

# Sistema de Recomendação Semântica Integrado via Ontologia e SPARQL

Renato B. D. de Oliveira

30 de junho de 2025

## Resumo

Este relatório descreve o desenvolvimento de um sistema de recomendação de recursos educacionais voltado ao combate às arboviroses, especialmente a dengue. A arquitetura combina tecnologias semânticas com aplicações de backend e frontend. A recomendação leva em consideração preferências declaradas pelos usuários, inferência sobre perfil etário para elegibilidade vacinal, e situação epidemiológica atual extraída da ontologia.

## 1 Arquitetura do Sistema

O sistema é composto por três principais camadas:

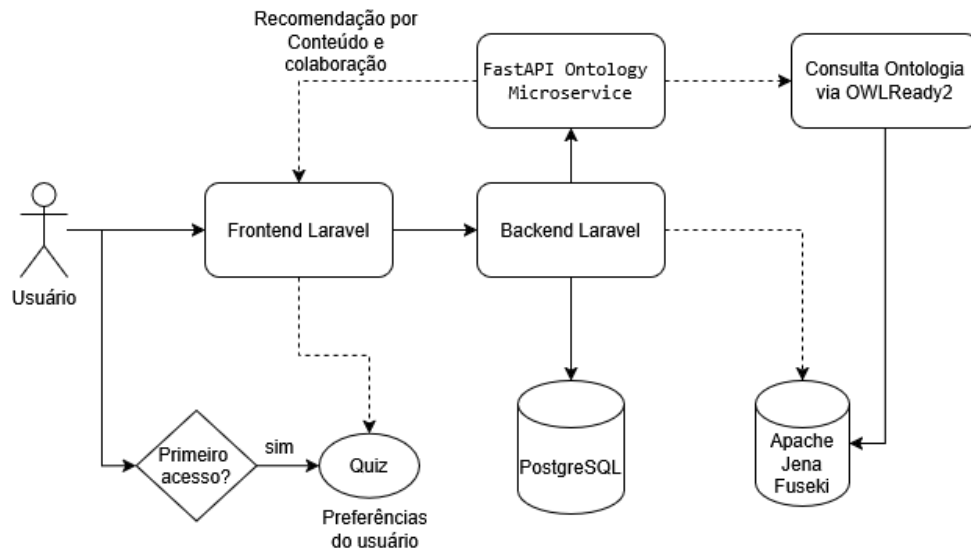


Figura 1: Arquitetura geral do sistema de recomendações.

- **Frontend (Laravel):** Interface web onde usuários se cadastram, informam preferências, visualizam recomendações personalizadas, fazem avaliações e acessos aos recursos.
- **API (FastAPI):** Responsável por consultar a ontologia (Apache Jena Fuseki), calcular a elegibilidade vacinal, buscar dados epidemiológicos recentes e montar a resposta para o frontend.

- **Ontologia e Base Semântica (Fuseki + OWL):** Armazena usuários, preferências, recursos educacionais, indicadores epidemiológicos e regras de inferência.

## 2 Ontologia

A ontologia foi modelada no Protégé em OWL e contém as seguintes classes e propriedades principais:

- **Usuário:**

- :temNome, :temEmail, :temPreferenciaTipo, :temDataNascimento
- :temPreferenciaTipo (ex: vídeo, jogo, infográfico)

- **RecursoEducacional:**

- :temTipo, :temTema, :temMediaNota, :temTitulo, temURL

- **IndicadorEpidemiologico:**

- :weekNumber, :weekEnd, :weekStart, :casesDengue, :casesDengueAlarm, :casesDengueSevere

- **Regiao:**

- :temCRS, :temDA, :temINC, :temNCC, :temUVIS, :casesDengueSevere

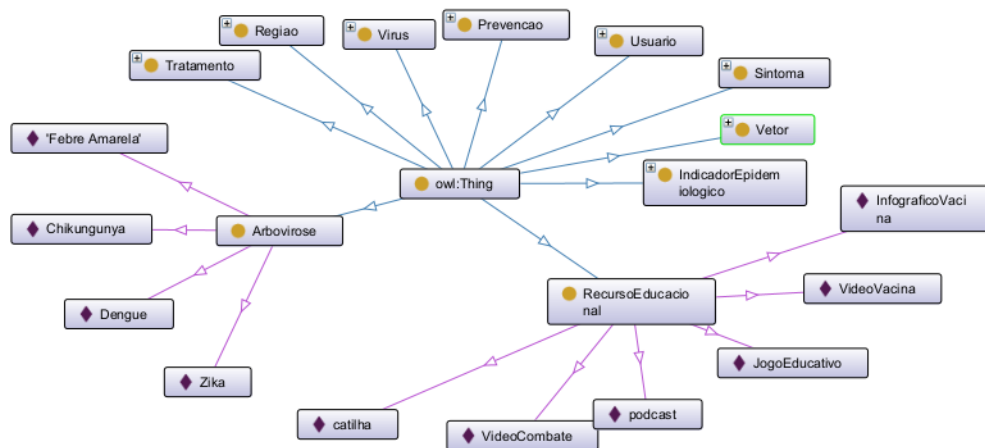


Figura 2: Visão geral da ontologia desenvolvida.

As instâncias são inseridas via seeder Laravel ou pela própria API com comandos SPARQL.

### 3 Critérios de Recomendação

- a) **Baseada em Conteúdo:** corresponde à preferência do usuário, ordenados pela nota média mais alta. Por exemplo, a consulta:

```
q_conteudo = f"""
    SELECT ?recurso ?tipo ?mediaNota WHERE {{
        {user_uri} :temPreferenciaTipo ?tipo .
        ?recurso a :RecursoEducacional ;
                :temTipo ?tipo ;
                :temMediaNota ?mediaNota .
    }} ORDER BY DESC(?mediaNota) LIMIT 5
    """
```

Exemplo de instâncias OWL/Turtle:

```
:usuarioRenato a :Usuario ;
    :temPreferenciaTipo "jogo" .

:JogoEducativo a :RecursoEducacional ;
    :temTipo "jogo" ;
    :temMediaNota "3.8"^^xsd:float ;
    :temTema: "educação infantil sobre a dengue";
    :temTitulo "Jogo interativo: aprendendo sobre a dengue" .

:CartilhaPrevencao a :RecursoEducacional ;
    :temTipo "cartilha" ;
    :temMediaNota "4.2"^^xsd:float ;
    :temTema: "educação em saúde nas escolas";
    :temTitulo "Cartilha escolar: Conhecendo a dengue" .
```

Só retorna :JogoEducativo, pois o tipo preferido de :usuarioRenato é "jogo"

- b) **Colaborativa:** recomendar recursos acessados por outros usuários que compartilham ao menos um tipo de preferência com o usuário atual, excluindo o próprio usuário. A ordenação prioriza:

- Maior nota média do recurso (:temMediaNota)
- Maior número de usuários distintos que o acessaram. Por exemplo:

```
q_colab = f"""
PREFIX : <http://www.exemplo.org/arboviroses#>

SELECT ?recurso ?tipo ?mediaNota (COUNT(DISTINCT ?outro) AS
?qtdAcessos) WHERE {{
    {user_uri} :temPreferenciaTipo ?tipo_comum .
```

```

?outro a :Usuario ;
      :temPreferenciaTipo ?tipo_comum ;
      :acessouRecurso ?recurso .

FILTER (?outro != {user_uri})

?recurso a :RecursoEducacional ;
      :temTipo ?tipo ;
      :temMediaNota ?mediaNota .
}}
GROUP BY ?recurso ?tipo ?mediaNota
ORDER BY DESC(?mediaNota) DESC(?qtdAcessos)
LIMIT 5
"""

```

Por exemplo, o usuário Renato tem preferência por vídeo e podcast. Caso outros usuários tenha pelo menos uma preferência em comum, o sistema de recomendação retorna Recursos educacionais acessados pelos outros usuários ordenados pela média de notas e quantidade de acessos.

- c) **Condiciona**: se o usuário está entre 10 e 14 anos, 11 meses e 29 dias, recomenda-se vídeos sobre a vacina da dengue. Além disso, dependendo da região do usuário uma mensagem é exibida indicando se o bairro em que ele mora está em situação de epidemia ou alerta.

Arbovíroses
Sair

### Recomendações Personalizadas

Suas preferências de formato: infografico, video

**Situação no seu bairro (VILA MEDEIROS):**

Nível: 🚨 Epidemia

Incidência: 350.3

Evite áreas com aglomeração, use repelente e procure atendimento ao apresentar sintomas.

Você **não** se enquadra nos critérios de idade para vacinação contra dengue (válida para 10 – 14 anos, 11 meses e 29 dias).

Situação epidemiológica – Semana 24 - São Paulo
<p><b>Casos de dengue:</b> 436</p> <p><b>Dengue com sinais de alarme:</b> 10</p> <p><b>Dengue grave:</b> 1</p>

Figura 3: Tela de recomendações

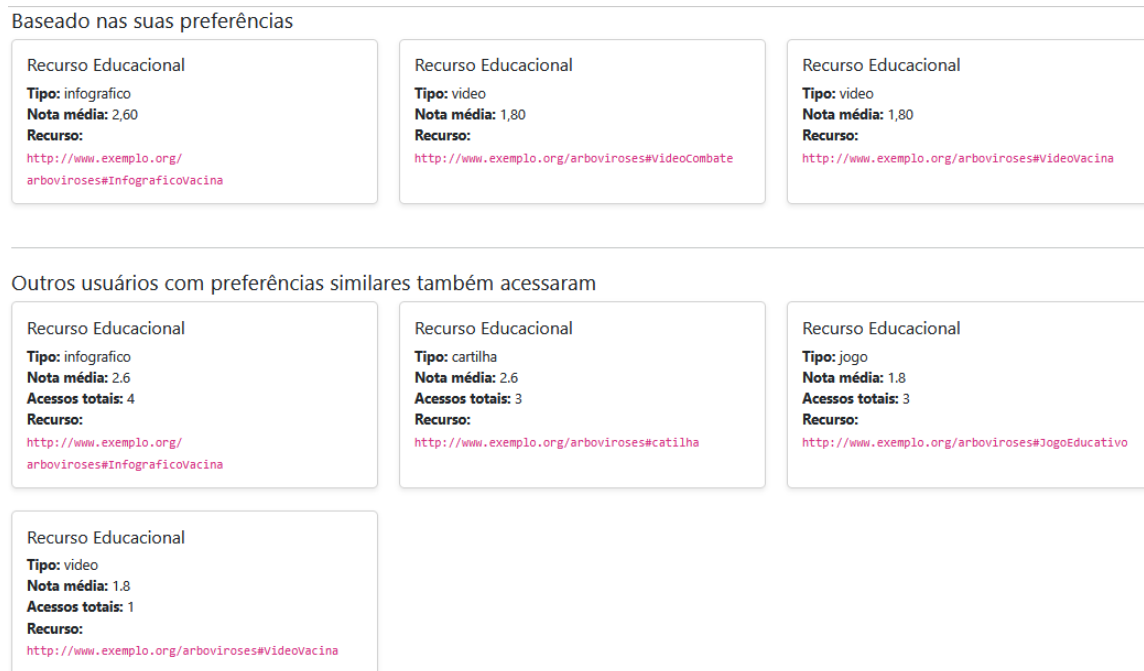


Figura 4: Tela de recomendações continuação

## 4 Tecnologias Utilizadas

- **Linguagens:**
  - Java (JDK 24)
  - Python
- **Frameworks e Bibliotecas:**
  - FastAPI, Laravel
  - OWLReady2 (manipulação OWL em Python)
- **Ferramentas Semânticas:**
  - Apache Jena Fuseki
  - Protégé
- **Banco de Dados:**
  - PostgreSQL (armazenamento complementar)

## 5 Exemplo de Fluxo

1. Usuário Igor (12 anos) informa preferências **vídeo**, **jogo**, informa a região em que mora (bairro) e data de nascimento.
2. A API detecta que Igor é elegível para vacinação.
3. O sistema detecta se seu bairro está em situação de epidemia, alerta ou situação normal.

4. O sistema recomenda vídeos sobre a vacina da dengue, conteúdos com maior nota e recursos acessados por usuários similares.
5. Dados da semana epidemiológica mais recente são exibidos.

## 6 Conclusão

O sistema de recomendação baseado em conteúdo e colaboração foi criado com base em ontologia de arboviroses. Essa ontologia foi desenvolvida com objetivo de combate e prevenção à dengue, zika, chikungunya e febre amarela. Os dados utilizados foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Sistema Único de Saúde (SUS) e da prefeitura de São Paulo considerando a semana epidemiológica mais recente (semana 24 - 08/06/2025 a 14/06/2025). O escopo desse projeto abrange o município de São Paulo. Os dados de usuários e recursos educacionais foram simulados, mas as URIs para avaliação dos recursos são reais. Para trabalhos futuros pretende-se utilizar uma maior quantidade de dados como da vacinação e dados de mais municípios para tornar o sistema de recomendação mais próximo da realidade.

## Referências

- [1] Ministério da Saúde. Dados Epidemiológicos - SINAN. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-sinan>. Acesso em: jun. 2025.
- [2] DATASUS. Casos de Dengue no Estado de São Paulo – Tabnet. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinannet/cnv/denguebsp.def>. Acesso em: jun. 2025.
- [3] Prefeitura de São Paulo. Documento Técnico – Dengue 2025. Disponível em: [https://prefeitura.sp.gov.br/documents/d/saude/documento-tecnico-dengue\\_2025-pdf](https://prefeitura.sp.gov.br/documents/d/saude/documento-tecnico-dengue_2025-pdf). Acesso em: jun. 2025.
- [4] Planilha colaborativa de dados sobre dengue (Google Sheets). Disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1a46T0khfDvURwDXQ6CAovSgufJffJBhcW6mmBxSomUI/edit?usp=sharing>. Acesso em: jun. 2025.
- [5] Núcleo de Informações Estratégicas em Saúde (NIES-SP). Monitoramento da Dengue. Disponível em: <https://nies.saude.sp.gov.br/ses/publico/dengue>. Acesso em: jun. 2025.
- [6] Renato Oliveira. Projeto SIN5033 – Sistema Semântico para Arboviroses. Disponível em: <https://github.com/renatobdo/SIN5033-Projeto/blob/main/README.md>. Acesso em: jun. 2025.
- [7] Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE-SP). Plano de Contingência para Arboviroses 2025–2026. Disponível em: [https://portal.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-por-vetores-e-zoonoses/doc/dengue/planodecontingencia\\_arbo\\_2025\\_2026\\_sp\\_final-coupia.pdf](https://portal.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-por-vetores-e-zoonoses/doc/dengue/planodecontingencia_arbo_2025_2026_sp_final-coupia.pdf). Acesso em: jun. 2025.

- [8] Coordenadoria de Vigilância em Saúde (COVISA). Boletim de Vigilância em Saúde. Disponível em: [https://prefeitura.sp.gov.br/web/saude/w/vigilancia\\_em\\_saude/boletim\\_covisa/267596](https://prefeitura.sp.gov.br/web/saude/w/vigilancia_em_saude/boletim_covisa/267596). Acesso em: jun. 2025.
- [9] G1 São Paulo. Mortes por dengue na cidade de SP sobem para 14; Itaim Bibi e outros 44 bairros têm epidemia da doença. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2025/05/22/mortes-por-dengue-na-cidade-de-sp-sobem-para-14-itaim-bibi-e-outros-44-bairros-tem-epidemia-da-doenca.ghtml>. Acesso em: 22 maio 2025.
- [10] Ministério da Saúde. Calendário Epidemiológico – SINAN. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/calendario-epidemiologico>. Acesso em: jun. 2025.