

Primary Healthcare Efficiency Indicators for Analysis and Decision-Making Support for Managers

Izabel Yale Neves Nascimento¹, Veruska Borges Santos², Luis Filipe Alves Pereira¹, Tiago Brasileiro Araújo³, Caio Guilherme Moreira da Rocha¹, Fábio Guerra Medeiros Filho¹, Rodrigo Cardoso Amaral de Andrade¹, Igor Medeiros Vanderlei¹, Dimas Cassimiro Nascimento Filho¹

¹ Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE)
Garanhuns, PE – Brasil

² Centro de Engenharia Elétrica e Informática – Universidade Federal de
Campina Grande (UFCG) – Campina Grande, PB – Brasil.

³ Instituto Federal da Paraíba (IFPB)
Soledade, PB – Brasil

{izabel.yale, luis-filipe.pereira, caio.guilherme,
rodrigo.andrade, igor.vanderlei}@ufape.edu.br,
veruska@copin.ufcg.edu.br, tiago.brasileiro@ifpb.edu.br,
{fabio.guerramedeiros, dimascnf}@gmail.com

Abstract. Research Context: Efficient management of Brazil's Primary Healthcare (PHC) is essential to ensure universal access and quality of care, yet challenges in resource allocation and workforce distribution demand innovative solutions for equitable and sustainable delivery. **Practical Problem:** A key challenge in PHC management is the lack of integrated efficiency metrics across financial, human, and service dimensions, as current static evaluations limit comparative analysis and hinder effective resource allocation. **Proposed Solution:** By combining financial, human resource, and service delivery data from official sources, we present a set of operational efficiency indicators designed for PHC in Brazil, that enable comparative and dynamic evaluations across units, supporting equitable and evidence-based healthcare management. **Related IS Theory:** The solution integrates heterogeneous health data into an information system that supports decision-making, aligning automated tools with managerial workflows to improve efficiency in PHC. **Research Method:** Following an analytic approach, the study evaluates the proposed indicators through a detailed comparison between the Brazilian cities. A quantitative analysis assesses their practical applicability, ensuring the indicators' effectiveness in supporting decision-making in PHC. **Summary of Results:** Experiments demonstrate that the proposed solution provides reliable efficiency indicators for PHC units and municipalities. The results highlight disparities in performance and illustrate how these indicators can support data-driven decisions to optimize financial and human resource allocation. **Contributions and Impact to IS area:** The study contributes to the IS field by proposing efficiency indicators tailored to Brazil's Primary Health Care and integrating them into a decision-support system, enhancing transparency, comparability, and equity in public sector governance.

1. Introdução

A Atenção Primária à Saúde (APS) ocupa posição central na estrutura do Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro, sendo a principal porta de entrada dos usuários do sistema e o nível responsável pela coordenação do cuidado ao longo da rede assistencial. Seu papel abrange desde a prevenção e promoção da saúde até o diagnóstico e tratamento de condições agudas e crônicas, configurando-se como um componente essencial para a efetividade do sistema como um todo [Almeida et al. 2025]. No contexto do SUS, a APS é também um instrumento estratégico para a promoção dos princípios constitucionais de universalidade, integralidade e equidade. A universalidade é garantida pela ampla cobertura territorial e capilaridade das equipes de saúde da família, que atuam em áreas urbanas e rurais. A integralidade manifesta-se na abordagem multidimensional do cuidado, que contempla não apenas a dimensão clínica, mas também social e preventiva. Já a equidade é promovida pelo foco em populações vulneráveis, reconhecendo e buscando reduzir desigualdades regionais e socioeconômicas no acesso aos serviços de saúde [Santos et al. 2024, Almeida et al. 2025].

Mesmo com essa relevância, a APS brasileira enfrenta desafios estruturais que comprometem sua eficiência e qualidade. A sobrecarga das unidades, resultante do aumento contínuo da demanda por serviços, gera longos tempos de espera e limitações na resolutividade. As desigualdades de acesso entre regiões e municípios, associadas a fatores socioeconômicos e geográficos, acentuam disparidades na cobertura e na qualidade dos serviços ofertados [Pereira et al. 2025a]. Além disso, restrições de recursos financeiros e humanos dificultam a manutenção de equipes completas e a provisão adequada de infraestrutura, comprometendo a capacidade de resposta do sistema [Almeida et al. 2024]. Esse cenário evidencia a necessidade de instrumentos robustos de análise e monitoramento que permitam avaliar a eficiência da APS, orientando a alocação de recursos de forma mais equitativa, sustentável e eficiente, em consonância com as diretrizes do SUS.

Apesar da centralidade da APS, gestores públicos enfrentam barreiras significativas para identificar gargalos e mensurar a produtividade de unidades e equipes. A ausência de instrumentos consolidados para monitoramento contínuo da eficiência compromete a capacidade de direcionar recursos de forma equitativa e sustentável. Muitos municípios ainda dependem de indicadores administrativos isolados, como número de consultas realizadas ou gastos totais por habitante, que não capturam a complexidade da eficiência operacional. Além disso, a literatura aponta limitações recorrentes nas abordagens existentes [Santos et al. 2024, Almeida et al. 2025]. Estudos de eficiência aplicados ao setor de saúde, em geral, concentram-se em análises estáticas, que oferecem apenas uma “fotografia” da situação em determinado momento, sem considerar a evolução temporal ou a dinâmica das equipes [Massuda et al. 2022].

Por outro lado, estudos recentes têm buscado aprimorar a gestão da APS a partir do uso de métodos quantitativos e computacionais, explorando principalmente duas frentes: a previsão de demanda por serviços [Subramanian 2021, McRae 2021, Pereira et al. 2025a] e a avaliação da eficiência na utilização de recursos [Barbosa et al. 2021, Almeida et al. 2025]. Em relação à previsão de demanda por serviços, pesquisas têm mostrado o potencial de modelos preditivos em antecipar a quantidade de atendimentos futuros, permitindo que gestores planejem insumos, equipes e infraestrutura com maior precisão. Ao capturar padrões temporais presentes nos dados

históricos de utilização dos serviços, tais soluções contribuem para reduzir riscos de sobrecarga e para melhorar a capacidade de resposta das unidades de saúde. No que diz respeito à avaliação da eficiência na utilização de recursos, diferentes trabalhos têm aplicado técnicas de análise de eficiência, como a Análise Envoltória de Dados, do inglês *Data Envelopment Analysis* (DEA), para comparar o desempenho relativo de municípios ou unidades de saúde. Essas abordagens possibilitam identificar quais gestores conseguem transformar recursos em serviços de forma mais efetiva, além de permitir o acompanhamento da evolução temporal do desempenho. Em alguns casos, modelos dinâmicos têm sido incorporados para simular cenários de redistribuição de recursos ou prever a tendência de eficiência ao longo do tempo, ampliando o potencial de apoio à tomada de decisão.

Apesar dos avanços, ainda persiste uma lacuna relevante: a ausência de indicadores integrados que possibilitem uma análise comparativa e dinâmica da eficiência orientada também às equipes de APS, que constituem a base da execução das políticas em nível local. Essa limitação reduz a capacidade de identificar boas práticas em escala mais granular e compromete a formulação de estratégias de gestão baseadas em evidências.

Nesse sentido, este trabalho apresenta contribuições relevantes para a avaliação de eficiência na APS. Primeiramente, propõe um conjunto de indicadores capazes de analisar comparativamente o desempenho de unidades e equipes em diferentes granularidades geográficas e temporais, permitindo identificar disparidades regionais, sazonalidades e os efeitos de eventos excepcionais (por exemplo, a pandemia de Covid-19). Em segundo lugar, integra dados públicos heterogêneos provenientes de sistemas nacionais e portais de transparência em um arcabouço analítico coeso, fortalecendo a consistência e a interoperabilidade das avaliações. Por fim, a pesquisa avança no sentido prático ao disponibilizar esses indicadores em um módulo de software de apoio à decisão, voltado para gestores públicos, ampliando a capacidade de planejar recursos e formular políticas de forma baseada em evidências.

Este trabalho, desenvolvido no âmbito de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) financiado pelo Ministério da Saúde, contribui para a área de Sistemas de Informação (SI) por meio da *instanciação* de um artefato de suporte à decisão (DSS - *Decision Support System*) que: (i) integra dados públicos heterogêneos em um modelo analítico normalizado; (ii) operacionaliza indicadores de eficiência como componentes analíticos reutilizáveis; e (iii) disponibiliza análises geoespaciais e temporais orientadas a decisões gerenciais (alocação de recursos, cobertura e produtividade). A avaliação foca utilidade para decisão, qualidade da informação e estabilidade dos cálculos ao longo do tempo. Além disso, o arcabouço proposto apresenta potencial de generalização para outros domínios de SI baseados em indicadores, como educação pública e assistência social. A abordagem de integração de dados heterogêneos e operacionalização de métricas como componentes analíticos reutilizáveis permite que tais sistemas sejam adaptados a diferentes contextos organizacionais, mantendo o foco em eficiência, cobertura e uso de recursos.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta o referencial teórico e os trabalhos relacionados ao tema de avaliação de eficiência em saúde. A Seção 3 descreve a metodologia e detalha o conjunto de indicadores proposto. A Seção 4 apresenta a arquitetura do serviço, mostrando como os indicadores foram incorporados em um software e discutindo aspectos técnicos de sua implementação. A Seção

5 trata da validação, reunindo evidências qualitativas e quantitativas que demonstram a relevância e a consistência dos indicadores propostos. Por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões e indica perspectivas para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

No Brasil, a eficiência dos atendimentos no setor da Atenção Primária à Saúde é oficialmente mensurada pelos indicadores de desempenho, propostos pelo Programa Previnde Brasil-2022 [Ministério da Saúde 2022], ou por indicadores de qualidade, propostos este ano pelo Ministério da Saúde [Ministério da Saúde 2025].

De acordo com a Nota Técnica Explicativa disponível no Sistema de Informação em Saúde para Atenção Básica (SISAB), os indicadores de desempenho são calculados com base nos dados registrados em tal sistema e são medidos a cada quadrimestre. Com base nos resultados, é calculado um Indicador Sintético Final (ISF), que vai de 0 a 10 e define o quanto o município está alcançando as metas estabelecidas. A partir daí, são definidos os repasses para os próximos quatro meses [Ministério da Saúde 2023].

No entanto, tais indicadores de desempenho se concentram em fatores biomédicos apenas (dados de consultas) e apresentam uniformidade para todos os municípios, ignorando desigualdades regionais, como o tamanho da população. Os indicadores são: (1) Proporção de gestantes com pelo menos seis consultas pré-natal realizadas; (2) Proporção de gestantes com realização de exames para sífilis e HIV; (3) Proporção de gestantes com atendimento odontológico realizado; (4) Proporção de mulheres com coleta de citopatológico na APS; (5) Proporção de crianças de um ano de idade vacinadas na APS contra diferentes doenças e infecções; (6) Proporção de pessoas com hipertensão, com consulta e pressão arterial aferida no semestre; (7) Proporção de pessoas com diabetes, com consulta e hemoglobina glicada solicitada no semestre [Ministério da Saúde 2022].

Em contrapartida, os indicadores de qualidade integram um dos pilares da nova metodologia de cofinanciamento federal da APS, instituída em 2024. Como afirma a nota do Ministério da Saúde, “O modelo considera o desempenho das equipes e a oferta efetiva de ações e serviços como critérios para a definição do valor mensal repassado aos municípios. [Ministério da Saúde 2025].

Esses indicadores de qualidade, organizados em quatro dimensões estratégicas, promoção da saúde, prevenção de doenças, rastreio de agravos e controle de condições crônicas, com avaliação trimestral e uso de painéis de acompanhamento, são: (1) Ações interprofissionais realizadas pela eMulti, (2) Média de atendimentos por pessoa assistida pela eMulti, (3) Mais acesso à APS, (4) Cuidado da pessoa com diabetes, (5) Cuidado da pessoa com hipertensão. (6) Cuidado da gestante e do puerpério, (7) Cuidado da mulher na prevenção do câncer, (8) Cuidado da pessoa idosa, (9) Cuidado no desenvolvimento infantil, (10) Escovação dentária supervisionada em faixa etária escolar, (11) Primeira consulta odontológica programada, (12) Tratamento odontológico concluído, (13) Tratamento restaurador atraumático, (14) Procedimentos odontológicos preventivos, e (15) Taxa de exodontias realizadas [Ministério da Saúde 2025].

Apesar desses indicadores serem demasiadamente relevantes para identificar as lacunas nas ações ofertadas e avançar no planejamento e na qualificação dos serviços prestados, eles ainda não capturam a equidade na oferta e no acesso aos serviços presta-

dos, tampouco a eficiência operacional, por exemplo, alocação apropriada de profissionais e de orçamento de acordo com o tamanho da população.

Adicionalmente, a literatura acadêmica emprega uma gama diversificada de indicadores para avaliar a Atenção Primária à Saúde no Brasil, indo além dos indicadores oficiais [Wanderley et al. 2024, Dias et al. 2024, Tomasi et al. 2024, Cubas et al. 2017, da Silva et al. 2023, Ramos et al. 2025]. Estudos de validação, por exemplo, analisaram a relevância de 23 indicadores distintos, agrupados em dimensões como “usuário como centro do processo” e “ambiência organizacional” [Cubas et al. 2017]. Outra pesquisa, focada em condições específicas como o diabetes, construiu indicadores sintéticos para medir o acesso, a disponibilidade de insumos e medicamentos, a qualidade do cuidado clínico e do relato de cuidado adequado [Tomasi et al. 2024]. Ainda, análises de eficiência em capitais brasileiras utilizaram modelos que consideram os gastos públicos em saúde e na APS como inputs (recursos), e os resultados de saúde — como cobertura da APS, taxas de mortalidade infantil e materna, e internações por condições sensíveis à atenção básica — como outputs (resultados) [Ramos et al. 2025]. Avaliações mais diretas do programa Previne Brasil também são comuns, analisando o desempenho dos seus sete indicadores e do ISF em contextos específicos, como no estado de Alagoas durante a pandemia de COVID-19 [Wanderley et al. 2024] ou no município de Porto Velho [Dias et al. 2024].

Contudo, esses trabalhos frequentemente apontam limitações em seus próprios indicadores. Uma crítica recorrente é a dependência da qualidade dos dados registrados nos sistemas de informação, que pode ser inconsistente, especialmente em municípios com menos recursos, afetando a precisão dos resultados [Ramos et al. 2025]. Além disso, a validade de certos indicadores é questionada; por exemplo, a “resolutividade” medida pela porcentagem de encaminhamentos a especialistas foi criticada por não considerar que a especificidade da demanda pode influenciar essa taxa, e não necessariamente a baixa capacidade de resolução da equipe [Cubas et al. 2017]. Estudos de eficiência também reconhecem que seus modelos podem não abranger toda a complexidade da APS ou fatores socioeconômicos externos que impactam a saúde. Por fim, uma limitação fundamental ressaltada é que a eficiência produtiva, embora mensurável, não representa necessariamente o atendimento efetivo das necessidades de saúde da população [Cubas et al. 2017, Ramos et al. 2025].

Com relação à avaliação da eficiência na APS, a literatura acadêmica frequentemente recorre à DEA nos municípios brasileiros, utilizando uma variedade de modelos e variáveis [Ramos et al. 2025, Pereira et al. 2025b]. Tipicamente, esses estudos utilizam como inputs os gastos municipais per capita com a APS ou com a saúde em geral, e o número de equipes de saúde ou de Unidades Básicas de Saúde (UBS). Como outputs, são considerados tanto indicadores de produção, como o número de famílias acompanhadas e de visitas domiciliares, quanto indicadores de resultado em saúde, como cobertura vacinal, proporção de internações por condições sensíveis à APS (ICSAP) e taxas de mortalidade infantil ou materna. Um achado recorrente nessas análises é que um maior gasto per capita não garante maior eficiência, sendo este, em alguns casos, negativamente associado ao desempenho [Gontijo and Reis 2021]. Além disso, alguns estudos revelam grandes disparidades na eficiência entre as regiões e os portes municipais do país: municípios da região Nordeste, por exemplo, são frequentemente apontados como mais eficientes, enquanto municípios mais populosos e com maior desenvolvimento socioeconômico ten-

dem a apresentar menor eficiência [Ramos et al. 2025, David et al. 2015].

No entanto, uma crítica comum é que os escores de eficiência são sensíveis à seleção de variáveis de input e output, e os modelos podem não capturar a complexidade de fatores socioeconômicos externos que afetam a saúde [Braga et al. 2015, Gontijo and Reis 2021]. A qualidade e a disponibilidade dos dados de sistemas oficiais, como o Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde (SIOPS¹) e o Sistema de Informação em Saúde para a Atenção Básica (SISAB) [Ministério da Saúde 2023], também são citadas como um fator que pode influenciar a precisão dos resultados [David et al. 2015, Pereira et al. 2025b]. Outra limitação é que algumas análises são estáticas, fornecendo um retrato de um único momento e não capturando a evolução do desempenho ao longo do tempo [Pereira et al. 2025b]. Finalmente, um ponto ressaltado é que a eficiência produtiva, embora mensurável, não representa necessariamente o atendimento efetivo das necessidades de saúde da população ou a qualidade do cuidado prestado [Ramos et al. 2025].

3. Indicadores Propostos

A avaliação de eficiência em saúde tem sido tradicionalmente conduzida com base em métodos consolidados, como a DEA e a Análise de Fronteira Estocástica, do inglês *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). Esses modelos permitiram avanços significativos ao possibilitar comparações de desempenho entre unidades ou sistemas de saúde, mas, em geral, concentram-se em análises agregadas e estáticas, com foco na relação entre insumos e produtos em determinado momento. Essa abordagem, embora relevante, apresenta limitações quando aplicada à APS no Brasil, marcada por forte heterogeneidade regional, desigualdades na distribuição de recursos e variações sazonais na demanda.

Nesse contexto, a utilização de indicadores de desempenho tem se mostrado essencial para transformar dados em evidências úteis à gestão da saúde. Trabalhos recentes apontam que indicadores objetivos favorecem a identificação de gargalos e o monitoramento contínuo de recursos, permitindo maior transparência e comparabilidade entre unidades de serviços de saúde [Mbau et al. 2023]. Além disso, outros estudos têm demonstrado que a definição de indicadores bem estruturados pode orientar decisões práticas, como a redistribuição de equipes e a otimização de investimentos [Johnson et al. 2021]. Nesse sentido, ao trazer esse raciocínio para a realidade da APS no Brasil, a proposta deste estudo busca articular a robustez dos métodos clássicos de eficiência com a aplicabilidade de indicadores operacionais que respondam às especificidades locais.

Portanto, com o objetivo de apoiar decisões de alocação de recursos, qualificação da oferta e monitoramento contínuo da eficiência nas unidades da APS, este trabalho propõe um conjunto de indicadores operacionais² organizados em cinco dimensões: (i) *Recursos Humanos*, (ii) *Recursos Financeiros*, (iii) *Cobertura e Acesso*, (iv) *Oferta e Utilização dos Serviços* e (v) *Produtividade e Eficiência*. Em alguns casos, é recomendada a normalização per capita (divisão do valor por 100 mil habitantes) e por população coberta, de modo a permitir comparações justas entre municípios de portes distintos. Do ponto de vista de SI, cada indicador é especificado como componente analítico reutilizável

¹http://siops.datasus.gov.br/filtro_rel_ges_dt_municipal.php

²Os scripts que calculam os indicadores propostos neste trabalho estão disponíveis em: <https://zenodo.org/records/17847584>

com: fórmula explícita, denominadores normalizados, política de atualização e exposição via API para consumo consistente em diferentes telas.

A definição do conjunto final, que resultou em 12 indicadores, seguiu um procedimento incremental, alinhado a princípios de design e avaliação de indicadores em serviços públicos [Mbau et al. 2023, Johnson et al. 2021], com quatro etapas: (1) *Varredura conceitual* da literatura e de normativas brasileiras para mapear dimensões recorrentes de eficiência; (2) *Triagem por operacionalizabilidade*, retendo apenas métricas com fórmula explícita, denominador normalizável e disponibilidade mínima de dados; (3) *Refinamento com especialistas da área de saúde*, por meio de consultas estruturadas com médicos e profissionais de APS dos municípios parceiros, visando *validade de conteúdo* (clareza, relevância, interpretabilidade e risco de ambiguidade); (4) *Validação empírica* com dados reais checando consistência temporal e coerência interna entre dimensões por meio de análises DEA para verificar se combinações de indicadores produzem padrões interpretáveis de eficiência (Seção 5). A seguir, são apresentados os indicadores por categoria.

Na dimensão de **Recursos Humanos (RH)**, a disponibilidade e a organização da força de trabalho são elementos centrais para a eficiência da APS. Os profissionais de saúde representam o principal recurso operacional das unidades, uma vez que sua presença e distribuição determinam a capacidade de resposta frente às demandas da população. No contexto do SUS, a desigualdade na distribuição desses profissionais entre municípios e regiões ainda é um dos fatores críticos que comprometem a equidade no acesso aos serviços.

Com o intuito de capturar essa dimensão, são propostos dois indicadores principais. O primeiro, **densidade de profissionais de saúde por 100 mil habitantes (RH1)**, busca mensurar a capacidade de uma localidade em termos de força de trabalho, permitindo identificar cenários de escassez ou concentração. Em outras palavras, mede a disponibilidade de força de trabalho dos profissionais alocados na região. Esse indicador facilita comparações entre municípios de portes distintos, sobretudo quando normalizado por população.

- **[RH1] Densidade de profissionais de saúde (por 100 mil hab.)**

$$Densidade = \frac{n^{\circ} \text{ de profissionais}}{população} \times 100\,000. \quad (1)$$

Unidade: profissionais/100 mil hab.; *Periodicidade:* preferencialmente anual, com séries mensais/trimestrais quando disponíveis; *Interpretação:* valores mais altos sugerem maior capacidade instalada e potencial de resposta; *Cuidados:* ajustar a equivalência de carga horária e não duplicar vínculos para evitar superestimação.

Por sua vez, o **Número de equipes por cidade (RH2)** quantifica o número de equipes de profissionais da APS alocadas no município, considerando a composição mínima regulamentar descrita na ficha técnica do SISAB [Ministério da Saúde 2023]: médico, enfermeiro, auxiliar ou técnico de enfermagem e agente comunitário de saúde, cada profissional com carga horária mínima de 40 horas semanais. Esse indicador complementa o anterior ao revelar não apenas a presença de profissionais, mas sua conformação em equipes aptas a executar as políticas de saúde da família.

- **[RH2] Equipes por cidade**

Unidade: contagem absoluta; *Periodicidade:* anual/mensal; *Interpretação:* maior número tende a ampliar a capacidade potencial de cobertura; *Cuidados:* heterogeneidade de composição e carga horária entre equipes pode distorcer comparações.

Em conjunto, tais indicadores permitem identificar tanto a capacidade quantitativa quanto a capacidade organizacional da força de trabalho. Dessa forma, tornam-se instrumentos valiosos para gestores compreender gargalos de cobertura, planejar redistribuição de profissionais e monitorar a evolução da estrutura de pessoal ao longo do tempo.

Os **Recursos Financeiros (RF)** são outros determinantes centrais para a eficiência da APS, pois condicionam a manutenção das equipes, a estrutura dos serviços e a continuidade das ações. No SUS, a forma como esses recursos são distribuídos e executados impacta diretamente a equidade e a qualidade dos serviços prestados, tornando indicadores essenciais que revelam a aplicação e transformação de recursos em serviços de saúde.

O indicador **orçamento por atendimento (RF1)** revela o custo médio das ações assistenciais, permitindo avaliar a eficiência no uso dos recursos; valores mais baixos sugerem maior capacidade de transformar orçamento em serviços, desde que analisados com cuidado quanto a variações contábeis e temporais. Por sua vez, o indicador **orçamento per capita (RF2)** evidencia o investimento financeiro por habitante, útil para comparar municípios, mas que deve ser interpretada em conjunto com características demográficas e epidemiológicas. Já o **gasto salarial com profissionais (RF3)** descreve o valor total das remunerações dos profissionais vinculados à APS no período de referência e reflete a composição e qualificação da força de trabalho, sendo fundamental para verificar se a estrutura de pessoal está alinhada à capacidade orçamentária local.

- **[RF1] Orçamento por atendimento**

$$\text{Custo por atendimento} = \frac{\text{orçamento da APS}}{\text{total de atendimentos}} \quad (2)$$

Unidade: custo (em reais); *Periodicidade:* mensal/anual; *Interpretação:* valores menores sugerem maior eficiência de custo; *Cuidados:* alinhar janelas temporais entre orçamento e produção, deflacionar para moeda constante e tratar outliers contábeis e variações de classificação de despesas.

- **[RF2] Orçamento per capita**

$$\text{Orçamento per capita} = \frac{\text{orçamento da APS}}{\text{população}} \quad (3)$$

Unidade: custo (em reais); *Periodicidade:* mensal/anual; *Interpretação:* valores maiores sugerem maior esforço financeiro por residente; *Cuidados:* interpretar em conjunto com perfil demográfico/epidemiológico e resultados assistenciais, evitando leituras isoladas.

- **[RF3] Gasto salarial com profissionais**

A soma dos salários dos profissionais i é dada por:

$$S = \sum_{i=1}^n s_i \quad (4)$$

onde: S : soma total dos salários; s_i : salário do profissional i ; e n : número total de profissionais. *Unidade*: custo (em reais); *Periodicidade*: mensal/anual; *Interpretação*: reflete o investimento em profissionais; *Cuidados*: comparar também como proporção do orçamento total.

Em conjunto, tais indicadores permitem identificar o valor investido em profissionais. Assim, tornam-se resultados importantes para gestores compreenderem a distribuição da receita dos municípios e monitorar ao longo do tempo.

A dimensão de **Cobertura e Acesso (CA)** busca mensurar o quanto a população está potencialmente contemplada pelos serviços da APS e em que medida há disponibilidade física de unidades para absorver essa demanda. No contexto do SUS, garantir ampla cobertura e acessibilidade é essencial para promover equidade, reduzir barreiras geográficas e assegurar que o princípio da universalidade seja efetivamente cumprido.

Neste sentido, o indicador **cobertura populacional estimada (CA1)** expressa o percentual da população que pode ser potencialmente atendida pelas equipes existentes em um município. Esse indicador permite identificar se a estrutura de equipes é compatível com a população-alvo, sendo valores mais elevados indicativos de maior potencial de acesso. No entanto, sua interpretação deve considerar fatores como carga horária, composição da equipe e situações em que o teto de cobertura não reflete a qualidade do atendimento prestado.

Por sua vez, o indicador **unidades de APS per capita (CA2)** mede a disponibilidade relativa de estabelecimentos de atenção primária em função da população residente, sendo recomendada sua apresentação padronizada por 100 mil habitantes. Este indicador favorece análises de acessibilidade geográfica, mostrando em que medida há infraestrutura suficiente para atender a população local. Todavia, é importante atentar para a heterogeneidade de porte e capacidade das unidades, bem como para a existência de estabelecimentos sem produção, que podem inflar artificialmente os resultados.

- **[CA1] Cobertura populacional estimada**

$$C = \min\left(1, \frac{n^{\circ} \text{ de equipes} \times 3000}{\text{população}}\right) \times 100\% \quad (5)$$

Unidade: porcentagem; *Periodicidade*: anual (com atualização da população de referência); *Interpretação*: valores mais altos indicam maior potencial de acesso; *Cuidados*: o parâmetro “3.000 por equipe” é referência indicada na ficha técnica do SIOPS e pode ser ajustado conforme carga horária/composição; o operador min limita o teto lógico em 100%.

Composição adotada no cálculo (eSF, conforme ficha técnica do SIOPS): considera-se, para cada **Equipe de Saúde da Família (eSF)**, a **composição mínima obrigatória**, na qual cada categoria profissional soma, no mínimo, 40 horas semanais: **médico, enfermeiro, auxiliar ou técnico de enfermagem e agente comunitário de saúde (ACS)**. Essa composição mínima é a base para contabilizar n° de equipes no município e, portanto, para estimar a cobertura potencial C . Quando houver equipes com carga horária distinta ou composição expandida, recomenda-se ajustar o parâmetro de capacidade por equipe (3000) ou aplicar equivalências para manter a comparabilidade entre municípios.

- [CA2] Unidades de APS per capita

$$APS = \frac{n^{\circ} \text{ de unidades APS}}{\text{população}} \quad (6)$$

Unidade: unidades por habitante (recomendado reportar por 100 mil hab.); *Periodicidade:* mensal/anual; *Interpretação:* maior densidade sugere melhor acessibilidade geográfica; *Cuidados:* considerar heterogeneidade de porte/capacidade das unidades e identificar estabelecimentos sem produção (risco de superestimação de acesso real).

Em conjunto, esses indicadores oferecem uma visão complementar da cobertura: enquanto a CA1 se concentra na capacidade teórica de atendimento das equipes, a CA2 reflete a disponibilidade física das unidades, compondo um quadro mais realista da acessibilidade da população aos serviços de APS.

A análise da **Oferta e Utilização dos Serviços (OU)** de APS é fundamental para compreender a relação entre capacidade instalada e demanda real da população. Enquanto a cobertura expressa o potencial teórico de atendimento, a utilização revela como os serviços são efetivamente acessados e distribuídos, permitindo identificar gargalos, padrões de demanda e possíveis ineficiências no uso da estrutura disponível.

O indicador **atendimentos por município/ano (OU1)** quantifica o volume total de atendimentos realizados, funcionando como um indicador global de utilização. Já **atendimentos por tipo (OU2)** detalha essa produção segundo a natureza dos atendimentos (clínicos, odontológicos, procedimentos, domiciliares etc.), permitindo identificar o perfil de oferta e a diversidade do cuidado prestado. Complementarmente, **atendimentos por unidade de tempo (OU3)** ajuda a captar sazonalidades e choques de demanda ao longo do tempo, permitindo análises mais sensíveis de flutuações e tendências.

A granularidade aumenta com o indicador **atendimentos mensais por unidade APS (OU4)**, que permite observar a distribuição da carga de atendimentos em cada estabelecimento, útil para detectar situações de sobrecarga ou subutilização. Os indicadores **especialidades atendidas por unidade APS (OU5)** e **quantidade de especialidades por unidade (OU6)** oferecem uma visão sobre a diversidade profissional presente em cada unidade, associada ao potencial de resolutividade e abrangência das linhas de cuidado. Por fim, **unidades com determinado tipo de profissional (OU7)** permite identificar a capilaridade territorial de competências específicas, revelando a disponibilidade de perfis estratégicos em saúde ao longo do território.

- [OU1] Atendimentos por município/ano

Unidade: contagem (opcionalmente por mil hab.); *Periodicidade:* anual (com séries mensais para tendência); *Interpretação:* indicador de utilização global; *Cuidados:* harmonizar definição de “atendimento” e tratar possíveis duplicidades.

- [OU2] Atendimentos por tipo

Unidade: contagem e/ou proporção por categoria; *Periodicidade:* mensal/trimestral/anual; *Interpretação:* indica a diversidade dos atendimentos e perfil de oferta; *Cuidados:* mudanças de codificação ao longo do tempo podem afetar comparabilidade.

- **[OU3] Atendimentos por unidade de tempo**
Unidade: contagem por período; *Interpretação:* capta choques e padrões sazonais; *Cuidados:* uso de médias móveis/decomposição sazonal ajuda a reduzir ruído.
- **[OU4] Atendimentos mensais por unidade APS**
Unidade: contagem/mês/unidade; *Interpretação:* identifica unidades com sub/superutilização; *Cuidados:* interpretar junto à disponibilidade de profissionais/horário de funcionamento.
- **[OU5] Especialidades atendidas por unidade APS**
Unidade: lista de categorias ativas; *Interpretação:* sinaliza escopo assistencial e potencial de resolutividade; *Cuidados:* atenção a vínculos temporários/itinerantes.
- **[OU6] Quantidade de especialidades por unidade**
Unidade: contagem; *Interpretação:* maior diversidade tende a ampliar resolutividade e acesso a diferentes linhas de cuidado; *Cuidados:* considerar estabilidade temporal da oferta.
- **[OU7] Unidades com determinado tipo de profissional**
Unidade: contagem de unidades que possuem o perfil; *Interpretação:* indica capilaridade territorial de competências específicas; *Cuidados:* verificar múltiplos vínculos e cobertura efetiva (presença regular versus eventual).

Em conjunto, esses indicadores fornecem uma visão ampla da utilização dos serviços, articulando volume, diversidade, sazonalidade e composição profissional. Essa abordagem possibilita uma análise mais realista da oferta efetiva de serviços de APS, apoiando gestores na detecção de gargalos, no planejamento de recursos e na avaliação da adequação entre a estrutura existente e as necessidades da população.

Por fim, a mensuração da **Produtividade e Eficiência (PE)** permite avaliar em que medida os recursos disponíveis se traduzem em atendimentos efetivos, considerando tanto a utilização pelos cidadãos quanto a capacidade operacional das equipes. Essa dimensão é necessária para identificar desigualdades de acesso, gargalos de funcionamento e potenciais boas práticas em diferentes municípios ou unidades de APS.

Assim, o indicador **índice de uso dos atendimentos (PE1)** relaciona o número de atendimentos realizados à população potencialmente coberta pelas equipes de APS. Esse indicador revela a intensidade de uso dos serviços, sendo útil para identificar barreiras de acesso em cenários de baixa utilização ou indícios de sobrecarga em casos de valores muito elevados. Sua interpretação, contudo, deve levar em conta fatores como composição etária e perfil epidemiológico da população, que influenciam diretamente a demanda por serviços. Por sua vez, o indicador **produtividade das equipes (PE2)** mede a produção média de atendimentos por equipe de APS, fornecendo um retrato da eficiência operacional. Valores mais altos podem indicar maior capacidade de resposta, mas precisam ser analisados em relação à composição das equipes, da carga horária de cada profissional e das condições estruturais das unidades, de modo a assegurar comparações justas entre diferentes contextos.

- **[PE1] Índice de uso dos atendimentos**

$$U_{so} = \frac{\text{atendimentos}}{\text{população coberta}} \quad (7)$$

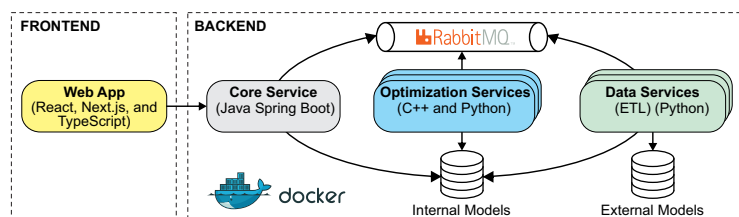


Figura 1. Arquitetura do SmartAPSUS

Unidade: atendimentos por pessoa coberta (recomendado por 100 pessoas cobertas); *Periodicidade:* mensal/trimestral/anual; *Interpretação:* valores baixos podem indicar barreiras de acesso/subutilização; valores muito altos podem refletir demanda reprimida ou hiperutilização; *Cuidados:* a precisão depende do denominador (estimativa de cobertura) e da composição etária/epidemiológica.

- **[PE2] Produtividade das equipes**

$$Produtividade = \frac{atendimentos}{n^{\circ} \text{ de equipes}} \quad (8)$$

Unidade: atendimentos por equipe (mês/ano); *Interpretação:* maior produtividade sugere maior eficiência operacional; *Cuidados:* a composição de equipe segue a mesma definição adotada no indicador **[CA1]** e quando houver variação de carga horária ou composição, recomenda-se ajuste por equivalência.

Em síntese, os indicadores apresentados fornecem uma leitura coerente de como a APS converte insumos humanos e financeiros em oferta assistencial efetiva, considerando cobertura, acesso e padrões de utilização. A organização do conjunto em cinco dimensões complementares permite comparar realidades distintas com base em indicadores padronizados, observar tendências temporais e identificar assimetrias entre unidades e territórios. Essa estrutura favorece diagnósticos objetivos (capacidade, custo, acesso, uso e produtividade), sustenta decisões de alocação e qualificação de recursos e orienta intervenções voltadas à otimização da eficiência operacional em diferentes níveis de granularidade.

4. Arquitetura do Serviço

Os indicadores de eficiência apresentados neste trabalho foram integrados em um sistema mais amplo, denominado SmartAPSUS, projetado para oferecer aos gestores de saúde uma experiência de uso intuitiva, com acesso a painéis interativos que apresentam dados em mapas, gráficos e tabelas. Além disso, o sistema inclui algoritmos para a importação de dados de múltiplas fontes e rotinas de previsão de demanda de atendimentos. Do ponto de vista macro, a arquitetura do sistema organiza-se em três blocos principais — Frontend, Backend e Banco de Dados — conforme ilustrado na Figura 1.

O Frontend corresponde à camada de apresentação, desenvolvida com tecnologias web modernas (React³, Next.js⁴ e TypeScript⁵). Ele incorpora bibliotecas de visualização

³<https://react.dev/>

⁴<https://nextjs.org/>

⁵<https://www.typescriptlang.org/>

de gráficos (Chart.js⁶, React-Chartjs-2⁷, Chartjs-Plugin-Annotation⁸) que permitem exibir os indicadores de maneira clara e interativa, bem como mapas georreferenciados para demonstrar a cobertura populacional, a distribuição de recursos e a evolução temporal da demanda por atendimentos. Essa camada tem como função central facilitar o acesso dos gestores às informações processadas no Backend. A comunicação entre as duas camadas ocorre por meio de APIs REST, assegurando uma troca de dados padronizada e escalável.

O Backend segue uma arquitetura modular baseada em microsserviços, estruturada em três componentes principais: o *Core Service*, o *Data Service* e o *Optimization Service*. A comunicação entre eles ocorre de forma assíncrona por meio da fila de mensagens RabbitMQ⁹, garantindo escalabilidade e desacoplamento. O *Core Service*, implementado em Java Spring Boot¹⁰, funciona como ponto de entrada das requisições, realizando autenticação e orquestrando as interações entre os demais módulos.

O *Optimization Service* concentra os algoritmos voltados à previsão de demanda e à alocação de recursos, utilizando modelos matemáticos de otimização e meta-heurísticas, capazes de produzir soluções viáveis e em tempo hábil, mesmo em cenários de grande complexidade. O *Data Service*, por sua vez, é responsável pela coleta, integração e transformação dos dados provenientes das diferentes fontes, bem como o cálculo dos indicadores de eficiência, que ficam armazenados em *Stored Views* do PostgreSQL¹¹. Essas visões materializadas são atualizadas periodicamente e automaticamente, reduzindo gargalos de processamento ao disponibilizar consultas rápidas no momento da análise.

Essa organização modular torna o sistema SmartAPSUS flexível e expansível, permitindo incorporar novos indicadores, fontes de dados ou algoritmos de forma progressiva. Ao mesmo tempo, garante que os gestores de saúde tenham acesso a informações consistentes, atualizadas e apresentadas em uma interface acessível.

5. Validação

Para verificar a validade e a relevância dos indicadores propostos, eles foram incorporados como um módulo analítico no sistema SmartAPSUS, um software de apoio à decisão voltado para gestores públicos na saúde brasileira. A validação foi conduzida por meio de uma análise quantitativa, utilizando-se de bases de dados públicos reais de diferentes municípios brasileiros, provenientes de fontes como o DATASUS e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O objetivo desta seção é apresentar as evidências qualitativas e quantitativas que demonstram que os indicadores propostos refletem a eficiência operacional das unidades de APS de forma consistente e relevante, servindo como ferramenta para a tomada de decisão.

5.1. Validação dos Indicadores de Eficiência

Para validar os indicadores, foi proposto um conjunto base para iniciar o refinamento, de forma colaborativa e em ambiente controlado, da utilidade e da relevância desses indicadores em conjunto com especialistas em saúde, incluindo médicos e profissionais da

⁶<https://www.chartjs.org/>

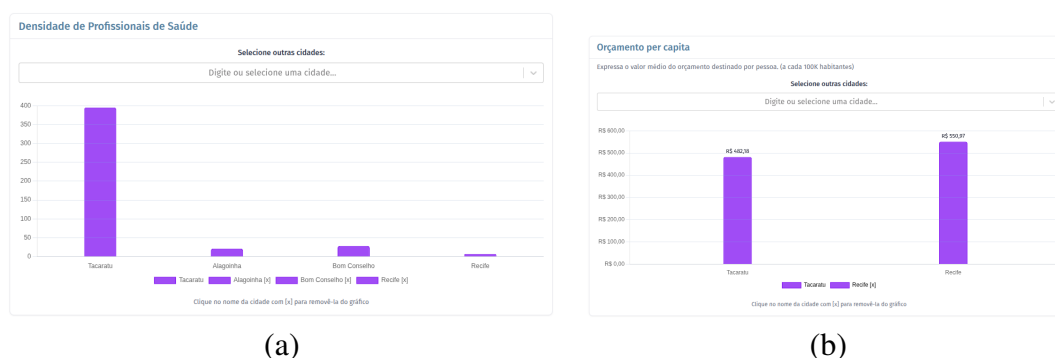
⁷<https://react-chartjs-2.js.org/>

⁸<https://www.chartjs.org/chartjs-plugin-annotation/latest/>

⁹<https://www.rabbitmq.com/>

¹⁰<https://spring.io/projects/spring-boot>

¹¹<https://www.postgresql.org/>



**Figura 2. (a) Gráfico do indicador “Densidade de Profissionais de Saúde” - 2024
(b) Gráfico do indicador “Orçamento per capita” - Tacaratu X Recife - 2024.**

área. Durante essas interações, os indicadores foram conceitualmente validados e refinados. Em seguida, foram aplicados os cálculos dos indicadores refinados, em paralelo com a coleta dos dados brutos, utilizando abordagens de Extração, Transformação e Carregamento (do inglês, ETL) em fontes oficiais e bases de dados de diferentes municípios, com diferentes níveis demográficos, orçamentários e temporais, como na Figura 2. Com isso, a análise dos resultados dos indicadores revelou diferenças significativas entre os municípios analisados, como variações que evidenciam aumentos ou reduções na eficiência ao longo do tempo, refletindo a dinâmica de desempenho das unidades municipais.

A Figura 2a exibe o indicador **RH1** - “Densidade de profissionais de saúde por 100 mil habitantes”, comparando o município de Recife com outros de menor porte, como Tacaratu, Alagoinha e Bom Conselho, para o último ano de 2024. No eixo vertical, é exibida a quantidade de profissionais de saúde por 100 mil habitantes, enquanto que o nome dos municípios está no eixo horizontal. Neste gráfico, observa-se um resultado contraintuitivo: o município de Recife, uma metrópole com um volume absoluto de profissionais muito superior, apresenta o menor índice de densidade (0,17), enquanto Tacaratu, um município de pequeno porte, exibe uma densidade significativamente elevada (96,02).

A desigualdade na distribuição de profissionais de saúde é um desafio histórico para o SUS, como apontado por estudos de referência nacional [Scheffer et al. 2023]. Nesse contexto, o indicador **RH1** é fundamental, pois permite uma avaliação da capacidade instalada em termos de força de trabalho, normalizada pela população.

Esse resultado, apresentado no gráfico, evidencia a importância de indicadores normalizados. Enquanto a análise de valores absolutos pode levar à conclusão de que os recursos estão concentrados em grandes centros urbanos, o indicador de densidade revela que, proporcionalmente à sua população, municípios menores podem apresentar uma força de trabalho mais robusta. Este insight é fundamental para gestores, pois permite identificar possíveis desequilíbrios na distribuição de recursos e questionar se a capacidade instalada está alinhada com as necessidades demográficas, um dos principais desafios para garantir o acesso equitativo no SUS [Oliveira et al. 2017].

5.2. Consistência entre os Indicadores

A consistência entre os indicadores foi avaliada a partir do cruzamento dos cálculos nas diferentes dimensões propostas, por exemplo: recursos humanos versus recursos finan-

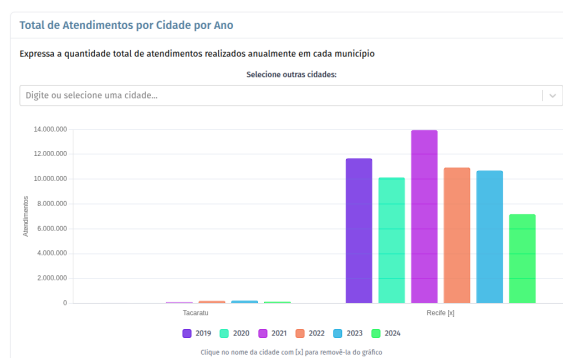


Figura 3. Gráfico do indicador “Total de Atendimentos por Cidade por Ano” - Tacaratu X Recife - de 2019 a 2024

ceiros. Ao analisar esses conjuntos de indicadores, é possível perceber que eles apontam para a mesma direção de forma proporcional entre municípios distintos considerando resultados de menor e de maior eficiência.

Como exemplo, é lógico concluir que os indicadores **RF2** - “Orçamento per capita” e **OU1** - “Total de Atendimentos por Cidade por Ano” devem ser diretamente proporcionais, dado que, idealmente, à medida que a demanda de atendimento cresce, é racional concluir que a necessidade de recursos financeiros para sustentar essa operação também deve aumentar.

Por outro lado, o cruzamento de indicadores pode revelar relações mais complexas e não lineares, que são igualmente importantes para uma gestão baseada em evidências. Ao comparar os indicadores **RH1** (Figura 2a), **RF2** (Figura 2b) e **OU1** (Figura 3), emerge um cenário de aparente inconsistência que merece investigação.

O município de Recife apresenta um alto volume de atendimentos e um orçamento per capita superior ao de Tacaratu. Contudo, sua densidade de profissionais de saúde é drasticamente inferior (Figura 2a). Inversamente, Tacaratu possui uma densidade de profissionais quase 50 vezes maior que a de Recife, mas um volume total de atendimentos e um orçamento per capita consideravelmente menores. Esta aparente contradição não invalida os indicadores, pelo contrário, demonstra seu poder analítico. A consistência aqui não está na proporcionalidade direta, mas na capacidade do conjunto de indicadores de levantar hipóteses críticas pertinentes para o gestor. Por exemplo:

- O alto orçamento de Recife estaria sendo investido em infraestrutura e tecnologias em detrimento da contratação de pessoal, ou os custos com profissionais especializados são mais altos?
- O modelo de atenção em Tacaratu é intensivo em mão de obra, mas gera uma produção de atendimentos proporcionalmente baixa, indicando uma possível subutilização da força de trabalho ou foco em ações de saúde que não são registradas como “atendimentos” (ex: vigilância, planejamento)?

Dessa forma, os indicadores propostos não apenas refletem a realidade da eficiência operacional das unidades de APS nos municípios, mas também permite a comparação de forma justa (normalizada) entre diferentes municípios, mesmo que com realidades diferentes (ex: densidade populacional).

5.3. Distribuição da Eficiência das APS em Pernambuco

Ainda com o objetivo de validar os indicadores, foi utilizado o método estatístico DEA para estimar a eficiência relativa das unidades municipais de APS, aplicando o método do DEA com modelo orientado a insumos [Charnes et al. 1978]. Para o cálculo, foi utilizado como entradas os indicadores propostos **RF1** e **RF2**, sendo a eficiência técnica de cada município m dada por:

$$\theta_m = \frac{\sum_r u_r y_{rm}}{\sum_i v_i x_{im}}, \quad 0 < \theta_m \leq 1, \quad (9)$$

onde y_{rm} são os *outputs*, x_{im} são os *inputs* e os pesos u_r e v_i são escolhidos de modo a maximizar θ_m sob a restrição de que todos os municípios permaneçam com eficiência ≤ 1 .

Neste estudo, adotou-se como **inputs** a densidade de profissionais de saúde (indicador **RH1**) e o orçamento per capita (indicador **RF2**), e como **outputs** o índice de uso dos atendimentos (PE1) e a produtividade das equipes (PE2). Além disso os pesos adotados foram 1, considerando de igual importância as variáveis. Assim, um município é eficiente quando, dados seus insumos, gera produtos relevantes.

A Figura 4a exibe, através do mapa de calor do estado, neste caso Pernambuco, a eficiência dos municípios no último ano de 2024, calculada com o DEA, e representada por cores: verde (eficiência ótima - 1), laranja (eficiência mediana - 0,5), vermelho (ineficiência - 0). Portanto, este gráfico evidencia a heterogeneidade espacial na eficiência operacional das APS no estado de Pernambuco: há municípios de desempenho mais alto (tonalidades verdes) vizinhos a áreas de baixo desempenho (tonalidades vermelhas/alaranjadas), sugerindo oportunidades de investigação entre vizinhos com contextos demográficos semelhantes. Ainda, observou-se que a média do escore foi $\bar{\theta} \approx 0,42$ e a moda $\tilde{\theta} \approx 0,32$, indicando que a maioria dos municípios opera abaixo da fronteira de melhores práticas.

Para o gestor, essa visualização de mapa de calor é útil por: (i) tornar explícitas disparidades na capacidade de transformar recursos (RH1, RF2) em resultados operacionais (PE1, PE2); (ii) apoiar a priorização territorial de intervenções (alocação de equipes, reequilíbrio orçamentário, qualificação de processos) e (iii) direcionar ações de transferência de práticas entre pares eficientes e ineficientes, com monitoramento subsequente por séries temporais do escore de eficiência. Quando comparada com as Figuras 2a, 3, e 2b, a visualização explícita que *níveis absolutos* de insumos/produção não se traduzem automaticamente em melhor desempenho relativo.

Inversamente, municípios com baixos volumes absolutos podem apresentar escores superiores quando, dados seus recursos, alcançam maior uso dos serviços e produtividade média por equipe. Essa leitura cruzada sugere implicações gerenciais: (i) priorizar territórios onde há insumos elevados (RH1/RF2) e eficiência baixa no mapa (possível sinal de problemas de organização); (ii) buscar pares comparáveis (vizinhos com perfis demográficos semelhantes) para resultado dirigido, sobretudo onde a densidade de profissionais ou o orçamento é próximo, mas o escore DEA diverge.

Por sua vez, na Figura 4b, a nuvem de pontos relaciona o *input* financeiro **RF2** (orçamento *per capita*, eixo x) com o *output* operacional **PE2** (produtividade das equi-

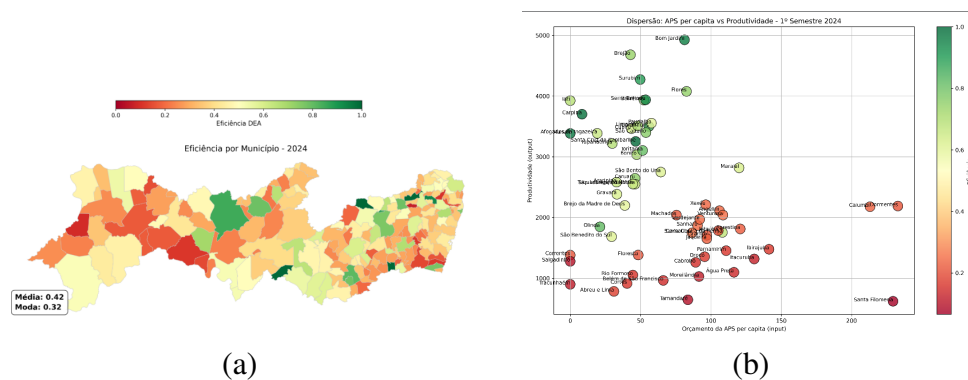


Figura 4. (a) Gráfico do cálculo de eficiência em Pernambuco - 2024 (b) Gráfico da relação entre os indicadores e a eficiência - 2024.

pes, eixo y), colorindo cada município pelo escore de eficiência (DEA). Nessa imagem, observa-se um padrão consistente com o mapa da Figura 4a: pontos esverdeados concentram-se em regiões de *baixa a moderado input* com *alto output*, enquanto pontos avermelhados aparecem sobretudo em *alto input* com *baixo output*. Isso reforça que altos recursos financeiros não implicam, por si, maior produtividade, sugerindo retornos decrescentes quando processos de trabalho e organização da oferta não acompanham a expansão do gasto. A leitura por quadrantes é útil ao gestor da seguinte forma: (i) **baixo x – alto y** identifica boa conversão de recursos em entrega (ideal); (ii) **alto x – alto y** indica bom desempenho com custo potencialmente elevado; (iii) **baixo x – baixo y** pode sinalizar recursos insuficientes; e (iv) **alto x – baixo y** aponta ineficiência indicando intervenção gerencial para acompanhamento. Municípios com orçamento bem acima da mediana e baixa produtividade devem passar por revisão de processos. Já aqueles com produtividade alta e gasto moderado servem de referência e indicam metas alcançáveis para municípios com perfil semelhante.

Em suma, o mapa de eficiência oferece ao gestor um “painel de alerta” territorial, enquanto os gráficos de insumos e produção orientam o diagnóstico de causa: restrição de recursos, desequilíbrio alocativo ou ineficiências de processo. A dispersão, em particular, indica *onde* a conversão de **RF2** em **PE2** é mais (ou menos) efetiva, ajudando a direcionar realocações e ações de qualificação sem necessariamente ampliar o gasto total.

5.4. Síntese da validação

A comparação dos indicadores em granularidades geográficas e temporais apresenta relevância tanto do ponto de vista teórico quanto do ponto de vista prático. Geograficamente, é possível comparar a eficiência entre municípios, unidades de APS e o conjunto desses para concluir padrões de eficiência e possíveis divergências entre essas regiões. De forma temporal, é possível detectar sazonalidades e correlacionar resultados de indicadores com eventos excepcionais. Portanto, os indicadores são ferramentas analíticas poderosas para os gestores otimizarem a eficiência operacional da alocação de recursos de forma justa e baseada em evidências práticas.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou um arcabouço para avaliação da eficiência das unidades da APS, estruturado em cinco dimensões: Recursos Humanos, Recursos Financeiros, Cobertura e

Acesso, Oferta e Utilização dos Serviços, e Produtividade e Eficiência. A proposta contribui para análises mais granulares e dinâmicas, superando limitações de abordagens que consideram apenas indicadores agregados. Nesse sentido, a integração de dados públicos heterogêneos reforça a transparência e amplia o potencial de uso da ferramenta por gestores, que passam a dispor de uma visão mais precisa sobre gargalos, tendências e oportunidades de melhoria na alocação de recursos.

A análise de consistência entre os indicadores demonstrou que o valor da proposta não está apenas na proporcionalidade direta entre variáveis, mas na capacidade de revelar relações complexas. Essa característica analítica reforça que os indicadores, mais do que conclusivos em si, devem ser interpretados como instrumentos para formulação de hipóteses e apoio a decisões estratégicas. A aplicação do método DEA ampliou essa perspectiva ao oferecer uma medida relativa de eficiência, revelando heterogeneidade espacial significativa entre os municípios de Pernambuco. O mapa de calor obtido explicitou que altos volumes absolutos de recursos ou produção não garantem necessariamente maior eficiência relativa.

A síntese da validação mostrou ainda a utilidade dos indicadores em diferentes granularidades: geográfica e temporal. A possibilidade de comparar municípios, unidades e séries históricas oferece um quadro analítico poderoso para monitorar sazonalidades, impactos de eventos excepcionais e evolução da eficiência ao longo do tempo. Em conjunto, essas análises consolidam a utilidade prática do arcabouço proposto e reforçam sua contribuição tanto para a pesquisa acadêmica quanto para a gestão pública.

Como trabalhos futuros, destacam-se três frentes: *(i)* a incorporação de variáveis contextuais, como determinantes sociais e epidemiológicos, que podem enriquecer a análise e ajustar a interpretação em cenários heterogêneos; *(ii)* a integração de outras técnicas de ciência e mineração de dados visando a identificação de padrões latentes; e *(iii)* a validação em campo, por meio de estudos de caso com gestores e equipes municipais, visando avaliar a usabilidade e o impacto real da ferramenta na prática de gestão. Adicionalmente, a incorporação de indicadores de equidade e qualidade do cuidado emerge como caminho essencial para complementar a visão de eficiência, reforçando os princípios constitucionais do SUS.

Em resumo, o arcabouço apresentado avança no sentido de oferecer uma ferramenta robusta, comparativa e dinâmica para a avaliação da eficiência na APS, com potencial de sustentar decisões mais justas, baseadas em evidências e orientadas para a melhoria contínua e ampliação do acesso à saúde pela população do Brasil. Ainda, é importante destacar que todas as análises realizadas neste estudo utilizam exclusivamente dados públicos, agregados, anonimizados e provenientes de sistemas oficiais do governo brasileiro. Portanto, não há qualquer tratamento de informações individualizadas ou sensíveis de pacientes ou profissionais de saúde, o que evita riscos éticos relacionados à privacidade ou confidencialidade.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e financiamento do Departamento de Ciência e Tecnologia da Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Complexo da Saúde do Ministério da Saúde – Decit/SECTICS/MS no projeto de pesquisa (processo 445259/2023-0) em execução.

Referências

- Almeida, P. F. d., Giovanella, L., Schenkman, S., Franco, C. M., Duarte, P. O., Houghton, N., Báscolo, E., and Bousquat, A. (2024). Perspectives for primary health care public policy in south america. *Ciência & Saúde Coletiva*, 29:1–10.
- Almeida, P. F. d., Giovanella, L., Schenkman, S., Franco, C. M., Duarte, P. O., Houghton, N., Báscolo, E., and Bousquat, A. (2025). Vigilância em saúde como pilar estratégico de uma concepção abrangente de atenção primária à saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 30(05).
- Barbosa, A. C. Q., da Silva Junior, A. G., Turci, M. A., and Mendes, P. S. (2021). Eficiência e gestão pública em saúde na aps. *APS em Revista*, 3(2).
- Braga, G. B., Ferreira, M. A. M., and Braga, B. B. (2015). A eficiência da atenção primária à saúde: avaliando discrepâncias. *Administração Pública e Gestão Social*, 7(2):100–107.
- Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6):429–444.
- Cubas, M. R., Faoro, N. T., Moysés, S. T., and Carvalho, D. R. (2017). Avaliação da atenção primária à saúde: validação de instrumento para análise de desempenho dos serviços. *Saúde em Debate*, 41:471–485.
- da Silva, D. M., Noronha, K., and Andrade, M. V. (2023). Indicadores municipais da atenção primária à saúde no brasil: Desempenho e estrutura no período 2020-2022. *APS em Revista*, 5(2):65–72.
- David, G. C., Shimizu, H. E., and Silva, E. N. d. (2015). Atenção primária à saúde nos municípios brasileiros: eficiência e disparidades. *Saúde em Debate*, 39:232–245.
- Dias, G. C., Carvalho, R. S., Zaglout, A. M., Resende, F. P., Orso, L. P., Miguel, P. H. N., Norberto, U. G., de Oliveira, V. A., Mendes, L. K. F., and da Costa Oliveira, S. (2024). Análise dos indicadores de desempenho da atenção primária do município de porto velho-ro. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 24(8).
- Gontijo, T. S. and Reis, I. A. (2021). Os determinantes da eficiência na atenção primária à saúde dos municípios paulistas: um modelo georreferenciado. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 31:1–17.
- Johnson, M. R., Raitt, M., Asghar, A., Condon, D. L., Beck, D., and Huang, G. D. (2021). Development and implementation of standardized study performance metrics for a healthcare system clinical research consortium. *Contemporary clinical trials*, 108.
- Massuda, A., Malik, A., Lotta, G., Siqueira, M., Tasca, R., and Rocha, R. (2022). Brazil's primary health care financing: case study. *Lancet Global Health Commission on Financing Primary Health Care*.
- Mbau, R., Musiega, A., Nyawira, L., Tsofa, B., Mulwa, A., Molyneux, S., Maina, I., Jemutai, J., Normand, C., Hanson, K., et al. (2023). Analysing the efficiency of health systems: a systematic review of the literature. *Applied health economics and health policy*, 21(2):205–224.
- McRae, S. (2021). Long-term forecasting of regional demand for hospital services. *Operations Research for Health Care*, 28.

- Ministério da Saúde (2022). Nota técnica explicativa do relatório de indicadores de desempenho da aps (previne brasil-2022). Disponível em: https://sisab.saude.gov.br/resource/file/nota_tecnica_indicadores_de_desempenho_230309.pdf. Acesso em 02 de dezembro de 2025.
- Ministério da Saúde (2023). Sisab: Sistema de informação em saúde para a atenção básica. Disponível em: <https://sisab.saude.gov.br/>. Acesso em 02 de dezembro de 2025.
- Ministério da Saúde (2025). Ministério da saúde apresenta novos indicadores de indução de boas práticas para a atenção primária. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2025/maio/ministerio-da-saude-apresenta-novos-indicadores-de-inducao-de-boas-praticas-para-a-atencao-primaria>. Acesso em 02 de dezembro de 2025.
- Oliveira, A. P. C. d., Gabriel, M., Poz, M. R. D., and Dussault, G. (2017). Desafios para assegurar a disponibilidade e acessibilidade à atenção médica no sistema único de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22:1165–1180.
- Pereira, L. F. A., Ferreira, L. B., Nascimento, D. C., Vanderlei, I. M., Silva, D., Santos, V. B., Gomes, M. S., and Melo, I. A. (2025a). Design, integration, and evaluation of a demand forecasting service in the context of primary healthcare. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, pages 506–514. SBC.
- Pereira, L. F. A., Nascimento, I. Y. N., Santos, V. B., Pinheiro, R. G. S., and do Nascimento Filho, D. C. (2025b). Avaliação da evolução da eficiência operacional de municípios brasileiros na gestão de recursos para atenção primária à saúde. In *Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS)*, pages 737–747. SBC.
- Ramos, A. L. P., Seta, M. H. D., and Battesini, M. (2025). Eficiência da atenção primária nas capitais brasileiras e modelos de gestão: 2008–2019. *Revista de Saúde Pública*, 59.
- Santos, A. M. d., Giovanella, L., Fausto, M. C. R., Cabral, L. M. d. S., and Almeida, P. F. d. (2024). Dynamics of regionalization and repercussions of gaps in care on health marketing in remote rural municipalities. *Cadernos de Saude Publica*, 40.
- Scheffer, M., Cassenote, A., Guilloux, A., Biancarelli, A., Miotto, B., and Mainardi, W. (2023). *Demografia Médica no Brasil 2023*. Faculdade de Medicina da USP.
- Subramanian, L. (2021). Effective demand forecasting in health supply chains: emerging trend, enablers, and blockers. *Logistics*, 5(1):12.
- Tomasi, E., da Silveira, D. S., Neves, R. G., Thumé, E., Cesar, M. A. D. C., Barros, N. R., and Facchini, L. A. (2024). Indicadores de qualidade da atenção a usuários com diabetes na atenção primária à saúde do brasil: 2012 e 2018. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*, 19(46):3678–3678.
- Wanderley, R. d. A., Correia, D. S., Nascimento, A. L. O. d., Souza, C. A. J. d., and Souza, C. D. F. d. (2024). Indicadores de desempenho da atenção primária à saúde em alagoas, brasil: uma análise de situação durante o primeiro ano da pandemia de covid-19 (2020). *RECIIS (Online)*.