

# Desenvolvendo uma solução de transmissão de mídias de baixo custo para o auxílio ao diagnóstico com imagens holográficas

André L. de O. Fonseca<sup>1</sup>, Natalia C. Fernandes<sup>1</sup>, René P. Filho<sup>1</sup>,  
Ricardo C. Carrano<sup>1</sup>, Yolanda E.M. Boechat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NETAv – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói–RJ

<sup>2</sup>HUAP – Faculdade de Medicina, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói–RJ  
netav@vm.uff.br

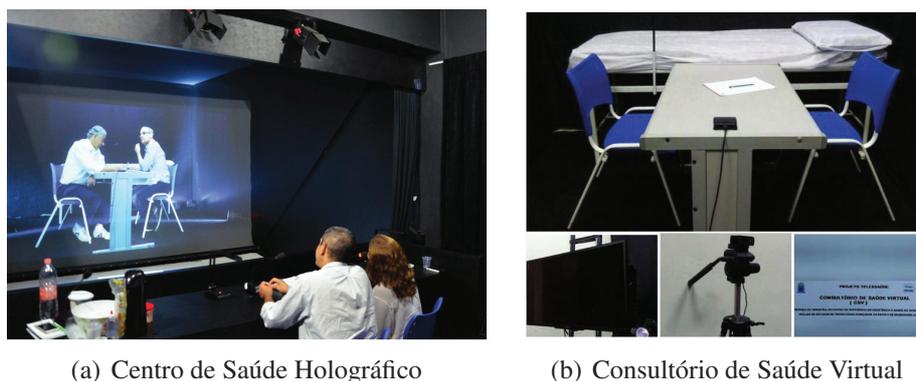
**Abstract.** *This article describes the main challenges of implementing a holographic telepresence transmission system with low cost, flexible, and secure. The main focus of the system is to provide specialized service to remote locations through bidirectional audio and video streaming, whether by physical cable or by satellite, depending on an available infrastructure. The key idea of the environment is to promote user immersion in a real medical care. Besides, it should provide additional views for exams of different medical specialities.*

**Resumo.** *Este artigo descreve os principais desafios para implantar um sistema de transmissão para telepresença com holografia de baixo custo, flexível e seguro. O principal foco do sistema é prover atendimento especializado a locais remotos através de transmissão bidirecional com streaming de áudio e vídeo, seja meio físico terrestre ou via satélite, dependendo a infra-estrutura disponível. A proposta chave do ambiente é realizar a imersão do usuário em um atendimento médico. Além disso, o sistema deve prover visões adicionais para diferentes tipos de especialidades médicas.*

## 1. Introdução

De acordo com a Conselho Federal de Medicina (CFM) [Scheffer et al. 2015], o Brasil, em 2015, atingiu uma taxa de 2,11 médicos por 1000 habitantes. Entretanto, embora seja um número alto, a distribuição é desigual entre as regiões do país [CREMESP 2012]. Por exemplo, na região norte, tem-se uma média de 1 médico para cada 1000 habitantes [Scheffer et al. 2015]. Existem muitas localidades do país com baixa densidade demográfica que estão com falta de médicos, deixando a população sem atendimento especializado. Levando em conta esse cenário, foi proposto o projeto de Telessaúde com Holografia da UFF [Dal Bello 2016]. O objetivo principal do projeto é prover atendimento especializado a locais remotos, visando inicialmente atender a população do interior do Brasil onde o atendimento de saúde é precário, em especial na Amazônia.

A proposta do ambiente é trazer a sensação de imersão de um atendimento real para os médicos que estão auxiliando a consulta em um ponto geograficamente remoto, levando a sensação que o paciente está no mesmo local que a junta médica especializada [FAPERJ 2017]. Sendo assim os médicos podem perceber movimento, reações e outros fatores que possam auxiliar o diagnóstico ou orientar o profissional no ambiente de atendimento remoto. O sistema de atendimento consistem em dois ambientes: Centro de Saúde Holográfico (CSH) – Figura 1(a) e Consultórios de Saúde Virtual (CSV) – Figura 1(b), [Fonseca et al. 2017].



**Figure 1. Sistema de Telepresença Holográfico da UFF [FAPERJ 2017]**

O CSH é o local onde a junta médica se reúne para prestar atendimento especializado aos consultórios remotos. É no CSH que é feita a projeção da imagem holográfica. A tecnologia é conhecida como *Pepper's Ghost* e, embora não gere efetivamente hologramas, produz uma imagem tridimensional do consultório remoto [Fonseca et al. 2017]. Nessa sala, existe um conjunto de equipamentos como microfones direcionais para captura do áudio, mesa de som para controle do áudio capturado, mesa de iluminação para controle das luzes do ambiente, um computador, um projetor com definição *Full HD* para reproduzir a imagem holográfica e uma tela em material transparente para projeção da holografia. O CSV é o local onde um profissional da saúde realiza a consulta com um paciente, auxiliado pela junta médica especializada. A sala possui algumas paredes e pisos pretos, pois trata-se de um requisito para produzir o efeito 3D na holografia. Além disso, há a necessidade de uma iluminação especial, para evitar sombras no rosto e nas pernas do paciente.

A solução de transmissão proposta inicialmente no projeto [Dal Bello 2016], contudo, se mostrou inviável economicamente, pois dependia de câmeras profissionais e codificadores de alto custo, tornando a construção dos CSVs muito onerosa. Além disso, faltava a criação de um ambiente seguro e facilmente expansível e não existia nenhum tipo de apoio aos exames. Dado esse cenário, surgiu o desafio de se construir um novo sistema de transmissão para o telessaúde.

## 2. Levantamento de requisitos do sistema

Para desenvolver o sistema de transmissão, foi feito um levantamento de requisitos do sistema dos CSVs e do CSH:

- **Limite de recursos:** uma das principais aplicações do sistema é prover atendimento a locais remotos na Amazônia. Contudo, esses locais não costumam ter infraestrutura de rede, sendo necessária a comunicação por satélite e com baixa banda disponível, dado o custo desse recurso.
- **Comunicação em tempo real:** dado que é um sistema de telepresença, a latência é um parâmetro que requer muita atenção. Idealmente deveria se situar abaixo de 150 ms (meio cabeado); porém o uso de sistemas por satélite impõe um patamar mais elevado.
- **Comunicação bidirecional:** os médicos e pacientes usuários do sistema apresentaram o requisito de transmissão de não apenas áudio, mas também imagem

bidirecional.

- **Segurança:** a transmissão de consultas e exames médicos depende de sigilo, pois são dados extremamente sensíveis.
- **Infra-estrutura modular:** equipamentos e dispositivos para auxiliar nos diagnósticos com a junta médica especializada são necessários. O sistema deve ser capaz de incorporar novas formas de captura de mídia com simplicidade e sem trazer dificuldades de uso para os médicos.

### 3. Sistema de Transmissão para Telepresença com Holografia

#### 3.1. Projeto de hardware do CSV

Um primeiro ponto importante é definir um conjunto de hardware de baixo custo para o CSV, pois espera-se a instalação de diversas unidades em locais com pouca infraestrutura, de difícil acesso e com poucos recursos para investimento. Assim, definiu-se que os equipamentos usados no consultório remoto são: uma mesa e uma maca para o atendimento médico, um computador para decodificação e codificação do *streaming* de áudio e vídeo, uma *webcam* com definição *full HD* para captura de vídeo, um microfone de ambiente para captura do áudio, caixas de som e uma TV para exibir a junta médica localizada do CSH.

O uso da *webcam full HD* com codificador H.264 foi de essencial importância para substituir as câmeras profissionais e os codificadores. É importante observar que a baixa disponibilidade de banda impede o uso de altas taxas de transmissão, o que desqualifica a necessidade de alguns tipos de equipamento de captura. De fato, os testes com a equipe médica mostraram que os usuários não perceberam a diferença entre o uso dos equipamentos antigos e dos novos. O resultado obtido com esse projeto pode ser observado na Figura 1.

#### 3.2. Software para transmissão de imagens e som

Para realizar a videoconferência, foi feita uma pesquisa de ferramentas e optou-se pelo uso do software livre GStreamer<sup>1</sup>. Esse software permite o uso de diferentes fontes de vídeo e áudio, além de permitir escolher parâmetros como taxa de transmissão, uso de TCP ou UDP, tamanho de buffer, tipo de codificação, entre diversos outros. Assim, ele apresenta a flexibilidade necessária para lidar com o ambiente de transmissão desafiador. Outro ponto interessante é que esse software gera baixos atrasos e mantém uma boa qualidade na imagem.

Utilizando uma transcodificação em H.264, o GStreamer foi configurado para mudar a taxa de transmissão da câmera para o disponível em cada localidade. Assim, esse é um parâmetro de configuração do sistema proposto, pois cada CSV tem uma quantidade de banda disponível diferente. Com relação à latência, observou-se na média um atraso de cerca de 200 ms (testes em laboratório) [Fonseca et al. 2017], o que é tolerável para a interação entre profissionais de saúde e paciente.

#### 3.3. Modularidade e flexibilidade

Outro ponto importante foi a adição de pontos de acesso sem fio com OpenWRT no CSV e no CSH. Esses pontos de acesso permitem a integração de novos tipos de sistema de

---

<sup>1</sup><https://gstreamer.freedesktop.org/>

transmissão, além de integrar toda a configuração de conexão a um baixo custo. Um exemplo é o uso do celular como meio auxiliar de diagnóstico. Nesse caso, solucionou-se o problema para diagnóstico com imagens dermatológicas no CSV com softwares de conexão ponto-a-ponto no celular [Fonseca et al. 2017]. Esse celular se conecta no ponto de acesso, disponibilizando dados para o CSH. Outras soluções semelhantes podem ser facilmente integradas ao sistema.

### 3.4. Segurança

O vídeo e o áudio gerados no CSV e no CSH são transmitidos entre os dois locais por pontos de acesso com OpenWRT, utilizando uma *Virtual Private Network* (VPN), que é uma rede segura e transparente que garante confidencialidade, autenticidade e integridade dos dados [Fonseca et al. 2017]. Assim, para que o CSV entre no sistema, ele precisa receber credenciais para a VPN, garantindo que apenas quem está no CSH poderá observar os dados transmitidos.

### 3.5. Operação e solução remota de problemas

Uma vez que os CSVs ficam em localidades remotas, torna-se importante o diagnóstico e a solução de problemas à distância. Para tanto, os equipamentos do CSV podem ser acessados por SSH via VPN. Além disso, os computadores proveem ainda acesso via VNC, para que o operador do CSH possa acionar e ajustar o sistema remotamente.

## 4. Conclusão

Apesar das dificuldades e barreiras encontradas no desenvolvimento do ambiente de transmissão, o Sistema de Telepresença Holográfico da UFF tem se mostrado apto a auxiliar atendimento remoto especializado. Cabe observar que o sistema ainda está em processo de implantação, necessitando de mais pesquisa e cooperação em diversas áreas do conhecimento.

## Bibliografia

- CREMESP (2012). Demografia Médica no Brasil: Estudo De Projeção “Concentração de Médicos no Brasil em 2020”. Technical report, Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo, Conselho Federal de Medicina.
- Dal Bello, J. C. R. (2016). Implantação e execução de sistema holográfico em centro de saúde da uff vinculado a ações de saúde com a marinha do brasil (projeto telessaúde). Technical report, Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ. Apoio com FAPERJ.
- FAPERJ (2017). Saúde ao vivo, a cores e em 3D. *Rio Pesquisa*, (38):26–28. Ano IX.
- Fonseca, A. L. d. O., Beaklini, A. C., Vale, E. R., Filho, R. P., Dal Bello, J. C. R., Boechat, Y. E., Carrano, R. C., and Fernandes, N. C. (2017). Interiorização da medicina utilizando um Sistema de Telepresença Holográfico. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: Workshop do CT-Vídeo*, Gramado, Rio Grande do Sul - RS. Sociedade Brasileira de Computação (SBC).
- Scheffer, M., Cassenote, A., and Biancarelli, A. (2015). *Demografia Médica no Brasil 2015*. Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo, Conselho Federal de Medicina, São Paulo - SP.