



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Breno Brito Cruz

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA TURISMO
SUSTENTÁVEL**

MOSSORÓ

2025

Breno Brito Cruz

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA TURISMO
SUSTENTÁVEL**

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto

Coorientador: Prof. Dr. Bruno de Sousa Monteiro

Mossoró - RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

CC955 Cruz, Breno Brito.
d Desenvolvimento de um sistema de recomendação
para turismo sustentável / Breno Brito Cruz. -
2025.
75 f. : il.

Orientador: Francisco Milton Mendes Neto.
Coorientador: Bruno de Sousa Monteiro.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência da Computação, 2025.

1. Turismo Sustentável. 2. Sistemas de
Recomendação. 3. Pontos Turísticos. I. Mendes Neto,
Francisco Milton, orient. II. de Sousa Monteiro,
Bruno, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Breno Brito Cruz

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA TURISMO
SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software e Sistemas Computacionais

Defendida em: 06 / 08 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Francisco Milton Mendes Neto, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Bruno de Sousa Monteiro, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Fábio Francisco da Costa, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Rogério Patrício Chagas do Nascimento, Prof. Dr. (UFS)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial a meus pais Valdenir e Francineide, junto a meu irmão Bruno, pelo amor e incentivo em todos os momentos da minha jornada.

Agradeço à minha esposa Maria Cassandra, pelo amor, pela paciência e pela força em cada etapa. E ao nosso filho(a), a caminho, que já é a maior inspiração e motivo de dedicação.

Agradeço ao meu Orientador, Professor Dr. Milton Mendes Neto, e ao Co-orientador Professor Dr. Bruno de Sousa Monteiro por sua paciência, confiança, dedicação e orientação que foram cruciais para a concretização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos, em especial Renan Bezerra, por serem o suporte emocional e por me fazer lembrar da vida fora da pesquisa.

RESUMO

O turismo é um setor crescente que contribui significativamente para a economia global, com impactos positivos e negativos. A demanda por turismo sustentável, que busca equilibrar os interesses dos visitantes e as necessidades das comunidades locais, têm aumentado. O turismo sustentável visa preservar os sistemas ecológicos e culturais enquanto atende às necessidades dos turistas. No contexto turístico, existem vários sistemas que disponibilizam recomendações de locais de acordo com as preferências do usuário. No entanto, nota-se que não há uma preocupação sustentável nessas recomendações, evidenciando a necessidade de alinhar a tecnologia às exigências do turismo sustentável. Diante deste cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de recomendação específico para o turismo sustentável. O sistema tem como objetivo fornecer recomendações em tempo real para destinos e atividades que respeitem os princípios da sustentabilidade, permitindo aos turistas selecionar destinos e atividades que minimizem impactos ambientais e promovam práticas sustentáveis.

Palavras-chaves: Turismo Sustentável, Sistemas de Recomendação, Pontos Turísticos.

ABSTRACT

Tourism is a growing sector that significantly contributes to the global economy, with both positive and negative impacts. The demand for sustainable tourism, which seeks to balance the interests of visitors and the needs of local communities, has been increasing. Sustainable tourism aims to preserve ecological and cultural systems while meeting the needs of tourists. In the tourism context, there are several systems that provide recommendations for locations based on user preferences. However, it is noted that there is a lack of sustainability in these recommendations, highlighting the need to align technology with the requirements of sustainable tourism. In light of this scenario, this work proposes the development of a recommendation system specifically for sustainable tourism. The system provides real-time recommendations for destinations and activities that respect the principles of sustainability. The idea is to create a tool that allows tourists to select destinations and activities that minimize environmental impacts and promote sustainable practices.

Keywords: *Sustainable Tourism, Recommendation Systems, Tourist Attractions.*

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Conjunto Problema-Solução do Trabalho Proposto	15
Figura 2 - Etapas da Revisão Sistemática da Literatura	21
Figura 3 - Troca de informações Interface GNOMON e Motor de Recomendação	32
Figura 4 - Fluxograma do Sistema de Recomendação Híbrida	33
Figura 5 - Opções de preferências do usuário	34
Figura 6 - Fluxo de Comparações entre usuários	36
Figura 7 - Fluxograma de Etapas da Validação	42
Figura 8 - Participantes instalando o Aplicativo GNOMON	43
Figura 9 - Telas do Tutorial no Aplicativo GNOMON	49
Figura 10 - Participantes utilizando a Tela Principal do Aplicativo GNOMON	44
Figura 11 - Ícones dos Pontos Turísticos	45
Figura 12 - Interações com os locais do GNOMON	46
Figura 13 - Telas de Seguidores do GNOMON	47
Figura 14 - Participantes se vinculando com usuários do Aplicativo	47
Figura 15 - Usuários utilizando a <i>API</i> de Recomendação	48
Figura 16 - Utilização do Postman para a validação	49
Figura 17 - Estrutura do Objeto de Recomendação	50
Figura 18 - Exemplo do Item de Recomendação	50

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Percentual de Artigos por base	22
Gráfico 2 – Número de Artigos por Ano	23
Gráfico 3 – Distribuição de idade por Participante	52
Gráfico 4 – Distribuição da Precision por Participante	53
Gráfico 5 – Distribuição do Recall por Participante	54
Gráfico 6 – Distribuição do F1-Score por Participante	55
Gráfico 7 – Distribuição da Avaliação Geral por Participante.	56
Gráfico 8 – Pesos das Preferências do Usuário A(Caso de Sucesso)	58
Gráfico 9 – Pesos das Preferências do Usuário B(Caso de Falha)	62

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Trabalhos da Revisão Sistemática da Literatura	24
Tabela 2 - Exemplificação dos Pesos	35
Tabela 3 - Vetorização dos Pesos das Preferências	36
Tabela 4 - Vínculos do Usuário 4726	59
Tabela 5 - Locais Recomendados do Usuário 4726	60
Tabela 6 - Vínculos do Usuário 4709	63
Tabela 7 - Locais Recomendados do Usuário 4709	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Contextualização	11
1.2. Questões de Pesquisa	12
1.3. Objetivos de Pesquisa	14
1.4. Metodologia de Pesquisa	15
1.4.1. Relações entre problema, métodos e soluções	15
1.4.2. Revisão Sistemática da Literatura	16
1.4.3. Estudo de Caso	17
1.4.4. Prototipação	17
1.5. Estrutura do Documento	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS	18
2.1. Turismo Sustentável	18
2.2. Sistemas de Recomendação	18
2.3. Revisão Sistemática da Literatura	20
2.3.1. Estratégias de Busca	20
2.3.2. Fontes de Dados	20
2.3.3. Processo de Seleção	20
2.3.4. Resultados da RSL	23
2.3.4.1. Questões de Pesquisa Gerais	28
2.3.4.2. Questões de Pesquisa Específicas	29
3. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO	32
3.1. Coleta de Dados	32
3.2. Desenvolvimento do Modelo	33

3.2.1. Definição de Interesses do Usuário	34
3.2.1.1. Definição de Preferências Iniciais	34
3.2.1.2. Ajuste de Preferências com Avaliações	35
3.2.2. Recomendação Híbrida (Conteúdo recomendado)	35
4. DEFINIÇÃO E TESTES DE MÉTRICAS DE VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO	38
4.1. Metodologia de Validação	38
4.2. Aplicação do Estudo de Caso	38
4.2.1. Participantes	38
4.2.2. Etapas de Aplicação	38
4.3. Coleta de Dados	39
4.3.1. Precision	40
4.3.2. Recall	40
4.3.3. F1-score	41
5. VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO	42
5.1. Condução do Estudo de Caso	42
5.1.1. Utilização do Aplicativo GNOMON e API de Recomendação	42
5.1.1.1. Configuração do Aplicativo	42
5.1.1.2. Interação Inicial e Registros de Interesses	45
5.1.1.3. Vínculo com Usuários	46
5.1.2. Utilização da API de Recomendação	48
5.1.3. Preenchimento do Formulário	51
5.2. Resultados do Estudo de Caso	52
5.2.1. Perfil Demográfico da Amostra (idade)	52
5.2.2. Métricas de Desempenho e Precisão (relevância)	53
5.2.2.1. Avaliação da Métrica Precision	53

5.2.2.2. Avaliação da Métrica Recall	54
5.2.2.3. Avaliação da Métrica F1-score	54
5.2.3. Satisfação e Aceitação Geral (Escala de 1 à 4)	55
5.2.4. Feedback Qualitativo (Aspectos / Melhorias)	57
5.2.5. Estudo Detalhado de Casos de Sucesso e Falha	58
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	67
6.1. Limitações Identificadas	67
6.1.1. Recomendação Baseada em Conteúdo e Recomendação Colaborativa	68
6.1.2. Aspectos sustentáveis durante a recomendação	68
6.2. Trabalhos Futuros	68
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

“O setor turístico vem ganhando cada vez mais espaço no mundo. Nos últimos anos, a renda gerada pelo turismo vem batendo recordes dia após dia” (GONDIM, 2022, p. 18).

De acordo com um estudo proporcionado pelo WTTC (*World Travel Tourism Council*) e com a pesquisa realizada pela *Oxford Economics* em 2023, observa-se a contribuição do setor de Viagens e Turismo no setor econômico. Nessa pesquisa observa-se que foi contribuído com 9,1% para o PIB (Produto Interno Bruto) global; um aumento de 23,2% em relação a 2022 e apenas 4,1% abaixo do nível de 2019. No mesmo ano, surgiram 27 milhões de novos empregos, o que representa um aumento de 9,1% em relação a 2022, e apenas 1,4% abaixo do nível de 2019.

Apesar dos inúmeros benefícios destacados na pesquisa mencionada, o setor de Turismo continua a exercer vários impactos. De acordo com Oliveira (2006), “o desenvolvimento da atividade turística em determinada localidade é gerador de impactos diversos, que podem tanto afetar positiva quanto negativamente a comunidade e o meio ambiente local”.

O turismo pode causar uma mudança ou perda de identidade local enquanto houver um risco de padronização e mercantilização, a fim satisfazer por todos os meios a procura turística. Além disso, uma perda em autenticidade, encontrada inicialmente num destino turístico, pode acontecer. (FRENT, 2016, p. 35)

Sobre o desenvolvimento sustentável, Postma (2017) afirma que o conceito “é incorporado como um importante ponto de partida na política e no planejamento contemporâneos em todo o mundo.”

Como bem descreve (MEDEIROS, 2013), Turismo Sustentável é uma maneira de atender tanto às necessidades dos turistas, quanto às necessidades dos locais habitados, com o objetivo de preservar os sistemas ecológicos, a cultura regional, e vários outros fatores relacionados ao meio ambiente. Já a Organização Mundial de Turismo das Nações Unidas (UNWTO, 2024) define o turismo sustentável sendo o “turismo que leva em consideração plenamente seus impactos econômicos, sociais e ambientais atuais e futuros, atendendo às necessidades dos visitantes, da indústria, do meio ambiente e das comunidades anfitriãs”.

O turismo sustentável, e especialmente o turismo científico, tem um grande potencial para reduzir os problemas econômicos que as populações residentes na reserva natural irão enfrentar, uma vez que neste último, os turistas são em sua maioria cientistas que desejam explorar e descobrir novos ambientes que lhes permitam gerar novos conhecimentos (FLOREZ, 2022)

“Desenvolver o turismo de forma sustentável implica ações que sejam socialmente justas, economicamente viáveis e ecologicamente corretas, isto é, que atendam às necessidades económicas, sociais e ecológicas da sociedade” (NEVES, 2015, p.3).

Ainda sobre o uso da tecnologia aplicada ao turismo sustentável, Khan et al. (2021) fala da importância de “incluir considerações sobre contextos verdes e estratégias para reduzir o lixo durante as viagens, esses sistemas fornecem serviços de valor agregado que melhoram a qualidade de vida dos turistas e das comunidades”.

Gondim (2022, p. 20) mostra que, apesar dos avanços tecnológicos, há turistas que ainda planejam suas viagens de maneira manual, como em papel ou criando planilhas com várias informações sobre os destinos. Enquanto isso, existem ferramentas que automatizam esse processo, tornando-o mais preciso e eficiente no armazenamento e fornecimento de informações turísticas, o que tem um impacto positivo na experiência do turista. Isso é especialmente evidente quando há recomendações de conteúdo personalizadas, alinhadas com as preferências individuais dos usuários.

Uma das formas de realizar essa personalização de conteúdo, é com os sistemas de recomendação. “Um sistema de recomendação eficiente deve ser capaz de oferecer as melhores sugestões, mesmo quando as preferências específicas do usuário não possam ser totalmente atendidas” (Lapatta, 2022).

Contextos como popularidade (classificação de localização, pontuações de sentimento, lista de desejos, número de curtidas), ambiente (estações do ano, clima, temperatura, umidade), distância (caminho mais curto, lugares próximos, geografia), tempo (dia da semana, fim de semana), e os riscos atmosféricos (saúde, meio ambiente, pandemia) são considerados principalmente em um sistema de sugestões. (Khan et al., 2021).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo fazer um sistema de recomendação, com o foco no turismo sustentável, permitindo a recomendação em tempo real de locais e pontos de interesses de acordo com as preferências do usuário, além de ter uma preocupação com elementos fundamentais de sustentabilidade.

1.2 Questões de pesquisa

Neste trabalho utilizamos a metodologia chamada Ciência do Projeto (em inglês, *Design Science Research*), que pode ser definida como uma metodologia que visa a criação e avaliação de certos elementos, com o intuito de solucionar problemas mais práticos e, ao mesmo tempo, corroborar com conhecimento científico. Segundo Wieringa (2014), Ciência do Projeto é o design e a investigação de artefatos em um contexto. Os artefatos que

estudamos são projetados para interagir com um contexto problemático com o objetivo de melhorar algo nesse contexto.

Ademais, como visto em Engström et al. (2020), A Ciência do Projeto é um paradigma para conduzir e comunicar pesquisas aplicadas, como as da engenharia de *software*. O objetivo da pesquisa utilizando este paradigma é produzir conhecimento prescritivo para profissionais de uma disciplina e compartilhar percepções empíricas obtidas a partir da investigação das prescrições aplicadas em um determinado contexto.

Ainda em Engström et al. (2020), A missão da ciência do *design* é resolver problemas do mundo real. Assim, os pesquisadores dessa abordagem buscam desenvolver conhecimento de design geral em um campo específico, a fim de ajudar profissionais a criarem soluções para seus problemas.

Levando em consideração o que foi visto, a abordagem de *Design Science* neste trabalho foi de suma importância para identificar diferentes elementos e questões que serviram fundamentalmente no desenvolvimento do projeto, como a questão ambiental e como o turismo a afeta, ou quais os algoritmos que melhor se adaptam à proposta e se assemelham ao sistema desenvolvido.

Sendo assim, os artefatos estudados dentro do contexto de turismo sustentável e sistemas de recomendação, contribuíram não só para o desenvolvimento deste projeto, como também para a criação de mais conteúdo acerca dessas temáticas, resultando em uma maior contribuição acadêmica.

- **Questão Geral de Pesquisa (GRQ):** Como um sistema de recomendação pode promover práticas sustentáveis no turismo?
- **Questão Geral Conceitual (GCQ):** O que é turismo sustentável e como suas práticas podem influenciar a indústria turística e contribuir para a sustentabilidade?

Decomposição do problema:

Questões conceituais (CQ1): Quais são os diferentes tipos de turismo sustentável?
(CQ2) Quais são os princípios básicos do turismo sustentável e como eles podem ser aplicados na prática para promover a conservação dos recursos naturais e o

desenvolvimento local? (CQ3) Quais são as principais características que diferenciam o turismo sustentável de outras formas de turismo?

- **Questão Geral Técnica (GTQ):** Quais tecnologias de recomendação são mais adequadas para promover práticas sustentáveis no turismo?

Decomposição do problema:

Questões técnicas (TQ1): Quais são os diferentes tipos de tecnologias de recomendação disponíveis na literatura? (TQ2) Em que medida as técnicas de recomendação podem ser personalizadas para atender às necessidades e preferências específicas dos turistas interessados em práticas sustentáveis? (TQ3) Como as técnicas podem considerar o contexto dos destinos e promover práticas sustentáveis ao fazer recomendações?

- **Questão Geral Prática (GPQ):** Como personalizar as recomendações para atender às preferências individuais dos turistas, enquanto promovemos práticas sustentáveis?

Decomposição do problema:

Questões práticas (PQ1): Como analisar e compreender as preferências dos turistas em relação às atividades, destinos, experiências e valores sustentáveis? (PQ2) Quais critérios de sustentabilidade podem ser integrados ao processo de personalização das recomendações? (PQ3) Como atribuir pesos aos diferentes critérios de sustentabilidade para garantir um equilíbrio adequado entre preferências individuais e práticas sustentáveis?

1.3 Objetivos de Pesquisa

O presente trabalho tem como principal objetivo trazer uma contribuição significativa na promoção do turismo sustentável, por meio de um sistema de recomendação que tem como objetivo facilitar na escolha de destinos turísticos sustentáveis e promover práticas responsáveis. A partir disto, o objetivo geral foi decomposto em dois: Objetivo de Projeto de Artefato e Objetivo de Conhecimento.

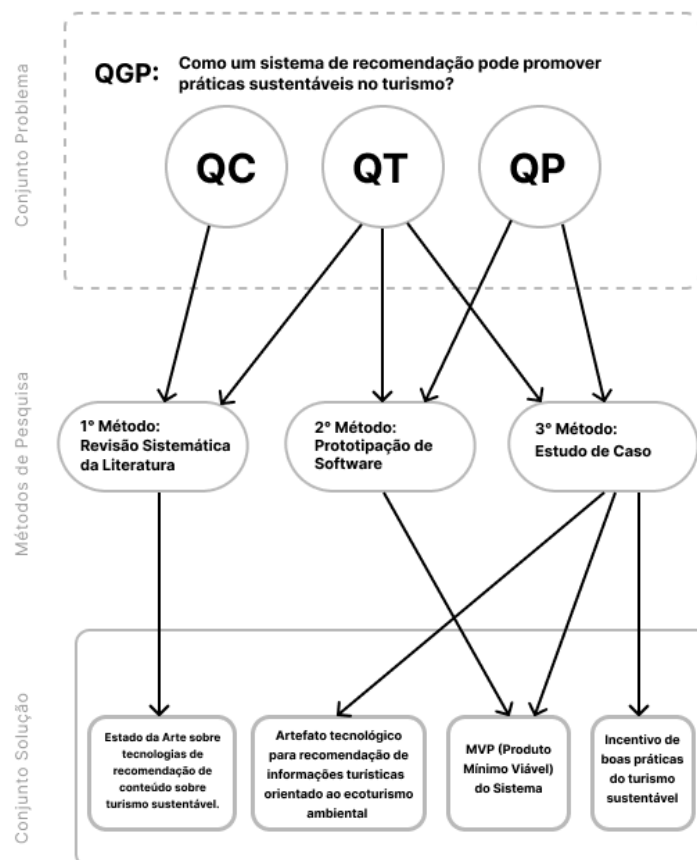
- **Objetivo de Projeto de Artefato:** Desenvolver um sistema de informação turística orientado à sustentabilidade, que identifique e sugira de forma efetiva destinos turísticos, principalmente os que aderem a princípios sustentáveis.
- **Objetivo de Conhecimento:** Promover a reeducação ambiental com base em princípios de turismo sustentável, avaliando a aplicabilidade, o impacto e a eficácia do sistema de recomendação dentro desse contexto.

1.4 Metodologia de Pesquisa

1.4.1 Relações entre problema, métodos e soluções

Para este estudo, foi desenvolvida a Figura 1 que ilustra a relação entre as questões de pesquisa e os métodos escolhidos, proporcionando uma visão clara e estruturada do processo definido para resolver os problemas abordados.

Figura 1 - Conjunto Problema-Solução do Trabalho Proposto



Fonte: Autoria própria (2024)

A Figura 1 representa as interações entre o problema inicial, os métodos de pesquisa e a solução proposta. Nas questões conceituais (QC), a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) ajudará a identificar lacunas e oportunidades para inovação na área do turismo sustentável, enquanto explora a relação entre a sustentabilidade e sistemas de recomendação, contribuindo assim para todas as questões conceituais (QC1, QC2 e QC3).

Já nas questões técnicas (QT) é perceptível a maior quantidade de relações, utilizando das contribuições dos seguintes métodos: A RSL possibilitará a identificação das técnicas mais adequadas ao contexto atual. A prototipagem, por sua vez, permitirá a análise detalhada de todos os requisitos do projeto, facilitando a seleção da técnica mais viável para implementação prática. Além disso, o estudo de caso desempenha um papel crucial ao direcionar a definição dos sistemas, capturando requisitos diretamente dos *stakeholders* envolvidos.

Nas questões práticas (QP), destacam-se duas abordagens essenciais: a prototipação e o estudo de caso. A prototipação possibilita uma análise antecipada dos requisitos reais do sistema, enquanto o estudo de caso complementa essa análise, aplicando o artefato de forma prática.

1.4.2 A Revisão Sistemática da Literatura

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) terá como objetivo fundamentar o contexto da pesquisa no cenário do turismo sustentável, permitindo a identificação de lacunas e oportunidades para a inovação, exploração, esclarecimento dos princípios fundamentais relacionados ao ecoturismo sustentável e sobre sistemas de recomendação, influenciando especificamente nas questões conceituais e nas técnicas.

As questões conceituais irão depender exclusivamente deste método de pesquisa, devido à necessidade do conhecimento a respeito do estado da arte, trazendo assim os principais componentes que compõem a área do turismo sustentável, lacunas e desafios. Já as questões técnicas necessitarão também da RSL para complementar e permitir saber quais técnicas de recomendação podem ser utilizadas na prática e qual seria a técnica mais recomendada para este contexto.

1.4.3 Estudo de caso

Nesta fase, será realizado um estudo de caso. O estudo se concentra em analisar o funcionamento do Sistema de Recomendação em um contexto real, avaliando sua capacidade de promover práticas de turismo sustentável. Espera-se que o estudo de caso contribua para a identificação de oportunidades de melhoria na recomendação de destinos e práticas sustentáveis, ajustando o sistema para melhor atender tanto às expectativas dos turistas como também a promoção da sustentabilidade.

1.4.4 Prototipação

Segundo Davis (1995), a prototipação permite que “clientes ou usuários em potencial experimentem um ‘sistema’ relativamente cedo no ciclo de vida do desenvolvimento. Ele permite que usuários e desenvolvedores determinem melhor as reais necessidades.” com isso a prototipação será utilizada neste trabalho, permitindo a definição de requisitos do sistema, além da coleta de *feedbacks* por parte dos usuários finais.

1.5 Estrutura do Documento

Este trabalho está organizado nos seguintes tópicos: No capítulo 2 tem a Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados, que explora turismo sustentável e sistemas de recomendação, assim como a Revisão Sistemática da Literatura. No capítulo 3 tem o Desenvolvimento do Sistema de Recomendação. A definição e testes de métricas de validação são detalhadas no capítulo 4, a validação do sistema de recomendação é realizada no capítulo 5, e no capítulo 6 é abordado a Conclusão e Recomendação para Trabalhos Futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

Recentemente, tem se tornado cada vez mais importante buscar soluções que integrem o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente. Ao mesmo tempo, avanços tecnológicos têm facilitado a tomada de decisões mais informadas e personalizadas de acordo com as características do usuário. Este capítulo explora essas questões, refletindo sobre como essas abordagens juntas podem contribuir na promoção de práticas sustentáveis por meio de um Sistema de Recomendação.

2.1 Turismo Sustentável

Sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, (OLIVEIRA, 2010, p. 237) define que isso “está relacionado com uma má utilização dos recursos naturais, com o aparecimento de acidentes ambientais, bem como com o aparecimento de um conjunto de desequilíbrios de índole econômico, ambiental e social”.

“A valorização de aspectos naturais e histórico-culturais levou instituições, políticos e empresários a divulgar a ideia de que o turismo poderia ser uma atividade sustentável, que por sua vez, contribuiria para o desenvolvimento sustentável” (CANDIOTTO, 2009, p. 49).

Um turismo sustentável tem a preocupação com a quantidade de pessoas que visitam um determinado local e no planejamento e na gestão devem ter presentes as questões ambientais, culturais e sociais, de forma a minimizar efeitos nefastos a nível econômico e social. Todo o empreendedor turístico pode contribuir para o desenvolvimento sustentável do turismo, gerando benefícios para as populações locais e para os seus clientes, planejando e gerindo estruturas compatíveis com o meio ambiente (NEVES, 2015,p.3).

2.2 Sistemas de Recomendação

Com o avanço da tecnologia, o consumo de informações aumentou significativamente. Paralelamente, desenvolveu-se uma forma eficiente de recomendar conteúdos com base nas preferências individuais, chamado Sistemas de Recomendação.

Segundo (SANTOS, 2024), “Os sistemas de recomendação funcionam, portanto, como salva-vidas nesse mar de dados. Sem eles, diante de tantas opções, fazer uma boa escolha poderia custar tempo, principalmente quando a pessoa possui pouca experiência de decisão em meio a inúmeras alternativas”. Ainda relacionado, (FERREIRA, 2023) afirma que “Diante da grande quantidade de informações presentes na *web*, um sistema de recomendação se torna

uma poderosa ferramenta para obter resultados que vão de encontro ao que o usuário necessita, otimizando a experiência do usuário e facilitando na tomada de decisões”.

O uso de sistemas de recomendação tem sido amplamente investigado com o objetivo de aprimorar a descoberta de objetos de aprendizagem. Estes sistemas podem fornecer recomendação de novos objetos com base no histórico de consumo e avaliações de um usuário (por exemplo, usando a abordagem de filtragem colaborativa). Estes sistemas são amplamente utilizados em comércio eletrônico, em sites como *Amazon*, e na distribuição de produtos digitais como filmes, jogos e livros. Eles também podem recomendar objetos com base em seu conteúdo – por exemplo, se um usuário assiste muitos filmes do gênero Drama, então um filme ainda não assistido deste gênero pode ser uma boa recomendação (DOS SANTOS, 2015, p.2).

“Um dos desafios dessa área de estudo está em selecionar alguns itens para serem recomendados aos usuários, em um conjunto variado de itens que pode variar entre centenas ou milhares de unidades, de modo a satisfazer as preferências de cada usuário.” (FERRO, 2010)

Segundo (MOBASHER,2000), “A maioria dos sistemas de personalização para a *web* se enquadram em três categorias principais: Sistemas de regras de decisão manuais, Sistemas de filtragem colaborativa e Agentes de filtragem baseados em conteúdo”. Contribuindo para a definição das categorias de Sistemas de Recomendação, (CAZELLA, 2008, p. 3) acrescenta que além da filtragem colaborativa e da filtragem baseada em conteúdo, os sistemas de recomendação também utilizam a técnica de filtragem híbrida, que combina múltiplas abordagens para aprimorar a precisão das recomendações.

Sistemas de regras de decisão manual personalizam um serviço baseado na *web* por meio da intervenção manual de seu designer e geralmente com a cooperação do usuário. Normalmente, modelos de usuário estáticos são obtidos através de um procedimento de registro do usuário, e várias regras são especificadas manualmente em relação ao conteúdo da web que é fornecido a usuários com diferentes modelos (DEY, 2015, p. 36).

Já sobre Sistemas de filtragem colaborativa, (CAZELLA, 2009) define que “a técnica se baseia na análise de preferências comuns em um grupo de pessoas. A essência desta técnica está na troca de experiências entre as pessoas que possuem interesses comuns e possuem “gostos” semelhantes por itens”.

A respeito da técnica de filtragem baseada em conteúdo, (BEZERRA, 2002, p. 2) fala que este método “analisa a correlação do conteúdo dos itens com o perfil do usuário a fim de sugerir os itens relevantes e descartar os itens insignificantes”.

No cenário de recomendação híbrida, especialmente aqueles que incorporam características baseadas em conteúdo em sistemas baseados em filtragem colaborativa e modelos unificados, há uma grande tendência de se utilizar revisões produzidas por usuários no intuito de incrementar as descrições das partes envolvidas no sistema. Tais revisões podem ser empregadas para a descrição de itens (D'ADDIO, 2015, p. 19).

2.3 Revisão Sistemática da Literatura

2.3.1 Estratégias de Busca

Nesta etapa, foram selecionadas algumas palavras chaves de acordo com as questões de pesquisa e de acordo com o objetivo de pesquisa principal. Com isso, foi definido as seguintes palavras chaves: (1) Sustentabilidade, (2) Sistemas de Recomendação, (3) Personalização e Preferências, (4) Tecnologia e Inovação. A escolha dessas palavras-chave é essencial para definir o escopo do trabalho, destacando a Sustentabilidade como um dos pilares centrais. Os demais termos refletem como os dados serão recomendados, com foco no turismo sustentável e nas tecnologias abordadas em trabalhos correlatos. A string de busca principal ficou definida da seguinte forma:

("sustainability" OR "sustainable development" OR "green practices" OR "environmental sustainability") AND ("recommender system" OR "recommendation system" OR "recommender engine" OR "recommendation engine" OR "personalization system" OR "content-based filtering" OR "collaborative filtering" OR "hybrid recommendation system" OR "intelligent recommendation").

2.3.2 Fontes de Dados

Como base de dados acadêmicas, foram escolhidas 4 bases, sendo elas: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus e Scielo. Essas bases foram selecionadas devido a relevância na área da pesquisa. A *string* de busca utilizada necessitou ser adaptada em algumas bases de dados.

2.3.3 Processo de Seleção

A análise seguiu o objetivo da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), considerando os trabalhos obtidos a partir da *string* de busca, totalizando inicialmente 934 estudos.

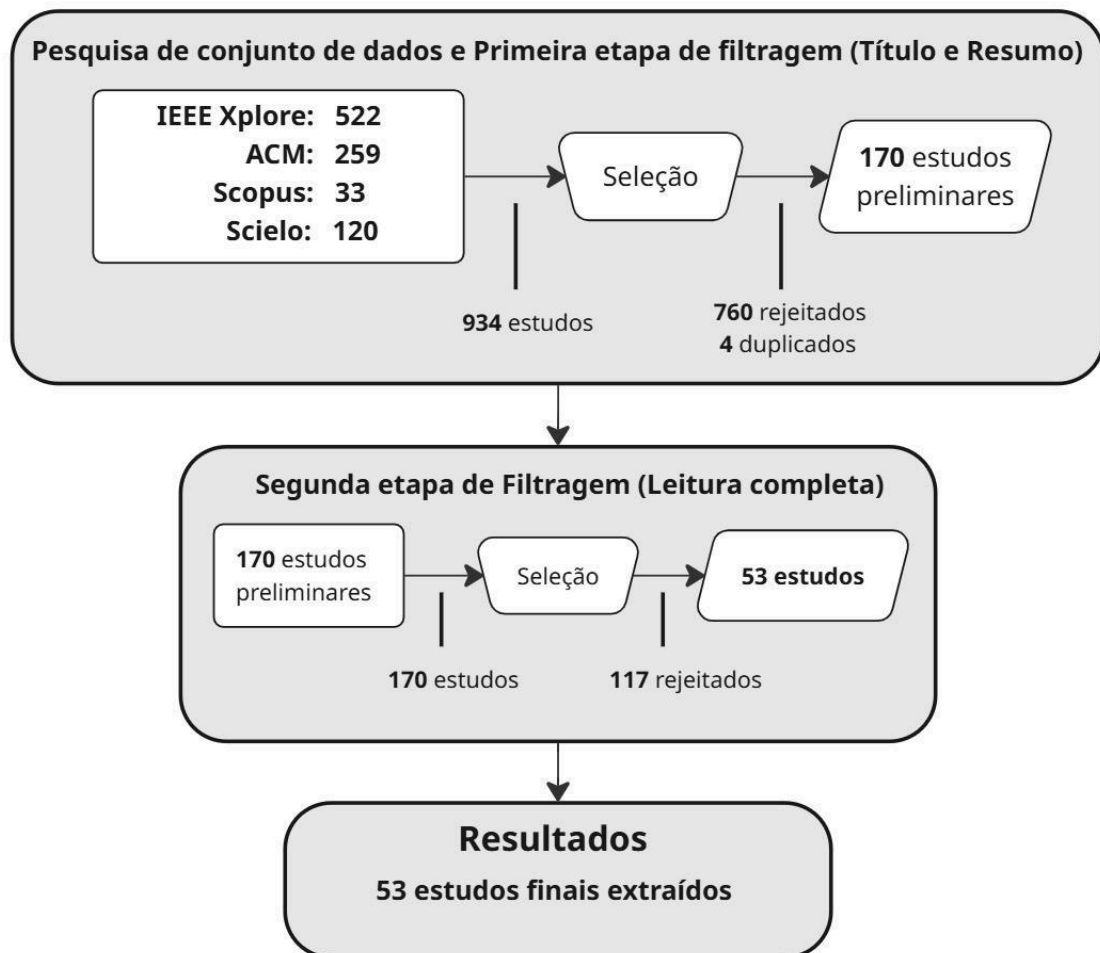
O processo de seleção foi realizado em duas etapas: primária e secundária, conforme mostrado na imagem. Na etapa primária, títulos e resumos de todos os trabalhos foram

analisados, e as duplicatas foram excluídas. Essa triagem foi conduzida com o auxílio do software Parsif.al.

Em seguida, foram definidos os critérios de exclusão:

1. Trabalhos duplicados;
2. Estudos publicados antes de 2021;
3. Estudos não relacionados diretamente aos temas de pesquisa;
4. Estudos indisponíveis em inglês ou português;
5. Revisões da literatura.

Figura 2 - Etapas da Revisão Sistemática da Literatura

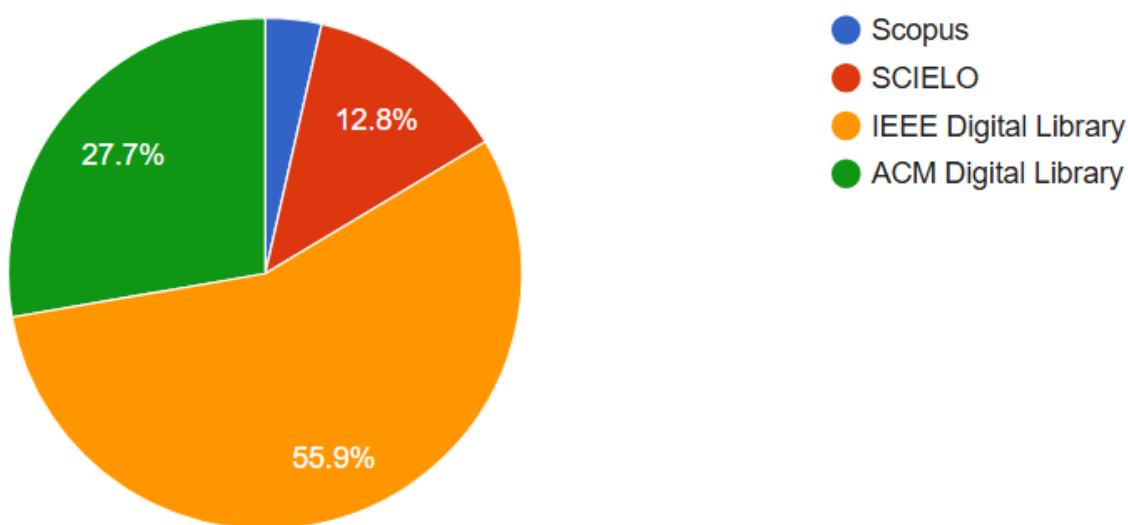


Fonte: Autoria própria

- Seleção Primária

Após a aplicação desses critérios, restaram 170 trabalhos na primeira fase, enquanto 760 foram rejeitados e 4 identificados como duplicados. A seguir veremos um gráfico mostrando a porcentagem de trabalhos selecionados de cada base de dados.

Gráfico 1 - Percentual de artigos por base

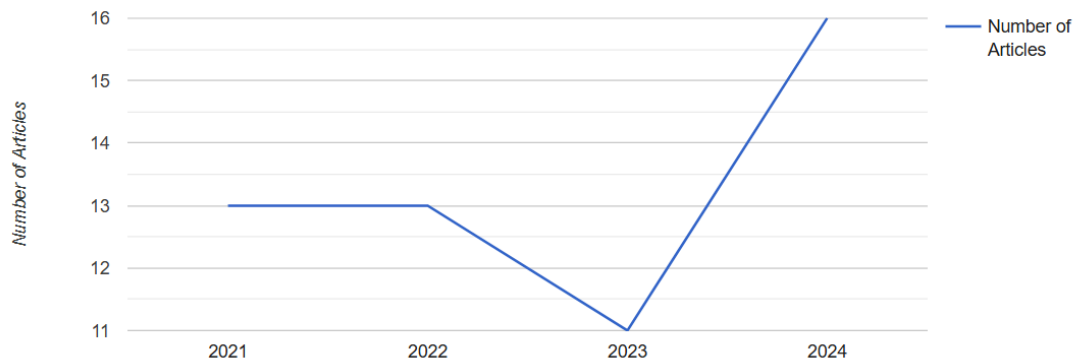


Fonte: Autoria própria

Como mostrado no Gráfico 1, tem quatro bases de dados e o percentual de artigos selecionados para cada base. Nota-se que o IEEE foi a base que mais contribuiu para a pesquisa, em seguida da ACM Digital Library, enquanto a base Scopus e SCIELO vinham em seguida com os menores percentuais.

O gráfico 2 mostra como o número de artigos publicados evoluiu entre 2020 e 2024, no qual apresentou um crescimento consistente até 2023, seguido de uma redução em 2024.

Gráfico 2 - Número de Artigos por Ano



Fonte: Autoria própria

Esse aumento inicial pode refletir um maior interesse ou produção acadêmica impulsionada por iniciativas ou tendências relevantes durante o período. Já a queda em 2024 levanta questões sobre possíveis fatores como mudanças de prioridades, disponibilidade de recursos ou a influência de eventos externos.

- Seleção Secundária

Na seleção secundária, realizou-se a leitura completa dos artigos previamente filtrados. Após essa etapa, restaram apenas 59 artigos considerados relevantes para a pesquisa.

De modo geral, a revista IEEE foi a que apresentou o maior número de publicações nesta revisão sistemática, com um total de 27 artigos incluídos. A *SCIELO* seguiu com 16 artigos, enquanto a *SCOPUS* contabilizou 11 e a ACM, por fim, teve 6 artigos.

2.3.4 Resultados da RSL

A revisão sistemática analisou artigos publicados majoritariamente em periódicos da IEEE, com foco em sistemas de recomendação aplicados ao turismo. Os estudos identificados exploram técnicas variadas de recomendação, incluindo filtragem colaborativa com uso de K-Vizinhos Mais Próximos (KNN) e lógica *fuzzy*, sistemas híbridos com Frequência do Termo-Frequência Inversa de Documento (TF-IDF), e abordagens baseadas em demografia e histórico de avaliações dos usuários. A maioria dos trabalhos considera dados como histórico

de visitas, avaliações de usuários, localização geográfica e preferências pessoais para oferecer recomendações personalizadas.

Os sistemas analisados visam otimizar o fluxo de turistas, melhorar a experiência do usuário e, implicitamente, promover a sustentabilidade ao distribuir turistas de forma mais equilibrada entre os pontos de interesse. A personalização das recomendações com base em características individuais e contextuais é um fator comum entre os estudos, embora poucos artigos abordam explicitamente critérios ambientais ou sociais ligados ao turismo sustentável.

A revisão sistemática conseguiu responder as questões conceituais e técnicas, restando as questões práticas para serem respondidas posteriormente pelos demais métodos de pesquisa abordados no trabalho.

Com o objetivo de oferecer uma visão geral dos estudos que compuseram a base desta Revisão Sistemática da Literatura, e em conformidade com as diretrizes metodológicas, a **Tabela 1 - Trabalhos da Revisão Sistemática de Literatura** elenca os principais artigos, fornecendo seus respectivos títulos e autores para referência rápida e identificação das fontes primárias.

Tabela 1 - Trabalhos da Revisão Sistemática da Literatura

Título	Autor
<i>A Hybrid Method for Recommendation Systems based on Tourism with an Evolutionary Algorithm and Topsis Model</i>	Forouzandeh, Saman and Rostami, Mehrdad and Berahmand, Kamal
<i>A Real-Time Tourism Recommender System Using KNN and RBM Approach</i>	Kishore Murugananda, G and Shiny Angel, T.S. and Kumar, Senthil and Snehathatha, N and Shaphan Manipaul, S
<i>An Approach of Utilizing Exponential Rank and In-Inverse Closeness Centrality on Recommender Systems</i>	Rrmoku, Korab and Selimi, Besnik and Ahmedi, Lule
<i>An Expectation-Maximization framework for Personalized Itinerary Recommendation with POI Categories and Must-see POIs</i>	Panagiotakis, Costas and Daskalaki, Evangelia and Papadakis, Harris and Fragopoulou, Paraskevi
<i>An intelligent information recommender system (IIRS) for next generation sustainable social tourism industry</i>	Kumar, Anurag and Goyal, Himanshu Rai and Sharma, Sachin
<i>Application of Content-Base Recommendation Algorithms on Mobile Travel Applications</i>	Zacarias, Henriques and Cangondo, Geraldo and Souza-Pereira, Leonice and Garcia, Nuno M. and Silva, Bruno and Pombo, Nuno

Título	Autor
<i>Collaborative Filtering Based-Recommender System Using Ant Colony Optimisation for Path Planning</i>	Baker, Oras and Yuan, Qing and Liu, Jie
<i>Collaborative Filtering Enhanced by Demographic Information for Tourist Sites Recommendations</i>	Febre, Luis and Valdiviezo-Diaz, Priscila and Reátegui, Ruth
<i>COLPOUSIT: A Hybrid Model for Tourist Place Recommendation based on Machine Learning Algorithms</i>	M, Ummesalma and C, Yashiga
<i>Contextual Based E-Tourism Application: A Personalized Attraction Recommendation System for Destination Branding and Cultivating Tourism Experiences</i>	Virutamasen, Pornarm and Ahadi, Navidreza and Wang, Jing and Zanzanab, Ali Ghalehban and Wongpreedee, Kageeporn and Sohaee, Negar
<i>Design of a Tourism Recommendation System Based on Sentiment Analysis with Lexicon LSTM</i>	Lubihana, Elan and Y., Bandung
<i>Design of Intelligent Recommendation APP for Eco-tourism Routes Based on Popular Data Clustering of Points of Interest</i>	Yi, Yuting
<i>Genetic Algorithm Based Personalized Travel Recommendation System</i>	Sharma, Ragini
<i>Green Destination Recommender: A Web Application to Encourage Responsible City Trip Recommendations</i>	Banerjee, Ashmi and Mahmudov, Tunar and W{"o}rndl, Wolfgang
<i>Hybrid Tourism Recommendation System: A Multi-Objective Perspective</i>	Wang, Shenqing and Cao, Ruifen and Tian, Ye and Zheng, Chunhou
<i>Hybrid Travel Recommendation Algorithm based on Center Aggregation Parameters</i>	Wang, Shoujin and Bian, Hongsheng and Li, Shangze
<i>Intelligent Exchange of Sustainable Tourist Habits among the EU Member States</i>	Leal, F{"a}tima and Pinho, Micaela
<i>Less is More: Towards Sustainability-Aware Persuasive Explanations in Recommender Systems</i>	Tran, Thi Ngoc Trang and Polat Erdeniz, Seda and Felfernig, Alexander and Lubos, Sebastian and El Mansi, Merfat and Le, Viet-Man
<i>Location-based Tourism Recommender System using Swarm Intelligence</i>	A, Adeyemo Oluwaseyi and O, Bakare Kaosara and A., Oguntimilehin and Aweh, Opani M. and Okebule, Toyin
<i>Personalized Recommendation Method of Tourist Route based on User Collaborative Filtering Model</i>	Yi, Yuting
<i>Personalized Tourism Route Recommendation System Based on Dynamic Clustering of User Groups</i>	Yin, Weiwei and Sun, Yan and Zhao, Jing
<i>Personalized Tourist Attraction Recommendation System Using Collaborative Filtering on Tourist Preferences</i>	Supanich, Weeriya and Kulkarineetham, Suwanee
<i>Point-of-Interest Recommender Systems: Nudging towards Sustainable Tourism</i>	Mauro, Noemi and Scarpinati, Livio and Ferrero, Fabio and Geninatti Cossatin, Angelo and Mattutino, Claudio

Título	Autor
<i>Recommendation System for Sustainable Day and Night-Time Cultural Tourism Using the Mean Signed Error-Centric Recurrent Neural Network for Riyadh Historical Sites</i>	Jeribi, Fathe and Perumal, Uma and Alhameed, Mohammed Hameed
<i>Recommendation System for the Improvement of E-Government Services in the Tourism Sector of Pontianak City</i>	Ilhamsyah and Rahmayudha, Syahru and Fakhruzi, Izhan and Febrianto, Ferdy and Adi, Ahmad Cahyono and Gunawan, Veri
<i>Recommendation System For Tourist Routes Using Fuzzy Logic In The Arequipa City</i>	Casilla, Braulio Nayap Maldonado and Villena, Jharold Alonso Mayorga and Velazco-Paredes, Yuber and Flores-Quispe, Roxana
<i>SEMPiR : Sequence Multiple Point of Interest Recommender System for Overland Tourism</i>	Suakanto, Sinung and Andreswari, Rachmadita and Albasori, Erza Putra
<i>Simulation of recommender systems driven tourism promotion campaigns</i>	Piliponyte, Greta and Massimo, David and Ricci, Francesco
<i>Smart Tourism Recommender System Modeling Based on Hybrid Technique and Content Boosted Collaborative Filtering</i>	Huda, Choirul and Heryadi, Yaya and Lukas and Budiharto, Widodo
<i>Smart Tourism using Attractive and Safe Travel Recommendation Technology</i>	Syahputra, M. Edo and Achmad, Said and Fahrain, Fahrain and Mackenzie, Andrew Julian and Putra Panghurian, Fepri and Santoso Gunawan, Alexander Agung
<i>Smart, hybrid and context-aware POI mobile recommender system in tourism in Oman</i>	Afsahhosseini, Fatemehalsadat and Al-Mulla, Yaseen
<i>Sustainability-oriented recommender Systems</i>	Merinov, Pavel
<i>Sustainable Intelligent Information System for Tourism Industry</i>	Kumar, Anurag and Goyal, Himanshu Rai and Sharma, Sachin
<i>Tour Spot Recommendation System via Content-Based Filtering</i>	Muneer, Mishal and Rasheed, Uzair and Khalid, Sadia and Ahmad, Muhammad
<i>Towards an efficient tourism recommendation system using multi-objective evolutionary optimization</i>	Zaizi, Fatima Ezzahra and Qassimi, Sara and Rakrak, Said
<i>Travel Recommendation System Using Content and Collaborative Filtering - A Hybrid Approach</i>	Garipelly, Vyshnavi and Adusumalli, Padma Teja and Singh, Priyanka
<i>Understanding user perspectives on sustainability and fairness in tourism recommender systems</i>	Banik, Paromita and Banerjee, Ashmi and W{"o}ndl, Wolfgang
<i>Weighted Hybrid Recommendation System for Toba Tourism Based on Google Review Data</i>	Simanjuntak, Humasak and Tarigan, Della and Sibarani, Indah and Hutapea, Cindy Juniati and Lumbantoruan, Rosni and Sigiro, Marojahan
A SUSTENTABILIDADE E A HOTELARIA CARIOCA: CRITÉRIOS PARA UM DESENVOLVIMENTO INTEGRADO E PARTICIPATIVO	SANTOS, RODRIGO AMADO DOS, ALMEIDA, RUAN SANTANA MONTENEGRO DE, MIRANDA, LUIZ FELIPE

Título	Autor
CONTRIBUTIONS OF SUSTAINABLE PRACTICES FOR THE CONSOLIDATION OF SUSTAINABLE TOURISM IN BRAZIL	Garlet, Valéria, Grellmann, Camila Pascotini, Madruga, Lúcia Rejane da Rosa Gama
Costume de casa vai à praia?: atitudes e comportamentos sustentáveis do turista em Jericoacoara, CE, Brasil	Oliveira, Laís Vieira Castro, Silva, Clayton Robson Moreira da, Romero, Cláudia Buhamra Abreu
Critérios de sustentabilidade para gestões hoteleiras em organizações de pequeno e médio port}	Santos, Rodrigo Amado dos, Paula, Helena Silvano de, Bem, Ellen da Silva
<i>Current status, attractions, and obstacles for ecotourism in protected areas of Amapá, Brazil</i>	Almeida, Lanna Maissa Lemos Dantas de, Fontoura, Ana Gabriela da Cruz, Vasconcelos, Ivan Machado de, Brito, Daguiete Maria Chaves, Hilário, Renato Richard
{Mosaico do Jalapão: perspectivas e desafios para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Jalapão ODS (ODS)}	Iwamoto, Helga Midori, Leal, Viviane de Araújo, Cançado, Aírton Cardoso
O café sombreado da serra de Baturité, Ceará, Nordeste do Brasil: gestão ambiental, sustentabilidade e impactos eco-ssocioeconômicos Baturité Ceará Brasil ambiental ecossocioeconômicos eco ssocioeconômicos	Ribeiro, Sofia Regina Paiva, Lima, Filipe Augusto Xavier, Loiola, Maria Iracema Bezerra
O IMPACTO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO CONHECIMENTO NA ORIENTAÇÃO EMPREENDEDORA E NA SUSTENTABILIDADE NO SETOR HOTELEIRO	Begnini, Sérgio, Rossetto, Carlos Ricardo, Carbalho, Carlos Eduardo
Relações entre as políticas públicas de turismo e as ações dos serviços turísticos no município de Bonito, polo de ecoturismo nacional	Oliveira, Ademir Kleber Morbeck de, Dietrich, Luciana Correia, Mariani, Milton Augusto Pasquotto
Sustainability Index of the Gruta do Lago Azul Natural Monument, Bonito Mato Grosso do Sul, Brazil	Silva-Melo, Marta Regina da, Guedes, Neiva Maria Robaldo, Melo, Gleidson André Pereira de
Sustainable behavior in nature tourism travel: the influence of local infrastructure travel	Cândido, Luis Felipe, Araújo, Dhieciane de Sousa, Leocádio, Áurio Lúcio, Guimarães, Daniel Barboza, Ponchio, Mateus Canniatti
Sustentabilidade e ESG (Environmental, Social and Governance): estudo das operações turísticas de uma Pousada na Serra Gaúcha Environmental, Environmental (Environmental Governance Governance)	Mecca, Marlei Salete, Oliveira, Franco Marcelo, Witt, Andréia Carla Velho, Velho, Fabio Daniel
<i>Tourists; perceptions of beach quality improvement during the off-peak season: a segmentation approach</i>	Lukoseviciute, Goda, Pereira, Luís Nobre
TURISMO RESPONSÁVEL: PROPOSTA DE <i>FRAMEWORK</i> A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DO SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO NO BRASIL.	D'AUREA, ALBERTO, MEIRIÑO, MARCELO JASMIM, MACKÉ, JANAINA
Turismo, governança e parques estaduais na amazônia brasileira: construção de <i>framework</i> de <i>accountability</i> Turismo brasileira	Cunha, Edileuza Lobato da, Flores, Luiz Carlos da Silva

Fonte: Autoria Própria

A condução da revisão sistemática permitiu a análise de 934 estudos, no qual foram reduzidos à 53 artigos de literatura a partir das etapas de seleção, distribuídos em quatro periódicos/bases de dados, com foco em sistemas de recomendação e sustentabilidade. A análise desses artigos demonstrou as diversas contribuições e o estado da arte na área, capacitando a formulação de respostas embasadas para as questões que guiam esta pesquisa.

2.3.4.1 Questões de Pesquisa Gerais

- GRQ: Como um sistema de recomendação pode promover práticas sustentáveis no turismo?

Como visto nos trabalhos analisados, em destaque os de Oliveira (2022) e Cazella (2008), os sistemas de recomendação podem promover práticas sustentáveis ao considerar dados como histórico de visitas, localização e avaliações, permitindo direcionar turistas a destinos menos explorados, evitando a superlotação e distribuindo melhor os fluxos turísticos, e evitando a emissão de poluentes, o que contribui para a conservação ambiental e o desenvolvimento local.

- GCQ: O que é turismo sustentável e como suas práticas podem influenciar a indústria turística e contribuir para a sustentabilidade?

Segundo os estudos realizados por Medeiros (2013), WTTC (2024), Huda (2024), Oliveira (2021) e Oliveira (2022), e também de acordo com Garlet (2021) “O conceito de turismo sustentável e suas aplicações podem ser entendidos de diferentes maneiras dependendo dos interesses dos envolvidos (população local, administração pública, empresários, turistas) e do contexto em que são utilizados”, O turismo sustentável também abordado pela Organização Mundial do Turismo (2003), é definido como aquele que busca satisfazer as necessidades dos turistas e da população local sem comprometer a integridade dos recursos naturais, sociais e culturais. o turismo sustentável é uma forma de desenvolvimento turístico que considera, de maneira equilibrada, os impactos econômicos, sociais e ambientais da atividade.

Como destaca Oliveira (2022), o ambiente natural é um dos principais atrativos turísticos, e sua conservação é fundamental para a manutenção do fluxo de visitantes. Isso evidencia a relação direta entre práticas sustentáveis e a longevidade da indústria do turismo.

- GTQ: Quais tecnologias de recomendação são mais adequadas para promover práticas sustentáveis no turismo?

Tendo visto nos trabalhos de Ferro (2010), Dey (2015) e Candiotto (2009), tecnologias híbridas (combinando filtragem colaborativa, TF-IDF e dados contextuais como localização, similaridade do cosseno) e abordagens com lógica *fuzzy* se mostram mais promissoras para adaptar-se às preferências dos usuários e promover práticas sustentáveis, visto que, segundo Huda (2024) a “técnica híbrida por meio do Filtro Colaborativo Baseado em Conteúdo (CBCF) proposto é uma novidade que pode melhorar o desempenho dos Sistemas de Recomendação (RecSys) com a diminuição do nível de erros produzido”.

2.3.4.2 Questões de Pesquisa específicas

- CQ1: Quais são os diferentes tipos de turismo sustentável?

Nos seguintes trabalhos Khan (2021), Davis (2010), Wtte (2024), Huda (2024), D’aurea (2021) destacam-se vários tipos de Turismo Sustentável, como Ecoturismo (Voltado para apreciação da natureza), Turismo Comunitário (Promovido em comunidades locais), Turismo Rural (que valoriza o campo e a produção agrícola), Turismo Cultural Sustentável (que respeita e valoriza o patrimônio histórico e cultural) e Turismo de base local (baseado na autogestão comunitária).

- CQ2: Quais são os princípios básicos do turismo sustentável e como eles podem ser aplicados na prática para promover a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento local?

Como visto nos trabalhos Oliveira (2022), Khan (2024), Medeiros (2013), Huda (2024) e Oliveira (2021), os princípios fundamentais do turismo sustentável incluem a conservação ambiental, o uso eficiente e responsável dos recursos naturais, culturais e sociais, a descentralização do fluxo turístico, a sustentabilidade econômica, a inclusão social e a educação ambiental, como relatado no trabalho de Ribeiro (2023) “Diante do exposto[...], constatou-se que o café sombreado da serra de Baturité [...], tornou-se um vetor de oportunidade para o desenvolvimento sustentável na região, tanto nos aspectos econômicos, como socioambientais”. Ribeiro (2023) afirma também que, na prática, “a atividade turística envolve diferentes modalidades, dentre elas a sustentável, por ter a proteção ambiental como um de seus pilares”. Segundo a OMT (2021), esses princípios podem ser aplicados por meio

de ações como Planejamento e gestão ambiental dos destinos, garantindo a preservação dos ecossistemas. e a valorização e participação das comunidades locais na cadeia produtiva do turismo, promovendo geração de renda e empoderamento;

- CQ3: Quais são as principais características que diferenciam o turismo sustentável de outras formas de turismo?

Dentre os trabalhos analisados UNWTO (2024), Medeiros (2013), Huda (2024) e Oliveira (2021), as principais características que diferenciam o turismo sustentável são: O comprometimento com a sustentabilidade ambiental, o foco no bem-estar das comunidades locais, incentivo à educação e conscientização dos turistas, a minimização dos impactos ambientais, sociais, e culturais, e o planejamento e a preocupação com o equilíbrio entre preservação e desenvolvimento, como visto em D'aurea (2021) também deve-se ter uma busca para “alcançar uma combinação específica de números e tipos de visitantes para minimizar o efeito de suas atividades no destino”.

- TQ1: Quais são os diferentes tipos de tecnologias de recomendação disponíveis na literatura?

Segundo os trabalhos analisados Oliveira (2022), Khan (2021), e tendo visto em Muruganandag (2023) e Forouzandeh (2021) as tecnologias de recomendação identificadas na literatura incluem Filtragem Colaborativa com KNN, uso da Similaridade do Cosseno para cálculo de similaridade entre usuários e itens, e a aplicação de lógica *fuzzy* para lidar com incertezas nas preferências dos turistas. Também foram encontrados sistemas de recomendação baseados em dados demográficos, sistemas híbridos que combinam abordagens com técnicas como TF-IDF, além da utilização de mineração de dados, aprendizado de máquina e algoritmo genético para aprimorar a personalização e a eficácia das recomendações.

- TQ2: Em que medida as técnicas de recomendação podem ser personalizadas para atender às necessidades e preferências específicas dos turistas interessados em práticas sustentáveis?

Visto os trabalhos analisados Garlet (2021), Oliveira (2021), Oliveira (2022), as técnicas possibilitam uma personalização avançada com base no histórico, preferências, localização e comportamento do usuário. Isso permite ajustar as recomendações para

promover opções sustentáveis, evitando rotas congestionadas e destinos superlotados. Além disso, é possível personalizar sugestões como a indicação de locais que oferecem produtos de baixo consumo energético, a recomendação de serviços com menor impacto ambiental, o incentivo ao uso de materiais recicláveis e a promoção de meios de transporte sustentáveis, contribuindo para a sustentabilidade de forma.

- TQ3: Como as técnicas podem considerar o contexto dos destinos e promover práticas sustentáveis ao fazer recomendações?

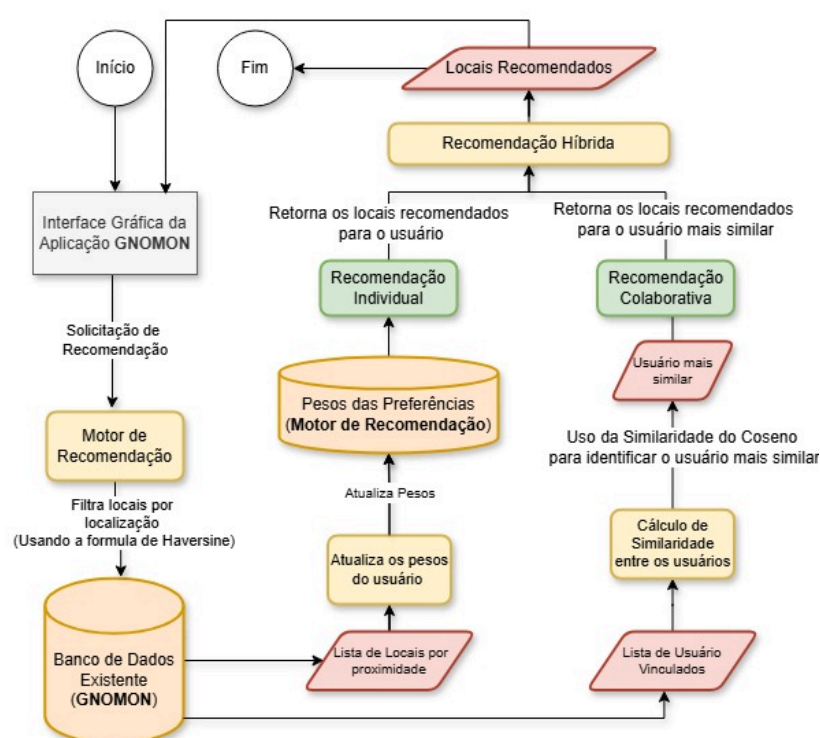
Tendo em mente os trabalhos analisados Garlet (2021), Oliveira (2020), Oliveira (2022), as técnicas de recomendação identificadas na literatura demonstram capacidade de considerar o contexto dos destinos ao integrar variáveis como localização geográfica, condições climáticas, horário da visita e densidade de turistas. Esses fatores contextuais permitem que os sistemas recomendem alternativas menos exploradas, contribuindo para a descentralização do fluxo turístico e, conseqüentemente, para a preservação ambiental e o desenvolvimento de comunidades locais. Além disso, alguns modelos utilizam dados em tempo real para adaptar as sugestões de forma dinâmica, promovendo práticas sustentáveis ao evitar a sobrecarga de pontos turísticos populares e incentivar o turismo responsável em regiões com menor visibilidade, realizando uma reeducação sustentável adequada para o contexto do usuário.

3. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

3.1 Coleta de Dados

Os dados que serão utilizados no sistema de recomendação serão obtidos de um software de turismo já existente chamado GNOMON¹ Este aplicativo, amplamente acessível via Google Play Store, fornece informações sobre locais de acordo com a localização do usuário, o que é crucial para a contextualização e relevância das recomendações geradas pelo sistema.

Figura 3 - Troca de informações Interface GNOMON e Motor de Recomendação



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 3, detalhamos a arquitetura de comunicação e troca de dados entre as aplicações. No centro dessa estrutura, encontram-se dois bancos de dados: um banco de dados principal (1), já em produção e pertencente à aplicação existente, e um banco de dados auxiliar (2), dedicado exclusivamente à API de recomendação.

¹ GNOMONGO TECNOLOGIA LTDA, 2025. Disponível em: [\[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gnomongo.mobile&hl=pt_BR\]](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gnomongo.mobile&hl=pt_BR).

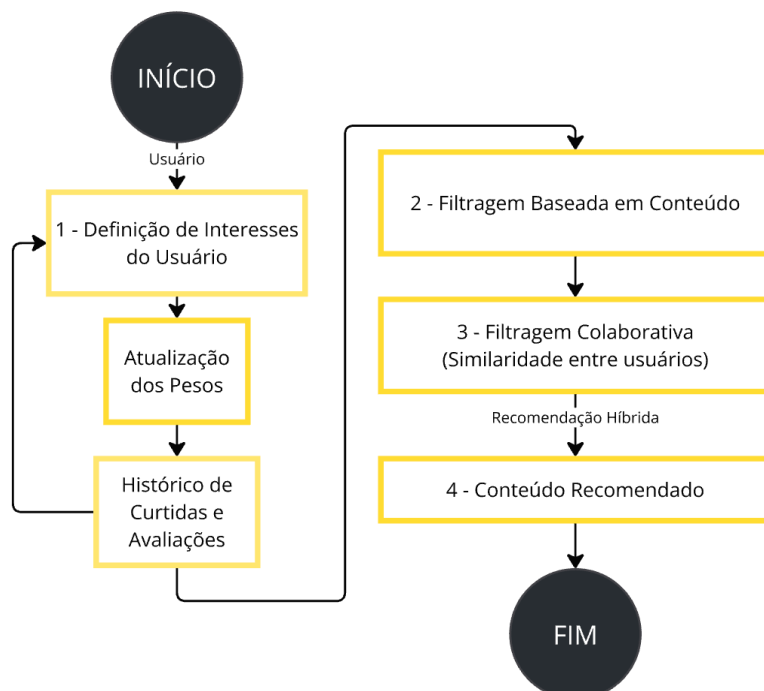
Essa configuração visa a descentralização e a separação de responsabilidades. A *API* de recomendação, ao interagir com os dados do GNOMON, realiza o processamento necessário e armazena os pesos de preferência individuais de cada usuário no banco de dados auxiliar (2). Posteriormente, a *API* utiliza a localização atual do usuário para gerar recomendações personalizadas, considerando tanto as preferências individuais quanto a proximidade geográfica dos pontos de interesse.

3.2 Desenvolvimento do Modelo

Este trabalho propõe a criação de um sistema de recomendação que, além de oferecer sugestões precisas baseadas nas preferências individuais, também enfatiza práticas e critérios de sustentabilidade.

A metodologia adotada neste estudo é a recomendação híbrida, começando com a filtragem baseada em conteúdo e, em seguida, integrando a filtragem colaborativa por meio da técnica de similaridade do cosseno. Dessa forma, o sistema busca oferecer recomendações mais assertivas, levando em consideração tanto as preferências pessoais quanto aspectos sustentáveis, ampliando a relevância e a eficácia das sugestões.

Figura 4 - Fluxograma do Sistema de Recomendação Híbrida



Fonte: Autoria própria

Conforme ilustrado no fluxograma da Figura 4, o sistema de recomendação híbrido é estruturado em camadas para organizar e distribuir as responsabilidades de cada etapa do processo. Inicialmente, são definidos os interesses do usuário, seguidos pela atribuição de pesos e pela análise do histórico de interações, permitindo um refinamento contínuo das preferências. Posteriormente, as abordagens de filtragem baseada em conteúdo e filtragem colaborativa são combinadas, considerando variáveis como pesos e a similaridade entre usuários além da distância entre o usuário e os locais recomendados. Com base nesses fatores, é atribuída uma pontuação para cada item, garantindo que as recomendações sejam mais precisas e alinhadas aos interesses do usuário.

3.2.1 Definição de Interesses do Usuário

A definição dos interesses do usuário, será realizada em conjunto com a atualização dos pesos do usuário, no qual poderá ocorrer por meio das seguintes formas: Definição de preferências iniciais, e por meio iterações(avaliações) do usuário referente aos locais.

3.2.1.1 Definição de Preferências Iniciais

A definição inicial ocorre quando o usuário instala o aplicativo e entra com sua conta pela primeira vez, por meio de uma tela de escolha de categorias preferidas do usuário referente aos locais, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Opções de preferências do usuário



Fonte: Autoria própria

Esta etapa visa criar pesos iniciais do usuário, já definindo prioridades que poderão previamente serem utilizadas em recomendações.

3.2.1.2 Ajuste de Preferências com Avaliações

Ao ser realizado uma avaliação, será feito a atualização dos pesos levando em consideração o peso das categorias atuais e a avaliação de cada local, similar a tabela 2 criada para exemplificar o uso.

Tabela 2 - Exemplificação dos pesos

Locais Curtidos	Tags do Local	Avaliação
Local1	["Aventura","Natureza"]	5
Local2	["Aventura","Trilha"]	4
Local3	["Trilha","Montanha"]	3

Fonte: Autoria própria

Primeiramente, calcula-se a soma das avaliações de cada categoria. Em seguida, é determinado o novo peso atribuído a cada categoria. Como o sistema utiliza de todo o histórico do usuário para a redefinição dos pesos, acaba ocorrendo um controle de influência de acordo com as novas informações do histórico, permitindo que tanto a informação nova quanto as informações antigas tenham suas influências na recomendação.

3.2.2 Recomendação Híbrida (Conteúdo recomendado)

- Filtragem Baseada em Conteúdo

A recomendação de locais foi feita baseada na técnica TFIDF (Frequência do Termo – Frequência Inversa dos Documentos), e considera tanto a relevância e similaridade do conteúdo, quanto a proximidade geográfica. A pontuação de cada local é definida pela soma dos pesos das categorias às quais ele pertence, refletindo a afinidade do usuário com esses temas. Além disso, a ordem dos locais recomendados também é influenciada pela distância, calculada por meio da fórmula de *Haversine*, garantindo sugestões mais alinhadas à localização do usuário, segundo Arifin (2016), o método de *Haversine* é usado para calcular a distância entre dois pontos na superfície terrestre com base em latitude e longitude, desconsiderando a elipticidade da Terra e variações de altitude, o que é geralmente preciso para a maioria das aplicações.

- Filtragem Colaborativa de Similaridade do Cosseno

A filtragem colaborativa tornará as recomendações mais precisas, considerando não apenas os dados do usuário, mas também comparando-os com os de outros usuários com gostos similares, abrangendo um maior número de variáveis.

A técnica de filtragem colaborativa utilizada neste trabalho foi a Similaridade do Cosseno, que mede o grau de semelhança entre os usuários com base nos dados. Esta métrica avalia o ângulo entre os vetores de preferências, garantindo que as recomendações considerem afinidades reais entre diferentes perfis.

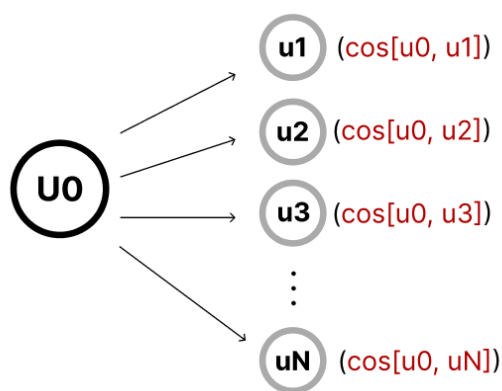
Tabela 3 - Vetorização dos pesos das preferências

Aventura	Natureza	Trilha	Montanha	Alimentação	Supermercado	Educação	Religioso	Saúde	Acomodação	Educação Física
1.75	0	1	0.75	0	2	1	1	0	0	0.5

Fonte: Autoria própria

Na tabela 3, tem um total de 11 características que estão sendo levadas em consideração no cálculo da Similaridade do Cosseno, o valor varia entre 0 e 1, representando o interesse dentro dessa escala, sendo 0 o valor mínimo (ou seja, não há interesse por parte do usuário) e o 1 o valor máximo (há maior interesse possível)

Figura 6 - Fluxo de Comparações entre usuários



Fonte: Autoria própria

A Figura 6 ilustra a aplicação da Similaridade do Cosseno na filtragem colaborativa. Nela, U_0 representa o usuário-alvo, enquanto $u_1, u_2, \dots, u_N$, onde u_N são os demais usuários do sistema. As conexões indicam o grau de similaridade entre o usuário (U_0) e os outros usuários, calculado por $\cos(U_0, u_N)$, que mede o ângulo entre os vetores de preferências.

Quanto maior o valor, mais semelhantes são os perfis, permitindo que o sistema recomende itens com base nas preferências de usuários com gostos similares. Ao final da comparação, o usuário com o maior percentual de similaridade com U0 será obtido.

Ao identificar o usuário mais semelhante ao usuário base, o sistema analisa os locais recomendados para esse usuário similar. Em seguida, os três locais mais relevantes são selecionados e adicionados à lista de recomendações do usuário principal, dessa forma, a recomendação considera tanto as preferências individuais do usuário quanto os interesses de pessoas com perfis semelhantes.

4. DEFINIÇÃO E TESTES DE MÉTRICAS DE VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

Validar um sistema de recomendação é crucial para confirmar que os resultados gerados atendem às expectativas. Neste tópico, será detalhado o processo de validação do sistema de recomendação por meio da aplicação de um estudo de caso com usuários finais.

4.1 Metodologia de Validação

A validação do sistema será conduzida através de um Estudo de Caso, conforme a metodologia de Design Science adotada neste trabalho. O objetivo é analisar o funcionamento da recomendação em um cenário prático. Este estudo de caso será feito validando o motor de recomendação (*API* de recomendação) utilizando a ferramenta Postman para a realização de requisições, enquanto também é utilizado o aplicativo GNOMON para definição dos pesos iniciais, permitindo a recomendação híbrida.

4.2 Aplicação do Estudo de Caso

4.2.1 Participantes

O estudo de caso foi conduzido em um cenário real com um grupo de 30 participantes. A amostra é composta por membros de uma comunidade acadêmica em áreas relacionadas à computação, com um interesse na área turística e com faixa etária entre 18 e 40 anos. Além disso, a coleta de dados será realizada de forma anônima, com a autorização prévia dos participantes.

4.2.2 Etapas de Aplicação

- Etapa 1: Definição das Preferências utilizando o Aplicativo GNOMON
 - Criação da conta: O participante será orientado a criar uma nova conta no aplicativo GNOMON.
 - Iteração inicial e Registros de Interesses: Em seguida, ele deverá realizar iterações com um mínimo de 5 locais de interesse (locais turísticos). Essas interações são fundamentais para que sejam definidos os pesos de preferências do usuário. Em cada local, ele poderá realizar as seguintes iterações: Clicar e visualizar o local, Marcar local como favorito, Atribuir uma avaliação ou até mesmo deixar um comentário.

- Vínculos com outros usuários: O usuário deverá seguir de 3 a 5 usuários similares. Esta etapa impactará a forma que será realizada a recomendação colaborativa.
- Etapa 2: Realização da Recomendação por meio do motor de Recomendação (*API* de Recomendação)

Nesta etapa, o foco está na avaliação das recomendações geradas. Após a etapa de iteração inicial, o motor de recomendação processará os dados utilizando o ID do usuário, sua latitude e longitude para fornecer a recomendação.

O processo de recomendação seguirá as seguintes etapas:

- Recomendação Baseada em Conteúdo: são buscados locais de acordo com as preferências e distância entre o usuário e os pontos de interesse.
- Recomendação Colaborativa: Essa etapa leva em consideração outros usuários, de forma que o usuário mais similar ao usuário principal terá um papel fundamental na eficácia da recomendação.
- Recomendação Híbrida: Nesta etapa é obtida uma lista de 10 locais com melhores pontuações na recomendação, juntando locais recomendados de forma individual e colaborativa.
- Etapa 3: Obtenção dos dados

O usuário irá visualizar a recomendação dos locais, avaliando cada local como relevante ou irrelevante. Isso permitirá uma análise quantitativa utilizando métricas de análise.

4.3 Coleta de Dados

Nesta etapa serão detalhados os resultados da aplicação das métricas *Precision*, *Recall* e *F1-score*, resultando em dados quantitativos de cada usuário.

4.3.1 *Precision*

Precision (precisão) é uma métrica amplamente utilizada para avaliação de desempenho em estudos de modelos de classificação. Dentro de sistemas de recomendação, é frequentemente empregada, junto com outras métricas, como uma medida de resumo,

podendo ser definida como “a porcentagem de itens recomendados que são relevantes” (SABIRI et al., 2025).

Segundo Sabiri et al. (2025), “a precisão de um sistema é calculada dividindo-se o número de verdadeiros positivos pelo número total de casos positivos previstos pelo sistema”. Desta forma, seu cálculo se dá de maneira simples, segundo a seguinte fórmula:

$$\textbf{Precision} = \frac{\textbf{TP}}{\textbf{TP+FP}}$$

Onde:

- TP representa verdadeiros positivos (*True Positives*): itens relevantes que foram recomendados.
- FP representa falsos positivos (*False Positives*): itens irrelevantes que foram recomendados.

4.3.2 Recall

Recall (renovação) é uma métrica semelhante à *precision*, também sendo frequentemente utilizada em contextos semelhantes por serem métricas complementares. Quando utilizada em sistemas de recomendação, também faz parte de medidas de resumos principais, tendo sua definição como “a porcentagem de itens relevantes que são recomendados” (SABIRI et al., 2025).

Novamente, com base no que foi dito em Sabiri et al. (2025), “o valor da renovação determina quão bem o sistema captura instâncias relevantes e é calculado utilizando a equação de renovação”. Possuindo um cálculo semelhante ao conceito visto anteriormente, com a seguinte fórmula:

$$\textbf{Recall} = \frac{\textbf{TP}}{\textbf{TP+FN}}$$

Sendo:

- FN representando falsos negativos (*False Negatives*): itens relevantes que não foram recomendados.

4.3.3 F1-Score

O F1-score é a estimativa mais importante desta etapa, pois irá indicar o nível de qualidade no qual o motor de recomendação se encontra. O *f1-score* é calculado utilizando a *precision* e a *recall*, sendo considerado como uma média harmônica entre ambas, como visto em (SABIRI et al., 2025).

5. VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

A validação do sistema de recomendação proposto foi realizada por meio de um estudo de caso, nesta seção será detalhado a execução da validação assim como a discussão dos resultados.

5.1 Condução do Estudo de Caso

A validação do sistema de recomendação foi realizada por meio de um estudo de caso com 30 participantes. A condução foi feita de forma presencial e orientada para garantir a correta execução do procedimento, que incluiu a coleta anônima de dados.

Figura 7 - Fluxograma de Etapas da Validação



Fonte: Autoria Própria

Conforme mostrado na Figura 7, o estudo de caso foi dividido em cinco etapas principais: 1. Configuração do Aplicativo, 2. Iteração Inicial e Registros de Interesse, 3. Vínculo com Usuários, 4. Utilização da *API* de Recomendação, 5. Preenchimento do Formulário.

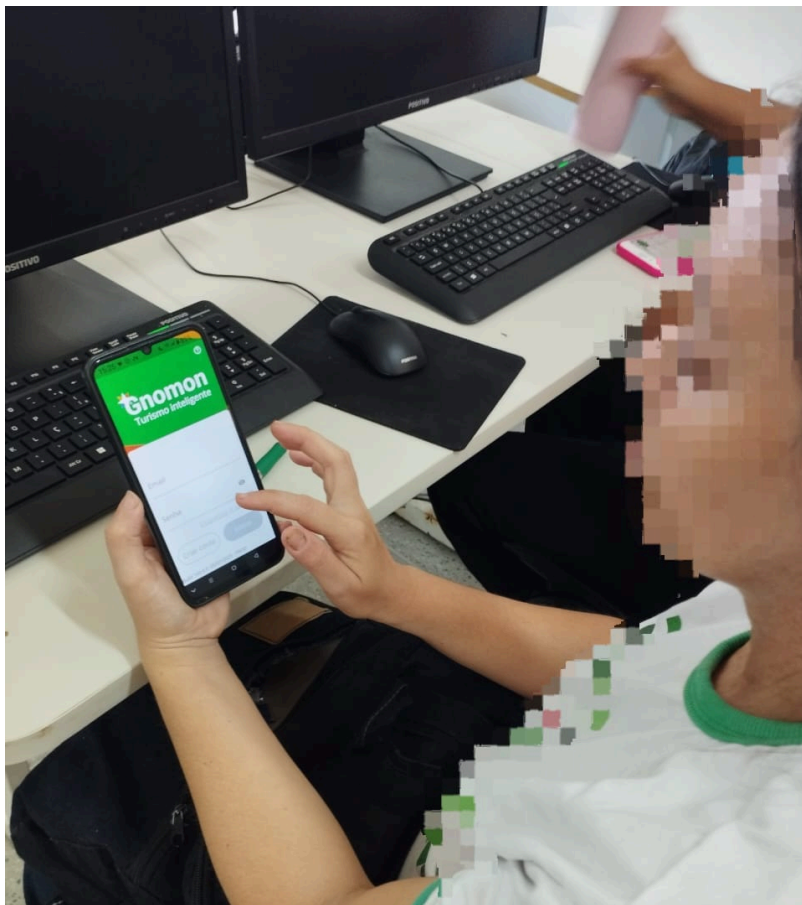
5.1.1 Utilização do Aplicativo GNOMON e API de Recomendação

5.1.1.1 Configuração do Aplicativo

Nos primeiros 15 minutos foi realizada a primeira etapa do fluxograma apresentado na Figura 7, sendo apresentado aos participantes o contexto e os objetivos da aplicação existente (GNOMON) e sua devida importância. Em seguida, foi explicado como o trabalho atual (*API*

de recomendação) complementa a aplicação. Os participantes foram então orientados a utilizar seus próprios aparelhos celulares para conectar a uma rede de *internet* disponibilizada no momento da validação, em seguida os participantes foram orientados a buscar e instalar o aplicativo nas lojas de aplicativos, tanto na Google Play Store (para Android) quanto na Apple App Store (para iOS).

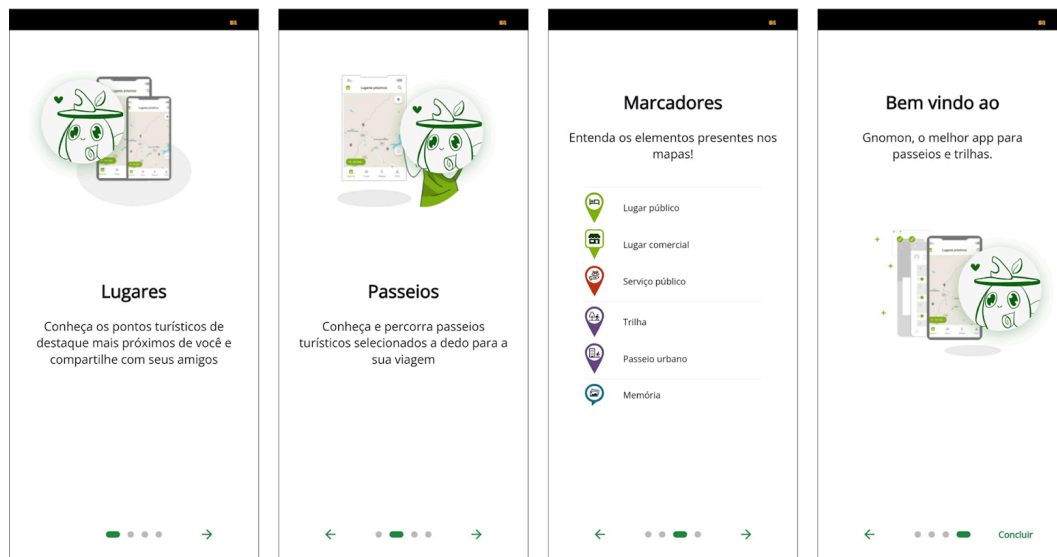
Figura 8 - Participantes instalando o Aplicativo GNOMON



Fonte: Autoria Própria

Após a instalação do aplicativo, os participantes foram instruídos a criar uma conta e realizar o *login* conforme mostrado na Figura 8. Essa etapa foi essencial, pois, o sistema de recomendação requer o armazenamento de dados para funcionar corretamente. A criação da conta permitiu registrar o histórico de interações do usuário, suas conexões com outros perfis e suas preferências, informações fundamentais para gerar recomendações.

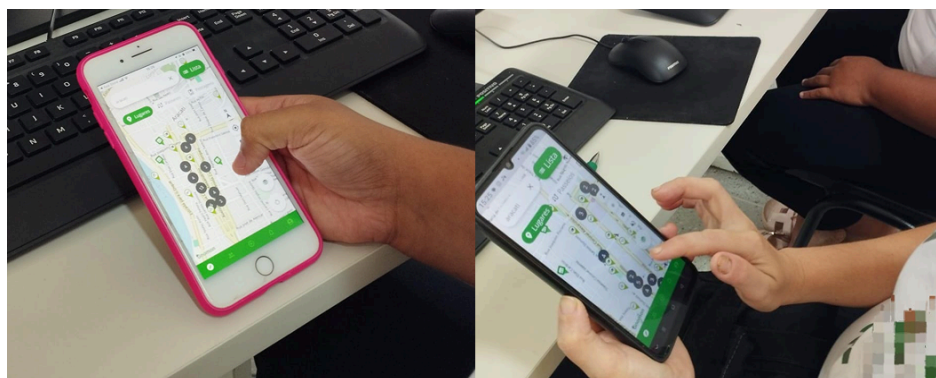
Figura 9 - Telas do Tutorial no aplicativo GNOMON



Fonte: GNOMON

A Figura 9 exibe as telas do tutorial que guiaram os participantes na compreensão dos objetivos e uso da aplicação, como a exploração de locais e passeios. O tutorial também explicou o significado dos ícones de marcadores presentes nos mapas.

Figura 10 - Participantes utilizando a Tela Principal do Aplicativo GNOMON



Fonte: Autoria Própria

Depois de terminarem o tutorial, os participantes foram direcionados para a tela principal do aplicativo. Em seguida, foram orientados a procurar pela cidade de "Aracati" no campo de pesquisa conforme mostrado na Figura 10. Essa etapa foi essencial, pois a cidade de Aracati possui bastante locais cadastrados no aplicativo, a maioria deles pontos turísticos, o que forneceu um conjunto de dados adequado para a validação.

5.1.1.2 Interação Inicial e Registros de Interesses

A interação inicial do usuário com os locais, por meio de visualizações e curtidas, é fundamental para o sistema de recomendação. Essas ações possibilitaram mapear e ponderar os interesses de cada usuário, esta etapa será realizado o segundo processo conforme mostrado na Figura 7.

Figura 11 - Ícones dos Pontos Turísticos



Fonte: Autoria Própria

Para orientar essa fase, os participantes foram orientados a interagir apenas com pontos de interesses turísticos (representados por ícones específicos, como na Figura 11). A definição dos interesses é um processo iterativo, à medida que o número de interações aumenta, a ponderação dos pesos do usuário se torna mais precisa, otimizando a qualidade das recomendações.

Na **definição dos pesos** foi levada em consideração a seguinte fórmula:

$$\text{PESO} = (\text{avaliação} \times 0.5) + (\text{curtida} \times 2.0) + (\text{quantidadeVisualizacoes} \times 0.5)$$

- **Avaliação**

A variável avaliação é multiplicada por um fator de ponderação de 0.5. O que indica que, na fórmula definida, a avaliação possui importância relativamente baixa.

- **Curtida**

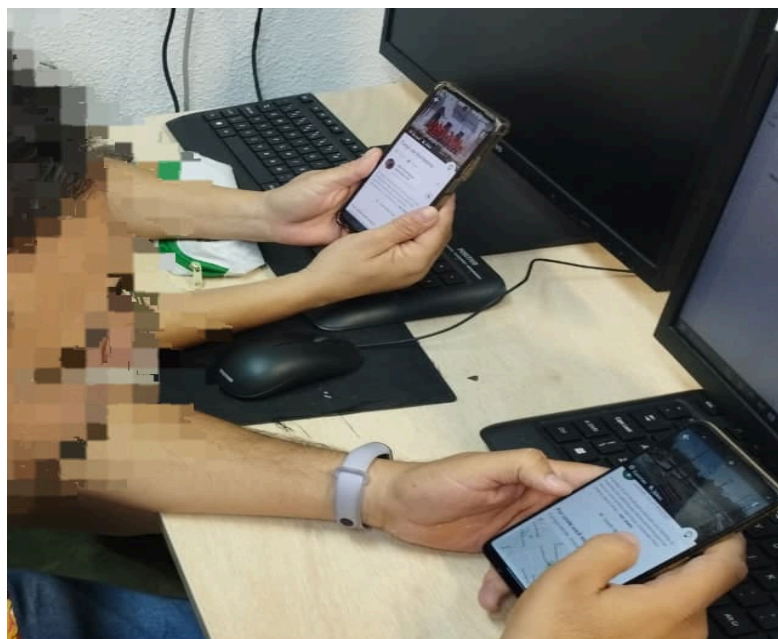
Já a variável curtida é multiplicada por um fator de ponderação de 2.0, isso significa que as curtidas têm um maior impacto na fórmula, pois caso o usuário realize uma

curtida de um determinado local, isso indica um possível interesse forte na categoria e subcategorias do local, sendo uma das iterações mais importantes neste trabalho.

- **Quantidade de Visualizações**

A quantidade de visualizações também é multiplicada por um fator de 0.5, ela mede o alcance e interesse do conteúdo. No entanto, elas não necessariamente refletem se o conteúdo é realmente relevante para o usuário.

Figura 12 - Interações com os locais do GNOMON



Fonte: Autoria Própria

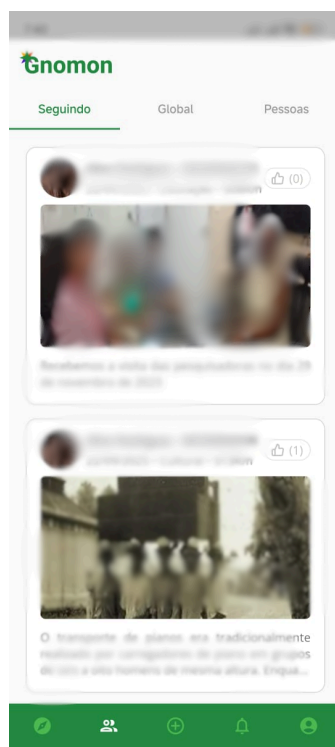
Todos os usuários foram orientados a visualizarem no mínimo 5 locais, realizando interações como mostrado na Figura 12, com curtidas e avaliações, com o objetivo de coletar dados sobre o engajamento de cada local e calcular sua relevância assim como definir os pesos do usuário utilizando um modelo de pontuação que prioriza as curtidas como a métrica mais valiosa.

5.1.1.3 Vínculo com Usuários

Para que o sistema de recomendação funcione corretamente, é essencial estabelecer vínculos entre os usuários do aplicativo. É a partir dessas conexões que a recomendação colaborativa se torna possível.

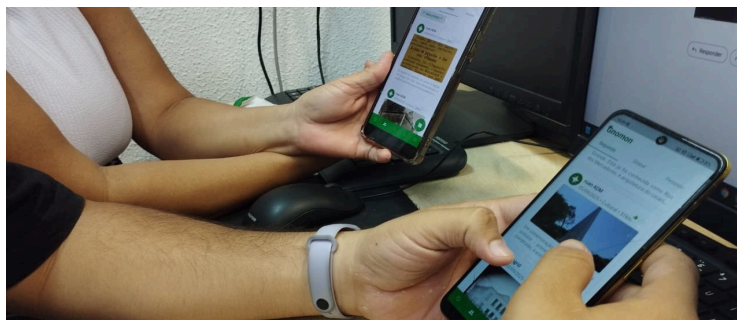
O recurso "seguir" no aplicativo GNOMON é essencial para construir sua rede social. Ao seguir outros usuários, você permite que as postagens deles apareçam na sua linha do tempo, criando um *feed* personalizado e dinâmico. Para a continuação da validação, os participantes foram direcionados à tela onde podem visualizar as postagens de outros usuários, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Tela de Seguidores do GNOMON



Fonte: GNOMON

Figura 14 - Participantes se vinculando com usuários do Aplicativo



Fonte: Autoria Própria

Para a próxima etapa, foi solicitado que os participantes seguissem no mínimo 5 usuários com base em seus interesses, conforme mostrado na Figura 14. O objetivo é que, ao

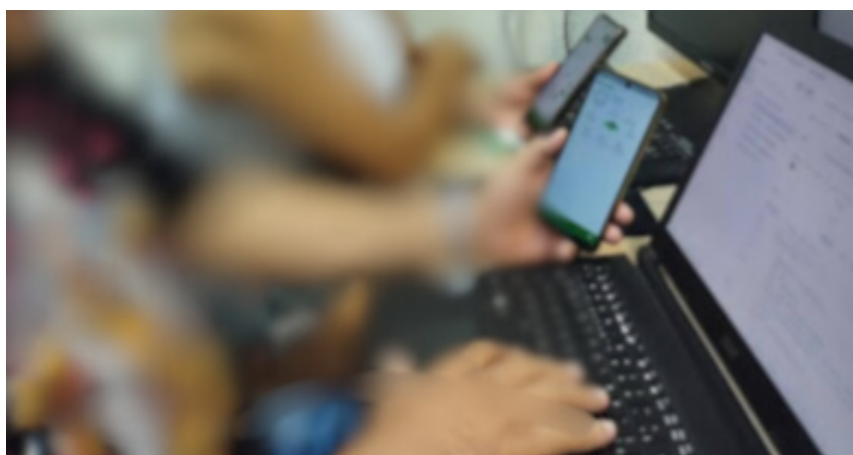
seguir perfis relacionados aos seus gostos, a plataforma possa aprimorar a qualidade das recomendações. Como a funcionalidade de busca por usuários ainda não estava disponível durante a validação, a busca por perfis foi realizada por meio da lista de usuários globais.

5.1.2 Utilização da API de Recomendação

A validação do sistema de recomendação foi dividida entre o aplicativo GNOMON e uma *API* desenvolvida na tecnologia Node.js. O GNOMON foi utilizado para gerar os dados de entrada, enquanto a *API* foi responsável por processar e realizar a recomendação em si.

A *API* não é pública, pois lida com dados pessoais, e servirá exclusivamente para o GNOMON no ambiente de produção, que apresentará as recomendações de forma visual dentro do aplicativo. Por conta da complexidade e tempo de implementação que provavelmente fosse exceder o tempo de conclusão acadêmica do autor, foi optado por utilizar diretamente a *API* para a validação do motor de recomendação especificamente.

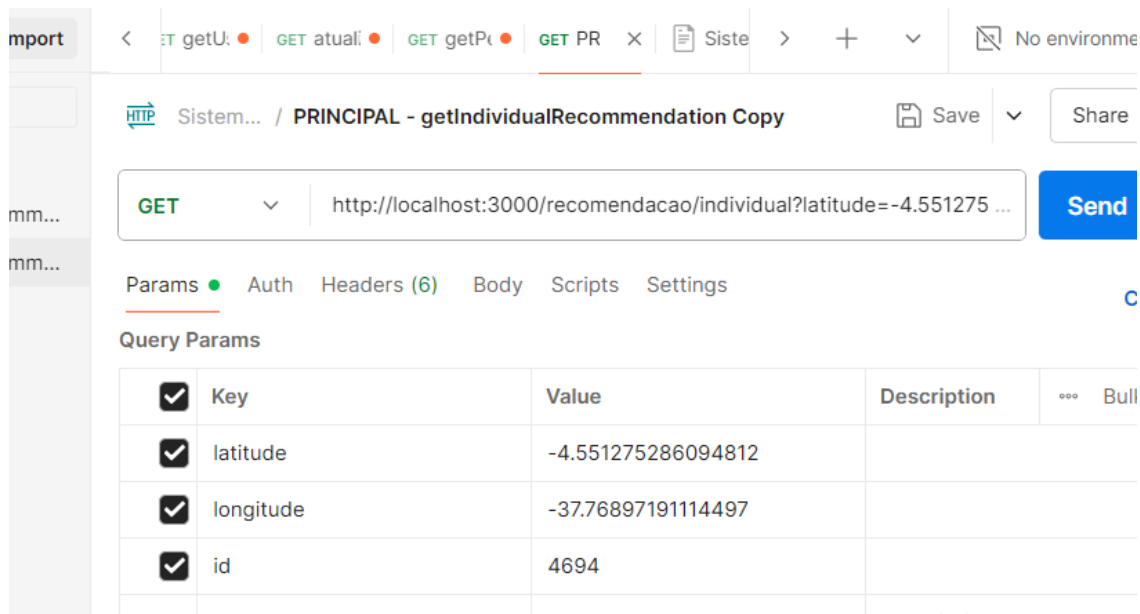
Figura 15 - Usuários utilizando a *API* de Recomendação



Fonte: Autoria Própria

A Figura 15 ilustra a etapa de validação e consumo da *API* de Recomendação. O processo foi conduzido utilizando o *software* Postman para simular as requisições, sendo executado a partir de um *notebook* configurado para o ambiente de teste. A *API* foi executada localmente, mas manteve a conexão *online* com o banco de dados do sistema GNOMON, assegurando que os resultados da recomendação fossem baseados em dados reais e atualizados de acordo com os dados do próprio aplicativo GNOMON.

Figura 16 - Utilização do Postman para a validação



Fonte: Autoria Própria

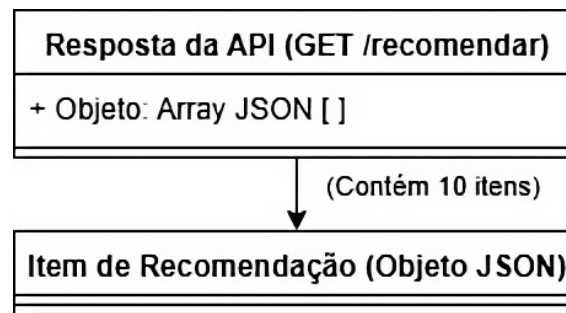
Na Figura 16 temos a ferramenta Postman utilizada no consumo da *API*. Ela possui um total de 4 *endpoints*:

- Obter Recomendação Individual
- Atualizar Pesos do Usuário
- Obter Histórico do Usuário (opcional)
- Obter Pesos do Usuário (opcional)

Durante a fase de desenvolvimento, alguns *endpoints* foram criados com a identificação "opcional" para facilitar os testes internos.

No fluxo de uso, o processo de recomendação segue dois passos: primeiro, a *API* é utilizada para atualizar os pesos do usuário com base nas ações realizadas na Seção 5.1.1(Utilização do Aplicativo GNOMON). Em seguida, um segundo *endpoint* é acionado para realizar a recomendação. Este *endpoint* de recomendação requer três parâmetros essenciais: a **latitude**, a **longitude** e o **ID** do usuário. Parâmetros que quando implementados no aplicativo GNOMON, serão informados automaticamente de acordo com informações do próprio aplicativo e celular.

Figura 17 - Estrutura do Objeto de Recomendação



Fonte: Autoria Própria

A Figura 17 ilustra a estrutura do objeto de resposta retornado pela *API* de recomendação, especificamente para o *endpoint* GET/recomendar. Conforme demonstrado, a resposta da *API* é um objeto *JSON* do tipo *Array*, e cada elemento dentro deste *array* é um “Item de Recomendação”, que por sua vez também é um objeto *JSON* individual contendo todos os atributos detalhados de um Ponto de Interesse (POI) recomendado. A seta entre as caixas indica que o *Array JSON* da resposta da *API* contém múltiplos (neste exemplo, 10) objetos “Item de Recomendação”, sendo 7 locais recomendados usando a recomendação baseada em Item e 3 locais recomendados por meio da recomendação colaborativa.

Figura 18 - Exemplo de Item de Recomendação



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 17 temos a estrutura do objeto de recomendação, já na Figura 18 temos o objeto real com seus metadados, contendo campos bastante importantes para a recomendação como *id*, *title*, *distance*, *listTags*, dentre outros.

5.1.3 Preenchimento do Formulário

Com o propósito de validar o sistema de recomendação e coletar *feedback* explícito dos usuários participantes, elaborou-se um instrumento de coleta de dados. Este foi implementado por meio da ferramenta Google *Forms* e disponibilizado aos participantes via *link* direto.

O formulário é composto com quatro perguntas principais:

- **Qual sua idade?**

Esta questão de perfil demográfico é essencial para a segmentação dos resultados. A coleta da idade permite comparar a performance e a aceitação do sistema de recomendação, sendo crucial para avaliar a adaptabilidade do algoritmo a diversos públicos-alvo.

- **Dos locais que foram recomendados, quais você considerou IRRELEVANTE?**

Esta questão assume um papel central na validação quantitativa do sistema de recomendação, nesta etapa há 10 opções no formato de seleção. A identificação explícita dos locais considerados irrelevantes pelos usuários é fundamental, pois os dados coletados impactam diretamente o cálculo das métricas de desempenho mais críticas. As respostas permitem determinar os Falsos Positivos, sendo essenciais para a mensuração precisa do *Precision*, *Recall* e, conseqüentemente, do *F1-Score*.

- **Quais aspectos da sua experiência com o sistema de recomendação você mais gostou? E o que você acha que poderia ser melhorado?**

Esta é uma questão aberta de natureza qualitativa, essencial para capturar a percepção e a experiência do usuário (UX). A primeira parte busca identificar os pontos fortes do sistema (usabilidade, design, relevância percebida), enquanto a segunda, sobre melhorias, permite detectar limitações que podem não ser evidentes apenas através de métricas quantitativas. As respostas fornecem *insights* valiosos para futuras iterações e para a discussão dos resultados sob a perspectiva do usuário.

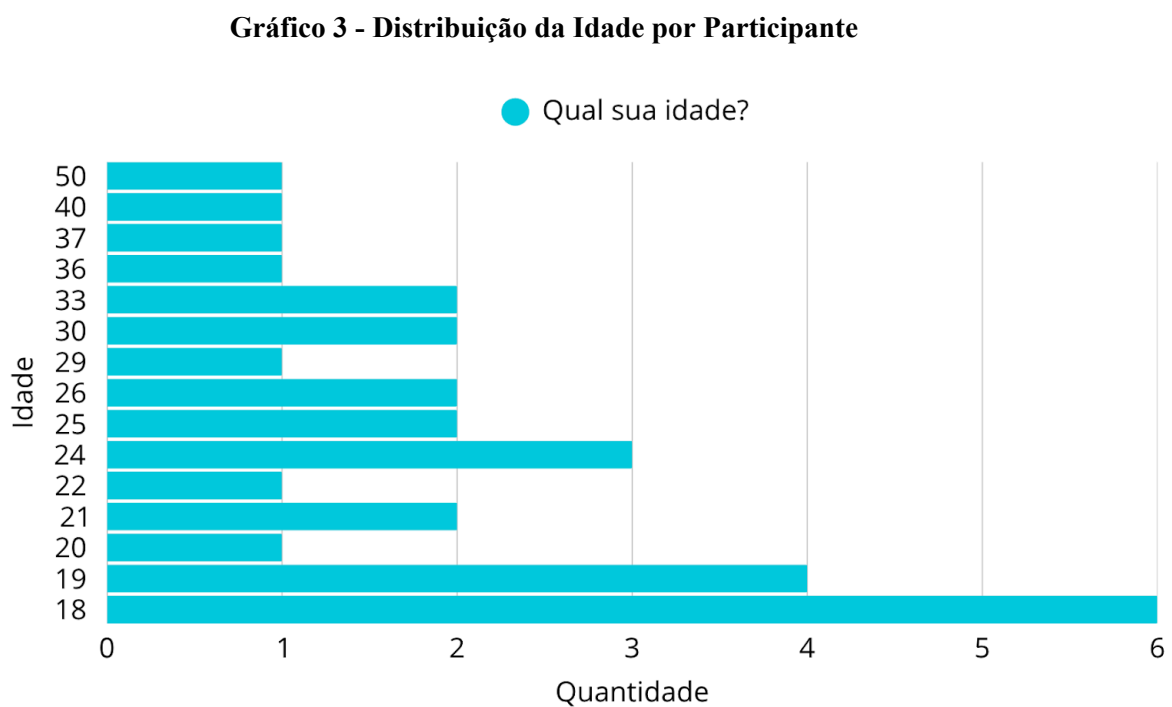
- **Em uma escala de 1 à 4, como você avalia a sua experiência geral com o sistema de recomendação de turismo sustentável? (1=Ruim, 4=Ótimo)**

Esta questão serve como a métrica quantitativa primária para avaliar a satisfação e a aceitação geral do sistema. A escala de avaliação simplificada (de 1 a 4) gera dados discretos que permitem o cálculo da média geral de satisfação.

5.2 Resultados do Estudo de Caso

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos por meio do formulário de coleta de dados, que totalizou 30 participações. A análise está estruturada de acordo com os propósitos metodológicos de cada questão, abrangendo o perfil demográfico da amostra, as métricas quantitativas de desempenho e o *feedback* qualitativo dos usuários.

5.2.1 Perfil Demográfico da Amostra (idade)



Fonte: Autoria Própria

A análise da idade dos participantes foi crucial para entender a composição do público que validou o sistema. Conforme o gráfico 3, os participantes concentram-se na faixa etária de 18 à 50 anos. A média de idade dos respondentes foi de 24 anos. Esta distribuição indica que a validação foi predominantemente realizada por um público adulto e digitalmente ativo na sua maioria.

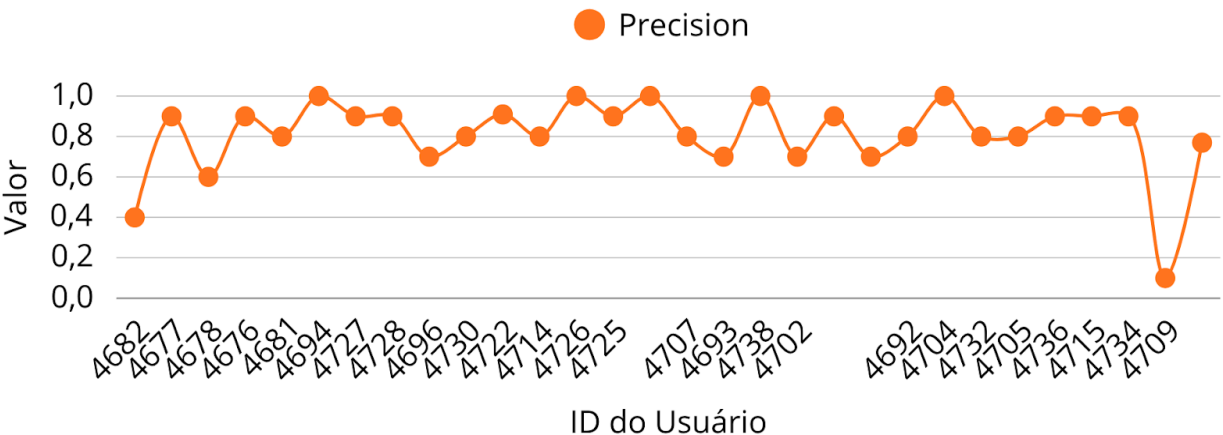
5.2.2 Métricas de Desempenho e Precisão (relevância)

A avaliação da relevância das sugestões é fundamental para mensurar a eficácia do sistema de recomendação. Na etapa de testes, o sistema foi configurado para apresentar um total de 10 opções de recomendação a cada usuário. A seguir, serão detalhados os resultados obtidos com essa configuração.

5.2.2.1 Avaliação da Métrica *Precision*

O Gráfico 4 ilustra o desempenho individual do algoritmo em termos de *Precision*, medido para cada *ID* de usuário participante na etapa de validação. A *Precision* é uma métrica crucial que indica a proporção de recomendações que foram consideradas relevantes pelo usuário em relação ao total de recomendações feitas.

Gráfico 4 - Distribuição da *Precision* por Participante



Fonte: Autoria Própria

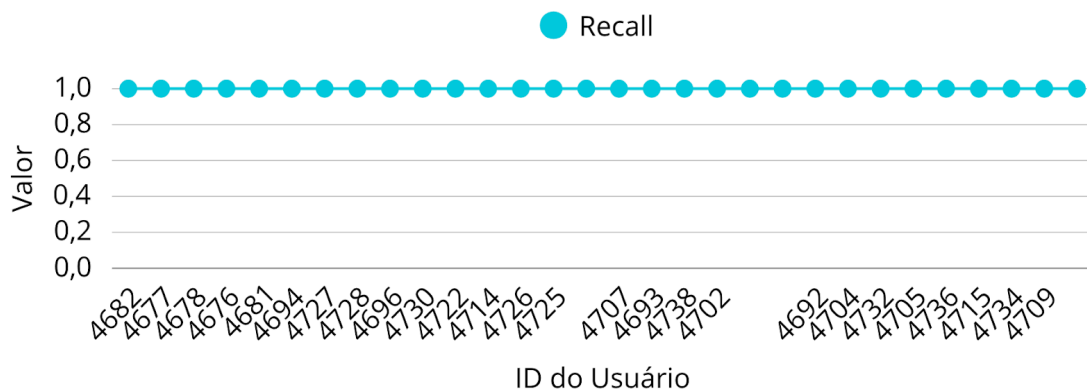
A análise do gráfico 4 revela um alto desempenho geral do sistema, com a maioria dos participantes apresentando valores de *Precision* consistentemente elevados, concentrados na faixa entre 0,8 e 1,0. Este resultado confirma que o algoritmo tem uma forte capacidade em evitar a recomendação de itens irrelevantes (minimizando Falsos Positivos), sendo eficaz em entregar sugestões que são bem aceitas pelos usuários.

Contudo, é essencial notar a variabilidade no desempenho individual. Embora muitos usuários tenham atingido a *Precision* máxima (1,0), indicando que todas as recomendações feitas

foram consideradas corretas, o Gráfico 4 também aponta picos de baixa performance. O caso mais notável ocorre próximo ao final da amostra (ID 4709), onde o valor da *Precision* cai drasticamente para perto de 0.0. Essa queda sinaliza uma falha significativa do algoritmo para aquele perfil específico, sugerindo que a maioria das recomendações entregues àquele usuário foi considerada irrelevante.

5.2.2.2 Avaliação da Métrica *Recall*

Gráfico 5 - Distribuição do *Recall* por Participante



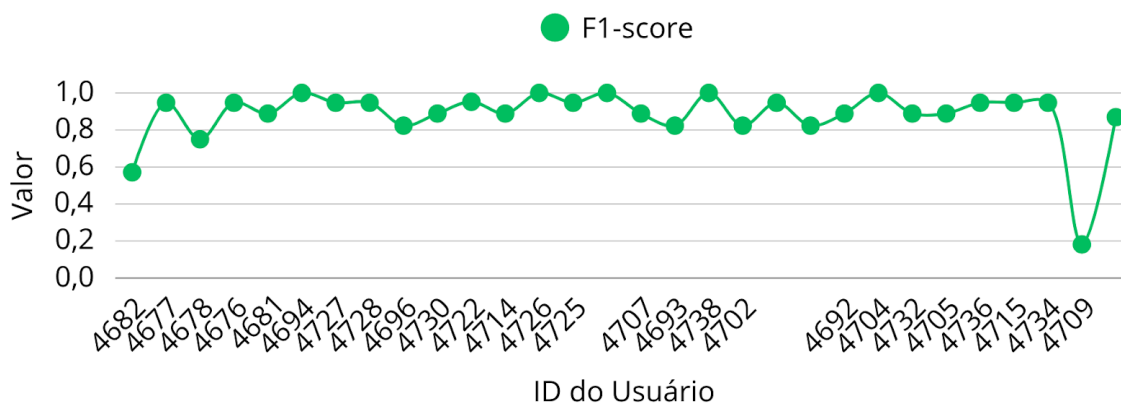
Fonte: Autoria Própria

O gráfico 5 exibe um resultado máximo (1.0) para todos os participantes da validação. Este resultado está diretamente ligado à ausência de Falsos Negativos ($FN = 0$) em toda a amostra de teste. Um Falso Negativo ocorreria se o usuário tivesse um item relevante que não fosse incluído na recomendação. Dado que o teste foi realizado sob um limite fixo de 10 recomendações, o *Recall* igual a 1.0 atesta que o sistema só recomenda pontos que de fato se adequem à cada perfil de usuário.

5.2.2.3 Avaliação da Métrica *F1-score*

A distribuição do *F1-score* conforme apresentada no Gráfico 6, demonstra a estabilidade geral do algoritmo. Para a maioria dos usuários, o *F1-Score* reflete diretamente o alto índice de *Precision* (Gráfico 4). Isto ocorre porque o *Recall* foi consistentemente máximo (1.0) para toda a amostra, conforme estabelecido no Gráfico 5, confirmando a capacidade do sistema em incluir todos os itens relevantes para o usuário (evitando Falsos Negativos).

Gráfico 6 - Distribuição do F1-Score por Participante



Fonte: Autoria Própria

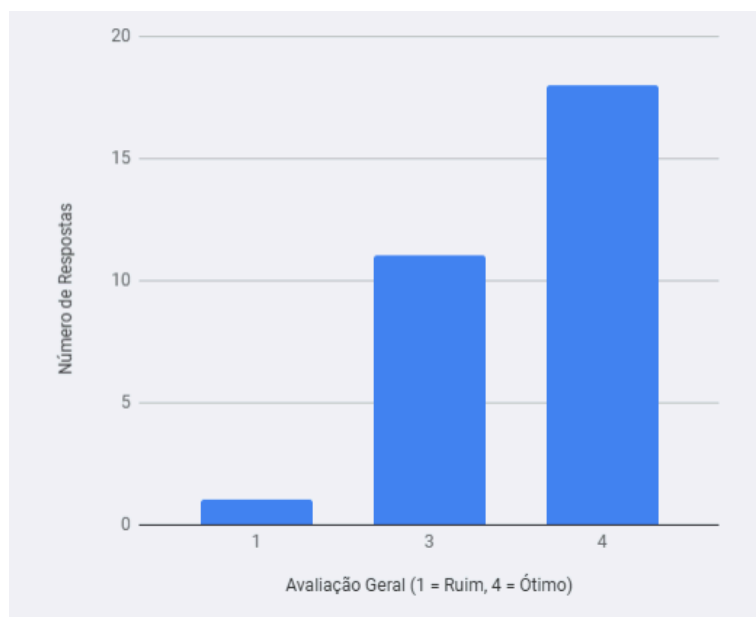
Entretanto, a variação de desempenho é notavelmente influenciada pelo Usuário ID 4709, onde o *F1-Score* apresenta seu menor valor. Esta diminuição drástica está diretamente ligada ao baixo valor de *precision* para este perfil, como discutido na seção anterior. O *F1-Score*, neste caso, atesta que a falha na obtenção de dados de entrada de alta qualidade resultou em um conjunto de recomendações irrelevantes, confirmando a alta sensibilidade do algoritmo à clareza das interações iniciais do usuário.

Atingindo um resultado médio geral de aproximadamente 0.91, o sistema demonstra robustez. Este valor elevado valida a eficácia do modelo de ponderação de interesses e ratifica o equilíbrio alcançado entre as estratégias de recomendação, assegurando que, na média, o sistema fornece um alto índice de acerto.

5.2.3 Satisfação e Aceitação Geral (Escala de 1 à 4)

A análise da Gráfico 7, que representa a "Satisfação e Aceitação Geral do Sistema de Recomendação", revela a percepção dos usuários em relação à sua experiência com o sistema de recomendação, mensurada em uma escala de 1 (Ruim) a 4 (Ótimo).

Gráfico 7 - Distribuição da Avaliação Geral por Participante



Fonte: Autoria Própria

Os dados coletados indicam que:

- **Amostra:** A avaliação foi realizada com uma amostra de 30 participantes.
- **Avaliação Predominante:** A maior parte dos respondentes (n=18; 60%) atribuiu a avaliação máxima de "4" (Ótimo), o que sugere um elevado grau de satisfação e aceitação do sistema.
- **Satisfação Moderada:** Uma parcela considerável dos usuários (n=11; 36,67%) classificou sua experiência como "3", indicando um nível de satisfação moderado, mas ainda positivo.
- **Baixa Insatisfação:** Apenas um participante (n=1; 3,33%) reportou uma experiência "1" (Ruim), demonstrando que a insatisfação geral com o sistema é pouca e necessita ser verificada. Não foram registradas avaliações na categoria "2".

Em síntese, os resultados obtidos por meio do gráfico de barras demonstram uma aceitação robusta e um alto nível de satisfação por parte dos usuários em relação ao sistema de recomendação, com uma preponderância de avaliações favoráveis e uma incidência mínima de experiências negativas.

5.2.4 Feedback Qualitativo (Aspectos / Melhorias)

A validação do protótipo da recomendação revelou um alto grau de satisfação dos usuários em relação à usabilidade da aplicação GNOMON e à eficácia do sistema de sugestões. Os participantes destacaram, de forma consistente, a facilidade de uso da interface, um fator crucial para a experiência do usuário em plataformas turísticas. Mais importante, o sistema de recomendação foi amplamente elogiado pela sua capacidade de direcionamento e personalização inicial, sendo percebido como uma ferramenta eficaz para auxiliar na descoberta de locais ideais. Essa aceitação inicial válida a premissa central do trabalho, confirmando que o sistema é capaz de gerar sugestões relevantes e de valor para o visitante.

Embora o conceito tenha sido bem-sucedido, a validação apontou duas áreas principais para a otimização e a implementação futura. O primeiro ponto refere-se à necessidade de aprimorar a utilização e estabilidade geral do GNOMON, sugerindo a existência de *bugs* ou pontos na experiência que precisam ser corrigidos. O segundo e mais estratégico ponto de melhoria reside na integração do sistema de recomendação ao ambiente gráfico da aplicação GNOMON. A sugestão é que as funcionalidades de recomendação sejam totalmente incorporadas à interface do aplicativo via interface gráfica, de modo que o usuário final acesse e interaja com as sugestões de forma fluida e orgânica, transformando o protótipo funcional em um recurso integrado e acessível dentro da plataforma.

Em suma, a validação confirmou que o sistema de recomendação alcançou com sucesso seus objetivos de recomendação turística, provando-se uma ferramenta útil e relevante para os usuários. A boa aceitação da personalização e do direcionamento fornecidos atesta a validade do algoritmo e do modelo proposto. As etapas subsequentes do projeto devem, portanto, concentrar-se na melhoria técnica da aplicação (resolução de *bugs* e aprimoramento da usabilidade) e na integração final do sistema de recomendação sendo utilizado via interface gráfica no aplicativo, garantindo que ele opere de maneira transparente e eficaz dentro do ecossistema do aplicativo GNOMON.

5.2.5 Estudo Detalhado de Casos de Sucesso e Falha

A análise das métricas de desempenho revela uma grande eficácia do algoritmo na maioria dos casos, mas também aponta para variações significativas em casos específicos. Para contextualizar e justificar essa variação (Como a do Usuário com ID 4709), esta seção detalha o processo de validação em diferentes cenários: o melhor cenário (*Precision* Máxima) e o pior cenário (*Precision* Mínima)

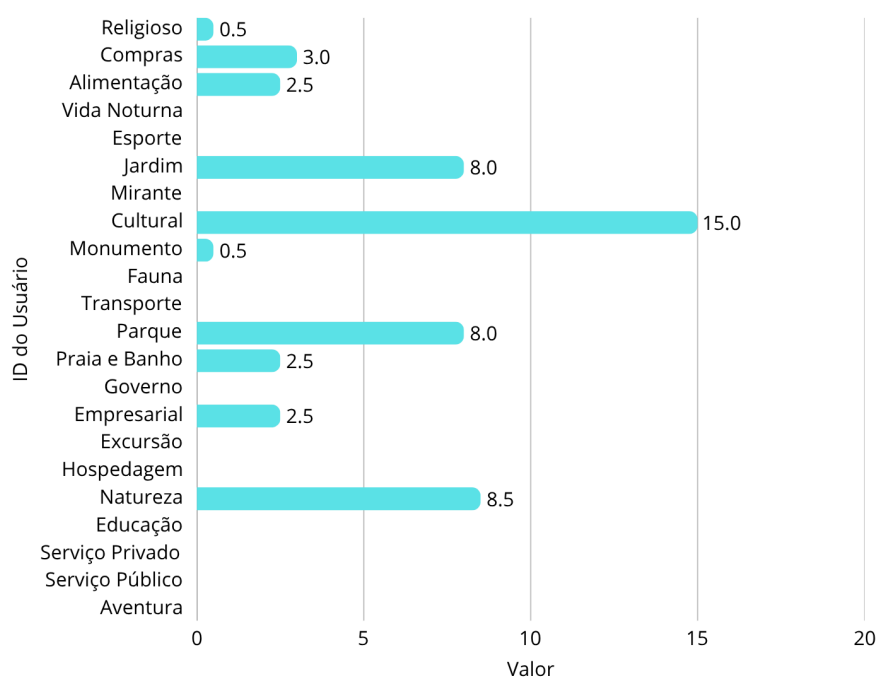
A. Caso de Sucesso (Melhor Cenário): Usuários com *Precision* = 1.0

A validação contou com um total de cinco casos com 100% de aprovação. Para uma análise mais detalhada, foi selecionado um dos participantes: o usuário de ID 4726. Inicialmente, foram realizadas a instalação e a configuração do aplicativo.

- Definição das Preferências

Após a configuração inicial, o usuário foi instruído a interagir com o aplicativo GNOMON por meio de visualizações, curtidas, comentários e outras ações, como etapa inicial para a definição de seus interesses.

Gráfico 8 - Pesos das Preferências do Usuário A (Caso de Sucesso)



Fonte: Autoria Própria

No Gráfico 8 temos as preferências do usuário A (4726). abrangendo áreas como Cultura, Lazer, Natureza e Serviços. Observa-se que as categorias com maior peso, indicando as preferências mais fortes do usuário, são Cultural (15.0), Natureza (8.5), Jardim (8.0) e Parque (8.0). Outras categorias, como Compras (3.0), Alimentação (2.5) e Praia e Banho (2.5) apresentam pesos intermediários, indicando algum interesse, porém menor em comparação às categorias principais. Por outro lado, categorias como Religioso (0.5), Monumento (0.5), Mirante (8.0) e diversas categorias não registram pesos significativos ou apresentam valores muito baixos, sendo consideradas menos relevantes ou irrelevantes para este usuário.

A distribuição dos pesos evidencia uma preferência do usuário por atividades culturais e ao ar livre, com foco em ambientes naturais, como jardins, parques e espaços relacionados à natureza.

- Vínculo com Usuários

Esta etapa de vínculo com os usuários tem como objetivo principal definir com mais precisão as preferências do usuário principal. O sistema de recomendação irá considerar não apenas as informações diretas desse usuário, mas também as correlações de interesse com postagens de outros usuários. Nesta fase, o sistema analisará o grau de similaridade entre os usuários vinculados, buscando identificar padrões e interesses em comum para aprimorar as recomendações.

Tabela 4 - Vínculos do Usuário 4726

Usuários Vinculados	Tags de Preferência	Similaridade
3	["Cultural(73.5)", "Religioso(39)", "Alimentação(27)", "Monumento(27)"]	0.27
75	[]	0
126	[]	0

Fonte: Autoria própria

A Tabela apresenta os vínculos do usuário de ID 4726, mostrando que ele está relacionado a três outros usuários. Observa-se que os usuários de ID 75 e 126 não possuem registros de preferências na coluna "Tags de Preferência". A ausência é provavelmente por conta da falta de interação inicial com o aplicativo. Já o usuário 3 possui bastante categorias definidas como preferências, como Cultural, Religioso, Alimentação e Monumento.

- Recomendação

Tabela 5 - Locais Recomendados do Usuário 4726

Número	Locais Recomendados	Tags dos Locais	Distância do Usuário	Tipo de Recomendação
1	Praça São Marcelino Champagnat	["Natureza", "Parque", "Jardim"]	0.15km	Individual
2	Praça da Independência do Brasil	["Cultural", "Natureza", "Parque", "Jardim"]	0.16km	Individual
3	Praça Doutor Leite	["Cultural", "Natureza", "Parque", "Jardim"]	0.20km	Individual
4	IQUAMA	["Natureza"]	0.29km	Individual
5	Praça Dom Luiz	["Cultural", "Natureza", "Parque", "Jardim"]	0.40km	Individual
6	Praça da Comunicação	["Parque", "Jardim"]	0.50km	Individual
7	Calçadão Dragão do Mar	["Parque", "Jardim"]	1.20km	Individual
8	Cajueiro	["Natureza", "Jardim"]	4.71km	Colaborativa
9	Praça Dragão do Mar	["Natureza", "Parque", "Jardim"]	8.92km	Colaborativa
10	Mercado Público de Aracati	["Compras", "Alimentação", "Serviços"]	0.08km	Colaborativa

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 5 são apresentados todos os locais recomendados para o usuário 4726. Observa-se uma diversidade de opções, embora alinhadas às preferências previamente definidas por ele. Locais como praças associadas a aspectos culturais, de natureza, parques e jardins aparecem com frequência significativa. Além disso, nota-se que a maioria dos pontos recomendados está situada a uma distância relativamente próxima do usuário, com apenas alguns casos mais distantes.

Os locais 8, 9 e 10 foram influenciados diretamente pelos vínculos do usuário 4726 com outros usuários, mantendo a predominância do tema "Natureza", mas introduzindo novas

categorias, como “Compras”, “Alimentação” e “Serviços”. Essa inclusão amplia o escopo das recomendações, embora se afaste parcialmente do perfil original do usuário.

- Validação e Conclusão

Pergunta 1: “Dos locais que foram recomendados, quais você considerou **IRRELEVANTES?** (Ou seja, locais que você **NÃO** gostou que fossem recomendados)”.

Resposta: O usuário 4726 não selecionou nenhum local como Irrelevante.

Pergunta 2: Quais aspectos da sua experiência com o sistema de recomendação você mais gostou? E o que você acha que poderia ser melhorado?

Resposta: Mais detalhes e fotos dos lugares.

Pergunta 3: Em uma escala de 1 a 4, como você avalia a sua experiência geral com o sistema de recomendação de turismo sustentável? (1 = Ruim, 4 = Ótimo).

Resposta: O usuário selecionou a opção 3, ou seja: avaliou como bom.

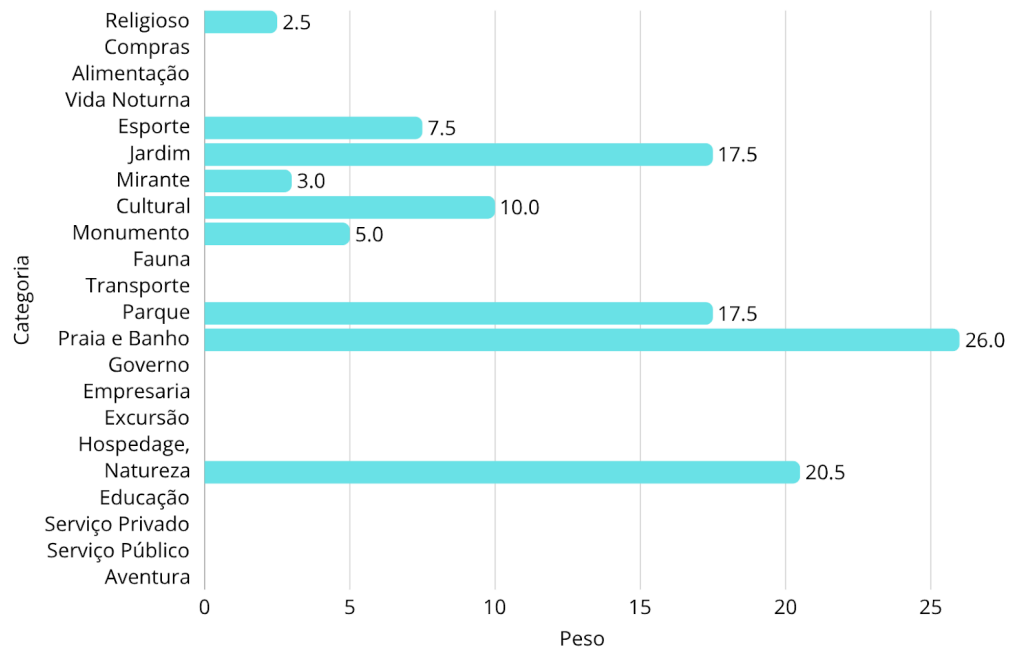
Na **Pergunta 1**, observa-se que o usuário não classificou nenhum local como irrelevante, o que sugere que o sistema conseguiu identificar adequadamente suas preferências, oferecendo recomendações coerentes com seus interesses. Na **Pergunta 2**, a solicitação por “mais detalhes e fotos” indica a necessidade de um maior enriquecimento das informações e dos elementos visuais apresentados nas recomendações. Por fim, na **Pergunta 3**, o usuário atribuiu nota **3 (Bom)** à experiência geral com o sistema, demonstrando uma percepção predominantemente positiva, ainda que com espaço para aprimoramentos.

B. Caso de Falha (Pior Cenário): Usuário com ID 4709 (Precision $\approx$ 0.0)

- Definição das Preferências

Inicialmente o usuário 4709, realizou os passos referentes a instalação do aplicativo e configuração, em seguida realizou a definição de preferências por meio das interações com os locais de seu interesse.

Gráfico 9 - Pesos das Preferências do Usuário B (Caso de Falha)



Fonte: Autoria Própria

O gráfico 9 detalha a importância relativa (**Peso**) que o Usuário 4709 atribui a diversas categorias de interesse, como Lazer, Cultura, Natureza e Serviços. Observa-se que as categorias com maior peso, indicando as preferências mais fortes, são **Praia e Banho** (26.0), **Natureza** (20.5), **Jardim** (17.5), **Parque** (17.5), **Cultural** (10.0) e **Esporte** (7.5). Por outro lado, categorias como Religioso, Mirante, Monumento, e as que não possuem peso registrado (como Alimentação, Vida Noturna, Transporte, Governo, Empresariais, etc.) são consideradas menos relevantes ou irrelevantes para este usuário.

A alta pontuação em categorias como Praia, Natureza, Jardim e Parque sugere um forte interesse por atividades ao ar livre e ambientes naturais. Este detalhamento das preferências é crucial para entender o contexto do "Caso de Falha" mencionado, indicando que, apesar das preferências estarem claramente definidas (com pesos altos em alguns e baixos em outros), a precisão do sistema de recomendação para este usuário ainda é praticamente nula (≈ 0.0), o que levanta a necessidade de investigar por que o sistema falha em fazer recomendações adequadas com base neste perfil bem delineado.

- Vínculo com Usuários

Tabela 6 - Vínculos do Usuário 4709

Usuários Vinculados	<i>Tags</i> de Preferência	Similaridade
75	[“Religioso(5)”,”Jardim(0.5)”,”Mirante(0.5)”,”Cultural(2.5)”]	0.12
96	[]	0
126	[]	0

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 6 são apresentados os vínculos do usuário de ID 4709. Observa-se que há três usuários associados a ele. No entanto, os usuários de ID 96 e 126 não possuem preferências definidas, conforme indicado na coluna “*Tags* de Preferência”. Uma possível explicação para essa ausência é que esses usuários não tenham interagido corretamente com o aplicativo, possivelmente ignorando a etapa introdutória e passando diretamente para a realização de postagens sobre lugares.

Já o usuário 75 apresenta quatro principais preferências: “Religioso”, “Jardim”, “Mirante” e “Cultural”. No Gráfico 6, que exibe as preferências do usuário principal (ID 4709), a categoria “Religiosa” aparece entre as de menor interesse, com um valor de 2,5. Em contraste, para o usuário mais similar, essa mesma categoria possui o maior valor (5,0).

Outro ponto de destaque é a diferença significativa na categoria “Jardim”: enquanto o usuário principal possui um peso de 17,5, o usuário similar apresenta apenas 0,5. Essa discrepância, somada à ausência de categorias importantes para o usuário principal como “Praia e Banho”, pode explicar a baixa avaliação atribuída por ele (usuário 4709).

- Recomendação

Nesta etapa, será realizada a recomendação de conteúdos com base nas preferências do usuário 4709 e em seus vínculos com outros usuários.

Tabela 7 - Locais Recomendados do Usuário 4709

Número	Locais Recomendados	Tags dos Locais	Distância do Usuário	Tipo de Recomendação
1	Rio Jaguaribe	[“Praia e Banho”]	1.3287km	Individual
2	Duna do Pôr do Sol	[“Praia e Banho”]	7.7306km	Individual
3	Meia-lua e Estrela	[“Praia e Banho”, ”Natureza”]	7.7356km	Individual
4	Meia-lua e Estrela Lazy days	[“Praia e Banho”, ”Natureza”]	7.7393km	Individual
5	Meia-lua e Estrela	[“Praia e Banho”, ”Natureza”]	8.0437km	Individual
6	Meia-lua e Estrela	[“Praia e Banho”, ”Natureza”]	8.0438km	Individual
7	Vila do Estevão	[“Praia e Banho”]	8.1098km	Individual
8	Cumbe	[“Praia e Banho”]	8.1581km	Colaborativa
9	IQUAMA	[“Natureza”]	1.5375km	Colaborativa
10	Praça Dom Luiz	[“Cultural”, “Natureza”, “Parque”, “Jardim”]	0.9435km	Colaborativa

Fonte: Autoria própria

Na tabela 7 temos a lista dos locais recomendados, com suas categorias (*tags*), distância entre o usuário e o ponto de interesse, e o tipo de recomendação que foi realizado (Individual ou Colaborativa).

De acordo com o Gráfico 9, observa-se que o usuário 4709 apresenta maior interesse na categoria “Praia e Banho”. Na Tabela 7, verifica-se que a maioria dos locais recomendados estão associados a essa categoria, frequentemente acompanhada da categoria “Natureza”. As distâncias entre o usuário e os pontos de interesse variam de 0,94 km a 8,15 km, o que pode ser explicado pela localização mais central do usuário na cidade, enquanto as praias e demais pontos relacionados encontram-se em regiões mais afastadas.

Os locais numerados de 1 a 7 foram recomendados com base exclusivamente nas preferências individuais do usuário 4709. Já os locais de 8 a 10 resultaram de recomendações baseadas em seus vínculos com outros usuários. Entre os pontos sugeridos, um deles mantém categorias semelhantes às anteriores, como “Praia e Banho”. Por outro lado, os dois últimos locais apresentam novas categorias (“Parque”, “Jardim” e “Cultural”) que diferem do padrão inicial. Essa variação pode indicar um possível interesse implícito do usuário principal por esses tipos de locais, os quais ele poderá aprovar ou rejeitar posteriormente.

- **Validação e Conclusão**

Ao término da validação, os participantes foram convidados a preencher um formulário com algumas perguntas. Nesta etapa, será analisado o motivo do baixo índice de aprovação do usuário 4709 em relação às recomendações recebidas.

Pergunta 1: “Dos locais que foram recomendados, quais você considerou IRRELEVANTES? (Ou seja, locais que você NÃO gostou que fossem recomendados)”.

Resposta: O usuário 4709 nesta resposta selecionou todos os locais, exceto o local 10.

Pergunta 2: Quais aspectos da sua experiência com o sistema de recomendação você mais gostou? E o que você acha que poderia ser melhorado?

Resposta: As informações sobre cada ponto turístico permitem que o interessado conheça antecipadamente aspectos básicos da história, da cultura e do tipo de local que pretende visitar. A única melhoria sugerida é tornar a descrição de alguns pontos mais objetiva, pois, no geral, o conteúdo está excelente

Pergunta 3: Em uma escala de 1 a 4, como você avalia a sua experiência geral com o sistema de recomendação de turismo sustentável? (1 = Ruim, 4 = Ótimo).

Resposta: O usuário selecionou a opção 4, ou seja: avaliou como Ótimo.

Na Pergunta 1, que questionava “Dos locais que foram recomendados, quais você considerou *irrelevantes*?”, o usuário selecionou todos os locais, exceto o local 10. Essa resposta indica uma possível interpretação equivocada da questão, uma vez que selecionar quase todos os locais como irrelevantes contrasta com a avaliação geral positiva fornecida nas demais perguntas. É provável que o usuário tenha confundido o sentido da pergunta, entendendo-a como uma solicitação para indicar os locais que mais gostou, e não os que considerou irrelevantes. Essa hipótese é reforçada pelo fato de o usuário ter atribuído nota 4

(Ótimo) à experiência geral com o sistema, o que não seria coerente caso tivesse realmente considerado todas as recomendações insatisfatórias. Assim, pode-se inferir que a interpretação do enunciado de forma errada por parte do usuário tenha influenciado a resposta.

Na Pergunta 2, o usuário destacou como aspecto positivo as informações detalhadas sobre os pontos turísticos, enfatizando que o sistema permite conhecer previamente elementos históricos, culturais e estruturais de cada local. A única sugestão de melhoria foi tornar as descrições mais objetivas, o que demonstra uma avaliação amplamente favorável do conteúdo informativo e da experiência de navegação.

Por fim, na Pergunta 3, o usuário atribuiu nota 4 (Ótimo) à experiência geral com o sistema de recomendação. Essa avaliação reforça a hipótese de que a resposta à primeira pergunta não reflete necessariamente uma percepção negativa sobre as recomendações, mas sim uma dificuldade de interpretação do enunciado.

Em síntese, as respostas do usuário 4709 indicam uma satisfação geral com o sistema, tanto em relação à usabilidade quanto à qualidade das informações fornecidas. Entretanto, a interpretação possivelmente equivocada da Pergunta 1 gerou certa ambiguidade em suas respostas.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Aprimorar a experiência do usuário e a sustentabilidade ambiental no turismo é crucial. Pensando nisso, neste trabalho foi desenvolvido e implementado um sistema de recomendação focado no turismo sustentável dentro de uma aplicação já existente. Essa iniciativa ressalta a importância da preocupação com o turista e o meio ambiente.

O sistema de recomendação desenvolvido é um sistema híbrido, no qual combina diferentes abordagens para oferecer sugestões personalizadas e relevantes. Ele direciona o conteúdo de acordo com o perfil de cada usuário, analisando diversos fatores, como: Histórico de interações, Locais mais visitados e Categorias de interesse.

Além disso, o motor de recomendação também incorpora uma análise colaborativa utilizando a técnica da similaridade do cosseno. Isso significa que ele considera a relação de um usuário com os demais, aprimorando continuamente a precisão das recomendações e enriquecendo a experiência do usuário no contexto turístico.

6.1 Limitações Identificadas

Apesar dos resultados da validação obtidos, é fundamental reconhecer e discutir as limitações encontradas ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Neste tópico vamos explorar os aspectos que ainda representam desafios e as áreas onde há espaço para aprimoramento contínuo.

6.1.1 Recomendação Baseada em Conteúdo e Recomendação Colaborativa

A realização da validação detalhada no Capítulo 4 e 5 revelou que o Sistema de Recomendação desenvolvido entregou boas recomendações aos usuários, destacando-se na personalização individual. A utilização da recomendação híbrida permitiu uma recomendação que leva em consideração os gostos pessoais e individuais como também os vínculos entre demais gostos de usuários similares.

A recomendação baseada em conteúdo foi a parte inicial da recomendação, utilizando como base os pesos das preferências dos usuários, para isto foi necessário definir um total mínimo de iterações para ser obtido pesos melhores. Os usuários interagiram por meio de visualizações, curtidas, dentre outros meios de iterações, e na recomendação baseada em

conteúdo todos obtiveram locais similares aos seus gostos e também locais próximos a sua localização.

A recomendação colaborativa foi validada juntamente com a recomendação baseada em conteúdo, cada pessoa da validação deveria ter no mínimo 3 vínculos com outros usuários. O sistema, por meio de técnica da Similaridade do Cosseno, calculou o grau de semelhança entre o usuário principal e os demais usuários. Ao final da análise, o sistema identificou o perfil mais similar e recomendou locais de interesse desse usuário semelhante ao usuário principal. Dessa forma, a validação comprovou a eficácia da abordagem híbrida na aprimoração das recomendações, no entanto, a vinculação com usuários diferentes também pode levar a recomendação de locais incomuns para o usuário principal, sendo essa divergência interpretada por parte do usuário como uma imprecisão ou alternativamente como um incentivo a exploração de novos locais e interesses, essa característica se dá devido a recomendação colaborativa, que busca ir além das preferências individuais para aprofundar a experiência do usuário.

6.1.2 Aspectos sustentáveis durante a recomendação

O sistema de recomendação desenvolvido demonstrou um desempenho bastante eficaz nas recomendações, mas o seu potencial de promover o turismo sustentável pode ser melhorado. O aprimoramento dos critérios de sustentabilidade é um fator importantíssimo nesta etapa, a recomendação poderia ser refinada com a inclusão de pontuações e notas de sustentabilidades, integrações de dados sobre credenciais ecológicas, selos e certificações oficiais de turismo, além de demais dados que permita e orientem decisões sustentáveis mais responsáveis e conscientes por parte do turista.

6.2 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, tem-se o refinamento da recomendação por meio da incorporação de informações sustentáveis mais detalhadas, além disso, outro ponto seria a otimização da estrutura de dados, dividindo categorias em subcategorias dos locais, permitindo uma recomendação mais aprofundada das características de cada local. Outra questão seria a utilização de ontologias para estabelecer relações explícitas e implícitas mais robustas entre os dados, elevando assim a precisão das recomendações. Assim como a comparação e integração de outras técnicas de recomendação às já existentes, visando aprimorar ainda mais a performance do sistema.

REFERÊNCIAS

- AFSAHHOSSEINI, Fatemehalsadat; AL-MULLA, Yaseen. Smart, hybrid and context-aware POI mobile recommender system in tourism in Oman. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, v. 13, n. 4, p. 927-951, 2023.
- ALMEIDA, Lanna Maissa Lemos Dantas de et al. Current status, attractions, and obstacles for ecotourism in protected areas of Amapá, Brazil. *Ambiente & Sociedade*, v. 25, p. e00061, 2022.
- ARIFIN, Z.; IBRAHIM, M. R.; HATTA, H. R. Nearest tourism site searching using Haversine method. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTER, AND ELECTRICAL ENGINEERING (ICITACEE), 3., 2016. Anais [...]. [S. l.]: IEEE, 2016. p. 293-296.
- ARIFIN, Zainal; IBRAHIM, Muhammad Rivani; HATTA, Heliza Rahmania. Nearest tourism site searching using Haversine method. In: 2016 3rd international conference on information technology, computer, and electrical engineering (ICITACEE). IEEE, 2016. p. 293-
- BAKER, Oras; YUAN, Qing; LIU, Jie. Collaborative filtering based-recommender system using ant colony optimisation for path planning. In: 2021 IEEE 5th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE). IEEE, 2021. p. 365-370.
- BANERJEE, Ashmi; MAHMUDOV, Tunar; WÖRNDL, Wolfgang. Green Destination Recommender: A Web Application to Encourage Responsible City Trip Recommendations. In: Adjunct Proceedings of the 32nd ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. 2024. p. 486-490.
- BANIK, Paromita; BANERJEE, Ashmi; WÖRNDL, Wolfgang. Understanding user perspectives on sustainability and fairness in tourism recommender systems. In: Adjunct Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. 2023. p. 241-248.
- BEGNINI, Sérgio; ROSSETTO, Carlos Ricardo; CARBALHO, Carlos Eduardo. O Impacto da Capacidade de Absorção do Conhecimento na Orientação Empreendedora e na Sustentabilidade no Setor Hoteleiro. *Turismo: Visão e Ação*, v. 25, p. 22-50, 2023.
- BEZERRA, Byron Leite Dantas. Estudo de algoritmos de filtragem de informação baseados em conteúdo. Universidade Federal de Pernambuco, 2002.
- CÂNDIDO, Luis Felipe et al. Sustainable behavior in nature tourism travel: the influence of local infrastructure. *Revista de Administração da UFSM*, v. 17, p. e3, 2024.
- CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessoa. Considerações sobre o conceito de turismo sustentável. *Formação (Online)*, v. 1, n. 16, 2009.

CASILLA, Braulio Nayap Maldonado et al. Recommendation system for tourist routes using fuzzy logic in the Arequipa City. In: 2022 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM). IEEE, 2022. p. 1-6.

CAZELLA, Sílvio César et al. Recomendação de objetos de aprendizagem empregando filtragem colaborativa e competências. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2009.

CAZELLA, Sílvio César et al. Um modelo para recomendação de artigos acadêmicos baseado em filtragem colaborativa aplicado à ambientes móveis. RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS, 2008.

CUNHA, Edileuza Lobato da; FLORES, Luiz Carlos da Silva. Turismo, governança e parques estaduais na amazônia brasileira: construção de framework de accountability. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, v. 17, p. e-2689, 2023.

DA CÂMARA MEDEIROS, L. Turismo e sustentabilidade ambiental: referências para o desenvolvimento de um turismo sustentável. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 3, n. 2, p. 197-234, 2013.

D'ADDIO, Rafael Martins. Filtragem baseada em conteúdo auxiliada por métodos de indexação colaborativa. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

D'AUREA, Alberto; MEIRIÑO, Marcelo Jasmim; MACKE, Janaina. Turismo Responsável: proposta de framework a partir da experiência do Serviço Social do Comércio no Brasil. Turismo: Visão e Ação, v. 24, p. 69-91, 2022.

DAVIS, A. M. Software prototyping. In: Advances in computers. Vol. 40. New York: Elsevier, 1995. p. 39-63.

DE OLIVEIRA, Sérgio Domingos; DE FÁTIMA FONTANA, Rosislene; UNIDADE DE ROSANA, S. P. Turismo responsável: uma alternativa ao turismo sustentável?. 2006.

DEY, Nilanjan. Semantics and Agents Oriented Web Personalization. 2015.

DOS SANTOS, Henrique et al. Recomendação de objetos de aprendizagem utilizando filtragem colaborativa: Uma comparação entre abordagens de pré-processamento por meio de clusterização. In: Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie). 2015. p. 1127.

ENGSTRÖM, Emelie; STOREY, Margaret-Anne; RUNESON, Per; HÖST, Martin; BALDASSARRE, Maria Teresa. *How software engineering research aligns with design science: a review*. Empirical Software Engineering, v. 25, p. 2630–2660, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09818-7>.

FEBRE, Luis; VALDIVIEZO-DIAZ, Priscila; REÁTEGUI, Ruth. Collaborative Filtering Enhanced by Demographic Information for Tourist Sites Recommendations. In: 2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE, 2022. p. 1-6.

FERREIRA, Hadênia Rodrigues. Sistema de recomendação para trabalhos acadêmicos. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FERRO, Márcio Robério da Costa. Modelo de sistema de recomendação de materiais didáticos para ambientes virtuais de aprendizagem. 2010.

FLÓREZ, M. F. et al. Proposal for a framework to develop sustainable tourism on the Santurbán Moor, Colombia, as an alternative source of income between environmental sustainability and mining. *Sustainability*, v. 14, n. 14, 2022.

FOROUZANDEH, Saman; ROSTAMI, Mehrdad; BERAHMAND, Kamal. A hybrid method for recommendation systems based on tourism with an evolutionary algorithm and topsis model. *Fuzzy Information and Engineering*, v. 14, n. 1, p. 26-50, 2022.

FRENT, C. An overview on the negative impacts of tourism. *Revista de Turism - Studii și Cercetări în Turism*, n. 22, 2016.

GARIPELLE, Vyshnavi; ADUSUMALLI, Padma Teja; SINGH, Priyanka. Travel recommendation system using content and collaborative filtering-a hybrid approach. In: 2021 12th international conference on computing communication and networking technologies (ICCCNT). IEEE, 2021. p. 1-4.

GARLET, Valéria; GRELLMANN, Camila Pascotini; MADRUGA, Lúcia Rejane da Rosa Gama. Contributions of sustainable practices for the consolidation of sustainable tourism in Brazil. *Revista de Administração da UFSM*, v. 14, n. 2, p. 263-275, 2021.

GNOMONGO TECNOLOGIA LTDA. Gnomon [aplicativo móvel]. [S. l.]: Gnomongo Tecnologia, 2024. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gnomongo.mobile>. Acesso em: 26 jun. 2025.

GOMDIM, Ruan dos Santos. Mecanismo de recomendação personalizada de rotas utilizando algoritmos genéticos no contexto do turismo 4.0. 2022.

HUDA, Choirul et al. Smart Tourism Recommender System Modeling Based on Hybrid Technique and Content Boosted Collaborative Filtering. *IEEE Access*, 2024.

IWAMOTO, Helga Midori; LEAL, Viviane de Araújo; CANÇADO, Airton Cardoso. Mosaico do Jalapão: perspectivas e desafios para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). *Sociedade & Natureza*, v. 36, p. e70921, 2024.

JERIBI, Fathe; PERUMAL, Uma; ALHAMEED, Mohammed Hameed. Recommendation System for Sustainable Day and Night-Time Cultural Tourism Using the Mean Signed Error-Centric Recurrent Neural Network for Riyadh Historical Sites. *Sustainability*, v. 16, n. 13, p. 5566, 2024.

KHAN, H. U. R. et al. Systematic Review of Contextual Suggestion and Recommendation Systems for Sustainable e-Tourism. *Sustainability*, v. 13, n. 15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13158141>.

- KUMAR, Anurag; GOYAL, Himanshu Rai; SHARMA, Sachin. An intelligent information recommender system (IIRS) for next generation sustainable social tourism industry. *International Journal of Information Technology*, v. 16, n. 6, p. 3411-3418, 2024.
- KUMAR, Anurag; GOYAL, Himanshu Rai; SHARMA, Sachin. Sustainable Intelligent Information System for Tourism Industry. In: 2023 IEEE 8th International Conference for Convergence in Technology (I2CT). IEEE, 2023. p. 1-6.
- LAPATTA, N. T. Ecotourism recommendations based on sentiments using skyline query and apache-spark. *Journal of Social Science*, v. 3, n. 3, p. 534-546, 2022.
- LEAL, Fátima; PINHO, Micaela. Intelligent Exchange of Sustainable Tourist Habits among the EU Member States. *Administrative Sciences*, v. 14, n. 6, p. 128, 2024.
- LUBIHANA, Elan. Design of a Tourism Recommendation System Based on Sentiment Analysis with Lexicon LSTM. In: 2022 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD). IEEE, 2022. p. 1-6.
- LUKOSEVICIUTE, Goda; PEREIRA, Luís Nobre. Tourists' perceptions of beach quality improvement during the off-peak season: a segmentation approach. *Tourism & Management Studies*, v. 17, n. 2, p. 17-28, 2021.
- MAURO, Noemi et al. Point-of-Interest Recommender Systems: Nudging towards Sustainable Tourism. In: Adjunct Proceedings of the 32nd ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. 2024. p. 491-495.
- MECCA, Marlei Salete et al. Sustentabilidade e ESG (Environmental, Social and Governance): estudo das operações turísticas de uma Pousada na Serra Gaúcha. *Turismo: Visão e Ação*, v. 25, n. 3, p. 425-444, 2023.
- MERINOV, Pavel. Sustainability-oriented recommender systems. In: Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. 2023. p. 296-300.
- MINISTÉRIO DO TURISMO. Ecoturismo: orientações básicas. Brasília: Ministério do Turismo, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo-/publicacoes/segmentacao-do-turismo/ecoturismo-orientacoes-basicas.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- MOBASHER, Bamshad; COOLEY, Robert; SRIVASTVA, Jaideep. Automatic personalization based on web usage mining. *Communications of the ACM*, v. 43, n. 8, p. 142-151, 2000.
- MUNEER, Mishal et al. Tour spot recommendation system via content-based filtering. In: 2022 16th International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST). IEEE, 2022. p. 1-6.
- MURUGANANDA, G. Kishore et al. A Real-Time Tourism Recommender System Using KNN and RBM Approach. In: 2023 International Conference on Data Science, Agents & Artificial Intelligence (ICDSAAI). IEEE, 2023. p. 1-5.

NEVES, Eugénio dos Santos; MATEUS, Maria do Nascimento Esteves. Educação ambiental para um turismo sustentável. *EduSer-Revista de Educação*, v. 7, n. 2, p. 1-12, 2015.

OGUNTIMILEHIN, A. et al. Location-based Tourism Recommender System using Swarm Intelligence. In: 2024 International Conference on Science, Engineering and Business for Driving Sustainable Development Goals (SEB4SDG). IEEE, 2024. p. 1-7.

OLIVEIRA, Ademir Kleber Morbeck de; DIETRICH, Luciana Correia; MARIANI, Milton Augusto Pasquotto. Relações entre as políticas públicas de turismo e as ações dos serviços turísticos no município de Bonito, polo de ecoturismo nacional. *Interações (Campo Grande)*, v. 23, n. 1, p. 183-198, 2022.

OLIVEIRA, Ermelinda; MANSO, José. Turismo sustentável: utopia ou realidade?. 2010.

OLIVEIRA, Laís Vieira Castro; SILVA, Clayton Robson Moreira da; ROMERO, Cláudia Buhamra Abreu. Costume de casa vai à praia?: atitudes e comportamentos sustentáveis do turista em Jericoacoara, CE, Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 15, n. 2, p. e-1991, 2021.

PANAGIOTAKIS, Costas et al. An Expectation-Maximization framework for Personalized Itinerary Recommendation with POI Categories and Must-see POIs. *ACM Transactions on Recommender Systems*, v. 3, n. 1, p. 1-33, 2024.

PILIPONYTE, Greta; MASSIMO, David; RICCI, Francesco. Simulation of recommender systems driven tourism promotion campaigns. *Information Technology & Tourism*, v. 26, n. 3, p. 407-448, 2024.

POSTMA, A.; SCHMUECKER, D. Understanding and overcoming negative impacts of tourism in city destinations: conceptual model and strategic framework. *Journal of Tourism Futures*, v. 3, n. 2, p. 144-156, 2017.

RAHMAYUDHA, Syahru et al. Recommendation System for the Improvement of E-Government Services in the Tourism Sector of Pontianak City. In: 2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS). IEEE, 2022. p. 1-4.

RIBEIRO, Sofia Regina Paiva; LIMA, Filipe Augusto Xavier; LOIOLA, Maria Iracema Bezerra. O café sombreado da serra de Baturité, Ceará, Nordeste do Brasil: gestão ambiental, sustentabilidade e impactos eco-ssocioeconômicos. *Turismo: Visão e Ação*, v. 25, n. 3, p. 482-504, 2023.

RRMOKU, Korab; SELIMI, Besnik; AHMEDI, Lule. An Approach of Utilizing Exponential Rank and In-Inverse Closeness Centrality on Recommender Systems. In: 2021 International Conference on Information Technologies (InfoTech). IEEE, 2021. p. 1-4.

SABIRI, Bihi; KHTIRA, Amal; EL ASRI, Bouchra; RHANOUI, Maryem. Hybrid quality-based recommender systems: a systematic literature review. 2025. Artigo científico. *Journal of Imaging*, v. 11, p. 12. Universidade Mohammed V de Rabat, Universidade de Lyon.

SANTOS, Monaliza Carvalho et al. Um sistema de recomendação baseado em conteúdo para adoção de animais utilizando a técnica do cosseno ponderado. *Texto Livre*, v. 17, e42708, 2024.

SANTOS, RODRIGO AMADO DOS; ALMEIDA, RUAN SANTANA MONTENEGRO DE; MIRANDA, Luiz Felipe. A sustentabilidade ea hotelaria carioca: critérios para um desenvolvimento integrado e participativo. *Turismo: Visão e Ação*, v. 23, n. 1, p. 191-215, 2021.

SANTOS, Rodrigo Amado dos; PAULA, Helena Silvano de; BEM, Ellen da Silva. Critérios de sustentabilidade para gestões hoteleiras em organizações de pequeno e médio porte. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 17, p. e-2840, 2023.

SHARMA, Ragini. Genetic algorithm based personalized travel recommendation system. In: 2024 2nd International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT). IEEE, 2024. p. 867-874.

SILVA-MELO, Marta Regina da; GUEDES, Neiva Maria Robaldo; MELO, Gleidson André Pereira de. Sustainability Index of the Gruta do Lago Azul Natural Monument, Bonito Mato Grosso do Sul, Brazil. *Sociedade & Natureza*, v. 33, p. e53828, 2021.

SIMANJUNTAK, Humasak et al. Weighted Hybrid Recommendation System for Toba Tourism Based on Google Review Data. In: 2022 IEEE International Conference of Computer Science and Information Technology (ICOSNIKOM). IEEE, 2022. p. 1-8.

SUAKANTO, Sinung; ANDRESWARI, Rachmadita; ALBASORI, Erza Putra. SEMPIR: sequence multiple point of interest recommender system for overland tourism. In: 2021 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS). IEEE, 2021. p. 1-7.

SUPANICH, Weeriya; KULKARINEETHAM, Suwanee. Personalized Tourist Attraction Recommendation System Using Collaborative Filtering on Tourist Preferences. In: 2022 19th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE). IEEE, 2022. p. 1-6.

SYAHPUTRA, M. Edo et al. Smart tourism using attractive and safe travel recommendation technology. In: 2022 IEEE Creative Communication and Innovative Technology (ICCIT). IEEE, 2022. p. 1-5.

TAN, Huiyi; GUO, Junfei; LI, Yong. E-learning recommendation system. In: 2008 International conference on computer science and software engineering. IEEE, 2008. p. 430-433.

TIAN, Yonghong et al. College library personalized recommendation system based on hybrid recommendation algorithm. *procedia cirp*, v. 83, p. 490-494, 2019.

TRAN, Thi Ngoc Trang et al. Less is More: Towards Sustainability-Aware Persuasive Explanations in Recommender Systems. In: Proceedings of the 18th ACM Conference on Recommender Systems. 2024. p. 1108-1112.

UMMESALMA, M.; YASHIGA, C. COLPOUSIT: a hybrid model for tourist place recommendation based on machine learning algorithms. In: 2021 5th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI). IEEE, 2021. p. 1743-1750.

United Nations World Tourism Organization (UNWTO) . Sustainable development. Disponível em: <https://www.unwto.org/sustainable-development>. Acesso em: 31 jul. 2024.

VIRUTAMASEN, Porngarm et al. Contextual Based E-Tourism Application: A Personalized Attraction Recommendation System for Destination Branding and Cultivating Tourism Experiences. In: 2024 5th Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON). IEEE, 2024. p. 1-5.

WANG, Shenqing et al. Hybrid tourism recommendation system: A multi-objective perspective. In: 2022 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC). IEEE, 2022. p. 1-8.

WANG, Shoujin; BIAN, Hongsheng; LI, Shangze. Hybrid Travel Recommendation Algorithm based on Center Aggregation Parameters. In: 2024 International Conference on Integrated Circuits and Communication Systems (ICICACS). IEEE, 2024. p. 1-7.

WIERINGA, R. Design science methodology for information systems and software engineering. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2014.

WTTC. World Travel & Tourism Council. [S. l.]: WTTC, 2024. Disponível em: <https://wttc.org>. Acesso em: 3 ago. 2024.

YI, Yuting. Design of Intelligent Recommendation APP for Eco-tourism Routes Based on Popular Data Clustering of Points of Interest. In: 2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC). IEEE, 2021. p. 1270-1273.

YI, Yuting. Personalized recommendation method of tourist route based on user collaborative filtering model. In: 2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC). IEEE, 2021. p. 1286-1289.

YIN, Weiwei; SUN, Yan; ZHAO, Jing. Personalized tourism route recommendation system based on dynamic clustering of user groups. In: 2021 IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC). IEEE, 2021. p. 1148-1151.

ZACARIAS, Henriques et al. Application of Content-Base Recommendation Algorithms on Mobile Travel Applications. In: 2023 1st International Conference on Advanced Innovations in Smart Cities (ICAISC). IEEE, 2023. p. 1-5.

ZAIZI, Fatima Ezzahra; QASSIMI, Sara; RAKRAK, Said. Towards an efficient tourism recommendation system using multi-objective evolutionary optimization. In: 2024 International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD). IEEE, 2024. p.