-chave: RecSys. Machine Learning. Sistemas de recomendação musical. Música. Spotify.

Abstract

Tradução do Resumo para a língua inglesa.

Keywords: tradução das palavras-chave para a língua inglesa.

Lista de Figuras

[Figura 1 – Estrutura de desenvolvimento em duas camadas 14](#_Toc515473980)

[Figura 2 – Padrão MVC - separação em camadas 15](#_Toc515473981)

\* As listas (de figuras, de tabelas e de abreviaturas e siglas,) devem ser apresentadas conforme aparecem no trabalho (na ordem), com cada item designado pelo seu nome/título específico e do respectivo número da página. Elaborar uma lista própria para cada tipo. Espaço entre linhas = 1,5, sem o espaçamento antes e depois (6ptos).

Lista de Tabelas

[Tabela 1 – Matrícula dos alunos do Centro de Educação da FURG segundo o município. 15](#_Toc515474000)

Lista de Abreviaturas e Siglas

|  |  |
| --- | --- |
| BSC | Balanced Scorecard |
| CAPF | Custo Anual por Funcionário |
| CAPT | Custo Anual por Teclado |
| CAPU | Custo Anual por Usuário |
| CEO | Chief of Executive Office |
| CIA/FVG | Centro de Informática Aplicada da Fundação Getúlio Vargas |
| CIO | Chief of Information Office |
| CO | Contexto Organizacional |
| COBIT | Control Objectives for Information and related Technology |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| FCS | Fatores Críticos de Sucesso |
| FGV | Fundação Getúlio Vargas |
| ISACA | Information Systems Audit and Control Association |
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| PEE | Planejamento Estratégico Empresarial |
| PETI | Panejamento Estratégico da Tecnologia da Informação |
| RH | Recursos Humanos |
| ROE | Return On Expectation |
| ROI | Return On Investiment |
| SI | Sistemas de Informação |
| SLA | Service Level Agreements |
| SLM | Service Level Managements |

Sumário

[1 Introdução 11](#_Toc38567245)

[2 Sistemas de recomendação 15](#_Toc38567246)

[2.1 Tipos de sistemas de recomendação 15](#_Toc38567247)

[2.1.1 Sistemas de recomendação baseado em conteúdo 15](#_Toc38567248)

[2.1.2 Sistemas de recomendação colaborativo 15](#_Toc38567249)

[2.1.3 Sistemas de recomendação baseado em aprendizado 15](#_Toc38567250)

[2.1.4 Sistemas de recomendação híbridos 15](#_Toc38567251)

[2.2 Algoritmos de sistemas de recomendação 16](#_Toc38567252)

[2.3 Técnicas para avaliar OS RESULTADOS de um RecSys 16](#_Toc38567253)

[3 Trabalhos relacionados 17](#_Toc38567254)

[3.1 Os trabalhos 17](#_Toc38567255)

[3.1.1 Improving Context-Aware Music Recommender Systems: Beyond the Pre-filtering Approach 17](#_Toc38567256)

[3.1.2 Context-Aware Mobile Music Recommendation for Daily Activities 17](#_Toc38567257)

[3.1.3 Musical serendipity: designing for contextual music recommendation and discovery 17](#_Toc38567258)

[3.1.4 Recommender system handbook 18](#_Toc38567259)

[3.1.5 Desenvolvimento de um Sistema de Recomendação Musical Sensível ao Contexto 18](#_Toc38567260)

[3.2 Tabela com tecnicas 18](#_Toc38567261)

[4 Modelagem do que será feito 19](#_Toc38567262)

[4.1 Contexto 19](#_Toc38567263)

[4.1.1 O que é o contexto comportamental? 19](#_Toc38567264)

[4.1.2 O que é o contexto ambiente? 19](#_Toc38567265)

[4.1.3 Como será obtido os contextos? 19](#_Toc38567266)

[4.2 Arquitetura do sistema 19](#_Toc38567267)

[5 CONCLUSÃO 20](#_Toc38567268)

[Referências Bibliográficas 21](#_Toc38567269)

O sumário é elemento obrigatório, em que se apresentam os títulos e subtítulos (ou seções), seguidos de sua paginação. É recomendável (PRODANOV, 2003, p.32) que não se ultrapassem cinco níveis de subtítulos. Deixar um espaço maior para separar cada título => por exemplo, espaçamento antes e depois = 6 pts. Este sumário foi elaborado automaticamente pelo Word. Para atualizá-lo, basta clicar com o botão direito, escolher Atualizar Campo e depois Atualizar o Índice Inteiro.

# Introdução

A tecnologia avançou muito nos últimos anos, principalmente quando aborda-se internet e armazenamento de dados (MURARO, 2009). O custo de armazenar um arquivo vem ficando mais barato e tem feito com que as pessoas tenham mais espaço de armazenamento, possibilitando a geração de mais informações (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA, [s.d.]). A quantidade de aplicações disponíveis na internet tem aumentado cada vez mais gerando cada vez mais dados e opções para os usuários.

Diversas vezes o indivíduo possui dificuldades em realizar escolhas entre as diversas alternativas daquilo que lhe é apresentado, e acaba geralmente confiando nas escolhas que lhe são apresentadas através de outras pessoas (RESNICK, PAUL AND VARIAN, 1997). A partir do aumento da quantidade de informações disponíveis e do conhecimento da habilidade do indivíduo de realizar escolhas, a partir de sua experiência pessoal, surgem os sistemas de recomendação. Esses sistemas buscam filtrar a grande massa de dados disponível, para auxiliar o indivíduo na escolha das opções disponíveis.

Sistemas de recomendação (RecSys - Recommender Systems) são implementações de softwares e técnicas, que apresentam sugestões de itens que seriam de uso de um usuário. As sugestões são de acordo com vários processos de decisão, como, que item comprar, que música escutar ou que notícia ler. No geral, sistemas de recomendação servem para dois propósitos diferentes. Eles podem ser utilizados para estimular os usuários a fazer alguma coisa como comprar livros ou assistir algum filme. Em contrapartida, os sistemas de recomendação podem ser utilizados para lidar com a sobrecarga de informações, selecionando os melhores itens de uma base maior (DIETMAR et al., 2010).

O auxílio que um sistema de recomendação provê pode ser bem específico ou genérico. Isso vai depender do tipo de filtragem escolhida para realizar a recomendação. Quando um sistema busca uma filtragem que leva em consideração as preferências do usuário, elas podem ser obtidas implicitamente, por meio de um monitoramento de comportamento. No entanto, um sistema de recomendação pode também obter explicitamente sua preferência através de perguntas (DIETMAR et al., 2010).

As recomendações personalizadas necessitam que o sistema conheça algo sobre cada usuário da base. Todo sistema de recomendação deve desenvolver e manter um user model ou user profile, que por exemplo, contém as preferências dele. A existência de um user model é essencial para qualquer sistema de recomendação (DIETMAR et al., 2010).

Os sistemas de recomendação iniciaram com a "Usenet" da Duke University, na década de 70, um sistema com uma distribuição global que buscava divulgar novas notícias postadas e classificadas pelos seus usuários. Em 1985, iniciaram-se as recomendações baseadas em conteúdo, a partir de uma arquitetura para sistemas de informação de larga escala. A Xerox teve sua grande participação em 1992, desenvolvendo o primeiro sistema (Tapestry) designado a realizar a filtragem colaborativa. Em 1997, foi desenvolvido o primeiro sistema de recomendação de filmes chamado Movielens. Até que em 2000, a Pandora iniciou o projeto genoma musical, onde a recomendação passou a ser utilizada para facilitar as escolhas de um usuário entre as diversas músicas existentes na época (BHATNAGAR, 2016).

Desde então, os sistemas de recomendação têm revolucionado o mercado de aplicações de diversas formas, pois com eles, aumentam-se o número de itens vendidos em sites de venda online, além dos sites conseguirem vender itens mais diversificados. Eles têm melhorado a satisfação dos usuários e, com isso, têm aumentado suas fidelidades na aplicação, e o principal, os RecSys ajudam a entender melhor o que os usuários querem. (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2011)

Os RecSys têm evoluído muito desde o seu surgimento, isso acontece dado o interesse acadêmico e comercial sobre a área, além dos benefícios que ela pode trazer. Um caso famoso dos sistemas de recomendação foi o Netflix Prize, uma competição feita pela Netflix, que ofereceu um milhão a quem melhorasse o algoritmo de recomendação de seu sistema em 10%. A competição iniciou em 2006 e demorou 3 anos para alguém conseguir resolver o problema deles de maneira satisfatória. Nesse caso o vencedor utilizou um modelo híbrido de RecSys (FALK, 2019).

(DIETMAR et al., 2010) trazem em sua obra os 4 tipos de sistemas de recomendação, sendo eles: recomendação colaborativa, que parte da ideia de que se os usuários compartilharam dos mesmos interesses no passado, eles continuarão tendo os mesmos interesses no futuro. Recomendação baseada em conteúdo, onde o sistema aprende a recomendar itens que são similares ao que o usuário gostou no passado, essa similaridade é calculada baseada na relação das características dos itens a serem comparados (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2011).

O terceiro tipo é a recomendação baseada em conhecimento, a qual não consegue depender somente do histórico de compra de um usuário, é necessário um conteúdo mais estruturado e detalhado para ser gerada uma recomendação, geralmente nesse tipo, é utilizado um conteúdo adicional fornecido manualmente (conteúdo recente ao produto e usuário). E por último, sistemas de recomendação híbridos onde a ideia é combinar as diferentes técnicas, a fim de gerar uma boa e mais assertiva recomendação (DIETMAR et al., 2010).

Esses sistemas têm ajudado muito na venda de produtos online, porém, um dos segmentos de mercado que apresentaram problemas, foram as vendas de álbum ou faixas musicais online. Elas possibilitam as pessoas baixarem ou receberem as faixas a partir de compras em lojas virtuais, porém o preço de cada faixa ainda era muito caro, o que fazia com que muitos usuários optassem pela pirataria. Desta forma, surgiu uma nova maneira de anunciar os “produtos musicais” online, o streaming musical (BORJA; DIERINGER, 2016).

O mercado musical tem evoluído muito desde seu início. No começo, seu consumo foi aumentando cada vez mais com a evolução das tecnologias e internet. Com o streaming musical, as pessoas passaram a consumir mais os sistemas de streaming, diminuindo o consumo de pirataria online (ERIKSSON et al., 2019). Em 2018 o lucro global da indústria musical cresceu 9,7%. Nesse crescimento, o streaming pago possui boa parte dele com um 34% do total (IFPI, 2019).

Os sistemas de streaming são um tipo de mecanismo de processamento de dados projetado com um conjunto de dados infinitos em mente (NIWA, 2018). Esse mecanismo pode ser desenvolvido para processar muitos tipos de mídia, tais como vídeos, fotos e áudio. Nesse trabalho será utilizado o streaming de áudio, mais especificamente, o streaming disponível nas APIs da ferramenta Spotify.

Dentro dos sistemas de streaming, existe o streaming de áudio que é semelhante a transmissão de rádio tradicional, exceto que é utilizada a internet para enviar e receber os áudios, ao invés de utilizar ondas aéreas. Assim como o ato de ligar um rádio, o streaming de áudio é reproduzido em tempo real, o que é muito mais conveniente do que baixar uma música online e então consumi-la (LUINI; WHITMAN; DATE, 2002).

Portanto, de acordo com esse contexto, este trabalho procura construir um sistema de recomendação musical, utilizando o contexto comportamental do usuário e o contexto do ambiente onde ele está inserido. Esse contexto será obtido, através da criação um plugin que permitirá ao usuário escutar suas músicas enquanto são registrados os eventos do contexto vivido naquele momento.

# Sistemas de recomendação e contexto

Texto

## Tipos de sistemas de recomendação

(DIETMAR et al., 2010) trazem em sua obra os 4 tipos de sistemas de recomendação, sendo eles: recomendação colaborativa, recomendação baseada em conteúdo, recomendação baseada em conhecimento, e sistemas de recomendação híbridos.

### Sistemas de recomendação baseado em conteúdo

Na recomendação baseada em conteúdo, o sistema aprende a recomendar itens que são similares ao que o usuário gostou no passado, essa similaridade e calculada baseada na relação das características dos itens a serem comparados. Por exemplo, no caso de usuário avaliar positivamente um filme do gênero comedia, então, o sistema pode registrar essa ação e futuramente recomendar outros filmes desse mesmo gênero. (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2011)

### Sistemas de recomendação colaborativo

A recomendação colaborativa parte da ideia de que se os usuários compartilharam dos mesmos interesses no passado, eles irão continuar tendo os mesmos interesses no futuro. Por exemplo, os usuários A e B tem um histórico de compras bem semelhante e o usuário A comprou um novo livro que o usuário B nem chegou a ver, nesse tipo de recomendação, a ideia e que o sistema sugira este livro para o usuário B. (DIETMAR et al., 2010)

### Sistemas de recomendação baseado em aprendizado

Diferente da recomendação colaborativa ou baseada em conteúdo, a recomendação baseada em aprendizado não consegue depender somente do histórico de compra de um usuário, e necessário um conteúdo mais estruturado e detalhado para ser gerado uma recomendação, geralmente nesse tipo, e utilizado um conteúdo adicional fornecido manualmente (conteúdo recente ao produto e usuário). (DIETMAR et al., 2010)

### Sistemas de recomendação híbridos

E por último, e não menos importante, (DIETMAR et al., 2010) traz em sua obra o modelo híbrido de recomendação, onde a ideia e combinar as diferentes técnicas, buscando gerara uma boa e mais assertiva recomendação. (DIETMAR et al., 2010)

## Algoritmos de sistemas de recomendação

Texto

## Técnicas para avaliar OS RESULTADOS de um RecSys

Texto

# Trabalhos relacionados

Os sistemas de recomendação musical iniciaram nos anos 90 e tem evoluído muito desde então, ao ponto de que hoje existem diversos trabalhos relacionados a esse assunto para área. Nesse capítulo será abordado os diversos trabalhos encontrados a partir de uma revisão realizada sobre o assunto.

## O protocolo de revisão

Essa revisão tem como foco encontrar trabalhos que abordam os sistemas de recomendação, que a partir das músicas conhecidas pelo usuário, e do contexto comportamental e de ambiente apresentado, buscam melhorar assertividade das recomendações ao ouvinte.

Dado o foco da pesquisa e o conteúdo encontrado até o momento, foi feito uma lista de interesses que serão abordados nessa revisão, deles:

* Estudos realizados
* Técnicas de recomendação utilizadas
* Contextos utilizados para recomendação

A partir do escopo de revisão que esse trabalho está inserido, foi definido certas palavras-chaves para auxiliar no desenvolvimento da revisão, elas são:

* RecSys
* Machine Learning
* Sistemas de recomendação musical
* Context-aware

Para realizar a busca dos trabalhos relacionados ao foco de pesquisa da revisão, por indicação dos orientadores desse trabalho, será utilizado o motor de busca da ACM (<https://dl.acm.org/>), o qual permite realizar pesquisas avançadas a partir da linguagem desenvolvida pela ACM e dos filtros disponíveis na busca. (ACM, 2020)

Além das fontes, será desenvolvido uma *string* de busca, para filtrar por estudos que estejam de acordo com o foco de pesquisa do trabalho. Pois, existem muitos artigos e diversas áreas de pesquisa relacionadas aos sistemas de recomendação musical, então, para realizar uma busca mais voltada ao foco, será utilizada a seguinte *string* de busca:

((“RecSys” OR “recommender systems”) AND (“machine learning”) AND (“music” OR “musical”) AND (“behavioral context” OR “environmental context” OR “context-aware”))

## PROCURA NOS MOTORES DE BUSCA



Figura Motor avançado de busca da ACM (próprio, 2020)

No dia 05/05/2020 foi realizado a pesquisa no motor de busca apresentado a partir da *string* de busca pré-definida anteriormente. As Figura 1, 2 e 3 ilustram esse processo. Todos trouxeram resultados pertinentes ao trabalho logo na primeira página da aplicação. A quantidade de resultados apresentados na ACM foram 152 trabalhos relacionados a *string* de busca.

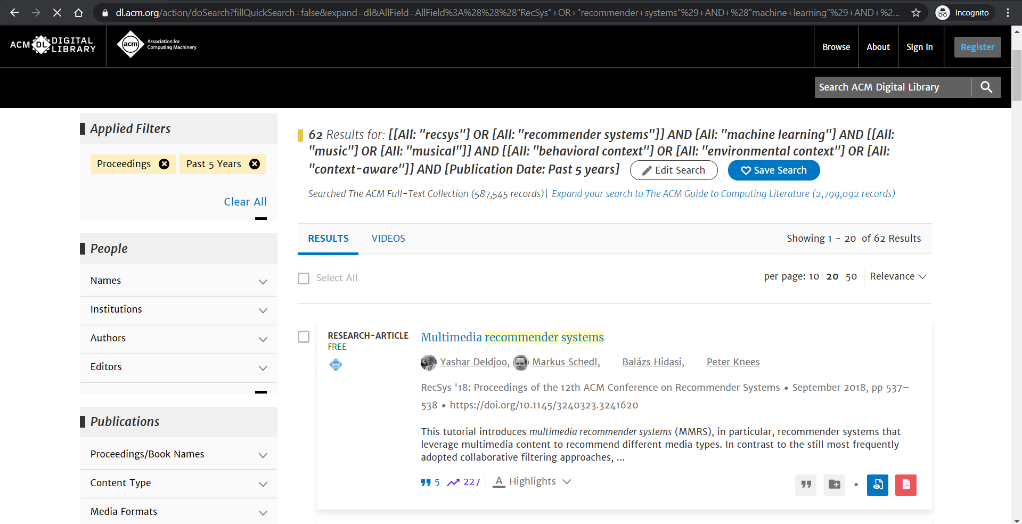


Figura Resultado de busca dos proceedings no motor de busca da ACM (próprio, 2020)

Buscando aumentar o foco da pesquisa, foram aplicados alguns filtros em cima da busca. Procurando trazer somente os trabalhos mais atual relacionado a área foi mantido somente os artigos publicados nos últimos 5 anos. Visando trazer um conteúdo mais técnico para o trabalho, foi reduzido os tipos de publicações aceitas para *proceedings* e *journals*. Após aplicado esses filtros, a quantidade de trabalhos encontrados passou para 85. Então reduzindo a quantidade de trabalhos relacionados se fez possível a revisão de todos no tempo hábil disponível para desenvolver esse trabalho.

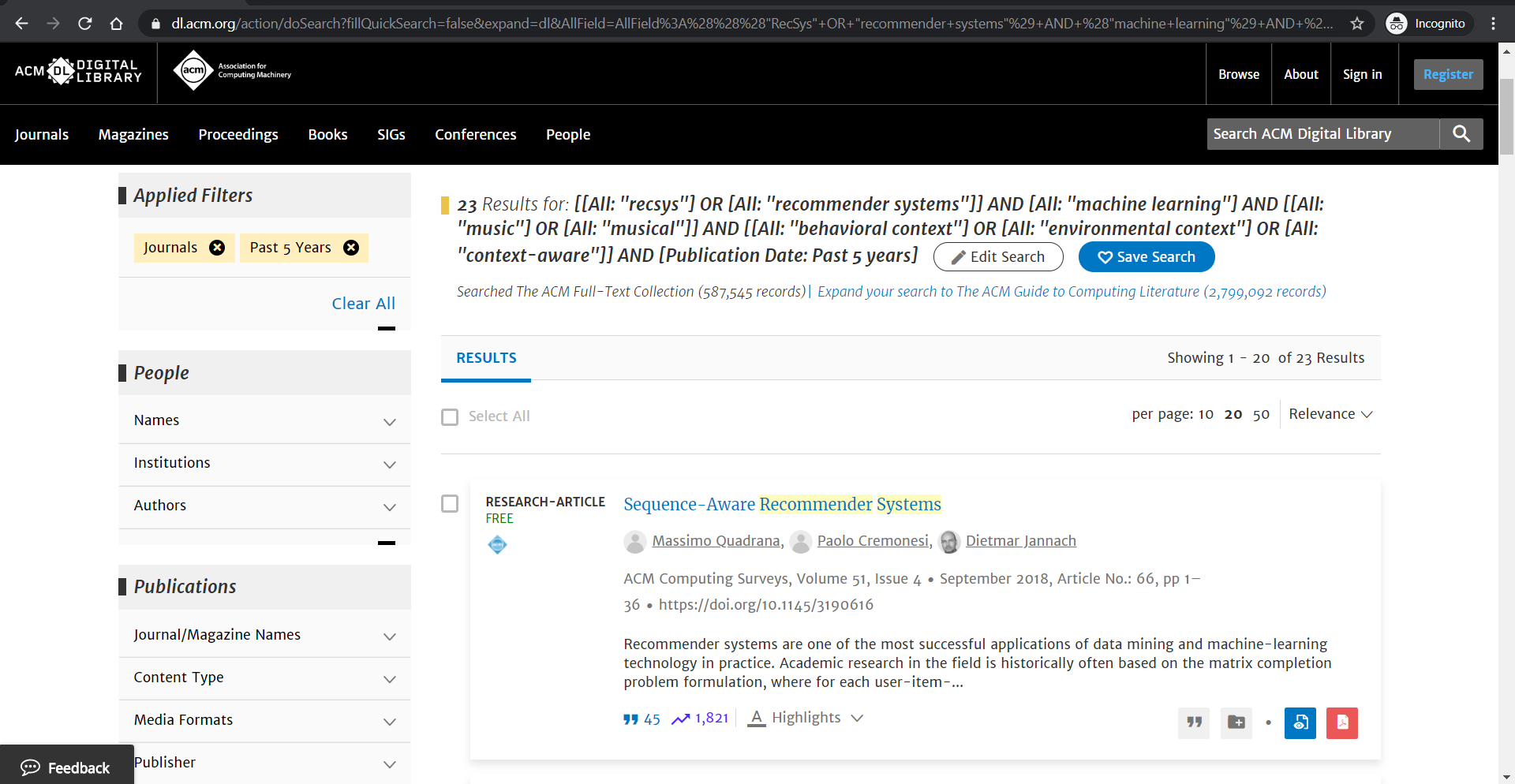


Figura Resultado de busca dos journals no motor de busca da ACM (próprio, 2020)

A quantidade de trabalhos encontrados na ACM relacionados a *string* de busca foi muito alta, isso devido a ela possuir uma grande comunidade relacionado a área de RecSys, com diversas conferências e eventos relacionados a área. (ACM RECSYS COMMUNITY., 2020)

## Os trabalhos

### Improving Context-Aware Music Recommender Systems: Beyond the Pre-filtering Approach

Nesse artigo é apresentado uma técnica a partir da *factorization machines* para extrair informações do contexto usuário a partir do nome da *playlist.*

### Context-Aware Mobile Music Recommendation for Daily Activities

Nesse artigo é apresentado técnicas para coletar informações sobre o contexto a partir de um dispositivo mobile e recomendar *playlist* que irão suprir o desejo do usuário no curto prazo. Apresentam um modelo probabilístico para integrar a informação contextual com a análise do conteúdo da música. Por último é apresentado resultados mostrando uma melhora nos resultados a partir do modelo proposto.

### Musical serendipity: designing for contextual music recommendation and discovery

É apresentado sugestões de como incluir as informações de contexto - principalmente a localização - nas recomendações musicais interativas, através dos vários conceitos e protótipos apresentados.

Foram apresentados dois protótipos nesse trabalho, Sounds of Helsinki (Artigo II) e OUTMedia (Artigo IV). Foi proposta uma plataforma para vários conceitos de serviço de música com reconhecimento de contexto (Artigo III). Além disso, foi apresentado dois artigos avaliando os serviços musicais atuais por suas explicações e transparência (Artigo I) e o modo que eles envolvem o contexto em suas interações com os sistemas de recomendação e suas tarefas (background jobs) de descoberta (Artigo V).

O argumento fundamental e pontapé inicial para essa tese é que envolvendo os fatores de contexto, aí então a **diversidade cultural poderia ser fomentada**, com o contexto também é possível oferecer mais recomendações de músicas fora do convencional do que em canais como rádios e novos lançamentos, o que pode trazer melhores oportunidades de descobertas inesperadas.

Possui um capítulo para definição clara do que é contexto.

### Recommender system handbook

Neste livro é apresentado um capítulo tratando sobre os sistemas de recomendação na área musical (Capitulo 13 - Music Recommender Systems), nele é abordado recomendações baseadas no conteúdo, modelo hibrido de recomendação, geração automática de playlist, data-sets e avaliação, mas o principal tópico que sera utilizado nesse trabalho, é a recomendação a partir do contexto.

### Desenvolvimento de um Sistema de Recomendação Musical Sensível ao Contexto

## Tabela com tecnicas

Texto

# Modelagem do que será feito

Texto

## Contexto

Texto

### O que é o contexto comportamental?

Texto

### O que é o contexto ambiente?

Texto

### Como será obtido os contextos?

Texto

## Arquitetura do sistema

Texto

# CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que está havendo em Porto Alegre uma situação paradoxal. Ao mesmo tempo em que se percebe um avanço no cumprimento das diretrizes norteadoras do Sistema Único de Saúde, tais como, a integralidade da atenção à saúde (preventivo e curativo), a universalidade da cobertura e do atendimento, a gratuidade e a descentralização das ações e serviços, verifica-se também a obstaculização permanente do processo em função da insuficiência de recursos. Ao mesmo tempo em que são repassadas novas atribuições e poderes ao município de Porto Alegre, não há o repasse de recursos financeiros na mesma proporção para fazer frente ao processo de municipalização. Além disso, as negociações para se aumentar os recursos financeiros sempre ocorrem de maneira conflitiva, principalmente entre o Estado e o Município. Desse modo, o melhor andamento do processo de municipalização em Porto Alegre fica na dependência da contrapartida de recursos do Estado e da União.

...............................................

PAGINAÇÃO: Segundo o livro do prof. Cléber Prodanov, as folhas do trabalho são contadas a partir da folha de rosto (não contamos a capa), mas nem todas receberão um número. Contamos, mas não numeramos, então, a folha de rosto, o resumo, o abstract, as listas e o sumário. A numeração é colocada no canto superior direito da folha, a 2cm da borda superior da folha, em algarismos arábicos.

Referências Bibliográficas

ACM. **Advanced Search**. Disponível em: <https://dl.acm.org/search/advanced>. Acesso em: 5 maio. 2020.

ACM RECSYS COMMUNITY. **RecSys – ACM Recommender Systems**. Disponível em: <https://recsys.acm.org/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

BHATNAGAR, V. **Collaborative filtering using data mining and analysis**. [s.l: s.n.].

BORJA, K.; DIERINGER, S. Streaming or stealing? The complementary features between music streaming and music piracy. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 32, p. 86–95, 2016.

DIETMAR, J. et al. **Recommendation system -An Introduction**. [s.l: s.n.]. v. 91

ERIKSSON, M. et al. **Spotify Teardown**. [s.l.] MIT Press, 2019.

FALK, K. **Practical Recommender Systems**. [s.l: s.n.].

IFPI. **IFPI Global Music Report 2019**. Disponível em: <https://www.ifpi.org/news/IFPI-GLOBAL-MUSIC-REPORT-2019>.

LUINI, B. J. R.; WHITMAN, A. E.; DATE, P. **Streaming Audio: The FezGuys’ Guide**. [s.l: s.n.].

MURARO, R. M. **Os avanços tecnológicos e o futuro da humanidade**Querendo ser Deus, , 2009.

NIWA, H. **Streaming Systems**. [s.l.] O’Reilly Media, 2018. v. 134

RESNICK, PAUL AND VARIAN, H. R. Recommender Systems. **Communications of the ACM**, v. 40, n. 4, p. 56–58, 1997.

RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. **Recommender Systems Handbook**. [s.l: s.n.].

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA. **A Magnetorresistência Gigante**. Disponível em: <https://seara.ufc.br/tintim-por-tintim/tecnologia/a-magnetorresistencia-gigante/>. Acesso em: 12 mar. 2020.