

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**UM PROGRESSIVE WEB APP PARA GEOLOCALIZAÇÃO DE PREÇOS DE
MERCADORIAS POR CROWDSOURCING**

Felipe Nascimento Santos
Orientador Profº Mrº Carlos Elias Arminio Zampieri
Coorientador Profº Mrº Felipe José Carbone

DOURADOS
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FELIPE NASCIMENTO SANTOS

**UM PROGRESSIVE WEB APP PARA GEOLOCALIZAÇÃO DE PREÇOS DE
MERCADORIAS POR CROWDSOURCING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Profº Mrº Carlos Elias Arminio Zampieri.

Coorientador: Profº Mrº Felipe José Carbone.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

AVALIAÇÃO DE PROJETO DE TCC II

TÍTULO DO TRABALHO: Um Progressive Web App para geolocalização de preços de mercadorias por crowdsourcing

NOME DO(S) ESTUDANTE(S): Felipe Nascimento Santos

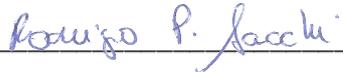
ORIENTADOR(A): Carlos Elias Arminio Zampieri

CO-ORIENTADOR(A): Felipe José Carbone

DATA DA APRESENTAÇÃO: 12/11/2021

HORÁRIO: 18:00

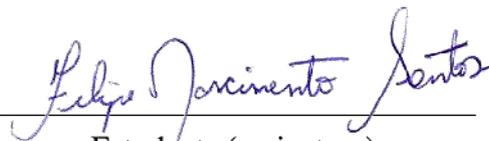
AVALIAÇÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA:

<input type="checkbox"/> Trabalho de Conclusão de Curso I	<input checked="" type="checkbox"/> Trabalho de Conclusão de Curso II
Presidente: Carlos Elias Arminio Zampieri	
Assinatura: 	
Membro 1: Rodrigo Porfírio da Silva Sacchi	
Assinatura: 	
Membro 2: Vanderson Hafemann Fragal	
Assinatura: 	
Resultado:	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Aprovado condicionado a modificações (especificar no campo observações) <input type="checkbox"/> Reprovado

Observações¹:

Eu, Felipe Nascimento Santos, Orientador Carlos Elias Arminio Zampieri, e Coordenador do Curso Vanderson Hafemann Fragal, declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso, seja no formato remoto sala virtual Google Meet, e que a mesma será gravada.

Não foram sugeridas modificações pela banca avaliadora.


Estudante (assinatura)



VANDERSON HAFEMANN FRAGAL
COORDENADOR DE CURSO - TITULAR
Matricula: 1403127

Coordenador(a)

Bacharelado em Sistemas de Informação

¹ Conforme **RESOLUÇÃO NÚMERO 106 de 29/06/2020 - Art. 5º** As defesas de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) deverão ocorrer por meio remoto (Google Meet, Skype, Zoom, entre outros) quando houver concordância, por escrito, entre a coordenação de curso, o docente orientador e o estudante.

Um Progressive Web App para geolocalização de preços de mercadorias por crowdsourcing

Felipe Nascimento Santos¹,
Felipe José Carbone¹, Carlos Elias Arminio Zampieri¹

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia/FACET – Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – +556734102083 – Dourados – MS – Brasil

nascimento.fe14@gmail.com

felipecarbone@ufgd.edu.br, carloszampieri@ufgd.edu.br

Abstract. *This work presents the development of a web application focused on Progressive Web Apps (PWA), for sharing the prices of products targeted by region. The system also has intrinsic crowdsourcing methodologies based on the use of rewards, based on evolving User Profile categories, with exclusive features. In the developed solution, a recommendation algorithm based on collaborative product filtering was used. The results obtained from tests with users became satisfactory, showing good usability, acceptance and operation of the developed application, as well as indicating future strategies to improve the usability of the proposal for other audiences, studies of new layouts and specific profiles for categories of users.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação web focada em Progressive Web Apps (PWA), para compartilhamento de preços de produtos direcionados por região. O sistema conta ainda com metodologias de crowdsourcing intrínseco a partir do emprego de recompensas, com base em categorias evolutivas de Perfis para Usuários, com funcionalidades exclusivas. Na solução desenvolvida foi empregado um algoritmo de recomendação baseado em filtragem colaborativa de produtos. Os resultados obtidos a partir de testes com os usuários se tornaram satisfatórios, evidenciando uma boa usabilidade, aceitação e funcionamento da aplicação desenvolvida, bem como indicam estratégias futuras de melhorias na usabilidade da proposta para outros públicos, estudos de novos layouts e perfis específicos para categorias de usuários.*

1. Introdução

Com a pandemia da Covid-19, escassez hídrica em várias regiões, mudanças climáticas, aumento da inflação e demais percalços enfrentados, trouxeram diversos desafios às nações com consequências sociais e econômicas que impactaram, inclusive, o fornecimento de alimentos e, assim, o preço base dos produtos alimentícios. Segundo o IBGE¹, os preços de alimentos e bebidas no mercado brasileiro aumentaram 14,09% em 2020, diante de uma inflação de 4,52%, a maior desde 2016.

Além da alta porcentagem de inflação, o Brasil deparou-se com um índice de desemprego alarmante. A taxa média de desemprego no país atingiu 13,5% em 2020, enquanto em 2019 foi de 11,9%. Os efeitos da pandemia no mercado de trabalho foram evidentes e provocaram uma alta recorde nas taxas de desemprego (IBGE, 2021).

Nesse cenário, o comércio online cresceu em 2020², sendo que 76% dos brasileiros passaram a fazer compras em supermercados online na pandemia³. Nesse sentido, muitos consumidores, que antes não utilizavam a internet para pesquisas de preço, passaram a utilizá-la, aumentando a concorrência entre as empresas, o que desencadeou um movimento positivo com geração de ofertas cada vez mais atraentes a fim de atrair os clientes.

Munidos de computadores móveis portáteis (smartphones) milhares de vezes mais potentes que os computadores pessoais dos anos 80 e 90 (LINKEDIN et al., 2014), que conectam entre si por Bluetooth ou até mesmo por infravermelho (DAS et al., 2016) e, pela internet, com avançadas redes e infraestruturas em nuvem (SATYANARAYANAN, 2015), muitos consumidores não exploram o potencial social e tecnológico que o compartilhamento do preço de produtos proporciona, desprezando seu real impacto.

Nesse contexto, surge a necessidade de uma ferramenta online para auxiliar o consumidor a economizar e encontrar mercadorias em sua cidade ou região pelo melhor

¹ AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. 2021. Inflação acelera em dezembro e chega a 4,52% em 2020, a maior alta desde 2016. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/29871-inflacao-acelera-em-dezembro-e-chega-a-4-52-em-2020-a-maior-alta-desde-2016>. Acesso em: 4 set. 2021.

² GLOBO. 2021. Com pandemia, comércio eletrônico tem salto em 2020 e dobra participação no varejo brasileiro. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/02/26/com-pandemia-comercio-eletronico-tem-salto-em-2020-e-do-bra-participacao-no-varejo-brasileiro.ghtml>. Acesso em: 4 set. 2021.

³ VALOR INVESTE. 2021. 76% dos brasileiros passaram a fazer compras de supermercado online na pandemia. 2021. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/objetivo/gastar-bem/noticia/2021/09/08/76percent-dos-brasileiros-passaram-a-faz-er-compras-de-supermercado-on-line-na-pandemia.ghtml>. Acesso em: 4 set. 2021.

preço. Além disso, permitir aos vendedores visibilizar suas mercadorias e exponenciar seus negócios de forma online.

Ao considerar o potencial computacional dos dispositivos móveis disponíveis e o desejo de economizar do consumidor, surge a possibilidade de fornecer ao consumidor melhores informações sobre produtos de seu interesse, garantindo assim, diante de um processo real de decisão de compra, possa decidir pelo produto de menor preço está presente em estabelecimentos físicos que melhor lhe atendam.

Em consequência ao grande número de informações globalmente disponibilizadas na internet, o consumidor precisa navegar em diferentes sites para encontrar produtos com o menor preço em sua região. As ferramentas que possuem a premissa de auxiliar o comprador a economizar, como exemplo os serviços online (como Buscapé⁴ e JáCotei⁵) que comparam preços entre sites de venda pela internet (*e-commerce*), apresentam soluções superficiais para o problema, com dados desestruturados e sistematização não padronizada em buscas, contando com aplicativos nativos que dependem de plataformas específicas (*Android e iOS*) controladas por grandes corporações (como exemplo *Google e Apple*), resultando em limites de tempo, custo e potencial de alcançar massa crítica de usuários consumidores.

1.1. Breve contextualização da proposta

Um recente avanço da web móvel possibilitou aos desenvolvedores a utilização de recursos anteriormente encontrados apenas em aplicativos desenvolvidos nativamente (como acesso a câmera do dispositivo, bluetooth, localização, etc.). Fazia-se necessário a utilização de várias ferramentas para o desenvolvimento destes recursos (SHARMA et al., 2019).

Nesse cenário, surgiu uma nova abordagem, conhecida como aplicação web progressiva ou do inglês *Progressive Web Apps* (PWA) (RUSSELL, 2015), que possibilita a construção de projetos multiplataforma, com uma experiência *mobile* utilizando tecnologias web.

O PWA é uma tecnologia proposta por engenheiros da Google para a construção de aplicativos com base em um conjunto combinado de tecnologias web e que permite um desenvolvimento progressivo independente da plataforma (FORTUNATO e BERNARDINO, 2018; RUSSELL, 2015).

⁴ BUSCAPE. Buscape, 2021. Disponível em: <https://www.buscape.com.br/>. Acesso em: 02 de set. 2021.

⁵ JACOTEI. Jacotei, 2021. Disponível em: <https://www.jacotei.com.br/>. Acesso em: 02 de set. 2021.

Embora a questão da multiplataforma tenha sido resolvida, seriam necessárias estratégias para coletar informações verdadeiras e atualizadas de produtos nos estabelecimentos direcionados à região de cada usuário.

Uma solução possível seria o uso de *Web Crawlers*. Segundo Fabro (2018), *Web Crawler* ou Rastreador Web, é uma ferramenta que realiza buscas em páginas da internet, coletando e classificando seu conteúdo, seja ele texto, imagem, vídeo, entre outros.

Existem dois tipos de web crawlers, os não focados e os focados. No primeiro, o rastreador tem por finalidade varrer toda a web, enquanto que na segunda estratégia, o escopo de busca se limita a um determinado assunto (FABRO, 2018).

Não obstante, as duas opções apresentam uma desvantagem semelhante para a proposta deste trabalho, os dados se limitariam apenas aos estabelecimentos que possuem algum sítio eletrônico. Além disso, de acordo com Fabro (2018), um rastreador estruturado, para conseguir navegar e retirar os dados desejados de um sítio eletrônico, também se torna limitado e seu uso só será efetivo sobre endereços web específicos.

Diante das limitações apresentadas pelo uso de *Web Crawlers* no contexto do projeto, a proposta identificou a potencialidade da colaboração entre os próprios membros do aplicativo. O compartilhamento de informações online se tornou algo comum entre as pessoas no dia a dia. Aplicativos como *Waze*⁶, utilizam esta abordagem, os usuários compartilham informações em tempo real sobre as condições de trânsito (bloqueios, blitz policiais, acidentes, etc.). O *Waze* coleta esses dados, analisa, informa a comunidade sobre as condições do trânsito e disponibiliza o melhor trajeto para os usuários.

Em vista disso, o trabalho buscou formas de engajar o usuário a contribuir com informações de produtos em sua região, validando os dados informados por outros usuários do mesmo território. Neste cenário, o indivíduo possui um papel central para o funcionamento do PWA, pois não só é responsável por registrar produtos de estabelecimentos em sua localidade, como também avalia a veracidade das informações disponibilizadas.

Mesmo diante de uma solução computacional que entregue, de forma eficiente, aos seus usuários os produtos localizados em um determinado território, emerge a necessidade de identificar formas de filtrar e direcionar conteúdos de interesse do usuário, poupando-o de exaustivas buscas e sistematizações.

Neste cenário, Howe, em 2006, apresentou um modelo baseado na participação dos usuários (pessoas) na solução de problemas, o crowdsourcing. Esse modelo pode ser aplicado como um processo de contribuições colaborativas de um grupo de indivíduos e,

⁶ WAZE. Waze, 2021. Disponível em: <https://www.waze.com/pt-BR/>. Acesso em: 06 nov. 2021.

especialmente, de uma comunidade online, com o objetivo de trabalhar colaborativamente para alcançar um ou mais objetivos⁷ (HOWE, 2006).

Partindo da ideia de colaboração, para (FAZIO, 2013 *apud*. SHARDANAND e MAES, 1995), às preferências das pessoas não são aleatoriamente distribuídas, geralmente há tendências e padrões relacionados à preferência de um indivíduo assim como em grupos de pessoas. Nesse sentido, baseado em cada registro de usuário, é possível traçar suas preferências e assim recomendar itens que se encaixam em seu perfil.

Assim, é essencial adotar alguma estratégia de recomendação, desta forma, o comprador teria os dados unificados, ou seja, não precisaria navegar em vários sites para encontrar mercadorias na sua região, porém as informações estariam desestruturadas, tendo que realizar classificações manuais e custosas.

Diante disso, este trabalho objetivou o desenvolvimento de um aplicativo capaz de entregar aos seus usuários, uma solução multiplataforma utilizando tecnologias recentes (PWA), que possui dados estruturados dos produtos direcionados a sua região, com o emprego de algoritmos de filtragem e recomendação colaborativa, empregando o conceito de crowdsourcing e oferecendo uma opção ao consumidor que ao permitir acesso a uma gama de produtos geolocalizados de seu interesse diretamente, eliminando a necessidade da consulta em diferentes sites, anotando diferentes preços.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Compreender os limites e desvantagens do crowdsourcing;
- Pesquisar formas de engajamento presentes na literatura cujas informações são baseadas em métodos de engajamento de usuários de um serviço cujas informações são baseadas em crowdsourcing;
- Implementar formas de engajar usuários consumidores no crowdsourcing;
- Desenvolver um sistema de comparação de preço por meio de crowdsourcing;
- Pesquisar as tecnologias PWA presentes na literatura;
- Desenvolver e aplicar técnicas de recomendação aplicadas ao crowdsourcing.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: Na seção 2, discute-se os principais trabalhos relacionados ao tema e sua respectiva relevância. Na seção 3, apresenta a metodologia utilizada para a concepção do projeto. Na seção 4 são apresentados os resultados

⁷ A mão de obra nem sempre é gratuita, mas custa muito menos do que pagar aos funcionários tradicionais. Não é terceirização; é crowdsourcing. (HOWE et al., 2006)

e discussões desta proposta. Por fim, na seção 5, é apresentado as considerações finais do trabalho.

2. Revisão Bibliográfica

Nesta seção serão apresentados os fundamentos teóricos sobre os principais conceitos abordados neste trabalho. A seção é dividida em 3 (três) subseções: Na subseção 2.1, o conceito de *Progressive Web Apps* é discutido, expondo suas vantagens e sua importância no desenvolvimento web. A subseção 2.2, aprofunda-se sobre a definição de crowdsourcing, por conta da sua grande disseminação, atualmente são encontradas várias abordagens, processos e técnicas idealizadas. Em vista disso, nesta subseção será apresentado a base conceitual que o presente trabalho utilizou. Na subseção 2.3, discute-se os conceitos basilares de sistemas de recomendação e apresenta a técnica abordada no projeto.

2.1. Progressive Web Apps

As aplicações móveis, vulgarmente conhecidas por *Apps*, alcançaram um enorme sucesso no mercado de dispositivos móveis que atraiu muitas empresas interessadas em ter as suas próprias aplicações móveis nativas⁸ (FORTUNATO e BERNARDINO, 2018).

Contudo, os aplicativos nativos possuem algumas deficiências, como dificuldades no desenvolvimento uma vez que são construídos para funcionar em sistemas operacionais específicos e em sua maioria dependem de lojas oficiais como Google Play Store⁹ e App Store¹⁰.

Ainda sobre as deficiências na utilização de aplicativos nativos, os usuários precisam passar por várias etapas que incluem inscrever-se na respectiva loja, verificar a memória, baixar, finalizar o download, instalar e finalmente abrir para usá-lo (THAKUR, 2018).

Neste cenário, surge a necessidade de uma plataforma que combine os recursos e experiências de aplicativos nativos com o alcance da web. O *Progressive Web App* (PWA) é simplesmente essa plataforma (THAKUR, 2018).

O termo *Progressive Web App* foi inicialmente proposto por Russell em 2015, definindo como aplicações desenvolvidas por meio de um conjunto combinado de conceitos e tecnologias web. PWA contribuiu para a unificação da experiência móvel, onde os aplicativos

⁸ Aplicação nativa são aplicações desenvolvidas para um sistema específico, como Android, IOS, etc.

⁹ GOOGLE PLAY STORE, Google Play Store, 2021. Disponível em: <https://play.google.com/store>. Acesso em: 6 nov. 2021.

¹⁰ APP STORE, App Store, 2021. Disponível em: <https://www.apple.com/br/app-store>. Acesso em: 6 nov. 2021.

da web podem ser instalados e distribuído sem mercado de aplicativos, funcionam de forma offline, recebem notificações push, assemelhando-se a aplicativos normais (BIØRN-HANSEN, MAJCHRZAK e GRØNLI, 2017).

Neste sentido, de acordo com Hume (2017), estas representam um conjunto combinado de tecnologias web necessárias para uma aplicação que utilize o PWA: HTML, CSS e JavaScript; *service workers*; *manifest file*, e uma aplicação para atender as características desta plataforma deve ser composta por três componentes principais.

1. Um aplicativo desenvolvido com tecnologias web (HTML, CSS e JavaScript);
2. Serviços de funcionamento (“*service workers*”): módulos de software escritos em JavaScript que funcionam em segundo plano e cuidam de algumas funcionalidades como notificações e tarefas offline (e outros recursos do aplicativo que podem continuar funcionando sem conexão com a internet);
3. Integração com o sistema operacional (via “*manifest file*”): é o que torna possível instalar esse aplicativo web no dispositivo e incluir seu ícone na tela como um aplicativo nativo convencional.

Um aplicativo desenvolvido a partir da abordagem PWA possuirá grande proximidade à filosofias de desenvolvimento mais abertos, tais como software livre, open source, interoperabilidade, etc. (RAYMOND, 1997), uma vez que seu funcionamento depende apenas da capacidade e suporte dos navegadores web (como Chrome ou Firefox, por exemplo), além de não precisar se submeter ao escrutínio de grandes empresas para constar em suas lojas oficiais, estando disponível para qualquer usuário com acesso ao aplicativo.

Para Fortunato e Bernardino (2018), destacam-se como benefícios de um PWA o menor custo de desenvolvimento e manutenção, a agilidade no desenvolvimento (“*time to market*”), a maior proficiência em desenvolvimento web (maior facilidade na aquisição) entre desenvolvedores, e a constante evolução das tecnologias utilizadas; possui debug facilitado; é multiplataforma e multidispositivo (maior acessibilidade pois, essencialmente, é um sistema web); e, também está disponível fora de lojas oficiais (ex. *App Store* e *Google Play Store*).

Ainda, segundo o Tandel e Jamadar (2018), o tempo gasto para a primeira pintura da folha de estilo da página da web habilitada para o PWA é menor (aproximadamente 85 ms) em comparação uma página web sem PWA (aproximadamente 1769 ms).

Como exemplo, a rede social Twitter, após adotar a abordagem PWA, obteve um aumento de 65% nas páginas por sessão¹¹, 75% mais Tweets, redução de 20% na taxa de rejeição, resultando em um aplicativo 97% mais leve (LEPAGE, 2020).

2.2. Crowdsourcing

O Crowdsourcing é um paradigma para resolução de problemas baseado na energia humana (CHITILAPPILLY, CHEN e AMER-YAHIA, 2016). O termo foi primeiro proposto e apresentado por Howe (2006), como uma alteração do termo “*outsourcing*” (terceirização) para descrever um método possível para a delegação de uma determinada tarefa ou atividade para um público disponível (uma multidão, um grupo, uma “galera”)(SHIRKY, 2012).

Segundo a definição original de Howe (2006), crowdsourcing pode ser descrito como: “O ato de pegar um trabalho tradicionalmente desempenhado e delegado a um agente (normalmente um funcionário) e terceirizá-lo para um grupo de pessoas indefinido e geralmente grande no formato de uma chamada geral.”.

Desde sua proposição, o crowdsourcing foi adotado e proliferado em diversas iniciativas, que se beneficiam da disponibilidade de colaboradores ao redor do mundo para realizarem tarefas em troca de recompensas (ARIS e DIN, 2016).

Ainda que se demonstre viável para diversos casos, há desafios em torno do uso, aplicação e implementação do crowdsourcing (ISLAM et al., 2019), e da caracterização do público disponível para realização de tarefas e atividades delegadas e suas peculiaridades (NIU e QIN, 2017).

O trabalho de Aris e Din (2016) propõe uma taxonomia para crowdsourcing, em que adotam uma abordagem “de baixo para cima”(“*bottom-up approach*”), ou seja, tratam iniciativas que se apresentam como sendo de crowdsourcing como casos a serem analisados. Da análise desses casos são derivadas as características do que é crowdsourcing. No trabalho os autores selecionaram 60 casos de iniciativas de crowdsourcing para essa análise e concluíram que:

- 14 (23%) ainda se enquadram na definição original de Howe (2006);
- 44 (73%) variam da definição original em muitos aspectos;
- 2 iniciativas foram descartadas da análise pois nelas não foram encontradas quaisquer atividades de crowdsourcing.

¹¹ A sessão é um grupo de interações de usuários com sua aplicação Web em um determinado período de tempo.

Dentre as características de iniciativas de crowdsourcing que variam ou divergem da definição original de Howe (2006), as mais significativas encontradas por Aris e Din (2016) foram:

- A. A presença de participantes passivos;
- B. A recompensa não financeira;
- C. A variedade de tipos de tarefas com diferentes complexidades;
- D. As funções adicionais realizadas pelos usuários.

Para um melhor entendimento das iniciativas de crowdsourcing selecionadas, Aris e Din (2016) definem cada uma das abordagens como segue:

A) A presença de participantes passivos: originalmente, toda tarefa realizada por um colaborador foi visualizada apenas pelo solicitador ou coordenador, mas não por outros colaboradores, enquanto iniciativas analisadas contam com essa possibilidade, fator identificado pelos autores como participação passiva (ou participante passivo). Esse novo tipo de participante é chamado de buscador de informação (“*information seeker*”) e se beneficia do acesso às soluções submetidas por outros colaboradores.

B) Recompensa não financeira (“*Extrinsic Non-financial Reward*”): originalmente, a recompensa para o colaborador por uma atividade realizada por intermédio de algum pagamento, dado que esse colaborador está, em tese, substituindo um funcionário remunerado. Enquanto iniciativas analisadas têm outros mecanismos mais criativos e flexíveis de recompensa, como, além de pagamento em dinheiro, o investimento semente (“*seeding fund*”), pontos e comentários (“*reviews*”) de outros usuários (o que é usado para “*rankear*” colaboradores) e até nenhuma recompensa.

C) Variedade de tipos de tarefas com diferentes complexidades: nesta abordagem, originalmente, o crowdsourcing parte de uma iniciativa das empresas, enquanto entre as iniciativas analisadas há as sem fins lucrativos, como missões para socorro em desastres e projetos de ciência cidadã, o que resulta numa variedade e diversidade dos tipos de tarefas a serem realizadas, aumentando a variedade dos tipos de conteúdo. Com isso, um projeto pode ser complexo e depender de muitos colaboradores geridos por um coordenador -

configurando co-criação (“*co-creation*”) - e, ao contrário de se resumir numa tarefa que pode ser realizada instantaneamente, pode levar meses até ser completada e depender de esforços consideráveis e dinheiro.

D) Funções adicionais realizadas pelos usuários: originalmente, não há intermediários entre colaborador, solicitador de tarefa e coordenador, porém, a partir da análise das iniciativas, notou-se que uma das grandes evoluções é a presença da plataforma como um intermediário entre esses tipos de usuário. Isso separou coordenador e solicitador em funções mais distintas, já que originalmente as atividades desses dois tipos de usuário podiam ser feitas pela mesma pessoa, enquanto agora o primeiro vira praticamente um gestor de colaboradores, pagamentos de recompensas e consultoria para colaboradores e solicitadores. Não sendo necessariamente um outro usuário, esse intermediário se evidencia como uma nova camada sistêmica na plataforma, como num dos casos analisados, em que os colaboradores, ao final de uma tarefa realizada, podem avaliar os solicitadores, o que também pode ser considerada uma nova solicitação de tarefa a ser realizada e que depende da anterior.

Além das iniciativas, é relevante a discussão sobre o processo crowdsourcing. Segundo Aris e Din (2016) o processo de crowdsourcing visa resolver problemas como fluxo de trabalho colaborativo, atribuição de tarefas, colaboração assíncrona e síncrona, trabalho em massa em tempo real.

Compreende-se processo de crowdsourcing como a metodologia ou a técnica em que o modelo utiliza para a colaboração e coordenação de várias pessoas de forma online. Por ser uma definição seminal, os detalhes da implementação não foram discutidos, o que abriu espaço para várias interpretações (NIU e QIN, 2017).

Em face do exposto, o presente trabalho tomou como base os conhecimentos propostos por Niu e Qin (2017), dividindo o processo de crowdsourcing em 3 (três) etapas principais: atribuição da tarefa, mecanismo de incentivo e comunicação entre colaboradores.

A) Atribuição da tarefa

Refere-se à ação que acontece entre a oferta da tarefa e a reivindicação de um colaborador para fazê-la, ou seja, a atribuição da tarefa é a ação em que o colaborador se

incumbe à tarefa com o intuito de realizá-la, cuja maior implicação é ela deixar de continuar disponível para outro colaborador já que um colaborador já está atribuído à ela.

B) Mecanismo de incentivo

Nesta etapa os colaboradores não são obrigados a participar, por isso precisam de um ou mais incentivos para que as tarefas sejam realizadas. Das diversas formas de atrair e incentivar um colaborador a realizar uma tarefa, todas podem ser agrupadas em duas formas de recompensa: extrínseca (dinheiro, descontos, cupons, produto grátis, etc.), intrínseca (prazer, diversão, se sentir bem por fazer algo, dentre outros).

C) Comunicação entre colaboradores

A comunicação entre colaboradores é importante, principalmente para realização de tarefas complexas. No processo de realização de tarefas complexas, a comunicação auxilia na organização e na eficiência dessa colaboração. Tarefas complexas e com exigências profissionais podem envolver muitos e múltiplos estágios, o que exige times remotos ou indivíduos especializados para serem realizadas. O desafio é coordenar um grande número de colaboradores sem perda de informação ao longo dos processos, por isso uma comunicação eficiente permite que colaboradores compreendam a tarefa mais rapidamente e otimizem o tempo de trabalho, o que aumenta também a qualidade do resultado final.

2.3. Sistemas de Recomendação

Segundo Rashid et al. (2006), atualmente existe um número muito grande de conteúdo disponível na Web, gerando um problema de sobrecarga de informações. Portanto há uma necessidade de filtrá-la e apresentá-la de acordo com as necessidades de visualização de conteúdo dos interessados, que, por diversas vezes, confundem-se em meio à grande quantidade de informação (FAZIO, 2013).

Buscando minimizar este problema, os sistemas de recomendação surgiram, focando na busca por informações relevantes de acordo com características do próprio usuário (CAZELLA et al., 2009). Esses sistemas sugerem itens nos quais um usuário pode estar interessado com base em suas preferências, comportamentos observados e informações sobre os próprios itens (RASHID et al., 2006).

Diferentes técnicas são aplicadas no desenvolvimento de sistemas de recomendação para que os conteúdos mais adequados para seus usuários sejam encontrados (CAZELLA et al., 2009). O trabalho de Fazio (2013), apresenta vários exemplos sobre as diversas estratégias

presentes na literatura, contudo, neste trabalho serão abordadas as técnicas baseadas em Filtragem Colaborativa (FC), uma vez que representa a coletânea de técnicas mais utilizadas na literatura e em sistemas comerciais web (CAZELLA et al., 2009).

2.3.1. Filtragem Colaborativa

A Filtragem Colaborativa (FC) representa um conjunto de algoritmos de recomendação que baseiam suas previsões e recomendações nas classificações ou comportamento de outros usuários no sistema (HERLOCKER et al., 2004).

Nesta técnica, os conteúdos que podem ser recomendados são filtrados com base nas avaliações (*feedback*) feitas pelos usuários sobre os mesmos itens. Esta avaliação procura analisar as similaridades entre os “interesses” pelos itens do grupo (CAZELLA et al. 2009).

Diversos sistemas implementam técnicas de filtragem colaborativa. O mais popular e bem sucedido é o da empresa *Netflix*. A empresa desenvolveu todo o roteiro da série *Stranger Things* a partir de algoritmos de FC (ALZAMORA et al., 2017).

De acordo com informações concedidas por Carlos Gomez-Uribe, vice-presidente de novos produtos de Netflix, e Xavier Amatriain, diretor de engenharia dessa empresa, em entrevista à revista Wired em 2013, 75% das escolhas de consumo são baseadas em recomendação (ALZAMORA et al., 2017).

Logo, encontrar formas de filtrar o conteúdo e oferecer relevância ao usuário tornou-se um imenso diferencial competitivo entre as organizações, principalmente para o mercado virtual (FAZIO, 2013). Neste cenário, houve um investimento em algoritmos com aplicações principalmente voltadas ao comércio. Numerosos algoritmos de FC foram desenvolvidos nos últimos quinze anos, cada um dos quais aborda o problema de um ângulo diferente (CAZELLA et al., 2009).

Ao analisar os algoritmos existentes, Cazella et al. (2009) destaca as principais etapas de um sistema de recomendação por filtragem colaborativa, apresentando os seguintes tópicos como etapas importantes de uma FC:

1. Usuário fornece seu perfil de avaliações;
2. A FC identifica usuários com perfis similares (vizinhos);
3. Estas avaliações são combinadas a fim de obter recomendações direcionadas ao perfil selecionado.

Na Etapa 1, são coletados os itens avaliados pelo usuário - um item ou produto poderá ser qualquer objeto sobre o qual uma pessoa poderá expressar sua opinião (FAZIO, 2013; AGGARWAL et al., 1999) -, em seguida é montado o perfil de avaliação. A etapa 2 consiste em identificar os perfis similares utilizando cálculos (Como o cálculo do coeficiente de similaridade entre dois usuários discutido no trabalho de Fazio (2013)), para definir os vizinhos, ou seja, pessoas com perfis semelhantes. Por fim, a etapa 3 compreende a normalização das avaliações fornecidas pelos usuários ao item em análise para recomendação e calcula-se a predição, ponderando-se as avaliações dos vizinhos com seus respectivos pesos de similaridade (CAZELLA et al., 2009).

3. Procedimentos Metodológicos

Foi utilizado o método de pesquisa aplicada com a finalidade de desenvolver um produto para resolver o problema proposto através de um estudo, partindo-se de uma revisão bibliográfica. O trabalho também se caracteriza como hipotético-dedutivo, pois toma-se o conceito de crowdsourcing como uma abordagem possível para o tema e possui o objetivo de verificar sua usabilidade por meio do produto construído.

A solução desenvolvida é composta por dois componentes: aplicação *back-end*¹² e PWA. Nesse sentido, a metodologia adotada para o desenvolvimento foi a divisão da implementação da solução em duas etapas. Na primeira etapa foi construído uma API¹³ para gerenciar os dados e persisti-los no banco de dados. Na segunda etapa, foi desenvolvido o PWA, consumindo a API resultante da etapa anterior.

O trabalho de Cobalchini (2018) apresenta um método de desenvolvimento de 3 (três) aplicações (sistema *mobile*, *back-end* e *front-end*), baseado em um ciclo de planejamento iterativo de análise, prototipação e implementação de requisitos.

Diante disso, o projeto utiliza a abordagem exposta por Cobalchini (2018), pois mostrou-se viável devido ao seu emprego em projetos com características semelhantes e uma boa organização e divisão das etapas, facilitando a construção do *back-end* e do PWA.

O método resume-se em 5 etapas principais:

1. Planejamento;
2. Validação;

¹² Uma aplicação servidora ou aplicação *back-end* em computação é o sistema responsável por armazenar e/ou processar e fornecer dados para que outras aplicações ou sistemas possam consumir de diversas formas (SILVA et al., 2017).

¹³ *Application Programming Interface* (API) são interfaces que fornecem definições e protocolos para utilização e integração de seus serviços (ERSE, 2021).

3. Análise dos requisitos;
4. Prototipação;
5. Desenvolvimento.

Na Etapa 1, planeja-se as novas tarefas a serem desenvolvidas, estas que podem ser funcionalidades, melhorias, correções no APP ou na API. Em seguida, na Etapa 2, valida-se se a tarefa a ser desenvolvida está de acordo com o que foi proposto no escopo¹⁴ do trabalho. A Etapa 3, realiza-se o levantamento e análise de requisitos para a prototipação. Na etapa 4, desenvolve-se um protótipo da tarefa a ser desenvolvida. Por fim, a tarefa é desenvolvida na Etapa 5 e integrada ao projeto.

A documentação gerada no projeto, tais como a descrição geral, análise de requisitos, casos de usos e respectivos diagramas, podem ser consultados no sítio eletrônico: <https://drive.google.com/drive/folders/1BHW12MeknndutbP22WPxkvjdAXSZHkdz>.

Após o desenvolvimento dos dois componentes do trabalho (API e PWA), foi elaborado um questionário composto por 9 (nove) perguntas com o objetivo de verificar a faixa etária do público de interesse nesta proposta; obter informações quanto à importância de aplicativos de pesquisa online; identificar os principais meios que o usuário utiliza para ficar ciente de promoções nos supermercados locais; analisar a abrangência de sistemas/grupos de recomendações nas decisões de compra; obter informações quanto à facilidade na utilização do aplicativo, consulta e cadastro de produtos, sistema de recomendação, sistema de bonificação, etc.; analisar o nível de aderência a ferramenta e o interesse no seu uso e recomendação; explorar se as indicações de produtos foram relacionadas aos produtos de interesse, semelhantes aos produtos que selecionou como gostei; examinar se as indicações de produtos foram relacionadas aos produtos de interesse, semelhantes aos produtos que selecionou como gostei¹⁵.

3.1. Técnicas e ferramentas utilizadas

No Quadro 1 foram sistematizadas as principais tecnologias e ferramentas utilizadas para a construção das duas aplicações apresentadas no trabalho.

A aplicação *back-end* corresponde a uma API *Rest*¹⁶ desenvolvida utilizando a linguagem de programação *Typescript*, responsável em gerenciar e prover os dados do PWA

¹⁴ Conjunto de características que orientam o projeto para seu resultado final (SANTOS, 2017).

¹⁵ As perguntas podem ser observadas no Quadro 4.

¹⁶ API REST, também chamada de API RESTful, é uma interface de programação de aplicações (API ou API web) (REDHAT, 2021).

(como controlar o acesso de usuários, salvar informações de produtos no banco de dados, etc.). A documentação pode ser acessada pelo seguinte sítio eletrônico: <https://quantu-api.herokuapp.com/doc>.

Quadro 1. Principais ferramentas utilizadas no projeto.

Ferramenta	Versão	Sítio eletrônico oficial	Descrição
Aplicação <i>back-end</i> - API			
Typescript		https://www.typescriptlang.org/	Linguagem de programação.
Node	14.16.1	https://nodejs.org/dist/v14.16.1/	Build e execução do código em JavaScript.
GER	0.0.99	https://www.npmjs.com/package/ger	Biblioteca para filtragem colaborativa.
Express	4.17.1	http://expressjs.com/	Biblioteca para otimizar a construção da API.
Jsonwebtoken	8.5.1	https://www.npmjs.com/package/jsonwebtoken	Biblioteca para geração de <i>tokens</i> .
Visual Studio Code	1.60.2	https://code.visualstudio.com/	<i>Integrated Development Environment (IDE)</i> para desenvolvimento da API.
Firebase		https://firebase.google.com/	Utilizado o serviço de Cloud Firestore para armazenar os dados do APP (PWA).
Google Cloud		https://cloud.google.com/	Disponibilizar a API para o uso do PWA.
Aplicativo - PWA			
Typescript		https://www.typescriptlang.org/	Linguagem de

			programação.
Angular	12.0.1	https://angular.io/	Framework utilizado para a construção da interface de aplicações usando html, css e typescript.
Ionic	5.5.2	https://ionicframework.com/	Framework utilizado para gerar o PWA.
Google Maps - API	3.43.3	https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overview	Utilizado para buscar os nomes de Supermercados na cidade/estado do usuário.
jsPDF	2.4.0	http://raw.githack.com/MrRio/jsPDF/master/docs/	Biblioteca utilizada para gerar a lista de compra em PDF.
Visual Studio Code	1.60.2	https://code.visualstudio.com/	<i>Integrated Development Environment (IDE)</i> para desenvolvimento da API.
Google Cloud		https://cloud.google.com/	Disponibilizar a API para o uso do PWA.

3.2. Aplicabilidade do Crowdsourcing

Seguindo o sistema de categorias proposto por Niu e Qin (2017), o trabalho adotou a metodologia de crowdsourcing intrínseco a partir do emprego de recompensas. A escolha das recompensas pautou-se na definição de categorias evolutivas de Perfis de usuários, com estabelecimento de padrões de bonificação associados ao desbloqueio de funcionalidades exclusivas da ferramenta, apenas alcançáveis a partir da interação e engajamento de usuários nas tarefas basilares do aplicativo. As categorias de engajamento dos Perfis estabelecidas para o trabalho estão previstas no Quadro 2, iniciando com o perfil “Iniciante”, o qual habilita para o usuário funcionalidades básicas como cadastro de produtos, exclusão de seus produtos,

curtidas e feedbacks, sendo necessária a obtenção de pelo menos 300 (trezentos) pontos para avançar para o perfil “Profissional”, desbloqueando novas funcionalidades a serem exploradas. Este processo segue até a obtenção do nível “Sênior”, o qual desbloqueia funcionalidades exclusivas, como apresentado no Quadro 3.

A evolução dos perfis foi baseada na pontuação obtida pelo usuário em ações interativas com a aplicação, sendo as ações recompensadas pelo sistema de bonificação, conforme elencadas no Quadro 3, a ação de cadastrar novos produtos possibilita o ganho de 100 (cem) pontos, curtir produtos de outros usuários 50 (cinquenta) pontos e relatar que não encontrou o produto 50 (cinquenta) pontos.

Quadro 2. Tipos de perfis implementados na aplicação.

Perfil	Faixa de pontos	Funcionalidades
Iniciante	0 a 300	Cadastro de produtos, exclusão de seus produtos, curtidas e feedbacks.
Profissional	300 a 800	Todas dos perfis anteriores mais a criação de lista de compra
Mestre	800 a 1500	Todas dos perfis anteriores mais a geração da lista de compra em PDF.
Sênior	maior ou igual a 1500	Todas dos perfis anteriores mais a possibilidade de comentar nos produtos.

Quadro 3. Relação da pontuação obtida pelo usuário a cada interação de engajamento com a aplicação.

Interação	Pontuação
Cadastrar produto	100 pontos
Curtir produto	50 pontos
Relatar que não encontrou um produto	50 pontos

3.3. Implementação da Filtragem Colaborativa

As principais ferramentas encontradas no mercado para a implementação de filtragem colaborativa são desenvolvidas com suporte a linguagem de programação *Python* como *Spark*¹⁷ e *PySpark*¹⁸.

Apesar de sua eficiência, estas bibliotecas não possuem suporte para *Typescript* (linguagem de programação utilizada na construção da API), por isso o trabalho buscou encontrar soluções adequadas para o projeto. Neste cenário, foram identificadas três soluções mais utilizadas com suporte as tecnologias empregada na API: *Content Based Recommender*¹⁹, *Js Recommender*²⁰ e *Good Enough Recommendations*²¹.

A *Content Based Recommender*, fornece uma implementação Java de filtragem colaborativa de conteúdo para o sistema de recomendação, porém sua metodologia diverge da proposta do trabalho. Ela aplica um FC baseado pela similaridade entre itens, ou seja, ela verifica quais itens possuem as mesmas características.

Não obstante, a *Js Recommender* apresentou funcionamento semelhante à *Content Based Recommender*, porém ele retorna apenas 1 (um) resultado por vez. Diante de um cenário real, inviabiliza o relacionamento item a item para informar os produtos que são do interesse do usuário.

Em razão do seu modelo de funcionamento simples e de fácil integração com o projeto, a biblioteca *Good Enough Recommendations* (GER), mostrou-se a mais adequada para o desenvolvimento da solução. O algoritmo da biblioteca GER identifica a avaliação do usuário como um evento. Cada evento possui a identificação da ação, do item avaliado e do usuário que realizou a ação. Após o registro dos eventos em memória, a biblioteca realiza a filtragem e apresenta todos os produtos que são de interesse ao usuário estudado.

Existem diversas formas de coletar avaliações do usuário a um item (Fazio, 2013). Neste cenário, diante do padrão de execução da biblioteca GER, a solução proposta por este trabalho objetivou a construção de um sistema avaliativo baseado em curtidas.

A Figura 1 apresenta a tela em que a coleta de avaliação é realizada. O aplicativo nomeado como QUANTU, desenvolvido neste trabalho, está disponível no sítio eletrônico:

¹⁷ Spark, 2021. Disponível em: <https://spark.apache.org/>. Acesso em: 2 Set. 2021.

¹⁸ PySpark, 2021. Disponível em: <http://spark.apache.org/docs/latest/api/python/>. Acesso em: 02 Set. 2021.

¹⁹ NPM. Content Based Recommender, 2021. Disponível em: <https://npm.io/package/content-based-recommender>. Acesso em: 2 set. 2021.

²⁰ NPM. Js Recommender, 2021. Disponível em: <https://npm.io/package/js-recommender>. Acesso em: 2 set. 2021.

²¹ NPM. Ger, 2021. Disponível em: <https://npm.io/package/ger>. Acesso em: 2 set. 2021.

<https://quantu-tcc.web.app/>. Sua construção objetivou a apresentação de uma usabilidade simples, semelhante aos aplicativos utilizados pelas pessoas no dia a dia, como redes sociais.



Figura 1. Página com as informações de produtos.

Neste sentido, através do ícone de “like” o usuário é capaz de informar sua avaliação apenas com uma simples interação de clique. Após a interação, o PWA envia um *request*²² com os dados formatados no padrão definido pela biblioteca GER.

Dessa forma, a API recebe o *request* e salva o novo evento no banco de dados. Quando solicitada uma filtragem, a API realiza a busca em todos os eventos do banco de dados e os submete a biblioteca de filtragem colaborativa que retorna a listagem dos produtos similares às preferências do usuário.

3.4. Páginas desenvolvidas com estratégias de Crowdsourcing

²² Request é o pedido que uma aplicação cliente realiza para o servidor.

As páginas exibidas na Figura 2 foram desenvolvidas utilizando conceitos de crowdsourcing com o intuito de motivar o usuário a interagir com o APP e assim subir de nível.

Segundo Niu e Qin (2017), recompensa por reputação é um reconhecimento que motiva o usuário a interagir ou contribuir com o sistema. À vista disso, construiu-se uma página (Figura 2.a), com o objetivo de listar as pessoas que utilizam o APP na cidade do usuário logado. A listagem é ordenada de modo decrescente, utilizando como parâmetro o valor de pontos de cada indivíduo. Nesse sentido, os usuários com maior pontuação serão apresentados nas primeiras posições.

A fim de informar o usuário quanto ao seu nível de perfil, bem como sua pontuação atual, foi desenvolvido um informativo na página de perfil, como exibido na Figura 2.b, em que se buscou expor de forma clara a pontuação do usuário ao permitir um fácil acesso ao seu nível dentro do sistema de bonificação (Figura 2.c), estimulando o indivíduo a buscar evoluir dentro da dinâmica de crowdsourcing arquitetada pela equipe para este trabalho.

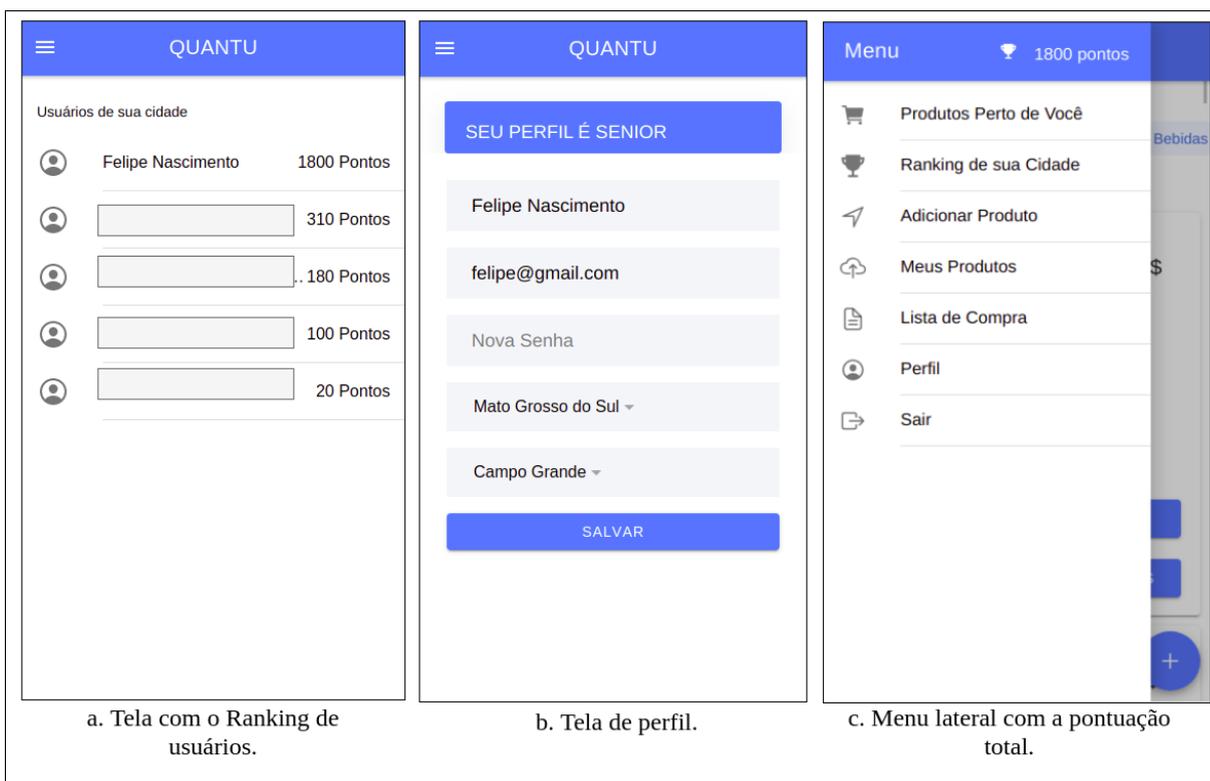


Figura 2. Destaques para as páginas implementadas utilizando metodologias de Crowdsourcing com detalhe para o sistema de recompensas e os níveis dos usuários de uma determinada região (a), a tela de perfil com as informações do usuário e a definição da região e cidade de abrangência da aplicação(b) e o menu lateral com a pontuação atual (c).

Após o cadastro, o usuário é redirecionado à página de boas vindas. Nessa página, exibida na Figura 3, o usuário é orientado quanto às possibilidades de perfis e das respectivas pontuações que pode obter com base em suas ações e interações com o aplicativo. Caso o usuário realize alguma ação que não é permitida pelo seu perfil, é mostrado uma mensagem de alerta.

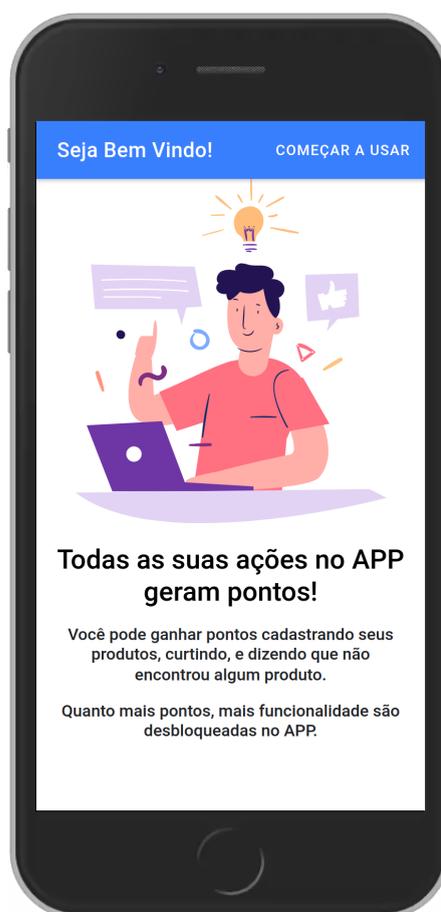


Figura 3. Página de boas vindas do APP com orientações iniciais de engajamento e recompensas.

4. Resultados e Discussões

A ferramenta e o questionário foram disponibilizados no intervalo de 30 dias entre 01/10/2021 e 30/10/2021, para toda a comunidade acadêmica do município de Dourados - Mato Grosso do Sul, obtendo o total de 13 (treze) pessoas que utilizaram o aplicativo e responderam o questionário. De acordo com sistemas de monitoramento do *Google Cloud*, servidor que foi publicado a API e o APP, nenhum erro foi reportado durante este período de teste. A aplicação *back-end* utilizou poucos recursos de processamento e o aplicativo apresentou uma taxa de resposta a requisições satisfatórias (MOURA). O público que aderiu

ao questionário possui entre 15 e 45 anos. Os usuários cadastraram um total de 11 (onze) produtos, sendo observada pouca interação com o sistema e conseqüentemente baixa pontuação dos perfis. O baixo engajamento dos indivíduos impactou diretamente na análise do sistema de recompensas proposto, uma vez que 12 (doze) dos participantes mantiveram-se no perfil “Iniciante”.

Quadro 4. Resultados obtidos a partir do questionário aplicado junto ao público em relação ao aplicativo.

1. Qual a sua idade?	69,3% entre 15 a 30 anos 30,7% entre 30 a 45 anos
2. Você costuma fazer pesquisas de preços online antes de efetuar a compra?	92,3% sim 7,7% não
3. Quais são os meios que você utiliza para ficar ciente de promoções nos supermercados locais? Você pode selecionar várias opções.	92,3% Internet 7,7% Televisão 84,6% Panfletos 7,7% Outros meios
4. Você é membro de algum grupo de compartilhamento de promoções e vendas em alguma rede social como o Facebook ou WhatsApp?	61,5% sim 38,5% não
5. Qual nota daria pela usabilidade do APP? (1 a 5)	7,7% nota 3 23,1% nota 4 69,2% nota 5
6. Recomendaria o APP Quantu para outras pessoas?	100% sim
7. Quanto a dificuldade no cadastro de produtos, como classifica sua experiência?	84,6% fácil 15,4% médio 0% difícil
8. Com relação aos perfis de usuários e o sistema de bonificação, como classificaria o aplicativo?	0% ruim 7,7% regular 23,1% bom 69,2% ótimo
9. O sistema recomendou produtos de acordo com seus interesses?	84,6% sim 15,4% não

Com base no Quadro 4, 69,3% dos usuários possuem uma faixa etária entre 15 a 30 anos. Diante disso é possível afirmar que os jovens formam o maior público alcançado pelo

APP desenvolvido. Neste cenário, é relevante destacar que o 69,2% dos usuários avaliaram com nota máxima a usabilidade do APP. Com isso, relacionando as duas porcentagens, pode-se concluir que os jovens não tiveram dificuldade em utilizar a proposta construída neste trabalho.

Similarmente, observa-se que 15,4% dos usuários tiveram dificuldades no cadastro de produtos. Em análise das respostas obtidas do questionário, indivíduos com mais de 40 anos estão inseridos no grupo que representa os 15,4% que tiveram dificuldade. Isso evidencia a necessidade de estratégias de melhorias em relação a usabilidade da proposta para um público mais velho, através de estudos sobre layouts, inclusão de tutoriais na ferramenta ou desenvolvimento de perfis específicos para categorias de idade.

Neste contexto, 15,4% das pessoas não buscam preços na internet ou não consultam folhetos. Resultado este, que corresponde ao mesmo valor do grupo de usuários que tiveram dificuldades na utilização do APP. Isso indica que o grupo de indivíduos que tiveram dificuldade em usar a ferramenta, não estão familiarizados com ferramentas online de compartilhamento de preço.

Não obstante, 7,7% corresponde ao número de pessoas que não consideraram o perfil de usuário e o sistema de bonificação atrativo, estes usuários avaliaram a usabilidade do APP com a nota mais baixa, além de mencionar que não costumam fazer pesquisas de preços online antes de efetuar a compra.

Ainda, de acordo com os dados do Quadro 4, 15,4% dos usuários afirmam que o sistema não recomendou conforme seus interesses. Esta porcentagem de usuários que não tiveram uma boa experiência com a ferramenta encontra justificativa na análise da capacidade dos algoritmos de filtragem colaborativa em precisar os resultados, uma vez que o conhecimento prévio do histórico de interesses do usuário ativo é fundamental à identificação dos melhores resultados. No caso deste projeto, histórico associado às curtidas.

Contudo, em análise aos dados de navegação e interação com a ferramenta persistidos no banco de dados, constatou-se que apenas 5 usuários curtiram algum produto, ou seja, 38,46% das pessoas que utilizaram o APP produziram pouco histórico de curtidas nos produtos cadastrados no aplicativo.

Conforme os resultados coletados a partir do Quadro 4, as pessoas utilizam a internet para consulta de preços e também consultam o preço no mercado através dos panfletos. Neste sentido, uma análise superficial afirma a viabilidade da solução proposta neste trabalho, ao passo que ao identificar produtos interessantes em folhetos promocionais, os usuários espontaneamente se sentirão compelidos a compartilhar as descobertas com outros usuários

por meio do aplicativo deste projeto. Para além de compartilhar os preços, os usuários poderão, utilizando o aplicativo, pesquisar produtos correspondentes em estabelecimentos de sua região.

Outro ponto de interesse identificado em análise do questionário refere-se ao compartilhamento de preços de produtos em redes sociais pelos usuários, em que metade dos consultados relataram compartilhar preços de produtos de sua região com seu grupo social. Neste contexto, é possível afirmar a relevância da ferramenta desenvolvida, pois centraliza todas ofertas, as quais ficariam desorganizadas e se perderiam dentre as mensagens obtidas nos grupos de preços nas redes sociais. Percebe-se a importância de grupos de preços na indicação da ferramenta e alimentação do banco de produtos, fortalecendo o uso de crowdsourcing.

Face ao exposto, constatou-se, em análise aos dados obtidos por intermédio do questionário, quanto à readequação dos parâmetros adotados nos algoritmos propostos e aplicados ao trabalho, bem como a implementação de melhorias na interface da ferramenta almejando maior tempo de uso do aplicativo, contribuindo com a expansão das estratégias de engajamento já implantadas. Isso, pois, a proposta da aplicação foi bem aceita pelos participantes (100% das pessoas recomendam o APP), em que não foram apresentadas dificuldades no acesso ao PWA ou ao cadastro de produtos (84,6% não encontraram dificuldades em utilizar o APP), a maioria dos indivíduos conseguiram encontrar produtos de seu interesse (84,6% afirmam que o sistema recomendou produtos de seu interesse), seja pela facilidade em usar o sistema (69,2% avaliaram positivamente a usabilidade do APP) ou pelo sistema de recompensas implantado (69,2% aprovaram o sistema de recompensas).

5. Considerações finais

Este trabalho apresentou a construção de uma aplicação web utilizando tecnologias recentes focadas em *Progressive Web Apps*, que possui dados estruturados dos produtos direcionados a região do usuário, com o emprego de algoritmos de filtragem colaborativa, aplicando o conceito de crowdsourcing.

De forma geral, a abordagem desenvolvida apresentou uma ferramenta capaz de auxiliar o consumidor a economizar. Como evidenciados no Quadro 4, 100% dos usuários recomendam o aplicativo e 92% utilizam a internet como principal meio de pesquisa de preço.

Porém, apenas um dos participantes interagiu com o sistema alcançando a níveis superiores. Foi possível identificar a necessidade da implementação de notificações avisando o cadastro de novos produtos, isso pode melhorar o engajamento dos usuários com o

aplicativo, o que possibilitaria que alcancem maiores pontuações. Outra solução para incentivar maior identificação dos usuários com o sistema envolve a diminuição no intervalo de pontos entre os perfis. Novas funcionalidades no aplicativo como possibilidade de exclusão de várias listas de compra, exclusão de produtos na lista de compra compactuam para melhoria da aplicação proposta neste projeto.

De forma semelhante, constatou-se que diante de uma divulgação prévia, em um tempo maior, investindo em outros meios de comunicação (como panfletos, campanhas na internet, vídeos, jornais online, etc.), a solução desenvolvida neste trabalho alcançaria um público superior.

Face ao exposto, a abordagem proposta pelo trabalho mostra-se promissora, uma vez que a partir do protótipo do PWA desenvolvido e testado, pode-se afirmar que os conceitos de crowdsourcing propostos por Howe (2006), Niu e Qin (2017), Aris e Din (2016), continuam sendo válidos e aplicados às novas tecnologias de desenvolvimento web.

Por fim, é possível destacar que o trabalho desenvolvido torna-se relevante principalmente no âmbito acadêmico e tecnológico pois aborda o uso das mais recentes tecnologias de desenvolvimento Web (PWA).

Referências bibliográficas

AGGARWAL, Charu C.; WOLF, Joel L.; WU, Kun-Lung; YU, Philip S. Horting hatches an egg: A new graph-theoretic approach to collaborative filtering. Proceedings of the fifth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, 1999.

Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/312129.312230>. Acesso em: 2 set. 2021.

ALZAMORA, G. C.; SALGADO, T. B. P.; MIRANDA, E. C. D. Estranhar os algoritmos: Stranger Things e os públicos de Netflix. Revista GEMInIS, v. 8, n. 1, p. 38–59, 2017.

Disponível em: <https://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/280>.

Acesso em: 2 set. 2021.

ARIS, H.; DIN, M. M. Crowdsourcing evolution: Towards a taxonomy of crowdsourcing initiatives. IEEE. 2016 IEEE International Conference on Pervasive Computing and

Communication Workshops (PerCom Workshops). 2016. p. 1–6. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7457122>. Acesso em: 2 set. 2021.

BIØRN-HANSEN, A.; MAJCHRZAK, T. A.; GRØNLI, T.-M. Progressive web apps: The possible web-native unifier for mobile development. SCITEPRESS. International Conference on Web Information Systems and Technologies. 2017. v. 2, p. 344–351. Disponível em:

<https://www.scitepress.org/papers/2017/63537/63537.pdf> . Acesso em: 2 set. 2021.

CAZELLA, S. C.; REATEGUI, E. B.; MACHADO, M.; BARBOSA, J. L. V. Recomendação de objetos de aprendizagem empregando filtragem colaborativa e competências. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na

Educação-SBIE), 2009. v. 1, n. 1. Disponível em:

<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1158>. Acesso em: 2 set. 2021.

CHITILAPPILLY, A. I.; CHEN, L.; AMER-YAHIA, S. A survey of general-purpose crowdsourcing techniques. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, IEEE, v. 28, n. 9, p. 2246–2266, 2016. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7456302>. Acesso em: 2 set. 2021.

COBALCHINI, Matheus Eduardo. Aplicativo mobile para lista de compras de supermercado. 2018. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica

Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10941>. Acesso em: 4 set. 2021.

DAS, S.; GANGULY, S.; GHOSH, S.; SARKER, R.; SENGUPTA, D. A bluetooth based sophisticated home automation system using smartphone. IEEE. 2016 International Conference on Intelligent Control Power and Instrumentation (ICICPI). 2016. p. 236–240. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7859709>. Acesso em: 4 set. 2021.

ERSE, Alan Vasconcellos. Desenvolvimento e análise do backend do projeto CuidalDoso. 2021. 51 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/3274>. Acesso em: 4 set. 2021.

FABRO, G. Extração estruturada de dados em fontes heterogêneas com web crawlers. 2018. 86 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Santa Catarina, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/8138>. Acesso em: 4 set. 2021.

FAZIO, M.R. Previsão de Avaliações em Sistemas de Recomendação para Nichos de Mercado. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1365598708.pdf>. Acesso em: 4 set. 2021.

FORTUNATO, David; BERNARDINO, Jorge. Progressive web apps: An alternative to the native mobile Apps. 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE, 2018. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8399228>. Acesso em: 4 set. 2021.

RED HAT. API REST. Red Hat, 2021. Disponível em: <https://www.redhat.com/pt-br/topics/api/what-is-a-rest-api>. Acesso em: 06 nov. 2021.

HERLOCKER, J.; KONSTAN, J. Evaluating collaborative filtering recommender systems. ACM Transactions on Information Systems (TOIS), v. 22, n. 1, p. 5-53, 2004. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/963770.963772>. Acesso em: 04 set. 2021.

HOWE, Jeff. The rise of crowdsourcing. Wired magazine, v. 14, n. 6, p. 1-4, 2006. Disponível em: https://sistemas-humano-computacionais.wdfiles.com/local--files/capitulo%3Aredes-sociais/Howe_The_Rise_of_Crowdsourcing.pdf. Acesso em: 2 set. 2021.

HUME, D. A. (2017). Progressive Web Apps. Manning Publications Co., Greenwich, CT, USA, 1st edition.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, IBGE Notícias. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias3023-com-pandemia-20-estados-tem-taxa-media-de-desemprego-recorde-em-2020i>. Acesso em: 4 set. 2021.

ISLAM, L.; ALVI, S. T.; UDDIN, M. N.; RAHMAN, M. Obstacles of mobile crowdsourcing: A survey. IEEE Pune Section International Conference (PuneCon). IEEE, 2019. p. 1-4. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9105827>. Acesso em: 2 set. 2021.

LEPAGE, P.; RICHARD S. What are progressive web apps? Web.dev, 2020. Disponível em: <https://web.dev/what-are-pwas/>. Acesso em: 2 set. 2021.

LINKEDIN; EVANS, Benedict. Mobile is eating the world. LinkedIn Corporation, 2014. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/50363cf324ac8e905e7df861/t/5e45cd0b002e8a3e5fc7ffa3/1581632809682/2015+Benedict+Evans+Mobile+eating+the+world.pdf>. Acesso em: 4 set. 2021.

NIU, Xiaojing; QIN, Shengfeng. A review of crowdsourcing technology for product design and development. 23rd International Conference on Automation and Computing (ICAC). IEEE, 2017. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8081981/>. Acesso em: 2 set. 2021.

AL MAMUNUR RASHID, Shyong K. Lam; KARYPIS, George; RIEDL, John. ClustKNN: a highly scalable hybrid model-& memory-based CF algorithm. Proceeding of webKDD, 2006. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.333.506&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 2 set. 2021.

RUSSELL, A. Progressive web apps: Escaping tabs without losing our soul. Infrequently Noted, 2015. Disponível em: <https://infrequently.org/2015/06/progressive-apps-escaping-tabs-without-losing-our-soul/>. Acesso em: 2 set. 2021.

SANTOS, Virgilio Marques Dos. O que é Escopo? Qual é sua função no Gerenciamento de Projetos? FM2S, 2017. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/escopo-de-projeto/>. Acesso em: 2 set. 2021.

SATYANARAYANAN, Mahadev. A brief history of cloud offload: A personal journey from odyssey through cyber foraging to cloudlets. GetMobile: Mobile Computing and Communications, v. 18, n. 4, p. 19-23, 2015. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2721914.2721921>. Acesso em: 2 set. 2021.

SHARDANAND, Upendra; MAES, Pattie. Social information filtering: Algorithms for automating “word of mouth”. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 1995. p. 210-217. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2721914.2721921>. Acesso em: 2 set. 2021.

SHARMA, V.; VERMA, R.; PATHAK, V.; PALIWAL, M.; JAIN, P. Progressive web app (pwa)-one stop solution for all application development across all platforms. Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol, v. 5, n. 2, p. 1120–1122, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/44805332/Progressive_Web_App_PWA_One_Stop_Solution_for_All_Application_Development_Across_All_Platforms. Acesso em: 2 set. 2021.

SHIRKY, Clay. Lá vem todo mundo: o poder de organizar sem organizações. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SILVA, Gustavo Henrique Garcia. Aplicação backend para consulta de dados de geoposicionamento de ônibus e previsão de chegada. 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19496>. Acesso em: 2 set. 2021.

TANDEL, S.; JAMADAR, A. Impact of progressive web apps on web app development. INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH IN SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY, v. 7, n. 9, p. 9439–9444, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sayali-Tandel-2/publication/330834334_Impact_of_Progressive_Web_Apps_on_Web_App_Development/links/5c5605d3a6fdccd6b5dde018/Impact-of-Progressive-Web-Apps-on-Web-App-Development.pdf. Acesso em: 4 set. 2021.

THAKUR, P. Evaluation and implementation of progressive web application. Metropolia Ammattikorkeakoulu, 2018. Disponível em: <https://www.theseus.fi/handle/10024/142997>. Acesso em: 10 set. 2021.