



**UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**



Robson Ugo Ferreira Souza Filho

Um Sistema de Recomendações de Eventos Culturais com Áudio-descrição

Recife

2018

Robson Ugo Ferreira Souza Filho

Um Sistema de Recomendações de Eventos Culturais com Áudio-descrição

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Estatística e Informática

Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Victor Wanderley Costa de Medeiros

Coorientador: Taciana Pontual da Rocha Falcão

Recife

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S729s Souza Filho, Robson Ugo Ferreira
Um sistema de recomendações de eventos culturais com áudio-
descrição / Robson Ugo Ferreira Souza Filho. – 2018.
61 f. : il.

Orientador: Victor Wanderley Costa de Medeiros.
Coorientadora: Taciana Pontual da Rocha Falcão
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de
Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Informática, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Sistemas de computação 2. Deficientes visuais
3. Audiodescrição 5. Deficientes visuais – Serviços para 6. Cultura
7. Eventos especiais I. Medeiros, Victor Wanderley Costa de, orient.
II. Falcão, Taciana Pontual da Rocha, coorient. III. Título

CDD 004

*A Deus,
à minha família,
aos meus amigos,
aos meus professores
e ao universo.*

Agradecimentos

É com o peito cheio de alegria e o coração transbordando gratidão que peço obrigado àqueles que me apoiaram e continuam apoiando em todos os momentos, estes bons ou não.

Aos meus pais Robson Ugo Souza e Iara Souza, principal e inegavelmente, por investirem seu amor e empenho na minha criação e educação, me preparando para ser, antes de qualquer coisa, um ser humano íntegro, honesto e bom assim como também são e me dando os melhores exemplos possíveis. Sem vocês não chegaria a lugar algum, literalmente. À minha irmã Amanda Souza, servindo sempre de modelo a ser seguido em relação aos estudos e ao comprometimento profissional, além de seu apoio incondicional desde antes mesmo eu saber o que queria ser quando crescesse. À minha namorada e melhor companheira Bruna Cortez, por todo amor, ajuda, paciência e incentivo para nunca deixar a peteca cair e sempre correr atrás dos meus sonhos. Graças a você também conheci a acessibilidade e podemos enxergar juntos todas as possibilidades que ela tem a nos oferecer. Agradeço ao meu cunhado Guilherme Cezar por todo apoio, confiança e incentivo depositados em mim e por sua presença sempre positiva. Agradeço à minha avó Antônia por me permitir ser um tesouro para ela, à minha avó Olindina e meus avós José e Marcolino por me guiarem lá das estrelas em minha jornada. Ao meu tio, minhas tias, tios-avós e tias-avós, primos e primas e toda família por sempre torcerem por mim.

Agradeço aos meus amigos Kamyla, Jéssica, Alesson, João, Danillo, Paulo, Luama, Felipe, Pedro, José Lucas, Camila e Sarah, os amigos que fiz na faculdade Gustavo, Daniel, Rodolfo, Rafaella, Geraldo, Larissa, Mário Fernandes, Vinícius, Mário Gomes, Carlos, Rafael, Laura, Demis e Gabriele, aos antigos e novos colegas de trabalho e tantos outros amigos que não cabem aqui, pois escolheram em algum momento de suas vidas caminharem comigo e independente de eu ter deixado ou não minha marca em vocês, todos me marcaram e contribuem todos os dias na construção do que sou e do que pretendo ser. São vocês os responsáveis por tornarem meu dia-a-dia na universidade e no trabalho muito mais leve, divertido e valioso. Não teria chegado até aqui sem vocês.

Gostaria de ter respirado ainda mais intensamente os ares da Universidade Federal Rural de Pernambuco, mas todo esse tempo que o fiz valeu muito a pena. Nada teria aprendido sem a presença dos melhores mestres que se pode ter. Em especial quero agradecer ao meu orientador Victor Medeiros pela sua sabedoria, ajuda e acima de tudo paciência. Obrigado pelo companheirismo e por ter embarcado nessa comigo. À minha coorientadora Taciana Pontual sem a qual eu nunca teria enxergado a interação com a máquina de uma forma tão humana. Vocês dois são peças fundamentais nessa realização. E a todos os professores completamente inspiradores que este curso tem meu muito obrigado

por acreditarem em cada um de nós.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer a todos que contribuíram para que este trabalho fosse concluído. Leonard Sousa pela amizade e consultoria de áudio-descrição, Otávia Delfino, Priscila Xavier, Roberto Cabral, Ana Cláudia e Michell Platini. A contribuição de todos vocês foi indispensável para este projeto e atribuíram um valor incalculável para a pesquisa.

“Estou bem. É, tirando o fato de não dormir, o nervosismo e o medo esmagador de que algo terrível está prestes a acontecer.”

(Stiles Stilinski)

“Não importa quão ruim as coisas fiquem, algo bom está lá fora, logo além do horizonte.”

(Hal Jordan)

“O mundo está cheio de coisas óbvias que ninguém jamais observa.”

(Sherlock Holmes)

“O que você quer que eu faça, me fantasie e dance a Ula?!”

(Timão)

Resumo

Cerca de um bilhão de pessoas no mundo vive com algum tipo de deficiência, enquanto quase 24% da população brasileira declarou ter algum tipo de deficiência no CENSO de 2010. Desta forma, a presença cada vez mais constante de pessoas com deficiência visual em espaços culturais tem aumentado e deve-se também à presença dos recursos de acessibilidade comunicacional. O avanço tecnológico tem tornado a disposição de tais recursos muito mais fácil e próxima, aumentando ainda mais a autonomia deste público. Com base neste argumento, este trabalho visa apresentar o planejamento e desenvolvimento de um sistema de recomendação de eventos culturais com áudio-descrição voltado para pessoas cegas usando dispositivos móveis *Android*, aumentando a independência e capacidade do processo de indicação já natural às relações sociais humanas através de algoritmos de filtragem colaborativa baseada em item e filtragem baseada em conteúdo. Foram gerados uma potencial base de dados de eventos do gênero, um estudo acerca dos algoritmos propostos e um experimento de usabilidade da aplicação. Foi identificada ausência de métricas de avaliação estatística para as recomendações geradas, dada a abordagem pessoal utilizada pelos usuários na escolha das notas para os eventos, resultado também da inexistente consistência de seus dados.

Palavras-chave: sistema de recomendações, áudio-descrição, acessibilidade, predição, similaridade, filtragem colaborativa.

Abstract

Around one billion people in the world live with some kind of disability, while almost 24 % of the Brazilian population has declared some kind of disability in the 2010 CENSUS. Therefore, the increasingly constant presence of people with visual impairment in cultural spaces has increased and is also due to the presence of communicational accessibility resources. The technological advance has made the disposition of such resources much easier and closer, increasing audience's autonomy. Based on this argument, this work aims to present the planning and development of an audio-description cultural event recommendation system for blind people using mobile devices, increasing the independence and capacity of the natural indication process to human relationships through collaborative filtering item-based and content-based algorithms. We generated a potential database of these kinds of events, a study about the proposed algorithms and an application usability experiment. The absence of statistical evaluation for the maden evaluations was discovered, since the users' approach in selecting notes for the events is personal, also resulting from the non-existent consistency of its data.

Keywords: recommendation system, audio description, accessibility, prediction, similarity, collaborative filtering.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Representação em fluxograma de processos de um sistema de recomendação	23
Figura 2 – Representação em fluxograma do modelo de filtragem colaborativa . . .	42
Figura 3 – Representação em fluxograma do modelo baseado em conteúdo	42
Figura 4 – Modelo de Arquitetura de Duas Camadas	44
Figura 5 – Diagrama de componentes do aplicativo	45
Figura 6 – Telas de <i>splash</i> , login e criação de conta	47
Figura 7 – Telas de recuperação de senha, menu inicial e menu de perfil	48
Figura 8 – Telas de diálogo de edição de nome, alteração de senha e edição de interesses	49
Figura 9 – Telas de eventos recomendados, todos os eventos e detalhes do evento .	50
Figura 10 – Fluxograma de processos da aplicação	52
Figura 11 – Detalhe do menu do perfil	53

Lista de tabelas

Tabela 1 – Exemplo de matriz de avaliações usuário x item	27
Tabela 2 – Exemplo de instância baseado em usuário	30
Tabela 3 – Exemplo de instância baseado em item	30
Tabela 4 – Representação da segunda versão da tabela de eventos	37
Tabela 5 – Representação da segunda versão da tabela de usuários	38
Tabela 6 – Representação da tabela de avaliações	38
Tabela 7 – Representação da tabela de categorias	39
Tabela 8 – Representação da tabela de interesses	40
Tabela 9 – Representação da tabela de gêneros	40
Tabela 10 – Tabela de combinações de interesses e gêneros	40

Lista de abreviaturas e siglas

AD	Áudio-descrição
ANCINE	Agência Nacional do Cinema
API	Application Programming Interface
APP	Aplicativo móvel
ART.	Artigo
BSI	Bacharelado em Sistemas de Informação
DAO	Data Access Object
GPS	Global Positioning System
GUI	Graphical User Interface
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística
ID	Identidade
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
JSON	JavaScript Object Notation
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização Não-Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
REST	Representational State Transfer
RGB	Red Green Blue
SQL	Structured Query Language

TF-IDF	Term Frequency–Inverse Document Frequency
TV	Televisão
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
WI-FI	Wireless Fidelity

Este trabalho conta com recurso de áudio-descrição. Para cada imagem presente no corpo do trabalho uma caixa imediatamente abaixo de sua legenda contém a descrição da figura de forma a permitir o acesso à informação às pessoas com algum tipo de deficiência visual, realizando a leitura através de um dispositivo ou programa leitor de tela. Por motivos estéticos as únicas figuras que não seguem este padrão mencionado são o logotipo da Universidade Federal Rural de Pernambuco e do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação que se encontram na capa do trabalho, no topo à esquerda e direita, respectivamente, e descritos a seguir:

Descrição do logotipo da UFRPE

À esquerda, brasão e à direita, em letras maiúsculas azuis: “UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO”. Há três tochas de fogo encima deste, que lembra um escudo. Dentro do brasão, que é azul e branco, há cinco estrelas no canto superior esquerdo e à direita, uma pessoa joga pontinhos no chão que é formado por faixas. Na parte inferior do brasão, há uma faixa azul que o transpassa da esquerda para direita, nela tem: “EX SEMINE SEGES” em maiúsculo e branco.

Descrição do logotipo de BSI

À esquerda, conjunto de retas formam parte de um pentágono preto, que tem arestas bem demarcadas com pontos. Por dentro do pentágono, parte de uma estrela de ponta em verde. A direita, “BSI” em letras garrafais e, abaixo, “Sistemas de Informação”, ambos em verde. Por último “UFRPE” em preto.

Sumário

	Lista de ilustrações	8
1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Motivação	16
1.2	Objetivo	17
1.3	Estrutura do trabalho	17
2	TRABALHOS RELACIONADOS	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1	Acessibilidade	21
3.1.1	Acessibilidade comunicacional	21
3.1.1.1	Áudio-descrição	21
3.2	Sistemas de recomendação	22
3.2.1	Identificação do usuário	24
3.2.2	Coleta de dados	24
3.2.3	Estratégias de recomendação	25
3.2.4	Visualização das recomendações	26
3.3	Abordagens explícitas e implícitas	26
3.4	Filtragem colaborativa	27
3.4.1	Baseados em modelo	28
3.4.2	Baseados em memória	28
3.5	Medidas de similaridade	31
3.5.1	Correlação de Pearson	31
3.5.2	Similaridade dos Cossenos	32
3.5.3	Distância Euclidiana	32
3.6	Predição	33
3.7	Filtragem baseada em conteúdo	33
4	METODOLOGIA	35
4.1	Base de dados	35
4.1.1	Coleta de dados e tratamento	35
4.1.1.1	Evento	36
4.1.1.2	Usuário	37
4.1.1.3	Avaliação	38
4.1.1.4	Categorias e Interesses	38

4.2	Métodos de filtragem	41
5	O ADVINCI	43
5.1	Apresentação	43
5.2	Acessibilidade	43
5.3	Arquitetura	43
5.3.1	Aplicativo móvel	44
5.3.1.1	Interface e usabilidade	46
5.3.1.1.1	Cores	46
5.3.1.1.2	Texto e tipografia	50
5.3.1.2	Processos	51
5.3.2	Servidor	51
6	AVALIAÇÃO DO APLICATIVO	54
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	57
	REFERÊNCIAS	58

1 Introdução

“Ninguém é igual a ninguém. Todo ser humano é um estranho ímpar”. A cada dia que passa a icônica frase de Carlos Drummond de Andrade passa a fazer mais sentido principalmente no âmbito social. Segundo a OMS (ONU, 2011) uma em cada sete pessoas no mundo vive com algum tipo de deficiência, o que significa cerca de 1 bilhão de pessoas. De acordo com o último CENSO realizado pelo (IBGE, 2010), dos 190 milhões de brasileiros, pelo menos 45 milhões se declararam pessoas com deficiência, sejam deficiência visual, auditiva, motora ou intelectual. Isso equivale a quase 24% da população brasileira.

Um dos motivos dos números nacionais parecerem tão altos é a necessidade de se considerar o fator tempo no que diz respeito ao lançamento deste censo, já ultrapassado, e quais as métricas utilizadas para construir tal afirmação com base nos resultados. Segundo o atual Secretário Especial dos Direitos da Pessoa com Deficiência (VENTURA, 2017), é preciso ter acesso a dados mais seguros, visto estar provado por base científica a superestimação dos números.

A invisibilidade dessas pessoas perante a sociedade e os governos se agrava ainda mais devido a ausência de estatísticas e dados mais precisos. No Brasil, esta ausência de dados precisos tem contribuído para a falta de políticas públicas assertivas e planejamentos adequados. Segundo o mesmo estudo da OMS (ONU, 2011) 80% das pessoas com deficiência residem em países em desenvolvimento e, de todas elas, menos de 50% conseguem pagar por serviços de saúde.

Contudo, sejam os números completamente confiáveis ou nem tanto assim, ainda podemos ressaltar a importância desta minoria (a maior do mundo) para a sociedade e destacar suas necessidades recentemente transformadas em direitos graças à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência realizada pela ONU em 2006 e em vigor desde 2008 no Brasil e em outros 150 países (ONU, 2014).

Em 2015 a até então conhecida “Lei da Acessibilidade”, lei nº 10.098 (BRASIL, 2000), passou por algumas alterações desde sua criação tendo partes da sua redação atualizadas com a criação da lei nº 13.146 (BRASIL, 2015), a atual “Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência”. Ela melhorou suas definições do conceito de acessibilidade e de barreiras - urbanísticas, arquitetônicas, de transportes, comunicações e na informação. É nesta nova definição onde podemos enxergar o importante papel que a tecnologia da informação vem desempenhando ao longo dos últimos anos quando é dito que a acessibilidade é “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros

serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida;”.

É a garantia destes direitos um dos principais motivos pelo aumento da presença de pessoas com deficiência em espaços culturais como museus, teatros, centro de exposições e casas de shows. A formação de uma nova plateia de público cego deve-se à áudio-descrição (CARPES, 2016), recurso de acessibilidade comunicacional. Assim como este, existem recursos específicos para todo tipo de deficiência. Além disso, o avanço tecnológico tem tornado a disposição de tais recursos mais fácil e próxima ao usuário, estendendo as relações homem-máquina. Isto é, recursos computacionais têm aumentado a capacidade de autonomia deste público através de dispositivos cada vez mais comuns, como um simples computador pessoal ou um *smartphone*.

Logo, tudo que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços objetivando promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de forma interdisciplinar faz parte da área de conhecimento denominada Tecnologia Assistiva (GALVÃO FILHO, 2009).

1.1 Motivação

O acesso à internet através de *smartphones* se popularizou bastante nas últimas décadas. De acordo com (IBOPE, 2005), no Brasil, até os três primeiros meses de 2015, 68,4 milhões de pessoas acessaram a internet pelos dispositivos. Diferente dos computadores pessoais, *smartphones* são capazes de agregar recursos computacionais em qualquer lugar que os usuários estejam. Tirando proveito de uma gama de informações contextuais, como localização por GPS, Wi-Fi e rede de telefonia, são capazes de fornecer ao usuário informações em tempo real em qualquer local. Tais dispositivos têm sido ferramentas cruciais para o progresso da tecnologia assistiva.

A presença cada vez mais constante de pessoas com deficiência visual em espaços culturais deve-se, principalmente, aos recursos de acessibilidade comunicacional. Além do crescente incentivo governamental em produtos e serviços de inclusão que, enquanto processo social, vem ganhando lugar de destaque nas principais discussões do país e do mundo, principalmente nas duas últimas décadas. Contudo, mesmo com tantos debates, ainda existem pontos pouco discutidos. Como exemplo destes pontos pode-se destacar a importância dos recursos inclusivos e a profissionalização de seus provedores (PASSERINO; MONTARDO, 2007).

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver um sistema de recomendação, aqui representado por uma aplicação para *smartphones* com sistema operacional *Android*, capaz de atuar na recomendação de eventos culturais acessíveis com áudio-descrição. A aplicação, voltada para pessoas cegas ou com algum tipo de deficiência visual, visa utilizar das abordagens de recomendação baseada em conteúdo e filtragem colaborativa baseada em item para criar uma solução híbrida capaz de realizar tais recomendações. Como objetivos específicos deste trabalho destacam-se: construir uma base de dados para validação dos algoritmos de recomendação; e avaliar qualitativamente o aplicativo com potenciais usuários.

1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho apresentado encontra-se dividido em seis capítulos, organizados da seguinte forma: no Capítulo 1 são apresentados uma introdução ao problema tratado, a motivação para realização do trabalho e os objetivos que nortearam sua execução; no Capítulo 2 são discutidos alguns trabalhos relacionados, seja por apresentarem temas ou abordagens semelhantes ou por proporem soluções que de alguma forma geraram contribuições; o Capítulo 3 traz o referencial teórico utilizado na composição deste trabalho, em especial, os principais conceitos relacionados a implementação de sistemas de recomendação; o Capítulo 4 apresenta a metodologia empregada na construção deste trabalho; o Capítulo 5 detalha as características e funcionalidades do sistema desenvolvido; Por fim, o Capítulo 6 apresenta uma avaliação qualitativa do sistema desenvolvido com potenciais usuários, seguida das conclusões e possíveis trabalhos futuros no Capítulo 7.

2 Trabalhos Relacionados

Com o crescimento do números de aplicações móveis e a facilidade de acesso a estes recursos, sejam os aparelhos ou as lojas de *apps* sobrecarregadas de incontáveis propostas para o mesmo serviço, é comum encontrar gerenciadores de eventos, desde aqueles para organização de festas a grandes festivais que usam ferramentas para atingir mais pessoas e de uma forma simples. Neste trabalho não serão abordados aqueles que podem ser considerados concorrentes ou alternativas ao que está sendo ofertado, mas sim os que serviram de base para a concepção resultante das pesquisas relacionadas à área de sistemas de recomendações dentro do espectro de eventos.

A princípio, apesar de não ter sido encontrado projeto de produto semelhante destinado à área abordada neste trabalho, uma de suas principais propostas da pesquisa é utilizar o resultado obtido como auxílio na promoção e levantamento de dados sobre a atual situação do mercado cultural acessível a pessoas com deficiência visual. Assim sendo, os principais trabalhos relacionados se destacam pelos temas abordados inicialmente na pesquisa, ligados à resolução de necessidades de forma acessível, e por suas análises ou propostas de modificações para sistemas de recomendação.

([SILVA, 2016](#)) aborda a criação de um sistema de recomendação de lojas para clientes de um shopping center em uma aplicação mobile pré-existente, o InMap, denominado Store-based. Apesar das análises realizadas com outros sistemas, o Store-based se mostrou bastante semelhante aos sistemas baseados em item.

Apesar de poder ser considerado um dos trabalhos relacionados mais simples encontrados, pois traz uma abordagem mais rasa e uma solução pouco complexa, a maneira de tratamento das recomendações por meio de *tags* se mostrou uma boa alternativa. De certa forma, pode-se dizer que esta abordagem auxiliou na solução de um dos problemas encontrados antes da hibridização neste trabalho.

O objetivo do trabalho realizado por ([BRITO, 2016](#)) é propor um modelo de recomendação de conteúdo baseado em arquivos de legendas de filmes e séries. Também é apresentada uma adaptação ao modelo para identificar em cada título um sentimento, denominado análise de sentimentos. Apesar da enorme dificuldade de ser assertivo na recuperação da informação, existem vantagens em se utilizar os arquivos de legendas para ajudar na composição dos sistemas de recomendação.

Aqui foram identificados poucos elementos pressupostos em sistemas de recomendações padrões, mas o modelo criado para análise de conteúdo é bastante pertinente para a identificação de parâmetros e seus contextos, como pelos títulos das legendas e a incidência de palavras, bastante semelhante ao método *TFD-IF* abordado mais a frente

neste projeto.

(ALEIXO, 2014) traz uma análise e melhoramento do algoritmo de filtragem colaborativa baseada em item em resposta ao problema de escalabilidade dos algoritmos baseados em memória apresentado por ele, visando diminuir a sensibilidade à densidade de dados que nos é mencionada. Esta modificação se mostrou bastante interessante, ao passo que as matrizes de análises de itens similares (os chamados “vizinhos”) pode ser bastante populosa. O resultado final da pesquisa gerou um algoritmo denominado Item-Based-ADP.

Este trabalho teve fundamental importância na etapa inicial de análise técnica dos algoritmos de filtragem colaborativa e todas as possibilidades dentro da esfera de recomendação. Até então, poucas foram as fontes encontradas que abordassem de maneira tão direta e precisa o processo de cálculo de similaridade e predição neste contexto, tendo sido de primordial importância para guiar na busca de trabalhos relacionados mais específicos.

(MINKOV; CHARROW, 2010) demonstra um método para um ranking colaborativo de eventos futuros. Segundo o trabalho, estudos anteriores de sistemas de recomendação se limitam a exibir resultados a respeito de itens específicos, como filmes, e os generalizam a outros itens ou outras pessoas. Tal análise é feita pois, uma vez que o evento ainda não aconteceu, não há como analisar diretamente. Por fim, é demonstrado que o sistema não se utiliza apenas de uma recomendação puramente baseada em conteúdo, como poderia ser previsto.

Um dos maiores problemas observados durante o desenvolvimento do trabalho foi o tempo de vida dos eventos. Neste contexto, este trabalho foi o que melhor esclareceu como seria possível contornar esta barreira, como pode ser explicado ao longo do texto. Coincidentemente ou não, o sistema híbrido consequente à mudança também foi resultado do projeto supracitado.

O principal objetivo de (MACK, 2010) é a projeção de um sistema de recomendação utilizável por usuários de dispositivos móveis *Android* que desejam receber recomendações de estabelecimentos comerciais por categoria, como restaurantes, lojas e cinemas utilizando por base sua localização geográfica e preferências.

Trata das tecnologias de localização como *GPS* e o próprio *Wi-Fi*, suas arquiteturas, vantagens e desvantagens de cada uma e suas possíveis aplicações. Neste meio tempo, retrata relevantes pontos a cerca dos sistemas de recomendação como seus métodos de filtragem e os algoritmos envolvidos neles resultando em um modelo de aplicação. Evidencia, de forma comparativa, a correlação de *Pearson* como uma escolha tão assertiva quanto o cálculo de similaridade pelo cosseno, por exemplo.

(LIMA, 2016) apresenta como objetivo principal a otimização da busca por lugares de preferência do possível usuário do sistema mobile proposto no projeto e auxílio na

tomada de decisão a respeito dos lugares recomendados disponibilizando dados mais detalhados dos lugares, como imagens, trajetos e comentários.

Aborda de maneira simples mas precisa a técnica utilizada no desenvolvimento, de filtragem colaborativa, mas peca ao não apresentar outras possíveis técnicas a título de comparação. Ainda sim detalha as escolhas realizadas no progresso e serve para iterar aspectos e referenciais teóricos disponibilizados pelos demais trabalhos citados, reafirmando a decisão pela filtragem colaborativa como positiva.

(SOUZA, 2018) traz, assim como outros já citado, o resultado de um projeto de sistema de recomendação que tem como principal ferramenta a tecnologia de localização. O objetivo principal, aqui, é evidenciar o processo de modelagem, desenvolvimento, implantação e avaliação de um Modelo de Sistema de Recomendação Híbrido de Organizações Não-Governamentais (ONGs) de acordo com afinidade com a organização e geolocalização.

Também são utilizadas técnicas de recomendação já faladas, como filtragem colaborativa (baseada em usuário) e baseada em conteúdo, além da catalogação de preferências do usuário. Nota-se que a hibridização do sistema, assim como sugerido em demais trabalhos e como acontece nesta pesquisa, representa uma boa alternativa à ameaça de resultados mais rasos do que esperados.

Os estudos e projetos de sistemas de recomendações propostos atuam, como é de se esperar, auxiliando as áreas às quais foram implementadas de forma bastante simples. Em alguns casos são observadas abordagens através de dois métodos de recomendação, hibridizando o processo. No entanto, entre os estudos propostos, nenhum atuava no cenário de eventos culturais e muito menos possuíam foco nos usuários com deficiência visual. Talvez aquele que mais se assemelhe ao proposto seja (SOUZA, 2018), com pesquisa voltada a uma ação política-social por meio de recomendações de ONGs. O atual trabalho visa utilização dos resultados e análises realizadas em tais trabalhos a fim de construir um cenário capaz de permitir os objetivos propostos inicialmente.

3 Referencial Teórico

3.1 Acessibilidade

Como já dito, acessibilidade consiste na possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida. De acordo com o Art. 70 da Lei nº 13.146 da Constituição Federal, "as instituições promotoras de congressos, seminários, oficinas e demais eventos de natureza científico-cultural devem oferecer à pessoa com deficiência, no mínimo, os recursos de tecnologia assistiva (...)".

([FERNANDES; ORRICO, 2011](#)) apresentam o termo acessibilidade como uma palavra de ordem capaz de expressar possibilidades, alcance de objetivos, o cumprimento de metas e justiça social. Está presente em argumentos de autoridade teórica e, de forma normativa, é contextual à inclusão social da pessoa com deficiência.

O reconhecimento e valorização da diversidade tem ligação direta com a atual utilização do termo "acessibilidade", garantindo o acesso a todas as áreas de convívio para todas as pessoas. Assim, é esperada preparação e resposta às necessidades específicas apresentadas por este grupo diverso.

3.1.1 Acessibilidade comunicacional

Segundo o Art. 42 da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, "a pessoa com deficiência tem direito à cultura, ao esporte, ao turismo e ao lazer em igualdade de oportunidades com as demais pessoas", o que lhe garante acesso aos bens culturais gerais em um formato acessível, programas de TV, cinema, teatro e demais atividades culturais também em formato acessível. Além de que a recusa de oferta de obra intelectual sem acessibilidade é proibida, sob qualquer argumento, mesmo alegação de proteção dos direitos de propriedade intelectual.

3.1.1.1 Áudio-descrição

Trata-se de uma técnica ou recurso de tradução em palavras de qualquer evento visual, cujo principal objetivo é a inclusão da pessoa com deficiência visual. Sua forma mais comum e tradicional normalmente é empregada em imagens e vídeos. Para estes elementos, pode ser classificada em dois tipos: simultânea ou gravada. Em qualquer dos

dois casos o processo envolve a elaboração de um roteiro de áudio-descrição por parte de um profissional chamado áudio-descritores e conta com consultoria de uma pessoa com deficiência visual, respeitando regras e preceitos técnicos.

Através da tecnologia assistiva a áudio-descrição pode estar presente em elementos digitais como *sites* e *apps* através de dispositivos e *softwares* leitores de tela. Mas para tal é preciso que estes elementos sejam concebidos desde o princípio considerando fatores importantes como o chamado *Desenho Universal*, um dos fundamentos teóricos mais relevante ao conceito de acessibilidade segundo (CONNELL et al., 1997). São os seus princípios a equiparação nas possibilidades de uso e flexibilidade deste, sendo simples e intuitivo; a informação perceptível independente do ambiente; minimização dos riscos e das consequências negativas decorrentes de ações involuntárias ou acidentais; a necessidade de um esforço mínimo, de forma confortável; e a dimensão e espaço adequados para interação.

3.2 Sistemas de recomendação

São sistemas que auxiliam na melhora e aumento da capacidade e eficácia do processo de indicação já bastante conhecido na relação social entre seres humanos (RESNICK; VARIAN, 1997). Além disso, (SHARDANAND; MAES, 1995) afirma que o mecanismo de recomendação para a tomada de decisão é uma prática comum entre os seres humanos, mesmo muito antes da invenção do computador. Sistemas de recomendação podem ser encontrados nos mais variados tipos de aplicações, como recomendação de livros, músicas, notícias e páginas de busca.

Os sistemas de recomendação são utilizados na identificação de usuários, armazenamento de suas preferências e recomendação de itens, estendendo-se de produtos, a serviços e conteúdo, relacionados de acordo com as necessidades e interesses desses usuários. Alguns dos principais benefícios obtidos ao se utilizar um sistema de recomendação são a atração da atenção do usuário, melhoria na aceitação de um novo produto ou serviço, melhoria na percepção do que é visualizado pelo usuário, um guia para os usuários aos serviços e produtos adequados e a capacidade de desenvolvimento de um sistema de *feedbacks*. De acordo com (SCHAFFER; KONSTAN; RIEDL, 2000) um sistema de recomendação pode ser estruturado e dividido em quatro processos (representados na figura 1):

1. Identificação do usuário;
2. Coleta das informações;
3. Estratégias de recomendação;
4. Visualização das recomendações;

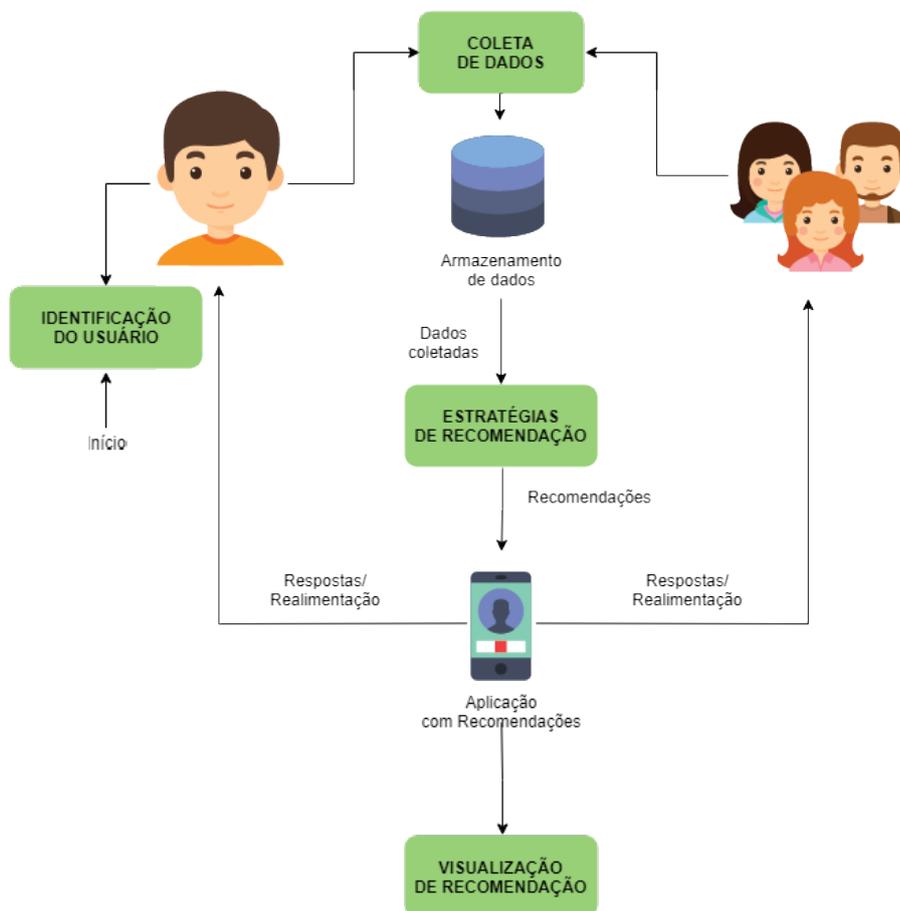


Figura 1 – Representação em fluxograma de processos de um sistema de recomendação

Descrição da Figura 1

Fluxograma colorido, setas ligam ilustrações e caixas de texto, entre elas há: “IDENTIFICAÇÃO DO USUÁRIO” em um retângulo verde. Rapaz de cabelos escuros e pele branca. “COLETA DE DADOS” em um retângulo verde. Pilha de discos roxos. “ESTRATÉGIAS DE RECOMENDAÇÃO” em um retângulo verde. Aparelho celular. “VISUALIZAÇÃO DE RECOMENDAÇÃO” em um retângulo verde. Trio de pessoas: garota ruiva de cabelos ondulados, pele branca e bochechas rosadas. Garota de cabelo escuro liso, pele branca e bochechas rosadas. E, rapaz de cabelo castanho, pele branca e cavanhaque. Do rapaz de cabelo escuro uma seta aponta para “IDENTIFICAÇÃO DO USUÁRIO” e uma seta aponta para “COLETA DE DADOS”. De “COLETA DE DADOS” uma seta aponta para a pilha de discos que tem como legenda “Armazenamento de dados”. Deste sai uma seta com legenda “Dados coletados” que aponta para “ESTRATÉGIAS DE RECOMENDAÇÃO”. De estratégias sai uma seta com legenda “Recomendações” que aponta para o aparelho celular que tem como legenda “Aplicação com recomendações”. Deste saem três setas: a primeira, com legenda “Respostas/Realimentação” aponta para o trio de pessoas que por sua vez aponta para “COLETA DE DADOS”. A segunda, sai uma seta que aponta para “VISUALIZAÇÃO DE RECOMENDAÇÃO”. E, a terceira, sai uma seta com a legenda “Respostas/Realimentação” que aponta para o rapaz de cabelos escuros.

A primeira etapa do processo, a identificação do usuário, é opcional em um sistema de recomendação. Porém, quando é realizada, deve ser sempre o primeiro passo a ser dado, consistindo na coleta dos dados sobre o usuário. Assim, os dados coletados são armazenados em uma base para uso posterior por parte do sistema. Com os dados são criadas as recomendações através de estratégias definidas de acordo com o projeto e suas necessidades. Com as recomendações criadas, o usuário será capaz de visualizá-las conforme são disponibilizadas no sistema.

3.2.1 Identificação do usuário

Apesar de ser opcional, na maioria das vezes é recomendada a identificação do usuário, pois resulta em maior precisão na coleta dos dados e na segurança da informação, além de capacitar a customização do sistema de acordo com as características deste usuário. Neste trabalho, optamos pela identificação, cadastro do usuário e acesso individual ao sistema.

3.2.2 Coleta de dados

Os dados de usuários podem ser coletados de forma explícita ou implícita. Na coleta de forma explícita, as informações são obtidas do próprio usuários por meio de preenchimento de formulários ou questionários dirigidos diretamente a ele, informando suas preferências. Na forma implícita, as informações são obtidas pelo monitoramento da navegação, consultas, histórico de atividades e conteúdos selecionados ou avaliados. Os dados coletados são armazenados em um banco de dados e utilizados para posterior análise nas recomendações. A aplicação de técnicas de mineração de dados nas informações coletadas agregam valor aos resultados obtidos, uma vez que são capazes de descobrir relações entre conteúdos visitados, produtos comprados e itens oferecidos (TORRES, 2003). Além das duas maneiras citadas, a coleta de dados por inferência também é uma alternativa e consiste na descoberta do perfil do usuário com base no comportamento de outros usuários com padrões de comportamento similares ao seu.

Utilizamos aqui a coleta de forma explícita inicialmente pela informação da localização do usuário na hora de seu cadastro na aplicação e, posteriormente, pela seleção de interesses do usuário de acordo com uma lista de interesses pré-definida que será explicada mais adiante. De maneira implícita, utilizamos a indicação de outros itens com base na avaliação geral dos usuários e de similaridade entre itens já avaliados anteriormente pelo usuário e estes outros itens.

3.2.3 Estratégias de recomendação

As principais estratégias de recomendações utilizadas são as de filtragem de informação, customização, sumarização estatística, individualização, *business-rules*, correlação e mineração de dados. A filtragem de informação pode ser colaborativa, baseada em conteúdo ou até mesmo híbrida.

Na Filtragem Colaborativa é feita a recomendação de itens e serviços para um determinado tipo de usuário com base no que outros usuários com interesses ou preferências semelhantes tenham avaliado. Já na Filtragem Baseada em Conteúdo, recomendam-se itens semelhantes aos que o usuário demonstrou interesse no passado. De acordo com (TORRES, 2003) os interesses por determinados tipos de conteúdos podem definir o perfil do usuário. Assim, podemos notar que, diferente da filtragem de conteúdo que recomenda itens com base no conteúdo destes, a filtragem colaborativa recomenda itens que foram avaliados em algum momento. Por fim, a abordagem híbrida consiste na utilização mútua das duas técnicas anteriores para melhor resultado estratégico.

A técnica de Customização consiste na adaptação de algo para uma determinada pessoa ou grupo de pessoas, conforme suas características. A customização é realizada de forma manual pelo usuário, que determina a maneira como a informação será apresentada.

A Sumarização Estatística é formada com base na opinião dos usuários sobre itens de um sistema, resumos de avaliações da comunidade e médias de popularidade. A porcentagem resultante de usuários que compram determinado item ou o número de usuários que recomendam um item específico são exemplos de sumarização estatística.

Na Individualização a identificação de comportamentos frequentes dos usuários é a principal forma de realizar as recomendações. É calculado o número de visitas a diferentes itens e seções para a coleta dos interesses do usuário de forma implícita (REATEGUI; CAZELLA, 2005). Os dados coletados referenciam o monitoramento de navegação do usuário.

Utilizando da técnica de *business-rules*, o sistema é capaz de utilizar dados demográficos para direcionamento de certos itens para um segmento de usuários (SCHAFER; KONSTAN; RIEDL, 2000). Desta maneira, um usuário de certa região pode ter um certo item recomendado para si, independente de seus interesses ou necessidades.

A Correlação baseia-se na associação de itens que tende a ocorrer na escolha de outros itens, podendo ser utilizada na identificação de padrões (GAROFALAKIS, 1999). A correlação também pode ocorrer por meio de regras de associação, demonstrando como itens e serviços se relacionam uns com os outros.

Como solução proposta neste trabalho, são utilizadas as técnicas de filtragem colaborativa baseada em item e a baseada em conteúdo. Contudo, a presença de possível customização voltada ao grupo de usuários proposto pelo trabalho também torna possível

a inclusão na hibridização do sistema a presença da técnica de customização.

3.2.4 Visualização das recomendações

Os resultados obtidos através da utilização das técnicas de recomendação devem ser apresentados de maneira a serem facilmente visualizados e compreendidos. Além disso, a identificação dos níveis de recomendações também é um ponto de importância.

Segundo (SCHAFER; KONSTAN; RIEDL, 2000), podemos identificar três níveis: não recomendação, recomendação efêmera e recomendação persistente. Na não recomendação, os resultados são iguais para todos os usuários. Um exemplo disto é uma lista com os eventos mais acessados exibida para todos os usuários.

Na recomendação efêmera, os resultados são baseados inteiramente na navegação de um único usuário e não se utilizam informações de navegações anteriores deste, levando em consideração necessidades e desejos momentâneos. Um exemplo disto seria o uso de um filtro de resultados aplicados pelo usuário para recomendar outros itens que também atendam apenas àquele filtro.

Na recomendação persistente, os resultados são baseados no reconhecimento do usuário e sugere itens que são de seu interesse, com base nas suas navegações e customizações anteriores.

3.3 Abordagens explícitas e implícitas

A capacidade de precisão dos dados obtidos do usuário afeta diretamente o nível de personalização nos sistemas adaptativos. Desta forma, as maneiras para obtenção de tais dados podem ser de modo implícito ou explícito (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2011). Embora a atividade não seja ligada exatamente apenas aos sistemas de recomendação, a atividade de extrair informações úteis é extremamente importante para garantir uma boa acurácia.

O método explícito consiste em questionar o usuário de forma direta qual a sua opinião a respeito de um determinado item, seja de forma qualitativa ou quantitativa. É um método bastante difundido devido a sua facilidade de implementação. É também considerada uma maneira mais confiável de inferir preferências, uma vez que supõe-se que o usuário sabe do que gosta e do que não gosta. Pode-se observar tal abordagem na clássica classificação de 1 a 5 estrelas em alguns sistemas, mas também pode ser utilizado através de questionários ou formulários mais personalizados, utilizando-se de escalas ou respostas diretas.

Por outro lado, a abordagem implícita coleta os dados desejados de forma espontânea por parte do usuário, sem necessidade de sua permissão expressa ou anuência, embora

existam leis em alguns países que limitam este tipo de procedimento. Nos meios mais recentes são identificados métodos mais discretos para este tipo de coleta de dados, como aquelas realizadas no momento da compra de um produto pela internet, visita a determinados sites, o compartilhamento de notícias ou comentários nas redes sociais. A maior diferença entre as duas abordagens é o fato de que na explícita o usuário é convidado e induzido a compartilhar os dados, enquanto que na implícita ele faz isso por conta própria sem que lhe seja claro.

3.4 Filtragem colaborativa

Nos sistemas de recomendações baseados em filtragem colaborativa as opiniões dos usuários sobre os itens presentes no sistema são utilizadas para inferir sugestões ao usuário-alvo.

A única informação necessária para realizar essa tarefa é a matriz com avaliações dos usuários sobre os itens, não sendo preciso qualquer tipo de conhecimento a respeito dos itens em si. Além do fato da filtragem colaborativa ajudar quando existe pouca ou nenhuma informação a respeito do conteúdo dos itens, outra grande vantagem é a classificação de características complexas difíceis de serem feitas de maneira textual, como a qualidade de um filme ou evento. Desta maneira, se um usuário gosta de eventos de cultura pop, por exemplo, ele é capaz de avaliar quais eventos são de seu agrado e quais não são, mesmo estando eles numa mesma grande área. Vale ressaltar que para gerar tal avaliação, o usuário não precisa dizer que gosta de eventos do gênero, apenas que gostou de eventos específicos.

Assim, o sistema segue a premissa de que as pessoas que gostaram de um mesmo objeto anteriormente também irão concordar em avaliações de outros objetos no futuro.

Os dados de uma filtragem colaborativa podem ser armazenados em uma matriz simples, onde as linhas representam os usuários e as colunas os itens presentes no sistema e, conseqüentemente, cada célula corresponde a uma avaliação, como demonstrado na tabela 1.

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4
Usuário 1	2	3		5
Usuário 2	3			
Usuário 3		3		
Usuário 4		1	5	
Usuário 5	4			5

Tabela 1 – Exemplo de matriz de avaliações usuário x item

Dentro da coleta de informações para preenchimento da matriz, podem ser encontrados alguns problemas, dos quais quatro deles são bastante conhecidos e recorrentes:

1. Novo item: caso um novo item seja adicionado ao sistema, como a única informação disponível neste tipo de abordagem é a avaliação do usuário sobre o item, a recomendação desse novo item para os demais usuários se torna pouco provável se já não tiver sido avaliado.
2. Usuário iniciante: similar ao problema anterior, acontece com o usuário novo no sistema de avaliou poucos ou nenhum item, então é difícil descobrir e opinar sobre suas preferências.
3. Esparsidade: de modo geral, os sistemas apresentam uma matriz de avaliações muito esparsa, pouco densa. É bastante difícil preenchê-la porque não é esperado que algum usuário vá fazer avaliação de todos os itens. Tanto a quantidade de itens quanto a variância das avaliações dos usuários podem ser as explicações para este problema.
4. Ovelha negra: isto acontece com usuários de gostos peculiares, que apresentam interesses completamente diferentes da grande maioria. Desta maneira é difícil para o sistema encontrar outro usuário para colaborar na recomendação de itens para esse tipo de usuário.

Podemos classificar os tipos de filtragem colaborativa em dois: baseada em modelo e baseada em memória.

3.4.1 Baseados em modelo

Sistemas baseados em modelo realizam um pré-processamento da matriz de avaliações, produzindo um modelo de interações entre usuários e itens. Também pode ser denominado como fase de modelagem ou fase de treino. De maneira geral, apresentam um alto custo computacional, não podendo ser executados a todo instante. Por serem custosos, normalmente são realizados de forma offline e, quando concluídos, são utilizados para gerar recomendações para cada usuário.

Como apresentam normalmente bons resultados, justamente por funcionarem como uma fórmula matemática que tem como parâmetros qualquer usuário ou item do modelo de aprendizado, são uma boa alternativa para utilização com usuários iniciantes e novos itens cadastrados.

Dentre as técnicas mais comuns utilizadas estão redes *bayesianas*, agrupamentos, regressões lineares, redes neurais e modelos probabilísticos.

3.4.2 Baseados em memória

Também conhecidos como sistemas baseados em heurísticas ou baseados na vizinhança, se diferenciam dos baseados em modelo pelo fato de não necessitarem de uma fase

de treinamento. Eles utilizam a matriz de avaliações diretamente para criar as predições. Utilizando a técnica conhecida como “olhar sobre os ombros”, essa abordagem subentende que as semelhanças entre avaliações realizadas no passado podem ser repetidas no futuro, daí o significado da expressão, pois observa o passado para predizer o futuro. Podem ser avaliadas as similaridades entre usuários ou itens. O primeiro caso acontece quando considerados similares usuários que fizeram avaliações semelhantes a um conjunto comum de itens; enquanto que o último ocorre quando considerados similares os itens que receberam avaliações semelhantes por um mesmo grupo de usuários.

De modo geral, ambos os casos seguem um mesmo padrão utilizado no algoritmo 1 para o cálculo de predição $p(u_a, i_a)$ de um usuário $u_a \in (U)$ para um item $i_a \in (I)$ sendo U o conjunto de usuários, I o conjunto de itens e u_a e i_a pertencentes à matriz $M[u_a, i_a]$. Um usuário ou item ao qual se deseja prever a avaliação é denominado usuário-alvo (u_a) ou item-alvo (i_a), respectivamente.

Algoritmo 1 Algoritmo de predição

Entrada: Matriz de avaliações $M[][]$, usuário-alvo u_a , item-alvo i_a .

Saída: Predição p .

- 1: Calcular as similaridades;
 - 2: Selecionar os vizinhos;
 - 3: Realizar a predição com os vizinhos selecionados;
-

Para o caso do algoritmo baseado em usuário, os passos são redefinidos no algoritmo 2:

Algoritmo 2 Algoritmo de predição baseado em usuário

Entrada: Matriz de avaliações $M[][]$, usuário-alvo u_a , item-alvo i_a .

Saída: Predição p .

- 1: Calcular a similaridade $sim(u_a, u)$ entre o usuário-alvo e cada usuário $u \in U_{i_a}$;
 - 2: Selecionar os vizinhos;
 - 3: Realizar a predição com os vizinhos selecionados;
-

(ALEIXO, 2014) apresenta um exemplo do funcionamento do algoritmo. Para ele, pretende-se prever a avaliação dada ao item i_1 pelo usuário u_1 . Assim, são calculados os valores da similaridade entre o usuário-alvo u_1 e os demais usuários que avaliaram i_1 . No exemplo, é utilizada a similaridade através da correlação de *Pearson*. Na seção posterior serão avaliados os métodos de cálculo de similaridade propostos.

Ao passo dois, são obtidos os $k = 2$ vizinhos mais próximos de u_1 , formados pelos usuários u_2 e u_4 , hachurados na tabela. No último passo é utilizada a equação 3.1 para calcular a predição de avaliação. A tabela 2 representa uma instância do algoritmo.

$$p(u_a, i_a) = \overline{M}[u_a][*] + f(x) = \frac{\sum_{u \in V_k(u_a)} M[u][i_a] sim_{us}(u_a, u)}{\sum_{u \in V_k(u_a)} sim_{us}(u_a, u)} \quad (3.1)$$

	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	SIMIL.
U_1	?		3	4	1	
U_2	5	2		4	4	-0,10
U_3			5	2		
U_4	4	1		3		1,00

Tabela 2 – Exemplo de instância baseado em usuário

Onde $\overline{M}[u_a][*]$ é a média das avaliações feitas pelo usuário-alvo.

Já para o caso do algoritmo baseado em item, os passos são redefinidos no algoritmo 3:

Algoritmo 3 Algoritmo de predição baseado em item

Entrada: Matriz de avaliações $M[\square][\square]$, usuário-alvo u_a , item-alvo i_a .

Saída: Predição p .

- 1: Calcular a similaridade $sim(i_a, i)$ entre o item-alvo e cada item $i \in I_{u_a}$;
 - 2: Selecionar os vizinhos;
 - 3: Realizar a predição com os vizinhos selecionados;
-

(ALEIXO, 2014) nos mostra um exemplo do funcionamento do algoritmo. No primeiro passo são calculadas as similaridades entre o item-alvo e os demais itens já avaliados pelo usuário-alvo. Aqui, também se utilizou a correlação de *Pearson* para calcular a similaridade entre os itens.

No segundo passo, são selecionados os k vizinhos mais próximos do item-alvo, onde $k = 2$ no exemplo. O conjunto é formado pelos itens i_4 e i_5 .

No terceiro passo são usadas avaliações dadas pelo usuário u_1 aos itens i_4 e i_5 e seu grau de similaridade para prever a nota do item-alvo i_1 . Diferente da avaliação por usuário, foi utilizada a equação 3.2 que pode ser vista mais abaixo. A tabela 3 representa uma instância do algoritmo.

	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
U_1	?		3	4	1
U_2	5	2		4	4
U_3			5	2	
U_4	4	1		3	
SIMIL.				0,51	1,00

Tabela 3 – Exemplo de instância baseado em item

$$p(u_a, i_a) = \overline{M}[*][i_a] + f(x) = \frac{\sum_{i \in V_k(i_a)} M[u_a][i] sim_{it}(i_a, i)}{\sum_{i \in V_k(i_a)} sim_{it}(i_a, i)} \quad (3.2)$$

A equação 3.2 apresenta a média ponderada utilizada nos métodos baseados em itens.

3.5 Medidas de similaridade

A seleção do grupo de vizinhos em um algoritmo baseado em memória talvez seja uma de suas partes mais importantes, já que afeta diretamente elementos como tempo de execução e acurácia, este último responsável pela definição dos dados a serem usados no processo de predição. Para tal seleção é realizado o cálculo de similaridades do elementos, como já mencionado, podendo ser usada uma gama de métodos para esta finalidade. Contudo, justamente por tamanha variedade é de se esperar que medidas de similaridades diferentes resultem em predições diferentes. Mesmo assim, por algumas medidas só se aplicarem em situações específicas, por exemplo, não existe medida melhor que as demais. As mais conhecidas e utilizadas são: a correlação de Pearson; a similaridade dos cossenos; e a distância euclidiana. Estas medidas são descritas em detalhes nas próximas Seções.

3.5.1 Correlação de Pearson

Um coeficiente de correlação é responsável por medir o grau pelo qual duas variáveis tendem a mudar juntas. Ele descreve a força e a direção desta relação. A correlação de *Pearson* oferece avaliação acerca da relação linear entre duas variáveis contínuas. Uma relação pode ser considerada linear quando a alteração em uma das duas variáveis é associada a alguma mudança proporcional na outra visível. Sendo assim, o coeficiente de correlação de *Pearson* compreende um número entre -1 e +1 que mede a tendência de um número em uma série ser alto quando o número correspondente na outra série também for alto, por exemplo. Quanto mais próximo de +1, mais correlacionados os números. A correlação de *Pearson* é bastante indicada para variáveis discretas. A equação 3.3 utiliza o algoritmo baseado em usuários.

$$w_{a,u} = \frac{\sum_{i \in I_{a,u}} (M[a][i] - \overline{M}[a][*]) (M[u][i] - \overline{M}[u][*])}{\sqrt{\sum_{i \in I_{a,u}} (M[a][i] - \overline{M}[a][*])^2 \sum_{i \in I_{a,u}} (M[u][i] - \overline{M}[u][*])^2}} \quad (3.3)$$

Onde $M[u][i]$ é a entrada da matriz de avaliação correspondente à avaliação dada pelo usuário u ao item i . Da mesma forma que $w_{a,u}$ é a similaridade entre o usuário a e o usuário u . Os valores $\overline{M}[a][*]$ e $\overline{M}[u][*]$ representam a média de avaliações feitas pelos usuários a e u , respectivamente. Enquanto que $I_{a,u}$ representa o conjunto de itens avaliados tanto pelo usuário a quanto pelo usuário u . Na equação 3.4 temos a correlação de *Pearson* no algoritmo baseado em item:

$$w_{i,j} = \frac{\sum_{u \in U_{i,j}} (M[u][i] - \overline{M}[*][i]) (M[u][j] - \overline{M}[*][j])}{\sqrt{\sum_{u \in U_{i,j}} (M[u][i] - \overline{M}[*][i])^2 \sum_{u \in U_{i,j}} (M[u][j] - \overline{M}[*][j])^2}} \quad (3.4)$$

Aqui tem-se $w_{i,j}$ representando o valor de similaridade entre o item i e o j , $U_{i,j}$ como conjunto de usuários que avaliaram tanto o item i quanto o item j e, por fim, $\overline{M}[*][i]$

e $\overline{M}[*][j]$ representando as médias das avaliações dadas aos itens i e j , respectivamente.

3.5.2 Similaridade dos Cossenos

Também assumindo valores entre -1 e +1, a similaridade dos cossenos é a medida que considera as avaliações realizadas pelos usuários como sendo vetores, sendo um usuário u um vetor no conjunto de itens e o item i um vetor no conjunto de usuários. Assim, cada elemento do vetor é uma avaliação de um usuário para um item. Desta maneira, quando um par de vetores é considerado colinear, ou seja, possuem a mesma direção, o cosseno do ângulo entre eles é 1. Analogamente, quando dois vetores de avaliações são bastante semelhantes, seus cossenos tendem a +1.

$$w_{a,u} = \cos(\vec{r}_a, \vec{r}_u) = \frac{\sum_{i \in I_{a,u}} M[a][i]M[u][i]}{\sqrt{\sum_{i \in I_{a,u}} M[a][i]^2} \sqrt{\sum_{i \in I_{a,u}} M[u][i]^2}} \quad (3.5)$$

Na equação 3.5 para cálculo da similaridade dos cossenos, $w_{a,u}$ representa a similaridade entre os usuários a e u . $I_{a,u}$ é o conjunto de itens que foram avaliados pelos dois usuários e $M[a][i]$ e $M[u][i]$ são, de forma respectiva, as notas de avaliações dos dois usuários em relação ao item i . Não obstante, a equação 3.6 também pode ser utilizada para a medida de similaridade baseada em item:

$$w_{i,j} = \cos(\vec{r}_i, \vec{r}_j) = \frac{\sum_{a \in U_{i,j}} M[a][i]M[a][j]}{\sqrt{\sum_{a \in U_{i,j}} M[a][i]^2} \sqrt{\sum_{a \in U_{i,j}} M[a][j]^2}} \quad (3.6)$$

Onde $w_{i,j}$ representa a similaridade entre os itens i e j . $U_{i,j}$ é o conjunto de usuários que avaliaram os dois itens e $M[a][i]$ e $M[a][j]$ são, de forma respectiva, as notas de avaliações dos dois itens de acordo com o usuário a .

3.5.3 Distância Euclidiana

Nada mais é que uma métrica baseada na distância entre os objetos, neste caso usuários ou itens. São considerados, então, objetos como sendo pontos em um espaço de várias dimensões cujas coordenadas correspondem as valores das notas de avaliação. Desta maneira, quanto menor o valor resultante maior a similaridade entre estes objetos. O cálculo da métrica pode ser representado pela equação 3.7:

$$w_{i,j} = \sqrt{\sum_{u \in U_{i,j}} (M[u][i] - M[u][j])^2} \quad (3.7)$$

No cálculo baseado na similaridade entre itens, $w_{i,j}$ representa a similaridade entre os itens i e j , $U_{i,j}$ é o conjunto de usuários que avaliaram ambos os itens e $M[u][i]$ e

$M[u][j]$ são as avaliações do usuário para os itens. De forma análoga, a equação 3.8 para o cálculo baseado na similaridade entre os usuários pode ser representada por:

$$w_{a,u} = \sqrt{\sum_{i \in I_{a,u}} (M[a][i] - M[u][i])^2} \quad (3.8)$$

Sendo que $w_{a,u}$ representa a similaridade entre os usuários a e u , $I_{a,u}$ é o conjunto de itens avaliados por ambos os usuários e $M[a][i]$ e $M[u][i]$ são as avaliações dos usuários para o mesmo item.

3.6 Predição

A terceira e última etapa dos algoritmos baseados em memória é a predição (ou previsão). Esse passo diz respeito ao resultado obtido como sugestão às notas dos itens ou usuários-alvo avaliados, onde é realizado o cálculo de predição junto à agregação das notas de avaliação dos k vizinhos mais próximos sugeridos. Dentre as opções mais conhecidas na literatura, a média aritmética (para itens na equação 3.10 e usuários na equação 3.9) e a média ponderada podem ser consideradas as mais utilizadas, de acordo com (ADOMAVICIUS et al., 2005) e (RICCI; ROKACH; SHAPIRA, 2011). O problema da agregação por média aritmética é a não consideração do grau de similaridade dos k vizinhos mais próximos, o que não acontece quando utilizada a média ponderada. Contudo, uma maneira de também considerar a média de avaliações dos usuários é inserir a avaliação média do item à média ponderada, visível na equação 3.11 para usuários e na equação 3.12 para itens.

$$p(u_a, i_a) = \frac{\sum_{u \in V_k(u_a)} M[u][i_a]}{k} \quad (3.9)$$

$$p(u_a, i_a) = \frac{\sum_{i \in V_k(i_a)} M[u_a][i]}{k} \quad (3.10)$$

$$p(u_a, i_a) = \bar{M}[u_a][*] + \frac{\sum_{u \in V_k(u_a)} M[u][i_a] sim_{us}(u_a, u)}{\sum_{u \in V_k(u_a)} sim_{us}(u_a, u)} \quad (3.11)$$

$$p(u_a, i_a) = \bar{M}[i_a][*] + \frac{\sum_{i \in V_k(i_a)} M[u_a][i] sim_{it}(i_a, i)}{\sum_{i \in V_k(i_a)} sim_{it}(i_a, i)} \quad (3.12)$$

3.7 Filtragem baseada em conteúdo

Utilizando características inerentes a cada item ou usuário, a filtragem baseada em conteúdo se diferencia da filtragem colaborativa principalmente pelo uso destas cara-

terísticas para produzir as recomendações desejadas. Informações relevantes para descrição do elemento, como gênero ou local de um evento, por exemplo, podem ser utilizadas para comparação com o perfil do usuário e seus interesses particulares. Normalmente é empregada na mineração de textos, já que o processo já possui técnicas estudadas há alguns anos, além da facilidade de extração de dados técnicos.

Contudo, o tratamento e identificação de informações mais subjetivas, como opiniões ou qualidade de conteúdo são bem mais difíceis de se extrair (JANNACH; ZANKER; FELFERNIG, 2010). As preferências podem ser determinadas de acordo com seu histórico (de maneira implícita) ou por informações adicionais perguntadas diretamente pelo sistema (maneira explícita) e uma das vantagens de sistemas de recomendação que se utilizam de filtragem baseada em conteúdo é a ausência de necessidade de uma grande quantidade de usuários ou itens, uma vez que se baseada no conteúdo já existente.

Desta maneira, podemos identificar cada elemento singular como um documento. Existem diversas maneiras de transformar documentos em vetores de tamanho fixo, por exemplo. Normalmente, cada coordenada deste vetor poderia corresponder a um contador de frequência do termo–inverso da frequência nos documentos, ou em outras palavras, *TF-IDF*. A explicação por trás dessa abordagem é que os tópicos cujos usuários estão interessados talvez estejam associados a terminologias específicas.

Considerando t como o termo, d como o documento e w como o peso resultante, temos na equação 3.13 que:

$$w_{t,d} = TF_{t,d} \log\left(\frac{N}{DF_t}\right) \quad (3.13)$$

Onde $TF_{t,d}$ é o número de ocorrências de t no documento d ; DF_t é o número de documentos que contêm o termo t ; e N é o número total de documentos avaliados.

Este capítulo tratou de descrever conceitos indispensáveis para o entendimento deste trabalho, como acessibilidade, áudio-descrição e principalmente sistemas de recomendações e suas etapas de processo, bem como os algoritmos empregados para seu desenvolvimento. Mostra ser possível, então, a criação de um sistema capaz de identificar seus usuários e interesses por meio de abordagens técnicas específicas e a implementação das recomendações analisando os conteúdos dos eventos e suas avaliações, correlacionando os elementos.

4 Metodologia

A ideia de uma aplicação móvel voltada a eventos culturais com acessibilidade comunicacional surge como aplicação da interdisciplinaridade acadêmica. Após definido o tema voltado ao acesso do serviço de áudio-descrição em eventos culturais, foram investigados aspectos técnicos que de alguma maneira ainda não tinham sido abordados na área e que necessitassem de mudanças, fossem melhoramentos ou propostas de soluções. Logo, durante as pesquisas, constatou-se a pouca ou nenhuma divulgação de eventos do gênero que contassem com tal suporte. Surge então a proposta de uma ferramenta para atender a um público cada vez mais frequente e exigente.

Pesquisando na literatura, os Sistemas de Recomendações foram a escolha feita. Contudo, um dos maiores problemas enfrentados quando o escopo já havia sido definido e o projeto iniciado foi o tempo de vida dos itens escolhidos, os eventos. Eventos têm tempo de duração diferentes da maioria dos demais produtos abordados nos trabalhos relacionados, como comércios eletrônicos e seus produtos ou os filmes e suas avaliações pelos usuários. Um evento, por mais que se repita com certa frequência, precisa de mais do que simples avaliações de usuários, precisam ter seu conteúdo e proposta avaliados, seus temas agrupados para melhor correspondência.

Assim, um sistema antes apenas de filtragem colaborativa baseada em item passou a ser um sistemas de recomendação híbrido, considerando avaliações dos usuários, a similaridade de seus eventos e com certo grau de customização por parte do interesse e necessidades dos seus usuários.

4.1 Base de dados

Desde o início das pesquisas a base de dados foi uma das maiores preocupações, tanto as possíveis fontes de onde viriam as informações necessárias para tratamento e manipulação a serem coletados quanto como estas poderiam ser armazenadas para as seleções e utilizações no sistema de forma a se enquadrarem no escopo proposto pela pesquisa sem que comprometessem os resultados esperados.

4.1.1 Coleta de dados e tratamento

Tendo publicado apenas em 2014 a norma que tem servido de alavanca para o apoio da acessibilidade comunicacional no meio audiovisual brasileiro, a ANCINE estabeleceu que os projetos financiados com recursos públicos geridos por ela deveriam, obrigatoriamente, contemplar recursos como legenda para surdos, áudio-descrição e LIBRAS. Esta foi mais

uma ação da agência no âmbito das políticas públicas transversais de acessibilidade, mas representa a pequena parcela de preocupação com este público. Este é um dos motivos de, durante a pesquisa, não ter sido encontrada base de dados mínima adequada ou relevante que contemplasse elementos que cruzassem dados referentes a eventos culturais e recursos de acessibilidade, como a áudio-descrição que é tema principal deste trabalho. Fora isto, é notável a dificuldade e o desafio em se localizar informações verídicas e precisas acerca do tema quando o setor audiovisual vem ganhando novos ares tecnológicos a pouco tempo, como é o caso da criação do *Observatório Brasileiro do Cinema e do Audiovisual* criado em 2008 e tendo sido completamente reformulado apenas em 2016. Ele tem por objetivo a difusão de dados e informações qualificadas produzidas pela ANCINE. Mas infelizmente nenhum contempla a acessibilidade no setor.

Desta forma, inicialmente foram utilizados dados provenientes da plataforma de eventos do *Facebook* utilizando sua *API* afim de realizar o desenvolvimento e interações iniciais da aplicação buscando por eventos que possuíssem termos relacionados em seus títulos e descrições, como:

1. áudio-descrição;
2. audiodescrição;
3. acessibilidade;
4. acessível;
5. cego;
6. pessoa com deficiência;
7. pessoa com deficiência visual;

4.1.1.1 Evento

Com o uso da *API* foi possível resgatar valores de ID, categoria, imagem de capa, descrição, data e hora de início, data e hora de término, nome e local dos eventos. Foi criada então uma tabela com estes elementos e outros referentes à manutenção dos registros no sistema, como identificação do autor (um usuário do sistema ou não, pois não houve definição inicialmente) e a data de criação do registro. Nesta primeira versão da tabela foi considerado o valor do local exatamente como retornado pela *API*, um atributo composto necessitado de uma outra tabela "localizacao" para todos os outros campos (id, rua, cep, cidade, estado, país, latitude e longitude).

Com o passar do tempo e o desenvolvimento da aplicação percebeu-se a necessidade de um pequeno gerenciamento desses registros para melhor performance e manipulação

destes dados obtidos, uma vez que apenas os eventos capturados através da *API* não eram mais suficientes. Criou-se um sistema de gerenciamento desses eventos de maneira a administrar essas informações agora já cadastradas no banco de dados do servidor, explicado de forma mais detalhada nos próximos tópicos. O reflexo de tal alteração pode ser observado na tabela 4, com as adições dos campos "criacao" e "atualizacao" para manutenção dos próprios registros na administração. Nesta versão o campo "local" passou a ser um campo simples, sem consulta a uma tabela externa para sua composição, servindo apenas para referência.

Evento	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
id_facebook	Identificador do evento no Facebook
nome	Nome ou título do evento
descricao	Descrição do evento
data_inicio	Data de início do evento
data_fim	Data de fim do evento
local	Local de realização do evento
capa	URL da imagem de capa do evento no Facebook
adcapa	Áudio-descrição da capa do evento
categoria	Categoria do evento
autor	Autor do evento
criacao	Data de criação do evento no sistema
atualizacao	Data da última atualização do evento no sistema

Tabela 4 – Representação da segunda versão da tabela de eventos

4.1.1.2 Usuário

Desde o início da ideação deste trabalho um dos principais focos de interação diz respeito ao relacionamento usuário-item, provocando o surgimento das notas de avaliações sugeridas para estes itens por aqueles usuários, considerando a concepção inicial de um sistema de recomendação unicamente embasado em filtragem colaborativa baseada em item. Neste trabalho, os dados que dizem respeito aos usuários são capturados através do cadastro na aplicação *Android* realizado pelo próprio usuário.

Como demais pontos necessitaram ser ajustados no progresso, foram identificadas algumas necessidades para o usuário. A adição de um identificador único "unique_id" além do de controle da tabela do sistema "id" garante unicidade a este utilizador bem como às possíveis associações que podem vir a ser criadas com base nesta informação, como armazenamento de arquivos no sistema com esta identificação para posterior consulta, garantindo que este usuário poderá existir em qualquer outra (atual ou futura) plataforma. Também foram adicionados os campos "foto" e "adfoto" como forma de aumentar a identificação do usuário com o sistema, garantindo-lhe um perfil nele. Aqui, uma adição bastante

importante foi feita: o campo "interesses" que guarda uma lista de categorias de interesses atreladas ao usuário especificado, abrangendo a inserção feita posteriormente à primeira versão da tabela da filtragem baseada em conteúdo para a exibição das recomendações. Sem contar os campos "criacao" e "atualizacao" já mencionados também nas modificações realizadas na tabela de eventos para controle de registros. A tabela 5 demonstra o resultado.

Usuário	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
unique_id	Identificador único por usuário
email	E-mail
foto	URL da foto do usuário
adfoto	Áudio-descrição da foto do usuário
nome	Primeiro nome
sobrenome	Sobrenome
senha_encryptada	Senha encriptada
salt	<i>Salt</i> para senha encriptada
interesses	Lista de interesses do usuário
criacao	Data de criação do usuário
atualizacao	Data da última atualização das informações do usuário

Tabela 5 – Representação da segunda versão da tabela de usuários

4.1.1.3 Avaliação

Os principais frutos das interações dos usuários com os eventos são, sem sombra de dúvida, suas avaliações. Apesar de todas as modificações de cunho necessário mencionadas anteriormente nas tabelas de eventos e usuários, não houve modificações na forma como a tabela de avaliações foi concebida. Desda maneira, pode ser representada como na tabela 6. É a partir desta tabela que são realizadas as consultas para cálculo de similaridade dos eventos, suas médias baseadas no número de avaliações totais e a própria avaliação do usuário no seu *app*.

Avaliação	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
id_usuario	Identificador único do usuário
id_evento	Identificar únido do evento
nota	Nota dada pelo usuário ao evento

Tabela 6 – Representação da tabela de avaliações

4.1.1.4 Categorias e Interesses

Um outro grande problema enfrentado na coleta de dados a respeito de eventos acessíveis foi algo que pode ser considerado bastante peculiar. Durante as pesquisas, não

foram identificados padrões nas classificações do eventos culturais, podendo variar desde seu contexto geral (festival, palestra, *workshop*, etc) à catalogação mais específica, como gênero de festivais de cinema (curtas, médias, longas) ou de teatro (drama, comédia, musical, etc). Isso se deve, talvez, pela própria ausência de dados concisos e atualizados a respeito de tais eventos. Uma alternativa encontrada foi inicialmente dividir os eventos em três grandes áreas de conhecimento: ciência e lógica; linguística e comunicação; e artes e expressão. Já os interesses foram ordenados de acordo com suas categorias, eleitas de forma manual e critério pessoal e que estão listados a seguir:

1. Ciência e lógica: ciência, engenharia, tecnologia da informação, informática, estatística, economia;
2. Linguística e Comunicação: literatura, legislação, idioma, linguística, rádio, cinema, televisão;
3. Artes e Expressão: música, festival, teatro, dança, culinária, esporte, fotografia, design, arte;

Com o desdobramento do trabalho em uma solução híbrida de recomendação, a filtragem baseada em conteúdo foi adicionada ao escopo e foi responsável por algumas das modificações mencionadas, assim como as que implicaram na criação de um novo relacionamento no projeto entre usuários e eventos: os interesses. Cada evento possui sua categoria. Cada usuário possui uma lista de interesses. Conseqüentemente esses interesses representam as categorias nas quais os eventos estão divididos.

Se, por exemplo, o *Evento 1* possui categoria *Ciência e lógica*, o *Evento 2* a categoria *Artes e expressão*, o *Evento 3* a *Linguística e comunicação* e o *Usuário 1* tem como interesses *Música* e *Dança* que pertencem à categoria *Artes e expressão* e *Cinema* que pertence à *Linguística e comunicação* serão recomendados eventos que abranjam as áreas escolhidas pelo usuário, com o *Evento 2* e *Evento 3* dentro delas. Contudo, esta lógica não está presente somente por conta da filtragem baseada em conteúdo, mas sim por uma pré-classificação realizada para os eventos e interesses no momento de seus registros. A tabela 7 representa a tabela de categorias e a tabela 8 a de interesses.

Categoria	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
nome	Nome da categoria

Tabela 7 – Representação da tabela de categorias

Por um lado, ter uma listagem de interesses os quais o usuário tem liberdade de escolher quais lhe convém nos dá a ideia de fornecer uma predição bastante significativa.

Interesse	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
nome	Nome do interesse
id_categoria	Identificar da categoria a qual pertence

Tabela 8 – Representação da tabela de interesses

Por outro, limitar cada interesse a uma única categoria, como foi feito inicialmente, priva outros possíveis resultados de similaridade baseada em conteúdo, uma vez que os resultados encontrados estão dentro do espectro de preferência do usuário e, muito possivelmente, um mesmo evento possa se adequar a mais de um interesse e, conseqüentemente, categoria. Assim, as tabelas de categorias e interesses foram readequadas às necessidades e foi gerada uma terceira, para a manutenção da especificidade do perfil de usuário: gênero (representada pela tabela 9. A tabela 10 representa a interação entre a tabela de interesses e de gênero.

Gênero	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
nome	Nome do gênero

Tabela 9 – Representação da tabela de gêneros

Interesse x Gênero	
Campo	Descrição
id	Identificador único na tabela
id_interesse	Identificador do interesse
id_genero	Identificador do gênero

Tabela 10 – Tabela de combinações de interesses e gêneros

Apesar de todos os problemas na localização e identificação de informações pertinentes para a alimentação da base de dados com eventos reais e relevantes ao trabalho, o *Guia Kinoforum*¹ acabou por se mostrar uma fonte atualizada e de valor para a pesquisa, disponibilizando um guia com dados a respeito de inúmeros festivais audiovisuais nacionais e internacionais. Não foi disponibilizada *API* ou acesso direto aos dados, logo o sistema foi alimentado manualmente através do gerenciador de eventos criado que será detalhado nos próximos tópicos.

¹ Guia Kinoforum - <http://www.kinoforum.org.br/guia/>

4.2 Métodos de filtragem

Como discutido no decorrer deste trabalho, os métodos eleitos para a construção do sistema de recomendação foram a filtragem baseada em conteúdo e a filtragem colaborativa baseada em item. Estas escolhas se deram por muitos motivos, mas principalmente por suas recorrências na literatura estudada e sua praticidade de aplicação. A princípio a filtragem colaborativa baseada em item foi selecionada como método central dada sua recorrência na literatura, como dito, e por a incidência dos itens, aqui retratados pelos eventos, ser maior em relação à quantidade prevista de usuários uma vez que o próprio público compreende um nicho bastante restrito. O modelo, de modo geral, pode ser representado pela figura 2.

Contudo, o método é dependente principalmente das avaliações e quantidade de itens para usuários e responsável por uma dispersão considerável caso estas avaliações tenham um número baixo, criando uma baixa escalabilidade e comprometendo a recomendação dos itens. Foi utilizada, então, uma manobra para correção desta possível curva elevada deixada por esta dispersão através da inserção de categorias aos eventos e a lista de interesses preenchida pelo usuário para encaixar os elementos dentro de seu perfil informado. Esta lista de categorias e interesses atrelados a elas permite que, mesmo com poucos itens ou avaliações para se comparar, eventos de um mesmo grupo possam ser recomendados ao usuário, independente do tamanho do conjunto analisado.

No sentido contrário, o grande dilema apresentado com a descoberta do tempo de vida dos eventos sendo completamente diferenciado de quaisquer outros tipos de itens que pudessem ser previstos foi o real motivo da busca pela hibridização do sistema através da adição da filtragem baseada em conteúdo. Foi necessário buscar uma maneira de permitir a comparação das informações que já se possuía e a filtragem baseada em conteúdo mostrou-se a melhor alternativa. Em um cenário onde exista uma quantidade significativa de eventos, mas estes não tenham sido avaliados pelos usuários, o cálculo do coeficiente de *Pearson* de nada adiantaria. É neste momento que a alternativa encontrada se aplica. As recomendações acontecem por meio da similaridade de conteúdo do evento desejado e os demais através da medida *TF-IDF*. O modelo de recomendação baseada em conteúdo pode ser visto na figura 3.

Foram detalhados neste capítulo os modelos de coleta e armazenagem dos dados necessários para a validão do sistema proposto e também foram explicados os modelos de filtragem utilizados na metodologia. Como maiores desafios foram identificadas a dificuldade da coleta das informações necessárias para a consolidação dos resultados esperados nas recomendações dos eventos, não permitindo uma melhor acurácia dos modelos propostos, e a maneira de avaliação pela qual é realizada a comparação dos eventos e o alinhamento com os interesses dos usuários.

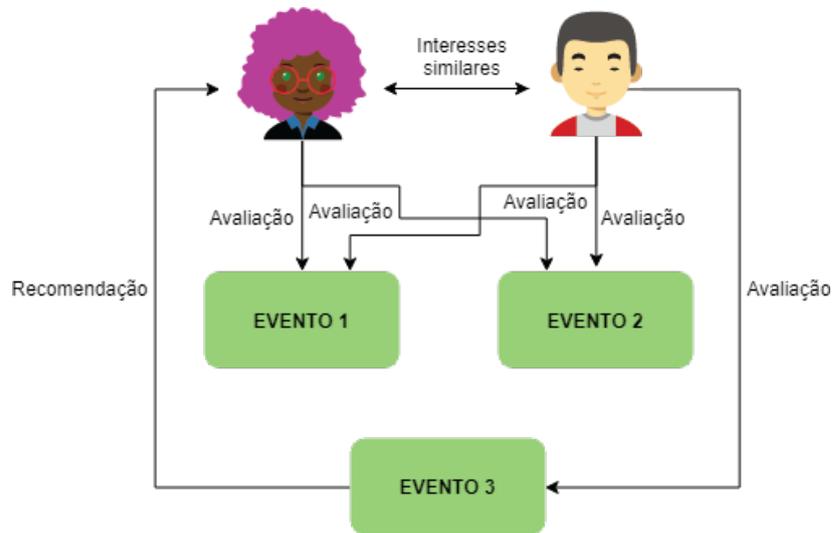


Figura 2 – Representação em fluxograma do modelo de filtragem colaborativa

Descrição da Figura 2

Fluxograma colorido, setas ligam ilustrações e caixas de texto. Da ilustração de uma garota, com cabelo *black power* rosa, pele negra e óculos de grau, sai uma seta com legenda “Avaliação” que aponta para “EVENTO 1” em um retângulo verde. Dessa seta nasce outra com o mesmo nome “Avaliação” que aponta para “EVENTO 2” em um retângulo verde. Uma seta, de duas pontas, de nome “Interesses similares” liga a garota negra com uma ilustração de um asiático, de cabelos pretos, olhos puxados e pele amarelada. Um aponta para o outro. Do garoto asiático saem duas setas, a primeira, com nome “Avaliação”, aponta para “EVENTO 2”. Dessa seta nasce outra com o mesmo nome “Avaliação” que aponta para “EVENTO 1”. A segunda, de nome “Avaliação” aponta para “EVENTO 3” em um retângulo verde. Deste item sai uma seta com a legenda “Recomendação” que aponta para a garota negra.

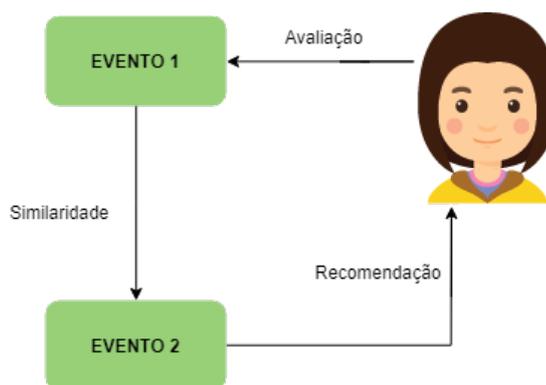


Figura 3 – Representação em fluxograma do modelo baseado em conteúdo

Descrição da Figura 3

À esquerda e no topo há “EVENTO 1” em um retângulo verde, dele uma seta com legenda “Similaridade” aponta para baixo onde tem “EVENTO 2” em um retângulo verde. Do “Evento 2” uma seta de nome “Recomendação” aponta para direita e para o alto onde há uma ilustração de uma garota de cabelos lisos escuros e curtos, pele branca e bochechas rosadas. Da garota sai uma seta de nome “Avaliação” para esquerda e aponta para “EVENTO 1”.

5 O ADVinci

5.1 Apresentação

Como resultado do desenvolvimento com base nas pesquisas realizadas foi criado o *app* para dispositivos *Android* chamado *ADVinci*. A origem do nome remete à sigla do recurso de áudio-descrição (AD) e é uma brincadeira com um anagrama do nome do polímata italiano Leonardo Da Vinci, reconhecido por sua atuação nas áreas da ciência, matemática, engenharia, invenção, anatomia, pintura, escultura, arquitetura, botânica, poesia e música. Em posse da aplicação, o usuário é capaz de se cadastrar, entrar no sistema, consultar a programação dos eventos, editar informações pessoais e consultar seu histórico de avaliações.

5.2 Acessibilidade

É importante ressaltar que inevitavelmente devido ao tema abordado na recomendação de eventos acessíveis a pessoas cegas a acessibilidade também se faz necessária desde o início do processo. Por isso a aplicação móvel apresentada mais a frente é acessível através do *Talkbak*, o leitor de telas do sistema operacional *Android*, permitindo liberdade e autonomia ao usuário cego por meio de descrição de campos, menus e principalmente de ícones e imagens.

5.3 Arquitetura

O projeto foi dividido em duas camadas: aplicativo móvel e servidor de banco de dados. Foram escolhidas essas camadas espelhando-se na Arquitetura de Duas Camadas (representada pela figura 4), com o objetivo de dividir a carga de processamento entre servidor e o aplicativo, em um modelo “cliente-servidor”. A camada de cliente realiza a interação entre o usuário e o sistema e foi criada para se conectar e realizar as solicitações junto ao servidor onde se localiza o banco de dados. A aplicação é responsável por toda inserção e tratamento dos dados inseridos pelo usuário, como informações de cadastro, e no servidor esses dados já tratados são utilizados para realizar essas manipulações nas tabelas. Esta foi uma maneira adotada para diminuir o tempo de processamento dos resultados, uma vez que fórmulas podem demorar muito mais tempo para serem executadas do que apenas envio e recebimento de dados e, conseqüentemente, reduzimos o número de consultas ao banco a partir do momento que todas as informações necessárias já foram utilizadas.

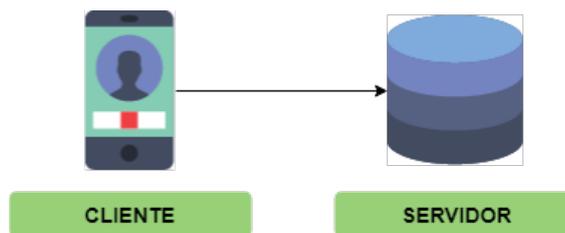


Figura 4 – Modelo de Arquitetura de Duas Camadas

Descrição da Figura 4

Um aparelho celular roxo, com ícones na tela, com legenda “CLIENTE” aponta uma seta para uma pilha de discos roxos, de legenda “SERVIDOR”.

5.3.1 Aplicativo móvel

O aplicativo móvel foi desenvolvido utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado *Android Studio* e em linguagem Java. Foi programado para versões de sistema operacional igual ou superior à versão *Ice Cream Sandwich* (4.0, *API* 14) sendo capaz de funcionar, de acordo com o próprio ambiente, em aproximadamente 100% dos dispositivos *Android*. Apesar de ser uma versão bastante antiga, apresenta as ferramentas necessárias ao desenvolvimento e se mostra uma maneira de atingir o maior número de usuários possível. O projeto está dividido em três pacotes representados na figura 5. São eles:

1. GUI: camada de interface do usuário, onde está toda a interação da tela como botões, caixas de edição, ícones e demais elementos gráficos;
2. Domínio: camada de domínio de negócio onde são guardadas as classes de domínio, serviços e demais regras de negócio;
3. DAO: camada que contém interfaces independentes responsáveis pela persistência dos dados locais, como inserção, leitura e exclusão;

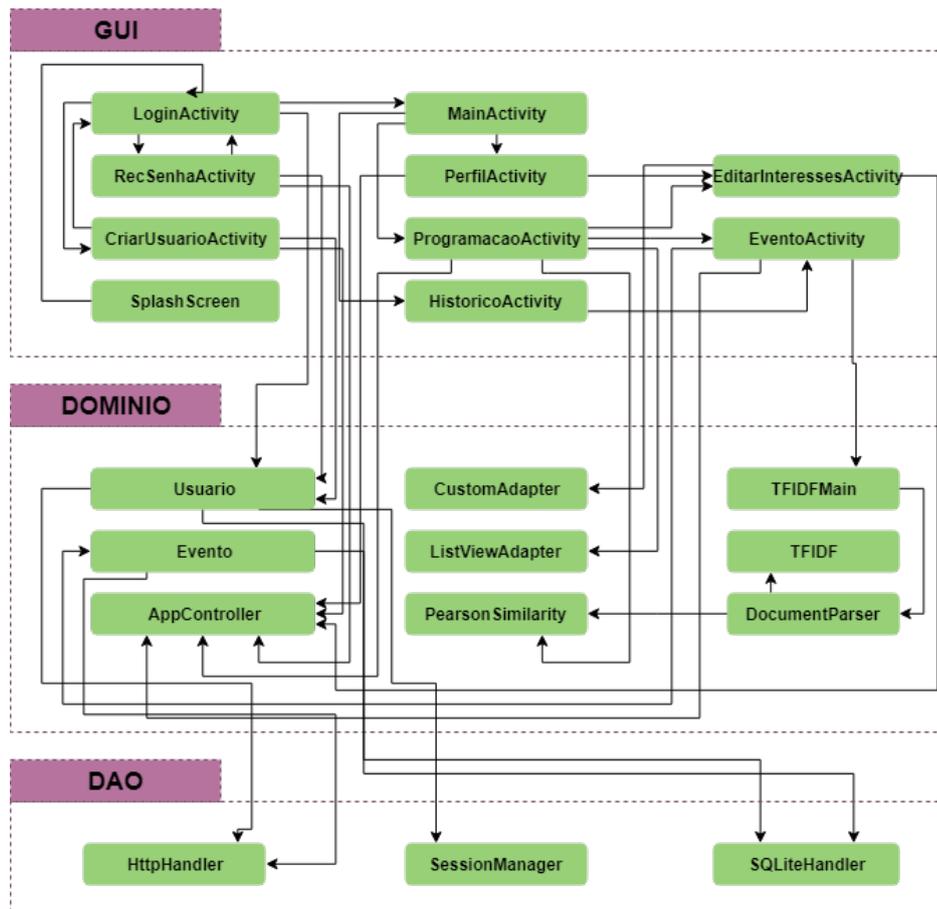


Figura 5 – Diagrama de componentes do aplicativo

Descrição da Figura 5

É um diagrama de três camadas colorido, onde setas ligam itens no diagrama, que são caixas de texto retangulares verdes. De cima para baixo, a primeira camada é nomeada como “GUI” em um retângulo lilás. Nela há os seguintes itens: “LoginActivity”, “RecSenhaActivity”, “CriarUsuarioActivity”, “SplashScreen”, “MainActivity”, “PerfilActivity”, “ProgramacaoActivity”, “HistoricoActivity”, “EditarInteressesActivity”, “EventoActivity”. A segunda camada é nomeada como “DOMINIO” em um retângulo lilás e nele tem: “Usuario”, “Evento”, “AppController”, “CustomAdapter”, “ListViewAdapter”, “PersonSimilarity”, “TFIDFMain”, “TFIDF”, “DocumentParser”. A terceira camada é chamada de “DAO” e está em um retângulo lilás, e os itens dela são: “HttpHandler”, “SessionManager” e “SQLiteHandler”. As setas ligam itens, se cruzam e se misturam várias vezes. As ligações entre os itens são as seguintes: Do item “LoginActivity” saem quatro setas que apontam para “CriarUsuarioActivity”, “RecSenhaActivity”, “MainActivity” e “Usuario”. De “RecSenhaActivity” saem três setas que apontam para “LoginActivity”, “AppController” e “Usuario”. De “CriarUsuarioActivity” saem três setas para “LoginActivity”, “AppController” e “Usuario”. O item “SplashScreen” aponta para “LoginActivity”. E “MainActivity” aponta para três que são “PerfilActivity”, “ProgramacaoActivity”, “HistoricoActivity”. Já o item “PerfilActivity” aponta para “EditarInteressesActivity” e para “AppController”. Do “ProgramacaoActivity” saem quatro setas para “EditarInteressesActivity”, “EventoActivity”, “AppController” e “ListViewAdapter”, respectivamente. Do item chamado “HistoricoActivity” sai uma seta que é para o “EventoActivity”. De “EditarInteressesActivity” sai duas para “CustomAdapter” e “AppController”. De “EventoActivity” saem três setas para “Evento”, “AppController” e “TFIDFMain”. O item “Usuario” aponta para “HttpHandler”, “SessionManager” e “SQLiteHandler”. Por sua vez o item “Evento” aponta para “HttpHandler” e “SQLiteHandler”. De “TFIDFMain” sai seta para “DocumentParser” e de “DocumentParser” saem duas, uma para “TFIDF” e outra para “PersonSimilarity”. Os itens “AppController”, “CustomAdapter”, “ListViewAdapter”, “PersonSimilarity”, “HttpHandler”, “SessionManager” e “SQLiteHandler” só recebem setas.

5.3.1.1 Interface e usabilidade

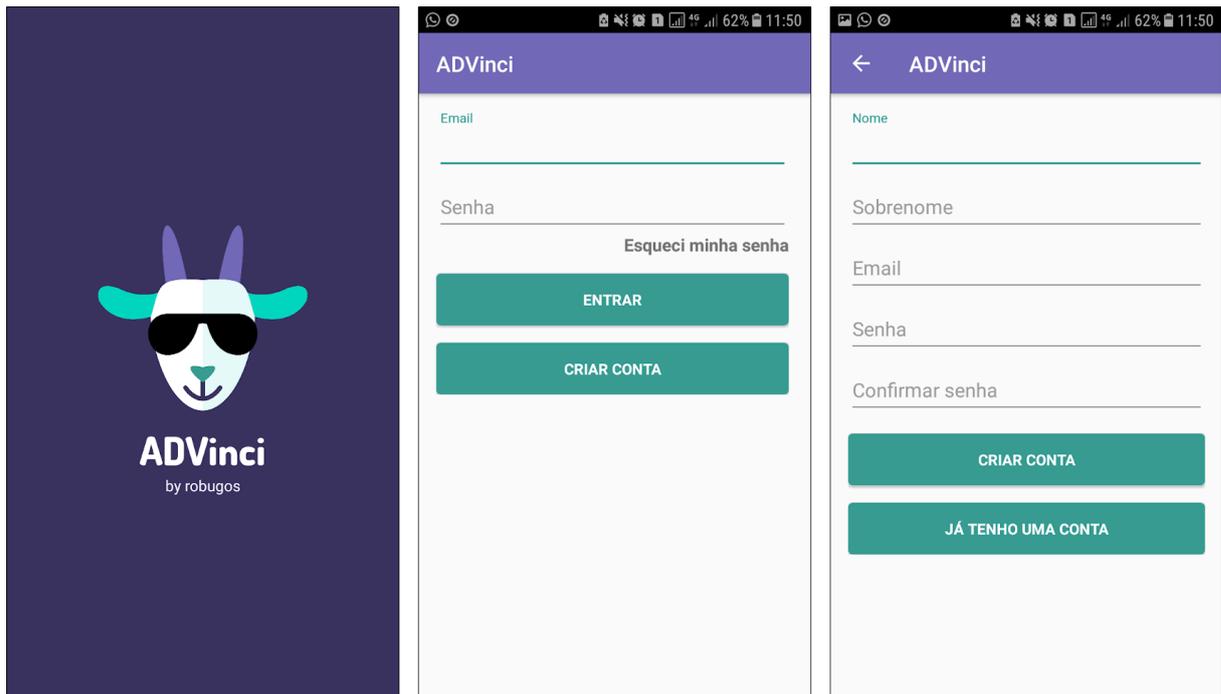
De acordo com (BARBOSA; SILVA, 2010), durante a utilização do sistema o usuário aplica suas habilidades motoras, a visão, audição, tato e sua percepção na identificação das respostas ao interagir com o dispositivo e a sua capacidade cognitiva e raciocínio para compreender as respostas dadas, ao mesmo passo que planeja a próxima interação. A partir do momento que a interface impõe qualquer tipo de barreira ao usuário no meio do processo, ele não será mais capaz de aproveitar o apoio computacional oferecido pelo sistema.

Por esta razão o projeto aborda, desde sua concepção, a ideia de que todos os elementos disponibilizados no *app* estejam de acordo com os recursos de acessibilidade disponíveis ao usuário-alvo através das ferramentas presentes na plataforma *Android*. Um deles, o atributo *contentDescription*, fornece uma descrição breve da visualização de elementos não-textuais estáticos quando usa-se um leitor de tela ou ferramenta de acessibilidade adequada, como descrição de imagens e *ImageButtons*, uma vez que não fornecem representação textual. Para os elementos dinâmicos, criados a partir de objetos programáveis, o uso do método *setContentDescription* é uma alternativa.

Ainda de acordo com a norma ISO/IEC 9126 de 19911, usabilidade "é um conjunto de atributos relacionados com o esforço necessários para o uso de um sistema interativo, e relacionados com a avaliação individual de tal uso, por um conjunto específico de usuários". Então pensando na usabilidade e na experiência das pessoas com deficiência visual foram utilizados alguns princípios e elementos do *Material Design* disponibilizado pelo *Google* lembrando-se sempre de manter a compatibilidade com dispositivos mais antigos previstos na escolha do nível do *API*.

5.3.1.1.1 Cores

Foram escolhidas as variações das cores roxo e verde, sendo o código *RGB* (57,50,94) da cor roxa primária e *RGB* (55,155,145) a verde secundária. A definição de uma cor primária e secundária indica quais elementos são interativos ou não, como eles se relacionam com outros elementos e quais estão em destaque. Textos e elementos importantes como ícones devem possuir legibilidade quando se comunicarem com fundos coloridos, dando contraste suficiente para sua identificação. Apesar da pessoa cega não ser capaz de identificar tais elementos de maneira visual, pessoas com baixa visão ou outros tipos de deficiência visual também são contemplados com o uso do sistema e de áudio-descrição. O tema foi criado aplicando as cores na ferramenta *Color Tool* disponível no site *Material.Io*.

Figura 6 – Telas de *splash*, login e criação de conta

Descrição da Figura 6

Print colorido de três telas do aplicativo lado a lado. Da esquerda para direita, na primeira tela está a marca do aplicativo *ADVinci*. Há uma ilustração de uma cabeça de uma cabra com óculos escuros, centralizado sobre fundo roxo. A cabra tem um par de chifres lilás no topo e orelhas verdes nas laterais. Ela é branca, está de óculos, tem um focinho verde escuro e lábios roxos que sorri. Abaixo, “ADVinci” e “by robugos” em branco.

Na segunda e terceira tela há uma barra preta com ícones no topo, é a barra de status de um celular, com ícones do *Whatsapp*, economia de energia, som, despertador, rede, bateria e horário, da esquerda para direita. A segunda tela é a de login. Abaixo da barra de status, há uma faixa lilás com o nome “ADVinci” à esquerda e em branco. Em seguida, sobre o fundo cinza, de cima para baixo, há campos de preenchimento, “Email” e “Senha”, sendo que abaixo do item senha tem “Esqueci minha senha”, e botões verdes com “ENTRAR” E “CRIAR CONTA”.

A terceira tela é a de criação de conta. Abaixo da barra de status, há a faixa lilás no topo com o nome “ADVinci” à esquerda e em branco. Em seguida, sobre o fundo cinza, de cima para baixo, há os campos de preenchimento “Nome”, “Sobrenome”, “Email”, “Senha”, “Confirmar senha”, e botões verdes com “CRIAR CONTA” e “JÁ TENHO UMA CONTA”.

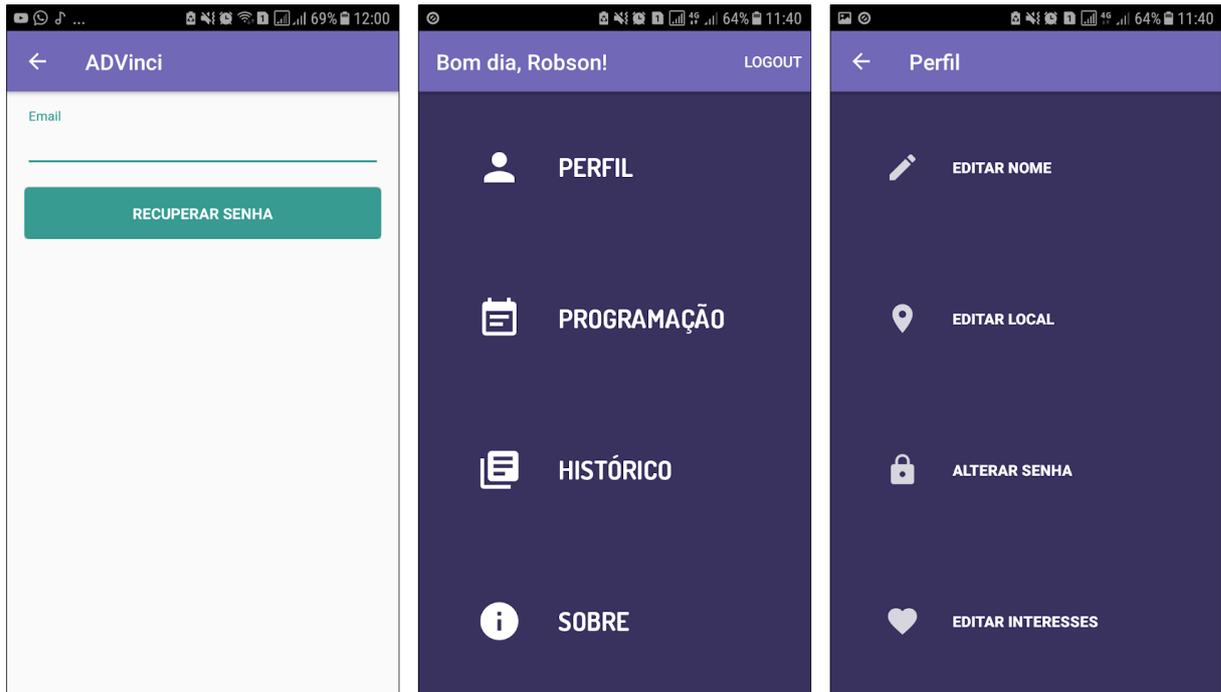


Figura 7 – Telas de recuperação de senha, menu inicial e menu de perfil

Descrição da Figura 7

Print colorido de três telas do aplicativo lado a lado, da esquerda para direita. Nas telas há uma barra preta com ícones no topo, é a barra de status de um celular, com ícones do *Whatsapp*, música, economia de energia, som, despertador, 4G, rede, bateria e horário, da esquerda para direita. A primeira tela é a de recuperação de senha. Abaixo da barra de status, há uma faixa lilás com uma seta que aponta para esquerda e o nome “ADVinci”, ambos à esquerda e em branco. Em seguida, sobre o fundo cinza, há o campo de preenchimento “Email” e abaixo, um botão verde com “RECUPERAR SENHA”.

A segunda tela é o menu inicial. Abaixo da barra de status, há uma faixa lilás com “Bom dia, Robson!” à esquerda e “LOGOUT” à direita, em branco. Em seguida, sobre o fundo roxo, de cima para baixo, há cinco sessões, no qual um ícone acompanha cada nome, sendo: ícone de pessoa “PERFIL”, ícone de calendário “PROGRAMAÇÃO”, ícone de lista “HISTÓRICO” e ícone de informação “SOBRE”, todos em branco. A terceira tela é o menu de perfil. Abaixo da barra de status, há uma faixa lilás com uma seta que aponta para esquerda e “Perfil”, ambos à esquerda da faixa e em branco. Em seguida, sobre o fundo roxo, de cima para baixo, há quatro sessões, no qual um ícone acompanha cada nome, sendo: ícone de lápis “EDITAR NOME”, ícone de GPS “EDITAR LOCAL”, ícone de cadeado “ALTERAR SENHA”, ícone de coração “EDITAR INTERESSES”.

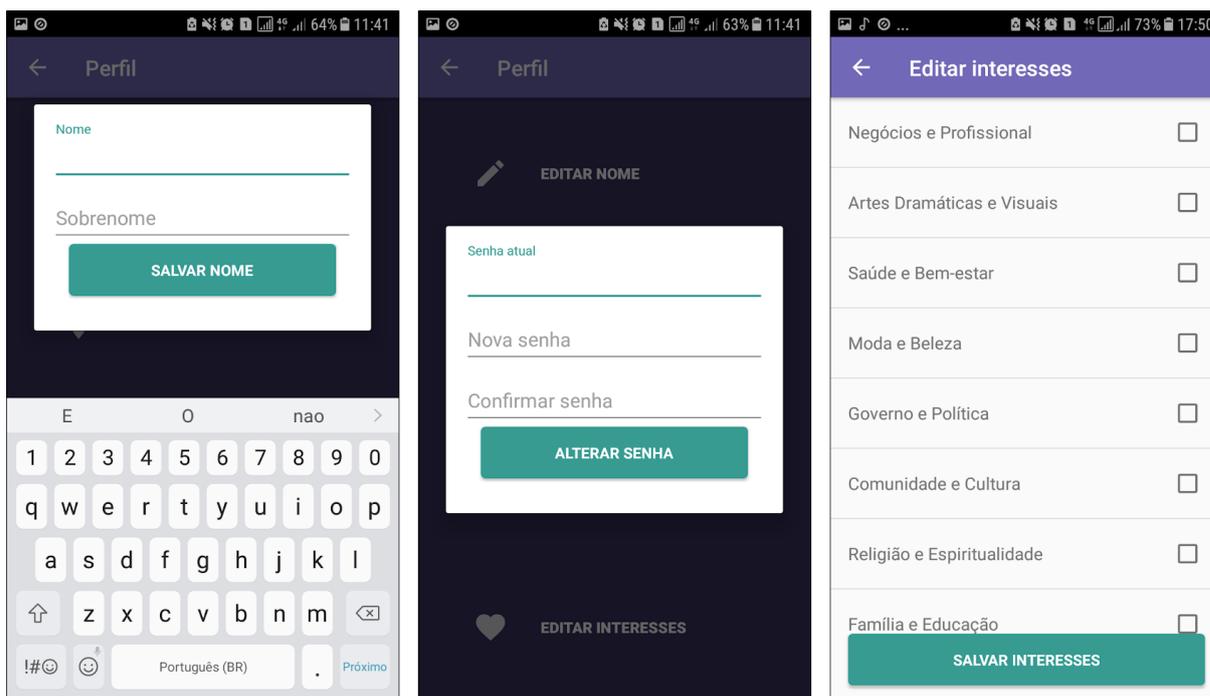


Figura 8 – Telas de diálogo de edição de nome, alteração de senha e edição de interesses

Descrição da Figura 8

Print colorido de três telas do aplicativo lado a lado, da esquerda para direita. Nas telas há uma barra preta com ícones no topo, é a barra de status de um celular, com ícones de galeria de imagens, economia de energia, som, despertador, 4G, rede, bateria e horário, da esquerda para direita. A primeira tela é de edição de nome. Tem sobreposto a tela, uma pequena janela branca aberta, centralizada e na parte superior da tela, com campos de preenchimento como “Nome” e “Sobrenome” e um botão verde com “SALVAR NOME”, de cima para baixo. Abaixo da janela há um teclado com letras, pontuação, emotions e barra de espaço. Ao fundo da janela, agora mais escura, há uma faixa lilás com uma seta que aponta para esquerda e “Perfil”, ambos à esquerda da faixa e em branco.

A segunda tela é de alteração de senha. Tem sobreposto a tela, uma pequena janela branca aberta, centralizada na tela, com campos de preenchimento como “Senha atual”, “Nova senha” e “Confirmar senha” e um botão verde com “ALTERAR SENHA”, de cima para baixo. Ao fundo da janela, agora mais escura, há uma faixa lilás com uma seta que aponta para esquerda e “Perfil”, ambos à esquerda da faixa e em branco. Em seguida, sobre o fundo roxo, agora mais escuro, vê-se duas sessões, no qual um ícone acompanha cada nome, sendo: ícone de lápis “EDITAR NOME” e ícone de coração “EDITAR INTERESSES”.

A terceira tela é a edição de interesses. Abaixo da barra de status, há uma faixa lilás com uma seta que aponta para esquerda e “Editar Interesses” em branco. Em seguida, sobre o fundo cinza, de cima para baixo, há uma lista, no qual cada nome acompanha uma caixa para seleção, sendo: “Negócios e Profissional”, “Artes Dramáticas e Visuais”, “Saúde e Bem-estar”, “Moda e Beleza”, “Governo e Política”, “Comunidade e Cultura”, “Religião e Espiritualidade”, “Família e Educação” e abaixo, em um botão verde, “SALVAR INTERESSES”.

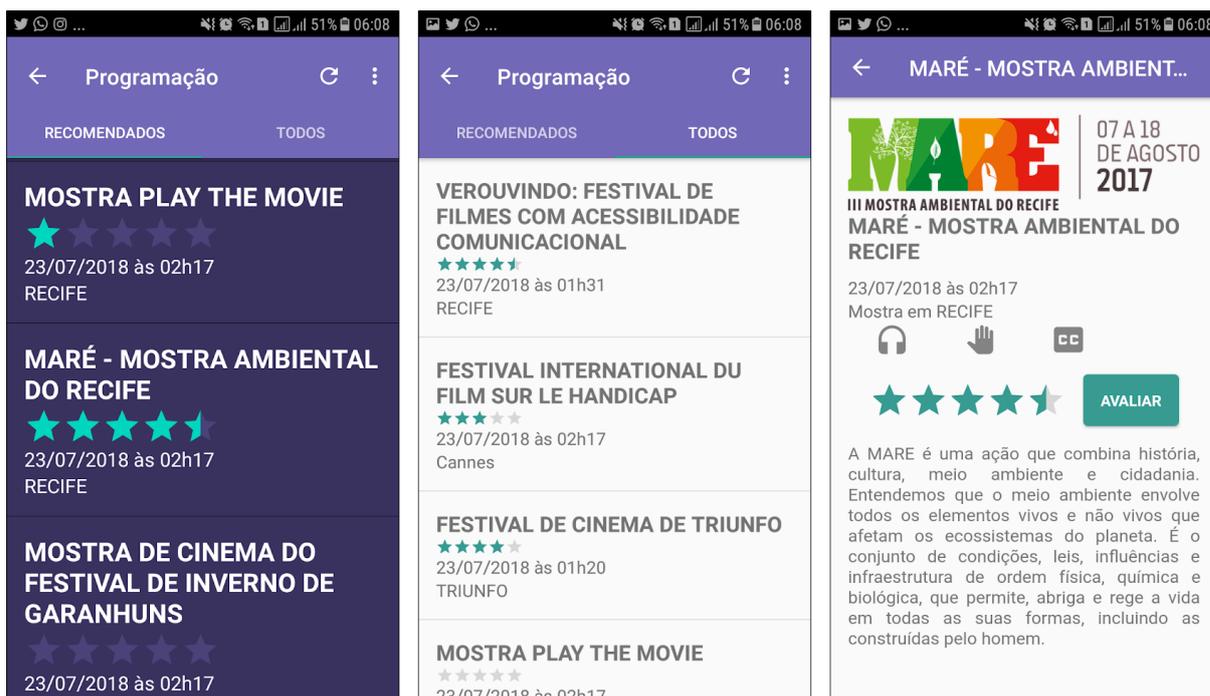


Figura 9 – Telas de eventos recomendados, todos os eventos e detalhes do evento

Descrição da Figura 9

Print colorido de três telas do aplicativo lado a lado, da esquerda para direita. Nas telas há uma barra preta com ícones no topo, é a barra de status de um celular, com ícones do *Twitter*, *Whatsapp*, *Instagram*, galeria de imagens, som, despertador, *Wifi*, rede, bateria e horário, da esquerda para direita. A primeira tela é a de eventos recomendados. Abaixo da barra de status, há uma faixa larga lilás com itens em branco, que são, da esquerda para direita, uma seta que aponta para esquerda e o nome “Programação”, uma seta circular e três pontinhos na vertical, “RECOMENDADOS” e “TODOS”, o item “RECOMENDADOS” está sublinhado de verde. Em seguida, sobre o fundo roxo, uma lista com a programação que apresentam a seguinte estrutura: nome do evento, cinco estrelas marcáveis que ficam verde, data, horário e local. Sendo assim, de cima para baixo, tem: “MOSTRA PLAY THE MOVIE”, uma estrela, “23/07/2018 às 02h17”, “RECIFE”. “MARÉ – MOSTRA AMBIENTAL DO RECIFE”, quatro estrelas e meia, “23/07/2018 às 02h17”, “RECIFE”. “MOSTRA DE CINEMA DO FESTIVAL DE INVERNO DE GARANHUNS”, estrelas cinzas, “23/07/2018 às 02h17”.

A segunda tela é a de todos os eventos. Abaixo da barra de status, há uma faixa larga lilás com itens em branco, que são, da esquerda para direita, uma seta que aponta para esquerda e o nome “Programação”, uma seta circular e três pontinhos na vertical, “RECOMENDADOS” e “TODOS”, o item “TODOS” está sublinhado de verde. Em seguida, sobre o fundo cinza, uma lista com a programação que apresentam a seguinte estrutura: nome do evento, cinco estrelas marcáveis que ficam verde, data, horário e local. Sendo assim, de cima para baixo, tem: “VEROUVINDO: FESTIVAL DE FILMES COM ACESSIBILIDADE COMUNICACIONAL”, quatro estrelas e meia, “23/07/2018 às 01h31”, “RECIFE”. “FESTIVAL INTERNACIONAL DU FILM SUR LE HANDICAP”, com três estrelas, “23/07/2018 às 02h17”, “Cannes”. “FESTIVAL DE CINEMA DE TRIUNFO”, quatro estrelas, “23/07/2018 às 01h20”, “TRIUNFO”, “MOSTRA PLAY THE MOVIE”, estrelas cinzas, “23/07/2018 às 02h17”.

A terceira tela é de detalhes do evento. Abaixo da barra de status, há uma faixa lilás com uma seta que aponta para esquerda e “MARÉ – MOSTRA AMBIENTAL” em branco. Em seguida, sobre o fundo cinza, marca do evento MARÉ, “07 A 18 DE AGOSTO 2017”, “MARÉ – MOSTRA AMBIENTAL DO RECIFE”, “23/07/2018 às 2h17”, “Mostra em RECIFE”. A marca maré é composta pelo nome MARE, onde “M” é verde claro, o “A” é verde escuro, o “R” laranja e o “E” vermelho, e abaixo do nome “III MOSTRA AMBIENTAL DO RECIFE”. Em seguida, há ícone de fone de ouvido, de mão espalmada e as siglas CC, quatro estrelas e meia e um botão verde com “AVALIAR”. Abaixo disto tem: “A MARE é uma ação que combina história, cultura, meio ambiente e cidadania. Entendemos que o meio ambiente envolve todos os elementos vivos e não vivos que afetam os ecossistemas do planeta. É o conjunto de condições, leis, influências e a infraestrutura de ordem física, química e a biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas, incluindo as construídas pelo homem.”

5.3.1.1.2 Texto e tipografia

São recomendados textos escuros para o uso em fundos claros, e textos claros para fundos escuros. Informações de estado do sistema, como erros, são destacados por cor e texto de informação próximo ao campo em destaque. Na escrita são utilizadas descrições

sucintas para ações e campos, dando clareza ao que os elementos fazem e representam. Por padrão os projetos desenvolvidos no *Android Studio* possuem a fonte *Roboto*. A título de personalização, foi escolhida a fonte *Dosis* disponível no *Google Fonts* gratuitamente. Ela respeita regras de acessibilidade, por não possuir serifas, ter um bom espaçamento entre as letras e as linhas.

5.3.1.2 Processos

O *ADVinci* possui poucos processos complexos. Todos eles são realizados tanto de forma visual quanto por leitor de tela, uma vez que foi concebido com navegação de forma linear. Em softwares leitores de tela, como o *TalkBack* do *Android*, a navegação linear é o meio pelo qual o usuário move o foco dos elementos fazendo movimentos para trás ou para frente na tela para poder ler páginas linearmente, de cima para baixo. Acessando pela primeira vez o *app* é possível realizar *login* caso já possua cadastro, recuperar senha de usuário ou criar um novo usuário. O fluxo processos está representado nas figuras 10 e 11.

5.3.2 Servidor

Atendendo à segunda camada da arquitetura, o servidor foi configurado de acordo com as necessidades da base de dados. Trata-se de um servidor HTTP Apache em sua versão 2.2.34, com linguagem PHP 5.2.17 e banco de dados MySQL versão 5.6.39-83.1 em um sistema operacional Linux. A conexão com aplicativo foi realizada utilizando formatação JSON por meio da criação de um REST API.

Uma vez que toda implementação dos algoritmos de filtragem colaborativa e similaridade se encontram na camada do cliente, a camada do servidor é a responsável pela realização de consultas e inserções na base de dados remota, como criação de novos usuários e eventos, a validação do *login* ou o registro das notas de avaliação dos eventos. A base de dados presente nesta camada foi implementada mediante os modelos descritos no capítulo 4 deste trabalho.

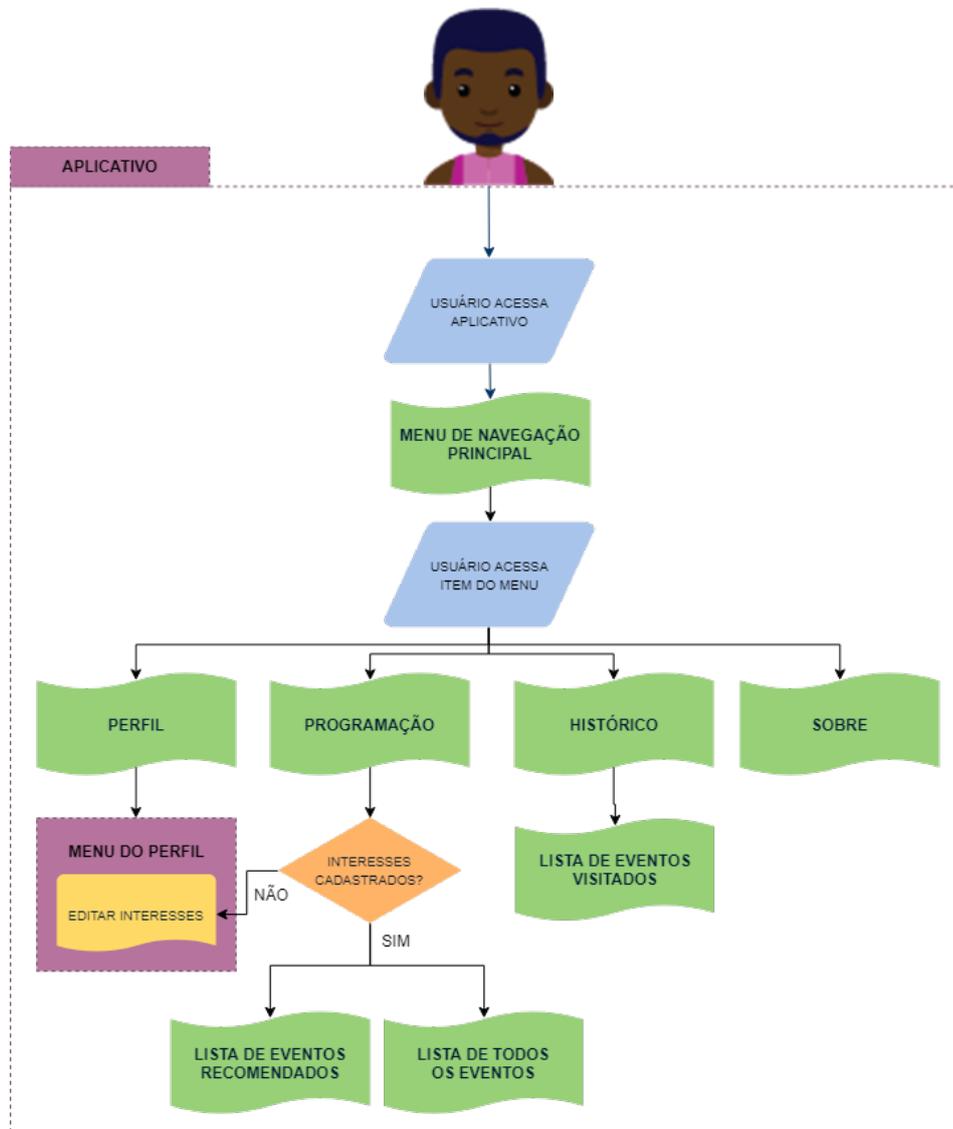


Figura 10 – Fluxograma de processos da aplicação

Descrição da Figura 10

A ilustração de um rapaz negro de cabelo e cavanhaque azul está no topo de um grande retângulo pontilhado. À esquerda do rapaz tem o título do diagrama, “APLICATIVO” em um pequeno retângulo lilás. Dentro do retângulo pontilhado há um diagrama com setas e caixas de textos de vários formatos, com forma arredondada, ondulado, retangular e de losango. Na vertical, de cima para baixo: do rapaz negro uma seta aponta para “USUÁRIO ACESSA APLICATIVO”, que por sua vez aponta para “MENU DE NAVEGAÇÃO PRINCIPAL”, e deste aponta para “USUÁRIO ACESSA ITEM DO MENU”. Deste último saem quatro setas que apontam para “PERFIL”, “PROGRAMAÇÃO”, “HISTÓRICO”, “SOBRE”, alinhados horizontalmente. Do item “PERFIL” uma seta aponta para uma caixa de texto maior que tem um retângulo dentro do outro, sendo que no retângulo maior tem “MENU DO PERFIL” e no menor “EDITAR INTERESSES”. Do item “PROGRAMAÇÃO” uma seta aponta para “INTERESSES CADASTRADOS? ”, deste saem duas setas: a primeira com a legenda “NÃO” que aponta para “EDITAR INTERESSES”. A segunda com a legenda “SIM” faz uma bifurcação, onde há “LISTA DE EVENTOS RECOMENDADOS” e “LISTA DE TODOS OS EVENTOS” alinhados horizontalmente. Do item “HISTÓRICO” uma seta aponta para “LISTA DE EVENTOS VISITADOS”.

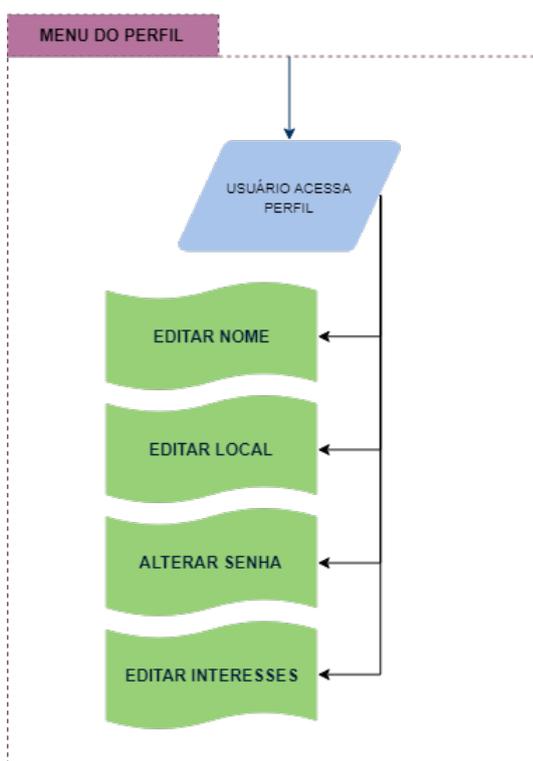


Figura 11 – Detalhe do menu do perfil

Descrição da Figura 11

À esquerda tem o título do diagrama “MENU DO PERFIL” em um pequeno retângulo lilás, abaixo um grande retângulo pontilhado com um diagrama dentro, nele há setas e caixas de texto azul e verdes. Na vertical, de cima para baixo: uma seta aponta para “USUÁRIO ACESSA PERFIL”, deste saem quatro setas que apontam para “EDITAR NOME”, “EDITAR LOCAL”, “ALTERAR SENHA” e “EDITAR INTERESSE”, respectivamente.

6 Avaliação do aplicativo

Como parte integrante dos resultados apurados na implementação deste trabalho, foram realizados testes de usabilidade com um pequeno grupo de três usuários, todos cegos. A premissa desta observação não está ligada diretamente aos corolários da aplicação. Isto é, não foi julgada aqui a corretude das recomendações realizadas pela ferramenta, mas sim a autonomia e facilidade de uso e o reconhecimento dos resultados por parte dos alvos. Aqui serão apresentados e analisados os resultados dos testes. Primeiramente serão definidas as três tarefas passadas a cada um dos usuários e posteriormente suas respostas às questões realizadas após os testes. Por fim, observações relevantes feitas sobre funcionalidades, possíveis erros e suas soluções serão adicionadas. Todos os usuários testados possuem aparelho com sistema operacional *Android* ou já tiveram contato com tal, sendo capazes de utilizar a ferramenta *Talkback* disponibilizada pelo próprio sistema operacional através do *Android Accessibility Suite*.

- **Tarefa 1 - Altere seu nome de exibição**

Objetivo: aferir dificuldade em alterar dados pessoais, como o nome de exibição no ambiente.

Resultados:

Usuário 1:

- Conseguiu realizar? Sim
- Opinião: "ficou chata a tela de editar nome porque não existe opção de cancelar. Se eu quiser desistir, não tem botão para cancelar ou botão para voltar. É uma tela que dá trabalho. Só quem conhece o programa que vai usar o botão de voltar do celular. Indicaria colocar um botão 'cancelar'."

Usuário 2:

- Conseguiu realizar? Sim.
- Opinião: "gostei da maneira de fazer, mas o sistema me enganou a primeira vez porque deu um erro [de comunicação com o servidor]."

Usuário 3:

- Conseguiu realizar? Sim
- Opinião "não vi dificuldade para realizar a tarefa."

- **Tarefa 2 - Veja informações de um evento**

Objetivo: observar facilidade de navegação no fluxo proposto para visualização de eventos e seus detalhes.

Resultados:

Usuário 1:

- Conseguiu realizar? Sim.
- Opinião: "a tela que mais gostei foi a de eventos. Atende bem o que o sistema propõe. Adicionaria informações do preço dos eventos e locais mais detalhados. A presença da informação dos recursos acessíveis dos eventos é bem legal."

Usuário 2:

- Conseguiu realizar? Sim.
- Opinião: "nem sei como achei os eventos. Mas gostei muitos das indicações, de diversos lugares. A relação de eventos foi o que mais gostei."

Usuário 3:

- Conseguiu realizar? Sim.
- Opinião: "foi a funcionalidade que mais gostei. É interessante saber os detalhes dos eventos, a alternativa de conhecer eles com recursos de acessibilidade."

- **Tarefa 3 - Avalie um evento**

Objetivo: verificar navegabilidade e intuitividade para avaliação dos eventos.

Resultados:

Usuário 1:

- Conseguiu realizar? Não.
- Opinião: "a barra de progresso para avaliação não é clara, não está perfeita."

Usuário 2:

- Conseguiu realizar? Não.
- Opinião: "não consegui avaliar o evento por conta de um defeito do sistema [sobre ausência do valor da nota na barra de avaliação]."

Usuário 3:

- Conseguiu realizar? Não.

- Opinião: ”ele não permite avaliar, está me enganando. Não existe acesso às avaliações. Não é dita a nota da avaliação, logo não posso avaliar com segurança e autonomia. Foi frustrante.”

Como meio para verificar se as categorias apresentadas eram suficientes e se adequavam aos interesses dos usuários, visto suas criações de forma manual sem a automatização da categorização dos eventos, foi perguntado aos usuários quais suas opiniões em relação a elas.

- Usuário 1: ”gostei das categorias, não retiraria nenhuma. Acho que só acrescentaria uma categoria mais para o público infantil.”
- Usuário 2: ”eu gostei, mas ainda me perco. Ainda assim, acho que as categorias estão bem de acordo com a aplicação.”
- Usuário 3: ”mais de uma categoria me atraiu. Permitir marcar mais de uma opção é bastante útil.”

Como observado durante os testes, o principal problema encontrado foi a dificuldade na identificação de qual nota estava sendo selecionada para a avaliação do evento. Isto se deve pelo fato da própria plataforma *Android* não disponibilizar o recurso de *rating bar* com acessibilidade nativa. Ou seja, até o momento do teste não era sabida a necessidade de uma customização na funcionalidade para que esta exibisse informações sobre a nota que seria inserida. A solução deste problema seria a realização de tal customização com detalhamento do elemento *rating bar* e valores de suas seleções antes do envio da nota, além da confirmação da escolha após o envio.

Outro problema apresentado foi uma falha de comunicação com o servidor em determinados momentos, causando algum tipo de confusão com os usuários por conta da falta de clareza do estado do sistema ou um detalhamento do erro ocorrido. Neste caso, a revisão de aplicações práticas das heurísticas propostas por (NIELSEN, 1994) é a melhor solução.

Por outro lado, as categorias utilizadas para classificação dos eventos e a disposição das informações detalhadas destes foram os pontos mais elogiados pelos usuários, já que, segundo eles, estavam de acordo com a proposta inicial da aplicação.

7 Conclusões e trabalhos futuros

Tendo como base e fundamentação a pesquisa realizada sobre sistemas de recomendação, seus métodos de predição e forma de coleta de dados, considerando também estudos e informações acerca da acessibilidade e sua esfera especificada neste trabalho, tem-se como resultado uma aplicação móvel capaz de auxiliar pessoas cegas na escolha de eventos culturais, proporcionando a elas maior autonomia e liberdade. Desta maneira, o principal objetivo deste trabalho foi alcançado, ressaltando também a criação de uma potencial base de dados para eventos do gênero, a implementação dos algoritmos propostos e a avaliação de usabilidade do sistema por parte de eventuais usuários.

É oferecida à sociedade uma ferramenta capaz de minimizar barreiras sociais através da tecnologia aplicada ao lazer, duas áreas em constante crescimento e ricas por si só. Como é esperado em qualquer projeto preocupado com a entrega de um produto ou serviço de qualidade, ajustes e melhorias se fazem necessários para utilização de maneira eficiente e eficaz do sistema. A ausência de dados precisos relacionados aos eventos e à própria acessibilidade, como supracitado nos capítulos, é a principal barreira para a geração de melhores recomendações. Esta barreira limita o leque de eventos em categorias diversas, por exemplo, já que a maior parte dos eventos coletados possuem as mesmas classificações. Um outro problema identificado foi a ausência de métricas de avaliação estatística para as recomendações geradas, dada a abordagem pessoal utilizada pelos usuários na escolha das notas para os eventos, resultado também da inexistente consistência de seus dados.

Contudo, o conhecimento adquirido por meio do estudo feito e a capacidade de identificação e entendimento dos problemas apresentados foram, sem sombra de dúvidas, as maiores conquistas alcançadas neste trabalho.

Para trabalhos futuros são considerados a pesquisa acerca de interfaces adaptativas para o melhor entendimento e aplicação de interações mais naturais ao usuários e maior flexibilização do sistema (VIEIRA, 2001); a otimização e análise performática dos algoritmos de filtragem colaborativa e de comparação de conteúdo; a criação de categorias e classificações através do reconhecimento de padrões utilizando aprendizado de máquina; o estudo de mineração de dados mais precisos através de técnicas apropriadas; adição de módulo relacionado à localização para trabalhar juntamente com demais métodos de recomendação afim de aprimorar a acurácia das respostas; e implementação de demais módulos que auxiliem no gerenciamento e promoção dos eventos relacionados.

Referências

- ADOMAVICIUS, G. et al. Incorporating contextual information in recommender systems using a multidimensional approach. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 2005. Citado na página 33.
- ALEIXO, E. L. Item-based-adp: Análise e melhoramento do algoritmo de filtragem colaborativa item-based. 2014. Disponível em: <http://www.inf.ufg.br/mestrado/sites/portal.inf.ufg.br.mestrado/files/uploads/Dissertacoes/Everton%20Lima%20Aleixo.pdf>. Citado 3 vezes nas páginas 19, 29 e 30.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. d. *Interação Humano-computador*. [S.l.]: Campus / Elsevier, 2010. ISBN 978-85-3523-418-3. Citado na página 46.
- BRASIL. *Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências*. [s.n.], 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm. Citado na página 15.
- BRASIL. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)*. [s.n.], 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Citado na página 15.
- BRITO, A. G. Proposta de modelo de recomendação de conteúdo baseado em arquivos de legendas de filmes e séries. *XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, 2016. Disponível em: <http://www.ufpb.br/evento/liti/ocs/index.php/enancib2016/enancib2016/paper/view/3803>. Citado na página 18.
- CARPES, D. S. *Audiodescrição: práticas e reflexões*. 1. ed. Santa Cruz do Sul: Editora Catarse, 2016. 165 p. ISBN 978-85-69563-04-4. Citado na página 16.
- CONNELL, B. R. et al. *The Principles of Universal Design*. Raleigh, NC: North Carolina State University, 1997. Disponível em: https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm. Citado na página 22.
- FERNANDES, E. M.; ORRICO, H. F. *Acessibilidade e inclusão social*. [S.l.]: Deescubra, 2011. ISBN 978-85-7906-039-7. Citado na página 21.
- GALVÃO FILHO, T. A. *A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. 1. ed. Porto Alegre: Redes Editora, 2009. 207-235 p. ISBN 8561638133. Citado na página 16.
- GAROFALAKIS, M. N. Data mining and the web: Past, present and future. *WIDM*, 1999. Citado na página 25.
- IBGE. *Censo demográfico do Brasil*. [s.n.], 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Citado na página 15.
- IBOPE, N. *Mobile Report*. [S.l.: s.n.], 2005. Citado na página 16.

- JANNACH, D.; ZANKER, M.; FELFERNIG, A. *Recommender Systems: An Introduction*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2010. ISBN 978-05-2149-336-9. Citado na página 34.
- LIMA, A. M. Um sistema de recomendação de lugares baseado em localização e perfil. Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2016. Disponível em: <https://www.sigaa.ufs.br/sigaa/verProducao?idProducao=1155155&&key=526226b692e22bc1c9ecd9912f38b8f1>. Citado na página 19.
- MACK, R. S. Sistema de recomendação baseado na localização e perfil utilizando a plataforma android. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28328>. Citado na página 19.
- MINKOV, E.; CHARROW, B. Collaborative future event recommendation. 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1721.1/62811>. Citado na página 19.
- NIELSEN, J. *Usability Engineering*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1994. ISBN 978-01-2518-406-9. Citado na página 56.
- ONU. *A ONU e as pessoas com deficiência*. [s.n.], 2011. Disponível em: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf. Citado na página 15.
- ONU. *Convenção da ONU sobre direitos das pessoas com deficiência chega ao marco de 150 países*. [s.n.], 2014. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/convencao-da-onu-sobre-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-chega-ao-marco-de-150-paises/>. Citado na página 15.
- PASSERINO, L. M.; MONTARDO, S. P. Inclusão social via acessibilidade digital: Proposta de inclusão digital para pessoas com necessidades especiais. *Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação*, 2007. Disponível em: http://www.seminariomediacao.xpg.com.br/inclusao_social.pdf. Citado na página 16.
- REATEGUI, E. B.; CAZELLA, S. C. Sistemas de recomendação. *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, São Leopoldo, 2005. Citado na página 25.
- RESNICK, P.; VARIAN, H. R. *Recommender systems. Communications of the ACM*. [S.l.]: ACM, 1997. 56-58 p. ISBN 8561638133. Citado na página 22.
- RICCI, F.; ROKACH, L.; SHAPIRA, B. *Recommender systems in e-commerce. In Introduction to Recommender Systems Handbook*. [S.l.]: Springer, 2011. 1-35 p. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 33.
- SCHAFER, J. B.; KONSTAN, J.; RIEDL, J. Recommender systems. *Conference on electronic Commerce*, Minneapolis, 2000. Citado 3 vezes nas páginas 22, 25 e 26.
- SHARDANAND, U.; MAES, P. *Social information filtering: algorithms for automating "word of mouth"*. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.]: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1995. 210-217 p. Citado na página 22.
- SILVA, R. d. S. *Recomendações de Lojas para Clientes de um Shopping Center*. [s.n.], 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20956>. Citado na página 18.

SOUZA, D. C. d. Um modelo de sistema de recomendação híbrido de organizações não-governamentais. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1VuunwwjLHz-PokyPONCsHIq6wAd_OhLQ/view. Citado na página 20.

TORRES, R. D. Técnicas para desenvolver sistemas de recomendação na web (dissertação de mestrado). Porto Alegre, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.

VENTURA, L. A. S. *Cadastro-Inclusão e a nova realidade da pessoa com deficiência*. [s.n.], 2017. Disponível em: <http://brasil.estadao.com.br/blogs/vencer-limites/cadastro-inclusao-e-a-nova-realidade-da-pessoa-com-deficiencia/>. Citado na página 15.

VIEIRA, A. C. H. Interfaces adaptativas para comunidades virtuais de aprendizado. trabalho de conclusão de curso (bacharel em ciência da computação). 2001. Citado na página 57.