

TRANSMISSÃO E GRAVAÇÃO EM TEMPO REAL E EM ALTA DEFINIÇÃO COM O USO DO DVTS NA DEMONSTRAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE ACESSO CIRÚRGICO REALIZADOS EM EVENTO DE NEUROCIRURGIA

Luís Fernando Cozin

Analista de Sistemas na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da Universidade de São Paulo (USP) e Mestre em Ciências – Área de Ciências de Computação e Matemática Computacional, enfoque em Computação Gráfica e Processamento de Imagens e também Especialização em Ciências da Computação pela Universidade de São Paulo e Bacharel em Matemática pelo IGCE-UNESP Rio Claro.
lfcozin@fmrp.usp.br.

Sidney Porcincula

Técnico de Informática na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da Universidade de São Paulo (USP) e Graduação em Licenciatura em Matemática pelo Centro Universitário Barão de Mauá. sidneyp@fmrp.usp.br.

Kátia Mitiko Firmino Suzuki

Chefe da Seção Técnica de Informática da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da Universidade de São Paulo (USP), responsável técnica pelo Núcleo da Rede Universitária de Telemedicina (RUTE) do Hospital das Clínicas da FMRP (HCFMRP) e Doutoranda junto ao Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) da FMRP-USP. Recebeu o título de Mestre em Ciências na área de Ciências de Computação e Matemática Computacional pela USP em 1999. kmsuzuki@fmrp.usp.br.

Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques

Professor Associado em RDIDP junto ao Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da Universidade de São Paulo (USP). Recebeu os títulos de Bacharel e Mestre em Engenharia Elétrica e Doutor em Física Computacional pela USP em 1986, 1990 e 1994 respectivamente. É coordenador do Laboratório de Processamento de Imagens e Informática Radiológica (LaPIR) do CCIFM e Coordenador do Núcleo da Rede Universitária de Telemedicina (RUTE) do HCFMRP.
pmarques@fmrp.usp.br.

RESUMO

Contexto: A utilização de software livre e da infra-estrutura tecnológica de rede de fibra óptica a 10 Gbps para garantir a transmissão de imagens médicas de uma neurocirurgia experimental em cadáver em tempo real e em alta definição no padrão de vídeo e de áudio digitais. Objetivos: Transmitir procedimentos cirúrgicos durante um evento na área de neurocirurgia, empregando-se recursos para garantir a interação por videoconferência e a plataforma de DVTS, visando a aquisição e exibição de imagens médicas com altíssima qualidade. Métodos: Preparação de dois cenários: um, na sala de cirurgia experimental, para o envio em tempo real das imagens/áudio da neurocirurgia, a partir de um equipamento de videoconferência (câmera de vídeo e microfones embutidos) e de um microscópio acoplado a uma câmera 3CCD para a captura de imagens em alta definição, transmitindo-as pelo software DVTS para um auditório; o outro, no auditório, para a recepção, a exibição em telões e a gravação digital de ambas as imagens (a proveniente da videoconferência e a capturada pelo microscópio e recebida pelo DVTS), possibilitando também a interação do público presente com o especialista em campo. Resultados: O

projeto de ambos os cenários, os testes realizados e o acompanhamento nas duas localidades durante toda a neurocirurgia, o uso do DVTS, além da capacidade de banda de rede local, viabilizaram a transmissão dos procedimentos com excelente qualidade. Foram gerados dois arquivos digitais contendo a gravação da neurocirurgia, o primeiro com as imagens transmitidas por videoconferência com aproximadamente 800 MB e o segundo proveniente da transmissão por DVTS com aproximadamente 4Gb. Conclusão: Os neurocirurgiões que participaram do evento consideraram que a qualidade do vídeo mostrado nos telões foi excelente, e que auxiliaram bastante a compreensão dos procedimentos realizados pelo especialista. Destacou-se a possibilidade de acompanhar suas manobras, de identificação dos instrumentos utilizados e de interação em tempo real com perguntas e respostas durante toda a neurocirurgia.

PALAVRAS-CHAVE: DVTS, Imagens Médicas, Neurocirurgia, Videoconferência.

BROADCAST AND REAL TIME RECORDING IN HIGH DEFINITION USING DVTS IN THE DEMONSTRATION OF PROCEDURES PERFORMING SURGICAL ACCESS TO A NEUROSURGERY MEETING

RESUMO (segunda língua)

Context: Free software and 10 Gbps network FO infrastructure turned available a real-time, high-definition medical images transmission based on digital audio/video quality from a neurosurgery in cadaver. Objectives: The Transmission of surgical procedures for access during a neurosurgery event adopting videoconferencing facilities to ensure interaction and DVTS platform to aim acquisition and display of high quality medical images, through a video camera coupled to a microscope. Methods: Preparation of two scenarios: first for sending real-time images/audio of the neurosurgery from a videoconferencing equipment, and a 3CCD camera coupled to a microscope for capturing images in HD and send them by DVTS software to the audience; second for the reception, display on widescreens and digital recording (videoconferencing and the microscope captured and received by DVTS videos), where they could be followed by the audience who could inquire expert. Results: The early design of two scenarios, testing and monitoring at both locations throughout the surgery, the DVTS use on medical image transmissions, besides the local campus bandwidth network, made possible an excellent quality transfer procedure. They generated two digital files containing the recording of the experimental neurosurgery, the first of them with the images transmitted by video conference with 800 MB, and the second presenting the DVTS HD transmission with 4Gb. Conclusion: The neurosurgeons who attended the event felt that the quality of the video shown on the widescreens was excellent and that it helped a lot in understanding the procedures demonstrated by the expert, his maneuvers, the instruments used for him and the possibility to interact by questions and answers in real time with the expert throughout the neurosurgery.

PALAVRAS-CHAVE (segunda língua): DVTS, Medical Image, Neurosurgery, videoconferencing, TCP/IP.

TRANSMISSÃO E GRAVAÇÃO EM TEMPO REAL E EM ALTA DEFINIÇÃO COM O USO DO DVTS NA DEMONSTRAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE ACESSO CIRÚRGICO REALIZADOS EM EVENTO DE NEUROCIRURGIA

INTRODUÇÃO

O DVTS - *Digital Video Transport System* (1) é um sistema para a comunicação em tempo real de imagens e de áudio em alta resolução baseada em IP (*Internet Protocol*) e é gratuito para uso acadêmico e disponível para a maioria das plataformas de sistemas operacionais, tais como: *MS Windows*, *MacOS* e *GNU/Linux*. O DVTS exige poucos recursos de hardware: um microcomputador pessoal acoplado a uma câmera de vídeo através de uma conexão *Firewire* - IEEE 1394 (2), entretanto, necessita de banda de conexão com a Internet da ordem de 30 a 35 Mbps só para o envio, e de aproximadamente 70 Mbps para o envio e a recepção simultâneos das *streams* de vídeo digital.

O objetivo deste artigo é descrever o projeto, os testes e a viabilização da transmissão em tempo real e da gravação em alta definição da demonstração experimental em cadáver de um conjunto de procedimentos utilizados em neurocirurgia, denominado acesso cirúrgico fronto-órbito-zigomático. O procedimento foi realizado no laboratório de Cirurgia Experimental da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP - USP), por um especialista estrangeiro convidado, e acompanhado, em três telões localizados em um auditório do campus (a aproximadamente 2 km), por dezenas de neurocirurgiões brasileiros e estrangeiros durante um evento promovido pelo Depto. de Cirurgia e Anatomia da FMRP-USP, no dia 5 de março de 2010.

MÉTODOS

A realização da transmissão e da gravação exigiu o projeto de dois cenários distintos: o primeiro foi no do laboratório de neurocirurgia e o segundo foi no do auditório para onde as imagens foram transmitidas.

No laboratório onde a neurocirurgia foi realizada (**Figura 1**), foi instalado um equipamento de videoconferência da marca Polycom VSX 7000s, que permitiu a filmagem e a transmissão através do protocolo H.323 (3) de todas as ações do neurocirurgião, bem como de sua narração, possibilitando a interação síncrona com os participantes presentes no auditório.

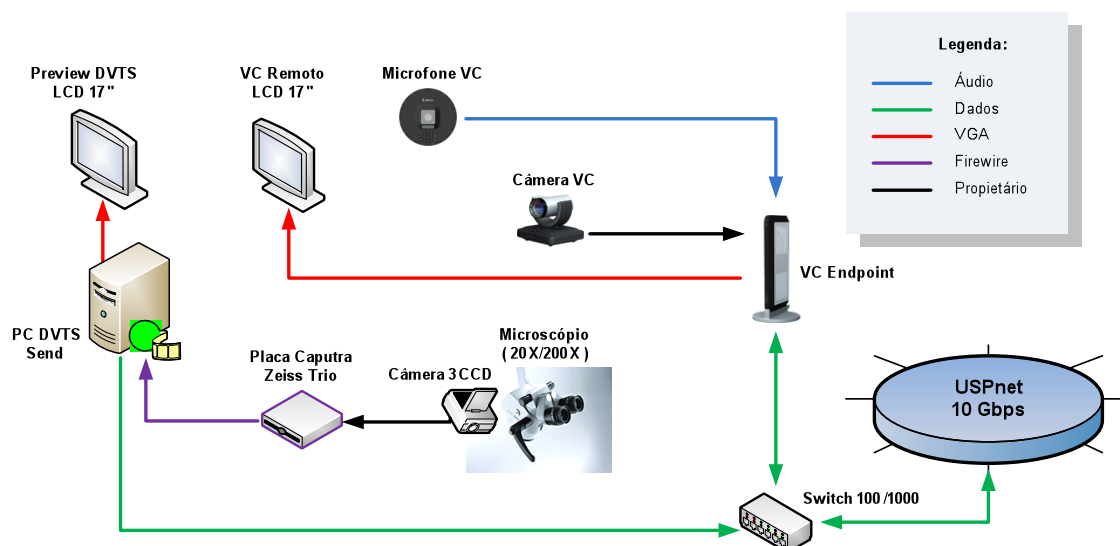


Figura 1 – Cenário 1: O Laboratório de Cirurgia Experimental

Com uma câmera de vídeo 3CCD – *Charge-Coupled Device* (4) acoplada a um microscópio da marca *Zeiss Trio*, que utiliza uma placa de captura de vídeo para a aquisição das imagens em alta definição, e aproveitando-se das lentes do microscópio com ampliações variando entre 20 vezes (**Figura 2**) e 200 vezes (**Figura 3**), foi possível exibir em detalhes as regiões cirúrgicas de interesse, os locais precisos das incisões, quais os tipos de instrumentos eram utilizados e as manobras que foram aplicadas aos mesmos.

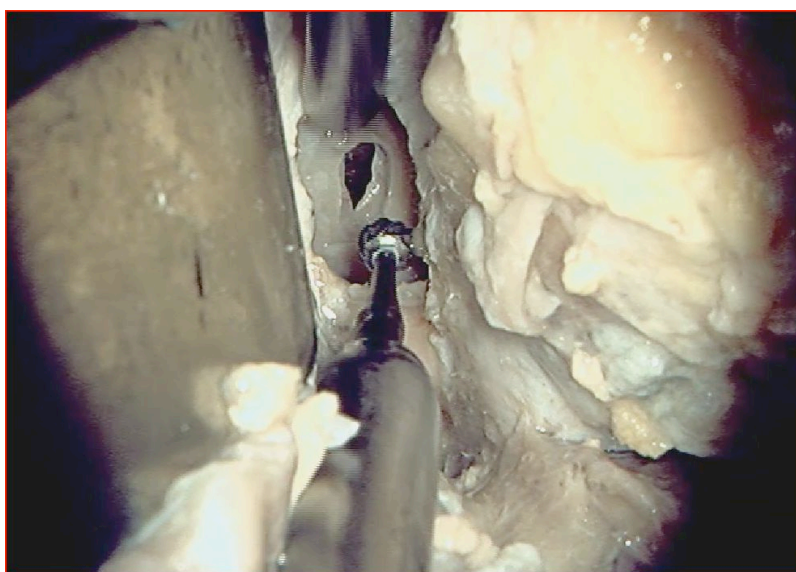


Figura 2 – Imagem enviada por DVTS, adquirida com ampliação de 20 vezes.

As imagens foram transmitidas para o auditório em tempo real, utilizando-se um microcomputador pessoal com uma configuração básica (placa-mãe compatível com um processador *Intel Pentium 4*, 3.0 Gz, 2 GB RAM, HD 250 MB, placa de vídeo e som embutidas) e conectado à internet por uma placa de rede também embutida com interface a 1Gbps, utilizando uma conexão *Firewire*, além do software DVTS instalado.



Figura 3 – Imagem enviada por DVTS, adquirida com ampliação de 200 vezes.

No auditório, ilustrado na **Figura 4**, ambas as imagens eram recebidas, exibidas e gravadas. A imagem que chegava por videoconferência era recebida por outro equipamento *Polycom VSX 7000s* idêntico ao utilizado no laboratório onde era realizada a captura das imagens, embora bastasse que o equipamento suportasse o protocolo H.323, independentemente da marca ou modelo do mesmo.

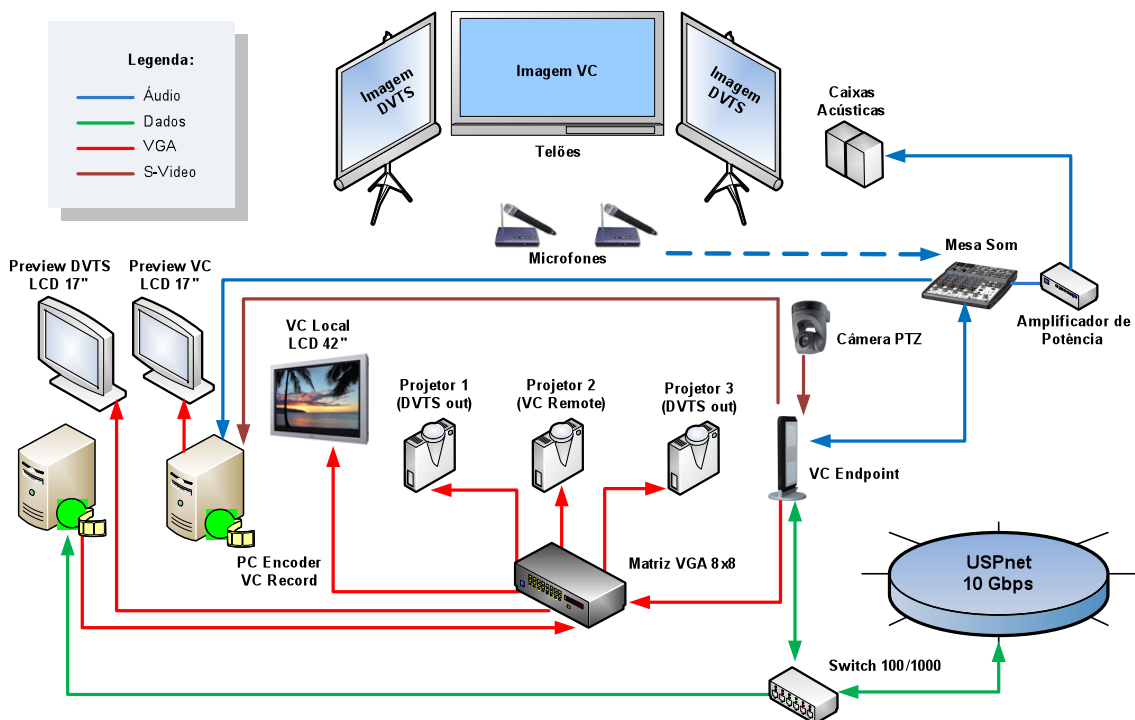


Figura 4 – Cenário 2: O Auditório do Espaço de Eventos.

A imagem da Videoconferência que permitiu a interação entre o cirurgião no laboratório e os neurologistas no Auditório, foi exibida na tela central do Auditório, como sugere a **Figura 5**.

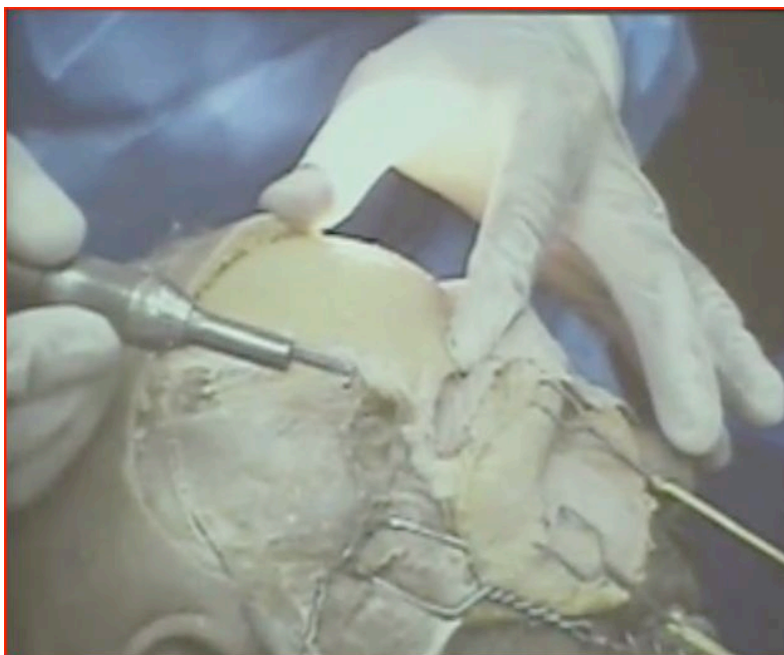


Figura 5 – Imagem em tamanho real da videoconferência mostrada na tela central do Auditório.

A imagem da videoconferência, quando solicitado pelo cirurgião, era alternada entre a imagem real e uma ampliação da mesma em até 10 vezes, como sugere a **Figura 6**.



Figura 6 – Imagem da videoconferência com ampliação de 10 vezes mostrada na tela central do Auditório.

A imagem proveniente do DVTS, por sua vez, era recebida por outro microcomputador pessoal com uma configuração básica equivalente a já descrita e conexão com a internet também a 1 Gbps com o software DVTS igualmente instalado.

Cabe ressaltar, contudo, que a ligação entre as duas localidades é feita através de uma infra-estrutura de rede de fibra óptica que trafega a 10 Gbps, integrante do anel principal da USPnet no campus de Ribeirão Preto, SP.

Foi utilizada neste segundo cenário, uma matriz de vídeo VGA da marca *Kramer*, modelo *VP 8x8A*, para gerenciar o envio das imagens para os três canhões de projeção presentes no auditório, enquanto que uma câmera robotizada PTZ *Sony*, modelo *EVI-D70*, adquiria imagens dos participantes no auditório que se inscreviam para realizar perguntas diretamente ao cirurgião. Foram utilizados microfones de mão sem fio, no auditório e uma mesa de som de 12 canais para adequar o áudio provenientes dos mesmos no auditório, assim como do áudio do equipamento de videoconferência e do *Encoder* de gravação.

As imagens capturadas por esta câmera eram enviadas como retorno da videoconferência para o laboratório de neurocirurgia e eram mostradas em um dos dois monitores de vídeo LCD 17” localizados à frente do especialista, permitindo a interação do mesmo com os participantes no auditório, enquanto que o outro monitor de vídeo exibia a imagem da transmissão do DVTS que era realizada ao vivo.

A gravação dos vídeos foi realizada utilizando-se os softwares *MS Windows Media Encoder 9* (versão gratuita) para as imagens provenientes da videoconferência e o *TechSmith Camtasia Studio 6* para as imagens recebidas pelo DVTS. Ambos os vídeos passaram por edição final (5) no software *Pinnacle Studio 11*. Estes dois últimos softwares citados são proprietários e licenciados para uso no Centro de Produção Digital gerenciado pela Seção Técnica de Informática – STI da FMRP-USP.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

OS ARQUIVOS DE VÍDEO PRODUZIDOS

As imagens do DVTS capturadas pelo software *Camtasia* após aproximadamente três horas de cirurgia, e cerca de 45 minutos de codificação, resultaram em um arquivo de vídeo no formato “.AVI”, com uma resolução de 1024x768 pixels com 24 bits de quantização e quase 50 Gb. Após a edição e ajustes nos *codecs* do software de edição de vídeo, a versão final da gravação resultou em um arquivo de vídeo no formato MPEG com aproximadamente 4 Gb.

A gravação do material proveniente da videoconferência com as explicações do especialista, as perguntas e as respostas dos participantes, realizada através do *Windows Media Encoder*, utilizou uma resolução de 800x600 pixels com 16 bits de quantização e resultou em um arquivo padrão “.WMV” com pouco menos de 800 MB, com qualidade muito boa em termos de nitidez de áudio e vídeo.

O CONSUMO DE BANDA DE REDE

Analisando-se os gráficos de uso da banda de rede de dados no campus, conclui-se que foram consumidos em torno de 32 Mbps de banda durante aproximadamente as três horas de transmissão via DVTS entre os dois ambientes, além de mais 1.2 Mbps em média de banda, para a realização da videoconferência durante este mesmo período.

Como todo o tráfego foi interno ao campus, onde a banda é prioritariamente de 10 Gbps e de 1 Gbps em suas extremidades, não houve fatores limitantes neste sentido. Assim, as

imagens e o áudio apresentaram-se com excelente qualidade ao longo de toda a transmissão do procedimento, conforme relato da grande maioria dos participantes.

Evidentemente, se essa transmissão não fosse nestas condições, haveria um impacto significativo em sua passagem para a Internet, o que dificilmente permitiria o uso do DVTS, durante as quase três horas do evento.

O USO DO DVTS

O DVTS é essencialmente um sistema para realizar o envio e a recepção de streams de vídeo digital (DV – *Digital Video*) através da Internet. Os dados no formato DV são enviados pela Internet utilizando o protocolo RTP – *Real-Time Transport Protocol* (6). O encapsulamento utilizado na composição de pacotes no formato DV/RTP é ilustrado na **Figura 7**. A sequência de *streams* de DV é encapsulada em pacotes RTP/UDP/IP.

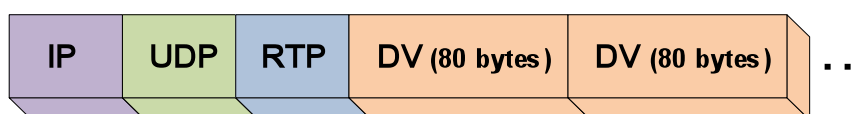


Figura 7 – Formato do pacote RTP/DV.

O DVTS pode ser utilizado para simular um procedimento de videoconferência sem a necessidade de grandes investimentos em equipamentos, como, por exemplo, a aquisição de no mínimo dois *VC endpoints*, um em cada localidade em que se pretende realizar a comunicação. Além do software, que é gratuito para fins acadêmicos e está disponível para a grande maioria de sistemas operacionais, basta que se tenha em cada localidade que se pretende comunicar um microcomputador com conexão *Firewire*, com uma câmera de vídeo acoplada e que a conexão de Internet entre elas suporte a largura de banda de rede exigida pelo DVTS.

Apesar de ser possível a utilização de um mesmo equipamento para se realizar tanto o envio como a recepção dos vídeos, por experiência própria recomenda-se o uso de dois equipamentos distintos durante estes fins.

A **Figura 8** apresenta a tela que compõe a interface gráfica do DVTS em execução no ambiente *MS Windows 7* e, a seguir, estão descritos os principais passos para a realização de uma transmissão.

No **microcomputador utilizado para o envio do vídeo** é necessário acoplar uma câmera DV através de sua conexão *Firewire*. Com a câmera ligada e o DVTS na tela do microcomputador, deve-se realizar os seguintes passos:

- deve-se digitar o IP de destino na caixa de texto denominada “**Destination Host**” (Neste mesmo local, pode-se utilizar um endereço *multicast*, quando disponível);
- selecionar o tipo de câmera DV apropriada no menu de rolagem correspondente à caixa de texto chamada “**DV Device**”;
- selecionar a opção de marcação denominada “**Preview Monitor**” (opcional) para que se veja em uma janela a imagem que estará sendo enviada;
- clicar no botão “**Start Send**” para iniciar a transmissão.

Vale lembrar que o áudio será adquirido para a transmissão a partir da própria câmera DV.

Na **máquina que receberá a transmissão** deve-se iniciar o software DVTS e, se a transmissão for ponto-a-ponto (*unicast*), basta realizar o seguinte passo:

- selecionar o botão “**Start Receive**” na extremidade inferior da tela (Não é necessário informar o endereço IP de origem da transmissão)

Somente a máquina que está enviando precisa conhecer, o endereço IP da máquina para onde será enviada a transmissão.

Agora, para **realizar uma recepção do tipo multiponto**, deve-se:

- digitar o endereço de origem da *multicast stream* na caixa de texto denominada “**Group**”;
- selecionar o botão “**Join**”.

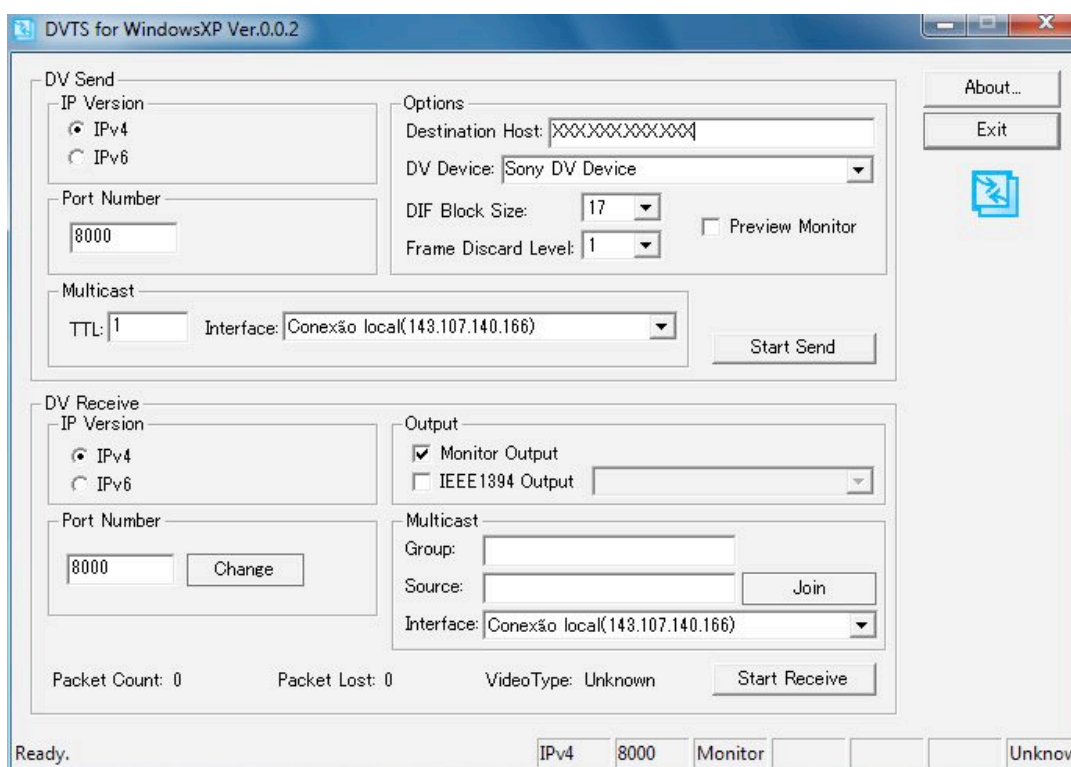


Figura 8 – Tela do software DVTS.

Há versões do software DVTS para algumas plataformas que possibilitam a captura e a transmissão de vídeo digital com câmeras HDV - *High-Definition Video* (7), quando as exigências de qualidade forem ainda maiores.

OUTRAS EXPERIÊNCIAS

A experiência da STI/FMRP com o DVTS provém do suporte oferecido para a realização do evento *Fall Internet'2 Meeting Group* (5 a 8 de Outubro de 2009) que contou com a participação na modalidade de conferência multiponto através de DVTS de docentes da área de Gastroenterologia do Depto. de Clínica Médica da FMRP, integrantes do Centro Internacional de Treinamento em Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Em sessão coordenada pelo Prof. Dr. *Shuji Shimizu* (*Kyushu University Hospital, Dept. of Endoscopic Diagnostics and Therapeutics, Fukuoka, Japão*) e que ainda reuniu duas localidades nos EUA (*San Antonio/TX* – sede do evento e a

National Science Foundation em Seattle/WA), além de uma instituição no México (Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Ciudad del Mexico).

Cabe ressaltar que a FMRP/USP foi a única instituição no Brasil (e na América do Sul) a participar deste evento na modalidade descrita, representando a RUTE – Rede Universitária de Telemedicina.

A necessidade de largura de banda que o DVTS impõe fez com que outras tecnologias que permitam transmitir imagens médicas com qualidade também fossem analisadas e testadas pela STI/FMRP. Entre essas alternativas, destacam-se o framework de código-livre VLMA (8), conhecido por *VideoLAN* e o ambiente de Webconferência *EVO* (9), através de seu cliente ViEVO, que também é livre para uso acadêmico numa parceria entre a USP e a Universidade de Tecnologia da Califórnia, EUA.

CONCLUSÕES

Os neurocirurgiões que participaram do evento consideraram que a qualidade do vídeo mostrado nos telões foi excelente, e que os auxiliou muito na compreensão dos procedimentos demonstrados pelo especialista, suas manobras e instrumentos.

Destacou-se também a importância da possibilidade de interação em tempo real com perguntas e respostas durante a realização do procedimento cirúrgico.

Considerou-se bastante viável a utilização local de transmissões de imagens médicas por DVTS como ferramenta de Telemedicina para apoio ao ensino.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Doutores: Benedicto Oscar Colli e Carlos Gilberto Carlotti Junior do Depto. de Cirurgia e Anatomia da FMRP-USP; Roberto Oliveira Dantas, Luiz Ernesto de Almeida Troncon e Ricardo Brandt de Oliveira do Depto. de Clínica Médica da FMRP-USP, pelo apoio e confiança depositados em nosso trabalho de planejamento e de execução das transmissões e gravações desses eventos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DVTS - Digital Video Transport System. WIDE project & DVTS Consortium. Since: 05/2003. Available from: <http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/>
2. 1394-2008 IEEE Standard for a High-Performance Serial Bus, E-ISBN: 978-0-7381-5770-2. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=4659231>
3. H.323 v7 (12/2009) Packet-based multimedia communications systems. Available from: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=H.323>
4. High Sensitivity Cameras: Principle and Technology. – Technical Note, Hamamatsu, Japan: Hamamatsu Photonics KK; 2006. p. 1-8. Available from: http://jp.hamamatsu.com/resources/products/sys/pdf/eng/e_dctn1.pdf
5. TANNENBAUM RS. Theoretical Foundations of Multimedia. New York, NY, USA: Computer Science Press; 2000. p.137-143.

6. SCHULZRINNE H, CASNER S. et al. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Application - RFC3550 – Network Working Group; Jul. 2003. Available from: <http://tools.ietf.org/html/rfc3550>
7. HDV – High-Digital Video Format Available from: <http://www.hdv-info.org/>
8. VLMA – VideoLAN Available from: <http://www.videolan.org>
9. EVO – Enabling Virtual Organizations Available from: <http://evo.caltech.edu>