



THE DEVELOPER'S CONFERENCE

**Estrutura de vizinhança e KNN no desenvolvimento de um
modelo de recomendação para o atendimento em Saúde.**

Fábio Gerab

Head of Mathematics

James de Oliveira

QA Leader

William Balduino

Systems Analysts

Agenda



- O que queremos resolver:

Dificuldade que um cidadão encontra em se dirigir ao estabelecimento de saúde correto em situação de primeiro atendimento.

- Questão de Negócio:

Como recomendar o local adequado de atendimento em saúde para um cidadão residente no Município de São Paulo através de um teste de conceito, em primeiro atendimento?

Agenda



- Escopo:

Município de São Paulo; com granularidade em Distritos; dados dos equipamentos de saúde.

- Objetivo Geral:

Recomendar o local adequado de primeiro atendimento em saúde para um cidadão residente no Município de São Paulo, em um teste de conceito.

Metodologia: Estrutura de proximidade



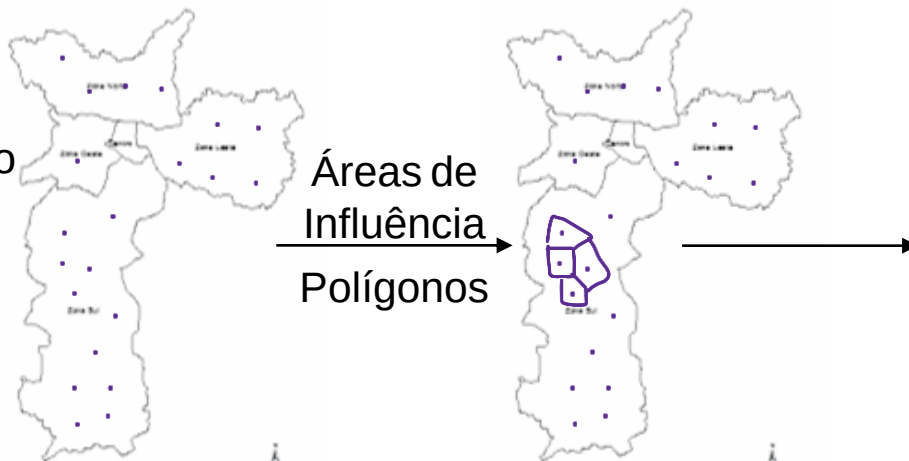
THE DEVELOPER'S CONFERENCE

DADOS DE VIZINHANÇA

Tabela de Locais: Serviço e Usuário

[illegible]

Referenciamento
espacial
→
Por Distrito



Matriz de Vizinhança
(Queen)

	A	B	C	D	E
A	0	1	0	1	0
B	1	0	1	1	1
C	0	1	0	0	1
D	1	1	0	0	1
E	0	1	1	1	0

Metodologia: Caracterização do Serviço

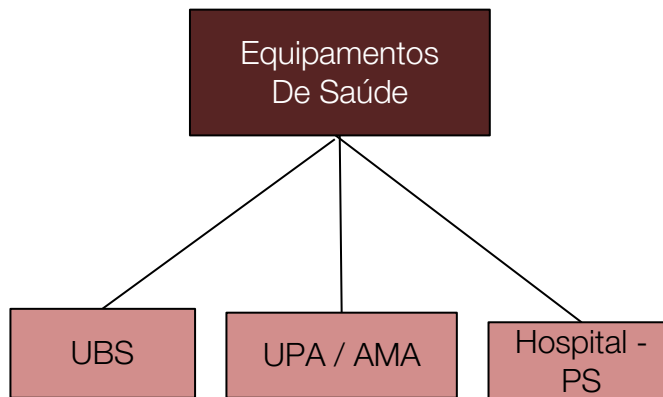


THE DEVELOPER'S CONFERENCE

EQUIPAMENTOS DE SAÚDE

Equipamentos de Saúde

Características e Localização/CEP

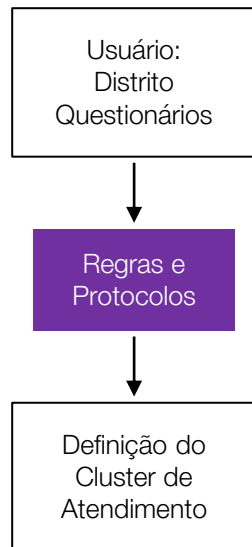
[illegible]

Metodologia: Regras de Recomendação

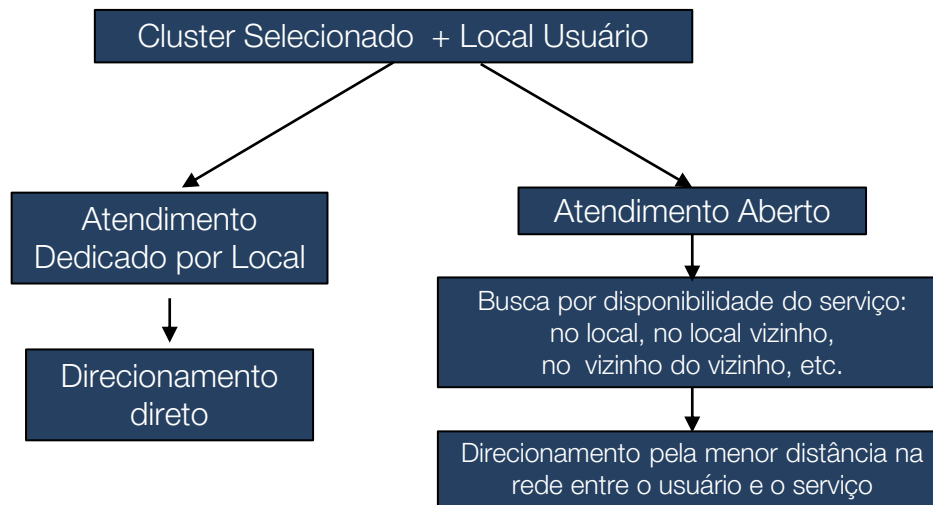


THE
DEVELOPER'S
CONFERENCE

USUÁRIO



APLICAÇÃO DO PROTOCOLO MANCHESTER



Fontes de Dados



CEPs

Tabela completa de CEPs do município de São Paulo, com referencia do distrito. Extraída do site dos Correios. 🔍

Shapefiles

Shapefiles dos distritos de São Paulo. Extraídos do site do Geosampa. 🔍

Dados de Saúde

Dados de equipamentos de saúde detalhados, de todo o município de São Paulo. Extraídos do site do Geosampa. 🔍

Feature Engineering



**Agregação dos
CEPs por bairro e
por distritos**

Dados de Saúde

- ✓ Distritos
- ✓ CEPs
- ✓ Bairros
- ✓ Estadual / Municipal
- ✓ Público / Privado
- ✓ Tipos de estabelecimento de equipamento de saúde (UBS, UPA, Hospital, etc.)

**Dados geográficos
do município de
São Paulo**

Etapas do Projeto



EXTRAÇÃO DOS DADOS

PREPARAÇÃO DOS DADOS

MODELAGEM

VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

- **GeoSampa**: extração de base de equipamentos de saúde (quantidade de hospitais, leitos, UBS, UPA, etc.).
- “Cenário dos Hospitais no Brasil 2019”, realizado pela Confederação Nacional de Saúde (CNS) e Federação Brasileira de Hospitais (FBH), dos quais foram
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2010
- Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES);
- Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS).
- CEPs dos Correios

Tratamento das variáveis envolvidas (features):

- Polígonos de Distritos
- Validação das bases
- Enriquecimento dos dados

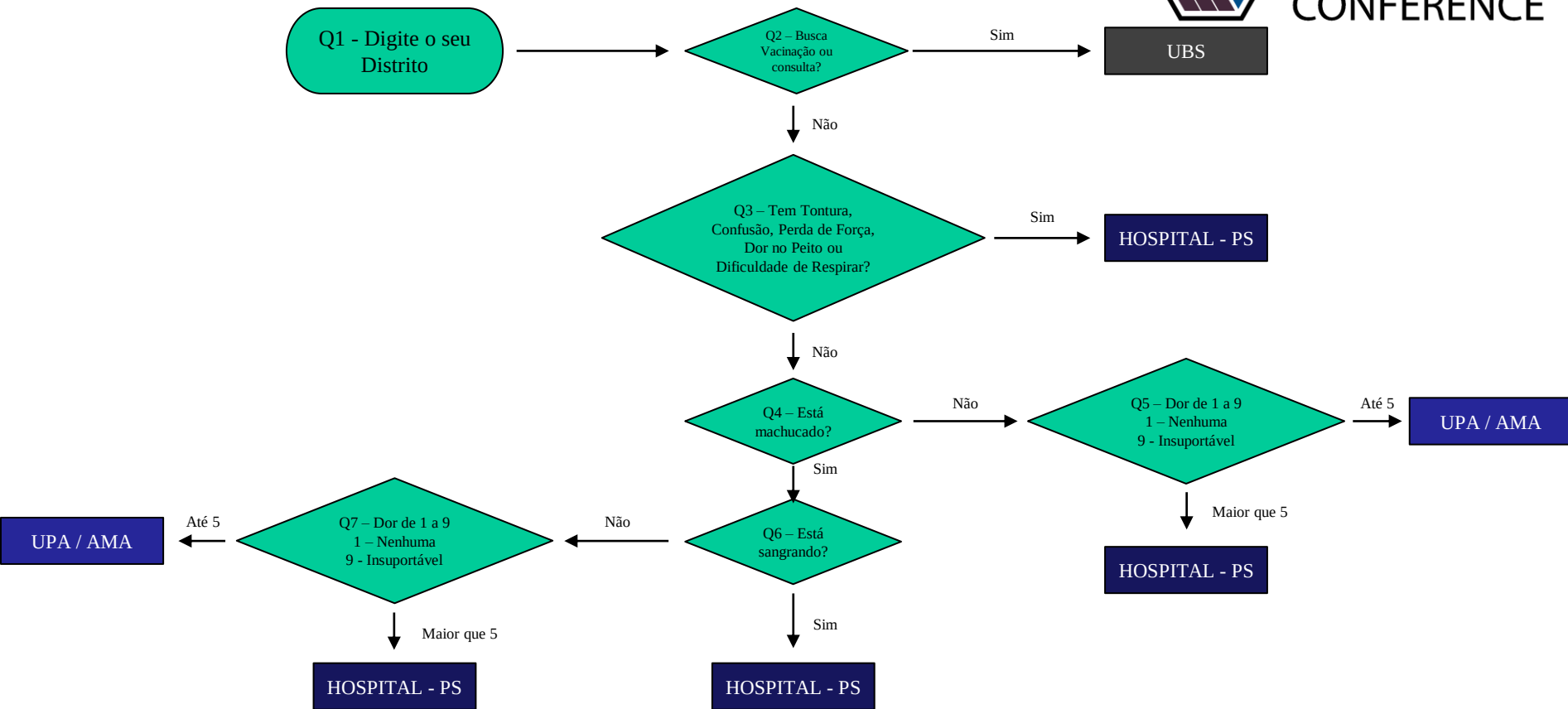
- Estrutura lógica de recomendação
- Protocolo de Manchester (questionário).
- Geocodificação da base (unificada e tratada).
- **Análises de redes**
- Matriz de vizinhança;
- Distância entre os nós;
- Busca de vizinhos mais próximos.

- Seleção hierárquica por complexidade de atendimento em Saúde.
- **Análises de redes**
- Ordem de vizinhança;
- Menor Distância entre vizinhos;
- Construção e validação do código.
- Aplicação e Validação do modelo de Recomendação.

Fluxo Questionário



THE
DEVELOPER'S
CONFERENCE

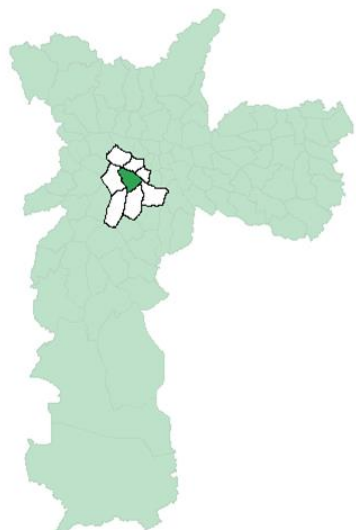


Matriz de Vizinhaça

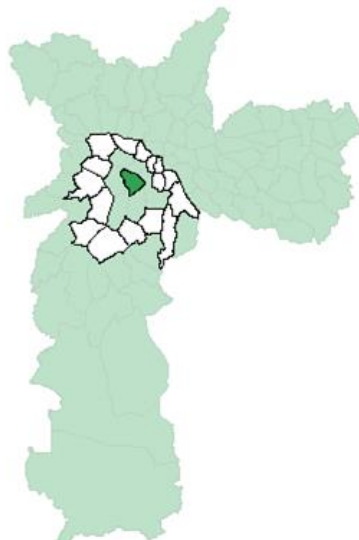


Lógica de Busca hierárquica: primeiro nível = Anéis de Vizinhaça

Distrito 45 – Jardim
Paulista



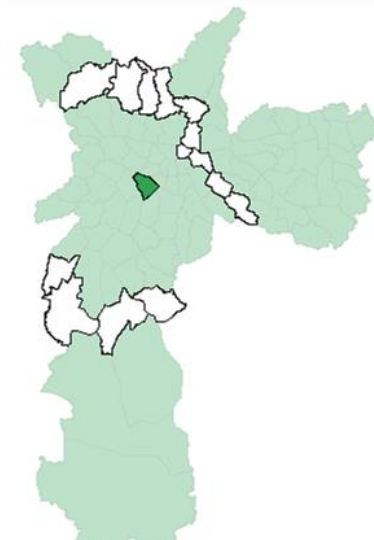
1ª
Ordem



2ª
Ordem



3ª
Ordem



4ª
Ordem

Matriz de Vizinhança



THE
DEVELOPER'S
CONFERENCE

Lógica de Busca hierárquica: segundo nível = Vizinhos mais Próximos

Distrito 45 – Jardim Paulista



Vizinho 1ª Ordem



KNN = 1



KNN = 2



KNN = 3



KNN = 4

Matriz de Vizinhança



Vizinhança em 1ª ordem, ordenada segundo a distância euclidiana entre os centróides

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Distrito	Nome Distrito	Número de Vizinhos	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
2	1	AGUA RASA	6	53	85	93	80	8	72		
3	2	ALTO DE PINHEIROS	6	48	12	88	62	60	41		
4	3	ANHANGUERA	2	61	42						
5	4	ARICANDUVA	5	24	85	20	76	73			
6	5	ARTUR ALVIM	5	24	64	37	91	59			
7	6	BARRA FUNDA	8	60	69	50	21	48	9	29	70
8	7	BELA VISTA	6	49	26	66	45	78	90		
9	8	BELEM	7	10	56	53	80	89	86	1	
10	9	BOM RETIRO	8	69	56	66	78	10	70	21	6
11	10	BRAS	6	78	56	14	8	9	53		
12	11	BRASILANDIA	4	13	29	63	42				
13	12	BUTANTA	7	2	67	54	94	41	62	65	
14	13	CACHOEIRINHA	5	51	11	50	29	21			
15	14	CAMBUCI	6	49	53	10	78	90	34		
16	15	CAMPO BELO	6	77	38	35	32	71	22		
17	16	CAMPO GRANDE	5	79	22	71	58	23			
18	17	CAMPO LIMPO	4	83	19	94	46				
19	18	CANGAIBA	3	59	64	28					

Teste de Conceito com Implementação



THE
DEVELOPER'S
CONFERENCE

```
> menu()
=====
                        DISTRITOS DO MUNICIPIO DE SP
=====
1-Água Rasa      16-Campo Grande    31-Guaianases    46-Jardim São Luís  61-Perus      76-Sapopemba    91-Vila Matilde
2-Alto de Pinheiros 17-Campo Limpo    32-Moema         47-José Bonifácio  62-Pinheiros  77-Saúde        92-Vila Medeiros
3-Anhanguera      18-Cangaíba       33-Iguatemi      48-Lapa            63-Pirituba   78-Sé           93-Vila Prudente
4-Aricanduva      19-Capão Redondo  34-Ipiranga      49-Liberdade       64-Ponte Rasa 79-Socorro      94-Vila Sônia
5-Artur Alvim     20-Carrão         35-Itaim Bibi    50-Limão           65-Raposo Tavares 80-Tatuapé      95-São Domingos
6-Barra Funda     21-Casa Verde     36-Itaim Paulista 51-Mandaqui        66-República    81-Tremembé     96-Lajeado
7-Bela Vista      22-Cidade Ademar  37-Itaquera      52-Marsilac        67-Rio Pequeno  82-Tucuruvi
8-Belém           23-Cidade Dutra   38-Jabaquara     53-Moóca           68-Sacomã       83-Vila Andrade
9-Bom Retiro      24-Cidade Líder   39-Jaçanã        54-Morumbi         69-Santa Cecília 84-Vila Curuçá
10-Brás           25-Cidade Tiradentes 40-Jaguara       55-Parelheiros     70-Santana       85-Vila Formosa
11-Brasilândia   26-Consolação     41-Jaguareé      56-Pari            71-Santo Amaro   86-Vila Guilherme
12-Butantã       27-Cursino        42-Jaraguá       57-Parque do Carmo 72-São Lucas     87-Vila Jacui
13-Cachoeirinha  28-Ermelino Matarazzo 43-Jardim Ângela 58-Pedreira        73-São Mateus    88-Vila Leopoldina
14-Cambucí       29-Freguesia do Ó  44-Jardim Helena 59-Penha           74-São Miguel    89-Vila Maria
15-Campo Belo    30-Grajaú         45-Jardim Paulista 60-Perdizes        75-São Rafael    90-Vila Mariana
=====
BOM DIA!
Hoje é dia 17 de NOVEMBRO de 2020 ,e agora são 8 : 49

Olá, Qual seu nome ? Layla
Digite o Distrito onde voce se encontra neste momento: 10
Digite 1 se busca Vacinação ou Consulta, se não digite 2 2
Digite 1 para Tontura, Confusão, Perda de Força, Dor no Peito ou Dificuldade de Respirar, Caso contrario digite 2 2
Digite 1 se esta machucado, senão digite 2 2
Qual o grau de Dor de 1 a 9? DIGITE (1)- Nenhuma ou (9) - Insuportavel?
```

Lista de códigos de distritos do município de São Paulo para que o cidadão selecione o distrito que deseja visualizar as recomendações de locais de atendimento de saúde

Questionário de perguntas que o cidadão deve responder, de acordo com os sintomas que ele está apresentando, para que este seja direcionado ao equipamento de saúde (Hospital, UPA / AMA ou UBS) mais adequado para seu atendimento

Teste de Conceito com Implementação



THE
DEVELOPER'S
CONFERENCE

```
BOM DIA!
Hoje é dia 17 de NOVEMBRO de 2020 ,e agora são 8 : 49

Olá, Qual seu nome ? Layla
Digite o Distrito onde voce se encontra neste momento: 10
Digite 1 se busca Vaciacao ou Consulta, se nao digite 2 2
Digite 1 para Tontura, Confusao, Perda de Forca, Dor no Peito ou Dificuldade de Respirar, Caso contrario digite 2? 2
Digite 1 se esta machucado, senao digite 2 2
Qual o grau de Dor de 1 a 9? DIGITE (1)- Nenhuma          ou (9) - Insuportavel? 9
BUSCANDO HOSTIPAL ou PRONTO SOCORRO
# A tibble: 2 x 7
  DISTRITO ESTABELECIMENTO      ENDERECO      BAIRRO TELEFONE      CEP Tipo_Trabalho
  <chr>      <chr>              <chr>      <chr>      <chr>      <dbl> <chr>
1 BELEM     LEONOR MENDES DE BARROS-MATER/ HOSP AV CELSO GARCIA, 2477 BRAS 22924188 3015000 H_PS
2 BELEM     CANDIDO FONTOURA - HOSP INFANTIL  R SIQUEIRA BUENO, 1757 BELENZINHO 26035300 3173010 H_PS
# A tibble: 1 x 7
  DISTRITO ESTABELECIMENTO      ENDERECO      BAIRRO TELEFONE      CEP Tipo_Trabalho
  <chr>      <chr>              <chr>      <chr>      <chr>      <dbl> <chr>
1 MOOCA     IGNACIO PROENCA DE GOUVEA,DR-HOSP R JUVENTUS, 562 MOOCA 33947810 3124020 H_PS

Layla ,Obrigado por utilizar nosso Sistema de Recomendacao!
Este sistema foi desenvolvido para auxiliar na localização de unidades de saúde,
mais próxima do seu (Distrito/Bairro) que esteja dentro do Municipio de São Paulo.
```

Recomendação
da localização
dos
estabelecimentos
de saúde mais
próximos do
código de distrito
selecionado pelo
cidadão
respondente.
Indicação do
equipamento de
saúde mais
adequado
(Hospital, UPA /
AMA ou UBS),
segundo
respostas
efetuadas no
questionário

Conclusões



O modelo de recomendação mostrou-se viável e funcional;

- ✓ Conceituado
- ✓ Desenvolvido
- ✓ Testado

O modelo é aderente à lógica de negócios implementada, em total consonância com os protocolos estabelecidos pois agregou;

- ✓ Hierarquia de atendimento à Saúde (SUS)
- ✓ Protocolos de urgência e complexidade do atendimento
- ✓ Otimização de ponto de atendimento por vizinhança e proximidade,

O conceito de recomendação por proximidade e necessidade mostrou-se;

- ✓ Ágil
- ✓ Amigável
- ✓ Robusto
- ✓ Eficiente
- ✓ Atualizável
- ✓ Escalável

Implicações e Limitações



Implicações Gerenciais

- ✓ Recomendação direta e eficiente para o usuário de sistemas “Portas Abertas”;
- ✓ hierarquização por complexidade de atendimento e por proximidade da demanda;
- ✓ Ganho em eficiência e produtividade do sistema;
- ✓ Ganhos tanto para o fornecedor como para o cliente do serviço.

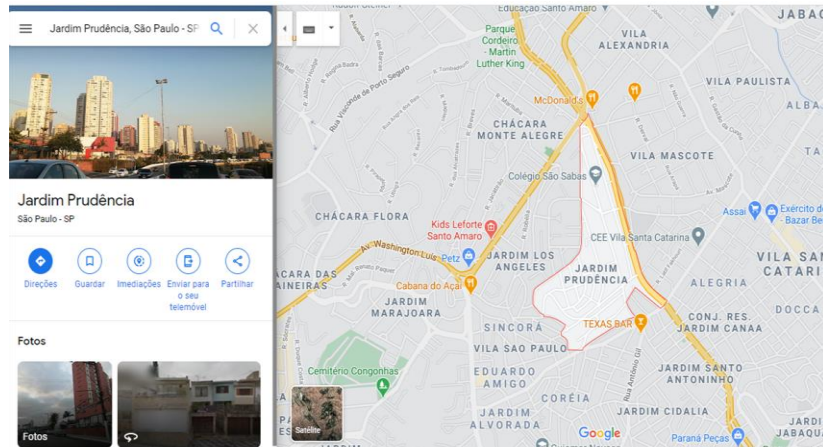
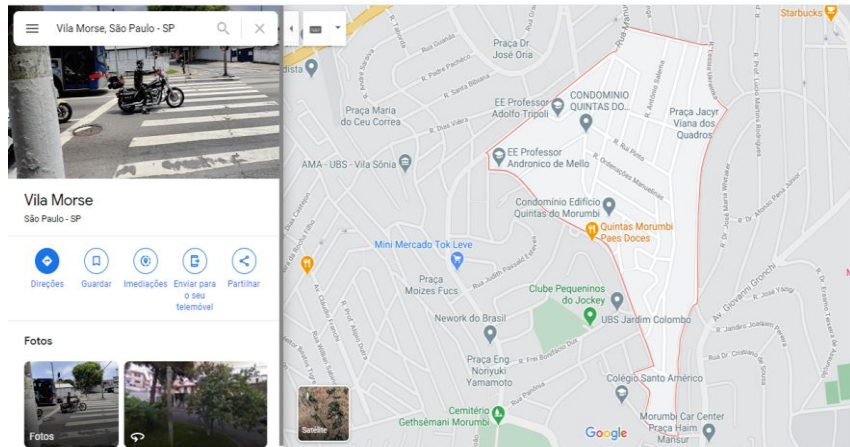
Limitações da Pesquisa

- ✓ A alta granularidade dos dados espaciais, com polígonos definidos por distritos, impede uma recomendação mais apurada.
- ✓ Ausência de avaliação comparativa com outros métodos de recomendação.

Recomendações Futuras



- ✓ Alterar a granularidade para bairros ou setores censitários
- ✓ Expandir este modelo de recomendação de prestação de serviços (Educação, Cultura, Esportes, etc.) com seus respectivos modelos de negócios.



Bibliografia e fontes



THE
DEVELOPER'S
CONFERENCE

CNES, Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde <<http://cnes.datasus.gov.br/pages/consultas.jsp>>. Acesso em 10 de Outubro de 2020.

CNSaúde Confederação Nacional de Saúde, Cenário dos Hospitais no Brasil 2019, 2019. Disponível em: <<http://cnsaude.org.br/wp-content/uploads/2019/05/CenarioDosHospitaisNoBrasil2019CNSaudeFBH.pdf>>

Fundação Osvaldo Cruz, PenseSUS. Disponível em: <<https://pensesus.fiocruz.br/atendimento>>, Acessado em outubro de 2020.

Informações de saúde: banco de dados, Ministério da Saúde(Brasil). Departamento de informática do SUS. DATASUS. <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>>. Acesso em 10 de Outubro de 2020.

Prefeitura de São Paulo, Fortalecimento da Atenção Básica no Município de São Paulo - Diretrizes operacionais, 2016, disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/diretrizesoperacionaisatencaobasica.pdf>>

Travassos, C. e Martins, Mônica M. Uma revisão sobre os conceitos de acesso e utilização de serviços de saúde, Cadernos de Saúde Pública, 2004, Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/csp/2004.v20suppl2/S190-S198/>> Acessado em outubro de 2020

VIEGAS, Anna Paula Bise; CARMO, Rose Ferraz; LUZ, Zélia Maria Profeta da. Fatores que influenciam o acesso aos serviços de saúde na visão de profissionais e usuários de uma unidade básica de referência. Saude soc., São Paulo , v. 24, n. 1, p. 100-112, mar. 2015 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902015000100100&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902015000100008>.



THE DEVELOPER'S CONFERENCE