

Comparação de Técnicas de Machine Learning para Predição de Indicadores da COVID-19

José Roberto Sbrocco Figueiredo^{1*}; André Luis Ramos Sanches²

¹ Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Distrito de Barão Geraldo, Campinas/SP Brasil

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP. Doutor em Economia Aplicada. Piracicaba/SP, Brasil

* autor correspondente: betofigu@gmail.com

Comparação de Técnicas de Machine Learning para Predição de Indicadores da COVID-19

Resumo

A pandemia de COVID-19 representou um desafio sem precedentes para a gestão pública municipal no Brasil, evidenciando diferentes níveis de eficácia no enfrentamento da crise sanitária. Este trabalho realiza uma análise comparativa de diferentes técnicas de Machine Learning para predição de indicadores da COVID-19, com foco na taxa de mortalidade e número de casos por 100 mil habitantes. O estudo combina dados epidemiológicos do Brasil.io, informações sobre gestores municipais do TSE, variáveis socioeconômicas do IBGE (Base MUNIC 2020) e indicadores econômicos municipais (PIB dos Municípios 2010-2021) para desenvolver modelos preditivos mais abrangentes e robustos.

Foram implementados e comparados quatro modelos: Árvores de Decisão, Random Forest, Redes Neurais e Support Vector Machines (SVM), otimizados via GridSearchCV. A avaliação utilizou múltiplas métricas de desempenho: coeficiente de determinação (R^2), erro quadrático médio (MSE), raiz do erro quadrático médio (RMSE), erro absoluto médio (MAE) e erro percentual absoluto médio (MAPE). Adicionalmente, foi realizada uma análise de importância de variáveis através do método permutation_importance, permitindo identificar quais características dos municípios, gestores e indicadores socioeconômicos têm maior influência nos resultados.

Palavras-chave: Gestão Pública; Análise Preditiva; Política; Saúde; Prefeitos.

Introdução

A pandemia de COVID-19 revelou vulnerabilidades profundas nos sistemas de saúde em escala global, com impactos ainda mais complexos em países com modelos federativos descentralizados, como Brasil. Neste contexto a administração municipal assumiu um papel central na linha de frente do enfrentamento da crise sanitária.

A autonomia dos municípios na gestão pública, garantida constitucionalmente e operacionalizada por meio do Sistema Único de Saúde (SUS) foi essencial para assegurar a capilaridade das ações de vigilância, prevenção e atendimento em saúde. No entanto, essa autonomia, em meio à ausência de uma coordenação efetiva do governo federal, resultou em respostas locais bastante desiguais diante da pandemia.

A atuação dos gestores municipais, no que diz respeito à implementação de medidas de contenção, alocação de recursos, comunicação de risco e manutenção dos serviços essenciais, foi decisiva para os desfechos da pandemia em nível local. Isso se reflete na expressiva variação dos indicadores epidemiológicos observados entre os municípios brasileiros.

Uma análise descritiva da taxa de mortalidade por COVID-19 nos municípios evidencia esta heterogeneidade: os valores variam de zero até 0,33 mortes por 100.000 habitantes, sendo que 75% dos municípios registraram taxas inferiores a 0,03. A média nacional, situa-se em torno de 0,02, com um desvio padrão de 0,021. Esses dados demonstram que, mesmo diante de um cenário nacional comum, os resultados locais foram fortemente influenciados pelas características dos municípios, pelas decisões e capacidades administrativas dos governos municipais.

O impacto da pandemia no Brasil foi particularmente severo. De acordo com dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) até 9 de junho de 2025, o país acumulava 702.842 mortes por COVID-19, o que representa quase 10% dos óbitos registrados globalmente (7.096.187), apesar de o Brasil abrigar menos de 3% da população mundial. Este dado alarmante reforça a importância de se analisar a atuação das diferentes esferas de governo, especialmente a municipal, na condução da resposta à crise sanitária.

Segundo Duarte (2023), a combinação entre a redução do financiamento federal ao SUS, a resposta descoordenada da União e o agravamento da crise socioeconômica impuseram grandes dificuldades à gestão municipal diante da pandemia, especialmente no âmbito da Atenção Primária à Saúde, que inicialmente foi preterida em favor de estratégias hospitalares.

Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver e comparar diferentes modelos de Machine Learning para predição de indicadores relacionados à COVID-19 em municípios brasileiros, considerando um conjunto abrangente de variáveis que incluem características dos gestores municipais, indicadores socioeconômicos e econômicos locais. Para

isso são implementadas e avaliadas quatro técnicas de aprendizado supervisionado: Árvores de Decisão, Random Forest, Redes Neurais Artificiais e Support Vector Machines (SVM), todas otimizadas por meio de GridSearchCV.

O estudo incorpora dados do Perfil dos Municípios Brasileiros (MUNIC 2020) do IBGE, que fornece variáveis relacionadas à infraestrutura de saúde, recursos humanos, segurança alimentar e gestão de riscos municipais. Adicionalmente, são integrados indicadores econômicos do PIB dos Municípios (2010-2021), incluindo PIB total, PIB per capita e composição setorial da economia local (atividades primárias, secundárias e terciárias). Esta abordagem multidimensional permite uma análise mais robusta dos fatores que influenciam os desfechos da pandemia em nível municipal.

A proposta visa identificar os fatores mais relevantes para a predição dos indicadores da pandemia, bem como compreender quais atributos dos municípios, de seus gestores e do contexto socioeconômico local exerceram maior influência sobre os resultados obtidos durante a crise sanitária.

Material e Métodos

Este estudo foi conduzido utilizando dados de fontes públicas para analisar a relação entre características municipais, perfil de gestores e indicadores da pandemia de COVID-19 no Brasil, através da aplicação e comparação de diferentes técnicas de Machine Learning.

Fontes de Dados

Para a construção da base de análise, foram utilizadas cinco fontes principais de dados:

1. Dados Epidemiológicos da COVID-19:

Foram obtidos dados diários de casos confirmados e óbitos por município brasileiro a partir do repositório público Brasil.io. Este repositório consolida informações divulgadas pelas Secretarias Estaduais de Saúde. Foram selecionadas as variáveis referentes ao número de casos confirmados, óbitos, população estimada e data da ocorrência.

Detalhamento dos campos utilizados na análise:

city representa o nome do município onde os dados foram coletados, servindo como identificador geográfico primário para análise territorial.

city_ibge_code é o código oficial do IBGE que identifica unicamente cada município brasileiro, garantindo padronização e evitando ambiguidades entre cidades com nomes similares.

date registra a data específica de cada observação no formato YYYY-MM-DD, foram usados apenas dados do final dos anos de 2020 e 2024 para capturar a situação consolidada.

epidemiological_week indica a semana epidemiológica correspondente no formato YYYYWW, seguindo o padrão internacional para vigilância epidemiológica que facilita comparações entre diferentes períodos e regiões.

state identifica a unidade federativa através da sigla oficial, essencial para análises regionais e comparações entre estados.

estimated_population e **estimated_population_2019** fornecem as estimativas populacionais do município para o ano corrente e para 2019, respectivamente, sendo fundamentais para o cálculo de taxas de incidência e prevalência. Estas estimativas são essenciais para normalizar os dados absolutos e permitir comparações justas entre municípios de diferentes tamanhos.

last_available_confirmed e **last_available_deaths** registram os números acumulados de casos confirmados e óbitos até a data do registro, respectivamente.

last_available_confirmed_per_100k_inhabitants apresenta a taxa de casos confirmados por 100.000 habitantes, permitindo comparações padronizadas entre diferentes populações.

last_available_death_rate calcula a taxa de letalidade, representando a proporção de óbitos em relação aos casos confirmados.

death_per_100k_inhabitant foi calculado como $\text{last_available_deaths} / \text{estimated_population_2019}$

place_type diferencia se o registro se refere a um município específico ("city") ou ao estado como um todo ("state"), usado para filtragem por cidade.

2. **Dados Socioeconômicos e de Infraestrutura Municipal:**

Utilizou-se a base de dados "Perfil dos Municípios Brasileiros" (MUNIC) de 2023, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Desta fonte, foram extraídas variáveis relacionadas a características demográficas, econômicas, de infraestrutura de saúde e saneamento dos municípios.

Dados Socioeconômicos e de Infraestrutura Municipal (IBGE MUNIC 2020): Utilizou-se a base de dados "Perfil dos Municípios Brasileiros" (MUNIC) de 2020, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta pesquisa abrange oito temas principais:

- Recursos Humanos: Composição do quadro de pessoal da administração direta e indireta, incluindo estatutários, celetistas, comissionados, estagiários e servidores sem vínculo permanente.
- Habitação: Órgão gestor, planos municipais, conselhos, fundos, cadastros habitacionais, existência de favelas e loteamentos irregulares, e programas habitacionais.
- Transporte: Órgão gestor, planos de transporte, conselhos, serviços regulares de transporte, regulamentação do transporte coletivo, acessibilidade e infraestrutura cicloviária.

- Agropecuária: Órgão gestor, conselhos de desenvolvimento rural, programas de apoio aos produtores, assistência técnica, associativismo rural e infraestrutura de comercialização.
- Meio Ambiente: Órgão gestor, capacitação de servidores, conselhos e fundos ambientais, legislação ambiental, gestão de resíduos sólidos, programas federais, pagamento por serviços ambientais e impactos ambientais.
- Gestão de Riscos: Ocorrência de desastres naturais (secas, enchentes, deslizamentos), planos de contingência, mapeamento de áreas de risco e estruturas de defesa civil.
- COVID-19: Medidas de isolamento social, barreiras sanitárias, ações durante a pandemia, proteção social, infraestrutura hospitalar e impactos locais.

Os dados socioeconômicos estão descritos no Apêndice C Descrição dos campos da base de dados econômicos do IBGE.

Processo de Seleção de Variáveis: Foram aplicados critérios de seleção para otimizar o conjunto de features dentro das limitações temporais do projeto. Variáveis numéricas com alta variabilidade (como números exatos de funcionários, anos de criação de legislações, idades e quantidades de reuniões) foram temporariamente excluídas por apresentarem muitos valores únicos que, sem o devido tratamento estatístico, dificultariam a generalização dos modelos. Esta limitação metodológica resultou na exclusão de aproximadamente 50 variáveis numéricas, priorizando variáveis categóricas binárias que capturam a presença ou ausência de políticas, programas e estruturas municipais. Reconhece-se que o tratamento adequado dessas variáveis através de técnicas como binning, normalização, padronização ou transformações logarítmicas poderia enriquecer significativamente os modelos preditivos, constituindo uma importante oportunidade de evolução para trabalhos futuros.

Após processamento, foram geradas variáveis categóricas transformadas em formato dummy, resultando em 493 features adicionais que capturam as características socioeconômicas e de infraestrutura municipal.

Dados Econômicos Municipais (PIB dos Municípios 2010-2021)

Foram integrados dados do Produto Interno Bruto dos municípios brasileiros, disponibilizados pelo IBGE. Utilizaram-se dados do ano de 2020 para maior compatibilidade temporal com os dados da pandemia. As variáveis incluem PIB total municipal, PIB per capita, e a composição setorial da economia local (valor adicionado bruto da agropecuária, indústria e serviços). Essas variáveis econômicas fornecem contexto sobre a capacidade econômica e estrutura produtiva de cada município, fatores potencialmente relevantes para a resposta à crise sanitária.

3. **Dados Eleitorais dos Gestores Municipais:** As informações sobre os prefeitos eleitos nos pleitos de 2016 e 2020 foram coletadas junto ao Tribunal Superior Eleitoral (TSE), por meio

do repositório de dados eleitorais. Foram consideradas variáveis como partido político, gênero, idade, grau de instrução e ocupação dos gestores eleitos.

Detalhamento dos campos utilizados na análise:

Ano de eleição identifica o ano específico do pleito eleitoral.

Cargo especifica a posição disputada, que neste caso é exclusivamente "Prefeito".

Código município utiliza o código oficial do IBGE para identificar o município onde ocorreu a eleição, garantindo correspondência precisa com outros datasets governamentais.

Município apresenta o nome da cidade em formato padronizado (maiúsculas).

Cor/raça registra a autodeclaração racial do candidato conforme categorias do IBGE (Branca, Parda, Preta, Amarela, Indígena).

Estado civil indica a situação conjugal (Casado(a), Solteiro(a), Divorciado(a), Separado(a) judicialmente, Viúvo(a)).

Faixa etária agrupa a idade em intervalos de cinco anos (ex: "35 a 39 anos").

Gênero identifica se o candidato é Masculino ou Feminino.

Grau de instrução categoriza o nível educacional do candidato, desde "Ensino Fundamental incompleto" até "Superior completo", passando por níveis intermediários como "Ensino Médio completo" e "Superior incompleto".

Ocupação descreve a profissão ou atividade principal declarada pelo candidato, oferecendo insights sobre o perfil profissional dos postulantes.

Partido identifica a sigla da agremiação partidária pela qual o candidato concorreu, fundamental para análises de competição política e alinhamento ideológico.

Região classifica geograficamente o município conforme as cinco regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul).

Situação totalização é crucial para identificar o resultado eleitoral, podendo ser "Eleito", "Não Eleito" ou "Segundo turno". Foram usados apenas os registros com valor "Eleito".

Turno especifica se o resultado se refere ao primeiro ou segundo turno da eleição.

UF apresenta a sigla da unidade federativa

Pré-processamento e Construção da Base Analítica

Os dados brutos das diferentes fontes passaram por um processo rigoroso de limpeza, transformação e integração, implementado através de um sistema automatizado desenvolvido especificamente para este projeto. O pipeline de dados seguiu a estrutura: Data/Raw → Scripts/carga_dados.py → Data/Processed → Models/models.py → Results.

Arquitetura Modular e Sistema de Interface: O projeto foi desenvolvido seguindo uma arquitetura modular com separação clara de responsabilidades entre módulos de carga de dados, modelagem e análise. A estrutura de diretórios padronizada segue boas práticas de ciência de dados, com pipeline robusto: `Data/Raw` → `Scripts/carga_dados.py` → `Data/Processed` → `Models/models.py` → `Results`.

Foi implementado um sistema de logging centralizado com timestamps e níveis de severidade, configuração flexível através de arquivos JSON para diferentes cenários de treinamento, e um sistema de cache inteligente que evita o recarregamento desnecessário de dados quando múltiplos modelos são treinados com o mesmo contexto (geral ou UF específica). Embora o sistema tenha capacidade técnica para processar e treinar modelos separadamente por Unidade Federativa, para efeito de comparação metodológica entre as diferentes técnicas de Machine Learning, todos os treinamentos foram realizados utilizando dados consolidados do Brasil como um todo, garantindo uniformidade nas condições de avaliação.

Sistema de Interface e Controle: Foi desenvolvida uma interface CLI (Command Line Interface) robusta para gerenciar todo o processo de análise, oferecendo funcionalidades como: (1) Carga inicial de dados com geração de arquivo `.parquet`, (2) Carregamento de dados pré-processados por contexto (Geral ou UF específica), (3) Treinamento individual e em lote de modelos, (4) Carregamento de modelos treinados, (5) Geração automatizada de visualizações e gráficos, (6) Atualização de métricas (MSE, RMSE, MAE, MAPE), (7) Exportação de Feature Importance por modelo, (8) Listagem de variáveis preditoras, (9) Análise de correlação com remoção interativa de variáveis, e (10) Sistema de logs e auditoria completa.

Inicialmente, os dados da COVID-19 foram agregados para se obterem indicadores epidemiológicos relevantes, como mortes por habitantes e o número de casos por 100 mil habitantes em períodos específicos (anuais).

Integração Progressiva de Dados: Após uma primeira rodada de análise com dados básicos (COVID-19, eleitorais e geográficos), que resultou em modelos com desempenho limitado (R^2 máximo de aproximadamente 0,16), foram buscadas fontes adicionais de dados para enriquecer os modelos preditivos. Esta abordagem iterativa permitiu identificar a necessidade de variáveis socioeconômicas e econômicas mais detalhadas.

As bases de dados do IBGE MUNIC 2020 e dados do PIB municipal foram processadas para extrair variáveis categóricas relacionadas à infraestrutura municipal, que foram transformadas em formato dummy (one-hot encoding), expandindo significativamente o conjunto de features de 222 para aproximadamente 512 variáveis.

A integração utilizou o nome e UF do município como chave primária. Neste processo foram necessários alguns tratamentos adicionais como remoção de apóstrofe dos nomes e alguns tratamentos pontuais de grafias diferentes nas diferentes bases.

Normalização Automática de Variáveis Categóricas: Implementou-se um sistema de mapeamento específico para campos IBGE com valores longos. Por exemplo, para a variável Mcov01 (Isolamento Social COVID-19): "Sim, a população foi orientada para permanecer em isolamento social" foi mapeada para "orientacao_isolamento", "Sim, foi decretado isolamento social" para "decretado_isolamento", "Recusa" para "Omitido", e "Não" para "nao_ao_isolamento". A função ``normalize_variable_name()`` remove acentos, substitui espaços por underscores, remove caracteres especiais e aplica normalização a todos os valores categóricos automaticamente.

Sistema Avançado de Análise de Correlação: Para lidar com a multicolinearidade resultante da expansão do conjunto de features, foi desenvolvida uma funcionalidade de análise de correlação que inclui: (a) matriz de correlação completa entre todas as variáveis preditoras, (b) identificação automática de correlações perfeitas ($|r| = 1.0$) e altas ($|r| > 0.9$), (c) ranking ordenado das correlações por valor absoluto, (d) relatório detalhado exportado em ``correlacao_variaveis.txt``, (e) remoção automática por threshold percentual com input intuitivo (ex: "99" para correlações ≥ 0.99), (f) análise em lote para identificar todas as variáveis correlacionadas acima do threshold, (g) preview antes da remoção listando todas as variáveis que serão removidas, (h) sistema de backup automático renomeando o original para ``df_final_2020_YYYY_MM_DD_HH_MM.parquet``, e (i) relatório detalhado das variáveis removidas em ``variaveis_removidas_YYYY_MM_DD_HH_MM.txt``.

Resultados da Análise de Correlação: A aplicação do sistema de análise de correlação resultou na identificação de 132 variáveis com correlação de 100% (correlação perfeita), e mais 27 variáveis adicionais foram removidas aplicando-se o threshold de 99% de correlação. Esta redução significativa da multicolinearidade contribuiu para melhorar a estabilidade e interpretabilidade dos modelos, especialmente para algoritmos sensíveis como SVM que apresentam baixa performance com alta dimensionalidade.

Ao final, foi consolidada uma base de dados única em nível municipal com aproximadamente 257 features (após remoção de correlações), contendo os indicadores da COVID-19 como variáveis dependentes e um conjunto abrangente de características socioeconômicas, econômicas, de infraestrutura e do perfil dos gestores como variáveis independentes (preditoras).

Modelagem de Machine Learning

Foram selecionados e implementados os seguintes algoritmos de Machine Learning para a predição dos indicadores da COVID-19, visando uma análise comparativa de suas performances:

Árvores de Decisão: Modelos baseados em regras de decisão simples inferidas a partir das características dos dados.

Random Forest: Um método de **ensemble learning** que constrói múltiplas árvores de decisão durante o treinamento e combina suas predições.

Redes Neurais Artificiais (Multilayer Perceptron - MLP): Modelos inspirados no funcionamento do cérebro humano, capazes de aprender relações complexas e não lineares nos dados.

Support Vector Machines (SVM): Algoritmos que buscam encontrar um hiperplano ótimo que separe as classes ou aproxime a função de regressão com a maior margem possível.

Sistema de Modelagem Flexível

Foi implementado um sistema de configuração via arquivo JSON (Apêndice A - models_to_train.json) que permite configurar múltiplos algoritmos (Decision Tree, SVM, Neural Network, Random Forest), diferentes contextos (Geral ou específico por UF), variáveis target (Cases ou Deaths per 100k), e hiper parâmetros customizáveis para cada modelo. O sistema suporta treinamento em lote com processamento de múltiplos modelos, validação automática de configurações, logs detalhados de todo o processo de treinamento, e salvamento automático de modelos treinados (formato joblib) bem como metadados (Apêndice B - Metadados de modelos treinados).

Otimizações de Performance: Foi implementada uma otimização inteligente que verifica se já existe um modelo treinado com os mesmos parâmetros antes de iniciar um novo treinamento. O sistema verifica o arquivo de metadados dos modelos treinados e compara o tipo de modelo, nome, contexto de dados, variável alvo e parâmetros de treinamento. Se encontrar um modelo existente com as mesmas características, exibe informações sobre ele e pula o treinamento, economizando tempo e recursos computacionais. Adicionalmente, foi implementada a medição e registro do tempo de treinamento para cada modelo, permitindo análises comparativas de desempenho computacional entre diferentes algoritmos.

Estratégia de Seleção de Variáveis para SVM

Devido à baixa performance do algoritmo SVM com alta dimensionalidade, foi implementada uma estratégia de seleção de variáveis mais relevantes utilizando os demais métodos, que são mais rápidos para restringir o número de variáveis antes da execução do SVM. Esta abordagem híbrida permite aproveitar a capacidade de seleção de features do Random Forest para otimizar a performance do SVM.

Para cada modelo, os dados foram divididos em conjuntos de treinamento e teste. O conjunto de treinamento foi utilizado para ajustar os parâmetros do modelo, e o conjunto de teste para avaliar sua capacidade de generalização em dados não vistos.

Avaliação dos Modelos e Análise de Resultados

A performance dos modelos preditivos foi avaliada utilizando um conjunto abrangente de métricas de regressão:

- **Coefficiente de Determinação (R^2):** Proporção da variância na variável dependente que é previsível a partir das variáveis independentes, variando de 0 a 1, onde valores mais próximos de 1 indicam melhor ajuste.
- **Erro Quadrático Médio (MSE):** Média dos quadrados dos erros entre valores preditos e reais, penalizando mais severamente erros maiores.
- **Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE):** Raiz quadrada do MSE, fornecendo uma medida de erro na mesma unidade da variável dependente.
- **Erro Absoluto Médio (MAE):** Média dos valores absolutos dos erros, fornecendo uma medida robusta do erro médio.
- **Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE):** Medida de precisão de um método de previsão em estatística, expressa como uma porcentagem do erro.

Sistema de Análise de Feature Importance: Foi desenvolvido um sistema para análise da importância das variáveis que inclui: (a) análise automática da importância das variáveis para cada modelo treinado, (b) exportação para CSV com ranking de importância por modelo, (c) comparação entre modelos para identificar variáveis mais relevantes e (d) geração de heatmaps focados nas 15 features mais importantes (determinadas pela soma dos valores absolutos de importância em todos os modelos)

Sistema de Visualização:

Foi desenvolvido um sistema de visualização robusto com múltiplas funcionalidades especializadas: (a) gráficos de barras horizontais para importância de features, ordenados pelo valor absoluto mas exibindo valores reais, (b) codificação por cores para diferenciar valores positivos (azul) e negativos (vermelho), (c) tratamento automático da sobreposição de labels para valores negativos, (d) parâmetro configurável para o número máximo de features exibidas, (e) gráfico adicional mostrando a quantidade de features com importância não-zero por modelo, (f) filtro automático para remover features com importância zero dos logs, reduzindo significativamente o tamanho dos arquivos JSON e melhorando a legibilidade, e (g) sistema interativo que permite ao usuário especificar quantas features deseja visualizar nos gráficos de importância.

Além das métricas de desempenho, foi realizada uma análise da importância das variáveis utilizando o método "Permutation Importance". Este método avalia a contribuição de cada variável preditora para a performance do modelo, embaralhando aleatoriamente os valores de uma única variável e medindo a diminuição no score do modelo. Esta análise foi fundamental para identificar quais das features têm maior poder preditivo.

Ferramentas Computacionais

Todo o processamento de dados, implementação dos modelos de Machine Learning e análise dos resultados foram realizados utilizando a linguagem de programação Python versão 3.10.14.

As principais bibliotecas empregadas incluíram:

Pandas(>=1.3.0): Para manipulação e análise de dados tabulares.

xlrd>=2.0.1 # Para leitura de arquivos Excel .xls (PIB)

NumPy (>=1.21.0): Para operações numéricas eficientes.

Scikit-learn (>=1.0.0): Para a implementação dos algoritmos de Machine Learning, pré-processamento, seleção de modelos e métricas de avaliação.

Matplotlib (>=3.4.0) e Seaborn (>=0.11.0): Para a geração de visualizações gráficas.

Joblib (>=1.0.0): Para salvar e carregar modelos treinados

Openpyxl (>=3.0.0): Para leitura de arquivos Excel

Pyarrow (>=14.0.1): Para leitura de arquivos Parquet

tensorflow[and-cuda]>=2.15.0: Backend para Keras com suporte a GPU

Keras (>=2.6.0): Para redes neurais com Dropout

python-dotenv>=0.19.0 # para carregar variáveis de ambiente a partir de arquivos

Boas Práticas e Sistema de Auditoria: O projeto implementou um conjunto abrangente de boas práticas de engenharia de software e ciência de dados: (a) código modular e reutilizável com separação clara de responsabilidades, (b) documentação inline em todas as funções críticas, (c) tratamento robusto de erros com try/catch em operações sensíveis, (d) validação de entrada em todas as interfaces de usuário, (e) backup automático antes de operações destrutivas (como remoção de variáveis correlacionadas), (f) sistema de logging centralizado com diferentes níveis de severidade, (g) configuração externa via arquivos JSON para facilitar manutenção, (h) interface padronizada entre componentes para garantir escalabilidade, e (i) sistema completo de auditoria com rastreabilidade de todas as transformações aplicadas aos dados através de logs detalhados e relatórios automatizados.

Perspectivas de Evolução: A arquitetura modular desenvolvida permite futuras expansões do sistema, incluindo a implementação de uma interface gráfica web que proporcionaria melhor experiência do usuário. Esta evolução facilitaria o acesso às funcionalidades do sistema por usuários não técnicos, permitindo a configuração de modelos, visualização de resultados e análise de importância de variáveis através de uma interface intuitiva e interativa, ampliando significativamente o alcance e a usabilidade da ferramenta desenvolvida.

Resultados e Discussão

Este estudo comparou quatro técnicas de Machine Learning (Árvores de Decisão, Random Forest, Redes Neurais Artificiais e Support Vector Machines) para predição de indicadores da COVID-19 em municípios brasileiros, utilizando duas variáveis alvo: casos e mortes por 100 mil habitantes.

Inicialmente o foco foi nas características dos gestores municipais, porém os dados mostraram que indicadores socioeconômicos dos municípios foram as variáveis mais importantes do modelo.

Para melhorias nos resultados, o fator mais importante foi acrescentar novas features, buscando novas fontes de dados.

As variáveis mais importantes para determinação dos casos não são as mesmas que para determinação das mortes.

Houve uma grande variação da importância das variáveis preditoras de um método para outro.

Impacto das Integrações IBGE e PIB

A incorporação das variáveis socioeconômicas (IBGE MUNIC 2020) e econômicas (PIB Municipal) resultou em melhorias significativas no desempenho dos modelos, em relação aos resultados preliminares:

Para analisar o impacto das novas bases de dados nos modelos (IBGE MUNIC e PIB por município), foi feita uma comparação, utilizando o Random Forest como modelo base.

Para Predição de Casos COVID-19:

- R^2 melhorou de 0,1564 para 0,2383 (+52,36%)
- MSE reduziu de 0,8564 para 0,7733 (+9,71%)
- MAE reduziu de 0,6513 para 0,6069 (+6,81%)
- Variância Explicada melhorou +52,43%

Para Predição de Mortes COVID-19:

- R^2 melhorou de 0,0269 para 0,1174 (+335,69%)
- MSE reduziu de 1,1092 para 1,0060 (+9,30%)
- MAE reduziu de 0,7705 para 0,7327 (+4,91%)
- Variância Explicada melhorou +306,18%

As variáveis PIB mais importantes identificadas foram PIB per capita e PIB total, enquanto as variáveis IBGE mais relevantes relacionaram-se à segurança alimentar (MSAN05_Sim) e recursos

humanos em saúde (MREH0116_316 e MREH0112_145). Observou-se que as variáveis econômicas têm impacto mais forte na predição de mortalidade do que na predição de casos.

Limitações de Desempenho dos Modelos

Apesar da implementação de técnicas de regularização (Dropout e L2) para reduzir overfitting nas redes neurais, os modelos ainda apresentaram R^2 relativamente baixo. O melhor desempenho foi obtido para predição de casos ($R^2 = 0,2383$) utilizando o Random Forest, enquanto a predição de mortes apresentou maior dificuldade ($R^2 = 0,1174$), sugerindo a necessidade de variáveis adicionais ou abordagens metodológicas alternativas.

Análise Visual dos Resultados

As visualizações desenvolvidas permitiram identificar padrões importantes nos dados, focando nas 15 variáveis mais relevantes. Os gráficos comparativos de R^2 , heatmaps de importância e contagem de features por modelo revelaram que algumas categorias (como "ocupacao_Outros" e valores "Não divulgável") podem estar introduzindo ruído nos modelos, indicando a necessidade de refinamento na seleção de variáveis.

Eficiência Computacional

A análise dos tempos de treinamento revelou diferenças significativas entre algoritmos: Decision Tree (13,00s), Neural Network (18,37s), Random Forest (151,55s) e SVM (679,66s) para dados nacionais. A segmentação por UF demonstrou ser uma estratégia eficaz para otimização computacional porém foi descartada por não criar modelos genéricos, porém a ferramenta permite análise mais regionalizada.

Refinamento do Processo de Tuning

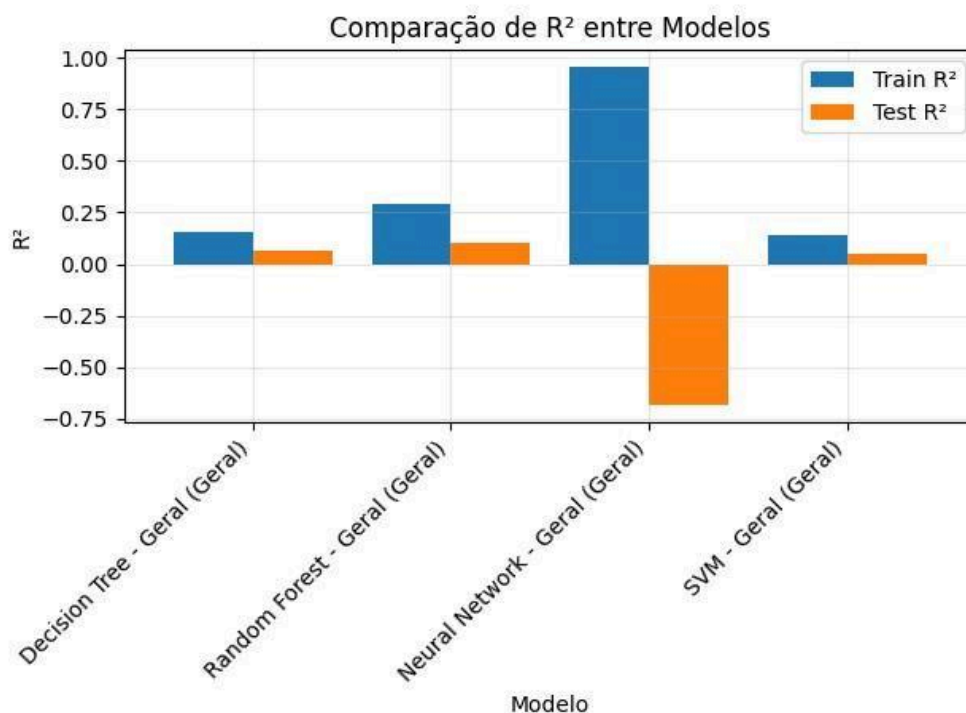
Podemos refinar o processo de tuning dos algoritmos para explorar melhores combinações de hiperparâmetros, o que pode potencialmente melhorar o desempenho dos modelos.

Máquina Usada para o Treinamento

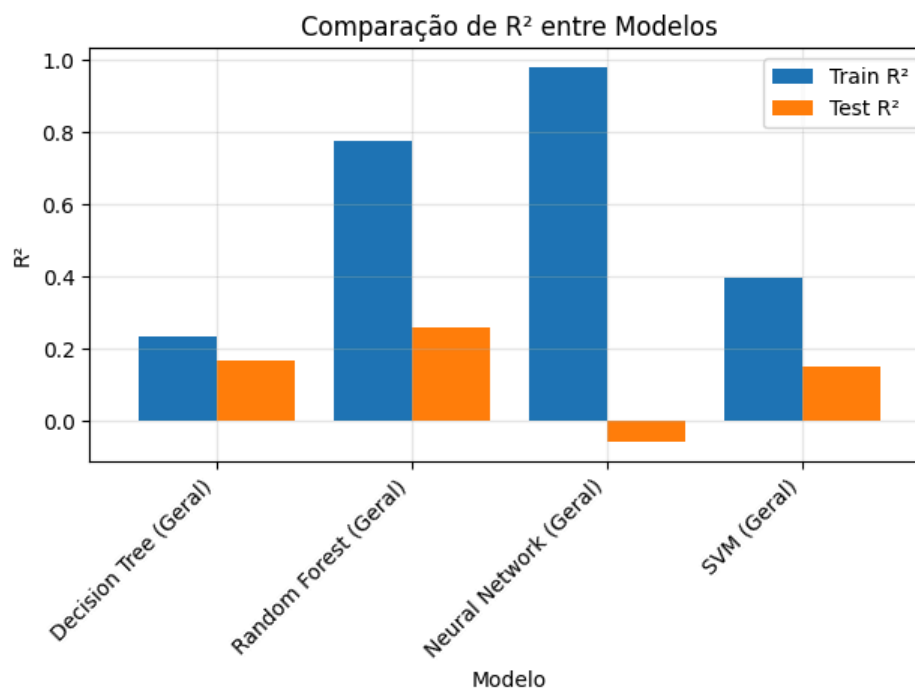
- **Processador:** 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11370H @ 3.30GHz
- **Memória RAM:** 16 GB
- **GPUs:**
 - Intel(R) Iris(R) Xe Graphics with 1 GB VRAM
 - NVIDIA GeForce GTX 1650 with approximately 4 GB VRAM

Nos gráficos abaixo podemos ver a melhora no desempenho com a inclusão de novas features, bem como o melhor resultado para modelos de mortes que de casos.

Gráficos:



1Desempenho dos Modelos antes de acrescentar novas bases de dados – casos de COVID (**resultados preliminares**)



2Desempenho dos Modelos depois de acrescentar novas bases de dados – casos de COVID

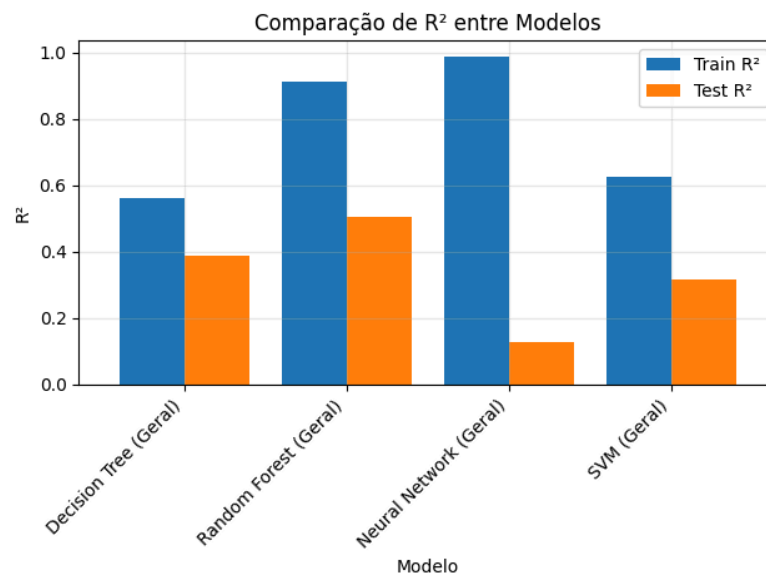


Figura 2: Heat Map de Feature Importances

Feature	Decision Tree (casos)	Random Forest (casos)	Neural Network (casos)	SVM (casos)
ECONOMICOS_Valor_adicionado_bruto_da_Agropecuária_a_preços_correntes	0,00	0,98	0,00	0,91
ECONOMICOS_Valor_adicionado_bruto_da_Administração_defesa_educacão_e_...	0,59	0,93	0,00	0,24
ECONOMICOS_Produto_Interno_Bruto_per_capita_a_preços_correntes	0,00	0,69	0,00	0,81
IBGE_COVID_19_Mcov16_Sim	0,35	0,27	0,59	0,18
uf_MA	0,24	0,00	0,10	0,74
uf_SE	0,13	0,29	0,00	0,66
IBGE_Meio_ambiente_Mmam25_Sim	0,00	0,00	0,98	0,00
IBGE_Meio_ambiente_Mmam142_Sim	0,00	0,00	0,94	0,00
IBGE_COVID_19_Mcov0510_Nao	0,00	0,00	0,93	0,00
PIB_per_capita	0,00	0,86	0,00	0,00
IBGE_COVID_19_Mcov0515_Nao	-0,31	-0,19	0,00	-0,32
uf_CE	0,00	0,41	0,00	0,38
IBGE_Meio_ambiente_Mmam264_Nao	0,00	0,00	0,22	0,55
estimated_population	0,30	0,41	0,00	0,00
IBGE_COVID_19_Mcov059_Nao	0,00	0,26	0,00	-0,42
IBGE_Meio_ambiente_Mmam01_subordinado_executivo_orgao_gestor	0,00	0,00	0,00	0,66
IBGE_Meio_ambiente_Mmam203_Nao	0,00	0,00	0,00	0,66
IBGE_COVID_19_Mcov16_Nao	0,00	0,00	0,47	0,16
ECONOMICOS_Valor_adicionado_bruto_dos_Serviços_a_preços_correntes_exceto...	0,00	0,58	0,00	0,00
uf_MG	0,00	0,28	0,00	0,23
IBGE_COVID_19_Mcov059_Sim	0,00	0,00	0,00	-0,49
uf_MT	0,00	0,47	0,00	0,00
uf_ES	0,00	0,11	0,20	0,15
IBGE_COVID_19_Mcov17_Sim	0,00	0,00	0,00	-0,42
IBGE_Meio_ambiente_Mmam2010_Nao	0,00	0,00	0,00	-0,41
IBGE_COVID_19_Mcov0621_Nao	0,00	0,00	0,00	0,36
ECONOMICOS_Valor_adicionado_bruto_da_Indústria_a_preços_correntes	0,00	0,33	0,00	0,00
IBGE_Meio_ambiente_Mmam226_Nao	0,00	-0,33	0,00	0,00
PIB_total	0,00	-0,29	0,00	0,00
uf_BA	0,00	0,14	0,00	0,12
ECONOMICOS_Valor_adicionado_bruto_total_a_preços_correntes	0,00	-0,25	0,00	0,00
ECONOMICOS_Impostos_líquidos_de_subsídios_sobre_produtos_a_preços_correntes	0,00	0,20	0,00	0,00
IBGE_Meio_ambiente_Mmam1514_Sim	0,00	0,00	0,19	0,00
IBGE_Meio_ambiente_Mmam097_Omitido	0,00	0,00	0,16	0,00
IBGE_Meio_ambiente_Mmam266_Omitido	0,00	0,00	0,15	0,00
IBGE_Meio_ambiente_Mmam1513_Sim	0,00	0,00	0,15	0,00

3 Feature Importance de todos os modelos para das features mais relevantes – casos de COVID

Feature	Decision Tree (mortes)	Random Forest (mortes)	Neural Network (mortes)	SVM (mortes)
uf MG	0.04	0.03	0.00	0.01
IBGE COVID 19 Mcov16 Sim	-0.01	0.01	0.00	0.05
IBGE COVID 19 Mcov16 Nao	0.00	0.00	0.06	0.00
uf ES	0.01	0.01	0.02	0.02
estimated population	0.03	0.02	0.00	0.00
ECONOMICOS Valor adicionado bruto da Administração defesa...	0.02	0.01	0.00	0.00
uf SC	0.01	0.01	0.00	0.01
ECONOMICOS Produto Interno Bruto per capita, a preços correntes	0.02	0.01	0.00	0.00
IBGE COVID 19 Mcov067 Sim	0.03	0.00	0.00	0.00
ECONOMICOS Impostos líquidos de subsídios,sobre produtos a preços correntes	0.02	0.01	0.00	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam094 Nao	0.00	0.00	0.02	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam05 Amarela	-0.02	0.00	0.00	0.00
PIB per capita	0.01	0.01	0.00	0.00
regiao SUDESTE	0.00	0.00	0.01	0.00
ECONOMICOS Valor adicionado bruto total, a preços correntes	0.02	0.00	0.00	0.00
IBGE COVID 19 Mcov0313 Nao	0.00	0.00	0.02	0.00
ECONOMICOS Valor adicionado bruto da Agropecuária, a preços correntes	0.01	0.01	0.00	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam097 Omitido	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE COVID 19 Mcov065 Sim	0.00	0.00	0.01	0.00
regiao NORTE	0.01	0.01	0.00	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam268 Omitido	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam2010 Sim	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam112 Sim	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam206 Sim	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE COVID 19 Mcov069 Sim	0.00	0.00	0.01	0.00
uf PR	0.00	0.00	0.01	0.00
cor raca Não divulgável	0.00	0.00	-0.01	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam269 Omitido	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam262 Omitido	0.00	0.00	0.01	0.00
grau de instrucao Não divulgável	0.00	0.00	-0.01	0.00
IBGE Meio ambiente Mmam1517 Nao foi instalado ou esta inativo	0.00	0.00	0.01	0.00
IBGE COVID 19 Mcov0617 Nao	0.00	0.00	0.01	0.00
uf CE	0.00	0.00	0.00	0.00
ocupacao Agente Administrativo	0.00	0.00	0.00	-0.01
ocupacao Pedagogo	0.00	0.00	0.00	0.01
uf SE	0.00	0.00	0.00	0.01
ocupacao Auxiliar de Escritório e Assemelhados	0.00	0.00	0.00	-0.01
ocupacao Trabalhador de Construção Civil	0.00	0.00	0.00	-0.01

4 Feature Importance de todos os modelos para das features mais relevantes – mortes por COVID

Conclusão e Considerações Finais

Os resultados indicam melhorias significativas com a incorporação das variáveis socioeconômicas (IBGE MUNIC 2020) e econômicas (PIB Municipal), demonstrando que características municipais além dos dados epidemiológicos e eleitorais são relevantes para a predição de indicadores da COVID-19.

Trabalhos Futuros e Limitações: O estudo identificou várias oportunidades de aprimoramento:

1. **Tratamento de Variáveis Numéricas Excluídas:** As variáveis numéricas excluídas por alta cardinalidade poderiam ser reincorporadas através de técnicas de:

- Binning ou categorização (ex: idades em faixas etárias, números de funcionários em categorias de tamanho)

- Normalização e padronização para variáveis contínuas
- Análise de componentes principais para redução de dimensionalidade

2. **Enriquecimento da Base de Dados:** Integração de fontes adicionais como dados de saúde pública, indicadores educacionais, dados climáticos e informações sobre políticas públicas específicas implementadas durante a pandemia.

3. **Modelos Mais Sofisticados:** Exploração de algoritmos de ensemble mais avançados, redes neurais profundas e técnicas de aprendizado por transferência.

4. **Análise Temporal:** Incorporação da dimensão temporal para capturar a evolução dos indicadores ao longo da pandemia.

5. **Contribuições Metodológicas:** As inovações técnicas implementadas neste projeto podem ser aplicadas em outros contextos de ciência de dados, especialmente em projetos que envolvem integração de múltiplas fontes de dados governamentais, análise preditiva em saúde pública, e modelagem com alta dimensionalidade.

O caminho para melhorar os modelos preditivos passa pela combinação de mais fontes de dados, tratamento mais sofisticado das variáveis disponíveis, exploração de arquiteturas de modelos mais complexas, e refinamento contínuo das inovações técnicas desenvolvidas durante este projeto.

Apêndices

Apêndice A - models_to_train.json

Exemplo de Arquivo de Configuração JSON para treinamento de modelos.

```
{
  "models": [
    {
      "name": "Decision Tree",
      "type": "Árvore de Decisão",
      "uf": null,
      "parameters": {
        "max_depth": [3, 7, 10, 20],
        "min_samples_split": [2, 5, 10],
        "min_samples_leaf": [1, 2, 4]
      }
    },
    {
      "name": "Random Forest",
      "type": "Random Forest",
      "uf": null,
      "parameters": {
        "n_estimators": [100, 200],
        "max_depth": [10, 20, null],
        "min_samples_split": [2, 5],
        "min_samples_leaf": [1, 2, 4]
      }
    },
    {
      "name": "Neural Network",
      "type": "Rede Neural (MLP)",
      "uf": null,
      "parameters": {
        "hidden_layer_sizes": [[50], [100], [50, 50]],
        "activation": ["relu", "tanh"],
        "alpha": [0.0001, 0.001, 0.01],

```

```
"max_iter": [1000]
}
},
{
  "name": "SVM",
  "type": "SVM (Support Vector Machine)",
  "uf": null,
  "parameters": {
    "C": [0.1, 1.0, 10.0],
    "kernel": ["rbf", "linear"],
    "gamma": ["scale", "auto"]
  },
  "fields_to_consider": {
    "IBGE": [
      "IBGE_COVID_19_Mcov0510_Nao",
      "IBGE_COVID_19_Mcov0515_Nao",
      "IBGE_COVID_19_Mcov052_Sim",
      "IBGE_COVID_19_Mcov059_Nao",
      "IBGE_COVID_19_Mcov059_Sim",
      "IBGE_COVID_19_Mcov0615_Sim",
      "IBGE_COVID_19_Mcov0621_Nao",
      "IBGE_COVID_19_Mcov121_Nao",
      "IBGE_COVID_19_Mcov16_Nao",
      "IBGE_COVID_19_Mcov16_Sim",
      "IBGE_COVID_19_Mcov17_Sim",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam01_subordinado_executivo_orgao_gestor",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam1516_Nao",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam1516_Sim",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam2010_Nao",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam203_Nao",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam21_Omitido",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam226_Nao",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam2315_Nao",
      "IBGE_Meio_ambiente_Mmam263_Nao",
```

```
        "IBGE_Meio_ambiente_Mmam264_Nao",
        "IBGE_Meio_ambiente_Mmam264_Sim"],
    "ECONOMICOS": ["*"],
    "ELEITORAIS": ["regiao_SUL",
        "uf_BA",
        "uf_CE",
        "uf_ES",
        "uf_MA",
        "uf_MG",
        "uf_MT",
        "uf_SE"]
    }
}
]
```

Apêndice B - Metadados de modelos treinados

```
[ {      "model_name": "Decision Tree",
    "model_type": "\u00c1rvore de Decis\u00e3o",
    "target_variable": "cases",
    "timestamp": "20250930_112540",
    "saved_model_path":
"/mnt/c/Beto/Profissional/MBA_UspEsalq/TCC/git/Prj_TCC_JRSF_MBA_USP_ESALQ/Models/trainedModels/Decision_Tree_20250930_112540.joblib",
    "best_parameters_found": null,
    "feature_importances": [
        {      "feature": "IBGE_COVID_19_Mcov16_Sim",
            "importance": 0.34880893295079335
        },
        {      "feature": "estimated_population",
            "importance": 0.03014721825315817
        },
        {      "feature": "IBGE_COVID_19_Mcov0515_Nao",
            "importance": -0.0030744278136652257
        }
    ]
}
```

```

    },
    {
        "feature": "uf_MA",
        "importance": 0.002426078588938485
    },
    {
        "feature": "uf_SE",
        "importance": 0.0013129657645927773
    }
],
"train_score_r2": 0.2338441427683856,
"test_score_r2": 0.16760107334096275,
"data_context": "Geral",
"training_time": 26.022282
}
]

```

Apêndice C Descrição dos campos da base de dados econômicos do IBGE

1. RECURSOS HUMANOS POR VÍNCULO

1.1 Composição do quadro de pessoal da administração direta

MREH0111:	Estatutários
MREH0112:	Celetistas
MREH0113:	Somente comissionados
MREH0114:	Estagiários
MREH0115:	Sem vínculo permanente
MREH0116:	Total ¹

1.2 Composição do quadro de pessoal da administração indireta

MREH02:	Administração indireta - existência
MREH0311:	Estatutários
MREH0312:	Celetistas
MREH0313:	Somente comissionados
MREH0314:	Estagiários
MREH0315:	Sem vínculo permanente
MREH0316:	Total ¹

2. HABITAÇÃO

2.1 Órgão gestor e plano municipal de habitação

- MHAB01: Caracterização do órgão gestor
MHAB03: Sexo do(a) titular do órgão gestor
MHAB04: Idade do(a) titular do órgão gestor
MHAB05: Cor/raça do(a) titular do órgão gestor
MHAB051: Foi respondido pelo próprio titular do órgão gestor
MHAB06: Escolaridade do(a) titular do órgão gestor
MHAB07: Plano Municipal de Habitação - existência
MHAB071: O Plano Municipal de Habitação é articulado ao Plano Diretor

Aspectos do Plano Municipal de Habitação

- MHAB081: Integrar as ações em habitação com as demais políticas urbanas e sociais de forma a garantir o direito à habitação como direito à cidade
MHAB082: Garantir o melhor aproveitamento da infraestrutura instalada e das edificações existentes
MHAB083: Promover a urbanização e recuperação física de favelas e loteamentos precários, bem como a regularização fundiária desses assentamentos e a melhoria das moradias existentes
MHAB084: Garantir, no caso de necessidade de remoção de área de risco ou por necessidade de obra de urbanização, o atendimento habitacional das famílias a serem removidas

MHAB085: Coibir novas ocupações por assentamentos habitacionais nas áreas inadequadas para essa finalidade
MHAB086: Produção de novas unidades habitacionais de interesse social
MHAB087: Articular as instâncias municipal, estadual e federal de política e financiamento habitacional, visando a otimização dos recursos disponíveis
MHAB088: Priorizar ações nas áreas de risco
MHAB089: Outros
MHAB09: O município realizou alguma Conferência Municipal de Habitação nos últimos 4 anos

MHAB091: Foram consideradas como elementos de referência para a elaboração e desenvolvimento do Plano Municipal de Habitação as deliberações das conferências realizadas

2.2 Conselho e Fundo municipal de habitação

- MHAB10: Conselho Municipal de Habitação - existência
MHAB101b: Ano de criação
MHAB102: Formação do conselho

Caráter do conselho

- MHAB111: Consultivo

MHAB112:	Deliberativo
MHAB113:	Normativo
MHAB114:	Fiscalizador
MHAB12:	Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses
MHAB13:	Número de conselheiros (titulares e suplentes)
Capacitação dos membros	
MHAB141:	Periodicamente
MHAB142:	Ocasionalmente
MHAB143:	Não realiza
MHAB15:	Município disponibiliza infraestrutura
MHAB1511:	Sala
MHAB1512:	Computador
MHAB1513:	Impressora
MHAB1514:	Acesso à internet
MHAB1515:	Veículo
MHAB1516:	Telefone
MHAB1517:	Diárias
MHAB1518:	Dotação orçamentária própria
MHAB16:	Fundo Municipal de Habitação - existência
MHAB161:	O conselho gestor do Fundo é o Conselho Municipal de Habitação
MHAB17:	O fundo reúne todos os recursos orçamentários e de outras fontes destinados aos programas habitacionais

2.3 Cadastro de famílias interessadas em programas habitacionais

MHAB18:	Cadastro ou levantamento de famílias interessadas em programas habitacionais - existência
MHAB181:	Em que ano foi realizado
MHAB182:	O cadastro é informatizado
MHAB183:	O cadastro inclui a natureza do benefício habitacional pretendido pelas famílias

2.4 Favelas, cortiços e loteamentos irregulares

Existem no município

MHAB191:	Favelas, mocambos, palafitas ou assemelhados
MHAB192:	Cortiços, casas de cômodos ou cabeças-de-porco
MHAB193:	Loteamentos irregulares e/ou clandestinos
MHAB194:	Ocupações de terrenos ou prédios por movimentos de moradia
MHAB195:	Nenhum dos itens

2.5 Programas ou ações na área de habitação

Foram realizados pela prefeitura, no ano de 2018 e/ou 2019, programas ou ações de

MHAB201:	Construção de unidades habitacionais
MHAB202:	Aquisição de unidades habitacionais
MHAB203:	Melhoria de unidades habitacionais
MHAB204:	Oferta de material de construção
MHAB205:	Oferta de lotes
MHAB206:	Regularização fundiária
MHAB207:	Urbanização de assentamentos
MHAB208:	Nenhum dos programas ou ações
MHAB21:	A prefeitura tem algum programa que conceda o benefício do aluguel social

3. TRANSPORTE

3.1 Órgão gestor e Plano Municipal de Transporte

MTRA01:	Caracterização do órgão gestor
MTRA03:	Sexo do(a) titular do órgão gestor
MTRA04:	Idade do(a) titular do órgão gestor
MTRA05:	Cor/raça do(a) titular do órgão gestor
MTRA051:	Foi respondido pelo próprio titular do órgão gestor
MTRA06:	Escolaridade do(a) titular do órgão gestor
MTRA07:	Plano Municipal de Transporte - existência

Aspectos do Plano Municipal de Transporte

MTRA081:	A política de circulação viária e de transportes do município
MTRA082:	A estrutura e a forma de organização do sistema de transporte de passageiros, bem como suas regras básicas de funcionamento
MTRA083:	A política tarifária
MTRA084:	A estrutura, a forma de organização e as normas de utilização do espaço viário de uso público
MTRA085:	O uso pelo pedestre e pelo ciclista do espaço viário de uso público
MTRA086:	A inclusão de pessoas com deficiência na rede viária e no sistema de transporte
MTRA087:	Outros
MTRA09:	O município realizou alguma Conferência Municipal de Transporte nos últimos 4 anos

MTRA091: Foram consideradas como elementos de referência para a elaboração e desenvolvimento do Plano Municipal de Transporte as deliberações das conferências realizadas

3.2 Conselho e Fundo municipal de transporte

MTRA10:	Conselho Municipal de Transporte - existência
MTRA101b:	Ano de criação

MTRA102: Formação do conselho

Caráter do conselho

MTRA111: Consultivo

MTRA112: Deliberativo

MTRA113: Normativo

MTRA114: Fiscalizador

MTRA12: Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses

MTRA13: Número de conselheiros (titulares e suplentes)

Capacitação dos membros

MTRA141: Periodicamente

MTRA142: Ocasionalmente

MTRA143: Não realiza

MTRA15: Município disponibiliza infraestrutura

MTRA1511: Sala

MTRA1512: Computador

MTRA1513: Impressora

MTRA1514: Acesso à internet

MTRA1515: Veículo

MTRA1516: Telefone

MTRA1517: Diárias

MTRA1518: Dotação orçamentária própria

MTRA16: Fundo Municipal de Transporte - existência

MTRA161: O conselho gestor do Fundo é o Conselho Municipal de Transporte

MTRA17: O fundo tem financiado ações e projetos para questões do transporte nos últimos 12 meses

3.3 Serviços de transporte

Serviços regulares de transporte de passageiros existentes no município

MTRA181: Barco

MTRA182: Metrô

MTRA183: Mototáxi

MTRA184: Táxi

MTRA185: Trem

MTRA186: Van

MTRA187: Avião

MTRA188: Serviço por aplicativo (Uber, Cabify, 99Taxi e outros)

MTRA189: Nenhum dos relacionados

MTRA19: Transporte coletivo por ônibus intramunicipal

Tipo de regulamentação

MTRA1911:	Concessão
MTRA192:	Concedida através de licitação
MTRA1912:	Permissão
MTRA193:	Concedida através de licitação
MTRA1913:	Autorização
MTRA1914:	Serviço prestado diretamente pela prefeitura
MTRA1915:	Não regulamentado
Passageiros que possuem isenção formal da tarifa de ônibus	
MTRA201:	Maiores de 60/65 anos
MTRA202:	Estudantes da rede pública
MTRA203:	Estudantes da rede privada
MTRA204:	Carteiros
MTRA205:	Pessoas com deficiência
MTRA206:	Policiais
MTRA207:	Professores
MTRA208:	Crianças menores de 5 anos
MTRA209:	Outros
MTRA2010:	Toda a população
MTRA2011:	Nenhum passageiro
MTRA21:	Frota de ônibus municipais adaptada para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida
Tipo de adaptação adotada para o embarque e desembarque	
MTRA221:	Piso baixo
MTRA222:	Piso alto com acesso realizado por plataforma de embarque/desembarque
MTRA223:	Piso alto equipado com plataforma elevatória veicular
MTRA224:	Não sabe
MTRA23:	Transporte coletivo por ônibus intermunicipal
MTRA231:	Este transporte coletivo atende também ao deslocamento entre bairros, distritos, localidades dentro do município
MTRA24:	Ciclovias no município
MTRA25:	Bicicletário no município

4. AGROPECUÁRIA

4.1 Órgão gestor da política agropecuária

MAGR01:	Caracterização do órgão gestor
MAGR03:	Sexo do(a) titular do órgão gestor
MAGR04:	Idade do(a) titular do órgão gestor
MAGR05:	Cor/raça do(a) titular do órgão gestor

MAGR051: Foi respondido pelo próprio titular do órgão gestor

MAGR06: Escolaridade do(a) titular do órgão gestor

4.2 Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural

MAGR07: Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural - existência

MAGR071: Ano de criação

MAGR072: Formação do conselho

Caráter do conselho

MAGR081: Consultivo

MAGR082: Deliberativo

MAGR083: Normativo

MAGR084: Fiscalizador

MAGR09: Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses

MAGR10: Número de conselheiros (titulares e suplentes)

Capacitação dos membros

MAGR111: Periodicamente

MAGR112: Ocasionalmente

MAGR113: Não realiza

MAGR12: Município disponibiliza infraestrutura

MAGR1211: Sala

MAGR1212: Computador

MAGR1213: Impressora

MAGR1214: Acesso à internet

MAGR1215: Veículo

MAGR1216: Telefone

MAGR1217: Diárias

MAGR1218: Dotação orçamentária própria

MAGR131: Sementes

Forma de acesso

MAGR13111: Distribuição gratuita

MAGR13112: Mais baratas

MAGR13113: A preço de mercado, porém financiadas

MAGR13114: Outra forma

MAGR132: Mudas

Forma de acesso

MAGR13211: Distribuição gratuita

MAGR13212: Mais baratas

MAGR13213: A preço de mercado, porém financiadas

MAGR13214: Outra forma

MAGR133: Adubos

Forma de acesso

MAGR13311: Distribuição gratuita

MAGR13312: Mais baratas

MAGR13313: A preço de mercado, porém financiadas

MAGR13314: Outra forma

MAGR134: Ração ou forragem

Forma de acesso

MAGR13411: Distribuição gratuita

MAGR13412: Mais baratas

MAGR13413: A preço de mercado, porém financiadas

MAGR13414: Outra forma

MAGR135: Alevinos

Forma de acesso

MAGR13511: Distribuição gratuita

MAGR13512: Mais baratas

MAGR13513: A preço de mercado, porém financiadas

MAGR13514: Outra forma

MAGR136: Outros insumos

Programa ou ação para disponibilizar maquinário aos produtores agropecuários desenvolvido pela prefeitura

MAGR141: Cessão temporária gratuita

MAGR142: Aluguel

MAGR143: Outro

MAGR144: Nenhum programa ou ação

A prefeitura desenvolve programa ou ação de estímulo à

MAGR151: Agricultura orgânica

MAGR152: Agricultura familiar

MAGR153: Aquicultura

MAGR154: Pesca

MAGR155: Produção de hortas comunitárias

4.4 Programas para agroindústria e promoção e apoio a festividades e premiação

MAGR16: A prefeitura desenvolve programa ou ação para estimular a agroindústria

A prefeitura promove ou apoia

MAGR171: Festividades periódicas relacionadas à atividade agropecuária

MAGR172: Premiação ou forma de reconhecimento aos melhores produtores agropecuários do município

MAGR18: A prefeitura desenvolve programa ou ação de prevenção contra problemas climáticos para o setor agropecuário

4.5 Apoio às atividades agropecuárias

Órgão público que atue na assistência técnica e/ou extensão rural no município

MAGR191: Órgão municipal

MAGR192: Órgão estadual

MAGR193: Órgão federal

MAGR194: Não existe

MAGR20: Instituições que prestam apoio às atividades agropecuárias, seja em assistência técnica, extensão rural ou áreas correlatas que possuem convênio com a prefeitura

Prestadores de serviços de assistência técnica e/ou extensão rural para o setor agropecuário, contratados ou parceiros da prefeitura

MAGR211: Empresa Privada

MAGR212: Organização não governamental

MAGR213: Outro

MAGR214: Não contratou

A prefeitura desenvolve programa ou ação

MAGR221: De cunho social em apoio específico ao produtor agropecuário

Área

MAGR22111: Educação

MAGR22112: Saúde ou higiene

MAGR22113: Distribuição de alimentos

MAGR22114: Outra forma

MAGR222: Para fomentar o artesanato junto às comunidades rurais

Área

MAGR22211: Capacitação

MAGR22212: Apoio à comercialização

MAGR22213: Estímulo ao associativismo

MAGR22214: Outra

4.6 Apoio ao associativismo

Entidades de associativismo ou representação de produtores agropecuários com registro oficial na prefeitura

MAGR231: Sindicatos rurais

MAGR232: Associações de produtores

MAGR233: Cooperativas

MAGR234: Não possui registro

Entidades de associativismo ou representação de produtores agropecuários que atuam no município

- MAGR241: Sindicatos rurais
MAGR242: Associações de produtores
MAGR243: Cooperativas
MAGR244: Outras
MAGR245: Nenhuma entidade

4.7 Infraestrutura

Infraestrutura de comercialização e exposição de produtos agropecuários existente no município

- MAGR251: Centro de comercialização
MAGR252: Feiras
MAGR253: Parque de exposição próprio para uso do produtor
MAGR254: Centro de comercialização de produtos da extração vegetal
MAGR255: Outra
MAGR256: Nenhuma infraestrutura

4.8 Programa ou ação de aquisição de produtos e vacinação de rebanho, Serviço de Inspeção Municipal (SIM) e abatedouros

Programa ou ação de aquisição de produtos agropecuários do município desenvolvidos pela prefeitura

- MAGR261: Aquisição diretamente dos produtores
MAGR262: Aquisição através de entidades (associações, cooperativas etc.)
MAGR263: Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA)
MAGR264: Outro
MAGR265: Nenhum programa ou ação

Programa ou ação para vacinação de rebanho

- MAGR271: Vacinação gratuita de rebanhos
MAGR272: Acesso a vacinas mais baratas ou financiadas
MAGR273: Outro
MAGR274: Nenhum programa ou ação

MAGR28: O município possui o Serviço de Inspeção Municipal (SIM) implementado, de modo a controlar a qualidade dos produtos de origem animal

MAGR29: A prefeitura possui abatedouro municipal

MAGR291: Abateu animal nos últimos 12 meses

MAGR30: A prefeitura tem conhecimento da existência da atividade de extração vegetal no município

5. MEIO AMBIENTE

5.1 Órgão gestor do meio ambiente

- MMAM01: Caracterização do órgão gestor
MMAM03: Sexo do(a) titular do órgão gestor
MMAM04: Idade do(a) titular do órgão gestor
MMAM05: Cor/raça do(a) titular do órgão gestor
MMAM051: Foi respondido pelo próprio titular do órgão gestor
MMAM06: Escolaridade do(a) titular do órgão gestor

5.2 Capacitação

MMAM08: Nos últimos quatro anos servidores do município participaram de capacitação promovida pelo governo federal na área de meio ambiente

Em qual(is) área(s) temática(s) se deu(ram) essa(s) capacitação(ões)

- MMAM091: Estruturação da gestão municipal de meio ambiente
MMAM092: Licenciamento
MMAM093: Educação ambiental
MMAM094: Educação ambiental voltada para a agricultura familiar
MMAM095: Cadastro Ambiental Rural
MMAM096: Resíduos Sólidos
MMAM097: Produção e consumo sustentáveis
MMAM098: Mudança do clima
MMAM099: Recursos Hídricos
MMAM0910: Participação social em fóruns e colegiados de meio ambiente
MMAM0911: Outras

5.3 Conselho e Fundo municipal de meio ambiente

- MMAM10: Conselho Municipal de Meio Ambiente - existência
MMAM101b: Ano de criação
MMAM102: Formação do conselho

Caráter do conselho

- MMAM111: Consultivo
MMAM112: Deliberativo
MMAM113: Normativo
MMAM114: Fiscalizador
MMAM12: Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses
MMAM13: Número de conselheiros (titulares e suplentes)

Capacitação dos membros

- MMAM141: Periodicamente
MMAM142: Ocasionalmente
MMAM143: Não realiza
MMAM15: Município disponibiliza infraestrutura
MMAM1511: Sala

MMAM1512:	Computador
MMAM1513:	Impressora
MMAM1514:	Acesso à internet
MMAM1515:	Veículo
MMAM1516:	Telefone
MMAM1517:	Diárias
MMAM1518:	Dotação orçamentária própria
MMAM16:	A área responsável pelo tema meio ambiente dispõe de recursos financeiros específicos para serem utilizados no desenvolvimento de suas ações
MMAM17:	O município possui Fundo Municipal de Meio Ambiente ou similar
MMAM171:	O conselho gestor do Fundo é o Conselho Municipal de Meio Ambiente ou similar
MMAM18:	No ano de 2019 foi utilizado recurso do Fundo Municipal de Meio Ambiente para ações ambientais
5.4 Legislação ou instrumento de gestão ambiental	
Legislação ou instrumento de gestão ambiental existente no município, mesmo que esteja inserido na Lei Orgânica, Plano Diretor, Código Ambiental, etc	
MMAM201:	Sobre coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos
MMAM20011:	Ano de criação
MMAM202:	Sobre saneamento básico
MMAM2021:	Ano de criação
MMAM203:	Sobre gestão de bacias hidrográficas
MMAM2031:	Ano de criação
MMAM204:	Sobre área e/ou zona de proteção ou controle ambiental
MMAM2041:	Ano de criação
MMAM205:	Sobre destino das embalagens utilizadas em produtos agrotóxicos
MMAM2051:	Ano de criação
MMAM206:	Sobre poluição do ar
MMAM2061:	Ano de criação
MMAM207:	Sobre permissão de atividades extrativas minerais
MMAM2071:	Ano de criação
MMAM208:	Sobre fauna silvestre
MMAM2081:	Ano de criação
MMAM209:	Sobre florestas
MMAM2091:	Ano de criação
MMAM2010:	Sobre proteção à biodiversidade
MMAM20101:	Ano de criação
MMAM2011:	Sobre adaptação e mitigação de mudança do clima

MMAM20111: Ano de criação

MMAM2012: Nenhuma legislação citada

5.5 Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

MMAM21: O município possui Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos

MMAM211: Esse plano abrange apenas esse município

5.6 Programas em parceria com o Governo Federal

Programas implementados pelo governo municipal em parceria com o Governo Federal

MMAM221: Coletivo Educador

MMAM222: Sala verde

MMAM223: Circuito Tela Verde

MMAM224: Etapa municipal da Conferência Infanto-Juvenil pelo Meio Ambiente

MMAM225: Educação ambiental no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS

MMAM226: Sustentabilidade ambiental das instituições públicas, como a Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P

MMAM227: Programa de Educação Ambiental e Agricultura Familiar – PEAAF

MMAM228: Etapa municipal da Conferência Nacional de Meio Ambiente

MMAM229: Nenhum dos programas

5.7 Pagamento de Serviços Ambientais

MMAM23: O município paga diretamente por serviços ambientais – PSA

Fonte de recursos nos últimos 12 meses

MMAM2311: Orçamento municipal

MMAM2312: Governo Federal

MMAM2313: Governo Estadual

MMAM2314: Iniciativa privada

MMAM2315: ONG

MMAM2316: Doações

MMAM2317: Outros

Serviço(s) ambiental(is) abrangido(s)

MMAM241: Pagamento por ações/iniciativas que promovam a conservação e a recuperação ou melhoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos

MMAM242: Pagamento por ações/iniciativas de conservação e preservação da vegetação nativa e da vida silvestre

MMAM243: Pagamento por ações/iniciativas que promovam a conservação, a recuperação ou preservação do ambiente natural nas áreas de Unidades de Conservação, em suas respectivas zonas de amortecimento e nas Terras Indígenas

MMAM244: Pagamento por ações/iniciativas de recuperação e conservação dos solos e recomposição da cobertura vegetal e de áreas degradadas, através do plantio de espécies nativas em sistema agroflorestal

MMAM245: Pagamento por ações/iniciativas de conservação de remanescentes da vegetação em áreas urbanas, de importância para a manutenção e melhoramento da qualidade do ar, dos recursos hídricos e da qualidade de vida da população

MMAM246: Pagamento por ações/iniciativas que visem especificamente a captura e retenção de carbono, com objetivo de mitigação das mudanças climáticas (conservação/restauração de ecossistemas naturais, recuperação de áreas degradadas, e adoção de práticas de manejo

MMAM247: Outros

5.8 Impacto Ambiental e/ou processo/ação que resulte em impacto no ambiente

MMAM25: Observação no município da ocorrência de algum impacto ambiental e/ou processo/ação que resulte em impacto no ambiente nos últimos 24 meses

Impactos ambientais e/ou processos/ações de maior ocorrência

MMAM261: Condições climáticas extremas (secas, enxurradas)

MMAM262: Poluição do ar

MMAM263: Poluição de algum corpo d'água

MMAM264: Assoreamento de algum corpo d'água

MMAM265: Diminuição de vazão de algum corpo d'água

MMAM266: Desmatamentos

MMAM267: Queimadas

MMAM268: Contaminação do solo (por agrotóxicos, fertilizantes)

MMAM269: Perda de solos por erosão e/ou desertificação (voçorocas, arenização)

MMAM2610: Degradação de áreas legalmente protegidas

MMAM2611: Diminuição da biodiversidade (fauna e flora)

MMAM2612: Existência de moradia em situação de risco ambiental

MMAM2613: Falta de saneamento (destinação inadequada do esgoto doméstico)

MMAM2614: Outros

6. GESTÃO DE RISCOS E DE DESASTRES

6.1 Seca

MGRD01: O município foi atingido pela seca nos últimos 4 anos

MGRD02: Ano em que aconteceu a seca de maior impacto para o município

No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram

MGRD031: Perdas financeiras

MGRD032: Perdas humanas

MGRD033:	Perdas de animais
MGRD034:	Perdas ambientais
MGRD035:	Perda ou redução da produção agrícola
MGRD036:	Surgimento ou aumento de área de desertificação
MGRD037:	Concentração de poluentes na água exigindo ampliação na captação e no tratamento da água
MGRD038:	Outras
MGRD039:	Não sabe informar

O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca

MGRD041:	Construção de cisternas
MGRD042:	Construção de açudes
MGRD043:	Construção de barragens
MGRD044:	Construção de poços
MGRD045:	Revegetação
MGRD046:	Incentivo público à agricultura adaptada ao clima e solo da região, com sistemas de irrigação
MGRD047:	Distribuição regular de água através de carros-pipa em épocas de estiagem (situações de emergência)
MGRD048:	Ações de uso sustentável dos recursos naturais (fontes de energia eólica ou solar, planos de bacia, programas de conscientização e sensibilização, etc.)
MGRD049:	Outras
MGRD0410:	Não sabe informar

MGRD05: O município possui Plano de Contingência e/ou Preservação para a seca

6.2 Alagamentos e processo erosivo

MGRD06: O município foi atingido por alagamentos nos últimos 4 anos

MGRD07: O município foi atingido por processo erosivo acelerado nos últimos 4 anos

6.3 Enchente ou inundação gradual

MGRD08: O município foi atingido por enchentes ou inundações graduais nos últimos 4 anos

MGRD09: Em que ano aconteceu a enchente ou inundação gradual de maior impacto para o município

No ano de enchente ou inundação gradual de maior impacto para o município

MGRD101: Edificações foram atingidas

MGRD1011: Área atingida

MGRD102: Pessoas foram desalojadas ou ficaram desabrigadas

MGRD1021: Área de desalojamento ou desabrigo

MGRD103: Ocorreram óbitos

MGRD1031: Área dos óbitos

Áreas do município em que ocorreram as enchentes ou inundações graduais

MGRD1041: Naturalmente inundáveis

MGRD1042: Não usualmente inundáveis

MGRD1043: Com ocupações regulares

MGRD1044: Com ocupações irregulares

MGRD1045: Com existência de processo erosivo acelerado

MGRD1046: Outras áreas

MGRD1047: Não sabe

Ações para evitar ou minimizar os danos causados por enchentes ou inundações graduais

MGRD1051: Barragem à montante para equalização das cheias

MGRD1052: Construção de canais de macrodrenagens

MGRD1053: Construção de parque

MGRD1054: Construção de reservatórios de amortecimento de cheias

MGRD1055: Desassoreamento de corpos hídricos

MGRD1056: Retificação de rios, aumento de calha ou desvio de cursos d'água

MGRD1057: Realocação da população que vive em área de risco

MGRD1058: Revegetação

MGRD1059: Revitalização de rios ou bacias

MGRD10510: Outra solução

MGRD10511: Nenhuma intervenção

MGRD10512: Não sabe

6.4 Enxurrada ou inundação brusca

MGRD11: O município foi atingido por enxurradas ou inundações bruscas nos últimos 4 anos

MGRD12: Em que ano aconteceu a enxurrada ou inundação brusca de maior impacto para o município

No ano de enxurrada ou inundação brusca de maior impacto para o município

MGRD131: Edificações foram atingidas

MGRD1311: Área atingida

MGRD132: Pessoas foram desalojadas ou ficaram desabrigadas

MGRD1321: Área de desalojamento ou desabrigo

MGRD133: Ocorreram óbitos

MGRD1331: Área dos óbitos

Áreas do município em que ocorreram as enxurradas ou inundações bruscas

MGRD1341: Naturalmente inundáveis

MGRD1342:	Não usualmente inundáveis
MGRD1343:	Com ocupações regulares
MGRD1344:	Com ocupações irregulares
MGRD1345:	Com existência de processo erosivo acelerado
MGRD1346:	Outras áreas
MGRD1347:	Não sabe

Ações para evitar ou minimizar os danos causados por enxurradas ou inundações bruscas

MGRD1351:	Barragem à montante para equalização das cheias
MGRD1352:	Construção de canais de macrodrenagens
MGRD1353:	Construção de parque
MGRD1354:	Construção de reservatórios de amortecimento de cheias
MGRD1355:	Desassoreamento de corpos hídricos
MGRD1356:	Retificação de rios, aumento de calha ou desvio de cursos d'água

MGRD1357:	Realocação da população que vive em área de risco
MGRD1358:	Revegetação
MGRD1359:	Revitalização de rios ou bacias
MGRD13510:	Outra solução
MGRD13511:	Nenhuma intervenção
MGRD13512:	Não sabe

6.5 Escorregamento ou deslizamento de encosta

MGRD14: O município foi atingido por escorregamentos ou deslizamentos de encostas nos últimos 4 anos

MGRD15: Ano em que aconteceu o escorregamento ou deslizamento de encosta de maior impacto para o município

No ano de escorregamento ou deslizamento de encosta de maior impacto para o município

MGRD161:	Edificações foram atingidas
MGRD1611:	Área atingida
MGRD162:	Pessoas foram desalojadas ou ficaram desabrigadas
MGRD1621:	Área de desalojamento ou desabrigo
MGRD163:	Ocorreram óbitos
MGRD1631:	Área dos óbitos

Áreas do município em que ocorreram os escorregamentos ou deslizamentos de encostas

MGRD1641:	De taludes e encostas sujeitas a deslizamentos
MGRD1642:	Urbanas com processos erosivos crônicos
MGRD1643:	Sem infraestrutura de drenagem

MGRD1644:	Com ocupações regulares
MGRD1645:	Com ocupações irregulares
MGRD1646:	Sem ocupação
MGRD1647:	Outras áreas
MGRD1648:	Não sabe

Ações para evitar ou minimizar os danos causados por escorregamentos ou deslizamentos de encostas

MGRD1651:	Estabilização e proteção de taludes
MGRD1652:	Retaludamento de encostas
MGRD1653:	Obras de contenção
MGRD1654:	Construção de canais de macrodrenagens
MGRD1655:	Realocação da população que vive em área de risco
MGRD1656:	Revegetação de encostas
MGRD1657:	Outra solução
MGRD1658:	Nenhuma intervenção
MGRD1659:	Não sabe

6.6 Gerenciamento de riscos

O município possui como instrumento de planejamento

MGRD171:	Plano Diretor que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas
MGRD172:	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas
MGRD173:	Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas
MGRD174:	Plano Diretor que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas
MGRD175:	Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas
MGRD176:	Lei específica que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas
MGRD177:	Plano Municipal de Redução de Riscos
MGRD178:	Carta geotécnica de aptidão à urbanização
MGRD179:	Plano de implantação de obras e serviços para redução de riscos de desastres
MGRD1710:	Nenhum dos instrumentos

Em relação ao gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas, o município possui

MGRD181:	Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações
----------	--

MGRD182: Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco (reassentamento em empreendimento de habitação de interesse social, pagamento de aluguel social ou similar, indenização de benfeitoria, compra de uma nova moradia, auxílio

MGRD183: Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres

MGRD184: Plano de Contingência

MGRD185: Projetos de engenharia relacionados ao evento

MGRD186: Sistema de alerta antecipado de desastres

MGRD187: Cadastro de risco

MGRD188: Nenhum dos itens

MGRD19: Em relação a gestão de riscos de desastres decorrentes de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas, o município realiza limpeza periódica dos bueiros da cidade, especialmente, antes do período de chuvas

Em relação ao gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamento de encostas, o município possui

MGRD201: Mapeamentos de áreas de risco de enchentes ou inundações

MGRD202: Programa habitacional para realocação de população de baixa renda em área de risco (reassentamento em empreendimento de habitação de interesse social, pagamento de aluguel social ou similar, indenização de benfeitoria, compra de uma nova moradia, auxílio

MGRD203: Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres

MGRD204: Plano de Contingência

MGRD205: Projetos de engenharia relacionados ao evento

MGRD206: Sistema de alerta antecipado de desastres

MGRD207: Cadastro de risco

MGRD208: Nenhum dos itens

Em relação à gestão de riscos e de desastres, existe no município

MGRD211: Unidade do Corpo de Bombeiros

MGRD212: Coordenação Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) ou órgão similar

MGRD213: Núcleo de Defesa Civil (NUDECs)

MGRD214: Guarda Municipal

MGRD215: Nenhuma das citadas

MGRD216: Não sabe

Em relação a Coordenação Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) ou órgão similar

- MGRD221: O responsável pela coordenação atua exclusivamente nesta função
- MGRD222: Realiza ações articuladas e coordenadas do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil
- MGRD223: Conhece o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID
- MGRD224: Utiliza sistema próprio na área de Proteção e Defesa Civil
- MGRD225: Há previsão de recursos para ações de proteção e defesa civil na Lei Orçamentária Anual
- MGRD226: Há outras fontes de recursos para ações de proteção e defesa civil
- MGRD227: Dispõe de espaço físico exclusivo
- MGRD228: Dispõe de viatura
- MGRD229: Dispõe de computadores
- MGRD2210: Dispõe de GPS
- MGRD2211: Dispõe de coletes
- MGRD2212: Dispõe de servidores com vínculo empregatício
- MGRD2213: Dispõe de sistema de alerta antecipado de desastres
- MGRD2214: Nenhum dos itens citados
- MGRD2215: Não sabe informar
- Atividades de proteção de defesa civil
- MGRD231: Práticas educativas voltadas para conscientização e percepção da situação de risco nas escolas
- MGRD232: Práticas educativas voltadas para conscientização e percepção da situação de risco nas comunidades
- MGRD233: Educação ambiental nas escolas
- MGRD234: Educação ambiental nas comunidades
- MGRD235: Campanhas para conscientizar a população sobre os riscos de desastres
- MGRD236: Capacitação de profissionais de proteção e defesa civil
- MGRD237: Formação de NUDECs
- MGRD238: Nenhuma das citadas
- MGRD239: Não sabe informar
- MCOV01: Foi adotada, por conta da pandemia da COVID-19, alguma medida de isolamento social no município
- MCOV011c: Mês de edição do decreto
- MCOV02: Utilizou algum sistema de monitoramento para avaliar a eficácia do isolamento social
- MCOV03: Foram instaladas barreiras sanitárias nas entradas do município durante o período da pandemia da COVID-19

Ações realizadas nas barreiras

MCOV0311: Informativa, com distribuição de folhetos sobre o COVID-19, principais sintomas, como é transmitido e como se proteger

MCOV0312: Motoristas e passageiros são questionados sobre local de origem, qual o destino, a condição de saúde com a temperatura corporal aferida e os casos considerados suspeitos são repassados para acompanhamento nas unidades de saúde

MCOV0313: Não permitem a entrada de pessoas que não comprovaram residência ou trabalho em área essencial

MCOV0314: Outras ações

MCOV0315: Não sabe informar

MCOV04: Adotou alguma medida para regulamentar sanções (multas, realização compulsória de exames etc.) em caso de desrespeito as normas de isolamento social

7.2 Ações realizadas durante a pandemia da COVID-19

MCOV051: Realizou a desinfecção de bairros e locais públicos do município

MCOV052: Distribuiu máscaras para a população em locais públicos

MCOV053: Adotou o uso obrigatório de máscaras em transportes públicos, locais públicos e comércios

MCOV054: Recomendou o uso de máscaras em transportes públicos, locais públicos e comércios

MCOV055: Ampliou os serviços on-line para atender a população

MCOV056: Antecipou o 13º salário dos servidores

MCOV057: Realizou testagem da população para a COVID-19

MCOV058: Adquiriu testes para testagem da população para a COVID-19

MCOV059: Fez seleção pública em caráter de urgência para profissionais de saúde que atuaram no combate ao COVID-19

MCOV0510: Distribuiu cestas básicas ou crédito alimentar para as famílias de estudantes matriculados na rede pública municipal e creches parceiras

MCOV0511: Mesmo com as escolas da rede pública fechadas, manteve o funcionamento dos refeitórios com o intuito de ofertar merenda para os alunos matriculados

MCOV0512: Realizou operação de fiscalização de preços de produtos utilizados como prevenção ao coronavírus como álcool em gel e máscaras

MCOV0513: Suspendeu a cobrança da dívida ativa, incluindo certidões de dívida ativa, atos de ajuizamento de execuções financeiras e atos de inscrição de dívida ativa

MCOV0514: Outras ações

MCOV0515: Não realizou nenhuma ação relacionada a pandemia da COVID-19

7.3 Ações de proteção social das famílias e indivíduos em situação de risco e/ou vulnerabilidade social durante a pandemia da COVID-19

MCOV061: Distribuiu kits de higiene (álcool em gel, papel higiênico, sabonete, creme dental e escovas de dentes)

- MCOV062: Distribuiu kits de limpeza (sacos de lixo, sabão em pedra, água sanitária ou desinfetante)
- MCOV063: Distribuiu máscaras
- MCOV064: Distribuiu cestas básicas ou crédito alimentar para as famílias que recebem Bolsa Família
- MCOV065: Distribuiu cestas básicas ou crédito alimentar para a população que foi atingida economicamente pela pandemia e não estava inscrita no Bolsa Família
- MCOV066: Criou locais emergenciais (com oferta de refeições, higienização, triagem médica e atendimento psicossocial) de acolhimento provisório para a população em situação de rua
- MCOV067: Ofertou espaços descentralizados de higienização para a população em situação de rua
- MCOV068: Criou pontos de acolhimento para a população em situação de rua
- MCOV069: Organizou pontos de recebimento de doações de alimentos, roupas, produtos de higiene, produtos de limpeza e outros
- MCOV0610: Cadastrou famílias e indivíduos no Cadastro Único e Programa Bolsa Família para acesso aos programas sociais e de proteção social
- MCOV0611: Cadastrou indivíduos para recebimento do auxílio emergencial do governo federal
- MCOV0612: Cadastrou indivíduos para recebimento do auxílio emergencial concedido pelo município
- MCOV0613: Ampliou a cobertura para concessão de benefícios eventuais
- MCOV0614: Viabilizou a concessão de benefícios eventuais para a população atingida economicamente pela pandemia
- MCOV0615: Viabilizou a manutenção do funcionamento dos CRAS e CREAS
- MCOV0616: Garantiu a manutenção do funcionamento das unidades de acolhimento municipais, independente do público atendido
- MCOV0617: Garantiu a manutenção do funcionamento com atenção redobrada para as instituições de longa permanência para idosos
- MCOV0618: Garantiu a continuidade de atendimentos aos doentes crônicos monitorando este grupo em especial por conta das vulnerabilidades e risco aumentado
- MCOV0619: Monitorou violência doméstica e outros tipos de violência durante a pandemia
- MCOV0620: Manteve as Unidades do Centro de Atenção Psicossocial (CAPS) em funcionamento
- MCOV0621: Outras ações
- MCOV0622: Não realizou nenhuma ação relacionada a pandemia da COVID-19

7.4 COVID-19 no município

- MCOV07: Ocorreram casos confirmados clinicamente ou laboratorialmente de COVID-19 no município
- MCOV08: Houve a instalação de tendas de triagem para o combate da COVID-19, no município
- MCOV09: Dentre as pessoas que contraíram a COVID-19, houve alguma com necessidade de internação
- MCOV10: O número de internações ultrapassou a capacidade de leitos e de unidades de tratamento intensivo (UTI) públicos ou privados conveniados ao SUS, existentes no município durante a pandemia da COVID-19?
- MCOV11: O número de leitos foi ampliado para atender à demanda por internação no município em virtude da MCOV121: Ampliação de estrutura própria
- MCOV122: Pactuação com outro município
- MCOV123: Pactuação com o estado
- MCOV124: Pactuação com o governo federal
- MCOV125: Contratação de leitos privados
- MCOV126: Não sabe informar
- MCOV13: Foi instalado hospital de campanha durante a pandemia da COVID-19 no município
- MCOV14: Nos casos de internação por COVID-19, houve necessidade de referenciar o(s) paciente(s) para outro município
- MCOV15: Durante o período da pandemia do COVID-19 foi necessário manter pessoas por mais de 24 horas em unidades sem internação
- MCOV16: Dentre as pessoas que contraíram a COVID-19, ocorreu algum óbito
- MCOV17: O município adotou alguma medida de rodízio na circulação de automóveis, motocicletas, ônibus ou outro transporte público ou privado no período da pandemia da COVID-19

Referências

- DUARTE, L. S.; VIANA, M. M. O.; GARCIA, M. T.; ROSA, T. E. C.; MALINVERNI, C.; NEVES, M. V. F.; DANTAS, L. A. A. Repasses financeiros para o enfrentamento da COVID-19 na perspectiva de gestores municipais do estado de São Paulo, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 12, p. 3439-3450, dez. 2023. DOI:10.1590/1413-812320232812.06152023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/ZmsRgHjQ7fqLcqY5QWbCrnD>. Acesso em: 9 jun. 2025.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Painel de Monitoramento da COVID-19. Genebra: OMS, 2025. Disponível em: <https://covid19.who.int>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SBROCCO FIGUEIREDO, José Roberto. Projeto de Código-fonte: *Comparacao-de-Tecnicas-de-Machine-Learning-para-Predicao-de-Indicadores-da-COVID-19*. Versão final. Repositório Git (GitHub). Disponível em: <https://github.com/BetoFigu66/Comparacao-de-Tecnicas-de-Machine-Learning-para-Predicao-de-Indicadores-da-COVID-19>. Acesso em: [dia] [mês] [ano]. **Commit Hash utilizado na defesa: 95df7bd96b3e0b977ca1dfad5554118e13fbaaa3.**