

Uma Plataforma Web para Integração e Análise de Dados Ambientais, de Saneamento e Casos de Doenças de Veiculação Hídrica

Gabriel S. de Lima¹, Ronem Matos Lavareda Filho¹,
Rafael Diego Barbosa Soares¹, Juan G. Colonna^{2,3}

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)
Campus Parintins - AM - Brasil

² Instituto de Computação (IComp) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

³ School of Mathematics and Statistics - Victoria University of Wellington (VUW)

{ronem.lavareda, rafael.soares}@ifam.edu.br
{juancolonna}@icomp.ufam.edu.br

Abstract. *This work presents a web platform for integrated visualization of public health data on waterborne and vector-borne diseases in Parintins, Amazonas, combining sanitation indicators and climatic variables. Data from SINAN, SNIS, and INMET were processed with data science techniques and displayed in interactive dashboards. Results showed moderate to strong negative correlations (r between -0.53 and -0.67 ; $p < 0.001$) between improved sanitation and the reduction of Hepatitis, Chikungunya, and Toxoplasmosis cases. A positive correlation was observed between precipitation and Dengue ($r = 0.56$) in periods of poor infrastructure. The platform supports public health management by highlighting the combined role of sanitation and climate in disease control.*

Keywords: *Public Health; Sanitation; Climate; Epidemiological Analysis; Data Visualization.*

Resumo. *Este trabalho apresenta uma plataforma web para visualização integrada de dados de saúde pública sobre doenças de veiculação hídrica e vetorial em Parintins, Amazonas, combinando indicadores de saneamento e variáveis climáticas. As bases do SINAN, SNIS e INMET foram tratadas com técnicas de ciência de dados e apresentadas em dashboards interativos. Os resultados revelam correlações negativas moderadas a fortes (r entre $-0,53$ e $-0,67$; $p < 0,001$) entre a melhoria do saneamento e a redução de Hepatites, Chikungunya e Toxoplasmose, além de correlação positiva entre precipitação e Dengue ($r = 0,56$) em períodos de infraestrutura precária. A plataforma oferece uma interface acessível para apoiar a gestão pública, evidenciando o papel conjunto do saneamento e do clima no controle dessas doenças.*

Palavras-chave: *Saúde Pública; Saneamento; Clima; Epidemiologia; Visualização de Dados.*

1. Introdução

A crescente disponibilidade de dados relacionados à saúde pública representa uma oportunidade para melhorar a gestão sanitária e ampliar a participação da sociedade no controle das políticas de saúde. No entanto, em muitas regiões do país, especialmente em

áreas vulneráveis, essas informações permanecem dispersas, inacessíveis ou difíceis de interpretar por parte da população [Nova and Tenório, 2019]. No contexto das doenças de veiculação hídrica, que são doenças associadas ao consumo de água contaminada e à precariedade do saneamento básico [Marinho et al., 2016], esse problema de acesso à informação compromete diretamente a prevenção e o enfrentamento de surtos epidemiológicos.

Diante desse cenário, em que a falta de informação adequada se soma às deficiências de infraestrutura, municípios como Parintins, no Amazonas, enfrentam desafios complexos no que se refere à falta de estrutura de esgoto. Segundo dados nacionais sobre saneamento, o déficit no acesso à coleta e tratamento de esgoto ainda afeta milhões de brasileiros, sendo esse problema estrutural um fator agravante para a saúde pública na região Amazônica. Estudos recentes destacam o consumo de água contaminada nessas localidades [Expresso AM, 2024] como um dos principais fatores associados à ocorrência de doenças como infecções gastrointestinais, hepatites virais e parasitoses [Marinho et al., 2016; Nova and Tenório, 2019].

Frente a esses desafios, torna-se essencial o desenvolvimento de soluções tecnológicas capazes de integrar, analisar e disponibilizar dados sobre o tratamento de esgoto, condições climáticas, qualidade da água e doenças hídricas de forma clara, acessível e em tempo real. Apesar da disponibilidade de bases públicas, muitas apresentam dados incompletos, desorganizados ou em formatos que exigem tratamento técnico antes de qualquer análise. Sem ferramentas computacionais que reúnam, processem e apresentem esses dados de maneira simples e compreensível, torna-se um desafio transformar essa informação em ações concretas para melhorar a saúde pública.

Nesse contexto, a Ciência de Dados apresenta-se como uma solução promissora por sua capacidade de transformar informações dispersas em análises claras e compreensíveis. Trata-se de uma área interdisciplinar que integra estatística, computação e técnicas avançadas de análise para extrair conhecimento e identificar padrões em conjuntos de dados complexos [Bishop, 2006]. Entre suas aplicações, destacam-se a integração de múltiplas fontes, o tratamento e a mineração de dados, além do uso de ferramentas como o *Power BI* para a criação de *dashboards* interativos que facilitam a leitura e a tomada de decisão [Carvalho and Melo, 2018]. Quando adicionadas a plataformas web, essas tecnologias possibilitam a visualização de informações em tempo real por meio de gráficos intuitivos, recurso essencial em contextos que demandam transparência e agilidade, como o monitoramento da qualidade da água e o acompanhamento de doenças de veiculação hídrica.

Diante da necessidade de integrar e tornar acessíveis os dados relacionados à saúde, saneamento e clima em Parintins, esta pesquisa propõe o desenvolvimento de um sistema web interativo que utilize técnicas de Ciência de Dados para integrar, analisar e visualizar informações de diferentes bases. Por meio de mineração de dados e *dashboards* dinâmicos, a plataforma busca facilitar o acesso à informação, promover a conscientização da população e apoiar a tomada de decisão dos gestores municipais, contribuindo para o fortalecimento do controle social e para a melhoria da saúde coletiva.

2. Fundamentos

O saneamento básico é um dos determinantes sociais mais importantes da saúde, pois a ausência de coleta de esgoto e de abastecimento de água potável cria um ambiente propício para a disseminação de patógenos, sobretudo pela via fecal-oral. Como consequência, observa-se o aumento de doenças como hepatites virais, leptospirose, toxoplasmose e diversas diarreias agudas. Nesse sentido, o Relatório de Desenvolvimento Humano [PNUD, 2023] destaca que a universalização desses serviços é fundamental para reduzir desigualdades em saúde e promover o desenvolvimento sustentável de comunidades vulneráveis. Essa relação é ainda mais evidente na Amazônia, onde estudos mostram que municípios com cobertura sanitária inferior a 60% apresentam maior incidência de doenças infecciosas [Santos de Aguiar et al., 2020; Silva and Ribeiro, 2024].

A vigilância epidemiológica, por sua vez, constitui uma função essencial da saúde pública por ser responsável pela coleta, análise e disseminação de informações sobre a ocorrência de doenças, subsidiando decisões estratégicas para prevenção e controle de agravos. Além dos aspectos estruturais, a variação climática, especialmente a sazonalidade, é reconhecida como um determinante ambiental que influencia fortemente a dinâmica epidemiológica. Fatores como chuvas intensas, elevada umidade e altas temperaturas podem ampliar a proliferação de vetores e favorecer a sobrevivência de patógenos no ambiente, alterando a distribuição espacial e temporal das enfermidades. Dessa forma, o estudo e o monitoramento desses fatores ambientais tornam-se essenciais para compreender padrões de incidência e antecipar riscos à saúde pública.

2.1. Correlação de Pearson

O Coeficiente de Correlação de Pearson (r) é uma medida estatística amplamente utilizada que avalia o grau e a direção de uma associação *linear* entre duas variáveis quantitativas [Pedroso et al., 2011]. O coeficiente r varia de -1 a $+1$. Um valor de $+1$ indica uma correlação linear positiva perfeita; -1 indica uma negativa perfeita; e 0 indica ausência de correlação linear. A fórmula matemática é:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

onde $x \dots$

De acordo com Mukaka [2012], a interpretação da magnitude do coeficiente de correlação deve considerar o valor absoluto de r , sendo classificada da seguinte forma:

- 0,00 a 0,30: correlação fraca;
- 0,30 a 0,70: correlação moderada;
- 0,70 a 1,00: correlação forte.

Além da magnitude da correlação, é fundamental avaliar sua significância estatística por meio do *p-value*. Este valor indica a probabilidade de obter um resultado igual ou mais extremo que o observado, assumindo que a hipótese nula (ausência de correlação) seja verdadeira. As correlações consideradas significativas apresentaram um valor- p inferior a 0,01 ($p < 0,01$). Isso indica uma evidência estatística muito forte contra a hipótese nula, permitindo rejeitá-la ao nível de significância de 1% (aproximadamente 99% de confiança).

3. Trabalhos Relacionados

Para fundamentar a proposta e a metodologia deste trabalho, foram analisados estudos que correlacionam os eixos temáticos de análise estatística, variáveis climáticas e impacto do saneamento na saúde, com ênfase no contexto amazônico e nas diferenças metodológicas de abordagem.

Estudos como os de Silva and Queiroz [2020] e Almeida et al. [2020] mostram que o saneamento inadequado é um fator determinante para o aumento de doenças. Nessa mesma linha, Santos and Ribeiro [2024] analisaram a relação entre saneamento e doenças diarreicas no estado do Pará, ampliando o debate para o contexto regional. Apesar da relevância dessas pesquisas, a maioria delas utiliza ferramentas estatísticas tradicionais (como SPSS ou planilhas eletrônicas), resultando em análises descritivas e estáticas baseadas em períodos já consolidados. Em contraste, a presente pesquisa adota um fluxo de dados automatizado baseado no processo *Extract, Transform and Load* (ETL)¹, em português “Extrair, Transformar e Carregar”, para integrar, tratar e organizar os dados coletados, permitindo a atualização contínua dos indicadores e a realização de análises periódicas. Dessa forma, o estudo torna-se uma ferramenta dinâmica de monitoramento e apoio à tomada de decisão.

Em relação aos dados ambientais e ao geoprocessamento, Gomes and Santos [2021] investigam a influência de variáveis climáticas na dengue, enquanto Aguiar et al. [2020] analisam indicadores socioeconômicos e sanitários na Amazônia brasileira. De forma geral, esses trabalhos utilizam Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como QGIS ou ArcGIS, para gerar mapas temáticos fixos. Diferentemente disso, o presente estudo integra variáveis ambientais e sanitárias em um ambiente de *Business Intelligence* (Power BI). Com isso, em vez de visualizações estáticas, a solução proposta oferece gráficos interativos que permitem ao gestor cruzar dinamicamente dados de precipitação com indicadores de saneamento, tudo em uma interface web responsiva.

No contexto local, Abegg and Arraes [2025] mapearam infecções parasitárias em Itacoatiara-AM, município próximo e com condições semelhantes às de Parintins. A abordagem desses autores, baseada em coletas de campo e exames laboratoriais, produz um retrato preciso da situação sanitária, porém limitado ao momento da pesquisa e com alto custo operacional. Diferentemente dessa metodologia, este trabalho utiliza bases governamentais (SINAN, SNIS e INMET), o que garante maior escalabilidade e permite monitorar diversas doenças simultaneamente, sem necessidade de novas coletas presenciais. Com isso, o acesso à informação é ampliado por meio de uma plataforma web do tipo *Single Page Application* (SPA), que facilita a consulta e a interpretação dos dados pela população e pelos gestores.

4. Metodologia

Nesta seção, detalham-se os procedimentos técnicos adotados para a execução da pesquisa. A metodologia compreende quatro etapas principais executadas da seguinte forma.

Coleta de Dados: Os dados foram obtidos a partir de três fontes governamentais de acesso público, cada uma com um formato nativo de armazenamento. Os dados

¹ETL (*Extract, Transform and Load*) consiste em extrair dados de diferentes fontes, transformá-los por meio de tratamentos e padronizações e carregá-los em um ambiente estruturado para análise.

epidemiológicos foram extraídos do SINAN² em arquivos de banco de dados (.dbf). As informações sobre infraestrutura foram obtidas do SNIS³ através de planilhas eletrônicas (.xlsx). Já os dados climáticos foram obtidos do INMET⁴ diretamente em formato de texto separado por vírgulas (CSV). O recorte temporal inicial definido para o estudo foi de 2002 a 2022, contudo, devido a inconsistências nas bases históricas mais antigas, esse intervalo precisou ser ajustado nas etapas subsequentes.

Pré-processamento e ETL: Esta etapa foi realizada em ambiente Google Colab, utilizando a linguagem Python (bibliotecas Pandas e NumPy). Inicialmente, o formato de todos os arquivos foi unificado para CSV. Em seguida, procedeu-se à limpeza dos dados: colunas com valores textuais (ex: 'Ignorado') foram tratadas, tipos de dados foram convertidos (de *string* para *int/float*) e registros nulos inconsistentes foram removidos. Durante este processo, constatou-se a inviabilidade de uso dos dados anteriores a 2007 devido à escassez de registros consistentes, restringindo a análise final ao período de 2007 a 2022. Conjunto final de dados passou a reunir 39 variáveis. A parte epidemiológica contém 28 colunas que descrevem o perfil das notificações, como sexo, idade e classificação final do caso. O grupo de variáveis ambientais inclui 5 indicadores climáticos, como precipitação acumulada e médias de temperatura. Já a infraestrutura de saneamento é representada por 6 indicadores do SNIS, selecionados pela sua relevância para o estudo: atendimento total de água, tratamento de esgoto, perdas na distribuição, hidrometração, população atendida com água e número de economias residenciais micromedidas.

Correlações: Após o tratamento, foi calculada a matriz de Correlação de Pearson para identificar relações entre as variáveis. A biblioteca *Seaborn* foi utilizada para gerar gráficos.

Visualização e Plataforma Web: Os dados tratados foram importados para o Power BI para a criação dos *dashboards* interativos. Estes painéis foram então integrados a uma plataforma web responsiva, desenvolvida com arquitetura *Single Page Application* (SPA) utilizando HTML5, CSS3 e JavaScript. O sistema final centraliza tanto as análises epidemiológicas quanto os dados sociais, oferecendo uma interface intuitiva para a gestão pública.

5. Resultados

Nesta seção, são apresentados os gráficos e correlações obtidos a partir do cruzamento das bases de dados do SINAN, SNIS e INMET. As visualizações foram organizadas de modo a evidenciar os padrões mais relevantes entre clima, infraestrutura urbana e incidência de doenças, permitindo destacar relações que não seriam perceptíveis apenas pela análise individual das bases. A seguir, são discutidos os principais achados quantitativos, bem como suas implicações epidemiológicas para o município de Parintins.

²**SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação):** Gerido pelo Ministério da Saúde, é o sistema oficial para coleta e processamento de dados sobre agravos de notificação compulsória em todo o território nacional.

³**SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento):** Vinculado ao Ministério das Cidades, constitui o principal repositório de indicadores e informações sobre os serviços de água e esgoto no Brasil.

⁴**INMET (Instituto Nacional de Meteorologia):** Órgão responsável pelo monitoramento meteorológico no país, disponibilizando séries históricas através do Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP).

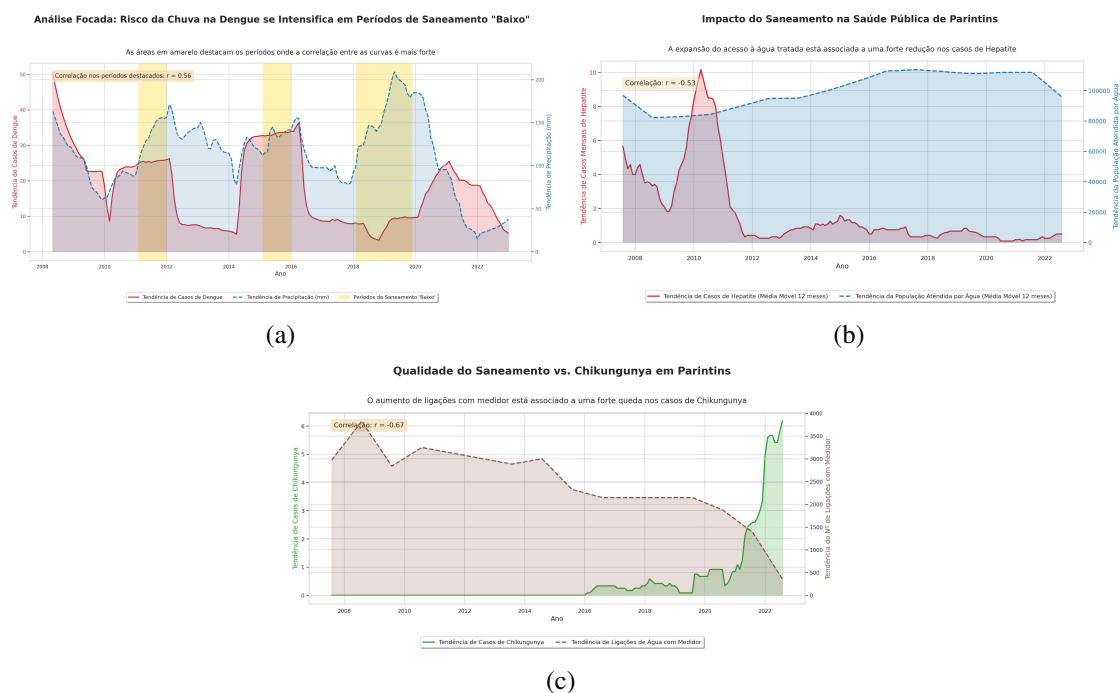


Figura 1. Relação entre indicadores de saneamento básico e incidência de doenças transmissíveis.

5.1. Análise de Correlação

O cruzamento dos dados epidemiológicos, climáticos e de saneamento resultou em sete gráficos que demonstram como essas variáveis interagem na determinação da incidência de doenças em Parintins. Dentre eles, as Figuras 1(a), 1(b) e 1(c), destacam o papel conjunto do saneamento e da precipitação sobre a ocorrência das doenças analisadas.

A Figura 1(a) apresenta uma análise detalhada da relação entre precipitação e Dengue, considerando apenas os períodos em que o Índice de Saneamento Composto se encontra na categoria “Baixos”. Esse índice reúne informações sobre cobertura de água, tratamento de esgoto, perdas na distribuição e hidrometração, permitindo uma avaliação integrada do desempenho da infraestrutura. Observa-se que, justamente nesses intervalos de maior vulnerabilidade, a correlação entre precipitação e casos de Dengue aumenta para $r = 0,56$ (moderada positiva). Uma possível explicação para esse comportamento é que interrupções no abastecimento levam parte da população ao armazenamento temporário de água em recipientes domésticos, o que pode contribuir para condições favoráveis à proliferação do *Aedes aegypti*. Em síntese, o efeito combinado entre precipitação elevada e infraestrutura deficiente aumenta o risco epidemiológico devido à interação direta entre fatores ambientais e condições urbanas.

Em seguida, a Figura 1(b) analisa a relação entre a Tendência de Casos de Hepatite e a População Atendida com Água Tratada. O resultado apresenta uma correlação de $r = -0,53$ (moderada negativa). Uma correlação negativa indica que o aumento progressivo na cobertura de água tratada está diretamente associado à redução no número de casos de Hepatite. Como as hepatites virais (tipos A e E) são classicamente doenças de veiculação hídrica, este dado valida a eficácia do abastecimento de água potável como a principal medida de saúde preventiva no combate a essa enfermidade.

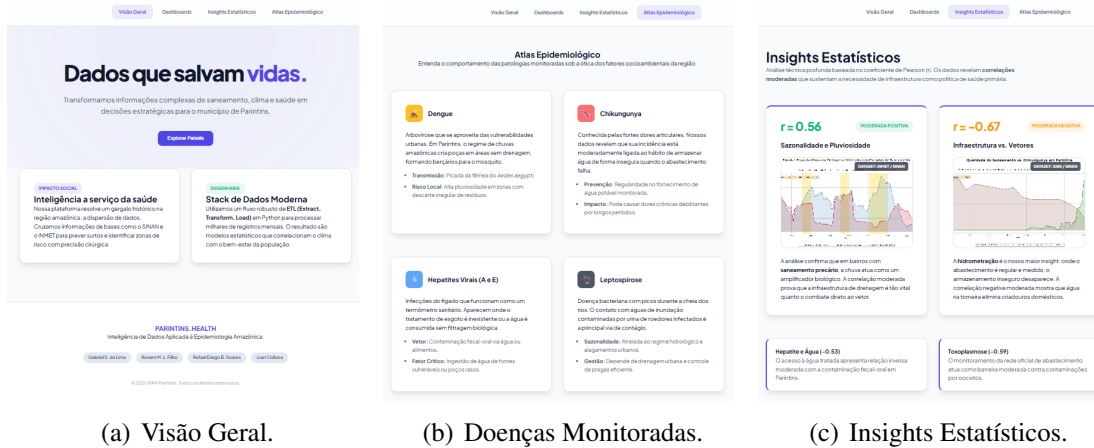


Figura 2. As principais telas da interface web.

A Figura 1(c) foca na qualidade do serviço de água, comparando os casos de *Chikungunya* com o Índice de Ligações de Água com Medidor (Hidrometração), uma métrica de eficiência e formalização do serviço. Esta relação resulta em uma correlação negativa moderada ($r = -0.67$). A correlação indica que o aumento na formalização e medição do serviço, que geralmente é acompanhado pela melhoria da infraestrutura, está moderadamente associado à redução de casos de *Chikungunya*. Esse resultado sugere que o abastecimento regular e monitorado pode reduzir potenciais criadouros do *Aedes aegypti*, vetor da *Chikungunya*, sendo uma possível explicação para a correlação observada.

Adicionalmente, o trabalho também identificou outras correlações relevantes. A análise da correlação temporal entre precipitação e casos de Dengue apresentou um coeficiente de Pearson de $r = 0.31$, caracterizando uma relação positiva fraca. Isso indica que, embora os picos de chuva coincidam de forma imediata com o aumento dos casos, a precipitação isoladamente não é o fator determinante.

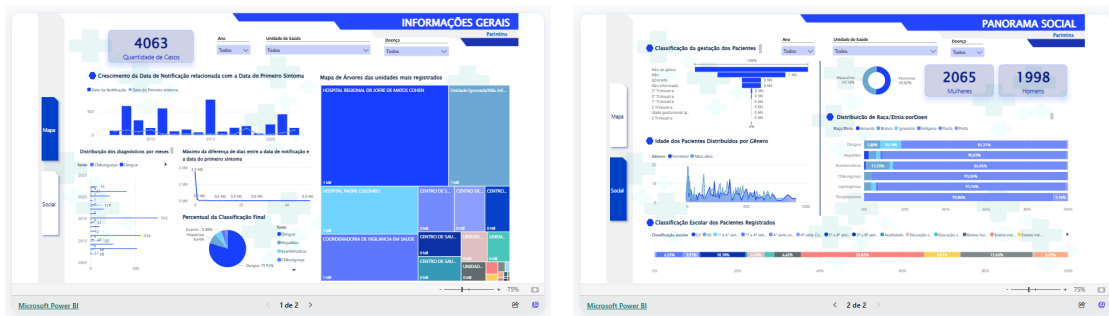
Para a *Chikungunya*, foram observadas duas correlações negativas que reforçam o papel do saneamento. A relação entre a tendência de casos e a População Atendida por Água (cobertura) apresentou uma correlação negativa moderada de $r = -0.61$, evidenciando que maior acesso à água tratada está associado a menor incidência da doença.

Por fim, a correlação entre Toxoplasmose e o Índice de Ligações de Água com Medidor resultou em $r = -0,59$, também classificada como negativa moderada. A Toxoplasmose, que pode ser transmitida pela ingestão de água contaminada por oocistos (forma infecciosa do parasita), apresentou redução na tendência de casos à medida que a qualidade e a formalização do serviço de abastecimento aumentam. Esse achado reforça que o tratamento da água e o monitoramento da rede funcionam como barreiras sanitárias eficazes contra a contaminação.

É importante mencionar que todas as correlações reportadas neste estudo apresentaram valores $p < 0,001$, indicando forte significância estatística dos resultados.

5.2. Plataforma Web e Arquitetura de Visualização

A plataforma web desenvolvida, Figura 2, constitui uma das principais contribuições deste trabalho, atuando como o ambiente de visualização dos dados processados. Implementada



(a) Informações Gerais.

(b) Panorama Social.

Figura 3. Dashboard com agregação de dados epidemiológicos e sociais.

como uma SPA, baseada em uma única página com atualização dinâmica do conteúdo, e integrando um *dashboard* interativo do Power BI, ela proporciona navegação rápida e contínua. O desenvolvimento da plataforma utilizou HTML5, CSS3 e JavaScript, priorizando um *design* limpo e alinhado à identidade visual governamental.

A Figura 2(a) apresenta o contexto geral da iniciativa, seus objetivos e as instituições envolvidas, oferecendo ao usuário uma visão inicial clara do propósito e da relevância do estudo. A Figura 2(b) reúne informações conceituais sobre cada doença analisada, incluindo definições, rotas de transmissão e principais sintomas, funcionando também como ponto de entrada para as visualizações correspondentes.

Na Figura 2(c), o usuário encontra um resumo das análises geradas e links para gráficos específicos. Por fim, o *dashboard* apresenta a incorporação direta do painel desenvolvido no Power BI. A partir dessas telas, é possível explorar correlações, aplicar filtros por doença, período e unidade de saúde e observar a interação entre variáveis epidemiológicas, sociais e de saneamento.

5.3. Dashboard Interativo: Panoramas Geral e Social

O *Dashboard* Interativo foi organizado em duas telas principais (Figura 3), permitindo que o usuário selecione livremente qual perspectiva deseja analisar.

A Figura 3(a) apresenta o total de casos notificados, a evolução temporal das doenças e a distribuição por unidades de saúde, informações fundamentais para apoiar a alocação estratégica de recursos. Observa-se, por exemplo, que a Dengue representa a maior parte dos diagnósticos confirmados no período estudado.

A Figura 3(b) fornece uma visão detalhada das vulnerabilidades da população, apresentando a distribuição dos casos por gênero (com predominância feminina), escolaridade (com destaque para fundamental incompleto e ensino médio) e raça/etnia. Essa análise social é essencial para a gestão pública, pois orienta campanhas de prevenção e ações específicas para os grupos mais afetados.

6. Discussão

A análise integrada dos dados permitiu confrontar os achados locais com a literatura estabelecida. A correlação negativa encontrada entre a cobertura de água e a incidência de hepatites corrobora os estudos de Teixeira and Heller [2007] e Marinho et al. [2016], que

apontam o saneamento como barreira primária para doenças de transmissão fecal-oral. No entanto, os resultados locais revelaram que, em Parintins, a sazonalidade climática atua como um catalisador crítico em áreas de saneamento “Baixo”, onde a correlação com a Dengue foi $r = 0.56$. Isso sugere que, diferentemente de grandes centros urbanos onde a densidade populacional é o fator predominante, na região amazônica a interação entre chuvas intensas e a falha na infraestrutura de drenagem é o determinante central para a proliferação de vetores, conforme discutido por Gomes and Nobre [2011].

Para a gestão pública, o sistema oferece um modelo centralizado. Ao utilizar o *Dashboard*, o gestor pode identificar não apenas onde os casos ocorrem, mas cruzar esses dados com o “Panorama Social”, permitindo direcionar ações e campanhas educativas para perfis demográficos específicos (como faixas etárias ou níveis de escolaridade mais vulneráveis), otimizando recursos gastos.

7. Conclusão

Os resultados demonstram que a integração entre dados climáticos, sanitários e epidemiológicos fornece subsídios valiosos para a gestão pública. Constatou-se que a precariedade do saneamento básico é um fator determinante para o aumento de doenças como Hepatites e Dengue, especialmente quando associada a variáveis climáticas, validando a premissa de que o saneamento é, antes de tudo, uma ação de saúde pública [Duarte, 2024].

Contudo, o estudo enfrentou limitações importantes. O objetivo inicial de analisar a série histórica completa de 2002 a 2022 foi prejudicado pela inconsistência e fragmentação dos dados nas bases governamentais (SNIS e INMET) anteriores a 2007, o que restringiu a janela de análise e impediu uma modelagem preditiva de longo prazo mais robusta. Diante disso, recomenda-se para trabalhos futuros a construção de bases de dados primárias, com coleta local de variáveis climáticas e sanitárias, para mitigar as falhas dos sistemas nacionais. Além disso, a continuidade do monitoramento permitirá a aplicação de modelos de aprendizado de máquina para a previsão de surtos. Por fim, este trabalho encerra-se evidenciando o impacto social da tecnologia: ao tornar dados complexos acessíveis, a plataforma empodera a gestão municipal para tratar o saneamento não apenas como uma obra de engenharia, mas como a estratégia mais eficaz de promoção da saúde e redução das desigualdades sociais na Amazônia.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pelo Departamento de Ciência e Tecnologia da Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Complexo da Saúde do Ministério da Saúde do Brasil – MS e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –CNPq (processo nº 444681/2023-0). Este trabalho também foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código de Financiamento 001 (AUXPE-PROEX), e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por meio dos projetos PDPG/CAPES e POSGRAD 2026/2027.

Referências

Maxwel Adriano Abegg and Jussara Alencar Arraes. Sanitation gaps, health knowledge, and cultural resignation: Mapping parasitic infections and diarrhea in a vulnerable urban area of itacoatiara, brazilian amazon. *SciELO Preprints*, 2025. doi: 10.1590/SciELOPreprints.9999.

- Enilde Santos de Aguiar, Mônica Moraes Ribeiro, Jéssica Herzog Viana, and Altem Nascimento Pontes. Diseases related to inadequate environmental sanitation and socioeconomic indicators in the brazilian amazon. *Research, Society and Development*, 9(9), 2020.
- Lorena Sampaio Almeida, Ana Lídia Soares Cota, and Diego Freitas Rodrigues. Saneamento, arboviroses e determinantes ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25:3857–3868, 2020.
- Christopher M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.
- Rafael de C. Carvalho and Claudia de O. Melo. Tomada de decisão baseada em dados: avaliando a visualização de informação em dashboards. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, pages 24–27. SBC, 2018.
- Luana Noleto Duarte. A influência das políticas públicas na desigualdade social com Ênfase no programa minha casa minha vida. *Repositório Institucional UFMA*, 2024.
- Expresso AM. Amazonas analisou mais de 9 mil amostras de água para consumo humano em 2024, 2024. Portal FVS-RCP/AM. Adaptado da notícia de Março/2024.
- Andréde Gomes and Fernando F. Nobre. Análise espaço-temporal da dengue e sua relação com variáveis meteorológicas no brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 14(3): 472–485, 2011. doi: 10.1590/S1415-790X2011000300013.
- M. A. Gomes and L. R. Santos. Análise espacial da dengue e sua relação com variáveis climáticas. *Revista Brasileira de Cartografia*, 73(2):450–465, 2021.
- Jamile Salim Marinho, Iracina Maura de Jesus, Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus, Marcelo de Oliveira Lima, and Diomar Cavalcante Oliveira. Doenças infecciosas e parasitárias por veiculação hídrica e doenças respiratórias em área industrial, norte do brasil. *Cadernos Saúde Coletiva*, 24(4):443–451, 2016.
- M. M. Mukaka. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*, 24(3):69–71, 2012.
- Fátima Verônica Pereira Vila Nova and Nicole Bezerra Tenório. Doenças de veiculação hídrica associadas à degradação dos recursos hídricos, município de caruaru-pe. *Caminhos de Geografia*, 20(71):250–264, 2019.
- V. Pedroso, J. A. Souza, J. H. Mota, M. V. Priesnitz, and R. Nornberg. Correlação de pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *pyrus communis* l. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6):1130–1136, 2011.
- PNUD. Relatório de desenvolvimento humano 2021–22. <https://www.undp.org/pt/brazil/desenvolvimento-humano/publications/relatorio-de-desenvolvimento-humano-2021-22>, 2023. Acesso em: 31 out. 2025.
- Ingrid Raquel Silva Santos and Karla Tereza Silva Ribeiro. Correlação entre saneamento básico e as doenças diarreicas agudas no estado do pará. *Research, Society and Development*, 13(8), 2024.
- E. Santos de Aguiar, M. Moraes Ribeiro, J. H. Viana, and A. N. Pontes. Diseases related to inadequate environmental sanitation and socioeconomic indicators in the brazilian amazon. *Research, Society and Development*, 9(9), 2020.
- I. R. S. Silva and K. T. S. Ribeiro. Correlation between basic sanitation and acute diarrheal diseases in the state of pará. *Research, Society and Development*, 13(8), 2024.
- T. M. Silva and R. C. S. Queiroz. Saneamento e saúde: uma revisão integrativa. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25(10):3857–3868, 2020.
- J. C. Teixeira and L. Heller. Impacto do saneamento sobre a saúde: revisão da literatura e estudo de caso. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 22(3):211–217, 2007.