

## Capítulo

# 2

## Por que a Telessaúde Não Funciona como Esperado no SUS? Um Desafio de Modelagem de Sistemas sob Desigualdades

Natalia Castro Fernandes, Yolanda Eliza Moreira Boechat e Aluisio Gomes Silva Junior

### *Abstract*

*Telehealth is a key strategy to expand healthcare access in systems such as Brazil's SUS; however, many initiatives do not scale as expected. This work argues that these limitations stem from inadequate system models that overlook socioeconomic inequalities, low standardization, and operational constraints. Based on a three-year empirical deployment of a telehealth center (HUAP-UFF), heterogeneous adoption patterns are identified, driven by workflow variability, infrastructure limitations, and users' digital literacy. From these findings, a central research challenge emerges: modeling telehealth systems for unequal and heterogeneous environments, where socioeconomic factors directly impact usage and effectiveness, requiring adaptive workflows, flexible interoperability, and resilient architectures.*

### *Resumo*

*A telessaúde é uma estratégia central para ampliar o acesso à saúde em sistemas como o SUS, mas muitas iniciativas não escalam como esperado. Este trabalho argumenta que essas limitações decorrem de modelos de sistemas inadequados, que desconsideram desigualdades socioeconômicas, baixa padronização e restrições operacionais. Com base em uma implantação empírica de três anos de um núcleo de telessaúde (HUAP-UFF), identificam-se padrões heterogêneos de adoção, influenciados pela variabilidade de workflows, limitações de infraestrutura e letramento digital dos usuários. A partir dessas evidências, evidencia-se um desafio central para a área: modelar sistemas de telessaúde para ambientes desiguais e heterogêneos, nos quais fatores socioeconômicos impactam diretamente seu uso e efetividade, demandando workflows adaptativos, interoperabilidade flexível e arquiteturas resilientes.*

## 2.1 Introdução

A telessaúde tem se consolidado como um dos principais pilares da transformação digital na saúde, sendo amplamente reconhecida por seu potencial de ampliar o acesso aos serviços, reduzir desigualdades regionais e aumentar a eficiência dos sistemas de saúde. Organizações internacionais, como a *World Health Organization*, destacam a telessaúde como elemento central para o fortalecimento dos sistemas de saúde na próxima década, especialmente em países com grandes desigualdades socioeconômicas [World Health Organization 2021].

No Brasil, a telessaúde assume um papel ainda mais relevante no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS), caracterizado por sua ampla cobertura, diversidade regional e forte compromisso com a equidade. O Ministério da Saúde, por meio da Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020–2028, posiciona a telessaúde como instrumento fundamental para a integração das redes de atenção e para a ampliação do acesso à saúde [Ministério da Saúde 2020]. Esse cenário foi intensificado durante a pandemia de COVID-19, quando soluções de atendimento remoto foram rapidamente incorporadas em diferentes níveis do sistema.

Apesar desse avanço, observa-se que muitas iniciativas de telessaúde não alcançam o desempenho esperado em termos de escala, adesão e efetividade. Estudos recentes apontam desafios recorrentes relacionados à interoperabilidade, usabilidade e integração com fluxos clínicos, além da equidade no acesso à saúde [?, Petretto et al. 2024]. No entanto, esses desafios são frequentemente tratados como problemas técnicos isolados, desconsiderando o contexto mais amplo em que os sistemas são implantados.

No caso do SUS, esse contexto é marcado por profunda heterogeneidade socioeconômica e estrutural, incluindo variações significativas na infraestrutura tecnológica, no nível de capacitação digital dos profissionais de saúde, na disponibilidade de equipamentos e na organização dos fluxos assistenciais. Essa realidade contrasta com os pressupostos implícitos na maioria dos sistemas computacionais, que frequentemente assumem ambientes relativamente padronizados, estáveis e com usuários treinados.

Nesse sentido, argumenta-se que a principal limitação da telessaúde no SUS não reside apenas na tecnologia em si, mas na forma como os sistemas são modelados, desconsiderando as condições reais de operação. Essa lacuna torna-se evidente quando observada a partir de experiências práticas de implantação. O Ministério da Saúde incentiva a criação de Núcleos de Telessaúde na rede do SUS, mas não apresenta modelos padronizados ou sistemas prontos para uso sem custos ou com custos reduzidos. Mesmo para novos Núcleos com boas equipes de desenvolvimento, ainda existem grandes desafios para gerar a interoperabilidade entre sistemas criados e sistemas do SUS.

Este trabalho é motivado pela experiência de implantação do Núcleo de Telessaúde do Hospital Universitário Antônio Pedro da Universidade Federal Fluminense (Núcleo de Telessaúde HUAP-UFF - NTHU), conduzida ao longo de três anos. Essa experiência evidenciou, de forma concreta, que a operação da telessaúde ocorre em um ambiente caracterizado por múltiplos modelos de atendimento, baixa padronização, limitações operacionais e desigualdades socioeconômicas, impactando diretamente a efetividade das soluções implementadas. Muito embora exista a demanda para os atendimentos disponi-

bilizados pelo NTHU, a sua implantação na rede apresentou diversos desafios computacionais e não computacionais, de ordem econômica, humana, de gestão e política.

Diante desse cenário, este artigo apresenta e discute um grande desafio para a área de Computação Aplicada à Saúde: Como modelar sistemas de telessaúde capazes de operar de forma eficaz em contextos socioeconomicamente desiguais, com baixa padronização e restrições operacionais, como o SUS? A partir dessa questão, o artigo apresenta uma análise integrada dos fatores técnicos, sociais e organizacionais que influenciam a telessaúde, fundamentada em evidências empíricas, e discute suas implicações para o desenvolvimento de sistemas computacionais na próxima década.

O restante desse artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta uma contextualização do tema, enquanto que a Seção 3 apresenta uma descrição de caso real de implantação de núcleo de telessaúde que reflete o grande desafio apresentado. A Seção 4 discute os desdobramentos do desafio da telessaúde e a Seção 5 apresenta os desdobramentos para a computação. Por fim, a Seção 6 conclui o artigo.

## 2.2 Contextualização do Desafio da Aplicação da Telessaúde

A área de Computação Aplicada à Saúde tem historicamente concentrado esforços no desenvolvimento de soluções tecnológicas para melhorar a qualidade, a eficiência e a acessibilidade dos serviços de saúde. No contexto da telessaúde, esses esforços têm se materializado principalmente em três frentes: interoperabilidade de sistemas, uso de inteligência artificial para apoio à decisão clínica e desenvolvimento de interfaces digitais para interação com usuários.

A interoperabilidade tem sido amplamente reconhecida como um dos principais desafios da saúde digital, e especialmente no que se refere à integração de dados provenientes de diferentes sistemas e dispositivos. Trabalhos na literatura enfatizam o uso de padrões como HL7 e DICOM como mecanismos para viabilizar essa integração [Shen et al. 2025]. No entanto, esses estudos frequentemente assumem que tais padrões são adotados de forma consistente, o que não se verifica na prática em sistemas de saúde heterogêneos, como o SUS [Puhl et al. 2026].

Outra linha relevante de pesquisa envolve o uso de inteligência artificial e aprendizado de máquina para suporte à tomada de decisão clínica em ambientes de telessaúde. Estudos recentes exploram desde triagem automatizada até análise de imagens médicas e predição de diagnósticos [Almeida et al. 2024]. Embora promissoras, essas abordagens geralmente partem do pressuposto de disponibilidade de dados estruturados e de alta qualidade, o que contrasta com a realidade observada em ambientes com baixa padronização, infraestrutura limitada e restrições na formação dos profissionais de saúde para atuação com sistemas altamente digitalizados [Puhl et al. 2026].

Além disso, a literatura também tem avançado na investigação de aspectos relacionados à usabilidade e acessibilidade de sistemas de telessaúde. Trabalhos nessa área discutem a importância de interfaces centradas no usuário, especialmente para populações com baixa alfabetização digital ou limitações cognitivas. Estudos em *Human-Computer Interaction* (HCI) aplicados à saúde destacam a necessidade de simplificação de interfaces e uso de multimodalidade [Zhang et al. 2025].

Apesar desses avanços, observa-se que grande parte da literatura aborda esses desafios de forma fragmentada, tratando interoperabilidade, inteligência artificial e usabilidade como problemas independentes. Essa abordagem desconsidera a natureza sociotécnica dos sistemas de telessaúde, especialmente em contextos caracterizados por desigualdade socioeconômica e baixa padronização estrutural. No contexto brasileiro, essa lacuna torna-se ainda mais evidente. O SUS apresenta características únicas, incluindo grande diversidade regional, variação significativa na infraestrutura tecnológica e diferentes níveis de capacitação dos profissionais de saúde. Relatórios institucionais e estudos sobre saúde digital no Brasil indicam que a implementação de soluções tecnológicas frequentemente enfrenta barreiras relacionadas à infraestrutura, organização dos serviços e capacitação profissional [Puhl et al. 2026, Comitê Gestor da Internet no Brasil 2025]. Mais recentemente, alguns trabalhos têm começado a reconhecer a importância de fatores contextuais na adoção de tecnologias em saúde, incluindo aspectos organizacionais e sociais. Esses estudos apontam que o sucesso de soluções digitais depende não apenas da tecnologia, mas também de sua adequação ao contexto de uso. No entanto, ainda há pouca investigação sobre como incorporar explicitamente essas dimensões no processo de modelagem de sistemas computacionais [Laurent et al. 2026, Rauner and Stummer 2024].

Dessa forma, identifica-se uma lacuna fundamental na literatura: a ausência de abordagens que tratem a telessaúde como um problema de modelagem de sistemas sob desigualdade socioeconômica e heterogeneidade estrutural. Em particular, há uma carência de modelos computacionais capazes de representar e adaptar-se às condições reais de operação observadas em sistemas públicos de saúde.

### **2.3 Observações Práticas na Implantação do Núcleo de Telessaúde HUAP-UFF**

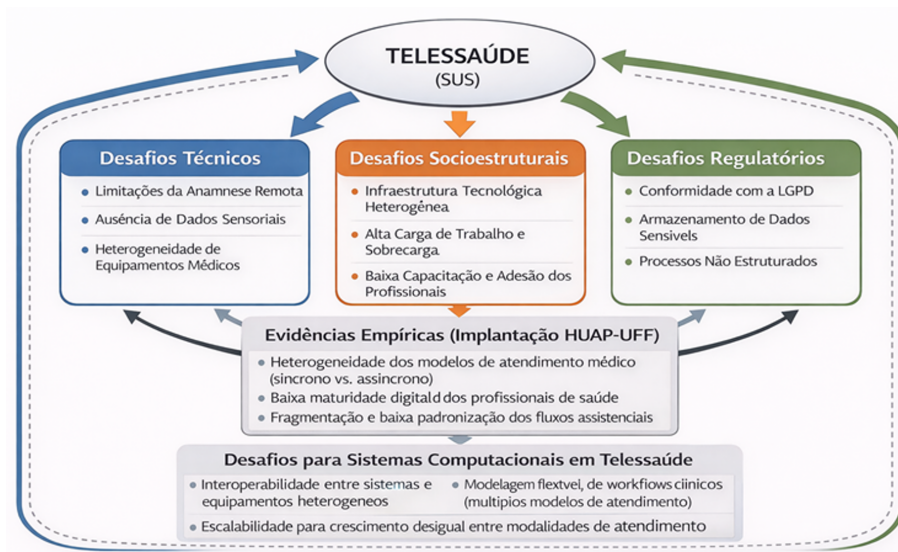
A ausência de abordagens de modelagem que considerem explicitamente a heterogeneidade e a desigualdade socioeconômica torna-se particularmente evidente quando analisada à luz de experiências reais de implantação. Nesta seção, apresenta-se a experiência do Núcleo de Telessaúde do Hospital Universitário Antônio Pedro da Universidade Federal Fluminense (NTHU).

O projeto de implantação do núcleo foi desenvolvido ao longo de três anos (2022–2025), estruturado em fases de implantação, avaliação e consolidação, com a implementação de múltiplas modalidades de telessaúde, incluindo teleconsultoria, telediagnóstico, teleconsulta, teleinterconsulta e telefarmácia. Ao longo desse período, foram realizados mais de oito mil atendimentos, permitindo uma análise abrangente do comportamento do sistema em operação real.

#### **2.3.1 Visão Sistêmica dos Desafios Observados**

A Figura 1.1 apresenta uma síntese conceitual dos desafios observados, organizados em três dimensões — técnica, socioestrutural e regulatória — e conectados às implicações para sistemas computacionais.

Nos desafios técnicos, destaca-se principalmente a heterogeneidade tecnológica. Em um ambiente de atendimento realizado entre postos de saúde da Prefeitura Municipal de Niterói e o HUAP, um primeiro desafio observado é a utilização de tecnologia nos



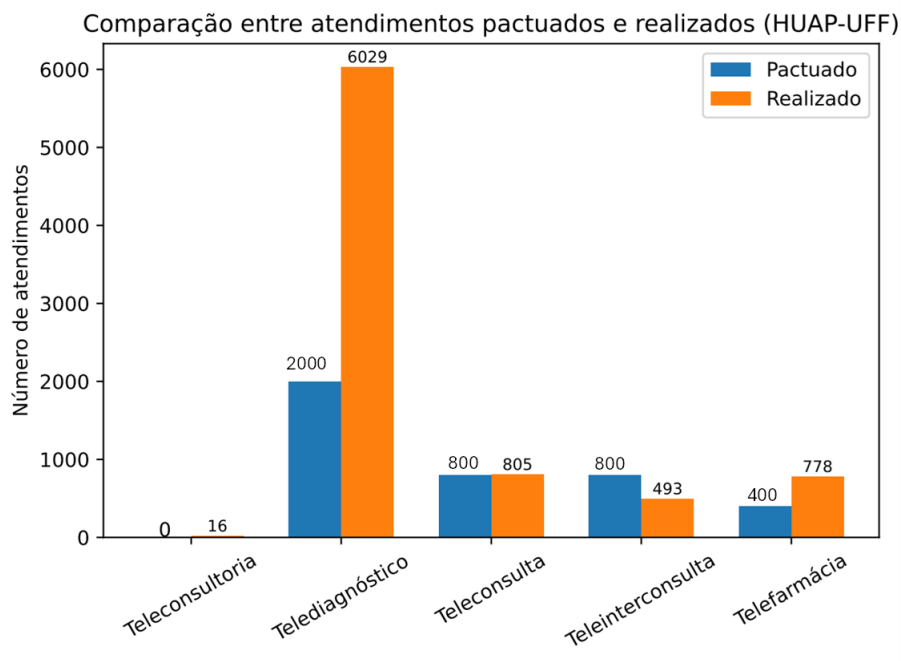
**Figura 1.1. Modelo conceitual dos desafios da telessaúde e suas implicações computacionais, baseado na experiência da implantação do NTHU.**

postos. Usualmente, os recursos computacionais não são modernos e não têm suporte multimídia. Além disso, frequentemente existem queixas sobre a qualidade e disponibilidade da conexão com a Internet. Soma-se a isso a ausência de equipamentos para exames básicos com alguma interface para gerar os resultados digitalmente, viabilizando um telediagnóstico.

Dentro da visão dos desafios socio-estruturais, encontram-se os fatores humanos que dificultam consideravelmente a implantação dos serviços. Primeiramente, além dos problemas técnicos nos postos, existe a falta de pessoal responsável por TI, de forma a dar suporte a um amplo uso de sistemas computacionais. Além disso, ao se observarem questões relacionadas às teleconsultas, nota-se que o uso dos sistemas de telessaúde é usualmente um grande desafio para boa parte da população atendida pelo SUS. As dificuldades perpassam questões de acesso à Internet, disponibilidade de equipamento multimídia com qualidade, operação da câmera durante a teleconsulta e outros. Por exemplo, muitas vezes o paciente precisava pegar um telefone emprestado ou pedir ajuda a algum parente para conseguir se conectar na teleconsulta. Em situações como essa, pode-se questionar a capacidade do paciente de resguardar seus dados privados relacionados à consulta, entre outras questões.

A partir da perspectiva das equipes de saúde, a sobrecarga assistencial já existente constitui um importante desafio para a adoção da telessaúde. Em muitos casos, realizar uma teleinterconsulta demanda mais tempo do que o atendimento direto ao paciente, desestimulando seu uso, mesmo quando poderia melhorar a qualidade do cuidado. De forma semelhante, atividades operacionais associadas ao telediagnóstico — como digitalização, envio e acompanhamento de exames — aumentam a carga de trabalho das equipes, impactando negativamente sua adoção, apesar do potencial de reduzir filas e ampliar a capacidade de atendimento.

No âmbito regulatório, destacam-se desafios relacionados ao armazenamento e



**Figura 1.2. Comparação entre serviços pactuados e executados pelo NTHU ao longo dos três anos de implantação, mostrando uma grande diferença entre as expectativas de demanda e a realidade.**

compartilhamento de dados, uso de termos de consentimento e conformidade com a LGPD. Soma-se a isso a limitada integração com sistemas do SUS, dificultando o acesso a prontuários e a continuidade do cuidado. Além disso, a ausência de diretrizes padronizadas para as diferentes modalidades de telessaúde leva cada núcleo a definir seus próprios processos, comprometendo a interoperabilidade e a reutilização de sistemas.

Em conjunto, esses aspectos evidenciam que os desafios da telessaúde não são isolados, mas resultam da interação entre fatores tecnológicos, organizacionais e socioeconômicos, impactando diretamente a forma como os sistemas são utilizados e percebidos na prática.

### 2.3.2 Resultados Quantitativos do Projeto

A Figura 1.2 apresenta a comparação entre os atendimentos pactuados e realizados no âmbito do projeto, em sua fase de implantação. A análise da tabela revela um primeiro aspecto importante: embora o número total de atendimentos tenha mais que dobrado em relação ao planejado, essa expansão não ocorreu de forma homogênea entre as modalidades.

Observa-se que o telediagnóstico apresentou crescimento expressivo, enquanto a teleinterconsulta ficou abaixo da meta. Esse contraste indica que diferentes modalidades possuem dinâmicas distintas de adoção, fortemente condicionadas por fatores operacionais e organizacionais. Em particular, a maior adesão ao telediagnóstico está diretamente associada às principais demandas da atenção básica. No município de Niterói, por exemplo, destacou-se a existência de uma grande fila para exames de imagem, cuja ampliação do atendimento foi limitada pela ausência de equipamentos com saída digital nos postos

de saúde. Além disso, quando disponíveis, os exames eram frequentemente gerados em formato PDF, em vez de padrões mais adequados para transmissão e análise de imagens médicas. Como consequência, o fluxo de atendimento precisou ser adaptado às restrições dos equipamentos existentes, evidenciando como limitações tecnológicas locais influenciam diretamente a modelagem e a efetividade dos serviços de telessaúde.

### **2.3.3 Análise dos Principais Achados**

A análise integrada dos dados quantitativos e qualitativos permite identificar um conjunto de padrões relevantes. Primeiramente, o crescimento expressivo do telediagnóstico indica que modelos assíncronos, nos quais o especialista pode analisar exames em momentos distintos, apresentam maior aderência ao contexto real. Esse resultado sugere que sistemas que exigem interação síncrona tendem a ser menos robustos em ambientes com restrições operacionais e alta carga de trabalho.

Por outro lado, a baixa adesão relativa da teleinterconsulta evidencia as dificuldades associadas a interações síncronas entre profissionais. A necessidade de coordenação de agendas, disponibilidade simultânea e infraestrutura adequada cria barreiras significativas, especialmente em contextos com recursos limitados.

A telefarmácia superou as metas estabelecidas, sugerindo a existência de demanda reprimida por serviços que não dependem de interação síncrona intensiva e que possuem fluxos mais bem definidos.

Um aspecto particularmente relevante é a teleconsultoria. Nesse serviço, os profissionais podem enviar questionamentos e discutir casos com especialistas. A expectativa inicial do Núcleo era que esse serviço fosse ter alta demanda, mas observou-se que ela, de fato, não aconteceu. Isso levou a uma revisão dos objetivos do NTHU com o Ministério da Saúde, retirando as teleconsultorias das metas. Cabe destaque que o serviço foi oferecido constantemente aos postos, mesmo sem a obrigatoriedade de projeto e, mesmo assim, não houve demanda.

### **2.3.4 Implicações dos Resultados para Modelagem de Sistemas**

Os resultados observados revelam que a operação da telessaúde no SUS não segue um comportamento uniforme, mas sim um padrão altamente heterogêneo, influenciado por fatores como disponibilidade de profissionais, infraestrutura, capacitação e organização dos serviços.

Essa variabilidade impacta diretamente a modelagem de sistemas computacionais. Em particular, os dados indicam que:

- diferentes modalidades exigem modelos de interação distintos (síncronos vs. assíncronos);
- a adesão está fortemente associada à carga operacional dos profissionais;
- a ausência de padronização resulta em múltiplos fluxos coexistindo simultaneamente; e
- sistemas precisam lidar com evolução dinâmica de demandas.

Além disso, os achados qualitativos reforçam essa análise. A baixa maturidade digital dos profissionais, a heterogeneidade dos equipamentos e a necessidade de intervenções manuais em tarefas operacionais indicam que os sistemas devem ser projetados considerando cenários de uso imperfeitos, com dados incompletos, usuários com diferentes níveis de habilidade e infraestrutura limitada.

Em conjunto, os resultados indicam que a principal limitação da telessaúde no SUS não está apenas na ausência ou precariedade de tecnologia, mas na inadequação dos modelos de sistemas às condições reais de operação.

Esses achados reforçam a tese central deste trabalho: o desafio da telessaúde deve ser entendido como um problema de modelagem de sistemas sob desigualdade socioeconômica e heterogeneidade estrutural, e não apenas como uma questão de desenvolvimento tecnológico.

## **2.4 Detalhamento do Desafio**

A análise apresentada nas seções anteriores evidencia que as limitações da telessaúde no SUS não podem ser explicadas exclusivamente por fatores tecnológicos isolados, como interoperabilidade, conectividade ou disponibilidade de sistemas. Em vez disso, os resultados indicam que o principal problema reside na inadequação dos modelos computacionais às condições reais de operação, caracterizadas por desigualdade socioeconômica, baixa padronização e restrições operacionais.

Essa constatação permite reformular o problema da telessaúde em termos mais fundamentais. Em particular, observa-se que a maioria dos sistemas atualmente utilizados é projetada com base em pressupostos implícitos de homogeneidade — incluindo fluxos de trabalho bem definidos, infraestrutura estável, dados padronizados e usuários com alta familiaridade tecnológica. No entanto, conforme evidenciado pela experiência do HUAP-UFF, tais pressupostos não se verificam no contexto do SUS.

Diante disso, destaca-se o seguinte grande desafio para a área de Computação Aplicada à Saúde: Como modelar sistemas de telessaúde capazes de operar de forma eficaz em ambientes socioeconomicamente desiguais, caracterizados por heterogeneidade estrutural, baixa padronização e restrições operacionais, como o SUS?

Esse desafio vai além da adaptação incremental de sistemas existentes e exige uma mudança de paradigma na forma como sistemas de saúde digital são concebidos. Em particular, ele implica reconhecer que a desigualdade socioeconômica não é um fator externo ao sistema, mas uma variável central que deve ser explicitamente incorporada no processo de modelagem.

### **2.4.1 Dimensões do Desafio**

A partir das evidências apresentadas, o desafio proposto pode ser caracterizado por quatro dimensões interdependentes.

A primeira dimensão refere-se à heterogeneidade dos fluxos de trabalho clínicos. Como observado na prática, diferentes modalidades de atendimento — e mesmo diferentes profissionais dentro de uma mesma modalidade — adotam estratégias distintas, variando entre modelos síncronos e assíncronos, com diferentes níveis de formalização.

Essa variabilidade inviabiliza a adoção de *workflows* rígidos e exige modelos capazes de representar múltiplos padrões de interação.

A segunda dimensão está associada à heterogeneidade de dados e dispositivos. A presença de equipamentos não padronizados, formatos proprietários e dados incompletos impõe desafios significativos para integração e processamento de informações, exigindo abordagens que tolerem inconsistências e ausência de padrões formais.

A terceira dimensão envolve a heterogeneidade dos usuários, incluindo profissionais de saúde com diferentes níveis de capacitação digital e pacientes com limitações de acesso e letramento tecnológico. Essa diversidade impacta diretamente a usabilidade dos sistemas e a forma como as interações são realizadas.

Por fim, a quarta dimensão refere-se à heterogeneidade da infraestrutura, incluindo variações na conectividade, disponibilidade de equipamentos e condições operacionais das unidades de saúde. Essa dimensão limita a aplicabilidade de soluções que dependem de condições ideais de operação.

A complexidade do problema decorre da interação entre essas dimensões. Diferentemente de desafios tradicionais da computação, que podem ser tratados de forma relativamente isolada, a modelagem de sistemas de telessaúde no SUS exige lidar simultaneamente com múltiplas formas de incerteza e variabilidade.

Além disso, o problema é agravado pela ausência de um modelo nacional estruturado para a organização dos serviços de telessaúde. Como resultado, diferentes instituições adotam soluções próprias, com fluxos e processos distintos, dificultando a criação de sistemas interoperáveis e escaláveis.

#### **2.4.2 Desdobramentos sobre os Sistemas de Telessaúde**

Do ponto de vista da computação, os desafios levantados trazem desdobramentos como problemas de modelagem de sistemas sob incerteza estrutural e restrições contextuais. Em particular, isso implica o desenvolvimento de sistemas capazes de: representar e adaptar-se a múltiplos modelos de *workflow*; operar com dados incompletos, heterogêneos e não padronizados; ajustar a interface e a interação de acordo com o perfil do usuário; funcionar de forma robusta em ambientes com infraestrutura limitada; e evoluir dinamicamente conforme novas demandas emergem.

Essas características não são plenamente atendidas pelas abordagens tradicionais de engenharia de software e sistemas de informação em saúde, indicando a necessidade de novas abstrações, arquiteturas e metodologias.

Em síntese, o grande desafio dos sistemas de telessaúde consiste em desenvolver modelos computacionais capazes de representar, adaptar e sustentar a operação de sistemas de telessaúde em contextos marcados por desigualdade socioeconômica, heterogeneidade estrutural e ausência de padronização.

A formulação desse desafio, fundamentada em evidências empíricas reais, aponta para a necessidade de uma agenda de pesquisa que transcenda abordagens tradicionais e considere explicitamente o contexto como elemento central no projeto de sistemas.

## 2.5 Novas Abordagens de Modelagem

Uma direção promissora consiste na adoção de modelos *context-aware*, nos quais o comportamento do sistema é ajustado dinamicamente com base em variáveis como disponibilidade de infraestrutura, perfil do usuário e tipo de atendimento. No entanto, diferentemente de abordagens tradicionais, esse contexto deve incluir não apenas aspectos técnicos, mas também fatores organizacionais e socioeconômicos.

Outra abordagem relevante envolve o desenvolvimento de arquiteturas modulares e evolutivas, capazes de se adaptar à introdução de novas modalidades de atendimento e à evolução dos fluxos de trabalho. Além disso, o problema pode ser abordado sob a perspectiva de sistemas resilientes, capazes de manter seu funcionamento mesmo em condições adversas, como falhas de conectividade, ausência de dados ou uso inadequado por parte dos usuários. Essa resiliência deve ser entendida não apenas como tolerância a falhas técnicas, mas como capacidade de adaptação ao contexto de uso.

### 2.5.1 Métricas e Avaliação em Contextos Reais

A avaliação de sistemas de telessaúde também precisa ser repensada. Métricas tradicionais da computação, focadas em desempenho técnico ou acurácia de algoritmos, são insuficientes para capturar a complexidade do problema de aplicar uma solução computacional em uma área sensível como a saúde. Nesse sentido, torna-se necessário incorporar métricas que reflitam o impacto do sistema no contexto real, incluindo:

- taxa de adoção da telessaúde por profissionais de saúde em diferentes contextos;
- carga operacional associada às atividades de telessaúde;
- tempo até a realização de atendimento ou de exame;
- volume de pacientes atendidos;
- tempo de fila na regulação dos pacientes da unidade;
- robustez do sistema em cenários de baixa conectividade ou infraestrutura limitada
- capacidade de integração com sistemas heterogêneos
- impacto na equidade de acesso aos serviços de saúde

Essas métricas permitem avaliar não apenas a qualidade técnica das soluções, mas também sua adequação ao contexto socioeconômico em que são utilizadas.

## 2.6 Conclusão

No contexto do Sistema Único de Saúde (SUS), o desenvolvimento de sistemas de telessaúde capazes de operar em ambientes socioeconomicamente desiguais pode contribuir diretamente para a redução de desigualdades no acesso à saúde, um dos princípios fundamentais do sistema. Ao permitir que soluções digitais sejam efetivamente utilizadas em cenários com limitações de infraestrutura, baixa padronização e diferentes níveis de

capacitação, amplia-se a capacidade do sistema de alcançar populações historicamente desassistidas. Do ponto de vista operacional, a adoção de modelos computacionais mais adequados ao contexto real pode levar a uma melhoria na eficiência dos serviços de saúde, reduzindo retrabalho, tempo de atendimento e sobrecarga dos profissionais.

No âmbito científico, o desafio delineado aponta para a necessidade de uma evolução na forma como problemas são tratados na Computação Aplicada à Saúde. Em particular, destaca-se a importância de incorporar explicitamente fatores socioeconômicos e organizacionais na modelagem de sistemas, ampliando o escopo tradicional da área e promovendo uma abordagem mais integrada e interdisciplinar.

Em síntese, este trabalho argumenta que a principal limitação da telessaúde no SUS não está na ausência de tecnologia, mas na inadequação dos modelos de sistemas às condições reais de operação. A partir dessa constatação, propõe-se um grande desafio centrado na modelagem de sistemas de telessaúde capazes de operar sob desigualdade socioeconômica, heterogeneidade estrutural e restrições operacionais.

## Referências

- [Almeida et al. 2024] Almeida, G. C., Santos, A. C. N., Soares, C. L. A., Pinto, P. C. A., Dal Bello, F. S., Boechat, Y. E. M., Seixas, F. L., dos Santos, A. A. S. M. D., Mesquita, C. T., Mesquita, E. T., Muchaluat-Saade, D. C., and Fernandes, N. C. (2024). Nova geração da telessaúde: Oportunidades, tendências e desafios. In *Anais SBC*.
- [Comitê Gestor da Internet no Brasil 2025] Comitê Gestor da Internet no Brasil (2025). *Tic saúde 2024: Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos estabelecimentos de saúde brasileiros*. Technical report, CGI.br, São Paulo.
- [Laurent et al. 2026] Laurent, S., Maller, B., and Rossi, C. (2026). Understanding patient clinician interaction patterns in telemedicine based consultations. *Qriset Indonesia Journal of Medical Science*, 1(1):33–41.
- [Ministério da Saúde 2020] Ministério da Saúde (2020). *Estratégia de saúde digital para o brasil 2020–2028*. Technical report, Ministério da Saúde, Brasília.
- [Petretto et al. 2024] Petretto, D. R., Carrogu, G. P., Gaviano, L., Berti, R., Pinna, M., Petretto, A. D., and Pili, R. (2024). Telemedicine, e-health, and digital health equity: A scoping review. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health*, 20:e17450179279732.
- [Puhl et al. 2026] Puhl, K. B., Albuquerque, L. M. F., Sousa, M. Z. B., Campos, L. A., Conceição, R. S., Costa, B. K. F., Ávila, E. S. P., Medeiros, Y. M. F., and Cavalcante, A. K. C. B. (2026). A expansão da telemedicina no brasil: oportunidades, riscos e desafios para a equidade no acesso aos serviços de saúde coletiva. *Revista Delos*, 19(76):e8187.
- [Rauner and Stummer 2024] Rauner, Y. N. and Stummer, H. (2024). The interplay of social shaping determinants and diffusion in the implementation of digital innovations in health care systems: An explanatory approach using telemedicine in germany. Available at SSRN 5070208.

[Shen et al. 2025] Shen, Y., Yu, J., Zhou, J., and Hu, G. (2025). Twenty-five years of evolution and hurdles in electronic health records and interoperability in medical research: Comprehensive review. *Journal of Medical Internet Research*, 27:e59024.

[World Health Organization 2021] World Health Organization (2021). Global strategy on digital health 2020–2025. Technical report, WHO.

[Zhang et al. 2025] Zhang, Y., Rosli, Y., and Tang, S. (2025). Scoping review of the e-health literature in older adults. *Digital Health*.

## Sobre os Autores



**Natalia C. Fernandes** é Professora Associada da Universidade Federal Fluminense (UFF), onde atualmente exerce a função de Chefe do Departamento de Engenharia de Telecomunicações. É bolsista Cientista do Nosso Estado (CNE) pela FAPERJ e possui graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado em Engenharia Elétrica pela UFRJ. Com sólida trajetória em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), coordena projetos com financiamento público e parcerias estratégicas com o setor produtivo. Sua atuação foca em Telecomunicações, Redes Sem Fio, Internet das Coisas (IoT), Smart Grids, Segurança e Saúde Digital. É coordenadora de TIC do NTHU.



**Yolanda E. M. Boechat** é médica formada pela FTESM-RJ, especialista em Geriatria e em Endocrinologia. Possui mestrado em Doenças Infecciosas e Parasitárias e doutorado em Medicina (Neurologia) pela Universidade Federal Fluminense (UFF). É professora de Geriatria da Faculdade de Medicina da UFF e atua na formação de recursos humanos em saúde do idoso, tendo coordenado a Residência Médica em Geriatria do HUAP (2009–2025). Coordena o Serviço de Geriatria/CRASI-PIGG do HUAP e o curso de pós-graduação em Gerontologia e Geriatria Interdisciplinar da UFF. Possui experiência nas áreas de envelhecimento, cognição, assistência geriátrica e multiprofissional, riscos da hospitalização e telessaúde.



**Aluísio Gomes da Silva Junior** é graduado em Medicina pela UFF (1981) e Doutorado em Saúde Pública pela ENSP-FIOCRUZ (1996). Desde 1983, é Professor da UFF. Atualmente é Professor Titular do Departamento de Planejamento em Saúde do Instituto de Saúde Coletiva da UFF, Líder do Grupo de Estudos de Gerência e Ensino em Saúde- GEGES - ISC-PROPPi-UFF(GP CNPq) , Pesquisador associado do Laboratório de Pesquisas Sobre Práticas de Integralidade em Saúde- LAPPIS-IMS-UERJ (GP CNPq) e Pesquisador Associado do Observatório de Recursos Humanos em Saúde-UFMG (GP-CNPq). É membro do comitê gestor da Rede de Pesquisas em Atenção Primária à Saúde -ABRASCO. Tem experiência na área de Saúde Coletiva e Gestão em Saúde.