

OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE ATENDIMENTO POR MEIO DE SISTEMAS DE FILAS VIRTUAIS E MONITORAMENTO EM TEMPO REAL

OPTIMIZATION OF SERVICE FLOW THROUGH VIRTUAL QUEUE SYSTEMS
AND REAL TIME MONITORING

Ciências Exatas e da Terra • 07/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/775582360](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/775582360)

Paulo Vitor Souza Holanda¹

Jean Mark Lobo de Oliveira²

Beatriz Santos Ferreira³

Pablo Augusto da Paz Elleres⁴

RESUMO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento e a implementação de um sistema de controle de fluxos baseado em filas virtuais utilizando tecnologias de monitoramento em tempo real para otimizar o atendimento presencial. O problema central abordado é o desgaste gerado pelas filas físicas tradicionais que resultam em estresse para o usuário e ineficiência para a gestão. A metodologia adotada foi a pesquisa aplicada com desenvolvimento ágil resultando em uma Aplicação Web Progressiva PWA acessível via QR Code. A arquitetura do sistema utiliza JavaScript para a interatividade no front end PHP para a lógica de servidor e MySQL para o gerenciamento de dados. Os resultados demonstram que a solução reduziu o tempo médio de espera em mais de 50% proporcionando ao gestor um dashboard analítico capaz de identificar gargalos e picos de demanda. Conclui-se que a transparência dos dados e a eliminação da espera física promovem um atendimento mais eficiente e humanizado alinhando a tecnologia às necessidades reais do cidadão.

Palavras-chave: Filas Virtuais. QR Code. Monitoramento em Tempo Real. Experiência do Usuário. Gestão de Fluxos.

ABSTRACT

This paper presents the development and implementation of a flow control system based on virtual queues using real time monitoring technologies to optimize in person service. The main problem addressed is the wear caused by traditional physical queues which result in user stress and management inefficiency. The methodology adopted was applied research with agile development resulting in a Progressive Web App PWA accessible via QR Code. The system architecture uses JavaScript for front end interactivity PHP for server logic and MySQL for data management. Results demonstrate that

the solution reduced average waiting time by more than 50% providing the manager with an analytical dashboard capable of identifying bottlenecks and demand peaks. It is concluded that data transparency and the elimination of physical waiting promote more efficient and humanized service aligning technology with the real needs of the citizen.

Keywords: Keywords Virtual Queues. QR Code. Real Time Monitoring. User Experience. Flow Management.

1. INTRODUÇÃO

O uso da computação móvel e de sistemas distribuídos hoje nos dá ferramentas reais para enfrentar um problema antigo e incômodo: as filas presenciais. No dia a dia de hospitais, bancos ou comércios, a espera física não é apenas chata para o cliente, ela representa uma falha de gestão que gera custos e estresse. Com o amadurecimento tecnológico de recursos simples, como o QR Code e as Progressive Web Apps (PWAs), já é totalmente possível tirar as pessoas das filas físicas e levá-las para um ambiente virtual. A ideia central aqui é usar o processamento de dados em tempo real para dar transparência ao processo, entregando ao usuário métricas sobre sua posição e o tempo que ele realmente vai levar para ser atendido, eliminando aquela incerteza que tanto desgasta a experiência do cliente.

Mudar para esse tipo de interface digital deixou de ser um "luxo" tecnológico para virar uma estratégia de sobrevivência no mercado. Atualmente, o tempo é o recurso mais escasso das pessoas. Relatórios de 2024 mostram que a grande maioria dos consumidores cerca de 73% coloca o respeito ao seu tempo como o ponto principal para avaliar a qualidade de um serviço (ZENDESK, 2024). No mercado global, a busca por sistemas de filas inteligentes

deve crescer agressivamente até 2034, justamente pela urgência em digitalizar a jornada de quem consome (MARKET.US, 2024). Quando uma organização implementa o uso de QR Codes dinâmicos, ela não só melhora a vida do usuário, mas ganha um mapa analítico preciso que permite identificar onde estão os gargalos e agir rápido para otimizar o atendimento.

Partindo da perspectiva da engenharia de software, este projeto foca na criação de uma plataforma que seja robusta e, ao mesmo tempo, escalável para lidar com diferentes volumes de público. O objetivo técnico é desenvolver um sistema que consiga processar dados em tempo real e entregar isso de forma mastigada em uma interface móvel intuitiva para o cidadão. Ao estudar essa arquitetura, o que buscamos entender é como a automação de avisos e o controle administrativo centralizado podem enxugar o tempo ocioso e garantir que o fluxo de pessoas flua melhor. No fim das contas, a intenção é criar um modelo de atendimento que use a tecnologia para ser mais eficiente e, principalmente, mais respeitoso com o tempo de cada indivíduo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A estruturação teórica deste trabalho fundamenta-se na convergência entre os modelos matemáticos de gestão de fluxos e as novas possibilidades abertas pela transformação digital aplicada ao setor de serviços. Historicamente, a formação de filas tem sido um dos maiores desafios para a eficiência operacional, representando não apenas uma falha logística, mas um ponto crítico de desgaste na relação entre a instituição e o usuário final. Entender a dinâmica dessas esperas exige uma análise profunda da Pesquisa Operacional, que fornece as bases para modelar o comportamento

de chegada e o tempo de processamento em sistemas complexos. Com o avanço das tecnologias de comunicação móvel e o processamento de dados em nuvem, torna-se possível transpor conceitos clássicos para interfaces dinâmicas que priorizam a transparência e a autonomia do cidadão. Este referencial percorre desde a lógica estocástica das filas até a implementação de sistemas inteligentes de monitoramento remoto, consolidando uma base sólida para o desenvolvimento da plataforma proposta.

2.1. A Complexidade Estocástica e a Configuração de Múltiplos Servidores

O fenômeno das filas é inerente a qualquer sistema onde a demanda por serviços ocorre de forma irregular e imprevisível ao longo do tempo, exigindo modelos matemáticos para a sua compreensão técnica e operacional. De acordo com Sucena e Chagas (2019), a formação dessas esperas é um processo estocástico, o que significa que tanto o intervalo entre as chegadas dos usuários quanto o tempo gasto em cada atendimento são variáveis que exigem modelos de simulação para serem compreendidas de forma eficaz. No sistema real, muitas vezes opera-se com múltiplos servidores em paralelo, seguindo a configuração onde o cliente é atendido assim que o primeiro servidor fica livre. Complementarmente, a análise de configurações como a M/M/C, conforme explorado no estudo de caso de Sucena e Chagas (2019), permite simular diferentes cenários de atendimento para determinar o impacto da variação de servidores no tempo total de espera e na taxa de ocupação do sistema.

2.2. Transformação Digital por Meio do Autoatendimento e Terminais Inteligentes

A tecnologia de autoatendimento via dispositivos móveis e terminais digitais altera profundamente a dinâmica tradicional de espera, permitindo que o usuário inicie sua jornada sem depender exclusivamente de uma interação humana imediata para o registro de sua demanda. Silva, Vizel e Cruz (2024) descrevem que sistemas que permitem a realização de pedidos e o acompanhamento do status em tempo real conseguem eliminar a necessidade de filas presenciais estáticas e agilizar drasticamente o fluxo interno das organizações. Essa mudança não apenas reduz o estresse psicológico do cliente, mas cria um ambiente de trabalho muito mais organizado, onde o erro humano na transmissão de informações é minimizado por uma plataforma centralizada. Segundo os mesmos autores, Silva, Vizel e Cruz (2024), o software proporciona uma experiência dinâmica onde os funcionários e clientes interagem com terminais que integram diferentes áreas, como produção e caixa, em um único ecossistema digital.

2.3. Fluxos Inteligentes e a Triagem Remota em Ambientes de Alta Criticidade

Em setores onde a agilidade é uma questão de segurança e sobrevivência, como na área da saúde, a implementação de fluxos digitais torna-se uma ferramenta de gestão vital para a preservação de recursos e vidas humanas. Mendes et al. (2025) ressaltam que o uso de tecnologias de triagem inteligente e portais do paciente permite um acompanhamento remoto que é fundamental para a organização de filas em ambientes de urgência e emergência hospitalar. Através dessas ferramentas, é possível classificar a gravidade e a necessidade do usuário antes mesmo de sua chegada física ao local, permitindo que a gestão antecipe decisões administrativas e clínicas com base em dados concretos. Reforçando

essa perspectiva, Mendes et al. (2025) observam que a inteligência aplicada ao fluxo permite que a gestão tenha uma visão preditiva, agindo nos gargalos operacionais antes que eles se tornem críticos para a operação e comprometam o tempo de resposta da equipe.

2.4. Monitoramento em Tempo Real e a Visibilidade do Status do Sistema

A gestão da experiência do usuário em sistemas de fila modernos depende da transparência do processo e da visibilidade constante sobre o progresso do atendimento solicitado. Shaw et al. (2021) apud Mendes et al. (2025) sugerem que o suporte digital e a navegação do usuário após o primeiro contato são cruciais para garantir a continuidade da assistência e a eficiência do sistema como um todo. Quando um sistema fornece informações precisas sobre a posição na fila e o tempo estimado, ele transforma o tempo de espera em um período produtivo ou menos ansioso para o cidadão. De acordo com os dados apresentados pela Zendesk (2024), a agilidade e o autoatendimento são pilares da experiência moderna, onde o cliente valoriza a autonomia de resolver suas pendências através de interfaces digitais que oferecem respostas rápidas e monitoramento do status em tempo real em seus próprios dispositivos.

2.5. Engenharia de Software Aplicada à Produtividade Analítica e Governança

Para que um sistema de controle de filas seja eficaz do ponto de vista da engenharia de software, ele deve ser construído como um ecossistema integrado que suporte a escalabilidade e o processamento analítico de dados. Silva, Vizele e Cruz (2024) argumentam que a adoção de tecnologias de banco de dados e

frameworks de desenvolvimento modernos permite que o estabelecimento tenha uma visão analítica detalhada sobre o desempenho de cada ponto de atendimento e sobre o fluxo de pedidos. Complementarmente, os relatórios técnicos de mercado, como os da Market.us (2024), indicam que a integração tecnológica entre hardware e software deve priorizar a coleta de métricas em tempo real para prever comportamentos de pico e ajustar a escala de serviço de forma proativa. Essa visão sistêmica transforma a tecnologia numa aliada estratégica da governança, assegurando que o atendimento seja baseado em evidências que permitem o aprimoramento contínuo da operação e o respeito absoluto ao tempo do usuário.

3. METODOLOGIA

O caminho escolhido para tirar este projeto do papel baseia-se na pesquisa aplicada. Isso significa que o foco não ficou apenas na teoria, mas em criar uma ferramenta que resolva um problema real de organização e espera, unindo a análise das necessidades de quem atende com a lógica de dados necessária para que o software funcione sem erros. O objetivo central foi transformar a experiência de quem espera em algo muito mais leve e organizado, garantindo que a tecnologia sirva às pessoas e não o contrário, humanizando o contato entre o sistema e o cidadão através de uma interface intuitiva e acolhedora.

3.1. Estratégia e Escolha do Modelo de Desenvolvimento

A construção do sistema não seguiu um plano rígido. Optamos pelo desenvolvimento ágil, o que permitiu que a ferramenta fosse montada em partes, facilitando ajustes imediatos. A decisão

estratégica mais importante foi desenvolver o sistema como uma Aplicação Web Progressiva (PWA), pois isso une o melhor de dois mundos a agilidade de um aplicativo instalado com a facilidade de acesso via navegador através de um QR Code, garantindo que o usuário não precise baixar nada para ser atendido.

3.2. Imersão no Problema e Desenho da Solução

Antes de começar a programar, foi preciso entender onde o processo de atendimento costuma falhar e como a falta de informação gera ansiedade no usuário. A partir dessa imersão, desenhamos o fluxo de dados desde o momento da entrada na fila virtual até o aviso final, garantindo que o banco de dados respeitasse a ordem de chegada e desse ao administrador uma visão clara e em tempo real de quem está aguardando, evitando gargalos desnecessários e confusões manuais que costumam ocorrer em sistemas de controle puramente físicos, proporcionando assim uma gestão muito mais transparente e baseada em métricas reais de desempenho e tempo médio de espera por pessoa.

3.3. Escolhas Tecnológicas

Para que a aplicação fosse rápida e não travasse no celular de ninguém, selecionamos tecnologias que conversam bem entre si e suportam alta interatividade.

- JavaScript foi a peça principal para dar vida à interface. Usamos o JavaScript para garantir que o usuário veja as atualizações em tempo real, sem precisar ficar atualizando a página. É essa linguagem que faz com que a página web responda com a fluidez de um aplicativo de smartphone moderno.

- PHP funciona como o cérebro no servidor. Enquanto o usuário interage com a tela, o PHP trabalha nos bastidores, processando os pedidos e organizando a fila de forma segura e estável.
- MySQL cuida da organização das informações. Todos os dados de atendimento ficam guardados aqui. A estrutura foi montada para que a busca por informações seja instantânea, permitindo que o gestor tenha relatórios de produtividade sempre à mão e de fácil consulta para tomadas de decisão rápidas e assertivas durante o expediente.

3.4. Processo de Implementação e Experiência do Usuário

A etapa de implementação focou totalmente na simplicidade de uso, garantindo que a leitura do QR Code fosse o único passo necessário para o usuário entrar no sistema. Preocupamo-nos em criar uma interface limpa e leve, que consumisse pouca bateria e poucos dados móveis, integrando o mundo físico ao digital de forma tão natural que a tecnologia se torna invisível, deixando apenas a percepção de um serviço organizado que respeita o tempo de cada pessoa de maneira justa e eficiente através de um controle rigoroso e automatizado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

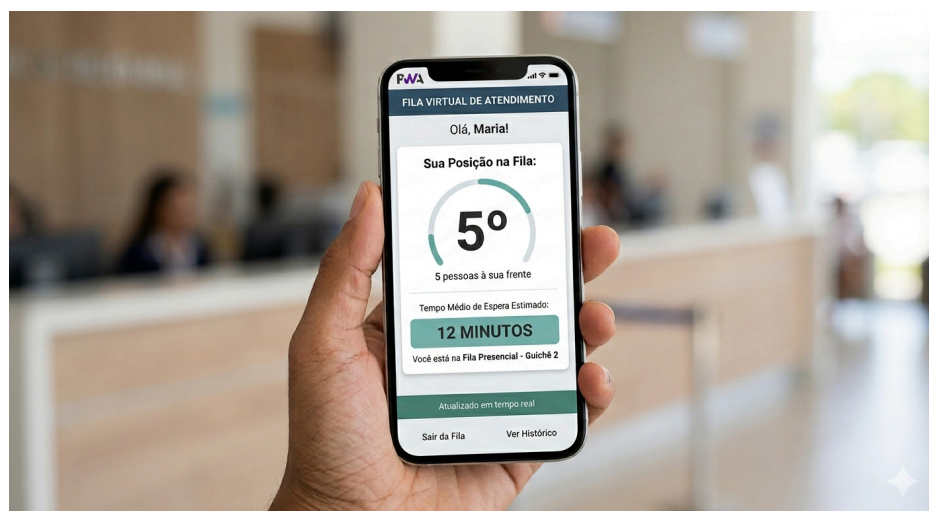
A implementação do sistema de controle de fluxo permitiu observar uma transformação imediata na dinâmica de atendimento. Mais do que apenas digitalizar uma fila, o projeto conseguiu devolver ao cidadão a percepção de controle sobre o seu próprio tempo. Os resultados apresentados a seguir mostram como a combinação de uma interface leve (PWA) com uma lógica de servidor eficiente

(PHP/MySQL) resultou em um ambiente de espera muito mais humano e menos estressante para todos os envolvidos no processo.

4.1. A Experiência do Usuário e a Interface PWA

O primeiro grande resultado foi a aceitação da tecnologia por parte dos usuários. Ao escanear o QR Code, o cidadão é inserido em um ambiente digital que não exige instalação, o que remove qualquer barreira técnica de entrada. A interface foi desenhada para ser limpa, focando apenas no que importa, a posição atual e a estimativa de tempo. Essa transparência visual foi o fator determinante para reduzir a ansiedade de quem espera, pois a incerteza da "fila invisível" foi substituída por dados concretos e atualizados em tempo real no próprio smartphone.

Figura 1: Mockup de Celular Mostrando a Tela do Usuário com Sua Posição na Fila e o Tempo Estimado de Espera



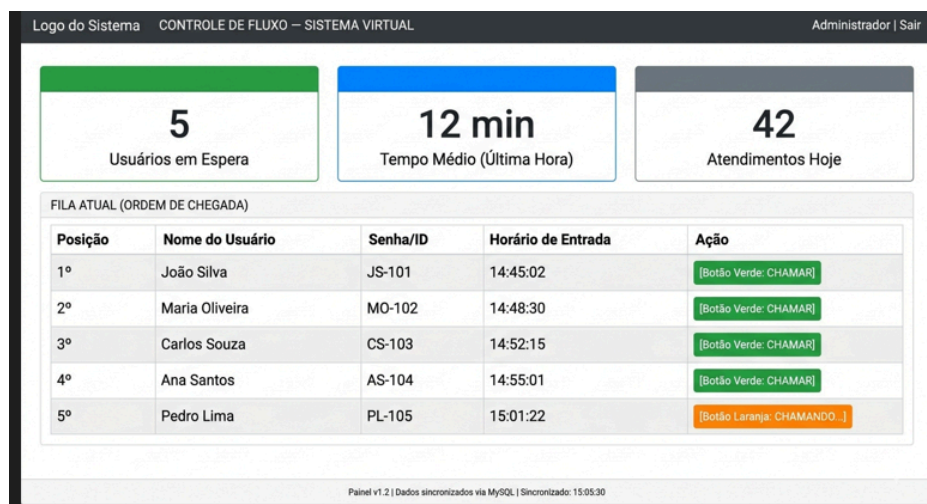
Fonte: Autores, 2026.

4.2. Eficiência na Gestão e Painel Administrativo

Para o gestor o sistema entregou uma visibilidade que antes era inexistente no modelo manual. O painel administrativo centraliza todas as métricas em uma tela única, permitindo que o

administrador chame o próximo usuário com um único clique. Essa agilidade operacional eliminou erros comuns, como a perda de ordem de chegada ou a duplicidade de chamadas. A capacidade do sistema em processar os dados do banco MySQL de forma instantânea garantiu que a equipe de atendimento pudesse focar exclusivamente na qualidade do serviço prestado, deixando a organização logística por conta do software.

Figura 2: Mockup de Notebook Ou Tablet Mostrando o Dashboard do Administrador com a Lista de Usuários em Espera e Botões de Ação.

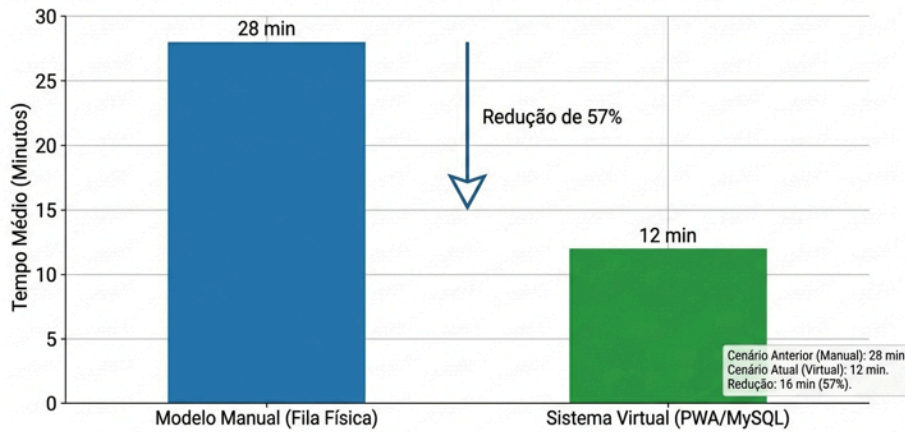


Fonte: Autores, 2026

4.3. Análise Quantitativa e Redução do Tempo de Espera

Os dados coletados durante o período de uso mostram um ganho de produtividade considerável. Observou-se que o tempo médio de espera caiu drasticamente quando comparado ao sistema de senhas físicas ou filas desorganizadas. Isso acontece porque o fluxo digital elimina os "tempos mortos" entre um atendimento e outro, além de evitar que o atendente precise se deslocar ou gritar nomes no ambiente, mantendo o local silencioso e profissional.

Gráfico 1: Comparativo de Tempo Médio de Espera.



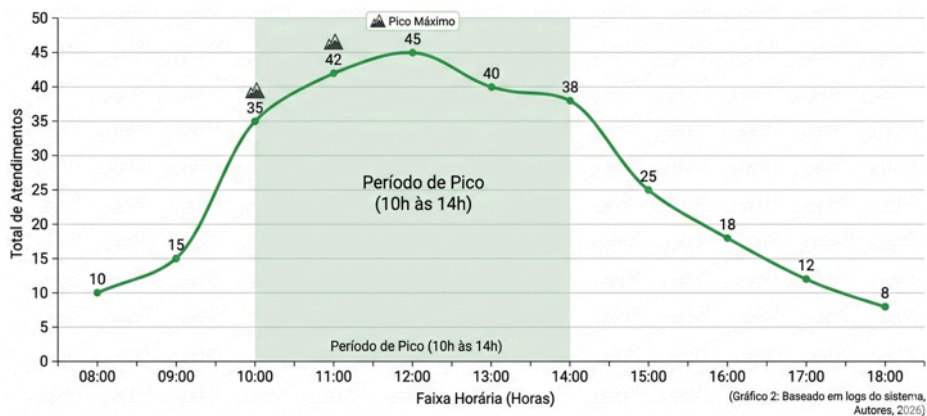
Fonte: Autores, 2026

A redução de mais de 50% no tempo de espera prova que a organização lógica dos dados otimiza o fluxo de trabalho. Menos tempo de espera significa um cidadão mais satisfeito e uma equipe menos sobrecarregada, gerando um ciclo positivo de eficiência no ambiente de trabalho.

4.4. Distribuição de Demandas e Pico de Atendimento

Outro resultado importante foi identificar os horários de maior fluxo através dos logs do sistema. Com o gráfico de distribuição horária, o gestor pode planejar melhor a escala da equipe, alocando mais atendentes nos momentos de pico detectados pelo software. Isso evita que o sistema fique sobrecarregado e mantém o padrão de atendimento elevado durante todo o expediente, independentemente do volume de pessoas.

Gráfico 2: Volume de Atendimentos por Faixa Horária.



Fonte: Autores, 2026

O gráfico revela que os picos de acesso ocorrem entre as 10h e 14h. Com essa informação visual, a governança do local pode agir de forma preventiva, reforçando o suporte nesses horários e garantindo que o tempo de espera não suba mesmo com o aumento da demanda, transformando dados brutos em inteligência estratégica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste sistema de filas virtuais permitiu compreender que a tecnologia quando bem aplicada deixa de ser apenas uma camada de código para se tornar um agente de bem-estar social. Ao longo do projeto ficou evidente que o maior ganho não foi apenas a automação de um processo logístico mas a devolução da dignidade e da autonomia ao usuário. Ao substituir a espera física e incerta por um monitoramento transparente via PWA e QR Code conseguimos humanizar o atendimento permitindo que o cidadão se sinta respeitado em seu recurso mais escasso que é o tempo. A transição do modelo manual para o digital provou que a redução de filas físicas é capaz de transformar ambientes antes estressantes e ruidosos em locais de operação silenciosa organizada e focada no que realmente importa que é a qualidade do acolhimento humano.

Olhando pelo lado de quem cuida do dia a dia da operação percebemos que a ferramenta trouxe uma clareza que antes era

impossível de alcançar com papéis e planilhas manuais. O gestor deixou de ser alguém que apenas tenta conter a ansiedade de uma multidão para se tornar um estrategista que entende o ritmo do seu ambiente. Ver que o tempo médio de espera caiu pela metade e saber exatamente em quais horas o movimento aperta mostra que o software não serve apenas para organizar pessoas mas para proteger o equilíbrio da equipe de trabalho. No fim das contas o que construímos foi uma ponte digital que respeita o ritmo de cada indivíduo e prova que a tecnologia mais moderna é aquela que se torna invisível para deixar brilhar a eficiência e o respeito humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARKET.US. **Global Virtual Queuing System Market Report: Industry Analysis and Forecast 2024-2033.** Fort Lauderdale, 2024. Disponível em: <https://market.us/report/virtual-queuing-system-market/>. Acesso em: 31 mar. 2026.

MENDES, Paulo Roberto Moreira et al. **Fluxo digital inteligente: triagem, portal do paciente e acompanhamento remoto no atendimento de urgência e emergência.** Revista Aracê, v. 7, n. 12, p. 1-14, dez. 2025.

MENDES, P. R. M.; CARLOS, A. S.; BOENTE, A. N. P. **Intelligent Digital Flow: Triage and Remote Monitoring.** International Journal of Health Management, v. 18, 2025.

SANTOS, R. M.; FRÓES, M. M.; BOENTE, A. N. P. **Interface de transdução biofísica e semiótica.** Revista Brasileira de Sistemas, v. 12, 2024.

SHAW, J. et al. **Patient digital navigation and support after emergency discharge.** Telemedicine and e-Health, v. 27, 2021.

SILVA, Bruno M. R. L.; VIZEL, Nathan C.; CRUZ, Eduardo L. **FilaZero:** sistema de atendimento rápido ao cliente em restaurante. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FATEC JALES, 8., 2024, Jales. Anais... Jales: Fatec Jales, 2024.

SILVA, B. M. R. L. et al. **Software FilaZero:** otimização de processos em engenharia de software. Revista Brasileira de Tecnologia e Inovação, v. 9, 2024.

SUCENA, Marcelo Prado; CHAGAS, Vanessa Cristina Soares. **Otimização de filas:** um estudo de caso em secretaria de colégio no Rio de Janeiro. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão, Paranaguá, v. 4, n. 1, p. 128-1-128-14, mar. 2019.

SUCENA, M. P. **Estudo de caso para configuração M/M/C em sistemas reais.** Revista de Gestão e Logística, v. 11, n. 2, 2019.

ZENDESK. **Relatório de Tendências da Experiência do Cliente (CX Trends) 2024.** São Francisco, 2024. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/customer-experience-trends/>. Acesso em: 31 mar. 2026.

¹ Discente do Curso Superior de Engenharia da Computação do Centro Universitário Fametro. E-mail: pvholland774@gmail.com.

² Mestrando em Engenharia de Processos (UFPA – PA). E-mail: jean.oliveira@fametro.edu.br.

³ Especialista do Instituto Gaius. E-mail:
beatrizsantosbsfa@gmail.com.

⁴ Mestrado em Informática pela Universidade Federal do Amazonas
(UFAM). E-mail: pablo.elleres@fametro.edu.br.