

e-TesteDoPezinho: Sistema Online para Consulta de Resultados de Exames

Alessandra Rodrigues Cardoso Padovam¹, Flávio Baggio Pires¹, Breno Baldassin Dias¹

¹Centro Integrado de Pesquisas Oncohematológicas da Infância – Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

Rua Vital Brasil 100 - Cidade Universitária Zeferino Vaz - Campinas - Brasil

lecardos@unicamp.br, fbaggiop@unicamp.br, brenod@unicamp.br

Abstract. *The heel prick test, performed in the first days of a baby's life, detects important neonatal diseases that, if treated and monitored early, guarantee a better quality of life for the child. Making the tests available at collection sites speeds up the actions of health professionals in case of abnormal screening results. Considering this context, the Neonatal Screening Reference Service of the State University of Campinas (Unicamp), developed an online system to make the heel prick test available in a practical and safe manner to all collection sites within the scope of this service.*

Resumo. *O teste do pezinho, realizado nos primeiros dias de vida do bebê, detecta importantes doenças neonatais que, se tratadas e acompanhadas precocemente garantem uma melhor qualidade de vida à criança. A disponibilização dos exames aos locais de coleta agiliza as ações de profissionais de saúde em caso de alteração. Diante deste cenário, o Serviço de Referência em Triagem Neonatal da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveu um sistema on-line para disponibilizar os resultados do teste do pezinho de maneira prática e segura para todos os locais de coleta pertencentes à abrangência deste serviço.*

1. Introdução

Este projeto teve como principal objetivo, o desenvolvimento de um sistema de informação (SI) web responsivo, acessível por computadores, smartphones e tablets, para a consulta dos resultados do teste do pezinho realizados pelo Serviço de Referência em Triagem Neonatal (SRTN) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O sistema é projetado para otimizar a eficiência e segurança na distribuição dos laudos, inicialmente destinados aos postos de saúde e maternidades vinculadas a este serviço, com a intenção futura de estender o acesso direto às famílias dos recém-nascidos. O Centro Integrado de Pesquisas Oncohematológicas na Infância (CIPOI) é um dos três SRTNs do Estado de São Paulo, credenciados pelo Programa Nacional de Triagem Neonatal do Ministério da Saúde (MS) para a realização do Teste do Pezinho e acompanhamento ambulatorial dos recém nascidos com exames alterados, compondo uma área de abrangência das seguintes Diretorias Regionais de Saúde (DRS) Campinas, São João da Boa vista, Bauru, Marília e Presidente Prudente.

Atualmente, o Laboratório de Triagem Neonatal do SRTN-Unicamp processa diariamente cerca de 275 amostras para a detecção de seis doenças preconizadas pelo MS: Hemoglobinopatias, Fenilcetonúria, Hipotireoidismo Congênito, Fibrose Cística,

Deficiência de Biotinidase e Hiperplasia Adrenal Congênita [BRASIL, 2016]. A entrega dos resultados, antes realizada via impressão e envio postal, evoluiu para o envio digital por e-mail, o que ainda exigia significativo tempo administrativo. O sistema proposto visa automatizar a entrega dos laudos, eliminando a necessidade de intervenção manual e permitindo a alocação mais eficiente dos recursos humanos, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental ao eliminar a necessidade de impressões físicas.

Diante das limitações das soluções anteriores, surgiu a ideia de criar uma aplicação que facilitasse a entrega dos resultados de forma rápida, prática e acessível, mesmo para famílias que residem em municípios diferentes do local onde as amostras foram coletadas.

O sistema tem como meta final proporcionar uma experiência mais abrangente e inclusiva, garantindo que os resultados cheguem de forma segura e eficiente tanto aos profissionais de saúde quanto às famílias, independentemente de sua localização geográfica. Além disso, o projeto prioriza a implementação de uma solução de baixo custo, utilizando ferramentas gratuitas e de código aberto, com a hospedagem sendo realizada na Nuvem Computacional da Unicamp.

2. e-TesteDoPezinho

O sistema e-TesteDoPezinho¹ foi implantado em 20 de novembro de 2021, inicialmente disponível para os locais de coleta (LC) do SRTN-Unicamp e, em uma fase futura, será acessível também para as famílias. Através de um teste piloto, a Maternidade de Campinas foi a primeira a aderir prontamente ao sistema demonstrando o aceite às funcionalidades implementadas. Após esse feedback positivo, as capacitações dos funcionários foram estendidas aos demais locais, com turmas de treinamento organizadas por DRS. Nessa fase do projeto produzimos materiais de apoio, como manuais e vídeos explicativos, para servir de suporte e auxiliar os usuários do sistema. Após cada treinamento, as instituições já treinadas receberam login e senha de acesso, juntamente com o termo de uso para aceite.

Para conferir uma identidade visual ao sistema, foi criado um logotipo que simboliza a coleta do teste do pezinho por meio de uma gota de sangue. A interface responsiva do sistema permite que ele seja acessado por diversos dispositivos, como desktops, smartphones e tablets. No que diz respeito à conformidade com regulamentações, o projeto foi alinhado com as normas da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), resultando na criação de um termo de uso detalhado, que esclarece os termos gerais, condições de acesso e uso do SI e-TesteDoPezinho.

Para os usuários finais, como instituições de saúde cadastradas no SRTN, o sistema possui as seguintes funcionalidades: a) buscas pelos resultados utilizando informações como nome da mãe, CPF, Declaração de Nascido Vivo (DNV), Cartão Nacional SUS (CNS) do bebê, local e data da coleta; b) *Download* de resultados que podem ser baixados, impressos e entregues à família ou enviados por e-mail. Em *background* o SI possui os seguintes recursos: a) registro de eventos de acesso à API e

¹ Disponível através do endereço eletrônico testedopezinho.fcm.unicamp.br.

exceções são registrados para facilitar o monitoramento, b) geração de logs e emissão de alertas, c) integração diária unidirecional de resultados processados pelo Laboratório de Triagem Neonatal e SI em nuvem; d) gerenciamento de acessos dos LC. As funcionalidades descritas acima podem ser melhor visualizadas através da representação do mecanismo do SI ilustrado na Figura 1.

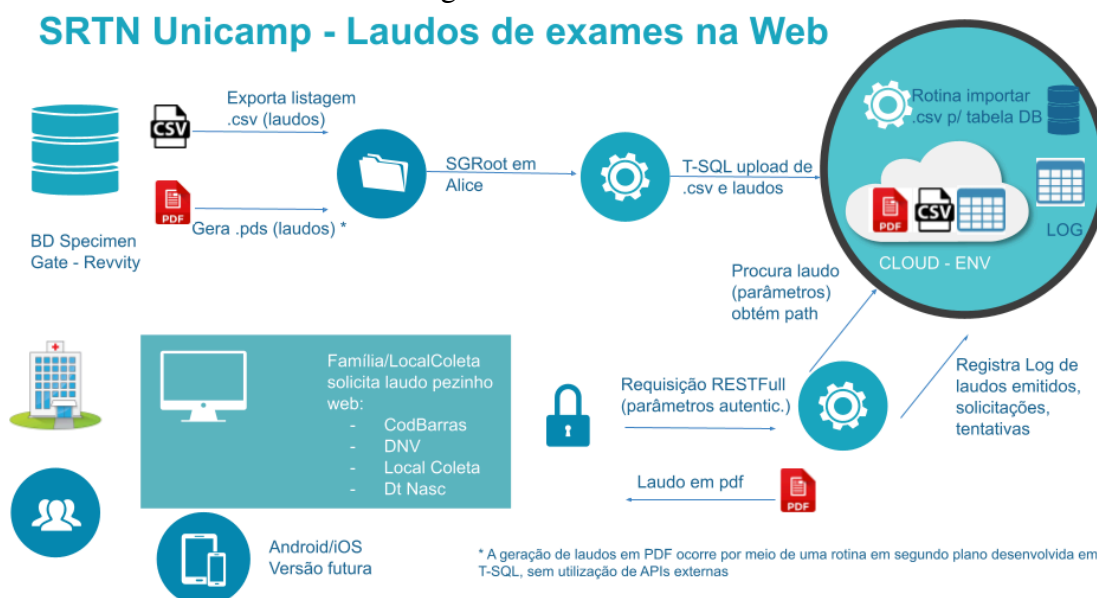


Figura 1. Fluxo de processos do mecanismo do sistema

3. Metodologia de desenvolvimento

Grande parte do tempo despendido para o desenvolvimento do projeto ocorreu em meio a pandemia do COVID 19, que caracterizou um grande desafio para a equipe. Porém a implantação ocorreu de forma tranquila, com a capacitação e treinamento dos usuários de 814 LC. Ainda existe a necessidade de melhorias e implementações de algumas rotinas e efetivação da segunda fase do projeto que é a entrega dos laudos diretamente às famílias.

Iniciado em Abril de 2020, o projeto constitui-se na concepção de um SI, fundamentado em padrões consolidados na área em Tecnologia da Informação (TI). O ciclo de desenvolvimento foi estruturado em 7 fases — planejamento, análise de requisitos, projeto, implementação, teste, implantação e manutenção — inspirado no modelo Rational Unified Process (RUP). A adaptação do modelo visou atender as necessidades específicas da equipe e do projeto, incorporando o uso pontual de práticas ágeis, como Extreme Programming (XP) e o uso de ciclos curtos, comunicação contínua, além da adoção do método Kanban [Anderson 2010] no Trello, para a organização e gestão visual das tarefas. Esse processo é descrito a seguir e ilustrado através da Figura 2:

Planejamento: estudo de viabilidade do projeto, o levantamento de riscos e principais desafios que seriam enfrentados.

Análise de Requisitos: a elicitação dos principais requisitos que o SI deveria atender foram estabelecidas por meio de reuniões com a equipe de TI, além da observação das necessidades dos LC, pacientes e familiares, conforme apresentado na Tabela 1.

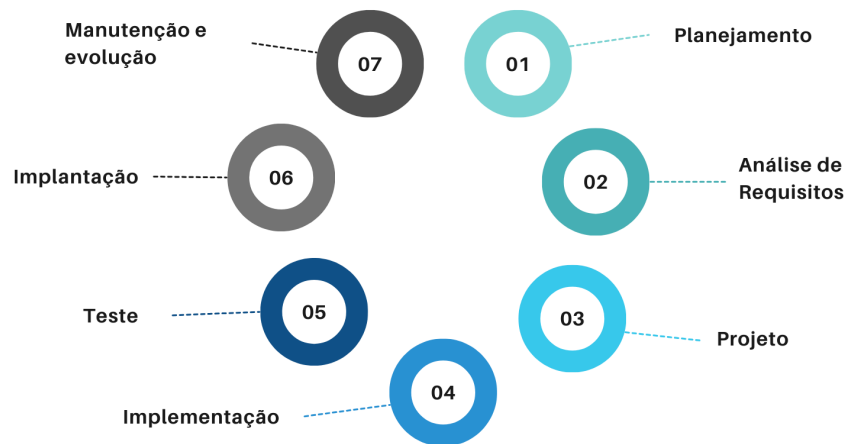


Figura 2. Ciclo de desenvolvimento do SI e-TesteDoPezinho

Funcional	Ser acessível aos LC e em fase futura para as famílias dos bebês que realizaram o teste do pezinho
	Ajustar o layout de tela para o dispositivo onde está sendo utilizado
	Eliminar impressões desnecessárias, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.
Não funcional	Estar hospedado na Nuvem Computacional da Unicamp
	Garantir a segurança dos dados e privacidade dos usuários
	Utilizar plataformas e ferramentas de gratuitas no desenvolvimento
	Estar em conformidade com a LGPD

Tabela 1 - Requisitos funcionais e não funcionais do Sistema

Projeto: Nesta etapa foi definida a arquitetura de software e as ferramentas a serem utilizadas, incluindo: PostgreSQL [Obe et. al. 1997], [GitLab], [FastAPI], Python [Lutz 2013], ReactJS [Banks et. al. 2020], Docker [Kane at. al. 2023], Linux e VScode. Foram estabelecidas as *features* do SI, o controle de acesso e a definição de *upload* de pdf na nuvem, assim como a reemissão de laudos.

Implementação: foi realizada em dois repositórios GitLab distintos, um para o backend e outro para o frontend. O desenvolvimento guiado por testes (TDD) [Beck 2003] foi adotado para garantir a qualidade do código, com ciclos repetitivos de testes para cada funcionalidade. Cada funcionalidade foi desenvolvida em branches separadas na área "dev" e, após validação, integradas à branch "master".

Teste: Através de um servidor de testes é preparada a estrutura de software necessária. Um plano de testes foi elaborado para garantir que todas as funcionalidades do SI fossem validadas de forma eficiente. Testes funcionais foram conduzidos para verificar o desempenho do SI em diferentes cenários.

Implantação: O SI foi homologado e a infraestrutura necessária foi preparada na Nuvem Computacional da Unicamp, utilizando um o sistema operacional Ubuntu Server, banco de dados PostgreSQL e o Nginx como servidor HTTP. A plataforma foi encapsulada em containers Docker, separados para frontend e backend. A capacitação e o treinamento dos usuários foram realizados, e os acessos distribuídos via e-mail automatizados e disparados pelo administrador do sistema.

Manutenção e Evolução: Gerenciamento do ambiente em nuvem, a administração dos uploads diários, a disponibilização de novas funcionalidades, o gerenciamento dos containers Docker. Atualizações de versões e melhorias no ambiente também fazem parte dessa fase.

4. Resultados

Atualmente temos 822 postos de coleta e o alcance atual é de 82,97% de LC utilizando o sistema Figura 3. A implantação da primeira fase do SI resultou em uma diminuição significativa das solicitações de segunda via de resultados ao setor administrativo do Laboratório de Triagem Neonatal. O impacto positivo se estendeu às instituições de coleta, que agora têm mais facilidade na busca e obtenção dos resultados.

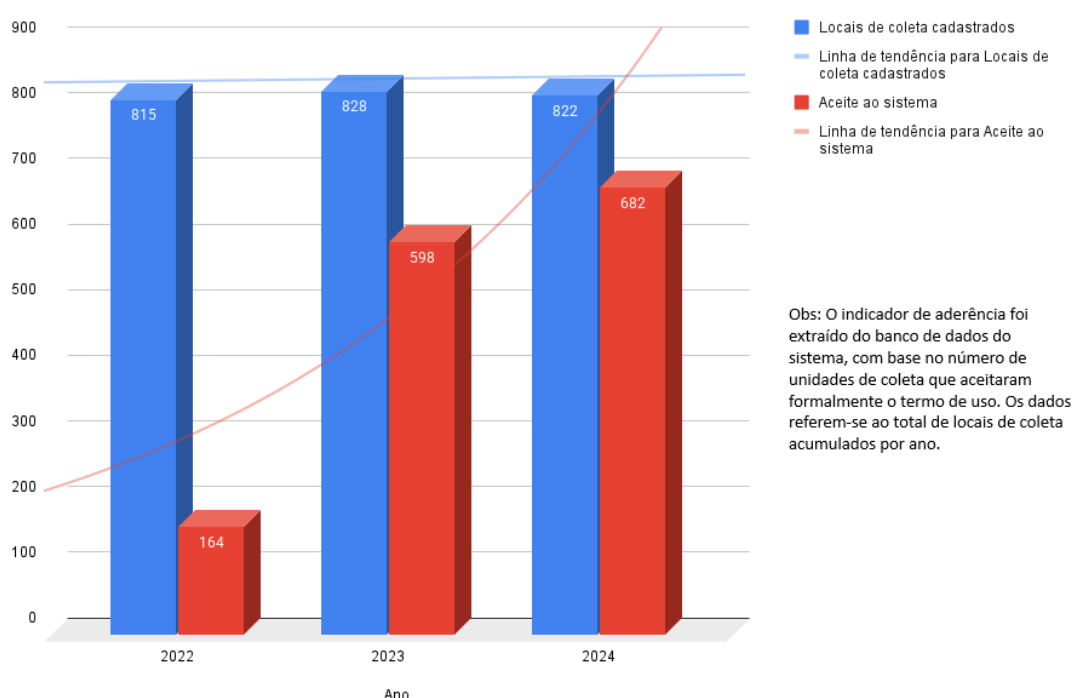


Figura 3. Aderência dos locais de coleta ao sistema e-TesteDoPezinho

O impacto da implantação deste sistema vai muito além das Instituições de Coleta diretamente envolvidas. Cada uma dessas instituições inclui não apenas os profissionais que utilizam o sistema, mas também as famílias dos recém-nascidos (RNs) atendidos, ampliando significativamente o número de beneficiados. Além disso, os colaboradores do CIPOI SRTN/Unicamp que utilizam o sistema em suas rotinas de trabalho também se beneficiam, evidenciando a ampla abrangência e o alcance do projeto em diversos níveis.

A implementação do sistema trouxe uma redução substancial nos custos operacionais, incluindo economia de tempo, recursos de impressão, envio postal e mão de obra. A automatização do processo de entrega de laudos eliminou a necessidade de intervenção manual, permitindo a realocação eficiente de funcionários para outras atividades essenciais. Além disso, ao utilizar plataformas de código aberto e gratuitas, o projeto minimiza os custos de software, reforçando seu caráter sustentável. A experiência adquirida pela equipe de TI ao trabalhar com tecnologias inovadoras

também foi um ganho significativo, ampliando suas habilidades em desenvolvimento e implementação de soluções avançadas.

5. Conclusão

Esse trabalho demonstrou ser uma solução viável e alinhada às necessidades das instituições envolvidas. A adoção de boas práticas de engenharia de software e o uso de ferramentas gratuitas viabilizaram uma implementação sustentável e adaptada ao contexto institucional. Como trabalhos futuros, pretende-se: Implantar a segunda fase do sistema, voltada ao acesso das famílias; Formalizar a avaliação da usabilidade do SI junto aos usuários finais; Incorporar recursos de análise automatizada de dados para apoio à tomada de decisão; Explorar técnicas de inteligência artificial para identificar padrões relevantes no histórico dos pacientes.

6. Agradecimentos

O desenvolvimento deste projeto foi conduzido principalmente pela área de TI do CIPOI/FCM, com colaboração inicial de alunos de graduação do Instituto de Computação (IC). O projeto, ao ser apresentado à coordenação do CIPOI, recebeu total aprovação e apoio. Agradecemos a participação da Maternidade de Campinas como instituição piloto, e a colaboração das diversas DRSs, além dos centros de saúde e hospitais de maternidade vinculados ao SRTN/CIPOI/Unicamp. Essa integração interinstitucional foi fundamental para a abrangência e eficácia do projeto, garantindo o envolvimento de múltiplas áreas e setores na sua execução.

Referências

- Anderson, D. J. (2010). Kanban: successful evolutionary change for your technology business. Blue hole press.
- Banks, A., & Porcello, E. (2020). Learning React: modern patterns for developing React apps. O'Reilly Media.
- Beck, K. (2003). Test driven development: By example. Addison-Wesley Professional.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção À Saúde. Departamento de Atenção Especializada e Temática. Triagem Neonatal Biológica: Manual Técnico. 2016. Disponível em: <https://encurtador.com.br/xY8C4>. Acesso em: 20 set. 2024.
- GitLab. (n.d.). GitLab documentation. GitLab. Retrieved March 6, 2025, from <https://docs.gitlab.com/>
- Kane, S. P., & Matthias, K. (2023). Docker: up & running: shipping reliable containers in production. " O'Reilly Media, Inc."
- Lutz, M. (2013). Learning Python. 5ª edição, O'Reilly Media, Inc.
- Obe, R. O., & Hsu, L. S. (2017). PostgreSQL: up and running. O'Reilly Media, Inc.
- Tiangolo, S. (n.d.). *FastAPI documentation*. FastAPI. Retrieved March 6, 2025, from <https://fastapi.tiangolo.com/>