

Da planilha ao painel: um pipeline reproduzível e auditável para a transparência na saúde municipal

Guilherme Domiciano Silva¹, Fabiano Fagundes²

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plataforma de transparência em saúde que automatiza a geração dos relatórios RDQA e RAG por meio de um pipeline reproduzível e auditável, capaz de integrar, validar e materializar dados de múltiplas fontes do SUS. Baseado na metodologia *Design Science Research* (DSR), o estudo combina rigor científico e aplicabilidade prática para enfrentar os desafios de rastreabilidade e confiabilidade na prestação de contas pública. O *pipeline* automatiza as etapas “da planilha aos painéis”, assegurando padronização, controle de versão e verificação independente dos resultados. O artefato reduz o retrabalho e os erros manuais, amplia a consistência e transparência dos indicadores e consolida uma base tecnológica voltada à eficiência e à governança de dados em saúde municipal.

Palavras-chave: Transparência em saúde; *design science research*; reproduzibilidade; RDQA.

1 INTRODUÇÃO

A transparência na gestão pública em saúde requer que dados administrativos, epidemiológicos e financeiros sejam divulgados de forma acessível e auditável. Conforme a Lei nº 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação, o princípio da transparência impõe que o acesso a dados públicos seja a norma, enquanto o sigilo representa uma exceção, promovendo o controle social das ações do Estado (BRASIL, 2011).

No âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), dois instrumentos orientam a prestação de contas: o Relatório Detalhado do Quadrimestre Anterior (RDQA) e o Relatório Anual de Gestão (RAG), previstos na Lei Complementar nº 141/2012. O RDQA apresenta resultados quadrimestrais e execução financeira das ações planejadas, enquanto o RAG consolida o desempenho anual da gestão (BRASIL, 2012, art. 36; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019, online). A elaboração desses relatórios pelas Secretarias Municipais de Saúde ainda depende de processos manuais e fragmentados, o que compromete a rastreabilidade e a confiabilidade das informações. As audiências públicas exigidas pela legislação demandam revisões constantes, comparabilidade histórica e agilidade na consolidação dos dados (SES-TO, 2024).

Este trabalho propõe uma plataforma de transparência em saúde que automatiza a geração dos relatórios RDQA e RAG por meio de um *pipeline* reproduzível e auditável, capaz de integrar, validar e materializar dados de diferentes fontes em painéis e relatórios oficiais. O sistema visa reduzir retrabalho e aumentar a confiabilidade das informações, ao mesmo tempo em que padroniza a ingestão de dados demográficos, epidemiológicos e financeiros, gera indicadores com rastreabilidade e controle de versão, e oferece painéis interativos e exportações automáticas com verificação pública dos resultados.

O desenvolvimento deste trabalho seguiu a *Design Science Research* (DSR) como metodologia, articulando os ciclos de relevância, rigor e *design* (HEVNER et al., 2004), orientados por boas práticas de reproduzibilidade computacional (SANDVE et al., 2013). Essa abordagem combina rigor científico, aplicabilidade e inovação tecnológica, permitindo que os resultados sejam verificáveis e replicáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo adota a abordagem de DSR para projetar e avaliar um artefato de software voltado à transparência em saúde. A DSR busca gerar conhecimento científico por meio da construção e avaliação de artefatos tecnológicos que solucionem problemas reais, combinando relevância prática, rigor científico e inovação tecnológica.

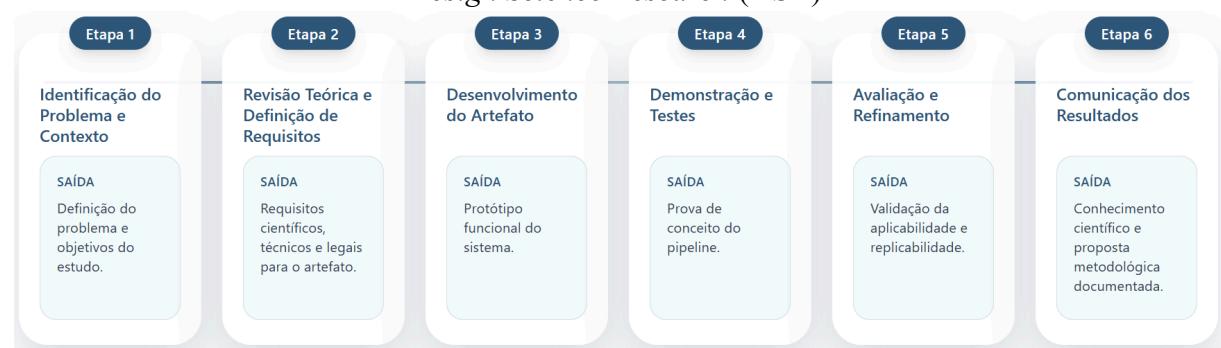
O processo estrutura-se em três ciclos interdependentes: o ciclo de relevância, que define o problema e o contexto de aplicação; o ciclo de rigor, ancorado em teorias, normas e boas práticas consolidadas; e o ciclo de *design*, no qual o artefato é concebido, implementado e aprimorado iterativamente (HEVNER et al., 2004).

No contexto deste estudo, o ciclo de relevância está fundamentado nas exigências legais de transparência e prestação de contas da gestão pública em saúde, representadas pelo RDQA e pelo RAG. O ciclo de rigor foi guiado pelos princípios de qualidade e reproduzibilidade dos dados (acurácia, completude, consistência e rastreabilidade) e pelas normas que regem a elaboração dos instrumentos de planejamento e avaliação do SUS. Já o ciclo de *design* materializou-se no desenvolvimento incremental da plataforma, abrangendo as etapas de ingestão e validação de dados, cálculo e materialização de indicadores e publicação dos resultados em ambiente web interativo, com controle de versão e auditabilidade.

A metodologia propõe a automação ponta a ponta do processo “da planilha aos painéis e relatórios” por meio de um *pipeline* reproduzível com proveniência registrada em cada etapa. O fluxo operacional compreende: (i) coleta de fontes públicas; (ii) validação e normalização (padronização de codificação *UTF-8*, datas *ISO-8601*, chaves e domínios, além de checagens de consistência e completude); (iii) cálculo de indicadores materializados em *views SQL* com fórmulas declarativas e metadados (numerador, denominador, período e unidade); (iv) publicação via API; e (v) e visualização no *frontend*.

O diagrama apresentado na Figura 1 sintetiza o percurso metodológico adotado na pesquisa, organizado conforme os princípios do DSR. As etapas representam a trajetória científica percorrida, desde a identificação do problema e o levantamento teórico até o desenvolvimento, demonstração e avaliação do artefato, culminando na comunicação dos resultados. A avaliação do artefato será conduzida em etapas posteriores, com base em métricas quantitativas de desempenho e consistência, considerando aspectos como cobertura dos quadros, redução de retrabalho e reproduzibilidade das execuções.

Figura 1 - Organograma do fluxo das etapas desenvolvidas na pesquisa, conforme o método *Design Science Research* (DSR)



Fonte: Elaboração própria com base em Hevner et al. (2004).

Foram utilizados dados públicos agregados de múltiplos sistemas do SUS: demografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); nascidos vivos do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC); mortalidade do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM); agravos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN); Atenção Primária à Saúde do Sistema de Informação em Saúde para a Atenção Básica (SISAB) e do e-SUS Atenção Básica (e-SUS AB); estabelecimentos do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES); imunização do Programa Nacional de Imunizações (PNI) e do portal LocalizaSUS; e execução orçamentária do Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAF) e do Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde (SIOPS).

O *backend* foi implementado em FastAPI, utilizando SQLModel/SQLAlchemy e PostgreSQL como base de dados. Sua organização modular em camadas (*models*, *schemas*, *repositories*, *services* e API) garante escalabilidade e auditabilidade. As migrações de banco de dados são gerenciadas via Alembic, assegurando versionamento consistente. O *frontend*, desenvolvido em React, Vite e TypeScript, adota o framework Tailwind CSS e o conjunto de componentes shadcn/ui para interface responsiva.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O artefato desenvolvido consiste em um *pipeline* reprodutível para a geração dos relatórios RDQA e RAG em saúde municipal. A solução integra processos de ingestão padronizada, normalização, validação explícita e cálculo determinístico de indicadores, com publicação automatizada por meio de API e painéis interativos.

A Figura 2 apresenta uma visão geral da arquitetura do sistema, destacando a sequência lógica de execução, desde a coleta de dados até a disponibilização dos relatórios e dashboards.

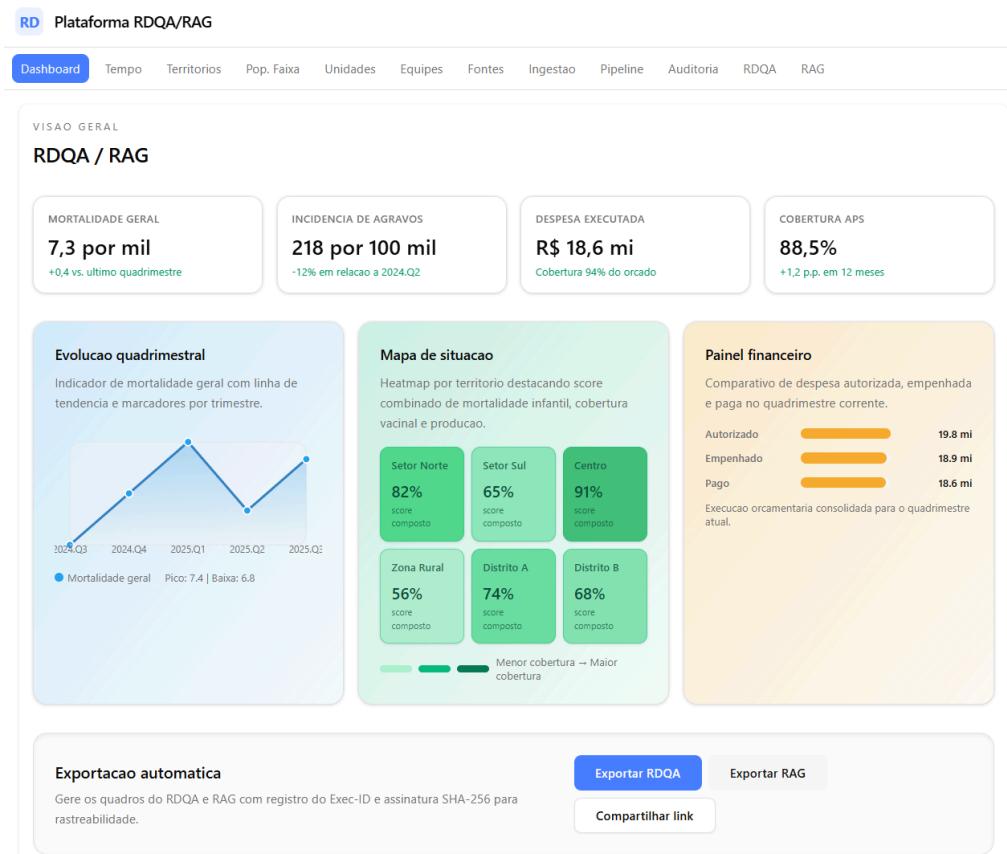
Figura 2 - Arquitetura funcional do pipeline RDQA/RAG.



Fonte: Elaboração própria.

A arquitetura proposta comprehende cinco módulos principais que estruturam o fluxo de processamento de dados. O módulo de Fontes integra múltiplas bases públicas do SUS, como IBGE, SIM, SINASC, SISAB e SIOPS, consolidando dados demográficos, epidemiológicos e financeiros. Em seguida, o módulo de Validação realiza a padronização de formatos, normalização de codificações e checagem de consistência e completude, assegurando a qualidade dos insumos. O módulo de *views SQL* materializa automaticamente indicadores canônicos, a partir de fórmulas declarativas e metadados de referência, otimizando o cálculo e a transparência do processamento. A camada de API expõe resultados e metadados por meio de endpoints REST desenvolvidos em FastAPI, permitindo acesso automatizado e auditável às informações. Por fim, o *frontend* oferece visualização interativa dos indicadores em dashboards web, com filtros dinâmicos, exportação e publicação transparente dos resultados.

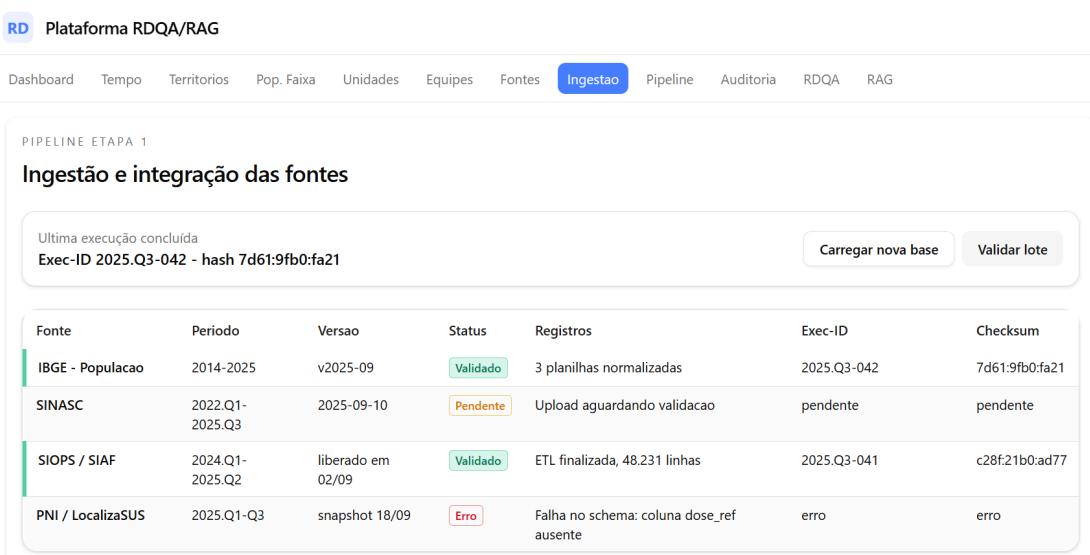
Figura 3 - Painel principal e interface de exportação automática.



Fonte: Elaboração própria.

O sistema foi projetado para operar de forma containerizada, por meio do uso de Docker, o que permite replicação local e empacotamento de *scripts* e dados de referência. Foram utilizados dados públicos agregados dos principais sistemas nacionais de informação em saúde, abrangendo os períodos de 2014 a 2025. Esses insumos alimentam indicadores-chave como, por exemplo, taxas de mortalidade geral por mil habitantes, incidência de agravos por 100 mil habitantes e despesas orçamentárias por rubrica.

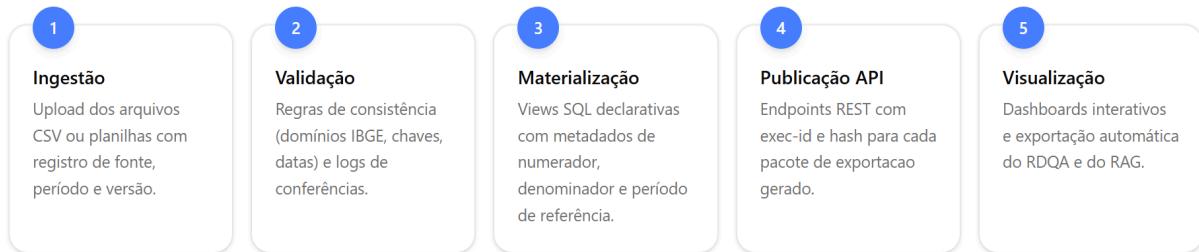
Figura 4 - Tela de ingestão e integração das fontes de dados do SUS.



Fonte: Elaboração própria.

O fluxo operacional foi estruturado em cinco etapas principais: (i) ingestão de arquivos brutos e registros de proveniência (fonte, período, versão); (ii) validação e normalização (*UTF-8*, *ISO-8601*, chaves/dominios, checagens de consistência/completude); (iii) materialização de indicadores em *views SQL* com fórmulas declarativas e metadados; (iv) publicação via API (*REST*) com cabeçalhos de rastreabilidade; (v) visualização e exportação no frontend (*dashboards*, quadros PDF). A Figura 5 demonstra esse fluxo, representando o encadeamento das etapas de processamento e o ponto em que cada módulo atua.

Figura 5 - Etapas do pipeline “da planilha aos painéis e relatórios”.



Fonte: Elaboração própria.

Cada execução do *pipeline* é identificada por um *Exec-ID*, código único que associa todos os arquivos, *logs* e saídas produzidos, garantindo auditabilidade e rastreabilidade. Um *hash* criptográfico SHA-256 assegura a integridade dos pacotes exportados, armazenados no banco de dados e disponíveis em *endpoint* público para conferência independente. A execução com dados sintéticos reproduz o fluxo ponta a ponta, gerando saídas idênticas sob o mesmo *Exec-ID* e mantendo *logs* auditáveis, o que reduz erros humanos e aumenta a confiabilidade do processo frente aos métodos manuais tradicionais.

A camada de API atua como ponto de exposição controlada dos resultados e metadados produzidos pelo *pipeline*. Por meio de rotas documentadas, permite a auditoria das execuções e a conferência das versões de dados e regras aplicadas, assegurando integridade e reproduzibilidade dos relatórios. Essa abordagem reforça o papel da API como elo entre as etapas de processamento e visualização, garantindo transparência e rastreabilidade em todo o fluxo.

A avaliação do artefato será conduzida em etapas futuras com métricas quantitativas de desempenho e consistência. Espera-se que o *pipeline* reduza o tempo de consolidação, melhore a consistência dos indicadores e amplie a rastreabilidade e transparência na geração dos relatórios. Assim, o modelo proposto representa um avanço significativo na automação da prestação de contas em saúde municipal, ao oferecer um processo padronizado, verificável e replicável.

4 CONCLUSÃO

O estudo atingiu o objetivo de propor e implementar um *pipeline* reprodutível para geração dos relatórios RDQA e RAG, fundamentado na *Design Science Research*. O artefato integra múltiplas fontes públicas, automatiza padronização e cálculo de indicadores e assegura rastreabilidade e verificação independente por meio de registros e controle de versões, demonstrando a viabilidade técnica e conceitual de uma abordagem que combina transparência, eficiência e reproduzibilidade na gestão em saúde.

A solução reduz erros manuais e retrabalho, aumentando a confiabilidade e tempestividade das informações na prestação de contas pública. No campo teórico, destaca a reproduzibilidade computacional como princípio da governança de dados em saúde. Como próximos passos, prevê-se a validação em contextos reais e a expansão do *pipeline* para outros

instrumentos do SUS, consolidando uma base sólida para ferramentas digitais voltadas à transparência e eficiência na gestão pública.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 nov. 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em: 20 out. 2025.

BRASIL. Lei Complementar nº 141, de 13 de janeiro de 2012. Regulamenta o § 3º do art. 198 da Constituição Federal e dispõe sobre os valores mínimos a serem aplicados anualmente em ações e serviços públicos de saúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp141.htm. Acesso em: 20 out. 2025.

HEVNER, Alan R. et al. *Design Science in Information Systems Research*. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2307/25148625>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instrumentos de planejamento do SUS: Relatório Anual de Gestão (RAG) e Relatório Detalhado do Quadrimestre Anterior (RDQA). Brasília: Ministério da Saúde, [2024?]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/acesso-a-informacao/gestao-do-sus/instrumentos-de-planejamento/rag>. Acesso em: 20 out. 2025.

TOCANTINS (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Relatório Anual de Gestão (RAG): instrumentos de planejamento do SUS no Estado do Tocantins. Palmas: Secretaria de Estado da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.to.gov.br/saude/rag-relatorio-anual-de-gestao/2xb5qsvt5cgk>. Acesso em: 24 out. 2025.

INFORMAÇÕES AUTORAIS

1. Guilherme Domiciano Silva, acadêmico de Engenharia de Software, Centro Universitário Luterano de Palmas, guilhermedomicianosilva@gmail.com.
2. Nome completo do Orientador. Mestre em Ciência da Computação, Professor dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Software do Centro Universitário Luterano de Palmas, fabiano.fagundes@ulbra.br.