

Experiência de Uso da Arthron na Transmissão de Cirurgias em Tempo-Real para Telemedicina

Sarah Soares de Oliveira², Bruno de Araújo Santos², Elenilson Vieira da Silva Filho^{1,2}, Marcello Galdino Passos^{1,2}, Erick Augusto Gomes de Melo², Gustavo Henrique Matos Bezerra Motta¹, Tatiana Aires Tavares^{1,2}, Guido Lemos de Souza Filho^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba (PPGI/UFPB)

²Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital da Universidade Federal da Paraíba (LAVID/UFPB)

{elenilson, marcello, brunosantos, sarah, erick, tatiana, guido}@lavid.ufpb.br, gustavo@di.ufpb.br

Abstract. *The use of information and communication technologies supporting telemedicine facilitates the interaction between health professionals in geographically distinct locations and provides a collaborative scenario that enables the exchange of medical information. The transmission of media streams over high-speed networks contributes to better teaching in distance education allowing, in telemedicine, a real scenario visualization of a clinical case. The aim of this paper is to present the Arthron 2.0, a distributed software tool for management and secure transmission of media streams in telemedicine, its components and mainly the experiences using this tool in transmissions of real-time surgeries.*

Resumo. *O uso de tecnologias da informação e comunicação no suporte à Telemedicina facilita a interação entre profissionais da saúde em localidades geograficamente distintas e produz um cenário colaborativo que viabiliza a troca de informações médicas. A transmissão de fluxos de mídia sobre redes de alta velocidade contribui para uma melhor didática no ensino à distância, e em Telemedicina permite visualização do cenário real de um caso clínico. O objetivo desse artigo é apresentar a Arthron 2.0, uma ferramenta distribuída de software para gerenciamento e transmissão segura de fluxos de vídeo no contexto de Telemedicina, apresentar seus componentes e principalmente as experiências do uso dessa ferramenta na transmissão de cirurgias em tempo real.*

1. Introdução

O Ministério da Saúde é responsável pela Política de Educação na Saúde que inclui, entre suas várias ações, a utilização das modernas tecnologias de informação e comunicação, visando à qualificação da atenção à saúde. A Portaria nº 35 de 04 de

janeiro de 2007 institui, no âmbito do Ministério da Saúde, o Programa Nacional de Telessaúde, com o objetivo de desenvolver ações de apoio à assistência à saúde e sobretudo, de educação permanente de Saúde da Família, visando à educação para o trabalho e, na perspectiva de mudanças de práticas de trabalho, que resulte na qualidade do atendimento da Atenção Básica do SUS [Portal Telessaúde Brasil, 2012].

O principal objetivo do Telessaúde Brasil é melhorar a qualidade do atendimento da Atenção Básica no Sistema Único de Saúde, por meio da ampliação da capacidade de ação das equipes de Saúde da Família, utilizando tecnologia que permite promover a teleeducação, a teleassistência e a regulação do sistema [Bernardine et al., 2009].

A Estratégia do Telessaúde Brasil consta na implantação de uma infraestrutura de informática e de telecomunicação para o desenvolvimento contínuo a distância dos profissionais das equipes de Saúde da Família, a partir da utilização de “multimeios” (biblioteca virtual, videoconferência, canais públicos de televisão, vídeo streaming e chats), bem como a estruturação de um sistema de consultoria e segunda opinião educacional entre especialistas em Medicina de Família e Comunidade e preceptores de Saúde da Família, profissionais da Atenção Básica e instituições de Ensino Superior. Desta forma a prioridade é ter a segunda opinião realizada pelos profissionais mais experientes na área, ficando aberta a possibilidade de atuação dos demais especialistas.

Entre os centros acadêmicos, a RUTE, uma iniciativa que visa apoiar o aprimoramento da infraestrutura para Telemedicina, bem como promover a integração de projetos entre as instituições participantes. A Rute é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia, apoiada pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pela Associação Brasileira de Hospitais Universitários (Abrahue), sob a coordenação da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).

A RUTE implementa a infraestrutura de comunicação em hospitais universitários e de ensino nas 53 maiores cidades do Brasil, cobrindo todos os estados e permitindo o estabelecimento de Núcleos de Telemedicina e Telessaúde com investimentos em equipamentos, conectividade e preparação do ambiente. O principal objetivo do projeto é permitir que todos os hospitais participantes utilizem a RNP de forma a operar aplicações, incluindo web e videoconferência para intercâmbio de informação, discussões, estudo de casos, educação contínua, segunda opinião formativa e teleconsulta, criando uma base para a colaboração entre hospitais e treinando pessoal para colaboração remota.

Neste artigo apresentamos uma experiência em Telemedicina realizada em um dos pontos da rede RUTE, o Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Essa experiência utiliza a ferramenta Arthron [Melo, 2010] para dar suporte às atividades de ensino a distância e capacitação assistida através da transmissão de cirurgias em tempo-real e de forma colaborativa. Para tanto, são apresentadas uma visão geral da ferramenta, uma descrição de seus componentes, algumas considerações sobre seu desenvolvimento, as experiências realizadas na transmissão de cirurgias em tempo real e, por fim, serão feitas as considerações finais.

2. A ferramenta Arthron

A Arthron é uma ferramenta de gerenciamento remoto que permite a captura e a distribuição de múltiplos fluxos simultâneos de mídia. Na sua versão 1.0 [Melo, 2010] a ferramenta prioriza o apoio a manifestações de caráter artístico onde fluxos de áudio e vídeo são transmitidos e chaveados simultaneamente. A Figura 1 apresenta a arquitetura de software da Arthron 1.0 onde podemos observar seus principais módulos, são eles: Gerente (atual Articulador), Codificador, Decodificador e Proxy (atual Refletor).

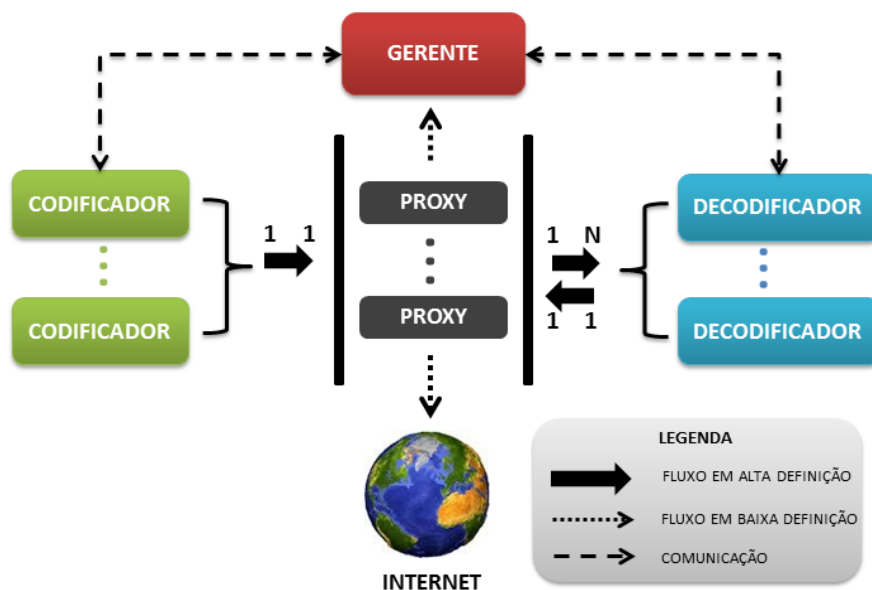


Figura 1. Arquitetura da Arthron 1.0. Adaptada de Melo (2010)

O módulo Codificador é responsável pela captura, codificação e distribuição de uma fonte de mídia, fonte essa que tem como destino um ou mais Decodificadores, módulo responsável pela captura de um único fluxo de mídia, fazer a decodificação e exibição. Os fluxos podem ser transmitidos através dos protocolos UDP e HTTP. O Gerente é o principal módulo da Arthron 1.0 e agrupa funcionalidades de gerenciamento e controle de Codificadores e Decodificadores.

Para dar suporte a atividades essenciais em sistemas de Telemedicina foi utilizada a versão 2.0 da ferramenta. Para acomodar as novas funcionalidades na Arthron 2.0 a arquitetura apresentada na Figura 1 evoluiu dando lugar a nova arquitetura apresentada na Figura 2, onde é possível verificar os novos módulos da ferramenta: WebService, VideoRoom e Refletor.

O módulo WebService é responsável pela segurança e permite que todos os módulos enviem e recebam fluxos criptografados. O módulo VideoRoom agrupa as funcionalidades de um Codificador e vários Decodificadores com o princípio de facilitar a vídeo colaboração. Já o módulo VideoServer facilita a transmissão HTTP de fluxos de vídeo em baixa definição para a web. Por fim, o módulo Gerente, agora denominado Articulador, sofreu alterações para controlar diferentes transmissões simultâneas denominadas Sessão, que é o agrupamento de componentes da Arthron em uma transmissão colaborativa e é o ponto chave para a segurança implantada na ferramenta. O esquema de segurança consiste em ter, entre os usuários agrupados em uma Sessão, uma chave de criptografia simétrica compartilhada com a finalidade de aplicar essa

operação aos fluxos de mídia transmitidos. A Sessão pode ser pública, ou seja, qualquer usuário pode participar, ou moderada, quando apenas usuários convidados pelo seu proprietário participam. Apenas os usuários participantes de uma Sessão tem acesso à sua chave, impedindo que intrusos tenham acesso ao conteúdo criptografado com o algoritmo AES [Vieira, 2011].

O Proxy mudou de nome e passou a ser chamado de Refletor, essa mudança serve para contextualizar melhor as funções desse módulo. Acompanhando a evolução na qualidade dos vídeos utilizados e, diferente da Arthron 1.0 que suportava vídeos com resoluções até SD (720x480), a Arthron 2.0 não tem mais essa limitação e agora é possível fazer a transmissão de vídeos Full HD (1920x1080). A ferramenta foi desenvolvida para funcionar em Sistemas Operacionais GNU/Linux e, por ter o VLC como base, pode fazer todas as capturas que esse player suporta.

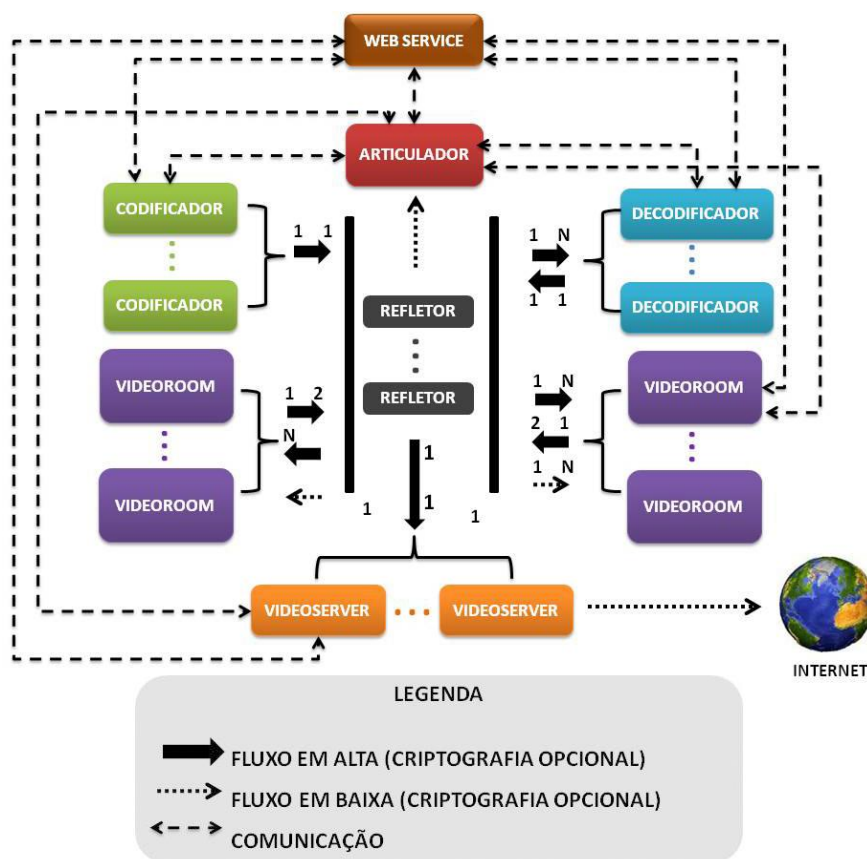


Figura 2. Arquitetura da Arthron 2.0

2.1. WebService

O WebService é o módulo que gerencia usuários, autenticações e sessões e é responsável pelo armazenamento dos dados do perfil do usuário e do histórico das sessões. Um arquivo de configuração do componente define os detalhes da comunicação, e os dados são enviados e recebidos pelas aplicações através de documentos no formato XML. No contexto de Telemedicina, esse componente acomoda facilmente a necessidade da Arthron de gerenciar várias cirurgias independentes dentro de um mesmo ambiente hospitalar, restringindo a transmissão dos vídeos somente aos usuários autorizados.

2.2. VideoRoom

O VideoRoom é um agente para videoconferência, composto por um Codificador e n Decodificadores, com a finalidade de prover a comunicação simultânea de vários usuários. Este componente permite que o usuário envie um fluxo de vídeo e receba vários outros. Os fluxos atribuídos pelo articulador ficam dispostos na tela, de modo que o operador do componente escolha qual deles é exibido em alta definição, enquanto os outros são exibidos em baixa definição. A Figura 3 ilustra a *interface* do VideoRoom.



Figura 3. Interface do VideoRoom

2.3. VideoServer

A função do VideoServer é transmitir vídeos em baixa definição e em vários formatos para clientes web. Para que isso aconteça, o componente é associado com um Codificador, Decodificador ou VideoRoom e é responsável por receber seu fluxo, realizar a transcodificação do conteúdo original para resoluções, taxas e codificações aceitável para uma transmissão http para a internet, publicado potencialmente em uma página da web, página essa que pode ser gerada automaticamente pela ferramenta.

2.4. Articulador

O Articulador continua sendo o módulo mais ativo da ferramenta, sendo responsável pelo gerenciamento dos componentes e pelo monitoramento de todo o sistema. Sua principal adição de funcionalidade foi a possibilidade de criação e gerenciamento de diversas Sessões de maneira simultânea, permitindo ao usuário o controle de transmissões de várias cirurgias ao mesmo tempo, sendo possível abrir, criar, fechar e moderar essas Sessões.

No controle do VideoRoom, este módulo é apresentado tanto na aba de Codificadores quanto na aba de Decodificadores e é possível adicionar ou remover os fluxos que estão sendo exibidos em alta ou em baixa definição, sendo possível

acompanhar todos os vídeos sendo exibidos por esse módulo. Na Figura 4 é apresentada graficamente uma tela de execução do componente Articulador, no qual estão conectados Codificadores, Decodificadores e VideoRooms.

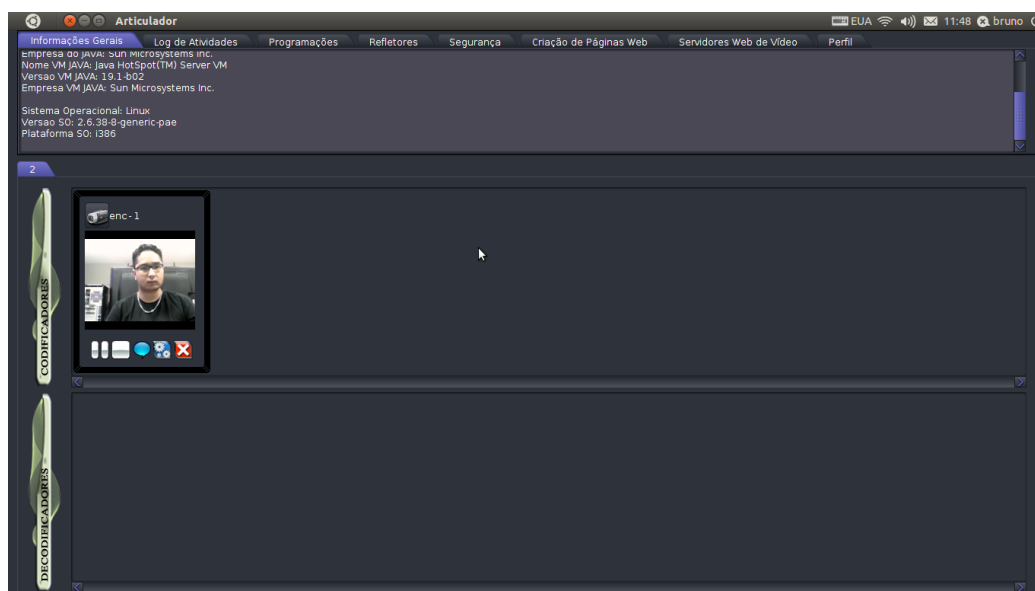


Figura 4. Interface de um Articulador conectado a um Codificador

3. Experiências Realizadas

A utilização da Arthron na Telemedicina envolve uma proposta para transmissão de cirurgias em dois hospitais universitários da rede RUTE: o Hospital Universitário da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e o da UFPB. Em ambos os casos é exigida a gerência remota e a captura e distribuição segura de múltiplos fluxos simultâneos (vídeo, áudio e parâmetros clínicos).

Nesta seção são detalhados dois experimentos realizados com o uso da ferramenta Arthron. O primeiro deles é a transmissão de cirurgias dentro do HULW para que residentes e alunos possam acompanhar as cirurgias em tempo real da Sala de Telemedicina do Hospital. O segundo experimento apresentado é uma transmissão de cirurgia colaborativa envolvendo médicos em pontos geograficamente distintos.

3.1. Transmissão de Cirurgia no Hospital W

No HULW, da UFPB, a Arthron já foi utilizada para transmissão cirúrgica. Nas experiências realizadas foram feitas a transmissão de múltiplos fluxos entre a sala de cirurgia, onde o procedimento cirúrgico foi realizado, a sala de Telemedicina, onde alunos e professores acompanhavam e interagem com o procedimento em tempo real.

O procedimento transmitido foi uma cirurgia de hérnia inguinal utilizando videolaparoscopia conforme pode ser observado na Figura 5. Neste experimento um cirurgião executou a cirurgia enquanto outro médico acompanhava o procedimento com seus alunos na sala de Telemedicina do HULW conforme pode ser observado na Figura 6. Os médicos poderiam interagir através de áudio e imagem a qualquer momento da cirurgia, dessa forma a condução da aula tornou possível o acompanhamento remoto de

todo procedimento. Duas câmeras foram utilizadas durante o experimento: a endocâmera (visão interna) e uma câmera externa na sala de cirurgia.

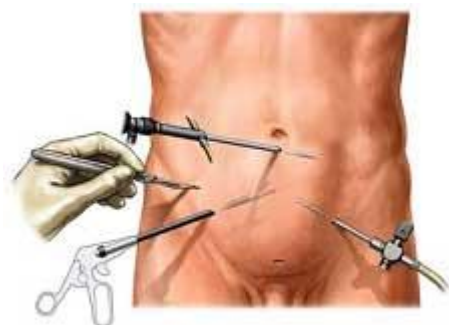


Figura 5. Visão esquemática da cirurgia



Figura 6. Visão da sala de Telemedicina

A Figura 7 exibe o Articulador, módulo que gerencia os fluxos capturados pelos Codificadores e exibidos pelos Decodificadores onde podemos observar os fluxos que são manipulados durante a cirurgia.

A sala de cirurgia e a sala de Telemedicina enviavam e recebiam fluxos, o que permitia uma interação entre os participantes das duas salas. Um fluxo multimídia era capturado na sala de Telemedicina e exibido na sala de cirurgia e dois fluxos multimídia eram capturados na sala de cirurgia e exibidos na sala de Telemedicina, porém apenas um era exibido por vez. Esses fluxos eram chaveados de acordo com a necessidade dos participantes em visualizar o procedimento cirúrgico de diferentes ângulos. Os pesquisadores no Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAViD) acompanhavam os acontecimentos de ambas as salas, porém não enviavam fluxo para nenhuma delas.

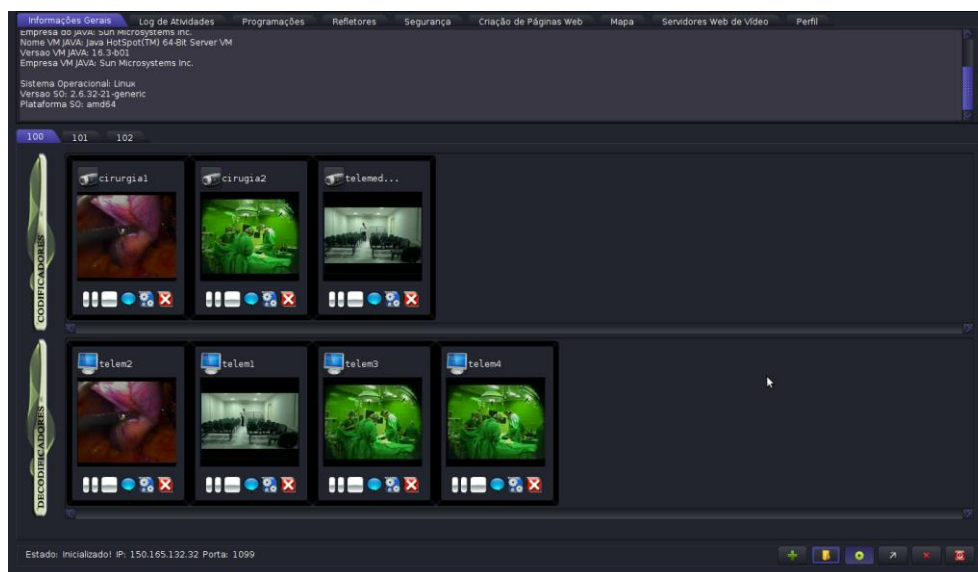


Figura 7. Articulador gerenciando a transmissão de uma cirurgia no Hospital Universitário W da UFPB

As impressões do experimento realizado foram de boa avaliação entre médicos, alunos e pesquisadores do LAViD. Foi gerada uma expectativa para atividades similares e a possibilidade da adoção do método como parte das aulas realizadas no hospital.

3.2. Transmissão de Cirurgia Colaborativa

Estamos denominando transmissão de cirurgia colaborativa uma transmissão de cirurgia em tempo-real com a participação e interação de médicos a distância. Nesse contexto realizamos uma experiência durante a cerimônia de inauguração da nova capacidade da rede IPê da RNP, realizada na Biblioteca Nacional de Brasília, que contou com a participação da UFPB, da Universidade Federal de Tocantins (UFT) e da UNIFESP. A transmissão ainda contou com a participação de integrantes da RNP utilizando o VideoRoom na sede da empresa no Rio de Janeiro-RJ. Houve interação em tempo real entre os participantes remotos, o médico, que realizava a cirurgia na Paraíba e os participantes do evento em Brasília.

Um ponto importante a destacar foi a integração da ferramenta à rede utilizada para vídeo conferências com equipamentos Tandberg [Tandberg, 2012] conectados através de uma MCU [Tandberg, 2012]. Isso mostra que a Arthron pode ser utilizada não como substituição do que já existe, mas como complementação dessa rede. O esquema da transmissão pode ser observado na Figura 8.

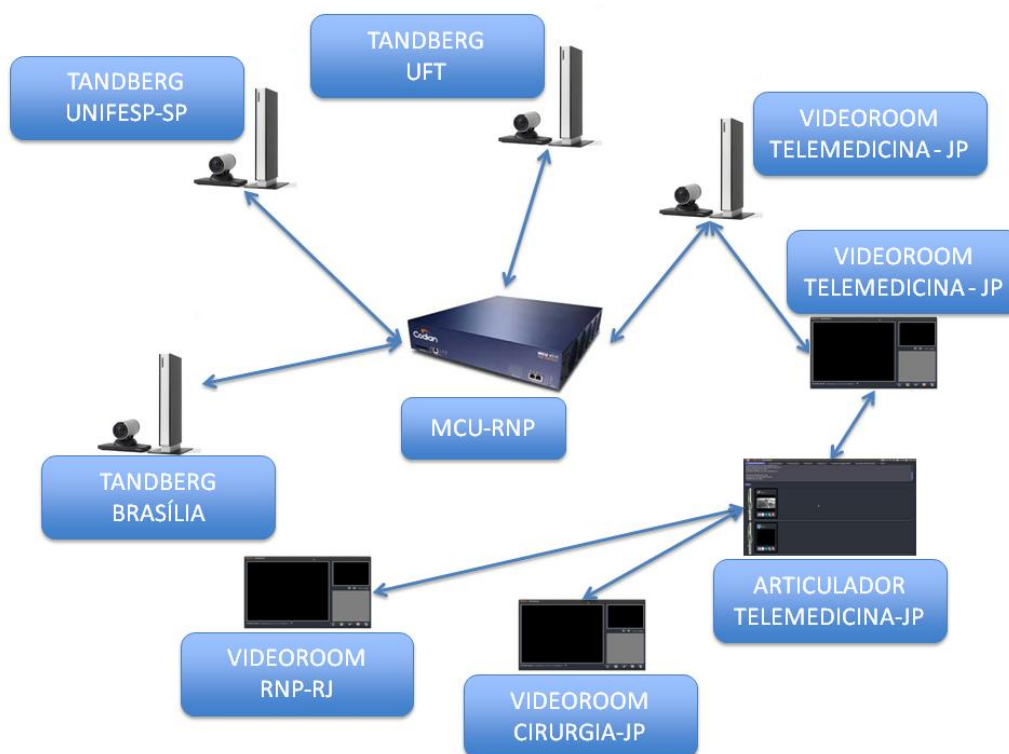


Figura 8. Esquema de transmissão da utilização da ferramenta

3.3. Discussão

Como é possível observar nas experiências supracitadas, o uso de ferramentas baseadas em software é uma alternativa viável para transmissão de cirurgias ou procedimentos médicos em tempo-real. Uma das principais vantagens dessa estratégia é a implantação de ambientes com infraestrutura heterogênea (integrando diferentes plataformas de software e hardware).

Além disso, é importante destacar o potencial de uso como um serviço da ferramenta Arthron. A adoção desse paradigma (“*as a service*”) diminui a complexidade de uso e, especialmente, de configuração da infraestrutura viabilizando sua adoção em larga escala. Todavia, observou-se que métricas para garantia de segurança ainda devem ser investigadas, procurando manter qualidade de atendimento de serviço e robustez do serviço.

Por fim, merece destaque a aceitação da ferramenta no âmbito de um hospital universitário, uma vez que aulas podem adotar um recurso muito mais realista sem impactar no dia-a-dia do atendimento hospitalar.

4. Considerações Finais

No âmbito da Telemedicina, ferramentas para transmissão multimídia representam agentes intermediadores que devem suprir as necessidades de envio e recepção de fluxos de mídia de cirurgias em tempo real, com os objetivos principais de educar profissionais da área médica e promover a colaboração em saúde. A Arthron oferece toda a

infraestrutura necessária para capturar, gerar, transmitir e gerenciar esses fluxos de maneira segura, já que imagens médicas pessoais estão envolvidas na transmissão.

As experiências do uso dessa ferramenta na transmissão de cirurgias em tempo-real para Telemedicina possibilitaram o acompanhamento remoto das cirurgias por alunos e profissionais da saúde em localidades distintas e permitiram a interação entre os envolvidos. Assim, pretende-se realizar em breve uma avaliação da Arthron para obter informações sobre alguns aspectos do sistema, como usabilidade, e dessa maneira levar a ferramenta a um nível cada vez mais aceitável pelos usuários.

5. Agradecimentos

Agradecemos à RNP e ao Hospital Universitário onde realizamos os experimentos supracitados pela colaboração que possibilitou a realização desse trabalho.

Referências

- Portal Telessaúde Brasil e Bvs Aps. Ministério da Saúde (2012) “Uma ação nacional de parceria entre os Ministérios da Saúde, Ciência e Tecnologia e Educação” Disponível em:
<<http://www.telessaudebrasil.org.br/php/level.php?lang=pt&component=42&item=1>>. Consultado em [28 de fevereiro de 2012].
- Bernardine, M., Oliveira, A. M. B., Oliveira, I. R. de. (2009) “Implantação do projeto nacional de telessaúde utilizando redes tolerantes a atrasos e desconexões”, Congresso Brasileiro de Telemedicina e Telessaúde.
- Melo, E. A., Pinto, A.A., Silva, J. C. F., Toscano, R. N., Tavares, T. A., Lemos, G. S. F. (2010) “ARTHRON 1.0: Uma Ferramenta para transmissão e gerenciamento remoto de fluxos de mídia”, Salão de Ferramentas do SBRC, Gramado.
- Vieira, E. S. F., Ferreira, A. V. A., Silva, J. C. F., Passos, M. G., Melo, E. A. G., Tavares, T. A., Motta, G. H. M. B. Lemos, G. S. F. (2011) “Estratégia de Segurança para Transmissão de Fluxos de Mídia em Alta Definição”, Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web – WebMedia.
- Silva, J. C. F. , Passos, M., Tavares, T. A., Lemos, G. S. F. (2011) “STYLO: Um Framework Voltado para o Desenvolvimento de Aplicações Baseadas em Vídeo Digital”, Workshop de Teses e Dissertações do Webmedia, Florianópolis.
- Iperf. Disponível em <<http://iperf.sourceforge.net/>>. Consultado em [28 de fevereiro de 2012].
- Vlc media player 1.1.9. Disponível em <<http://www.videolan.org/vlc>>. Consultado em [01 de março de 2012].
- TandBerg. Disponível em <<http://www.tandbergbrazil.com>>. Consultado em [3 de março de 2012].
- DVGrab. Disponível em < <http://freecode.com/projects/dvgrab>>. Consultado em [4 de março de 2012].