



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

**Estratégia para Armazenamento e Recuperação de
Experiência Multimídia em Telemedicina: um estudo de
caso no Projeto Ambiente de Vídeo Colaboração em Saúde
(GTAVCS)**

WOLGRAND CARDOSO BRAGA JÚNIOR

JOÃO PESSOA - PB
ABRIL DE 2013

**Estratégia para Armazenamento e Recuperação de
Experiência Multimídia em Telemedicina: um estudo de
caso no Projeto Ambiente de Vídeo Colaboração em Saúde
(GTAVCS)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Tatiana Aires Tavares

JOÃO PESSOA - PB
ABRIL DE 2013

Estratégia para Armazenamento e Recuperação de Experiência Multimídia em Telemedicina: um estudo de caso no Projeto Ambiente de Vídeo Colaboração em Saúde (GTAVCS)

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiana Aires Tavares

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Tatiana Aires Tavares
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Claurton de Albuquerque Siebra
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Damian Schofield
Universidade do Estado do Nova Iorque (SUNY)

RESUMO

Aplicações com conteúdo multimídia estão cada vez mais populares, especialmente, aplicações interativas e em tempo real. Dentre estas aplicações destaca-se os sistemas multimídias para telemedicina que permite aos usuários o compartilhamento de informações médicas como vídeos cirúrgicos e dados de pacientes. Neste trabalho é apresentado uma abordagem para captura, representação e recuperação de experiências multimídia em telemedicina. Para tanto, uma estratégia que descreve formas para armazenamento de dados, uma notação para descrição da experiência multimídia e funcionalidades que permitem a recuperação e exibição das experiências gravadas foi elaborada. Além disso, um serviço com base nesta estratégia foi implementado no contexto do projeto Ambiente de Vídeo Colaboração em Saúde (GTAVCS) e da ferramenta Arthron. A ferramenta Arthron permite o gerenciamento e a distribuição de fluxos de mídias em tempo real e sua aplicação principal é a telemedicina onde destaca-se a transmissão de cirurgias ao vivo. A experiência de usuário durante a transmissão de uma cirurgia ao vivo envolve multiplicidade de fluxos, sua alternância, fluxos adicionais (como exames ou imagens médicas), caracterizando uma experiência multimídia complexa. A estratégia apresentada neste trabalho é aplicada justamente para reproduzir essa experiência, possibilitando sua recuperação e exibição sob demanda. Para validar a estratégia, foram realizados testes utilizando a implementação do serviço de gravação e recuperação construída para a Arthron a fim de comparar a percepção dos usuários quanto a experiência vivida em tempo real e a experiência reproduzida pela ferramenta. Estes testes retornaram resultados favoráveis à estratégia e serviço desenvolvidos.

Palavras-chave: Experiência Multimídia, Estratégia de Armazenamento e Recuperação, Sistema Multimídia, Telemedicina.

ABSTRACT

Applications with multimedia content are becoming more popular, especially interactive and real-time applications. Among these applications stands multimedia systems for telemedicine that allows users to share information as surgical medical videos and patient data. This paper presents an approach to capture, represent and retrieve multimedia experiences in telemedicine. Therefore, a strategy that describes ways to store data, a notation for describing the multimedia experience and features that allow the retrieval and display of the experiences recorded was drafted. Furthermore, a service based on this strategy was implemented in the context of the Environment Video Collaboration in Health project (GTAVCS) and the Arthron tool. The Arthron tool allows management and distribution of media streams in real time and its main application is telemedicine allowing the transmission of live surgeries. The user experience when streaming live surgery involves multiple streams, their alternations, additional flows (such as exams or medical imaging), featuring a complex multimedia experience. The strategy presented in this paper is applied to precisely reproduce that experience, enabling their retrieval and viewing on demand. To validate the strategy, tests were conducted using the recording and retrieval service implementation for Arthron constructed to compare the users' perception about the experience in real time and experience reproduced by the tool.

Key-words: Multimedia Experience, Storage and Recovery Strategy, Multimedia System, Telemedicine.

Lista de Figuras

- Figura 1 – Sala de Cirurgia: (A, D) Monitores para visualização; (B) Sistema de áudio para o cirurgião; (C) exibição do projetor.
- Figura 2 - Estrutura básica da Arthron.
- Figura 3 - Evolução da interface com o usuário.
- Figura 4 - Exemplo de um grafo temporal hipermediático.
- Figura 5 - Interação entre entidades do SOA.
- Figura 6 - Esquema dos arquivos de experiência multimídia.
- Figura 7 - Trechos de restrições presente no XML Schema do Arquivo de experiência multimídia.
- a. Restrição nos tipos de mídia
 - b. Restrição nos tipos de operação
- Figura 8 - Diagrama de arquitetura do modelo.
- Figura 9 - Contrato de serviço para gravação de uma mídia.
- Figura 10 - Contrato de serviço para o registro de uma experiência.
- Figura 11 - Contrato de serviço para recuperação de informações sobre as mídias.
- Figura 12 - Contrato de serviço para recuperação de uma experiência de uso.
- Figura 13 - Mensagens modeladas.
- Figura 14 - Arquitetura da Arthron 3.0.
- Figura 15 - Aula para o curso de Medicina da UFPB com recursos multimídia ao vivo.
- Figura 16 - Modelo geral do modulo de gravação e recuperação.
- Figura 17 - Modelo de dados.
- Figura 18- Exemplo de um XML com metadados de uma mídia.
- Figura 19 - Arquivo de experiência multimídia contendo a experiência de um Decoder da ferramenta Arthron.
- Figura 20 - Diagrama de pacotes do Módulo Gravador.
- Figura 21 - Diagrama de casos de uso do Módulo Gravador.
- Figura 22 - Diagrama de sequência do serviço de gravação de mídia.
- Figura 23 - Diagrama de sequência do serviço de registro de experiência.
- Figura 24 - Diagrama de sequência do serviço de recuperação de informações de mídia.
- Figura 25 - Diagrama de sequência do serviço de recuperação da experiência.
- Figura 26 - Etapas da fase de elaboração [COSTA SEGUNDO 2011].
- Figura 27 - Etapas da fase de execução [COSTA SEGUNDO 2011].

Figura 28 - Definição da estrutura do experimento.

Figura 29 - Fotos da primeira rodada do experimento. (A e B) Sala de Cirurgia. (C e D) Sala de telemedicina.

Figura 30 - Fotos da segunda rodada do experimento. (A e B) Sala de Cirurgia. (C e D) Sala de telemedicina.

Figura 30 - Etapas da fase de execução [COSTA SEGUNDO 2011].

Figura 31 - Canais de uma videoconferência e gravação dos conteúdos [SONG 2003].

Figura 32 - Arquitetura do PVCAIS [SONG 2003].

Figura 33 - Demonstração da Arthron.

Figura 34 - Esquema de componentes na demonstração da Arthron.

Figura 35 - Interface no ArthronServer por onde se pode baixar as experiências gravadas.

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação entre as linguagens de descrição de documentos hipermídia.

Tabela 2 - Campos de um metadado descritivo da mídia.

Tabela 3 - Resumo dos resultados da aplicação do questionário A da 1ª etapa do teste (exibição em tempo real).

Tabela 4 - Resumo dos resultados da aplicação do questionário A da 2ª etapa do teste (exibição gravada).

Tabela 5 - Resumo dos resultados da aplicação do questionário B (exibição gravada).

Tabela 6 - Análise comparativa dos trabalhos correlatos.

Lista de Abreviaturas

AOS – Arquitetura orientada à Serviço
ARPANet – Advanced Research Projects Agency Network
CD-ROM - Compact Disc Read-Only Memory
CSS – Cascading Style Sheets
DAO – Data Access Object
DAT – Digital Audio Tape
DOM – Document Object Model
DTD – Document Type Definition
DVD – Digital Versatile Disc
GTAVCS – Grupo de Trabalho Ambiente de Videocolaboração em Saúde
GTMDA – Grupo de Trabalho de Mídias Digitais e Arte
GT VD – Grupo de Trabalho de Vídeo Digital
HTML – HyperText Markup Language
HTML+TIME – Timed Interactive Multimedia Extensions for HTML
HTTP – Hipertext Terminal Protocol
HD – Hard Disk
IHC – Interação Humano Computador
IMoD - Interactive Media on Demand
IP – Internet Protocol
LAViD – Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital
LASID – Laboratório de Sistemas Digitais
LO – Learning Object
LOM – Learning Object Metadata
LTO –Linear Tape-Open
MP3 – MPEG-1/2 Audio Layer 3
MP4 – MPEG 4
NCL – Nested Context Language
NCM – Nested Context Model
OA - Objeto de Aprendizagem
QoS – Quality of Service
RIO – Renderized I/O
RTP – Real-Time Transport Protocol

RTP/I – Real-Time Transport Protocol for Interactive Media
RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SGML – Standard Generalized Markup Language
SGV – Scalable Vector Graphics
SMIL – Synchronized Multimedia Integration Language
SOA – Service Oriented Architecture
SoaML – Service Oriented Architecture Modeling Language
SOC – Service Oriented Computing
TCP – Transmission Control Protocol
UDP – User Datagram Protocol
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
URI – Uniform Resource Identifier
VWDS – Virtual World Data Server
XML – Extensible Markup Language
XSD – XML Schema Definition
W3C – World Wide Web Consortium

Sumário

1	Introdução	13
1.1	Objetivos	15
1.2	Trabalhos Correlatos na Instituição.....	15
1.3	Identificação do problema	17
1.4	Estrutura da Dissertação.....	18
2	Experiência Multimídia.....	20
2.1	Sistemas Multimídia Interativos.....	20
2.2	Experiência Multimídia.....	25
2.3	Estratégias de Representação	28
3	Estratégia para Gravação e Recuperação de Experiência Multimídia.....	32
3.1	Definição da Estratégia	32
3.2	Modelo de Dados	34
3.2.1	Mídias e Metadados	34
3.2.2	Sincronização das Mídias.....	35
3.3	Modelo Arquitetural.....	37
3.3.1	Serviço de Gravação da Mídia	38
3.3.2	Serviço de Registro de Experiência.....	39
3.3.3	Serviço de Recuperação de Informações.....	39
3.3.4	Serviço de recuperação de Experiência.....	40
3.3.5	Especificação das Mensagens	41
4	Estudo de Caso: A Ferramenta Arthron	43
4.1	Cenário de Aplicação – Arthron e Telemedicina	43
4.2	Visão Geral do Serviço	45
4.3	Modelo de Dados	46
4.3.1	Mídias e Metadados	47
4.3.2	Sincronização das Mídias.....	48
4.4	Modelo Arquitetural.....	48
4.4.1	Serviço de Gravação da Mídia	50
4.4.2	Serviço de Registro de Experiência.....	51
4.4.3	Serviço de Recuperação de Informações.....	53
4.4.4	Serviço de Recuperação de Experiência	53
4.5	Detalhes de Implementação	54
5	Testes e Verificação	56
5.1	Metodologia Utilizada.....	56
5.1.1	Elaboração.....	58
5.1.2	Execução	61
5.1.2.1	Primeira Rodada de Testes	62
5.1.2.2	Segunda Rodada de Testes.....	64
5.1.3	Análise.....	65
5.1.4	Resposta às Hipóteses Definidas	74

6	Trabalhos Correlatos	76
6.1	IMoD - Interactive Media on Demand	76
6.2	RIO - Renderized I/O	78
6.3	PVCAIS.....	79
6.4	Gravação Dígitro	81
6.5	Ferramentas de Gravação Desktop.....	82
6.6	MPEG-7	82
6.7	Análise Comparativa	83
7	Considerações Finais.....	85
7.1	Resultados Obtidos.....	85
7.2	Contribuições da Pesquisa.....	87
7.3	Trabalhos Futuros.....	88
	REFERÊNCIAS	89
	ANEXO I – Linguagens e Padrões para Especificações de Documentos Multimídia	97
	SMIL e HTML+TIME	97
	HTML 5	98
	NCL.....	98
	XML.....	99
	Referências	100
	ANEXO II – Descrição da Ferramenta Arthron.....	102
	Sender Component	102
	Receiver Component	103
	ArthronServer.....	103
	Componente <i>Reflector</i>	104
	VideoServer.....	105
	VSecurityServer	105
	Recording Module.....	105
	Referências	106
	ANEXO III – XML Schema para Especificação de uma Experiência Multimídia.....	107
	ANEXO IV – Questionário A	110
	ANEXO V – Questionário B	115
	ANEXO VI – Termo de Consentimento	118
	ANEXO VII – Versão em Inglês da Dissertação.....	1189

Capítulo

1

Introdução

As Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC) vêm crescendo de forma surpreendente nas últimas décadas. Muitos campos já usufruem dos benefícios dessas ferramentas que facilitam os processos de comunicação e disseminação da informação de escolas, universidades e empresas [GRAÇA 2007].

O desenvolvimento das tecnologias de rede teve origem com a ARPANet, um experimento acadêmico datado de 1969, e desde então vários outros tipos de comunicação eletrônica surgiram dando origem a redes de diferentes portes, capacidades e arquiteturas. Evoluções no meio físico, equipamentos e nas formas de transmissão, permitiram o surgimento de técnicas de transmissão de informação com altíssimo desempenho, maximizando a velocidade e diminuindo as perdas de dados. Essas tecnologias deram então subsídios para o surgimento das redes de alta velocidade permitindo o surgimento de uma gama de novas aplicações [SILVEIRA].

As aplicações passaram a envolver outras mídias, especialmente, imagem e vídeo, caracterizando as chamadas aplicações multimídia. Tais aplicações foram fortemente influenciadas pelo aumento de capacidade de armazenamento e processamento. Com as redes de alta velocidade que implementam garantia de qualidade de serviço (QoS), as aplicações multimídia de acesso remoto ganharam novo estímulo [SILVEIRA].

Áreas como Saúde e Medicina são beneficiadas por aplicações multimídia e de acesso remoto. Neste contexto este tipo de aplicação é utilizado especialmente para fins educativos, de simulação e de análise de médica. As primeiras aplicações envolvendo a transmissão de mídias e Medicina (Telemedicina) datam de meados de 1920, onde médicos se comunicavam através do rádio em caso de emergência médica. As primeiras aplicações com uso de vídeos ocorreram nos anos 60, em Alaska, para conectar vias rurais e cidades grandes via satélite. A partir daí, com o desenvolvimento de sistemas de telecomunicação digital de alta velocidade, o advento

da internet e a queda no preço dos microcomputadores, os sistemas multimídia de telemedicina em todo o mundo tiveram grande impulso (COSTA 2002).

Usualmente, as aplicações em telemedicina são focadas em trocas de conteúdo, como sistemas de videoconferência, por exemplo. No entanto, a adição de outras mídias auxiliares como imagens médicas, vídeos de exames ou modelos tridimensionais torna essa experiência mais sofisticada. Além disso, a interação de usuários em tempo real oportuniza a participação colaborativa para discussão de casos clínicos, atividades de ensino ou até mesmo para realização de procedimentos a distância. Esse cenário enriquece a experiência de usuário, tornando-a também um conteúdo multimídia relevante. Assim, a captura e armazenamento dos componentes que caracterizam tal experiência pode ser um recurso adicional nesse tipo de sistema. Dessa forma, é possível reutilizar as informações armazenadas para que outros usuários possam revisitar as mesmas experiências “vividas” por outros usuários. Além disso, é possível reproduzir diferentes visões desse conteúdo caracterizado pela interação entre usuário e sistema multimídia, principalmente em sistemas multimídia distribuídos que agregam um forte caráter colaborativo (sistemas de videoconferência, por exemplo). Neste trabalho, o conceito de **Experiência Multimídia** é adotado para caracterizar a experiência de uso resultante da interação entre usuários e elementos multimídia presentes nestes tipos de sistemas [SONG 2011] [MAJOE 2009]. Esta interação entre usuário e mídias de um sistema colaborativo tem a capacidade de gerar conteúdo que pode ser utilizado em outro momento, para fins educativos, por exemplo. Com isto, é apresentada uma maneira de representar estas experiências a fim de possibilitar sua caracterização e, posteriormente, sua reprodução.

O presente trabalho visa discutir o conceito de experiência multimídia no âmbito de telemedicina. Para tanto, apresentamos uma estratégia para capturar, representar e recuperar a experiência multimídia. A concretização da estratégia apresentada é demonstrada a partir de uma solução em software para o armazenamento e recuperação de experiências multimídia em telemedicina, desenvolvida e implementada com base no contexto da ferramenta Arthron [SILVA FILHO 2012]. Esta solução permite que o conjunto de dados (vídeos, imagens, textos e objetos 3D) que estão presente em uma sessão de uso do sistema colaborativo Arthron possa ser armazenada e associada as visões de cada usuário. Estas mídias são indexados e as interações do usuário são capturadas de forma a facilitar o processo de busca e recuperação das experiências de uso.

1.1 Objetivos

O presente trabalho possui como objetivo principal **desenvolver uma estratégia para de gravação e recuperação de experiências multimídia em telemedicina**. Esta estratégia pode ser utilizada como base para o desenvolvimento de um conjunto de serviços para gravação, sincronização e recuperação de informações. A ideia inicial para este trabalho surgiu a partir da necessidade que a ferramenta Arthron [SILVA FILHO 2012] apresentou em gravar e recuperar as visões de usuário geradas pelas interações com as mídias manipuladas pela Arthron.

Para viabilizar o objetivo geral supracitado, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Elaborar uma estratégia de gravação de uma experiência multimídia: Permite uma meio de definir como mídias e interações sobre elas, em um ambiente multimídia colaborativo, podem ser representados e armazenados.
- Elaborar uma estratégia de recuperação de experiências multimídia: Uma vez gravadas as interações de um ambiente multimídia, permite a definição de um meio para reprodução dessas interações respeitando as diferentes visões dos usuários.
- Especificar uma notação capaz de descrever a experiência gerada pela interação entre um usuário e um sistema multimídia interativo: Este aspecto permite a representação de uma experiências de uso de um sistema multimídia colaborativo.
- Desenvolver uma solução em software para gravação e recuperação de experiência multimídia baseada na estratégia especificada no contexto de um ambiente multimídia complexo que envolve vídeos, imagens e objetos 3D: Tendo a estratégia definida, uma forma de verifica-la é através do desenvolvimento da solução obedecendo suas regras.
- Validar a estratégia de gravação e recuperação de experiência multimídia utilizando métodos adequados: Apenas a verificação não é o suficiente, a validação, através de testes, é um processo fundamental para garantir a credibilidade da estratégia.

1.2 Trabalhos Correlatos na Instituição

As pesquisas desenvolvidas pelo LAVID são realizadas em parceria com outras universidades, institutos de pesquisa e empresas da iniciativa privada. Alguns desses projetos, como o GTMDA (GTMDA) e GTAVCS (GTAVCS), foram extremamente importantes para a

construção de uma vasta experiência no desenvolvimento de aplicações voltadas para vídeo digital.

O Grupo de Trabalho de Mídias Digitais e Arte (GT MDA) teve como foco principal oferecer formas mais avançadas para Interação Humano Computador (IHC), as quais permitam o entrelaçamento de agentes humanos e sintéticos em espaços midiáticos compartilhados e distribuídos, em tempo real, através de redes de computadores de alta velocidade e com grande volume de informação. A ideia central é a construção de uma ferramenta de gerenciamento que concentre ao máximo o controle de todos os dispositivos de hardware e software envolvidos para execução de evento de cunho artístico-tecnológico. O esforço do GTMDA resultou na criação da Arthron - uma ferramenta para facilitar a execução de performances artísticas que utilizam representações midiáticas e o compartilhamento de espaços reais e virtuais em tempo real. A Arthron tem por principal funcionalidade oferecer ao usuário uma interface simples para manipulação de diferentes fontes/fluxos de mídia simultâneos. Dessa forma, o usuário pode, remotamente, adicionar, remover, configurar o formato de apresentação e programar a exibição no tempo (quando apresentar) e no espaço (onde apresentar) dos fluxos de mídia um espetáculo [GT MDA].

O GTAVCS (Grupo de Trabalho em Vídeo Colaboração em Saúde) é uma iniciativa conjunta dos laboratórios LAVID (Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital), LASID (Laboratório de Sistemas Digitais) e LARQSS (Laboratório de Arquitetura e Sistemas de Software) da UFPB. Este grupo de trabalho foi aprovado no Edital de Grupos de Trabalho 2011-2012 da RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa). Durante a primeira fase do GTAVCS (Grupo de Trabalho em Vídeo Colaboração em Saúde) foi proposta uma infraestrutura de hardware e software com gerência remota para captura e distribuição segura de múltiplos fluxos simultâneos a fim de prover suporte a diversos cenários de vídeo colaboração em saúde. A Arthron foi melhorada de forma a acomodar as necessidades do contexto da Telemedicina. Favorecendo a transmissão de cirurgias, a ferramenta conta como um componente adicional capaz de gerar um fluxo de áudio e vídeo e receber vários fluxos simultâneos. Na segunda fase do projeto, os módulos foram modificados de forma a obedecer ao paradigma de serviço. Além disso, novas funcionalidades foram adicionadas ao sistema. Atualmente a Arthron é composto por módulos capazes de capturar e receber fluxos de mídia de diferentes dispositivos no ambiente cirúrgico, a exemplo de câmera do foco, endocâmera, câmera IP e estabelecer a comunicação bidirecional em áudio entre o médico que realiza a cirurgia e os espectadores remotos. Estes fluxos são monitorados e controlados por um módulo

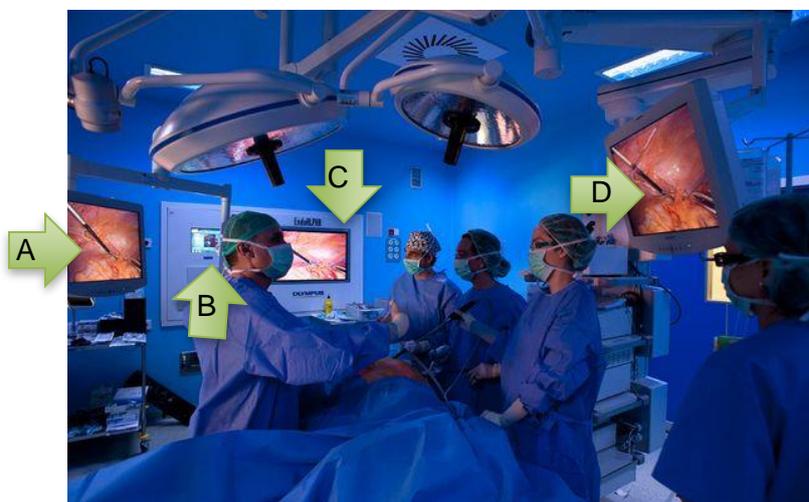
de gerenciamento. É provida também uma infraestrutura de segurança da informação que inclui autenticação de usuários e criptografia dos dados trafegados na rede [SILVA FILHO 2012].

1.3 Identificação do problema

Em um ambiente cirúrgico, sistemas de telemedicina podem promover uma estrutura rica com equipamentos e exames clínicos. Por exemplo, a Figura 1 ilustra um procedimento de videolaparoscopia, onde o cirurgião utiliza imagens digitais (gerados por uma endocâmera) para executar seus procedimentos clínicos. É possível observar na Figura 1, letra A e D, que a sala de cirurgia tem monitores para exibir fluxos de vídeo. A Figura 1, letra B mostra o sistema de áudio para que o cirurgião possa receber *feedback* de áudio remoto. Ainda é possível, visualizar exames ou outras informações adicionais através de um projetor (Figura 1, letra C).

Em hospitais universitários esta mesma infraestrutura é compartilhada por cirurgiões, professores, estudantes e residentes. Porém, as salas de cirurgias têm um espaço limitado e é difícil oferecer uma experiência cirúrgica de forma real para todos que estão acompanhando a cirurgia.

Figura 1 – Sala de Cirurgia: (A, D) Monitores para visualização; (B) Sistema de áudio para o cirurgião; (C) exibição do projetor.



Uma ferramenta de telemedicina como a Arthron ajuda a quebrar esta barreira, pois, através dela, é possível estender este ambiente cirúrgico fazendo com que pessoas possam acompanhar os procedimentos realizados na sala de cirurgia (exames do paciente, fluxo de vídeo do ambiente, fluxo de vídeo da laparoscopia, fluxo de áudio e etc.) sem a necessidade presencial. Da mesma forma, a Arthron possibilita o acesso ao ambiente externo a partir da sala

de cirurgia, permitindo, por exemplo, que o cirurgião tenha a possibilidade de segunda opinião e interação com os espectadores durante a realização do procedimento cirúrgico.

Por permitir a distribuição de fluxos de mídias gerados dentro e fora do ambiente cirúrgico entre diferentes espectadores, ao fim de uma sessão de uso do sistema telemédico, várias visões de mídias são criadas. Por exemplo, um espectador que está fora do ambiente cirúrgico possui uma visão composta por mídias originárias do ambiente cirúrgico como: vídeos do ambiente e exames do paciente. Já um espectador de dentro da sala de cirurgia terá uma visão composta por vídeos do ambiente externo que permite a interação e a segunda opinião. Todos estes fluxos são normalmente administrados por um módulo do sistema de telemedicina que permite tal controle, ligando os usuários que geram mídias com os que recebem as mídias, sendo que, um usuário pode gerar e receber fluxos de mídia simultaneamente.

Neste cenário, percebe-se que os diferentes perfis de usuários possuem visões distintas no sistema (cirurgião, professor, residente). Estas experiências de uso estão repletas de informações relevantes que podem ser utilizadas para diversos fins, sobretudo, o educacional. A partir deste ponto, surge a proposta da elaboração de uma estratégia capaz de perpetuar e recuperar as experiências de cada uma dessas visões.

Uma forma de realizar isto é através da gravação das mídias que compõe uma sessão na Arthron. Definimos por sessão a utilização deste sistema para a transmissão de mídias entre usuários. Assim, uma sessão é composta por usuários, que estão ligados ao sistema através de algum componente de envio ou recepção, e mídias que trafegam entre estes usuários.

Esta pesquisa tomou como base esta ideia para que a captura e recuperação da experiência dos usuários fosse realizada. Em sistemas telemédicos a possibilidade de recuperação destas experiências pode ser benéfica no sentido de permitir que o conteúdo gerado possa ser reutilizado em outros contextos como: um contexto educativo, para alunos de medicina, por exemplo, ou em um contexto avaliativo, para saber como um determinado procedimento cirúrgico foi realizado, por exemplo.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada em sete capítulos. O Capítulo 1 aborda a introdução na qual é feita uma breve descrição do problema tratado, a motivação para o seu desenvolvimento e os principais objetivos. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho, abordando aspectos dos sistemas multimídia interativos de tempo real, aspectos envolvendo algumas formas de caracterizar a experiência multimídia e outros assuntos que servem como base para este trabalho. O terceiro capítulo apresenta detalhes da

estratégia de gravação e recuperação de experiência multimídia proposta. O quarto capítulo contém a descrição da implementação do serviço de gravação e recuperação baseada no modelo proposto pra a ferramenta Athron. No quinto capítulo é descrito a metodologia utilizada para avaliar a estratégia e o serviço implementado. Nele também são apresentados os resultados das avaliações realizadas. O sexto capítulo descreve os trabalhos correlatos encontrados, uma análise dos mesmos e uma comparação com o serviço proposto. E, por fim, o último capítulo apresenta as considerações finais e faz uma análise do modelo de gravação e recuperação de experiência multimídia.

Capítulo

2

Experiência Multimídia

Para ter um entendimento dos conceitos utilizados na elaboração da estratégia apresentada neste trabalho, fez-se necessário uma discussão sobre tópicos correlatos na literatura ([MORRIS 2000], [VIN 1994], [SOUZA FILHO 1997], [ANTONACCI 2000], [FERREIRA], [SMIL 2008], [SOARES NETO 2007] e etc.). Inicialmente são descritos os sistemas multimídia interativos, temática essencial, pois a estratégia desenvolvida nesta pesquisa tem o objetivo de descrever funcionalidades para gravação e recuperação de experiências de uso desse tipo de sistemas. Em seguida, é realizado uma descrição do conceito de experiência multimídia no contexto deste trabalho, também é realizado um comparativo da definição proposta com outras definições para este termo encontrado em outros trabalhos ([MAJOE 2009], [SHARDA 2004], [SONG 2011] e [PEREIRA 2003]). Por fim, são discutidas diferentes soluções para representação da experiência multimídia em âmbito digital.

2.1 Sistemas Multimídia Interativos

Segundo Tim Morris [MORRIS 2000], um sistema multimídia pode ser considerado um sistema de computador designado a reproduzir conteúdo multimídia seja ele áudio, imagem, gráfico, vídeo ou simplesmente texto. Os dados apresentados pelo sistema multimídia podem incluir alguns ou todos os diferentes tipos de mídia. O desenvolvedor de um sistema multimídia deve estar ciente da percepção humana destes elementos, a fim de ter certeza da qualidade dos dados que estão sendo apresentados. Morris acrescenta que sistemas multimídia interativos são aqueles que permitem uma comunicação de duas vias entre o computador e seu operador.

Na perspectiva do usuário, multimídia significa uma combinação de duas ou mais mídias contínuas sendo reproduzidas num dado intervalo de tempo - usualmente áudio e vídeo. Integrar todas essas mídias em um único sistema, permite-nos usar o poder computacional para representar a informação interativamente. Segundo Jensen [JENSEN 1998], interatividade é:

“Uma medida do potencial da habilidade de uma mídia em permitir que o usuário exerça influência sobre o conteúdo ou a forma da comunicação mediada.”

Em outras palavras, podemos dizer que a interatividade não é apenas uma troca de comunicação, mas também de geração de conteúdo.

Muitos componentes de software e hardware precisaram ser criados, modificados, melhorados ou substituídos para suportar aplicações multimídia. De um ponto de vista técnico, diminuir o tempo de processamento dos dados para respeitar limites de tempo impostos por sistemas de tempo real é um dos maiores desafios dos criadores de sistemas multimídia. Tolerâncias a falhas e confiabilidade na entrega também são requisitos imprescindíveis quando se trabalha com mídias de áudio e vídeo.

Com respeito à arquitetura de sistemas multimídia em geral, Vin [VIN 1994] sugere que ela seja estruturada a partir de três componentes:

- **Subsistema de gerenciamento da informação:** Este componente tem a função de prover suporte semântico para gerenciar os dados em vários níveis de detalhes. Esses dados, por sua vez, podem ser avaliados em diversas dimensões e resoluções. A semântica dos dados e o conceito de resolução variam de acordo com o domínio da aplicação.
- **Subsistema de armazenamento:** Esse subsistema garante que objetos multimídia sejam persistidos para buscas futuras de clientes em dispositivos de armazenamento. Entretanto, o conteúdo multimídia tem um nível maior de complexidade em sua estratégia de armazenamento. Áudio e vídeo possuem a propriedade da continuidade no tempo. Isso exige que servidores multimídia mantenham as taxas reais tanto na gravação como na recuperação dos dados. Deve permitir também requisições de vários clientes simultaneamente mantendo a consistência dos dados.
- **Subsistema de rede:** Deve ser garantida a entrega de objetos multimídia dentro do prazo. Eventualmente deve ser mantido um buffer durante a transmissão dos dados ou uma compressão nos dados. O monitoramento da rede possibilita o subsistema utilizar a melhor relação entre a resolução dos dados, o tamanho do buffer e a taxa de transferência. Faz parte também do subsistema de rede a codificação dos dados e o controle de erros.

Sistemas multimídia interativos se encontram disseminadas em múltiplos domínios de aplicação. Permitem, por exemplo, um repositório de larga escala de livros, vídeos, classes interativas facilitando assim a navegação entre a informação disponível e melhorando a Educação. Provê também meios poderosos de suporte à prototipação computacional e

visualização científica, facilitando o trabalho de engenheiros e cientistas. No campo da medicina podem-se empregar métodos de avaliação de imagens no processo de diagnóstico com Raios-X, CT Scan, etc. Serviços comerciais como publicidade, suporte ao cliente, reservas de entrega, passam a ser possíveis através de sistemas multimídia [VIN 1994].

No campo da Educação, os sistemas multimídias têm sido visto como recursos que podem revolucionar a forma de ensino e de aprendizagem [COSCARELLI 1996]. Tirando o foco do professor para incorporar o conceito de que todos aprendem juntos (inteligência coletiva) com múltiplas fontes de informação. Assim, o acesso a grandes bibliotecas virtuais com registros de áudio, vídeo e gráficos fica cada vez mais fácil. Com estes sistemas aplicados à Educação, a tendência é que não seja guardada tanta informação em casa [MORAN 2005]. Ao invés disso, conecta-se a grandes portais multimídias para conseguir a informação desejada. Este aspecto torna o processo de aprendizagem mais personalizado.

A multimídia pode acelerar e propiciar uma maior apreensão, através da grande quantidade de estímulos. Esse fator contribui para que o aluno transforme seus pensamentos, desenvolva atividades criativas, compreenda conceitos, reflita sobre eles e, conseqüentemente, crie novos significados [KAMPPFF 2001].

Os sistemas multimídias podem ser utilizados para um melhor conhecimento do profissional e do estudante em áreas de atuação mais específicas, como a Medicina por exemplo. Nesta área os sistemas multimídia têm inúmeras aplicações, destacando-se a criação de tutoriais para o ensino e a compreensão de diversos tópicos da área de Saúde, os sistemas para armazenamento de imagens estáticas ou dinâmicas de procedimentos médicos, além de permitir uma interface interativa com o prontuário eletrônico do paciente possibilitando a aquisição e armazenamento de seus dados pessoais e clínicos.

Os sistemas multimídia também permitem um acesso não-linear ao conhecimento, através de hipertexto, possibilitando a apresentação da informação de forma não convencional, através de animações gráficas, sons e simulações, bem como a interatividade entre o autor e o leitor. Porém, o uso mais comum de sistemas multimídias em Medicina é para transmissão de informações médicas de naturezas diversas através de meios eletrônicos de telecomunicação para análise e distribuição de informações a longa distância. Esta área que envolve conhecimentos de Saúde e as telecomunicações é chamada de Telemedicina [COSTA 2002].

Um exemplo de um sistema multimídia em Telemedicina é o HealthNet [BARBOSA 2002]. Este é um sistema que dá apoio ao telediagnóstico e à segunda opinião. Este sistema possui uma arquitetura modular e genérica que permite uma fácil adaptação a quase todos os tipos de especialidades médicas. Através do telediagnósticos do HealthNet, o médico solicitante

recolhe um conjunto de informações de seu paciente, que inclui informações textuais, imagens e vídeos, escolhe o médico ou setor de um dos Hospitais da Rede Integrada ao qual deseja encaminhar seu pedido de telediagnóstico e envia os dados. Os dados ficam armazenados na base de dados do Hospital escolhido para o telediagnóstico. O médico especialista acessa a base de dados, avalia os dados do paciente emite o seu parecer. O médico solicitante é notificado e estará apto a acessar o diagnóstico emitido pelo médico. Para casos raros ou que envolvem mais de uma especialidade o HelthNet é bastante útil, pois permite que médicos de diferentes especialidades vejam os dados do paciente.

O e-Cath, descrito em [FARIA 2003], é um sistema de telemedicina que permita aos médicos analisarem as imagens, vídeos e laudos de exames realizados de hemodinâmicas, interajam na busca de um diagnóstico mais preciso e rápido e também poder explicá-lo de forma mais dinâmica a médicos solicitantes do exame, sem o encontro físico dos participantes. Ou seja, é um sistema que funciona como uma base de dados médicos e também permite funcionalidades de segunda opinião médica. Ele possibilita a transmissão e a manipulação de imagens e vídeos radiológicos, bem como sincronismo e controle de sessões entre os participantes de uma discussão remota. O sistema também garante a segurança e a privacidade dos dados trafegados.

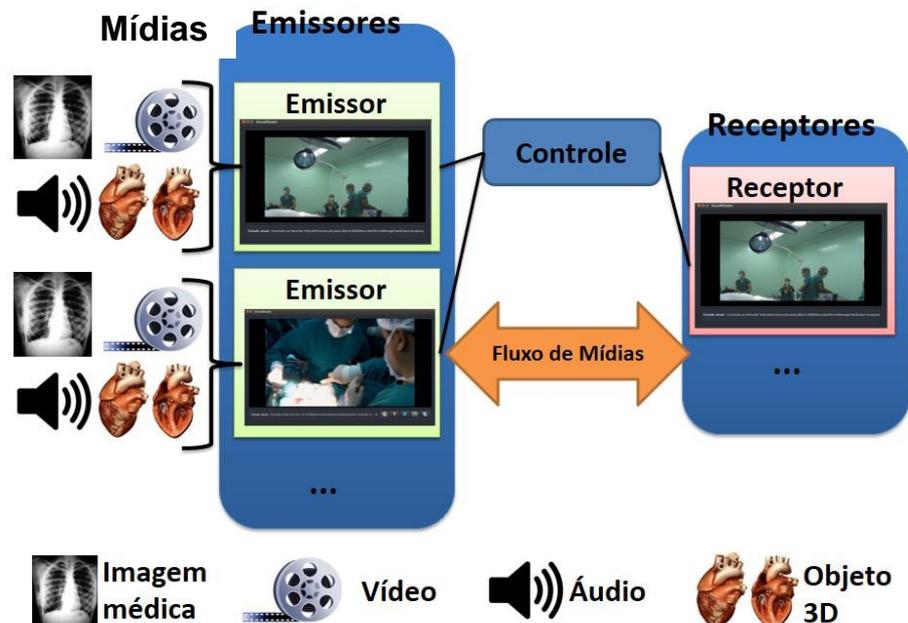
A Arthron é uma ferramenta de gerenciamento remoto para captura e distribuição de múltiplos fluxos simultâneos de mídia a fim de prover suporte a diversos cenários de vídeo colaboração [SILVA 2011]. Utilizada atualmente no contexto da Telemedicina, esta ferramenta dá apoio ao ensino à distância e capacitação assistida através da transmissão de cirurgias em tempo real e de forma colaborativa [SILVA FILHO 2012]. Esta ferramenta foi construída em módulos que permitem, entre outras coisas, a captura de fluxos de mídia (um vídeo cirúrgico, por exemplo), a recepção de fluxos de mídia e o controle destes fluxos. Assim, cada componente emissor e receptor produz uma experiência de uso composta por um conjunto de mídias. A construção desta experiência ocorre de acordo com as interações com o sistema.

Em sistemas multimídias de telemedicina como a Arthron, uma ferramenta de gravação e recuperação destas experiências de uso pode trazer um impacto positivo para usuários deste sistema, principalmente se esta ferramenta for baseada em uma estratégia bem elaborada. Ela permitiria a recuperação das experiências de uso do sistema em um contexto avaliativo ou educativo.

Por exemplo, a Arthron é formada por um conjunto de módulos que possuem responsabilidades distintas. Esta ferramenta possui módulos capazes de capturar e/ou transmitir fluxos de mídia (vídeos, imagens médica, áudio e modelos tridimensionais), representados na

Figura 2 pelos emissores. Em uma sala de cirurgia pode ser instalado um módulo emissor que é capaz de selecionar mídias que precisam ser visualizadas.

Figura 2 - Estrutura básica da Arthron.



Neste contexto, uma mídia pode ser um vídeo originado a partir de uma câmera que está filmando uma cirurgia, um vídeo em arquivo ou um objeto tridimensional, por exemplo. A mídia que um emissor está visualizando pode ser enviada para algum receptor conectado à internet através do módulo de controle. Assim, a visão de um módulo receptor é composta pela visão de vários módulos emissores por vez que se alternam com o tempo conforme o comandado pelo módulo de controle.

Neste aspecto, a Arthron se destaca por possibilitar uma interação natural com algumas mídias do sistema. Por exemplo, dentro da sala de cirurgia, um médico pode interagir com o sistema através de gestos, adicionando e manipulando objetos digitais tridimensionais que facilitam o entendimento do procedimento cirúrgico pelos próprios médicos e por outros participantes da sessão.

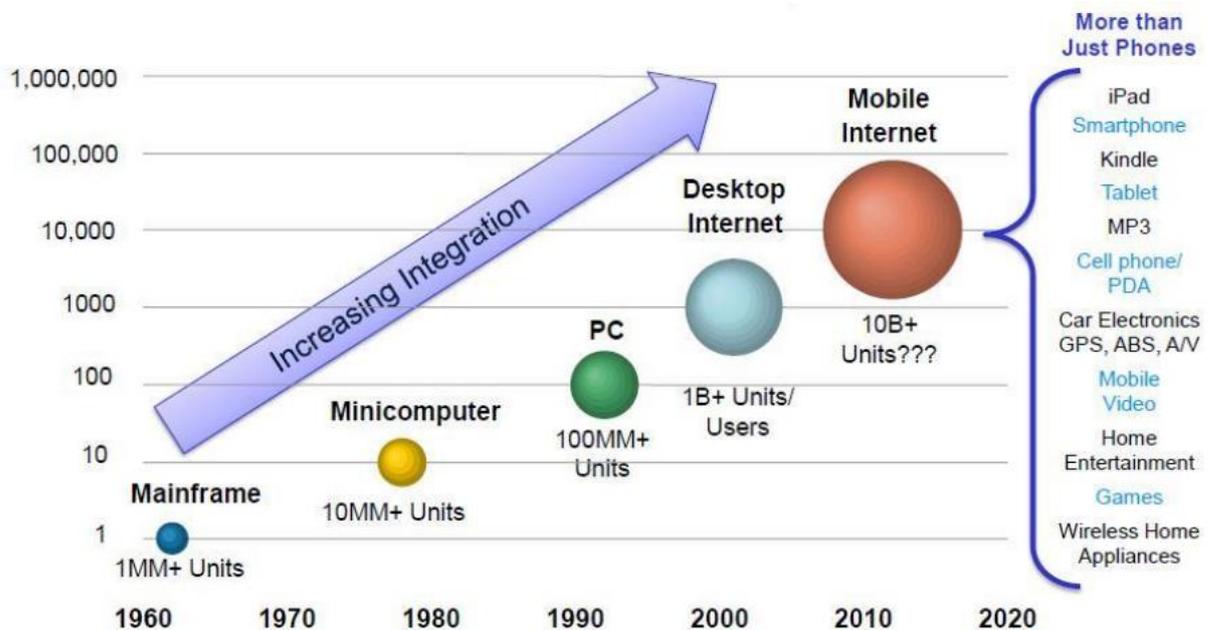
Assim, percebe-se que cada módulo emissor e receptor vai produzir uma experiência multimídia diferenciada que vai depender das interações do usuário e das mídias participantes da sessão de uso do sistema. Por exemplo, durante a transmissão de uma cirurgia com a Arthron, a visão que o médico tem é diferente da visão de um simples espectador que está fora da sala de cirurgia. A visão de dentro da sala de cirurgia provavelmente será formada por fluxos dos

espectadores, para permitir a interação (e também segunda opinião), e fluxos de mídia da própria cirurgia como imagens médicas e imagem de uma endocâmera. Já um fluxo de um espectador que está fora da sala de cirurgia é normalmente composto por uma sequência de fluxos de mídias oriundas da sala de cirurgia. Na próxima seção será investigado de forma mais aprofundada esta experiência gerada através do uso de sistemas multimídia.

2.2 Experiência Multimídia

Atualmente, vários tipos de dispositivos eletrônicos vêm conquistando o mercado. Cada um deles permite uma forma de interação diferenciada com o usuário. Ao mesmo tempo, na medida em que esses equipamentos eletrônicos evoluem, as tecnologias de interface com o usuário e interação acompanham este desenvolvimento, de forma a corresponder às expectativas dos consumidores e permitindo uma experiência de uso cada vez mais intuitiva e imersiva. Esta constante evolução traz mais possibilidades de interação do usuário com os dados do sistema [IDA 2012].

Figura 3 - Evolução da interface com o usuário.



A Figura 3 mostra os principais aspectos de como as interfaces de usuário e tecnologias de interação têm evoluído ao longo dos últimos 50 anos. A figura destaca especialmente o aumento no tamanho dos dispositivos e nas unidades vendidas, a melhora no grau de interatividade e grau de integração com outros dispositivos e tecnologias. Esta evolução marca o início de uma mudança transformadora, onde a experiência do usuário passa a ser um fator

importante e que dita o sucesso de um determinado dispositivo eletrônico. Pode-se verificar isto através de alguns eventos que vêm acontecendo ultimamente na indústria de dispositivos móveis. Algumas empresas tradicionais nestes tipos de dispositivos perderam suas posições dominantes no mercado para uma nova geração de dispositivos com computação intuitiva [IDA 2012].

Não só as interfaces dos dispositivos móveis, mas de todos os tipos de sistemas que possuem uma interface com o usuário também evoluíram. A ideia é proporcionar ao usuário uma experiência de mundo cada vez mais imersiva e fácil de usar. Este aspecto faz com que os sistemas usem formas de dados mais comunicativas, como as multimídias. Com a possibilidade de interação com mídias mais complexas nestes sistemas, como vídeos e outros dados multimídias, a experiência de uso destes sistemas se torna cada vez mais individualizada e difícil de ser reproduzida. Ou seja, os sistemas de modo geral têm agregado novas capacidades (objetivos tridimensionais, sincronização, mídias adicionais, interação natural) com o intuito de proporcionar uma experiência de interação cada vez mais rica aos seus usuários. Nesse contexto, o conceito de **experiência multimídia** envolve tanto a concepção de sistemas multimídia complexos (que agregam várias capacidades) quanto à percepção/recepção dos usuários desses sistemas.

O termo experiência multimídia também é utilizado em outros trabalhos, mas nem sempre com o mesmo sentido do definido aqui. Majoe (2009) trata a experiência multimídia como à criação de conteúdo multimídia em tempo real através da interação entre usuário e sistema. No trabalho de Majoe (2009), é descrito um sistema interativo que captura movimentos de dança, os mapeia, em vários níveis de complexidade, reconhece os movimentos, os classifica e, por fim, gera um conteúdo multimídia representando os movimentos executados durante a dança. Assim, os usuários podem criar conteúdo multimídia em tempo real e de forma individualizada.

Em [SONG 2011] é abordado sobre tecnologias empregadas para implementação de área de trabalho virtual (*desktop* virtual). Este trabalho descreve os benefícios da computação virtual, explora os desafios enfrentados para implementação desta tecnologia e faz um estudo de casos sobre empresas que a utilizam. Neste trabalho a experiência multimídia é tratada como a experiência que um usuário percebe ao utilizar a tecnologia de computação virtual (*desktop* virtual) através da interação com interface gráfica.

Nos trabalhos [SONG 2011] e [MAJOE 2009], a experiência multimídia está relacionada ao processo de interação entre usuário e sistema multimídia. Eles sugerem que esta interação é capaz de gerar um conteúdo. Esta definição está mais próxima do conceito de

experiência multimídia utilizada no contexto deste trabalho. Pois, a intenção é definir uma estratégia de capturar este conteúdo de experiência multimídia gerado através da interação entre usuários e sistema multimídia. Mas, outras pesquisas, [SHARDA, 2004] e [PEREIRA, 2003], tratam este conceito de experiência multimídia de forma um pouco distinta, porém interessantes de serem averiguadas.

Por exemplo, no trabalho de Sharda (2004), que envolve artes, ciência e multimídia, é enfatizado como a multimídia pode ser utilizada para contar histórias (no sentido de comunicar a informação que se deseja passar). Neste contexto, a experiência multimídia está relacionada com a mensagem que um sistema multimídia deve ser capaz de transmitir. Esta mensagem está relacionada aos cinco sentidos humanos, ou seja, o sistema multimídia é capaz de “contar histórias” estimulando estes sentidos a fim de passar mensagens ao cérebro. Nesta pesquisa o termo experiência multimídia se relaciona ao processo da elaboração da multimídia, ou seja, antes de uma multimídia ser criada, primeiro deve-se conceber a mensagem que esta deve ser capaz de transmitir.

A pesquisa de Pereira (2003) faz uma discussão acerca do estado do acesso mundial a tecnologias multimídia e investiga as direções desta área. Neste trabalho são discutidos assuntos como comunicação móvel e sem fio, padrões para conteúdos multimídia, a internet e, especialmente, o acesso universal a multimídia (UMA – *Universal Multimedia Access*). Pereira (2003) enfatiza que vários ambientes, assim como a internet, são compostos por conteúdos multimídia por onde os usuários podem navegar e construir experiências de uso. Além disso, ele cita que a multimídia é um fator fundamental para entregar uma melhor experiência os usuários em determinados contextos. Este conceito envolve muito mais do que apenas redes e vídeos, mas envolve também a psicologia intrínseca da experiência de uso de uma informação multimídia.

Pereira (2003) destaca que o ponto final do consumo de uma multimídia é o usuário e não o terminal de exibição do conteúdo. O trabalho ainda define o termo experiência multimídia universal (*Universal Multimedia Experience*) como a noção de que usuários devem ter a mesma experiência informativa em qualquer lugar e em qualquer meio que acessem a multimídia. Assim, neste contexto, semelhante ao trabalho de Sharda (2004), a experiência multimídia é tratada como a perspectiva da informação que é interpretada pelo usuário sobre um conjunto de mídias que formam a multimídia.

Nestes dois últimos trabalhos citados, [PEREIRA 2003] e [SHARDA 2004], a experiência multimídia está relacionada com a mensagem ou informação que o conteúdo multimídia deve ser capaz de representar e transmitir. Este aspecto também é considerado na

perspectiva do presente trabalho. Experiência multimídia, no contexto aqui apresentado, é a visão/percepção que um usuário possui ao interagir com um sistema multimídia colaborativo e o conteúdo resultante desta interação.

Nossa intenção é verificar a manifestação desse conceito no âmbito da telemedicina, uma vez que a proposta principal aqui defendida é a definição de uma estratégia para captura e recuperação da experiência multimídia em um sistema de telemedicina (a Arthron). A informação gerada em uma transmissão de cirurgia ao vivo será submetida ao processo de captura, gerando uma experiência multimídia gravada. Após a gravação da experiência, deve ser possível recuperar os dados em sua plenitude e sincronização reproduzindo toda a experiência gerada no modo ao vivo.

No entanto, para garantir a fidelidade de um sistema com tal objetivo é necessário que a experiência multimídia seja representável em meio digital. Nesse sentido existem diferentes abordagens na literatura [SOUZA FILHO 1997] [SOARES 2009] que serão tratadas a seguir.

2.3 Estratégias de Representação

Para que seja possível gravar e recuperar a experiência multimídia, primeiramente é necessário elaborar uma forma de representá-la. Tal experiência está relacionada com o sincronismo entre mídias devido a interação entre um usuário e as mídias de um sistema multimídia. A representação deve garantir que todos os aspectos da experiência sejam preservados para posterior recuperação.

Uma abordagem possível é representar a experiência multimídia como um documento multimídia. De acordo com [SOUZA FILHO 1997] um documento multimídia é uma composição de fragmentos de informação representada em diferentes mídias e sua sincronização. Através desta estrutura pode-se representar uma sequência de objetos de mídia de diferentes tipos e que são apresentados em instantes de tempo distintos, o que se encaixa com as necessidades para representação de uma experiência multimídia.

Um documento multimídia é capaz de tratar a sincronização entre mídias tanto no seu aspecto espacial quanto no aspecto temporal. A noção de sincronização temporal baseia-se na definição de como combinar objetos a serem apresentados em um dispositivo de saída, em um dado instante do tempo. A noção de sincronização espacial baseia-se em mecanismos que definem como a apresentação dos componentes de um documento é escalonada nos dispositivos de saída [SOUZA FILHO 1997].

Existem várias linguagens e modelos capazes de encapsular informação de sincronismo temporal e espacial de apresentação multimídia em um documento. Normalmente estes

documentos seguem uma estrutura de hipermídia. Um documento hipermídia é um documento multimídia onde o relacionamento entre os componentes, isto é, sua estrutura lógica e de apresentação, é definida com base no paradigma hipertexto, com a ressalva de que, no caso dos documentos hipermídia, os nós contêm informações representadas em diferentes mídias ao invés de apenas texto. Um exemplo é o HTML+TIME, que propõe o aperfeiçoamento do HTML padrão no sentido de permitir definir um comportamento temporal nos seus documentos, o SGML, uma metalinguagem sugerida pelo W3C capaz de criar linguagens para especificação de documentos hipermídia com relações temporais, e o NCL, baseada na NCM (*Nexted Context Model*) permite a criação de documentos contendo relacionamentos de sincronização espacial e temporal poderosos.

Uma descrição mais detalhada destas linguagens e padrões pode ser encontrada no Anexo I (Linguagens e Padrões para Especificação de Documentos Multimídia) desta dissertação. A Tabela 2 apresenta resumidamente como as linguagens e padrões de descrição de documentos multimídia consideram o modelo conceitual e as plataformas de representação.

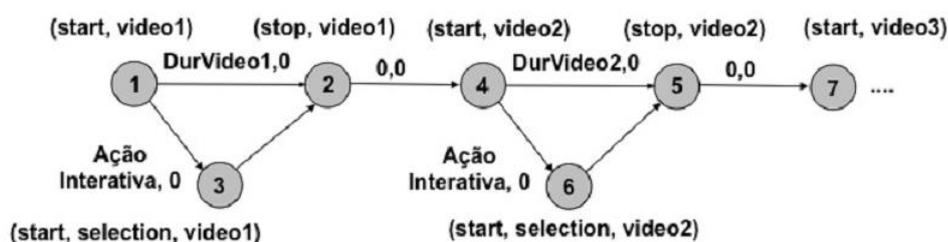
Tabela 1 - Comparação entre as linguagens de descrição de documentos hipermídia.

	Descrição	Modelo Conceitual	Plataforma (utilizada ou proposta)
SMIL	Padrão que especifica uma linguagem de marcação recomendado pela W3C que possui estrutura baseada em XML.	Modelo conceitual simples formado por objetos, nó, âncoras e Elos.	Web
HTML+TIME	Proposta submetida ao W3C para integração de temporização e interatividade ao HTML.	Modelo conceitual simples formado por objetos, nó, âncoras e Elos.	Web
HTML 5	Versão mais atual da linguagem HTML que visa dá suporte às mais recentes multimídia.	Modelo conceitual simples formado por objetos, nó, âncoras e Elos.	Web

NCL	Linguagem declarativa que possui estrutura baseada em XML e foi formulada conforme o modelo de contexto aninhado.	Modelo conceitual mais complexo que permite o aninhamento de nós (nós podem possuir outros nós), descritores, âncoras e elos.	Tv digital
XML	Metalinguagem de marcação que provê um formato para descrever dados estruturados.	Por ser uma metalinguagem o XML, na verdade, permite a especificação de um modelo conceitual para outras linguagens.	Construído inicialmente para Web

Na Tabela 1 podemos observar que todas as linguagens são baseadas em um modelo conceitual de dados. Esta é uma característica que toda linguagem declarativa possui [SOARES 2009]. Um modelo conceitual representa os conceitos estruturais dos dados, assim como os eventos e relacionamentos entre os dados. O modelo também define as regras estruturais e as operações sobre os dados para manipulação e atualização das estruturas [SOARES 2009]. Neste sentido a linguagem NCL se destaca por possuir um modelo conceitual mais poderoso, o modelo de contexto aninhado.

Figura 4 - Exemplo de um grafo temporal hipermediático.



Para cada documento multimídia escrito em uma dessas linguagens é possível representar sua estrutura de dados e operações através do seu modelo de dados, como o modelo da Figura 1 do Anexo I que pode representar um documento escrito em NCL. Esta estrutura representa como as informações ou mídias que aparecem no decorrer da execução de um documento. Outra forma de representar a sincronia de um documento multimídia é através de um grafo temporal. Neste tipo de representação os relacionamentos entre as mídias são representadas através de arestas dirigidas, enquanto os vértices representam os eventos que

podem ocorrer sobre os conteúdos da mídia [COSTA 2010]. A Figura 4 mostra um exemplo de um grafo temporal.

A representação da hipermídia em grafos temporais é uma representação mais próxima do que acontece ou pode acontecer durante a execução desta hipermídia. Assim, a descrição de uma multimídia em um documento que utilize uma notação que permita representar esta multimídia de forma fácil em um grafo temporal possui o benefício de permitir que a multimídia descrita seja interpretada e executada mais facilmente, mesmo que o modelo conceitual utilizado pela linguagem ou notação seja mais fraco quando comparado a outras linguagens de descrição de hipermídia. Este aspecto é fundamental para o entendimento da escolha de notação utilizada neste trabalho para representação da experiência multimídia.

Capítulo

3

Estratégia para Gravação e Recuperação de Experiência Multimídia

A estratégia apresentada neste trabalho para a gravação e recuperação de uma experiência multimídia inclui modelos dados e modelos de arquitetura. O modelo de dados tem como objetivo representar a estrutura das mídias e das experiências multimídia capturadas (modelo representação). Além disso, é descrito uma notação para descrever a experiência multimídia em arquivos XML (técnica de representação). Por fim, para termos um modelo dinâmico, um modelo arquitetural (concretização) que segue uma abordagem orientada a serviços é apresentado.

3.1 Definição da Estratégia

Através desta estratégia pretende-se definir uma forma de gravação e recuperação de mídias e experiências de uso de sistemas multimídia em tempo real, especialmente os voltados para telemedicina. Além disso, é definido uma forma para indexar e classificar as mídias e são especificados alguns serviços para o alcance destes objetivos.

Esta estratégia é definida de forma genérica a fim de permitir que ela possa ser reutilizada em outros contextos, ou seja, a estratégia visa facilidade de acesso, utilizando de tecnologias e padrões bem estabelecidos, e facilidade de comunicação. Para dar suporte a estas perspectivas, os modelos arquiteturais utilizados para definir esta estratégia possuem uma orientação a serviços.

Uma arquitetura orientada a serviço (SOA – *Service Oriented Architecture*) tem como componente fundamental a definição de serviço. Nesta arquitetura as funcionalidades do sistema são expostas via descrição de uma interface, permitindo a publicação, localização e a invocação por meio de um formato padronizado [MELLO 2006].

Esta arquitetura pode ser descrita através de conceitos de visibilidade, interação e efeito [OASIS 2006]. A visibilidade refere-se à capacidade daqueles com necessidade e aqueles com

competências saberem da existência um do outro. Isso é tipicamente realizado pelo fornecimento de descrições acerca dos aspectos do serviço oferecido seguindo algum padrão de comunicação bem conhecido. A interação é a atividade que usa a competência resultando em uma série de ações que culmina no efeito. A interação é tipicamente realizada através da troca de mensagens entre a entidade serviço e a cliente.

Figura 5 - Interação entre entidades do SOA.



A SOA é constituída de relações entre três tipos de participantes (Figura 5): o diretório para registro de serviços, repositório que é utilizado para publicar e localizar as interfaces dos serviços; o provedor de serviços, entidade responsável por publicar as interfaces dos serviços providos no registro de serviços e também responsável por atender as requisições originadas pelos clientes; e o cliente, aplicação ou outro serviço que efetua requisições a um serviço. Cada participante da arquitetura pode ainda assumir um ou mais papéis, podendo ser, por exemplo, um provedor e um cliente de serviços [MELLO 2006]. Em muitos casos o registro de serviço e o provedor de serviço são integrados em uma única entidade.

A estratégia apresentada neste trabalho para a gravação e recuperação de uma experiência multimídia se baseia nos conceitos de arquitetura orientada a serviços e inclui modelos dados e modelos de arquitetura para defini-la. Por exemplo, neste modelo de dados são especificados de forma abstrata o conjunto de dados que devem ser considerados para armazenar e recuperar uma experiência multimídia, como: mídias, metadados e informações de sincronia entre mídias. Já os modelos arquiteturais definem como estes processos ocorrem, para isso quatro modelos de serviços foram desenvolvidos, são eles: serviço de gravação de mídia, serviço de registro de experiência, serviço de recuperação de informações e serviço de recuperação de experiências.

3.2 Modelo de Dados

Um modelo de dados é uma coleção de conceitos que podem ser usados para descrever um conjunto de dados e as operações para manipular esses dados [BATINI 1992]. Um modelo de dados é uma abstração da realidade e fornece uma base formal que permite caracterizar e dar semântica aos dados. Nestes modelos somente os elementos essenciais dos dados são representados [LISBOA FILHO 2010].

Neste sentido, foi definido um modelo para representar mídias através do uso de metadados que descrevem suas características. Neste modelo definimos os atributos que devem ser preenchidos para representar os aspectos da mídia. Este processo de indexação da mídia é essencial, pois, além de permitir caracterizá-la, facilita os processos relacionados a busca da mídia.

Além disso, nesta seção é definido um modelo de sincronização de mídias, responsável por caracterizar as mídias e as ações que ocorrem em uma experiência multimídia. Este modelo é definido através da especificação de uma notação criada com *XML Schema* (documento em XML que define a estrutura de outros documentos XML).

3.2.1 Mídias e Metadados

Neste contexto, para a gravação de uma experiência multimídia cada mídia deve ser gravada individualmente. Além disso, cada mídia gravada possui um modelo de metadados como detalhado na Tabela 2. Esta estrutura foi definida com base em estudos sobre objetos de aprendizagem. Para cada mídia gravada uma estrutura de metadados correspondente, com as informações presente na Tabela 2, deve ser preenchido e armazenado de forma a caracterizar a mídia gravada e facilitar os processos de busca e recuperação da experiência multimídia.

Tabela 2 - Campos de um metadado descritivo da mídia.

Informações Gerais	Tipo
	Descrição da mídia
	Palavras chave
	Linguagem
	Data
	Hora
	Informações do componente que enviou a mídia
	Informações do usuário que enviou a mídia

Informações Técnicas	Formato da mídia
	Localização da mídia
	Tipo de serviço (Telemedicina, por exemplo)
	Necessidades especiais para executar a mídia

3.2.2 Sincronização das Mídias

As mídias de um sistema multimídia e a interação entre o usuário e o sistema que causam mudanças nas mídias são os aspectos responsáveis por caracterizar a experiência multimídia. E por isso, estes dados devem ser armazenados caso seja desejado registrar e reexecutar tal experiência de maneira a manter a sincronização das mídias. Pensando neste ponto, uma notação baseada em XML foi desenvolvida oferecendo meios de descrever a experiência multimídia.

Esta notação foi desenvolvida segundo uma estrutura cronológica das ações que ocorrem durante o uso de um sistema multimídia, ou seja, ela é capaz de registrar o momento e as ações que ocorreram durante o uso do sistema na ordem que as ações acontecem. Estas ações devem ser enviadas pelo sistema cliente através do serviço de registro de experiência. Com estas informações, um documento XML, que obedece as regras da notação desenvolvida, pode ser construído contendo uma experiência de uso do sistema multimídia.

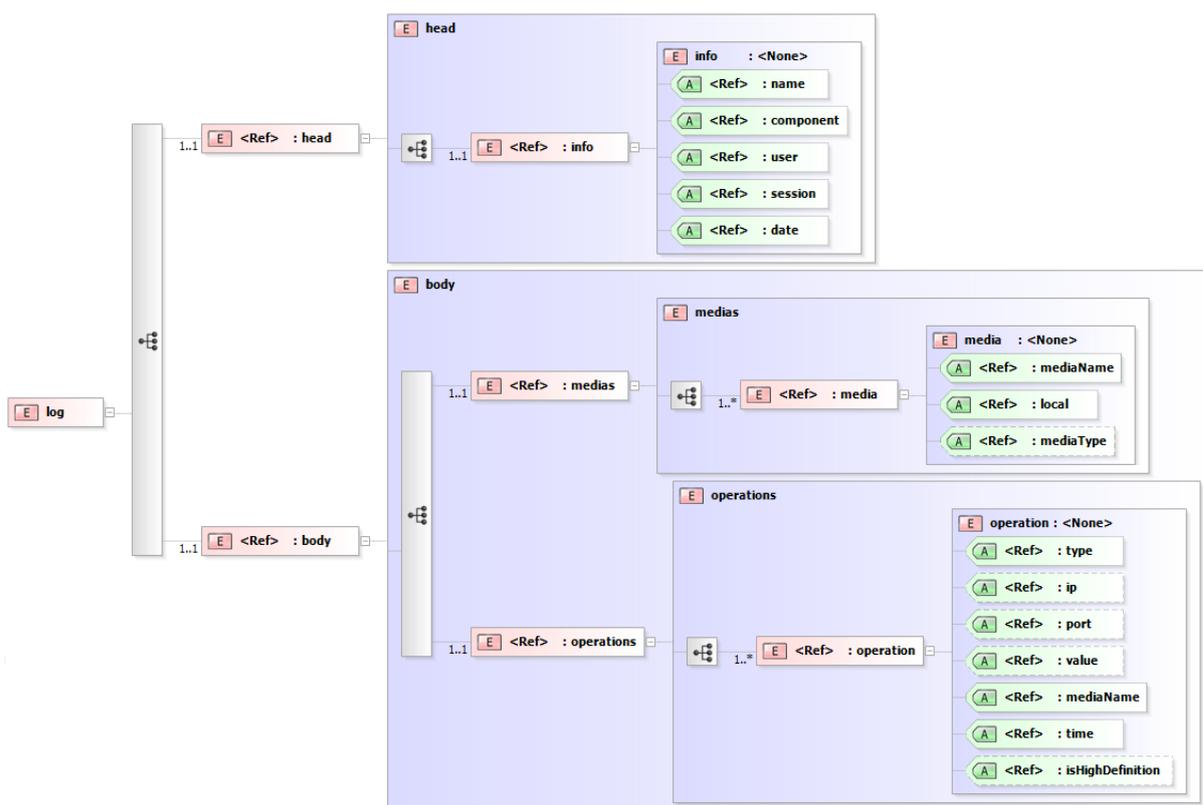
É importante notar que esta notação foi desenvolvida especialmente para o registro de uso de sistemas multimídia, principalmente os que permitem o envio e captura de fluxos de vídeo, áudio, imagens e mídias adicionais, como a Arthron que foi o sistema inspirador para a elaboração desta estratégia de gravação e recuperação de experiência. Outras notações ou linguagens poderiam ser utilizadas para o registro da experiência, como NCL e HTML. Porém, nenhuma linguagem de descrição de multimídia estudada permitia o registro de ações sobre mídias de forma sequencial ou cronológica, conforme discutido na seção 2.3. Este é um aspecto importante visto que é mais fácil registrar a interação com o sistema de forma temporal. Além disso, o uso de outra linguagem traria complexidades que não são interessantes para o propósito deste trabalho.

Na elaboração desta notação fez-se uso do XML *Schema* que é um documento XML capaz de descrever a estrutura de um conjunto de outros documentos XML pertencentes à mesma linguagem [W3SCHOOL]. Ou seja, um XML *Schema* é um metamodelo de arquivos XML. Ele define elementos e atributos que podem aparecer no documento, define qual a estrutura dos elementos (elementos pais e filhos), define o número de elementos filhos de um

determinado elemento pai, define quais elementos e atributos podem ser vazios, define tipos de dados e valores padrões para elementos e atributos e etc.

A Figura 6 contém a estrutura do XML *Schema* que define a notação. Nela podemos ver que para obedecer às regras da notação, um documento XML deve possuir obrigatoriamente as tags *head* e *body* dentro da tag pai *log*, formando o corpo e o cabeçalho do documento respectivamente. O documento também deve possuir uma seção que contém atributos informativos relativos à identificação do documento. Esta seção é representada pela tag *info* que está inserido dentro do cabeçalho e possui como atributos o nome e identificador do usuário, identificador da sessão, identificador do componente. Além disso, a seção de informações possui um atributo que contém a data e hora que o registro começa a acontecer. Essas informações podem ser utilizadas para garantir o sincronismo durante a reexibição da experiência.

Figura 6 - Esquema dos arquivos de experiência multimídia.



O corpo do documento deve ser formado por informações referente às mídias e as operações sobre as mídias que formam a experiência do usuário. A seção de mídias (tag *medias*) possui os elementos *media* formados atributos que podem conter o nome, tipo e local de armazenamento da mídia. O tipo de mídia é um atributo restrito e pode possuir os valores vídeo,

imagem, 3D e áudio representado respectivamente uma mídia audiovisual, uma mídia imagem, um objeto 3D ou uma mídia de áudio. Essa restrição de valores está presente na descrição do XML Schema (Figura 7-a).

No corpo do documento também está presente a seção *operations* que possui ao menos um elemento *operation*. Um *operation* indica que alguma operação que reflita na experiência de uso foi executada. Esta operação pode ser a adição ou remoção de uma mídia de vídeo ou de áudio, a inserção de uma imagem ou objeto 3D na tela e seu controle (translação, rotação e escalonamento). As restrições sobre os tipos de operação podem ser vista na Figura 7-b. O arquivo XSD que especifica a notação utilizada para descrever os arquivos de experiência multimídia pode ser encontrado no Anexo III.

Figura 7 - Trechos de restrições presente no XML Schema do Arquivo de experiência multimídia.

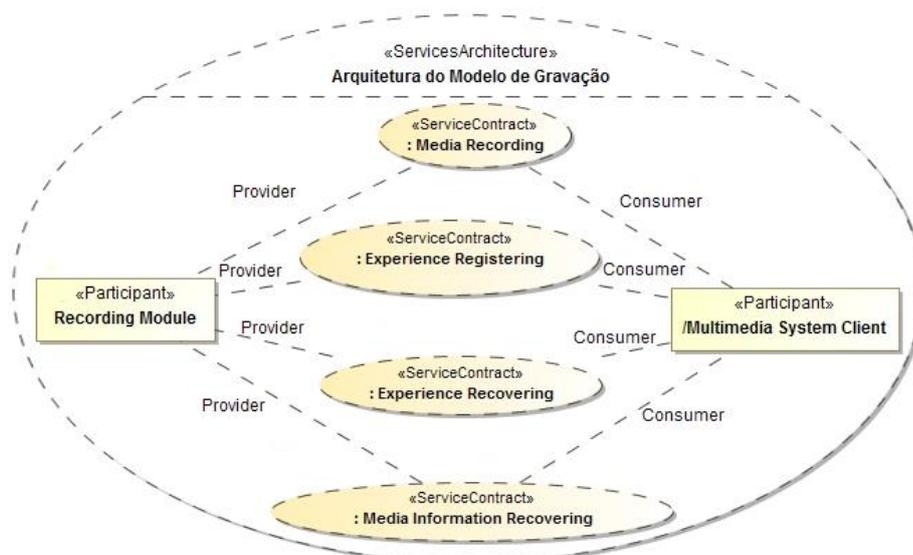
<p>a. Restrição nos tipos de mídia</p> <pre> <xs:attribute name="mediaType"> <xs:simpleType> <xs:restriction base="xs:string"> <xs:enumeration value="video" /> <xs:enumeration value="image" /> <xs:enumeration value="3D" /> <xs:enumeration value="audio" /> </xs:restriction> </xs:simpleType> </xs:attribute> </pre>	<p>b. Restrição nos tipos de operação</p> <pre> <xs:attribute name="type"> <xs:simpleType> <xs:restriction base="xs:string"> <xs:enumeration value="ADD" /> <xs:enumeration value="REMOVE" /> <xs:enumeration value="ROTATE_X" /> <xs:enumeration value="ROTATE_Y" /> <xs:enumeration value="ROTATE_Z" /> <xs:enumeration value="TRANSLATE_X" /> <xs:enumeration value="TRANSLATE_Y" /> <xs:enumeration value="TRANSLATE_Z" /> <xs:enumeration value="SCALE_X" /> <xs:enumeration value="SCALE_Y" /> <xs:enumeration value="SCALE_Z" /> </xs:restriction> </xs:simpleType> </xs:attribute> </pre>
--	--

3.3 Modelo Arquitetural

Para dar suporte ao processo de gravação e recuperação de experiência multimídia foi proposto um modelo arquitetural orientado a serviços. Este modelo descreve serviços para gravação e recuperação das mídias e interações sobre as mídias de um sistema multimídia interativo de tempo real, serviços para indexação e classificação das mídias e serviços para recuperação de informações sobre as mídias.

A Figura 8 representa um diagrama de arquitetura para sistemas orientados a serviços que mostra as principais funcionalidades especificadas. Este diagrama foi construído com o *profile* SoAML, uma extensão para UML, que descreve como especificar sistemas orientados a serviços [SOAML 2012].

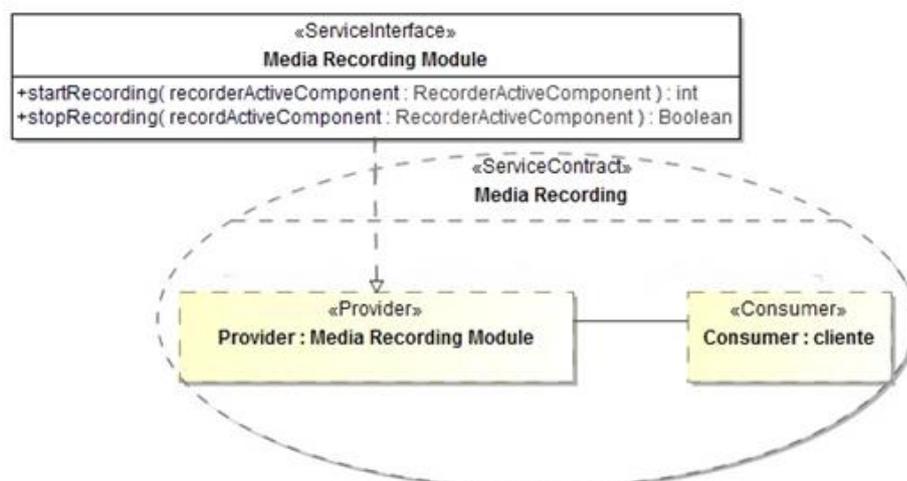
Figura 8 - Diagrama de arquitetura do modelo.



O diagrama especifica os participantes e os serviços existentes. Nele existem dois participantes o modulo de gravação e recuperação de experiência, o *Recording Module*, e o sistema multimídia cliente. Quatro serviços principais são especificados, o serviço de gravação de uma mídia, o serviço de registro da experiência, o serviço de recuperação de experiências gravadas e o serviço de recuperação de informações sobre as mídias e as experiências gravadas.

3.3.1 Serviço de Gravação da Mídia

Figura 9 - Contrato de serviço para gravação de uma mídia.



O serviço de gravação da mídia ocorre entre o cliente e o modulo de gravação de mídia que é a parte do modulo de gravação responsável pela captura de uma mídia. A Figura 9 mostra como o acesso a esse serviço acontece através de um diagrama de contrato de serviço. Este

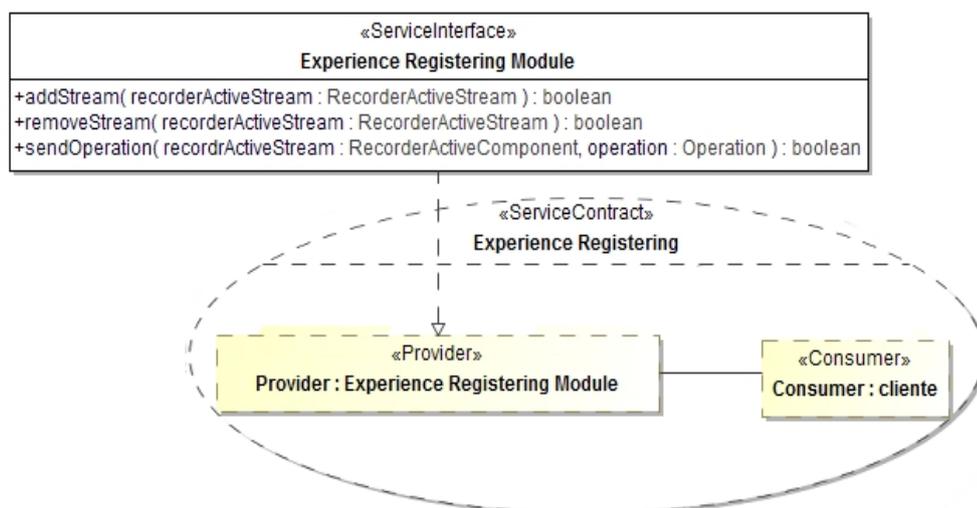
diagrama define a interface de comunicação entre os participantes e as suas respectivas responsabilidades. Além disso, este serviço é responsável pelo armazenamento e indexação das mídias enviadas.

O modulo de gravação de mídia exerce o papel de provedor do serviço e oferece funcionalidades pra início, *startRecording*, e fim, *stopRecording*, da gravação de uma mídia. O cliente deve passar um conjunto de dados, encapsulado pelo *RecorderActiveComponent*, com informações sobre a mídia para sua indexação e informações de como ela será enviada para o modulo de gravação, como o protocolo de comunicação, a porta e o endereço IP.

3.3.2 Serviço de Registro de Experiência

O serviço de registro de experiência também ocorre entre um cliente e o modulo de gravação. Ele foi especificado com o propósito de descrever funcionalidades onde a experiência de uso de um sistema multimídia pudesse ser armazenada através do envio de comandos para o provedor de serviços. Estes comandos representam as interações entre as mídias do sistema multimídia. Algumas descrições de funcionalidades para este propósito, como o envio de informações sobre adição e a remoção de uma mídia (*addStream* e *removeStream*) e o envio de uma operação genérica (*sendOperation*), estão especificadas na interface de serviço da Figura 10.

Figura 10 - Contrato de serviço para o registro de uma experiência.

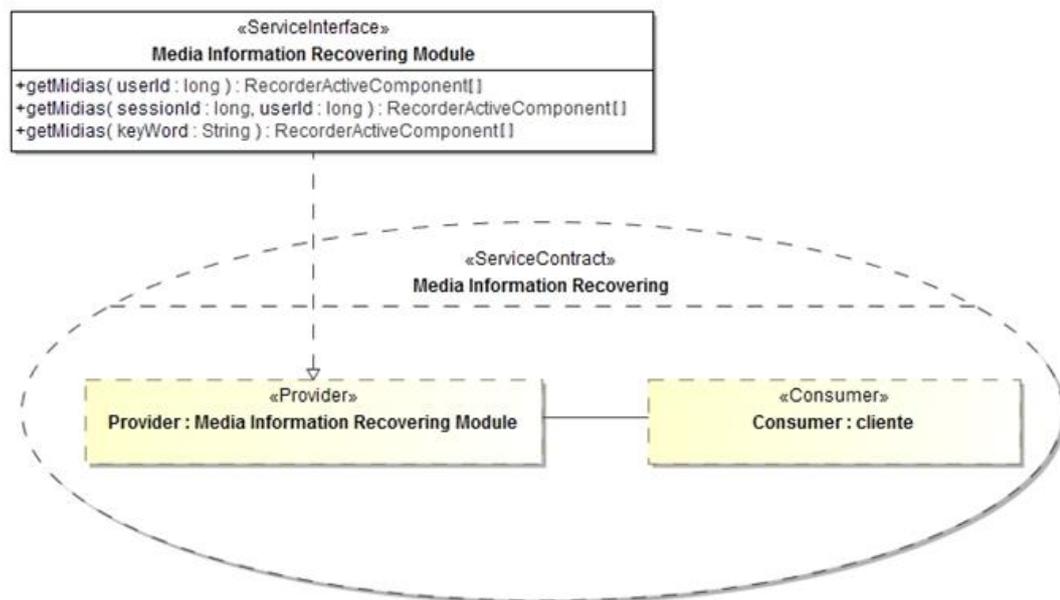


3.3.3 Serviço de Recuperação de Informações

O serviço de recuperação de informações de mídia especifica como um sistema cliente faz consultas sobre as mídias existentes. Esta consulta pode ser feita através de um identificador do usuário que retorna uma lista de informações sobre todas as mídias provenientes deste usuário,

esta consulta pode ser feita em conjunto com o identificador de uma sessão que resulta em lista de informações sobre mídias de um determinado usuário em uma determinada sessão e a consulta pode ser feita por uma palavra chave onde uma lista de informações sobre as mídias que a possuem como índice será retornada. Na Figura 11 está o contrato que especifica este serviço.

Figura 11 - Contrato de serviço para recuperação de informações sobre as mídias.

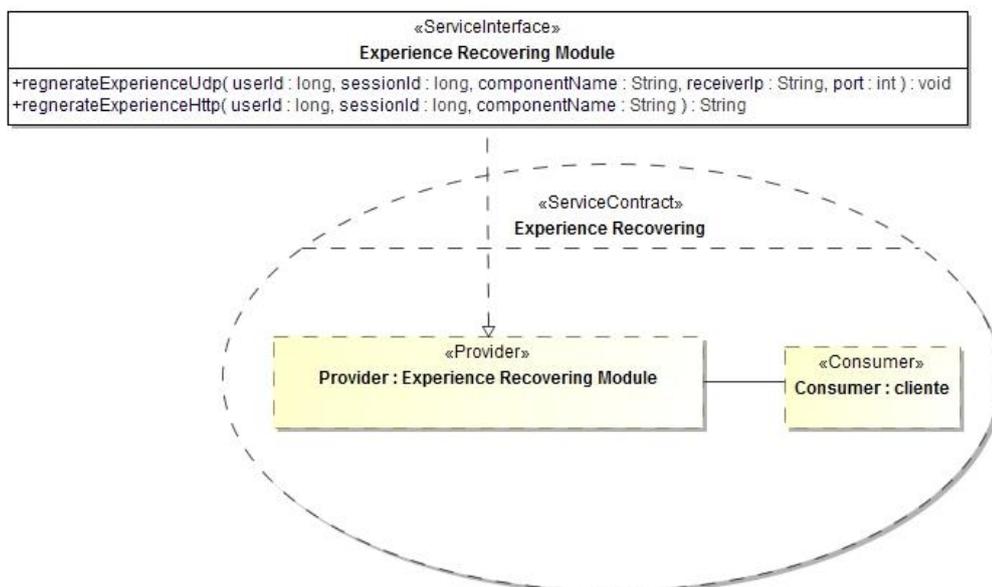


3.3.4 Serviço de recuperação de Experiência

O serviço de recuperação de experiência descreve como uma experiência de uso, depois de gravada, pode ser acessada novamente. Esta recuperação deve apresentar as mesmas sequências de passos do que ocorreu no momento em que a experiência foi armazenada, ou seja, ela deve ser fiel ao que realmente aconteceu. Este serviço deve utilizar as mídias anteriormente gravadas no serviço de gravação de mídia e as informações de sincronismo entre mídias armazenadas pelo serviço de registro de experiência para remontar a experiência multimídia de um usuário.

No serviço foi especificadas duas formas de envio de fluxo para o sistema cliente, uma via UDP e outra via HTTP, como mostra a Figura 12. Cada um deve receber parâmetros que especificam dados necessários para recuperação da experiência conforme o protocolo utilizado. No UDP a porta e o endereço IP do sistema cliente que deseja recuperar a experiência são necessários. Já no HTTP um *string* contendo o endereço de publicação do fluxo deve ser devolvido ao sistema cliente.

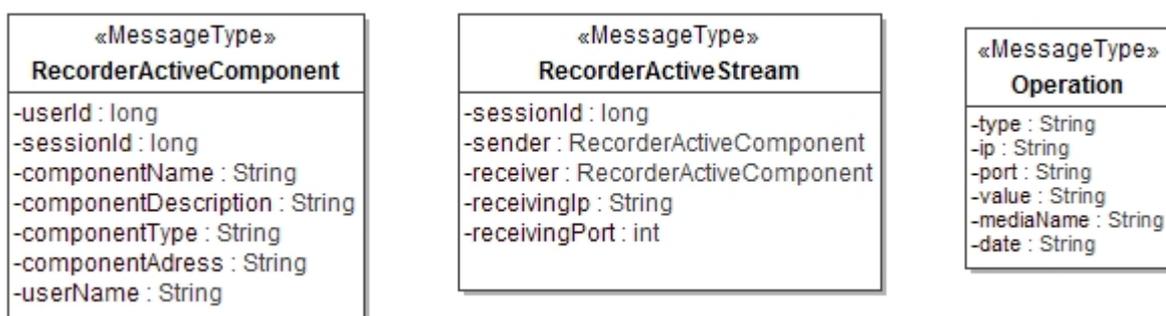
Figura 12 - Contrato de serviço para recuperação de uma experiência de uso.



3.3.5 Especificação das Mensagens

Os serviços desenhados utilizam algumas mensagens padrão para troca de informações entre o cliente e o servidor como é possível verificar nas figuras da seção passada. Estas mensagens foram também modeladas com o uso do SoaML e permitem encapsular informações básicas formando uma estrutura mais complexa e propícia para envio da informação desejada.

Figura 13 - Mensagens modeladas.



A Figura 13 mostra as três mensagens modeladas e seus atributos. A mensagem *RecordActiveComponent* foi modelada para ser utilizada pelo cliente no serviço de gravação de uma mídia. Nesta mensagem é enviado informações responsáveis por identificar o usuário que está utilizando o sistema multimídia e caracterizar a mídia que está sendo enviada e gravada.

Os sistemas multimídia de Telemedicina, em especial a Arthron, funcionam através da distribuição de vídeos e outros dados multimídia entre codificadores e decodificadores. A

mensagem *RecordActiveStream* foi modelada com atributos que fornecem informações sobre os receptores e os emissores de um fluxo multimídia. Esta mensagem pode ser utilizada pelo sistema multimídia no serviço de registro de experiência, assim como a mensagem *Operation* que encapsula informações sobre uma ação genérica que pode ocorrer entre usuário e sistema, como a adição de um objeto 3D na tela por exemplo.

A fim de verificar se é possível de construir um serviço baseado nesta estratégia e se este serviço funciona conforme o especificado foi implementado um serviço de gravação e recuperação de experiência seguindo a estrutura descrita nesta estratégia. O capítulo 4 trata desta atividade, descrevendo os passos da implementação deste serviço e verificando se o serviço resultante deste processo funciona conforme o especificado na elaboração da estratégia.

Capítulo

4

Estudo de Caso: A Ferramenta Arthron

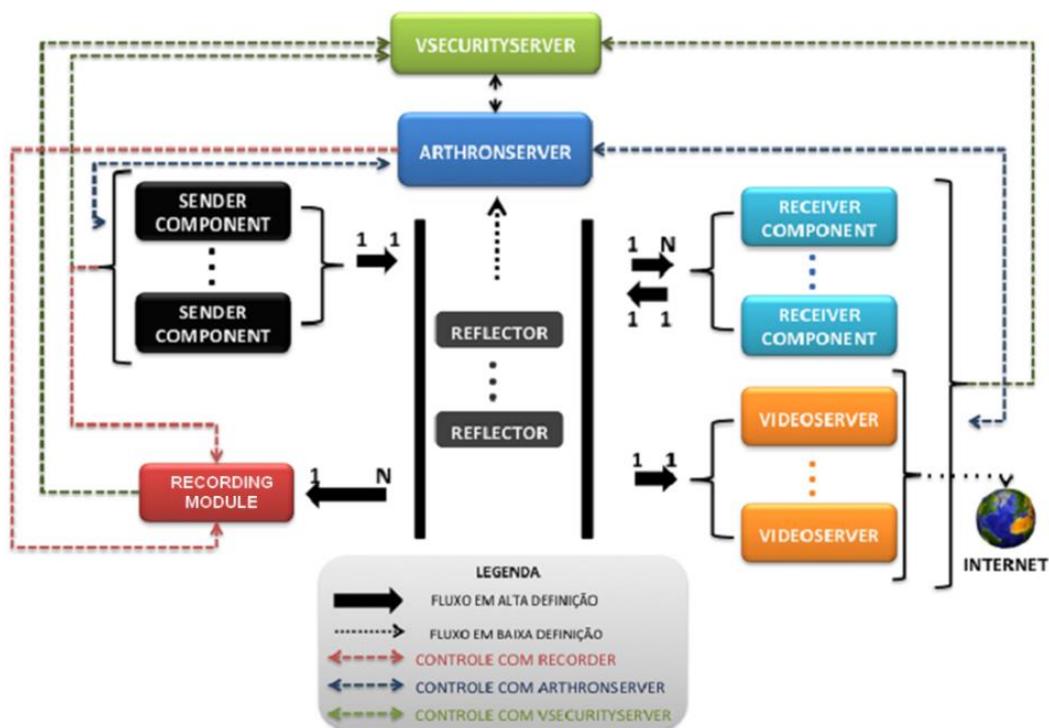
Nesta seção detalhamos a implementação de um serviço de gravação e recuperação de experiência multimídia baseado na estratégia proposta neste trabalho. Este serviço foi criado para a ferramenta Arthron [SILVA FILHO 2012]. O serviço é descrito em termos de cenários de aplicação, arquitetura, módulos desenvolvidos e detalhes de implementação.

4.1 Cenário de Aplicação – Arthron e Telemedicina

A Arthron é uma ferramenta de gerenciamento remoto que permite a captura e a distribuição de múltiplos fluxos simultâneos de mídia em tempo real [MELO 2010]. Em sua versão de desenvolvimento atual, a 3.0, a Arthron partiu para o paradigma Web, através do uso de uma arquitetura baseada em serviço que resulta em uma maior usabilidade e comunicabilidade entre os componentes do sistema.

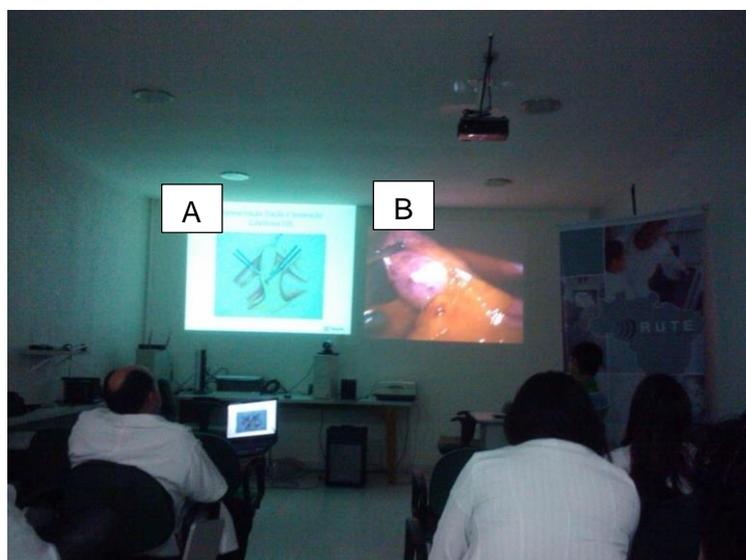
A arquitetura atual da ferramenta é apresentada na Figura 14, onde é possível verificar que os módulos que a constituem são: os *Sender Components (Encoders)*, responsável pelo controle da captura dos fluxos de mídia; os *Receiver Components (Decoders)*, que possibilitam a visualização de um dos fluxos originários dos *Encoders* por vez, o *VSecuriyServer*, responsável pela segurança do sistema; o *ArthronServer*, que é responsável pelo gerenciamento dos componentes emissores (*Encoders*) e receptores (*Decoders*) e dos fluxos que trafegam entre eles; os refletores (*Reflectors*), que permitem fazer a redistribuição dos fluxos caso seja necessário; o *VideoServer*, responsável pela conversão e distribuição de fluxos no protocolo HTTP; e o *Recording Module*, que permite a gravação e recuperação da experiência de uso dos usuários que utilizaram os componentes de recepção ou emissão. Uma descrição mais detalhada desta ferramenta pode ser encontrada no Anexo II.

Figura 14 - Arquitetura da Arthron 3.0.



A ideia de gravar e reproduzir experiências multimídia na Arthron foi motivada pelo caráter educacional e/ou profissionalizante de seu uso na Telemedicina. A transmissão de cirurgias em tempo real, com o uso da Arthron, no Hospital Universitário Lauro Wanderley, com finalidade de enriquecer as aulas de cursos da área da Saúde tem sido uma prática bem sucedida. Na Figura 15 podemos observar os alunos durante uma aula com transmissão simultânea de uma apresentação de slides (a) e fluxo ao vivo de uma cirurgia (b).

Figura 15 - Aula para o curso de Medicina da UFPB com recursos multimídia ao vivo.



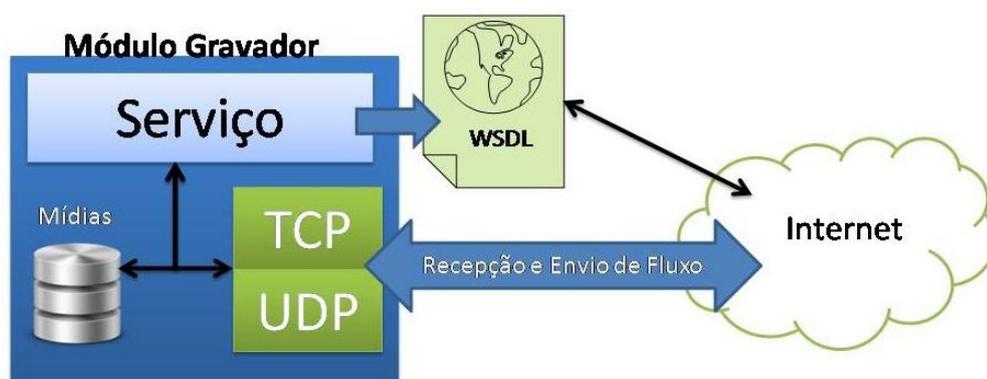
Dessa forma, podemos destacar duas áreas de aplicação dentro da Telemedicina para este serviço:

- (i) a primeira área de aplicação refere-se à atividade de ensino em Saúde. Neste caso o serviço possibilita a recuperação das informações de multimídia cirúrgicas pelo aluno. Isso é feito através da recuperação de uma experiência multimídia.
- (ii) a segunda área de aplicação refere-se à construção de uma base de casos clínicos, com os quais médicos, profissionais, estudantes e até outros sistemas poderão consultar detalhes da experiência multimídia e das mídias armazenada.

Para isso, a estratégia definida no capítulo anterior foi utilizada como base para a implementação do serviço aqui destacado a fim de permitir a gravação e recuperação de informações multimídia no contexto da telemedicina. Assim, o serviço é demonstrado em termos de suas visões e dos modelos dos dados e arquiteturais utilizados para sua implementação.

4.2 Visão Geral do Serviço

A Figura 16 fornece uma visão geral do serviço implementado. Este serviço foi construído através de um *web service*. Nesta figura temos uma visão de como o módulo de gravação e recuperação se comunica com um cliente do serviço. Este processo de comunicação entre cliente e servidor acontece através do documento WSDL (*Web Services Description Language*).



A WSDL é uma gramática em XML, extensível, para especificar interfaces de serviços web [MELLO 2006]. Um documento WSDL é independente de linguagem e de plataforma e tem por objetivo: descrever quais são os serviços oferecidos; mostrar como os clientes e provedores irão processar as requisições; e indicar em qual formato o serviço deve enviar as informações para um cliente. Desta forma qualquer componente de software conectado à Internet pode ser um cliente deste serviço e utilizar suas funcionalidades.

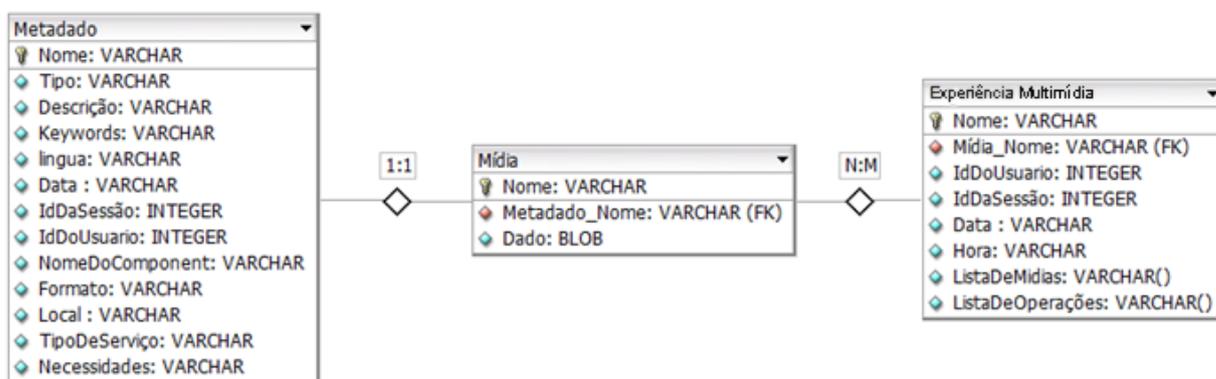
A recepção (para gravação) e o envio (para recuperação) de fluxos de mídia utilizam outra forma de comunicação: TCP ou UDP. Porém, antes do envio ou recepção de uma mídia o sistema cliente deve especificar alguns parâmetros exigidos por estes protocolos, endereço IP e porta, por exemplo, chamando funcionalidades presentes no serviço.

Esta implementação está em conformidade com o desenhado na estratégia abordada no capítulo 3. A comunicação com sistemas cliente é feito através de padrões de comunicação bem estabelecidos (XML, TCP e UDP) e possui uma arquitetura que permite fácil acesso, já que está sendo utilizada uma arquitetura de serviço com uma descrição em WSDL.

4.3 Modelo de Dados

Neste serviço de gravação e recuperação implementado são gravados dados no formato de XML e mídias referente às experiências de uso das ferramentas cliente. A Figura 17 apresenta uma visão do modelo de dados utilizado.

Figura 17 - Modelo de dados.



A entidade principal deste diagrama é a Mídia. Ela está relacionada com cardinalidade 1:1 com a tabela de Metadado, ou seja, uma mídia possui um único arquivo de metadado que a descreve. Assim, durante uma recuperação de uma mídia, os atributos dos arquivos de metadados são checados.

A entidade **Mídia** também está ligada à entidade **Experiência Multimídia**. Esta relação possui cardinalidade N:M. Isso significa que um arquivo de experiência multimídia (que guarda a experiência de um usuário durante uma sessão) pode possuir várias mídias, ou seja, a experiência de um usuário é formada por uma ou mais mídias. Da mesma forma, uma mídia pode fazer parte da experiência de mais de um usuário. A seguir é abordado como as informações de mídias, metadados e experiência multimídia são representadas na implementação do serviço de gravação e recuperação de experiência multimídia.

4.3.1 Mídias e Metadados

Mídias e informações sobre elas são capturadas e armazenadas durante o processo de gravação. Os metadados enviados, muito importantes por caracterizar a mídia e permitir sua posterior consulta, são armazenadas em arquivos com o formato XML e possui estrutura construída conforme especifica o modelo de dados na seção 3.2.1. Um exemplo deste arquivo XML pode ser vista na Figura 18. Cada XML contém os metadados de um dado multimídia gravado. Assim como cada mídia possui um XML de metadados.

Figura 18- Exemplo de um XML com metadados de uma mídia.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="no"?>
<content>
  <general>
    <type>Tipo do Stream</type>
    <description>Descrição do dado multimídia</description>
    <keywords>
      <string>Palavras chaves</string>
    </keywords>
    <language>A língua utilizada (Ex: pt-br)</language>
    <data>Data da gravação (Ex: 24/04/2012)</data>
    <hour>Hora da gravação (Ex: 15:58:20)</hour>
    <sessionId>Identificador da sessão (Ex: 31)</sessionId>
    <userId>Identificador do usuário (Ex: 18)</userId>
    <componentName>Nome do componente que iniciou a gravação</componentName>
    <userName>Nome do usuário que iniciou a gravação</userName>
    <other>Outras informações</other>
  </general>
  <technical>
    <format>Formato do dado enviado (Ex: avi)</format>
    <location>Localização do dado no servidor</location>
    <service>Tipo de serviço (Ex: telemedicine)</service>
    <requirements>
      Tag para especificar alguma necessidade especial
      para executar o arquivo enviado, como o tipo de
      player por exemplo.
    </requirements>
  </technical>
</content>
```

4.3.2 Sincronização das Mídias

As informações de sincronização das mídias também são armazenados em arquivos XML. Estes arquivos são escritos seguindo a notação proposta na seção 3.2.2. Assim, as várias tags especificadas na notação são utilizadas para formar arquivos XML, como os da Figura 19, que representam as experiências de uso dos componentes de envio e recepção de fluxos de mídia na Arthron. Assim, estes arquivos armazenam, por exemplo, informações sobre quais fluxos de dados compõem a experiência do componente, quando ocorreu o chaveamento entre fluxos de vídeos ou áudios, quais são as informações adicionais (imagens, objetos 3D e texto) e em que momento da experiência estas informações apareceram.

Figura 19 - Arquivo de experiência multimídia contendo a experiência de um *Decoder* da ferramenta Arthron.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<log>
  <head>
    <info name="Experiencia do Decoder1" user="18" session="31"
      date="24/04/2012 16:07:15" />
  </head>
  <body>
    <medias>
      <media mediaName="midia1" local="local da midia1" />
      <media mediaName="midia2" local="local da midia2" />
      <media mediaName="midia3" local="local da midia3" />
    </medias>
    <operations>
      <operation type="ADD" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia1"
        time="24/04/2012 16:07:15" isHighDefinition="true" />
      <operation type="REMOVE" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia1"
        time="24/04/2012 16:07:33" isHighDefinition="true" />
      <operation type="ADD" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia2"
        time="24/04/2012 16:07:33" isHighDefinition="true" />
      <operation type="REMOVE" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia2"
        time="24/04/2012 16:07:48" isHighDefinition="true" />
      <operation type="ADD" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia3"
        time="24/04/2012 16:07:48" isHighDefinition="true" />
    </operations>
  </body>
</log>
```

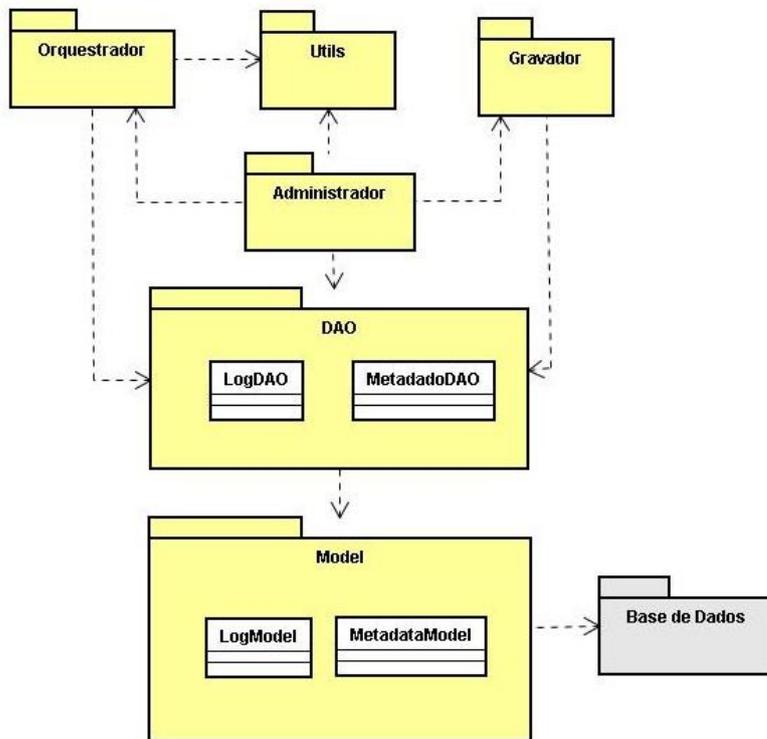
Nas próximas seções é abordado como ocorre o processo de comunicação para que as informações de mídias, metadados e dados de sincronização sejam enviadas e armazenadas pelo serviço de gravação e recuperação de experiências multimídia. Este detalhamento será realizado utilizando-se de modelos arquiteturais e da descrição das funcionalidades oferecidas pelo serviço.

4.4 Modelo Arquitetural

Os macro componentes que formam a arquitetura implementacional do serviço está representado no diagrama da Figura 20. Este diagrama mostra uma série de pacotes que

representam o agrupamento lógico do sistema e as relações de dependência entre eles. Assim, cada pacote representa um conjunto de classes.

Figura 20 - Diagrama de pacotes do Módulo Gravador.



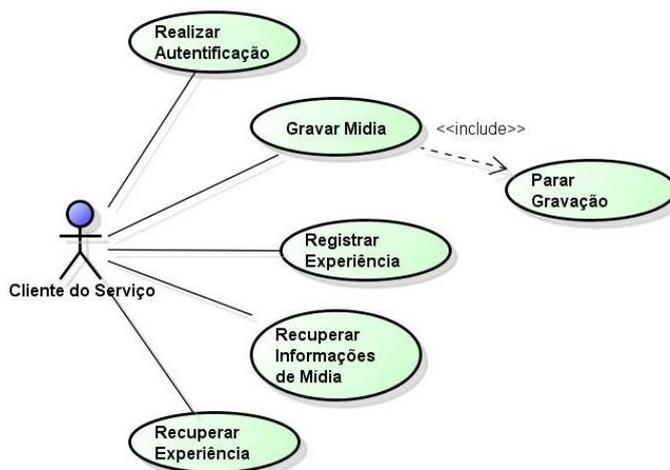
O pacote Administrador contém classes que implementam o serviço web. Esse pacote recebe os pedidos do cliente de serviço e executa os comandos necessários para a realização da operação desejada. Para isso, essa unidade de administração utiliza classes e métodos presentes nos pacotes Gravador, Orquestrador, *Utils* e DAO.

A unidade de Gravação possui classes para gravar a mídia enviada na base de dados e se comunica com o pacote DAO para gravação de arquivos em XML contendo metadados. O pacote Orquestrador é responsável por criar e armazenar os arquivos de experiência multimídia, conforme a notação detalhada na seção 3.2.2, que são gerados a partir de mensagens de sincronização enviados ao Administrador. O Orquestrador também interpreta estes arquivos e remonta os fluxos de dados em uma recuperação de experiência multimídia. O pacote *Utils* contém uma série de classes que auxiliam os outros pacotes.

A camada DAO (*Data Access Object*) segue um padrão para persistência de dados que permite separar regras de negócio das regras de acesso a banco de dados. Ela fornece funcionalidades para armazenamento, atualização, recuperação, exclusão e acesso aos arquivos de metadados e de experiência. O pacote *Model* contém as classes modelo dos arquivos de metadados e de experiência com informações que devem ser preenchidas nesses arquivos.

Um aspecto importante sobre o módulo de gravação e recuperação é que ele foi implementado com base no paradigma de serviços. Com isso, este módulo torna-se independente e pode ser utilizado por qualquer outro sistema que deseje armazenar e recuperar dados multimídia. A fim de demonstrar este aspecto de arquitetura baseada em serviços a Figura 21 foi construída pra demonstrar as principais funcionalidades oferecidas pelo serviço através de diagrama de caso de uso.

Figura 21 - Diagrama de casos de uso do Módulo Gravador.

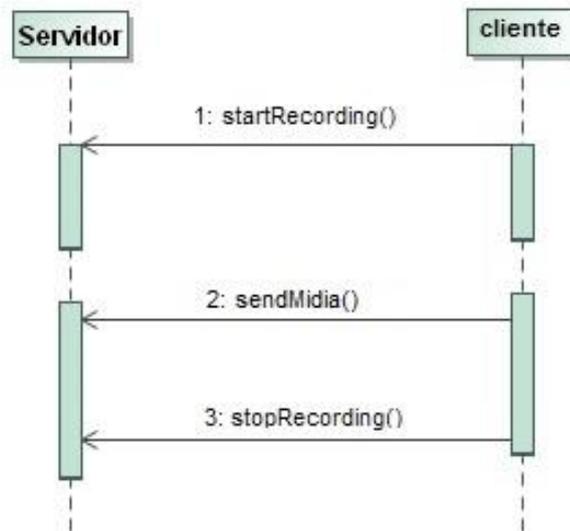


De acordo com o diagrama da Figura 21, um cliente do módulo de gravação e recuperação pode executar as funcionalidades de autenticação, início e encerramento de gravação de dados multimídia, envio de mensagens de sincronização entre os dados a serem gravados, recuperação de um dado gravado e recuperação de uma lista com os metadados dos dados gravados. Além disso, é possível obter outras informações, como o endereço IP da máquina que hospeda o serviço. As subseções a seguir descrevem essas funcionalidades e dão detalhes de sua implementação.

4.4.1 Serviço de Gravação da Mídia

Para que o módulo de gravação e recuperação armazene um dado multimídia o sistema cliente deve enviá-lo, utilizando algum protocolo de transmissão (UDP ou TCP), em uma determinada porta de comunicação e fazer acesso a função de gravação do serviço *Web*. Através desta função é passado ao módulo de gravação e recuperação o número da porta de comunicação e dados gerais sobre a mídia. A partir deste ponto, a conexão é aceita pelo servidor e o dado multimídia é enviado pelo cliente. Ao fim, o cliente avisa ao servidor que a mídia já foi completamente enviada. Este processo é ilustrado na Figura 22.

Figura 22 - Diagrama de sequência do serviço de gravação de mídia.



Como descrito na seção 4.3.1, as informações sobre a mídia enviadas pelo sistema cliente são armazenadas em arquivos com o formato XML conforme a Figura 18. As informações de tipo de serviço e nome do usuário são capturadas durante o *login*, mas a maior parte das informações é enviada durante o pedido de uma, entre elas: formato do dado enviado, nome do componente, identificador da sessão e descrição do dado. Informações de data e hora são calculadas automaticamente assim que o módulo de gravação e recuperação começa a receber o dado.

Um sistema cliente deve pedir para encerrar a gravação ao fim do envio do dado multimídia. Isso faz com que a porta cujo dado foi enviado seja fechada. Em sistemas de transmissão de vídeo ao vivo pode-se gravar apenas parte do vídeo se o formato ou encapsulador do vídeo suportar. Para isso basta encerrar a gravação antes do fim do vídeo ou começar a gravação depois do início do vídeo.

4.4.2 Serviço de Registro de Experiência

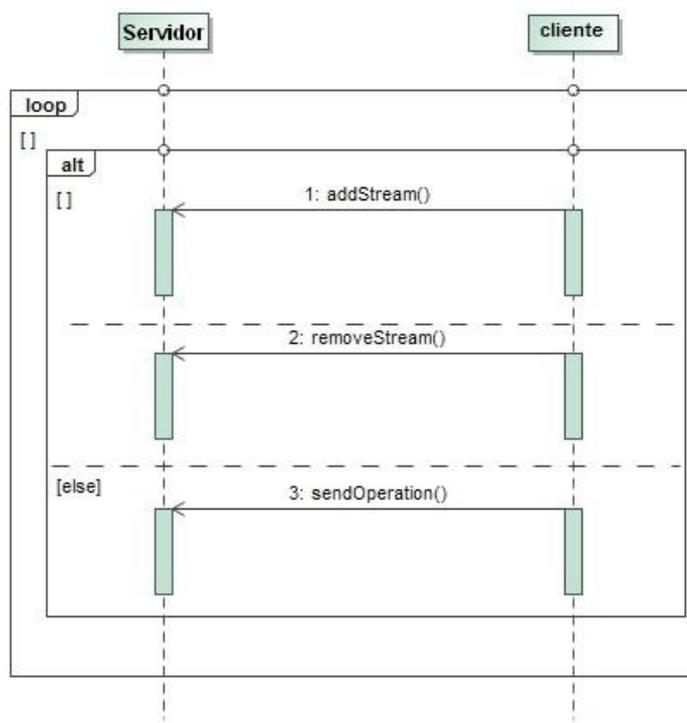
Na Arthron a experiência de um receptor de fluxos de mídia (*Receiver Component*) é composta por um ou mais dados multimídias originários dos *Sender Components*. Ao se gravar uma sessão na Arthron todos os fluxos de mídia (vídeo, áudio, objetos 3D e etc) de todos os *Sender Components* são armazenados no módulo de gravação e recuperação. A fim de evitar a replicação de informação, a experiência de um *Receiver Component* é gravada em um arquivo XML de experiência multimídia que possui estrutura descrita na seção 4.3.2 e 3.2.2.

Esse arquivo XML, no caso da Arthron, armazena informações sobre quais fluxos de dados “puros”, originários de um *Sender Component*, compõem a experiência do *Receiver Component*, como explicado anteriormente.

Para comunicar essas informações ao módulo de gravação e recuperação, um sistema cliente acessa funcionalidades para descrição desta experiência. Estas funcionalidades foram descritas na estratégia de gravação e recuperação (capítulo 3). Elas estão presentes no serviço de registro de experiência. A implementação destas funcionalidades foi construído conforme o desenho nesta estratégia.

Desta forma a Arthron, que atua como cliente do serviço de gravação e recuperação, pode registrar a experiência de seus componentes de envio e recepção acessando a funcionalidades fornecidas pelo servidor. A Figura 23 mostra como esse processo acontece, onde a Arthron acessa métodos do servidor fornecendo informações dos eventos que ocorrem em uma determina experiência de uso de um componente de envio ou recepção. Esses eventos podem ser operações como: a adição de um fluxo mídia, a remoção de uma fluxo mídia a adição de um objeto 3D e etc.

Figura 23 - Diagrama de sequência do serviço de registro de experiência.



Por exemplo, a experiência do *Receiver Component*, representada na Figura 19, é composta pela adição e remoção alternada das mídias **midia1**, **midia2** e **midia3**. Desta forma,

o arquivo de experiência multimídia contém as informações necessárias para recuperação de um fluxo composto.

4.4.3 Serviço de Recuperação de Informações

A busca da mídia é realizada com auxílio dos arquivos XML de metadados que possuem as descrições das mídias presente no sistema. Este processo de busca é realizado pelo sistema cliente, a Arthron, através do acesso a funcionalidades de busca oferecidas pelo módulo de gravação e recuperação. Esta busca pode ser feita através de palavras chaves, por título, por data e por características referentes à aplicação que gerou a mídia (recuperação de todas as mídias geradas por um determinado sistema cliente, por exemplo), estes parâmetros de busca devem ser enviados pela Arthron. O servidor retorna uma lista com a descrição das mídias que possuem as características pesquisadas. O processo de recuperação de informações sobre mídias é ilustrado na Figura 24.

Figura 24 - Diagrama de sequência do serviço de recuperação de informações de mídia.



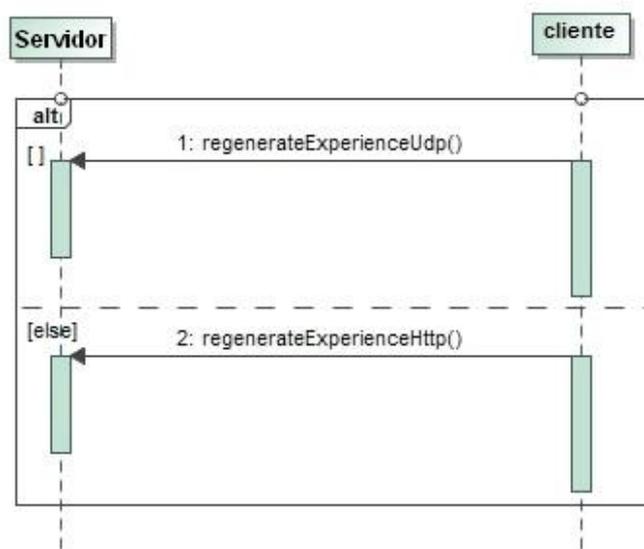
Este serviço é importante por permitir que mídias gravadas e que possuam autorização adequada possam ser reutilizadas por outros sistemas interessados, conforme o especificado na descrição das mídias que estão armazenados no grupo de arquivos XML de metadados.

4.4.4 Serviço de Recuperação de Experiência

A recuperação de uma experiência multimídia é realizada passando ao módulo de gravação e recuperação o identificador da experiência que pode ser obtida utilizando o serviço de recuperação de informações. Neste serviço, um cliente, neste caso a Arthron, envia ao servidor um pedido de recuperação de experiência passando como parâmetro o identificador da experiência. Existem dois tipos, um para fluxo em UDP e outro para fluxo em TCP. Em seguida, o fluxo (UDP ou TCP) contendo o dado solicitado é criado e enviado em uma determinada porta especificada pelo sistema cliente. Este processo está ilustrado na Figura 25. Pode-se

perceber que esta implementação está em conformidade com o serviço de recuperação de experiência que foi desenhado na estratégia de gravação e recuperação.

Figura 25 - Diagrama de sequência do serviço de recuperação da experiência.



A recuperação de fluxo de dados multimídia compostos é realizada interpretando o arquivo XML de experiência multimídia. Tomando como exemplo o arquivo da Figura 19, ao recuperar essa experiência o arquivo é interpretado e um fluxo de dados é gerado através da composição em sequência das mídias **midia1**, **midia2** e **midia3**, com a duração de cada mídia equivalente ao especificado neste arquivo. O fluxo resultante é enviado ao sistema cliente reproduzindo o que aconteceu originalmente na geração desse arquivo multimídia.

4.5 Detalhes de Implementação

O módulo de gravação e recuperação foi implementado na linguagem de programação Java. Além disso, por utilizar alguns recursos desse sistema, a máquina que hospeda este serviço deve possuir o sistema operacional Ubuntu, preferencialmente a versão 11.04.

O módulo de gravação e recuperação foi desenvolvido utilizando o Java EE. O Java EE é uma plataforma de programação de computadores que faz parte da plataforma Java [JAVA EE]. Esta plataforma é voltada para aplicações multicamadas, baseadas em componentes que são executados em um servidor de aplicações, como o Apache Tomcat. Este servidor também pode comportar-se como um servidor web (HTTP) ou funcionar integrado a um servidor web dedicado. O Apache Tomcat é um software livre e possui código aberto [APACHE].

Este módulo utiliza como base duas ferramentas que auxiliam no envio e recepção dos fluxos. A primeira ferramenta é o NetCat, que lê e escreve qualquer tipo de dado através de conexões de rede utilizando o protocolo TCP ou UDP [NETCAT]. A segunda é uma ferramenta *Open Source* que fornece ligações de Java para o media player VLC da VideoLAN, chamada VLCJ. O VLCJ permite utilizar a linguagem Java para chamar comandos de gravação e exibição de mídias suportadas pelo *player* VLC.

O download deste serviço de gravação e recuperação pode ser realizado no endereço < <http://gtavcs.lavid.ufpb.br/downloads/> >. Neste endereço, o serviço está integrado a ferramenta Arthron, porém ele pode ser utilizado separadamente. Os manuais de instalação e de usuário, presente também no mesmo endereço, podem ser utilizados para configurar e utilizar este serviço conforme o desejado.

Capítulo

5

Testes e Verificação

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para a verificação da estratégia de gravação e recuperação da experiência multimídia através de testes da solução desenvolvida para Arthron. Ao final os resultados obtidos são discutidos no intuito de validar a estratégia apresentada e sua aplicabilidade no cenário de telemedicina.

5.1 Metodologia Utilizada

A metodologia utilizada para realização dos testes e verificação foi baseada em alguns experimentos metodológicos coletados na literatura acerca de testes com o usuário [COSTA SEGUNDO 2011], [CAGNIN 2005], [CAMARGO 2006], [BRAGA 2002] e [SILVA 2008]. Entre estes trabalhos destaca-se o de Ricardo Mendes [COSTA SEGUNDO 2011] que foi o principal modelo para elaboração desta metodologia.

Além disso, foram encontrados alguns trabalhos que descrevem abordagens de avaliação que se enquadram com a estratégia proposta neste trabalho ([PETRIE 2009] e [BEVAN 2009]). A seguir, são analisados alguns pontos-chave destes trabalhos a fim de auxiliar no processo de elaboração e planejamento da metodologia utilizada para realização dos testes. Esta análise é importante, pois ajuda a definir quais etapas a metodologia deve possuir e quais aspectos devem ser avaliados na estratégia proposta.

Um conceito importante a ser considerado é o de usabilidade. O padrão ISO define a usabilidade como a qualidade de uso de um produto do ponto de vista do usuário [BEVAN 2001]. Já a ISO 9241 diz que a usabilidade pode ser vista como a medida que um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com satisfação em um contexto de uso específico. Assim, pode-se concluir que a usabilidade ainda é um conceito em formação, mas ela está associada aos usuários, ao alcance de metas e ao contexto de uso que são apropriados para em conjunto particular de circunstâncias. Ou seja, a avaliação da

usabilidade deve levar em conta o produto que está sendo analisado e o seu contexto de uso [PETRIE 2009].

Outro termo que é utilizado para avaliar uma ferramenta de software é a experiência do usuário (*User Experience*). Este termo é relativamente novo e nasceu da perspectiva que os usuários esperam que uma ferramenta possua mais do que facilidade de uso. A *ISO Draft International Standard 9241-210 (2008c)* define experiência do usuário como as respostas e percepções de uma pessoa ao utilizar um produto, sistema ou serviço. Já Bevan (2009) sugere que a experiência do usuário está relacionada com os conceitos abstratos de carisma (*likability*), prazer, conforto e confiança que o usuário experimenta ao utilizar uma ferramenta.

Assim, os testes a serem realizados no contexto deste trabalho avaliam alguns aspectos da usabilidade e da experiência de uso que a estratégia proposta possui. Isto será feito através do uso do serviço de gravação e recuperação construído para a Arthron. A ideia não é avaliar aspectos quantitativos da ferramenta em si, mas sim, avaliar alguns conceitos subjetivos que estão relacionados com usabilidade e experiência de uso já que o foco da avaliação é a estratégia proposta.

Nigel [BEVAN 2009] descreve em seu trabalho que existem várias informações relacionadas a uma determinada ferramenta de software que se pode utilizar para avaliar sua usabilidade e experiência de uso. Entre estas informações está a **mudança no comportamento do usuário**, ou seja, como o uso da ferramenta afeta o comportamento do usuário para melhor ou para pior. Este tipo de informação deve ser utilizado principalmente quando a ferramenta a ser avaliada é uma ferramenta nova na visão dos usuários, este é o caso da estratégia proposta aqui.

Outro teste com o usuário interessante no contexto desse trabalho é uma das formas de avaliação descrita no trabalho de Helen [PETRIE 2009]. Este método sugere uma avaliação somativa que mede a usabilidade através da eficiência e eficácia da ferramenta avaliada e da satisfação do usuário ao utilizá-la. Além disso, é sugerida, neste caso, uma avaliação com um tamanho de amostra entre 8 e 30 pessoas. Uma forma de fazer isto é comparando a ferramenta desenvolvida com outra semelhante. No caso deste trabalho, como se deseja avaliar a estratégia de gravação e recuperação desenvolvida, pretende-se realizar uma comparação entre a perspectiva que os usuários tiveram em tempo real e a perspectiva que os usuários tiveram com a exibição da experiência gravada.

Assim, optou-se por fazer uma verificação que engloba estes dois aspectos: um aspecto comparativo, entre a perspectiva do usuário com a exibição da experiência gravada e a mostrada em tempo real, e um aspecto de impacto no comportamento do usuário, que pretende avaliar

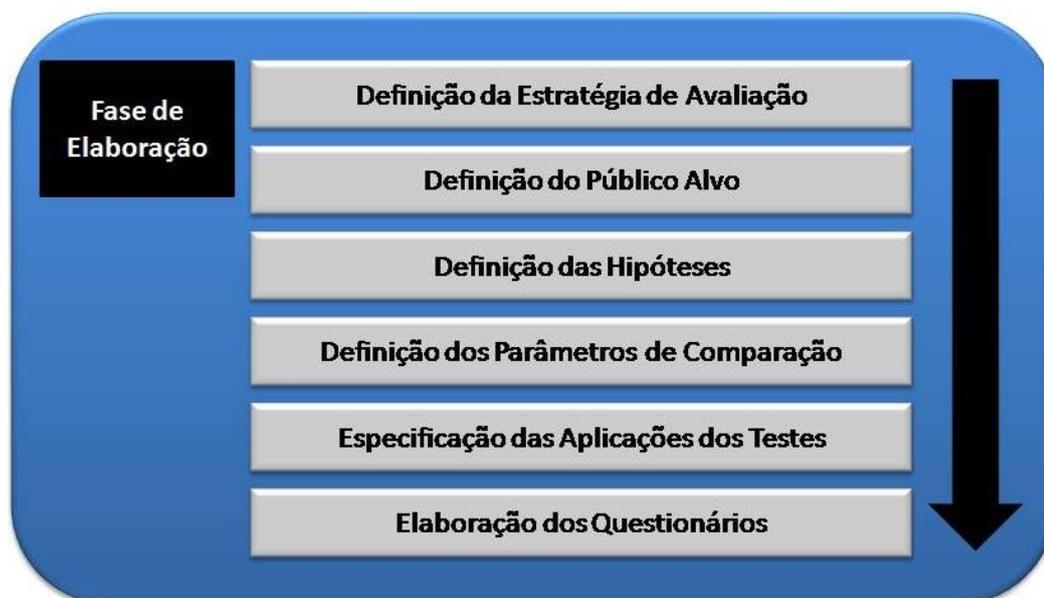
como o uso do serviço (que foi baseado na estratégia) afeta a vida dos usuários. É importante ressaltar que os testes devem ser realizada pela comunidade médica, já que são eles os usuários finais do serviço.

A construção da metodologia proposta para a validação da estratégia de gravação e recuperação de experiência multimídia foi baseada principalmente no trabalho de Ricardo Mendes [COSTA SEGUNDO 2011]. Foram realizadas algumas alterações na metodologia para melhor contemplar o foco deste trabalho. Esta metodologia é dividida em três fases: elaboração, execução e análise. Estas fases se repetem em cada rodada que no total foram duas. Nas próximas seções é descrito sucintamente esta metodologia, dando maior atenção as mudanças feitas na metodologia descrita originalmente.

5.1.1 Elaboração

Na fase de elaboração são definidos os aspectos específicos de cada teste, tais como os formulários a serem utilizados na pesquisa e os parâmetros específicos do domínio da ferramenta a ser testada. A Figura 26 mostra um detalhamento desta fase.

Figura 26 - Etapas da fase de elaboração [COSTA SEGUNDO 2011].



Durante a definição da estratégia de avaliação é verificado quais métodos avaliativos são mais adequados para a ferramenta que está sendo avaliada. Esta estratégia de avaliação consiste em medir dois aspectos principais: Quão fiel é a experiência gravada quando comparada a experiência estabelecida em tempo real e como o uso da ferramenta pode mudar o comportamento dos profissionais de saúde. Assim, será feito uma comparação entre as duas

exibições. Esta comparação será realizada por profissionais que trabalham na área de Saúde através da aplicação de questionários.

O segundo passo é definir o público alvo para realização dos testes. Assim, como abordado anteriormente, no trabalho Helen [PETRIE 2009] é sugerido um tamanho de amostra entre 8 e 30 participantes para cenários semelhantes ao deste trabalho. E estes participantes devem possuir um determinado perfil. Neste caso, eles devem ser estudantes de Medicina, preferencialmente no fim do curso, ou devem ser médicos formados, preferencialmente que exerça a função de cirurgião.

O próximo passo é definir as hipóteses acerca do uso da ferramenta que devem nortear os testes. As seguintes hipóteses foram consideradas nesta fase:

- O uso de um serviço de gravação e recuperação de materiais multimídia de cirurgias tem o potencial de facilitar o aprendizado dos alunos.
- O uso de um serviço de gravação e recuperação de materiais multimídia de cirurgias tem o potencial de facilitar o processo de estudo e preparação para uma cirurgia.
- A cirurgia transmitida em tempo real passou uma percepção muito semelhante à cirurgia reexibida através da ferramenta de gravação e recuperação.
- Os espectadores foram capazes de compreender o procedimento cirúrgico através da reexibição pela ferramenta de gravação e recuperação.

E também as hipóteses alternativas:

- O uso de um serviço de gravação e recuperação de materiais multimídia de cirurgias não possui potencial para facilitar o aprendizado dos alunos.
- O uso de um serviço de gravação e recuperação de materiais multimídia de cirurgias não possui potencial para facilitar o processo de estudo e preparação para uma cirurgia.
- A cirurgia transmitida em tempo real passou uma percepção muito diferente da cirurgia reexibida através da ferramenta de gravação e recuperação.
- Os espectadores tiveram dificuldades para compreender o procedimento cirúrgico através da reexibição pela ferramenta de gravação e recuperação.

A quarta etapa consiste em definir os parâmetros de comparação. Estes parâmetros são utilizados quando se deseja comparar a ferramenta desenvolvida com alguma outra que possua funcionalidades ou resultados semelhantes. No caso deste trabalho será realizada uma comparação entre uma transmissão de cirurgia em tempo real e a reexibição desta cirurgia com

a ferramenta desenvolvida. A comparação será realizada comparando a percepção dos usuários que presenciaram as exibições.

Os seguintes parâmetros de comparação são considerados nesta etapa para comparação da experiência gravada e da experiência em tempo real:

- Percepção da qualidade (de imagem) da transmissão.
- Percepção dos chaveamentos de fluxos e do posicionamento das câmeras.
- Facilidade de identificação das estruturas anatômicas durante o procedimento cirúrgico.
- Facilidade de identificação dos instrumentos cirúrgicos utilizados.
- Facilidade de identificação da técnica cirúrgica utilizada.
- Percepção quanto à perda de fluidos durante ao decorrer do procedimento cirúrgico.

Para a realização deste processo de comparação e captura dos dados dos avaliadores é proposto o uso de questionários que além de coletar informações sobre o perfil dos usuários e informações comparando as duas exibições também é capaz de coletar informações acerca da opinião dos espectadores com relação à ferramenta de gravação e recuperação de experiência em Telemedicina, como:

- Qual sua opinião com relação à utilização de sistemas de transmissão de mídias de cirurgias em alta definição para fins educativos?
- Você acha que o acesso a cirurgias gravadas podem ser relevantes para entender os procedimentos cirúrgicos?

Os questionários e os parâmetros de comparação foram elaborados com auxílio do Dr. Geraldo de Almeida Cunha Filho, especialista em cirurgia do aparelho digestivo que atua no Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba. Esta colaboração foi muito necessária, pois, por se tratar de um cenário cirúrgico, a percepção dos usuários é medida também através do conhecimento médico adquirido durante as exibições da cirurgia, por tanto o questionário deve contemplar também estes aspectos.

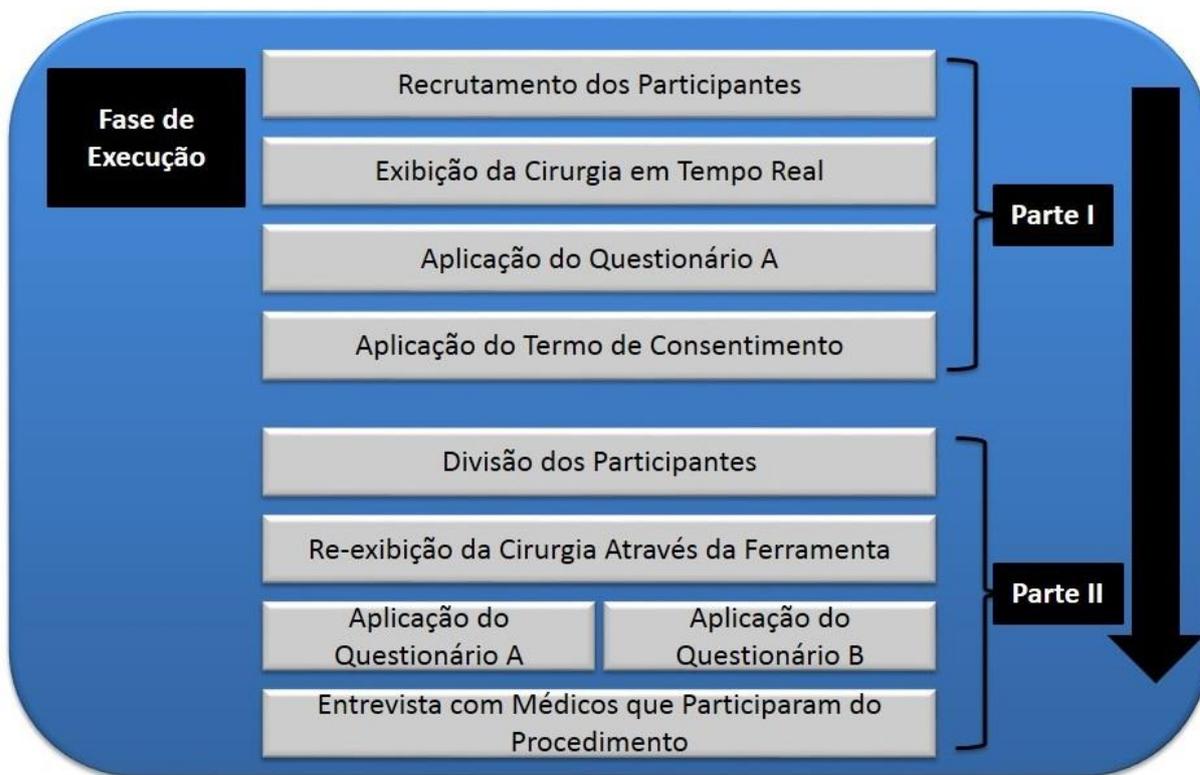
O Grupo de Trabalho de Colaboração em Saúde (GTAVCS) já contava vên a algum tempo trabalhando com a transmissão de cirurgias do aparelho digestivo em tempo real por contar com a colaboração de cirurgiões nesta área. Foi por esse motivo que a cirurgia escolhida para fazer este experimento foi uma colecistectomia (remoção da vesícula biliar) por videolaparoscopia. Neste procedimento é utilizado uma endo-câmera para uma visualização

interna do abdômen do paciente, que gera um fluxo de mídia a mais durante a transmissão do procedimento cirúrgico.

5.1.2 Execução

A fase de execução corresponde à fase de aplicação dos testes, utilizando os artefatos gerados na fase de elaboração. Para conseguir um número maior de amostras e, com isso, um melhor resultado final, a fase de execução foi realizada duas vezes. Ou seja, dois testes distintos foram executados obedecendo exatamente os passos definidos na fase de execução. As etapas da fase execução são expostas na Figura 27.

Figura 27 - Etapas da fase de execução [COSTA SEGUNDO 2011].



Como a ideia proposta no trabalho é comparar a experiência gravada com a exibida em tempo real, os testes são divididos em duas partes. Na primeira parte é transmitida a cirurgia em tempo real, com a ferramenta Arthron. E em seguida, ao fim da transmissão, os espectadores devem preencher o questionário A, de forma a analisar três aspectos: o perfil do espectador, a percepção do espectador com relação ao que foi transmitido e a opinião do espectador quanto ao impacto que a ferramenta de gravação e recuperação de experiências em Telemedicina pode causar no comportamento dos profissionais de saúde. Na segunda etapa é exibida a cirurgia gravada e, novamente, questionários são aplicados aos espectadores e aos médicos participantes

do procedimento. Foram realizadas duas rodadas de testes que contemplou todas as etapas da execução (e análise), a seguir é detalhado cada uma delas.

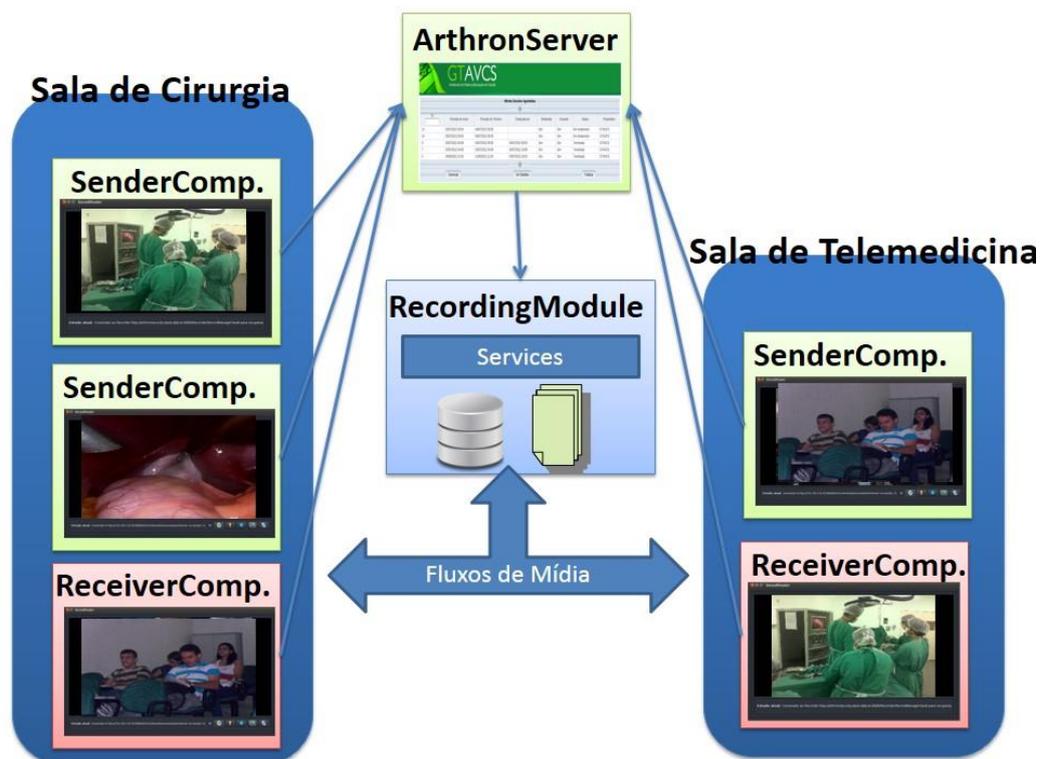
5.1.2.1 Primeira Rodada de Testes

A primeira parte (Parte I da figura 27) da primeira rodada de testes ocorreu no dia 13 de março de 2013. Este processo contou com a colaboração dos participantes do projeto GTAVCS que levou e montou os equipamentos necessários para realização do experimento (câmeras, monitores, computadores, cabos, adaptadores e periféricos). O recrutamento dos participantes foi realizado pelo departamento de cirurgias do Hospital Universitário Lauro Wanderley que contatou alguns alunos do internato universitário para realização do experimento. A princípio a cirurgia seria transmitida as 8 horas da manhã, porém o paciente apresentou problemas durante o pré-operatório e a cirurgia foi cancelada. Uma mesma cirurgia estava marcada as 14 horas e, aproveitando a estrutura já montada para transmissão da cirurgia, decidiu-se por fazer esta primeira fase do experimento com este procedimento cirúrgico.

Como houve uma mudança de horário na transmissão da cirurgia, apenas 4 internos puderam comparecer à transmissão. O procedimento transmitido foi uma colecistectomia (remoção da vesícula biliar) por videolaparoscopia. Na sala de cirurgia duas câmeras capturavam fluxos de mídia, um fluxo com mostrando o ambiente externo e outro proveniente da endo-câmera que mostra o interior do abdômen do paciente. Estes fluxos estavam ligados respectivamente a dois componentes de envio da ferramenta Arthron (*Sender Component*). Além disso, a sala possuía um monitor que recebia o fluxo da sala com os espectadores, a sala de telemedicina, através de um *Receiver Component*.

Na sala de telemedicina os espectadores assistiam a cirurgia através de um projetor que exibiu um *Receiver Component*. Este componente recebia uma composição dos dois fluxos originados na sala de cirurgia de forma alternada de acordo com o ocorrido ao decorrer da cirurgia. É este fluxo que foi reexibido a posteriori. Além disso, a sala possuía uma câmera ligada a um *Sender Component* que enviava o fluxo da sala de telemedicina para a sala de cirurgia. O controle dos fluxos era realizado através do *ArthronServer* e os fluxos de mídias e interações do sistema foram gravados pelo modulo de gravação (*Recording Module*). Este ambiente de testes está representado na Figura 28.

Figura 28 - Definição da estrutura do experimento.



Com este cenário, a cirurgia foi transmitida sem muitos problemas e, ao fim do procedimento, os espectadores responderam o questionário A (Anexo IV) e assinaram o termo de consentimento (Anexo VI).

A segunda parte dos testes, onde a exibição da cirurgia é feita através da recuperação da experiência gravada pela ferramenta de gravação e recuperação, ocorreram nos dias 05 e 11 de abril. A reexibição foi realizada na sala de telemedicina, localizada no Hospital Universitário Lauro Wanderley. Esta etapa contou com a participação de 7 internos, dois dos quais participaram da primeira etapa (a exibição em tempo real).

Os cinco participantes que estavam vendo a experiência pela primeira vez receberam e preencheram o questionário A, o mesmo que foi aplicado na primeira etapa dos testes (com a exibição da cirurgia em tempo real). O objetivo é comparar o preenchimento destes questionário entre os usuário que assistiram a cirurgia em tempo real e a cirurgia gravada a fim de averiguar suas percepções quanto ao procedimento.

Os dois participantes que haviam visto a cirurgia em tempo real e estavam vendo a cirurgia pela segunda vez (através da gravação) receberam e preencheram o questionário B (Anexo V), onde puderam comparar as duas exibições. A Figura 29 mostra algumas ilustrações deste experimento.

Figura 29 - Fotos da primeira rodada do experimento. (A e B) Sala de Cirurgia. (C e D) Sala de telemedicina.



A etapa de entrevista é destinada aos cirurgiões que participaram da realização do procedimento cirúrgico transmitido a fim de coletar suas opiniões com relação ao uso da ferramenta de gravação e recuperação de experiências em Telemedicina e como o uso desta ferramenta pode alterar o comportamento dos profissionais de saúde. Esta entrevista foi realizada com o Dr. Geraldo Almeida, médico especializado em cirurgias do aparelho digestivo, do Hospital Universitário Lauro Wanderley no dia 16 de abril de 2013.

5.1.2.2 Segunda Rodada de Testes

A transmissão em tempo real, etapa presente na Parte I da figura 29, da segunda rodada de testes ocorreu no dia 02 de julho de 2013. Nos dias anteriores os participantes (internos e profissionais de saúde) foram contatados e convidados a participarem do experimento. Semelhante a primeira rodada de testes, este convite foi feito através da departamento de cirurgia do Hospital Universitário Lauro Wanderley.

Equipamentos foram levados ao hospital universitário e a mesma estrutura da primeira rodada de testes (ver figura 28) foi montada para realização do experimento. Também foram utilizados as mesmas salas para realização e exibição do procedimento cirúrgico. O procedimento cirúrgico realizado e transmitido também foi o mesmo, colecistectomia (remoção da vesícula biliar) por videolaparoscopia.

Com este cenário, a cirurgia foi transmitida sem muitos problemas à 5 participantes. Durante a exibição em tempo real do procedimento houve um problema na rede que interrompeu a transmissão por cerca de 5 minutos. Ao fim do procedimento, os espectadores responderam ao questionário A (Anexo IV) e assinaram o termo de consentimento (Anexo VI).

Figura 30 - Fotos da segunda rodada do experimento. (A e B) Sala de Cirurgia. (C e D) Sala de telemedicina.

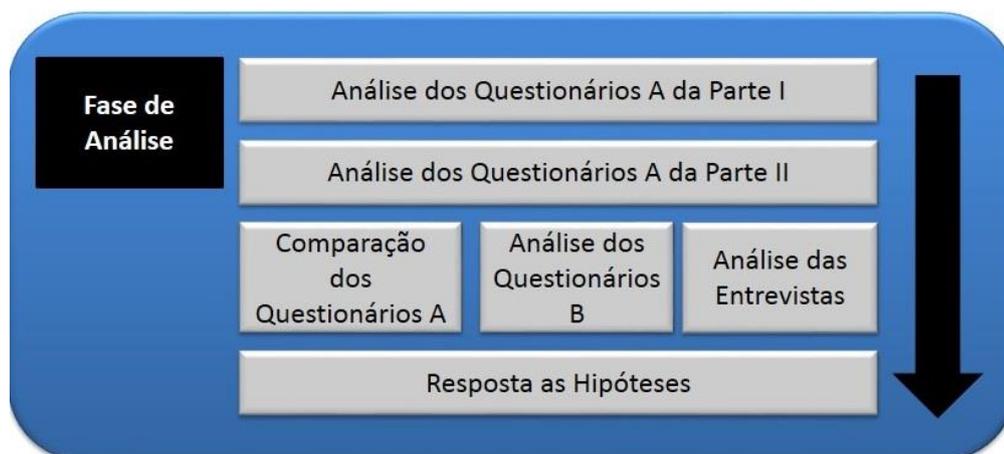


A exibição gravada da segunda rodada de testes ocorreu no dia 19 de julho de 2013 na sala de telemedicina do Hospital Universitário Lauro Wanderlay. Esta etapa foi acompanhada por 6 participantes, 4 deles estavam na primeira exibição (em tempo real). Da mesma forma que na primeira rodada de testes, os participantes que estavam vendo a exibição pela primeira vez preencheram o questionário A. Os que haviam visto a transmissão em tempo real receberam o questionário B para que comparassem as duas exibições. Por fim, os questionários foram analisados pelo Dr. Geraldo Almeida, médico especializado em cirurgias do aparelho digestivo.

5.1.3 Análise

Esta fase caracteriza-se por fazer a coleta e análise de todos os dados fornecidos pelos participantes, tanto nos questionários quanto nos resultados obtidos por eles, a fim de verificar se as hipóteses especificadas na primeira fase estão de acordo com o esperado. As etapas desta fase são vistas na Figura 30.

Figura 30 - Etapas da fase de execução [COSTA SEGUNDO 2011].



Durante a análise dos questionários A foram verificados os perfis dos espectadores e suas respostas, tanto os questionários A da primeira parte (os que assistiram a transmissão em tempo real) quanto os da segunda (os que assistiram a versão gravada da cirurgia). A Tabela 3 possui um resumo das respostas do questionário A aplicado nas exibições em tempo real. Nela podemos verificar que a maioria dos participantes estão no internato hospitalar, a qualidade da imagem da transmissão foi considerada satisfatória, os espectadores conseguiram ter uma ótima percepção do procedimento cirúrgico (identificando várias estruturas anatômicas, instrumentos cirúrgicos e características do procedimento) e os espectadores consideraram a experiência válida para uso no processo de ensino de Medicina.

Tabela 3 - Resumo dos resultados da aplicação do questionário A da 1ª etapa do teste (exibição em tempo real).

Parâmetros	Resultados
Perfil dos espectadores	90% internos e 10% enfermeiros. 38% dos internos estavam nos primeiros 6 meses de internato, 38% estavam entre 6 a 12 meses e 25% estavam entre 12 e 18 meses de internato hospitalar.
Quantas vezes já haviam assistido/participaram de cirurgias no centro cirúrgico.	45% deles assistiram entre 10 a 15 cirurgias, 10% assistiram a entre 15 a 20 cirurgias e 45% assistiram a mais de 20 cirurgias.
O que acham de processo de acompanhamento de cirurgias para fins educativos.	90% acham que este processo é essencial e 10% acham que é um processo interessante pois aproxima os espectadores do mundo real.
Quantas vezes já haviam assistido à cirurgias utilizando recursos digitais.	Apenas 22% deles haviam assistidos entre 1 a 5 cirurgias utilizando recursos digitais.

Avaliação da qualidade da imagem (de 0 a 5).	Média de 4,1.
Avaliação da qualidade do áudio (de 0 a 5).	Média de 4,6.
Avaliação do posicionamento das câmeras (de 0 a 5)	Média de 4,5.
Avaliação da qualidade da transmissão no geral (de 0 a 5)	Média de 4,0.
Estruturas anatômicas identificadas / Percentual de pessoas que identificaram esta estrutura / Facilidade de identificação (de 0 a 5).	<ul style="list-style-type: none"> • Fígado / 100% / 5 • Vesícula Biliar / 100% / 5 • Ducto Cístico / 89% / 3,5 • Ligamento Falciforme / 77,8% / 3,3 • Artéria Cística / 66,7% / 3 • Cólon / 55,5% / 3,7 • Colédoco / 44,4% / 3,5 • Intestino Delgado / 44,4% / 4 • Bolsa de Hartmann / 44,4% / 3 • Estômago / 33,3% / 4 • Peritônio Parietal / 33,3% / 5 • Ducto Hepático / 11,1% / 3
Instrumentos cirúrgicos identificados / Percentual de pessoas que identificaram este instrumento	<ul style="list-style-type: none"> • Trocater / 100% • Tesoura de Metzenbaum / 55,6% • Pinça Hook / 55,6% • Grasper / 44,4% • Porta agulha / 44,4% • Bisturi elétrico / 44,4% • Afastador Forebeuf / 44,4% • Pinça Mixer / 44,4% • Pinça Kelly / 44,4% • Pinça de dissecação / 44,4% • Bisturi de lâmina / 33,3% • Pinça de Backaus / 22,2% • Aspirador 11,1%
Identificação das técnicas cirúrgicas utilizadas / Percentual de pessoas que identificaram este técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Colectomia por videolaparoscopia / 55,6% • Ligamento do ducto e artéria cística / 56,6% • Identificação do ducto e artéria cística / 44,4% • Incisões e inserção do trocater / 44,4% • Insuflamento abdominal / 22,2% • Exposição do triangulo de calor / 22,2% • Exposição da vesícula / 22,2% • Assepsia e antisepsia / 22,2%, • Retirada da vesícula / 11,1%

Análise da perda de fluidos durante o procedimento cirúrgico.	Todos afirmaram que o paciente perdeu muito pouco fluido durando o procedimento.
Avaliando a frase de 0 a 5: O acesso a uma cirurgia como a que foi exibida pode ser muito relevante para entender o procedimento cirúrgico realizado.	Média de 4,89.
Avaliando a frase de 0 a 5: Consigo entender de forma satisfatória o procedimento cirúrgico exibido.	Média de 4,67.
Avaliando a frase de 0 a 5: O acesso a cirurgias como a que foi exibida representa uma ferramenta que pode ser usado no auxílio ao aprendizado.	Média de 4,89.
Avaliando a frase de 0 a 5: Eu utilizaria uma ferramenta para assistir procedimentos cirúrgicos como o que foi exibido, caso tivesse acesso.	Média de 4,67.

Como é possível ver na Tabela 4, uma percepção semelhante foi obtida nas exibições gravadas das experiências cirúrgicas. Nestas exibições os espectadores também eram em sua maioria internos do Hospital Universitário Lauro Wanderley, porém eles estão em média em um estágio ligeiramente mais avançado, ou seja, eles possuem um pouco mais de experiência quando comparados aos espectadores da primeira exibição (em tempo real). Além dos internos, há também um médico cirurgião. Estes aspectos podem justificar o fato de que nesta segunda exibição mais detalhes das cirurgias foram relatados nos questionários (identificação de estruturas anatômicas, identificação do instrumental cirúrgico e descrição do procedimento).

Nas exibições gravadas, os espectadores avaliaram a qualidade da imagem e a qualidade da transmissão dando notas mais altas que os espectadores das exibições em tempo real. Eles também identificaram mais estruturas anatômicas e mais instrumentos cirúrgicos. As diferenças quanto a estas identificações e descrições do procedimento estão destacadas em negrito na Tabela 4. No geral, eles avaliaram o acesso a mídias com conteúdo cirúrgico como algo positivo e que pode ser utilizado no processo de aprendizagem.

Tabela 4 - Resumo dos resultados da aplicação do questionário A da 2ª etapa do teste (exibição gravada).

Parâmetros	Resultados
Perfil dos espectadores	6 internos e 1 médico cirurgião com mais de 20 anos de profissão. 40% dos internos estavam nos primeiros 6 meses

	de internato, 20% entre o decimo segundo e o decimo oitavo mês de internato, 20% entre o decimo oitavo e o vigésimo quarto mês de internado e 20% com mais de 2 anos de internato.
Quantas vezes já haviam assistido a cirurgias no centro cirúrgico.	17% deles assistiram entre 5 a 10 cirurgias e 83% a mais de 20 cirurgias.
O que acham de processo de acompanhamento de cirurgias para fins educativos.	83% acham que este processo é essencial e que existem detalhes que só se pode aprender com este tipo de processo. 17% acham esse processo interessante mas não essencial.
Quantas vezes já haviam assistido à cirurgias utilizando recursos digitais.	50% nunca haviam assistido, 33% já assistiram entre 1 a 5 cirurgias e 17% assistiram cirurgias utilizando recursos digitais.
Avaliação da qualidade da imagem (de 0 a 5).	Média de 4,2.
Avaliação da qualidade do áudio (de 0 a 5).	Média 4,8.
Avaliação do posicionamento das câmeras (de 0 a 5)	Média de 4,6.
Avaliação da qualidade da transmissão no geral (de 0 a 5)	Média de 4,2.
Estruturas anatômicas identificadas / Percentual de pessoas que identificaram esta estrutura / Facilidade de identificação (de 0 a 5).	<ul style="list-style-type: none"> • Fígado / 100% / 5 • Ducto Cístico / 100% / 4,8 • Colédoco / 83,3% / 4,4 • Vesícula Biliar / 83,3% / 5 • Estômago / 66,7% / 4,5 • Artéria cística / 83,3% / 3,8 • Ligamento Falciforme / 50% / 3,5 • Cólon / 50% / 5 • Omento / 50% / 5 • Duodeno / 33,3% / 5 • Bolsa de Hartmann / 33,3% / 5 • Peritônio parietal / 16,7% / 5 • Ducto hepático / 16,7% / 4 • Alças jejunais / 16,7% / 5 • Parede abdominal / 16,7% / 5 • Peritônio visceral / 16,7% / 5 • Intestino Delgado / 0% / __

<p>Instrumentos cirúrgicos identificados / Percentual de pessoas que identificaram este instrumento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trocater / 100% • Afastador Forebeuf / 83,3% • Pinça Kelly / 83,3% • Tesoura de Metzenbaum / 83,3% • Pinça de dissecação / 50% • Hook de laparoscopia / 50% • Pinça de Backaus / 50% • Bisturi elétrico / 33,3% • Bisturi de lâmina / 33,3% • Pinça Mixer / 33,3% • Grasper de laparoscopia / 16,7% • Redutor de trocater / 16,7% • Pinça anatômica / 16,7%
<p>Identificação das técnicas cirúrgicas utilizadas / Percentual de pessoas que identificaram este técnica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abertura (incisão) da cavidade abdominal / 66,7% • Ligadura do ducto e artéria cística / 66,7% • Colectomia (retrógrada) por videolaparoscopia / 50% • Localização e dissecação da vesícula biliar / 50% • Insuflemento da cavidade abdominal / 33,3% • Introdução dos trocateres / 33,3% • Fechamento das cavidades (sutura) / 33,3% • Cauterização ou hemostasia / 33,3% • Retirada da vesícula / 16,7% • Retirada dos trocateres / 16,7% • Assepsia e antissepsia / 16,7%
<p>Análise da perda de fluidos durante o procedimento cirúrgico.</p>	<p>Todos afirmaram que o paciente perdeu muito pouco fluido durante o procedimento. E fizeram a ressalva que para este tipo de procedimento é normal que se perca pouco fluido.</p>
<p>Avaliando a frase de 0 a 5: O acesso a uma cirurgia como a que foi exibida pode ser muito relevante para entender o procedimento cirúrgico realizado.</p>	<p>Média de 4,33.</p>
<p>Avaliando a frase de 0 a 5: Consigo entender de forma satisfatória o procedimento cirúrgico exibido.</p>	<p>Média de 4,5.</p>

Avaliando a frase de 0 a 5: O acesso a cirurgias como a que foi exibida representa uma ferramenta que pode ser usado no auxílio ao aprendizado.	Média de 4,83.
Avaliando a frase de 0 a 5: Eu utilizaria uma ferramenta para assistir procedimentos cirúrgicos como o que foi exibido, caso tivesse acesso.	Média de 4,83.

Como explicado, os questionários B foram aplicados aos participantes que presenciaram as duas partes de algum dos testes. Logo, eles presenciaram a transmissão em tempo real e sua versão gravada. Neste questionário os participantes preencheram informações que comparam as duas visões, fornecendo informações que descrevem suas opiniões sobre o uso da ferramenta de gravação e recuperação e como ela pode afetar o comportamento dos profissionais de saúde.

Nesta etapa, os espectadores tiveram uma percepção da qualidade de imagem muito positiva. Eles consideraram que a reexibição foi muito fiel quando comparada a exibição em tempo real. Além disso, eles consideraram que a reexibição de cirurgias pode ser utilizada tanto em contexto para fins educativos quanto em um contexto de avaliação do procedimento (verificação de erros e aperfeiçoamento das técnicas utilizadas). Os espectadores também citaram vantagens e desvantagens da exibição gravada e em tempo real. Estes resultados estão resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Resumo dos resultados da aplicação do questionário B (exibição gravada).

Parâmetros	Resultados
Avaliação da qualidade de imagem (de 0 a 5)	Média de 4,67.
Avaliação da qualidade de áudio (de 0 a 5)	Média de 4.
Avaliação da qualidade da transmissão (de 0 a 5)	Média de 4,17.
Fidelidade da apresentação gravada quando comparada a exibição em tempo real (de 0 a 5)	Média de 4,83.
Avaliar a frase de 0 a 5: As pessoas que tiverem acesso a esta reexibição terão uma percepção muito parecida com a que eu tive na exibição em tempo real.	Média de 4,67.

Avaliar a frase de 0 a 5: Esta reexibição permite compreender de forma satisfatória o procedimento cirúrgico realizado.	Média de 5.
Avaliar a frase de 0 a 5: O acesso a cirurgias como a que foi exibida representa uma ferramenta que pode ser usado no auxílio ao aprendizado.	Média de 5.
Avaliar a frase de 0 a 5: Eu utilizaria uma ferramenta para assistir procedimentos cirúrgicos como o que foi exibido, caso tivesse acesso.	Média de 4,83.
Avaliar a frase de 0 a 5: O acesso a mídias gravadas de uma cirurgia permite a identificação de erros que podem ter ocorrido durante o procedimento.	Média de 4,83.
Avaliar a frase de 0 a 5: O acesso a mídias gravadas de uma cirurgia permite a análise e melhoria das técnicas utilizadas no procedimento.	Média de 5.
Avaliação do acesso a cirurgias gravadas para o processo de preparação para um procedimento cirúrgico.	Metade dos espectadores consideraram esta atividade como algo necessário, pois complementa a experiência presencial. 17% considerou esta atividade interessante, pois permite uma boa preparação para um procedimento cirúrgico. E 33% consideram esta atividade essencial, pois existem detalhes melhores de serem observados na experiência gravada.
Opiniões sobre diferenças da exibição em tempo real e exibição gravada.	<p><u>Vantagens da exibição gravada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite voltar o conteúdo e reavaliar melhor determinados momentos da cirurgia. • O conteúdo pode ser visto quantas vezes forem necessárias. • Possibilidade de parar o conteúdo e discutir determinadas partes do procedimento. • A exibição em tempo real está sujeita a problemas de transmissão. <p><u>Vantagens da exibição em tempo real:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de interação entre as pessoas que estão assistindo a exibição e a equipe cirúrgica. • A interação entre espectadores e cirurgião pode evitar falhas no procedimento.

A entrevista com médicos que participaram do procedimento também coleta informações sobre o uso da ferramenta de gravação e recuperação e como ela pode afetar o comportamento dos profissionais de saúde. Podemos destacar os seguintes pontos abordados e as opiniões expressadas durante a realização da entrevista:

1. Quanto ao preenchimento dos questionários A nas exibições em tempo real e nas exibições gravadas:
 - a. O perfil dos espectadores foram verificados, assim como, seus níveis de experiência em procedimentos cirúrgicos na sala de cirurgia e através de recursos digitais.
 - b. As respostas quanto a descrição do procedimento cirúrgico (identificação de estruturas anatômicas e instrumental cirúrgico, avaliação da perda de fluidos e identificação de técnicas cirúrgicas) foram validadas. Porém, foi ressaltado que durante a identificação das técnicas cirúrgicas muitos espectadores descreveram um “passo a passo” do procedimento. A sugestão é que, em um teste futuro, seja realizada uma mudança no questionário para que não haja uma dupla interpretação na questão 8-d do questionário A (Anexo IV).
2. Quanto ao comparativo dos questionário A preenchidos na exibição em tempo real e na exibição gravada:
 - a. O perfil dos espectadores da exibição gravada foi avaliado como o de um espectador que possui mais experiência que os da exibição em tempo real.
 - b. Foi constatado que o preenchimento dos formulários foram bem parecidos, porém os espectadores da exibição gravada deram mais descrições dos parâmetros utilizados para comparação. Quanto a este fato, foi sugerido que isso aconteceu devido ao perfil mais experiente dos espectadores da exibição gravada.
 - c. Foi verificado que em ambas exibições os espectadores avaliaram de forma semelhante e positiva a qualidade da imagem, a qualidade de transmissão e as contribuições no âmbito educativo e avaliativo da ferramenta.
3. Quanto a relevância da ferramenta em um contexto educativo e avaliativo e como o seu uso pode afetar a vida de um profissional de saúde:
 - a. No contexto educativo, foi abordado durante a entrevista que a ferramenta de gravação e recuperação é bem útil, pois, de acordo com o Dr. Geraldo Almeida “uma exibição gravada é melhor para ser utilizada no contexto do ensino por retirar o aspecto da emoção e tensão que está presente durante o procedimento

cirúrgico, além de permitir parar e voltar o conteúdo para debater sobre momentos da cirurgia”.

- b. No contexto avaliativo, que se refere ao uso da ferramenta no processo de aperfeiçoamento da técnica cirúrgica ou para identificar e corrigir erros durante a realização de um procedimento, foi citado durante a entrevista que a ferramenta pode ser utilizada para este fim. Além disso, foi citado que é comum a prática de acesso à materiais audiovisuais para se preparar para realização de um procedimento cirúrgico por grande parte dos médicos.

Através destes dados é possível responder de forma satisfatória as hipóteses definidas na fase de elaboração dos testes de validação. Uma discussão acerca destes aspectos é descrita na próxima sessão.

5.1.4 Resposta às Hipóteses Definidas

A primeira hipótese definida foi: “O uso de um serviço de gravação e recuperação de materiais multimídia de cirurgias tem o potencial de facilitar o aprendizado dos alunos”. De acordo com os resultados dos questionários e entrevistas, esta hipótese é possivelmente verdadeira, pois, os espectadores descreveram que tanto a exibição gravada e a exibição em tempo real podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem. Outra prova de que esta hipótese pode ser verdadeira está no fato de os espectadores da exibição gravada puderem identificar e detalhar várias etapas do procedimento cirúrgico. Além disso, ambas as exibições geraram várias discussões entre os espectadores sobre assuntos relacionados ao procedimento cirúrgico.

A segunda hipótese definida foi: “O uso de um serviço de gravação e recuperação de materiais multimídia de cirurgias tem o potencial de facilitar o processo de estudo e preparação para uma cirurgia”. Esta hipótese também parece ser verdadeira de acordo com os questionários e entrevistas aplicadas. Os espectadores que participaram das duas etapas (em tempo real e gravado), quando incentivados deram notas de concordância às frases: “O acesso a mídias gravadas de uma cirurgia permite a identificação de erros que podem ter ocorrido durante o procedimento” e, principalmente, “O acesso a mídias gravadas de uma cirurgia permite a análise e melhoria das técnicas utilizadas no procedimento”. O que indica que o serviço pode ser utilizado para recuperar materiais em um contexto de preparação e estudo sobre um determinado procedimento cirúrgico.

A terceira hipótese definida na fase de elaboração foi: “A cirurgia transmitida em tempo real passou uma percepção muito semelhante à cirurgia reexibida através da ferramenta de gravação e recuperação”. Esta hipótese parece ser verdadeira ao comparar a percepção das cirurgias exibidas em tempo real e gravada. Se compararmos as Tabelas 4 e 5 podemos verificar que os espectadores possuíam um perfil semelhante e as identificações das estruturas anatômicas, do material cirúrgico utilizado, a descrição da perda de fluidos e do procedimento cirúrgico foram bem semelhantes.

Na verdade, o desempenho dos espectadores na exibição gravada foi até melhor que o dos espectadores da exibição em tempo real. Além disso, os espectadores que estavam presentes nas duas exibições consideraram que a exibição gravada foi muito fiel à exibição em tempo real e relataram que a percepção ao assistir as duas apresentações são bem semelhantes.

Estes mesmos aspectos indicam que a última hipótese definida na fase de elaboração pode ser verdadeira: “Os espectadores foram capazes de compreender o procedimento cirúrgico através da reexibição pela ferramenta de gravação e recuperação”.

Capítulo

6

Trabalhos Correlatos

A fim de avaliar o estado da arte em desenvolvimento de estratégias ou ferramentas semelhantes ao proposto por este trabalho, principalmente envolvendo dados multimídia interativos de tempo real, investigaram-se algumas contribuições da Literatura ([HILT 2001], [HILT 2003], [SONG 2003], [MUNTZ 1998] e [DIGITRO]). Como este trabalho aborda em nível de estratégia e de ferramenta, nesta seção são apresentadas pesquisas tanto de modelos para armazenamento e recuperação de multimídia quanto sistemas que estão voltados para esse fim.

6.1 IMod - Interactive Media on Demand

As pesquisas [HILT 2001] e [HILT 2003] mostram o desenvolvimento de um algoritmo de gravação genérico usado em aplicações de mídias interativas. Este algoritmo é baseado em um modelo abstrato para distribuição de mídias interativas que captura aspectos comuns de classes de mídias interativas. O algoritmo opera sobre qualquer tipo de fluxo de dado que possui as características de mídia interativa e não necessita de nenhum conhecimento específico sobre a mídia em questão.

Este serviço de gravação foi implementado utilizando a informação disponível por um protocolo em nível de aplicação, o RTP/I. Este protocolo disponibiliza um pequeno conjunto de informações sobre a semântica do fluxo de dados que será gravado. Aplicações que não usam o RTP/I também podem gravar seus dados utilizando o algoritmo genérico apresentado pelos autores [HILT 2003].

O modelo utilizado pelo algoritmo se baseia em estados de mídia que pode ser alterado com o passar do tempo ou com a aplicação de algum evento sobre a mídia. A aplicação mantém uma cópia local destes estados. Este modelo permite a aplicação particionar a mídia interativa em subcomponentes que podem ser mais facilmente gerenciáveis. Assim esses subcomponentes podem ser controlados de forma independente, ou seja, eventos podem ser aplicados a

subcomponentes alterando apenas o seu estado. Exemplos de subcomponente são objetos 3D e páginas de uma tela compartilhada [HILT 2003] [HILT 2001].

Este modelo de mídia descreve os aspectos comuns de mídia interativa e fornece uma base para o desenvolvimento de algoritmos que podem ser usados nesta classe de mídia interativa. Uma implementação destes algoritmos deve ser capaz de extrair os aspectos comuns a partir de fluxos de mídia interativa. Por exemplo, ele deve ser capaz de detectar estados e eventos.

O *Real-Time Application-Level Protocol for Distributed Interactive Media* (RTP/I) é um *framework* para mídias interativas, que define campos de cabeçalho e mecanismos que são normalmente necessários para a transmissão de fluxos de mídia interativos. Este *framework* é formado por duas partes: o protocolo de transferência de dados RTP/I, que define um enquadramento padrão para fluxos de mídia interativos, fornecendo informações sobre o fluxo transmitido em campos de cabeçalho padronizados (*timestamp*, identificador, tipo de dado, etc.); e o *framework* RTP/I, que faz o controle de protocolo RTP/I (RTCP/I) e implementa um controle de sessão fornecendo uma meta-informação sobre os subcomponentes usados na sessão. O *framework* RTP/I está fortemente relacionado com o *Real-Time Transport Protocol* (RTP), que é muito usado para áudio e vídeo. Entretanto, RTP/I foi adaptado às necessidades de distribuição de mídias interativas [HILT 2003].

Como muitas aplicações de mídias interativas não usam o protocolo RTP/I, os autores construíram um algoritmo de gravação e recuperação. Este algoritmo é capaz de extrair um conjunto de informações a partir do protocolo de nível de aplicação utilizado por uma determinada aplicação. Os algoritmos para a gravação e reprodução de *streams* de mídia interativa realizam duas tarefas principais: eles reconstroem o curso de uma sessão de mídia interativa gravada e eles fornecem acesso aleatório para gravações.

Os algoritmos para gravação e reprodução baseiam-se nos elementos do modelo de mídias e são, por conseguinte, independente da codificação utilizado por uma determinada aplicação. Um princípio fundamental destes algoritmos é que eles lidam com elementos abstratos (ou seja, estados e eventos) em vez de objetos de mídia específicos. A implementação de gravação deste algoritmo não tenta decodificar um fluxo de mídia de entrada. Ao invés disso, a gravação é realizada capturando-se os estados e os eventos de um fluxo de entrada, processando e escrevendo-os em um disco rígido. Durante a recuperação, o gravador ler os estados e eventos armazenados em disco, computa o instante em que as informações devem ser enviadas e as transmite no tempo correto. Usuários conseguem visualizar a sessão recuperada através de qualquer aplicação que seja capaz manipular o fluxo de dado gravado. Estas

funcionalidades de gravação e recuperação foram implementadas no sistema IMod (*Interactive Media on Demand*). A implementação do sistema IMoD é baseado no *framework* RTP/I e trabalha com fluxos de mídias discretos e contínuos. Além disso, ele pode manipular fluxos de áudio e vídeo baseados em RTP. O IMoD é totalmente operacional e está disponível em versões para Linux e Solaris.

6.2 RIO - Renderized I/O

Muntz e Santos [MUNTZ 1998] descrevem o RIO (*Renderized I/O*). O RIO é um subsistema de armazenamento que faz parte de um sistema de informações multimídia chamado *Virtual World Data Server* (VWDS). O VWDS aborda várias questões, incluindo o armazenamento de dados, gerenciamento de memória, comunicação de rede, controle de admissão, fiscalização e configuração de tráfego, e também questões específicas de modelos de mundos virtuais em 3D, tais como indexação espacial, qualidade adaptativa de serviço, movimento do usuário e modelagem de percepção.

O servidor de dados do VWDS funciona da seguinte maneira: usuários podem executar aplicações como *players* de vídeo e simulação de mundo virtual em 3D em máquinas cliente que acessam os dados armazenados no VWDS. Clientes também enviam periodicamente informações de telemetria para o servidor, que é usado para determinar os objetos de dados que precisam ser enviados ao cliente em um futuro próximo. Para mundos virtuais em 3D, as informações de telemetria consistem de informações como a posição atual do olho, a direção do movimento, velocidade e etc. O servidor de dados utiliza essa informação, combinado com o modelo de movimento do usuário para gerar uma lista de objetos de cena que precisam ser enviados para o cliente e o tempo em que estes dados devem ser enviados. No caso de vídeos, informações telemétricas consistem basicamente de comandos de usuários para pausar, acelerar, voltar e parar o vídeo [MUNTZ 1998].

Como o VWDS trabalha com muitos dados multimídia é necessário uma ferramenta para gravação e recuperação otimizado destas mídias. E o *Renderized I/O* é responsável por esse aspecto. No RIO, cada objeto multimídia é composto de uma sequência de blocos de dados de tamanhos constantes. Cada bloco de dados é armazenado em um bloco de disco aleatoriamente selecionado. O sistema pode possuir vários discos e, caso o dado gravado seja importante, pode haver réplicas destes blocos de dados a fim de garantir certa flexibilidade [MUNTZ 1998].

Analisando a proposta de Muntz (1998) percebe-se que a preocupação maior é a de gravação organizada dos dados entre os vários discos que o sistema pode possuir. O sistema

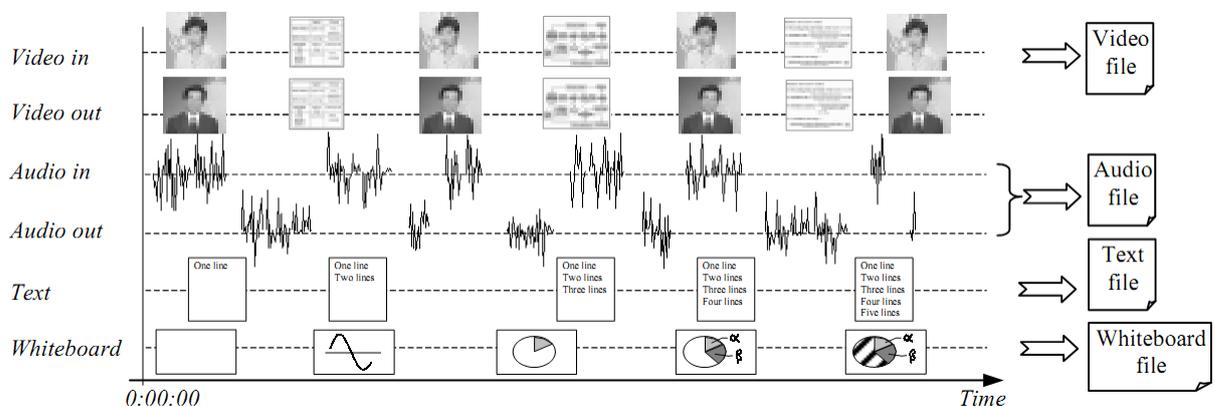
possibilita a recuperação e visualização de mídias em tempo real, com baixa latência e atraso. Uma desvantagem RIO é que ele na verdade faz parte de um sistema maior, o VWDS, e por isso está totalmente amarrado ao seu contexto.

6.3 PVCAIS

Song et al. [SONG 2003] propõe um sistema de indexação - PVCAIS que integra várias técnicas de indexação multimídia para gerenciar arquivos pessoais de videoconferência. A princípio, o conteúdo de comunicações de vídeo, áudio e texto são armazenados após passar por um processo de retirada de redundâncias. Em seguida, mais informações, por exemplo, os participantes, título, palavras-chave e slides, são extraídos através dos processos de reconhecimento de faces, reconhecimento de voz, geração automática de títulos, a seleção de palavras-chave e etc. Além disso, um arquivo de índice XML contendo o resumo da videoconferência é gerado. Com isso, o usuário pode utilizar uma interface gráfica para procurar os arquivos de videoconferência de seu interesse.

De acordo com esta pesquisa, um cliente típico de videoconferência possui seis canais de comunicação: entrada de vídeo, saída de vídeo, entrada de áudio, saída de áudio, o canal de texto e o quadro branco (*whiteboard*). O canal de entrada de vídeo recebe do servidor a imagem mostrada ao usuário, enquanto o canal de saída de vídeo envia a imagem local. O canal de entrada e saída de áudio contém as vozes de saída e entrada, respectivamente. Os canais de texto e de quadro branco são compartilhados para todos os participantes e transmite as mensagens digitadas e conteúdos manuscritos, respectivamente. Estes canais estão sincronizados no tempo, como mostra a Figura 31 [SONG 2003].

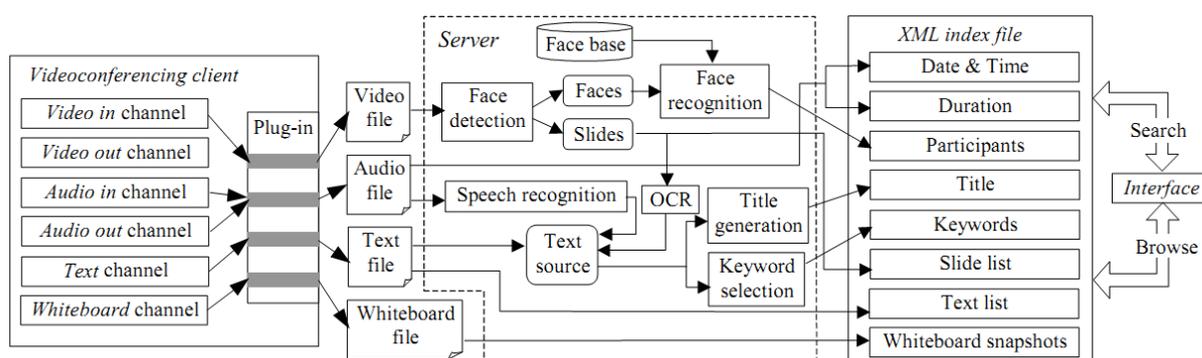
Figura 31 - Canais de uma videoconferência e gravação dos conteúdos [SONG 2003].



Para fins de indexação, é necessário armazenar o conteúdo de cada canal, incluindo as informações de tempo, exceto o canal de saída de vídeo, que contem a imagem do lado do usuário, esta informação não é importante. Assim, como mostra na Figura 31, o canal de entrada vídeo é armazenado em um arquivo de vídeo. Os canais de áudio (entrada e saída) são misturados e armazenados em um arquivo de áudio, já que os participantes falam alternadamente. O canal de texto e o de quadro branco é armazenado em um arquivo para cada [SONG 2003].

Esta pesquisa descreve o canal de áudio como o mais importante. Além disso, ele enfatiza que o canal de vídeo pode conter muita redundância. Visto que o canal de vídeo pode estar transmitindo uma imagem de uma câmera ou uma apresentação de slides. No segundo caso a informação visual é muito redundante, pois a imagem demora a mudar com o tempo. Desta forma, é desnecessário manter o conteúdo inteiro do vídeo. Assim, a representação do vídeo pode ser feita através de um conjunto de quadros chave e um intervalo de tempo (*timestamp*). A seleção dos quadros é baseada na mudança do conteúdo do vídeo. Como o conteúdo dos canais de texto e de quadro branco não são atualizados com muita frequência, eles também são armazenados com base em intervalos de tempo. Após o armazenamento dos canais e do pós-processamento descrito, informações podem ser retiradas automaticamente destes dados e um arquivo de indexação da videoconferência pode ser construído conforme o mostrado na Figura 32 [SONG 2013].

Figura 32 - Arquitetura do PVCAIS [SONG 2003].



De acordo com o descrito na pesquisa e com a Figura 32, as informações contidas no XML descritor da videoconferência são: data e hora, duração, participantes, título, palavras-chave, lista de slides, lista de textos e uma lista do conteúdo do quadro branco de acordo com tempo. No arquivo de vídeo é aplicado um processo de detecção de faces onde os participantes são identificados com auxílio de uma base de faces e os slides contidos nesse arquivo são

listados em uma lista de slides. Os dados de data, hora e duração são extraídos do arquivo de áudio. Para geração do título e das palavras-chave o arquivo de áudio passa por um processo de reconhecimento de fala e os slides passam por um leitor que transforma imagens textuais em textos digitais. Estes dados são analisados automaticamente juntamente com os arquivos de texto e de quadro branco para geração do título e das palavras-chave. Do arquivo de texto é extraído informações para lista de texto e do arquivo de quadro branco é extraído informações para lista de conteúdo do quadro branco. O PVCAIS oferece uma interface gráfica para busca e navegação entre os XMLs que representam as videoconferências gravadas [SONG 2013].

6.4 Gravação Dígitro

A Dígitro [DIGITRO] é uma empresa que oferece serviços envolvendo Inteligência Estratégica, Tecnologia da Informação e Telecomunicações. Um dos serviços por ela oferecido é a gravação de dados de clientes para empresas que tenham interesse. Dessa forma uma empresa que contrata o serviço pode gravar e recuperar várias mídias de seus clientes e da própria empresa. Essa ferramenta é comumente utilizada para gravar áudio e capturas de tela de atendimentos a clientes. A Gravação Dígitro possui quatro módulos que permitem realizar a gravação, integração, controle e recuperação de mídias.

O primeiro módulo é o **BackUp Manager** que garante integridade e a recuperação, com fácil acesso, dos dados coletados. Diferentes meios de gravação podem ser utilizados para armazenar os dados desejados (DAT, DVD, CD, LTO, HD) e o controle de acesso, que pode ser remoto, é feito com uso de *login* e senha para manter a segurança e confidencialidade.

O **Record Screen** é responsável pela gravação de áudio e captura de telas de cada posição de atendimento de forma sincronizada. Este módulo permite uma visualização completa das atividades dos agentes em cada atendimento efetuado, facilitando a análise de ocorrências e a tomada de decisão. O módulo **Record CTI** agiliza e facilita a integração das várias funcionalidades de Gravação Dígitro, tanto de áudio quanto de tela. Também permite integrar funcionalidades desenvolvidas por outros fornecedores.

O módulo **Record** permite configurar como os registros devem ser efetuados: em tempo integral, em períodos agendados ou sob demanda. Esses critérios podem ser definidos conforme critérios pré-estabelecidos. Este módulo utiliza uma interface *Web* e permite que os diálogos gravados sejam ouvidos por meio do computador ou de sistemas de telefonia. Os arquivos de áudio podem ser nos formatos MP3 ou WAV.

De acordo com a Dígitro a gravação de dados é especialmente importante para empresas que trabalham com atendimento aos clientes via telefone. Pois o registro de atendimentos pode

ampliar a lucratividade. Os registros permitem aprimorar atendimentos e garantem mais eficiência neste processo.

6.5 Ferramentas de Gravação Desktop

Vários *softwares desktop* fornecem funcionalidades para gravação de fluxos de mídia. O *player* VLC [VIDEOLAN], por exemplo, é uma solução de software para gerar e executar fluxos de vídeo. O VLC foi originalmente desenvolvido para executar vídeos no formato MPEG em redes com alta largura de banda e atualmente funciona em várias plataformas: Linux, Windows, Mac OS X, Solares e etc [VLCwiki].

Além disso, esse *player* é capaz de receber um fluxo de áudio ou vídeo e gravá-lo em arquivo permitindo até a transcodificação do fluxo recebido para outro formato que possua suporte. O VLC é capaz de receber e enviar fluxos de mídia nos protocolos TCP, UDP, RTP, RTSP e HTTP.

Para gravar um fluxo UDP, por exemplo, deve-se abrir a porta em que o fluxo está sendo recebido, especificar que o fluxo deve ser gravado na máquina e escolher o formato e o nome da gravação. Ao fim do processo um arquivo será gerado contendo o fluxo recebido.

O Freecorder 5 é um software livre para gravação em arquivo de fluxos de vídeo e áudio. Ele é capaz de capturar vídeos em MP4 e FLV nos protocolos HTTP e RTMP. O *software* funciona de forma simples, ao mesmo tempo em que o áudio ou vídeo está sendo assistido, o fluxo é gravado em arquivo automaticamente. O Freecorder também oferece funcionalidades para conversão de arquivos de vídeos e áudio para outros formatos [FREECODER].

O VLC é um *software desktop* voltado principalmente para exibição de fluxos de mídia em arquivo ou em rede. Ou seja, este *software*, apesar de possuir funcionalidades para gravação de fluxos, não possui este aspecto como seu foco. Tanto o Freecorder quanto o VLC *player* são capazes de gravar apenas fluxos de vídeo e de áudio, ou seja, outros tipos de mídias não podem ser gravados.

6.6 MPEG-7

O MPEG-7 não é uma ferramenta como as citadas acima. Ele, na verdade, é um padrão que permite a descrição de conteúdos de dados audiovisuais em ambientes multimídia [CHANG 2001]. Ele provê ferramentas de descrição representadas por elementos de metadados que podem ser utilizada para uma posterior filtragem [CHELLA 2004]. Assim, o foco do MPEG-7 é de prover uma forma de descrição da mídia facilitando o processo de busca, porém ele não se limita só a isso.

Vicente [VINCENTE 2005] ressalta que o MPEG-7 pode ser vista como uma ferramenta de descrição de conteúdo multimídia. Desta forma, imagens, gráficos, modelos 3D, áudios, vídeos e informações de composição de como esses elementos estão combinados em um cenário multimídia podem ser descritas pelo MPEG-7. Este aspecto permite que o padrão possa ser utilizado para especificar a sincronização de uma multimídia.

O MPEG-7 possui uma complexa estrutura formada por descritores, esquemas de descrição e uma linguagem de definição de descrição. Como seu foco é a descrição de conteúdo permitindo sua filtragem, o uso do MPEG-7 para sincronização multimídia traz uma complexidade inerente e desnecessária que dificulta seu uso neste trabalho.

6.7 Análise Comparativa

Comparado ao IMoD, o modelo e o serviço de gravação descrita neste trabalho se diferencia principalmente por utilizar o conceito de experiência multimídia e levar em conta os aspectos de objetos de aprendizagem, permitindo a recuperação fiel dos acontecimentos da visão de um usuário ao decorrer de uma sessão e a construção de um documento hipermídia que representa tal experiência. Além disso, ao considerar os conceitos de objetos de aprendizagem, o modelo permite que outros sistemas busquem e reusem os dados armazenados.

O modelo aqui descrito também possui várias diferenças em relação ao *Renderized I/O* (RIO). Apesar de possuir funcionalidades semelhantes, o RIO é um subsistema, ou seja, está integrado a um sistema maior. O RIO não possui a filosofia de serviço de livre acesso, tornando-a uma ferramenta dependente de um ambiente e utilizada apenas em situações específicas.

O PVCAIS possui algumas características em comum com o modelo aqui descrito. Este sistema permite a gravação de múltiplos fluxos, e utiliza arquivos XML para descrever uma sessão de videoconferência. Porém esta ferramenta não possui uma arquitetura de serviço, facilitando o acesso por sistemas clientes, e não utiliza o conceito de objeto de aprendizagem na indexação das mídias o que impede a busca de mídias por sistemas externos. O princípio do PVCAIS é que as mídias fiquem armazenadas apenas internamente.

A Gravação Dígito é um serviço pago oferecido por uma empresa do ramo de telecomunicações. Assim, essa ferramenta é voltada para dados de atendimento ao cliente (áudio e captura de telas). Já as ferramentas de gravação desktop analisadas permitem apenas a gravação de fluxos individuais de vídeo e/ou áudio. Não há nenhum processo de indexação ou de gravação de múltiplos fluxos.

A tabela 6 possui um resumo das comparações entre o serviço aqui proposto e os trabalhos correlatos. As linhas em negrito representam os pontos que o serviço proposto nesse trabalho se destaca quando comparado aos outros.

Tabela 6 - Análise comparativa dos trabalhos correlatos.

	IMoD	RIO	PVCAIS	Dígitro	Ferramentas Desktop	MPEG-7	Serviço de Gravação e Recuperação
Gravação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Recuperação	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Controle de armazenamento	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Independente de um sistema	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sincronia de fluxos	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Objetos de Aprendizagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Foco nas múltiplas visões do sistema	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

Capítulo

7

Considerações Finais

Tendo em vista a grande quantidade de sistemas que trabalham com dados multimídia, especialmente os sistemas de transmissão em tempo real, uma estratégia como a descrita neste trabalho é extremamente necessária. Ela pode ajudar servindo como base para implementação de uma ferramenta com as funcionalidades especificadas, especialmente em sistemas multimídias de Telemedicina.

7.1 Resultados Obtidos

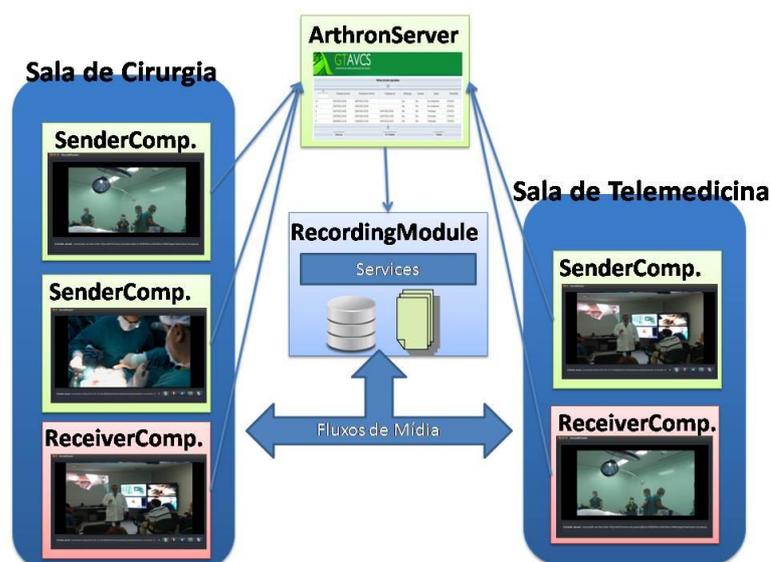
Como foi dito durante a descrição da pesquisa um serviço de gravação e recuperação de experiência multimídia com base no modelo desenhado foi implementado para a ferramenta telemédica Arthron, descrita no Anexo II. Os detalhes desta implementação e as visões arquiteturais deste serviço estão descritos no capítulo 4.

Figura 33 - Demonstração da Arthron.



Em outubro de 2012, foi realizada a demonstração da Arthron para a RNP (Rede Nacional de Pesquisa e Ensino), mostrada na Figura 33. Durante a demonstração desta ferramenta foi capturada e transmitida, para participantes da demonstração, uma cirurgia que estava ocorrendo no Hospital Universitário Lauro Vanderley em tempo real. Esta demonstração ocorreu conforme mostra o esquema da Figura 34.

Figura 34 - Esquema de componentes na demonstração da Arthron.



A demonstração ocupou duas salas: a sala de cirurgia, onde médicos e enfermeiros realizavam um procedimento cirúrgico em um paciente, e a sala de telemedicina, onde representantes da RNP e do LAVID e outros interessados assistiam a demonstração da Arthron. Na sala de cirurgia foi montado uma estrutura com dois *SenderComponents* (*Encoders*) ligados cada um a uma câmera de alta resolução e um *ReceiverComponent* (*Decoder*) que recebia e exibia o fluxo da sala de telemedicina. Na sala de telemedicina a estrutura foi composta por um *SenderComponent* (*Encoder*) que enviava um fluxo ao *Decoder* da sala de cirurgia e um *ReceiverComponent* (*Decoder*) que se alternava a exibição dos dois fluxos provenientes dos *Encoders* da sala de cirurgia. Esse controle de exibição foi realizado através do *ArthronServer*, cujos componentes estavam conectados.

Todas as visões de uso da ferramenta (*SenderComponent* e *ReceiverComponent*) foram armazenadas, com o uso do módulo de gravação e recuperação, e posteriormente puderam ser baixadas e reexibidas da mesma forma como se a transmissão estivesse ocorrendo em tempo real através do módulo web da própria Arthron que se comunica com o sistema de gravação (Figura 35).

Figura 35 - Interface no ArthronServer por onde se pode baixar as experiências gravadas.

The screenshot shows the ArthronServer interface. At the top, there is a green header with the logo 'GTAVCS' and the text 'Ambiente de Videocolaboração em Saúde'. On the left, there is a navigation menu with options like 'Página Inicial', 'Usuários', 'Sessões', 'Experiências', and 'Provedor de Identidade'. The main content area is titled 'Sessões que participei' and contains a table with the following data:

Nome do Componente	Sessão	Data de Sessão	Hora
decCirurg	9	07:55:38	07:55:38
Dec-tele	9	08:02:53	08:02:53
Encoder-Tele3	9	07:58:20	07:58:20
EncCirurg	9	08:12:00	08:12:00
Dec-JP	8	01:03:22	01:03:22

Below the table, there is a 'Baixar Experiência' button.

Além das demonstrações, outro resultado foi o aceite e chamada para apresentação do trabalho aqui descrito, que foi enviado com seus aspectos principais por meio de um artigo científico, no workshop da IEEE, o MUST-EH 2013 (*IEEE International Multimedia Services and Technologies for E-health 2013*), que é um dos workshops do ICME 2013 (*International Conference on Multimedia and Expo 2013*).

7.2 Contribuições da Pesquisa

Para a ferramenta Arthron, esta pesquisa trouxe como contribuição a construção do serviço de gravação e recuperação de experiências multimídia onde os usuários podem gravar e recuperar uma sessão de uso da ferramenta. Desta forma, mídias e arquivos de experiência multimídia, que especificam um sequenciamento das mídias armazenadas que remontam a experiência vivida por um usuário, são armazenados no módulo de gravação. Com a utilização deste serviço uma grande base de dados pode ser formada e, como estas mídias possuem características de objetos de aprendizagem, elas podem ser reutilizadas por outros sistemas que possuam acesso.

Estas funcionalidades de gravação e recuperação podem ser utilizadas em vários contextos dentro da Arthron. Por exemplo, se uma cirurgia está sendo gravado com este serviço de gravação, posteriormente um médico tem a possibilidade de reavaliar este procedimento. Isso pode ser útil em casos que o paciente veio a óbito, permitindo averiguar quais aspectos podem ser melhorados para evitar tal fato. Em outro contexto, a experiência pode ser recuperada para o ensino da medicina, onde o médico pode reexecutar uma multimídia gravada e exibi-las a alunos para fins educacionais.

Porém, a principal contribuição desta pesquisa foi a estratégia de gravação e recuperação de experiência multimídia desenvolvido que dá à comunidade maior facilidade na construção de ferramentas que possuam funcionalidades para armazenamento e recuperação de

dados que contemple diversos cenários em sistemas multimídia interativo, principalmente os sistemas de telemedicina. Esta estratégia descreve funcionalidades que resultam em facilidade para outros sistemas que desejem implementá-las.

Outra contribuição deste trabalho é a formação do conceito de experiência multimídia, que se refere à interação do usuário com as mídias de um sistema. A estratégia especifica como armazenar esta experiência e executá-la novamente quando solicitado. Isso é feito através do armazenamento das mídias e da construção de um documento que lista as interações dos usuários.

7.3 Trabalhos Futuros

Em uma perspectiva futura, este trabalho pode progredir em vários aspectos. Por exemplo, espera-se que futuramente a notação para experiência multimídia aqui descrita possa ser codificada em outras linguagens facilitando sua execução em outros meios de comunicação como a TV Digital e a Internet. Além disso, pretende-se adicionar na estratégia e no serviço implementado o suporte a outros tipos de mídias e interações usuário-sistema.

Encontra-se em andamento uma pesquisa no Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAVID), que originou-se deste trabalho, onde é investigado uma maneira de indexar as mídias gravadas pelo serviço de gravação e recuperação de forma que esta indexação seja o mais compatível possível com o padrão IEEE LOM (*Learning Object Metadata*). Esta pesquisa pretende tornar o conjunto de mídias gravadas mais acessíveis por outros sistemas, assim como, possibilitar uma melhor descrição das mídias gravadas pelo serviço.

Outro aspecto que pode ser melhorado se encontra na realização dos testes do serviço de gravação e recuperação. Testes adicionais, contemplando outros procedimentos cirúrgicos e/ou outro perfil de usuários, podem ser realizados para coletar mais dados sobre o impacto da estratégia e serviço aqui desenvolvida permitindo o aperfeiçoamento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

(ANTONACCI 2000) ANOTONACCI, Meire J. NCL: Uma Linguagem Declarativa para Especificação de Documentos Hipermídia com Sincronização Temporal e Espacial. Pontifca Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Abril, 2000.

(APACHE) Apache Tomcat – The Apache Software Foundation. Disponível em: <<http://tomcat.apache.org/>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(AUDINO 2010) AUDINO, D. F.; NASCIMENTO, R. S. Objetos de Aprendizagem - Diálogos entre Conceitos e uma Nova Proposição Aplicada à Educação. Revista Contemporânea de Educação. Vol. 5, n. 10. Julho, 2010.

(BARBOSA 2002) BARBOSA A. K. P et Al. HealthNet, Um Sistema de Apoio à Construção da Rede Integrada de Cooperação em Saúde na Cidade de Recife-PE. Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS. 2002.

(BATINI 1992) BATINI, C.; CERI, S.; e NAVATHE, S. B. Conceptual database design: na entity-relationship approach. Redwood: Benjamin/Cummings, 1992.

(BRAGA 2002) BRAGA, R. T. V. Um Processo para Construção e Instanciação de Frameworks baseados em Linguagens de Padrões para um Domínio Específico. Digital Library of Theses and Dissertations of USP. São Carlos, 2002.

(BEVAN 2001) BEVAN, N. Quality in use for all. In User Interfaces for All: methods, concepts and tools, Ed. C. Stephanidis, 353-368. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 2001.

(BEVAN 2009) BEVAN, N. What Is the Difference Between the Purpose of Usability and User Experience Evaluation Methods. UXEM'09 Workshop, INTERACT 2009. Uppsala, Suécia. 2009.

(CAGNIN 2005) CAGNIN, M. I. Tese de Doutorado: PARFAIT: uma contribuição para a reengenharia de software baseada em linguagens de padrões e frameworks. Digital Library of Theses and Dissertations of USP. São Carlos, 2005.

(CAMARGO) CAMARGO, V. V. Tese de Doutorado: Frameworks transversais: definições, classificações, arquitetura e utilização em um processo de desenvolvimento de software. Digital Library of Theses and Dissertations of USP. São Carlos, 2006.

(CHANG 2001) CHANG, S. Overview of the MPEG-7 Standard. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 11, n. 6. Junho 2001.

(CHELLA 2004) CHELLA, M. T. Sistema para Classificação e Recuperação de Conteúdo Multimídia Baseado no Padrão MPEG-7. UNICAMP. São Paulo (Brasil). 2004.

(COSCARELLI 1996) COSCARELLI, C. V. Leitura em Ambiente Multimídia e a Produção de Inferências. VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Novembro, 1996.

(COSTA 2002) COSTA, K. L. D.; BRASIL, L. M.; SANTOS, N. F. TELEINFO: Um tutorial Multimídia para Estudo da Telemedicina.

(COSTA 2003) COSTA, A. C. R.; BERTOLETTI-DE-MARCHI, A. C. Uma Proposta de Padrão de Metadados para Objetos de Aprendizagem de Museus de Ciências e Tecnologia. 2003. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB. 2002.

(COSTA 2010) COSTA, R. M. R. Controle do Sincronismo Temporal em Aplicações Hiperfídia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Rio de Janeiro – RJ. Agosto, 2010. Disponível em <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/16723/16723_1.PDF>. Acesso em 20 de fevereiro de 2013.

(COSTA SEGUNDO 2011) COSTA SEGUNDO, R. M. Athus: Um Framework para o Desenvolvimento de Jogos para TV Digital Utilizando Ginga. Programa de Pós Graduação em Informática. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB. Setembro, 2011.

(DIGITRO) Dígito (Inteligência – TI – Telecom). Disponível em: <<http://www.digitro.com/pt>>

(FARIA 2003) FARIA, B. M. e-Cath: um Sistema de Telemedicina para Hemodinâmicas Utilizando Redes de Baixas Velocidades. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG. Julho, 2003. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SLBS->

5RVKGI/disserta__o_bernardo_moreirade_faria.pdf?sequence=1>. Acesso em 20 de fevereiro de 2013.

(FERREIRA) FERREIRA, E.; Eis, D. HTML5 - Curso W3C Escritório Brasil. Disponível em: <<http://www.w3c.br/pub/Cursos/CursoHTML5/html5-web.pdf>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(FREEORDER) Freerecorder 5. Disponível em: <<http://all-streaming-media.com/record-video-stream/Freecorder-freeware-Get-streaming-video-Record-any-sound.htm>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(GRAÇA 2007) GRAÇA, A. Importância das TIC na Sociedade Atual. Fevereiro, 2007.

Disponível em:

<http://www.notapositiva.com/trab_estudantes/trab_estudantes/tic/10importantic.htm#vermais>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(GT AVCS) GTAVCS – Grupo de Trabalho em Ambiente de Vídeocolaboração em Saúde. Disponível em: <www.lavid.ufpb.br/gtavcs/> . Acesso em 05 de julho de 2012.

(GT MDA) GTMDA - Grupo de Trabalho de Mídias Digitais e Arte. Disponível em: <www.lavid.ufpb.br/gtmda>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(GT TV) RNP (Brasil). GT TV digital. Disponível em: <www.rnp.br/pd/gts2005-2006/tvdigital.html>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(GT VD) RNP (Brasil). GT Vídeo digital. Disponível em: <<http://www.rnp.br/pd/gts2002-2003/gt- vd.html>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(HILT 2001) HILT, V. et al. Interactive Media on Demand: Generic Recording and Replay of Interactive Media Streams. University of Mannheim. Alemanha, 2001.

(HILT 2003) HILT, V. et al. Recording and Playing Back Interactive Media Streams. Alemanha, 2003.

(I2TV) RNP (Brasil). Infraestrutura Internet2 para Desenvolvimento e Teste de Ferramentas e Programas para Televisão Interativa. Disponível em: <<http://www.lavid.ufpb.br/pt/projetos/visualizar/i2tv-infraestrutura-internet2-para->

desenvolvimento-e-teste-de-ferramentas-e-programas-para-televisao-interativa>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(IDA 2012) IDA Infocomm Technology Roadmap. User Interface and Future Interaction Technologies. Singapore's Infocomm Technology Journey. ITR 2012. 2012. Disponível em <<http://www.ida.gov.sg/~media/Files/Infocomm%20Landscape/Technology/TechnologyRoadmap/UserInterface.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2013.

(JAVA EE) JAVA EE. Java EE at a Glance. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(LISBOA FILHO 2010) LISBOA FILHO, J. & LOCHPE, C. Um Estudo Sobre Modelo Conceituais de Dados para Projeto de Banco de Dados Geográficos. Revista IP – ano 1 – Nº 2. Dezembro, 1999. Disponível em: <http://www.ip.pbh.gov.br/ANO1_N2_PDF/ip0102lisboafilho.pdf>. Acesso em 01 de março de 2013.

(JENSEN 1998) JENSEN, J. F. Interactivity: Tracing a new concept in media and communication studies. vol. 19. Nordicom Review. 1998. pp. 185–204.

(KAMPFF 2001) KAMPFF, A. J. C.; DIAS, M. G. C. Reflexões sobre a Construção do Conhecimento em Ambiente de Pesquisa e de Autoria Multimídia: Uma Tarefa Compartilhada por Alunos e Professores. 2001.

(KINECT) Kinect - XBox.com. <http://www.xbox.com/pt-BR/Kinect/GetStarted>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(MAJOE 2009) MAJOE, D.; KULKA, I. & SCHACHER, J. towards an Interactive Multimedia Experience for Club Music and Dance. MoMM '09 Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia. Pg. 95-104. Nova York – NY. 2009.

(MELLO 2006) MELLO, E. R. et al. Segurança em Serviços Web. Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

(MELO 2010) MELO, E. A., Pinto, A. A., Silva, J. C. F., Toscano, R. N., Tavares, T. A. e Lemos, G. S.F. ARTHRON 1.0: Uma Ferramenta para transmissão e gerenciamento remoto de fluxos de mídia”, In: Salão de Ferramentas do SBRC, Gramado. Anais do Salão de Ferramentas do SBRC 2010.

(MORAN 2005) MORAN, J. M. Perspectivas (Virtuais) para a Educação. Disponível em: <http://www.ensino.eb.br/artigos/perspectivas_educacao.pdf>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(MORRIS 2000) MORRIS, T. Multimedia Systems: delivering, generating, and interacting with multimedia. Springer-Verlag London Limited 2000.

(NETCAT) Netcat. The Netcat Project. Disponível em: <<http://netcat.sourceforge.net/>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(NUGENT 2009) NUGENT, G. et al. Empirical Usage Metadata in Learning Objects. 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. University of Nebraska-Lincoln. Outubro, 2009.

(OASIS 2006) OASIS - Modelo de Referência para Arquitetura Orientada a Serviço 1.0. Julho, 2006. Disponível em: <<http://www.pcs.usp.br/~pcs5002/oasis/soa-rm-csbr.pdf>>. Acesso em 04 de Julho de 2012.

(PEREIRA 2003) PEREIRA, F. & BURNETT, I. Universal Multimedia Experiences for Tomorrow. IEEE Signal Processing Magazine. Pg. 63-73. March, 2003.

(PETRIE 2009) PETRIE, H. & BEVAN, N. The Evaluation of Accessibility, Usability and User Experience. The Universal Access Handbook. 2009.

(SCHMITZ 1998) SCHMITZ, P.; YU, J. & SANTAMGELI, P. Timed Interactive Multimedia Extensions for HTML (HTML+TIME). 1998. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/NOTE-HTMLplusTIME>>. Acesso em 08 de Março de 2012.

(SEVERINO 2002) SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. Ed. 22. São Paulo, Cortez. 2002.

(SHARDA 2004) SHARDA, N. Combining the Art, Science and Technology of Multimedia with the Multimedia Creation Circles Paradigm. School of Computer Science and Mathematics. Austrália. 2004.

(SILVA 2008) SILVA, R.P. & FREIBERGER E. C. Metrics to Evaluate the Use of Object Oriented Frameworks. Oxford University Press on Behalf of the British Computer Society. 2008.

(SILVA 2011) SILVA, J. C. F.; FERREIRA, A.; VIEIRA, E.; PASSOS, M.; MELO, E. A.; TAVARES, T. A.; SOUZA FILHO, G. L. Utilizando a Arthron para o Gerenciamento Remoto de Múltiplos Fluxos de Mídia. Tópicos em Banco de Dados, Multimídia e Web. 1 ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Computação, 2011, v. 1, p. 149-178. Disponível em <<http://gtavcs.lavid.ufpb.br/wp-content/uploads/2011/11/Webmedia2011-MinicursodaArthron-Final.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 13.

(SILVA FILHO 2012) SILVA FILHO; E. V. et al. Uma Ferramenta para Gerenciamento e Transmissão de Fluxos de Vídeo em Alta Definição para Telemedicina. Salão de Ferramenta SBRC – 2012. Abril, 2012.

(SILVA FILHO 2013) SILVA FILHO; E. V. Estratégia de Segurança para Transmissão em Tempo Real de Múltiplos Fluxos Multimídia em Alta Definição. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba. 2013.

(SILVEIRA) SILVEIRA, R. M. Redes de alta velocidade e aplicações multimídia. Disponível em: <<http://rmav-sp.larc.usp.br/Documentos/RAVeAplic.pdf>>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2012

(SMIL 2008) Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 3.0). Dezembro, 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/smil/>>. Acesso em 08 de Março de 2012.

(SOAML 2012) Object Management Group (OMG). Service oriented architecture Modeling Language (SoaML) Specification. Maio, 2012.

(SOARES 2009) SOARES L. F. G. & BARBOSA S. D. J. Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de Aplicações para o Middleware Ginga. Elsevier Editora. Rio de Janeiro – RJ. 2009.

(SOARES 2007) SOARES, L.F. G. Monografias em Ciência da Computação nº 01/07, Fundamentos de Sistemas Multimídia, Parte 1 - Aquisição, Codificação e Exibição de Dados. Rio de Janeiro. Editor: Prof. Carlos José Pereira de Lucena, janeiro de 2007.

(SOARES NETO 2007) SOARES NETO, C. S.; et al. Construindo Programas Audiovisuais Interativos Utilizando a NCL 3.0 e a Ferramenta Composer. Pontifícia Universidade Católica. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2007.

(SONG 2003) SONG, J. et al. PVCAIS: A Personal Videoconference Archive Indexing System. International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2003), v. 2. Baltimore. 2003.

(SONG 2001) SONG, I. & MAINELLI, T. Driving Productivity with the Anywhere, Anytime Virtual Desktop. IDC Analyze the Future. Disponível em <<http://www.wyse.com/sites/default/files/documents/whitepapers/Wyse-IDC-Driving-Productivity-Whitepaper.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2013.

(SOUZA 2006) SOUZA, V. Uma arquitetura Orientada a Serviços para Desenvolvimento, Gerenciamento e Instalação de Serviços de Rede. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2006.

(SOUZA FILHO 1997) SOUZA FILHO, Guido L. Sincronismo na Modelagem e Execução de Apresentações de Documentos Multimídia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ. Setembro, 1997.

(STEINMETZ 2010) STEINMETZ, R.; NAHRSTEDT, K. Multimedia Systems. Springer-verlag New York Inc. 2010.

(STEINMETZ 1995) STEINMETZ, R.; NAHRSTEDT, K. “Multimedia: Computing, Communications and Applications”. Prentice Hall, Inc. 1995.

(VIDEOLAN) VLC media player. Disponível em <<http://www.videolan.org/vlc>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(VIN 1994) VIN, H. M. Multimedia System Architecture. Proceedings of the international symposium on photonics for industrial applications. Austin, Texas, USA. 1994.

(VLCwiki) Documentation: Play HowTo/Introduction to VLC. Disponível em: <http://wiki.videolan.org/Documentation:Play_HowTo/Basic_Use>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(W3SCHOOL) XML Schema Tutorial. W3School. Disponível em:
<<http://www.w3schools.com/schema/default.asp>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

ANEXO I

Linguagens e Padrões para Especificação de Documentos Multimídia

SMIL e HTML+TIME

O SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*) é um padrão recomendado pela W3C em 1998. Ele especifica uma linguagem para autoria declarativa de documentos multimídia definidas através de uma DTD (*Document Type Definition*) XML. O principal objetivo do SMIL é possibilitar a integração de um conjunto de dados de mídia independentes em uma apresentação multimídia sincronizada [SMIL 2008].

O conteúdo de documentos escritos na linguagem SMIL é formado apenas por elementos SMIL, sendo que os dados de mídia propriamente ditos são armazenados separadamente e referenciados através de atributos dos elementos [ANTONACCI 2000]. Um documento SMIL é formado pelo elemento externo *smil* subdividido em *head*, que contém informações sobre o *layout* da apresentação do documento, e *body*, que contém informações sobre os objetos de mídia (*audio*, *video*, *text* e *img*) que compõem o documento, suas relações e as especificações dos instantes de início e fim.

HTML+TIME (*Timed Interactive Multimedia Extensions for HTML*) é uma proposta para adição de suporte à temporização e sincronismo em HTML. HTML+TIME baseia-se nas recomendações SMIL para estender os seus conceitos à HTML e aos navegadores Web [SCHMITZ 1998].

Basicamente, HTML+TIME utiliza a linguagem HTML e CSS (linguagem de estilo utilizada para definir a apresentação de documentos escritos em uma linguagem de marcação), para a formatação e exibição dos elementos de um documento; a linguagem XML, para a adição de dados estruturados; e a linguagem SMIL, para a definição de comportamentos temporais e interativos em um documento [ANTONACCI 2000].

Em HTML+TIME, o comportamento temporal em um documento, pode ser definido através de atributos que determinam o início, o fim e a duração da exibição de elementos, o número de vezes que o elemento deve ser repetido em sequência, bem como através de atributos que permitem agrupar elementos em *containers* que possuem algum outro comportamento temporal especificado [ANTONACCI 2000]. Além disso, é possível controlar os elementos e documentos através de eventos. Este controle é feito através da especificação de atributos que indicam quando a exibição do elemento/documento deve começar.

HTML 5

O HTML (*Hypertext Markup Language*) é uma linguagem para especificação e publicação de conteúdo baseado no conceito de Hipertexto (conjunto de elementos ou nós ligados por conexões) [FERREIRA]. Quando conectados, estes elementos formam uma grande rede de informação. A conexão feita em um hipertexto é algo imprevisível que permite a comunicação de dados, organizando conhecimentos e guardando informações relacionadas.

O *Web Hypertext Application Technology Working Group* (WHATWG), começou a trabalhar em uma versão do HTML que trazia uma maior flexibilidade para produção de *websites* e sistemas baseados na web. Este trabalho deu origem ao HTML5 [FERREIRA].

Entre outras ferramentas e funcionalidades, o HTML5 cria novas *tags* e modifica a função de outras possibilitando o desenvolvimento de gráficos bidimensionais, a adição e o controle de conteúdos multimídia (áudio, vídeo e modelos 2D) e a melhoria na depuração de erros. Ele também elimina a necessidade de *plug-ins* para aplicações multimídia em navegadores e agregou elementos para representar novos tipos de mídias como áudios, vídeos e gráficos. O HTML5 insere um paradigma com mais semântica e interatividade sem a necessidade de códigos grandes, facilitando a reutilização da informação por ser uma linguagem padrão.

Além disso, muitos eventos são suportados nessa versão do HTML. O DOM (*Documento Objeto Model*, interface entre a linguagem *Java script* e os objetos do HTML) do HTML5 dá suporte ao tratamento de vários novos eventos. Esse aspecto facilita a descrição de sincronismos entre as diferentes mídias componentes do documento e possibilita uma melhor interatividade com os usuários.

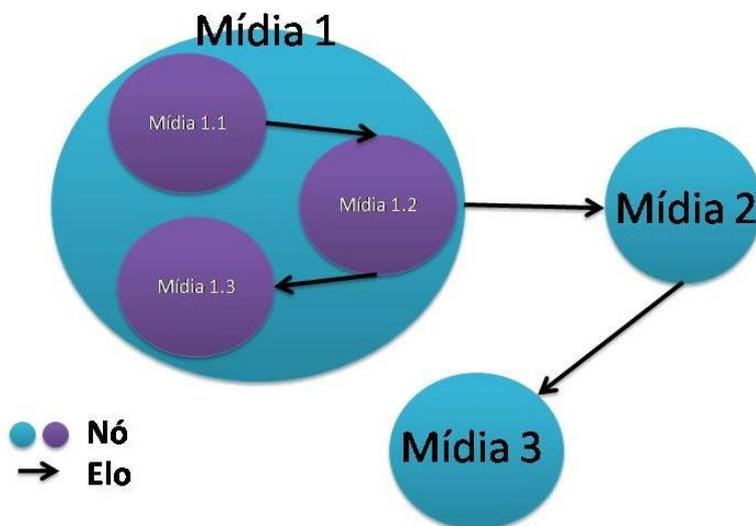
NCL

A NCL (*Neste Contexto Linguage*) promete unir vantagens das linguagens declarativas para especificação de documentos hipermídia mais conhecidas a fim de obter características mais desejáveis para especificação de um documento hipermídia com algum tipo de interatividade e sincronização entre seus componentes.

A NCL tem o objetivo de ser uma linguagem genérica e sem limitações para descrição de documentos hipermídia com sincronização espacial e temporal [ANTONACCI 2000]. O modelo conceitual utilizado pelo NCL é o *Neste Contexto Model* (NCM), ou Modelo de Contextos Aninhados. Ele é baseado no conceito de nós, representando os componentes de um documento hipermídia, e elos, representando os relacionamentos entre esses nós, que podem ser representados como um grafo. O NCM vai além desses aspectos permitindo a especificação

de nós de contextos (ou nós de composição), possibilitando o aninhamento de grafos [SOARES NETO 2007]. Esta segmentação permite estruturar logicamente o documento hipermídia conforme necessário ou desejado. Um exemplo deste fato pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Nós, elos e nós de composição [SOARES NETO 2007].



Na construção de um documento NCL (que possui estrutura baseada em XML) é possível definir **o que** (quais mídias), através das definições das mídias e dos nós, **onde** (em que posição da tela ou em qual dispositivo), através da definição das regiões, **como** (qual volume, qual player e etc.), através da definição dos descritores e **quando** (em que momento) vai ser exibido, através da especificação das portas e elos.

Todo nó de mídia é definido dentro de um contexto. Na NCL, o elemento *body* é o contexto que contém todos os nós do documento, sejam nós de mídia ou de contextos. As regiões, que representam as áreas onde cada mídia será apresentada, indica a posição e as dimensões da área onde uma mídia será apresentada. Para fazer as ligações entre as mídias e suas respectivas regiões de exibição é usado um ou mais descritores. Os descritores são usados também para definir a forma como a mídia deverá ser apresentada (como o volume de uma mídia, por exemplo). As portas e os elos são utilizados para definir a sincronização das mídias. As portas especificam quais serão as primeiras mídias a serem exibidas e os elos são responsáveis por estabelecer a sincronização entre os nós de mídias. O comportamento de um elo é descrito por conectores [SOARES NETO 2007].

XML

XML (*eXtensible Markup Language*) é uma meta-linguagem de marcação (*meta-markup language*) que provê um formato para descrever dados estruturados, facilitando descrições mais precisas do conteúdo. Por ser uma meta-linguagem, o XML permite a definição de um número

infinito de tags (marcas), provendo um sistema para criação dessas tags para dados estruturados. Desta forma ele provê uma representação estruturada dos dados que mostra-se amplamente implementável e fácil de ser desenvolvida [GOMES 2001].

A mais importante característica do XML é separar os dados estruturados de sua apresentação. Ele define o conteúdo do documento. No documento XML, as tags são utilizadas para descrever a semântica de um determinado elemento, e não a forma como ele deve ser apresentado. Isso assegura que os dados estruturados sejam uniformes e independentes de aplicações e fornecedores. Além disso, por ser um padrão flexível, aberto e independente de dispositivo, ele pode prover a capacidade de interoperabilidade entre sistemas heterogêneos. Portanto, o XML provê um padrão que pode codificar o conteúdo, as semânticas e as esquematizações para uma grande variedade de aplicações, garantido, por exemplo, resultados mais significativos de busca através de múltiplas plataformas [GOMES 2001].

Como o formato do documento é aberto e flexível, ele pode ser usado em qualquer lugar onde a troca ou transferência de informação é necessária. Além disso, a flexibilidade desta meta-linguagem fez com que o XML fosse utilizado como base por outras linguagens declarativas como o XHTML e o NCL.

O XML foi desenvolvido pelo *XML Working Group* (Originalmente conhecido como *SGML Editorial Review Board*) formado sob o apoio do *World Wide Web Consortium (W3C)* em 1996 [REC-XML 1998]. Apesar de ter sido inicialmente planejado para a especificação de documentos distribuídos pela Web, o XML tem sido amplamente adotado para permitir a troca de informações entre vários tipos de aplicações.

Referências

(ANTONACCI 2000) ANOTONACCI, Meire J. NCL: Uma Linguagem Declarativa para Especificação de Documentos Hipermídia com Sincronização Temporal e Espacial. Pontifca Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Abril, 2000.

(FERREIRA) FERREIRA, E.; Eis, D. HTML5 - Curso W3C Escritório Brasil. Disponível em: <<http://www.w3c.br/pub/Cursos/CursoHTML5/html5-web.pdf>>. Acesso em 05 de julho de 2012.

(GOMES 2001) GOMES, R. L. Autoria e Apresentação de Documentos Multimídia Adaptativos em Redes. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ. 2001.

(REC-XML 1998) Extensible Markup Language (XML) 1.0. W3C Recommendation.

Fevereiro, 1998. Disponível em < <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210.pdf> >. Acesso em 27 de fevereiro de 2013.

(SCHMITZ 1998) SCHMITZ, P. ; YU, J. & SANTAMGELI, P. Timed Interactive Multimedia Extensions for HTML (HTML+TIME). 1998. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/NOTE-HTMLplusTIME>>. Acesso em 08 de Março de 2012.

(SMIL 2008) Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 3.0). Dezembro, 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/smil/>>. Acesso em 08 de Março de 2012.

(SOARES NETO 2007) SOARES NETO, C. S.; et al. Construindo Programas Audiovisuais Interativos Utilizando a NCL 3.0 e a Ferramenta Composer. Pontifica Universidade Católica. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2007.

ANEXO II

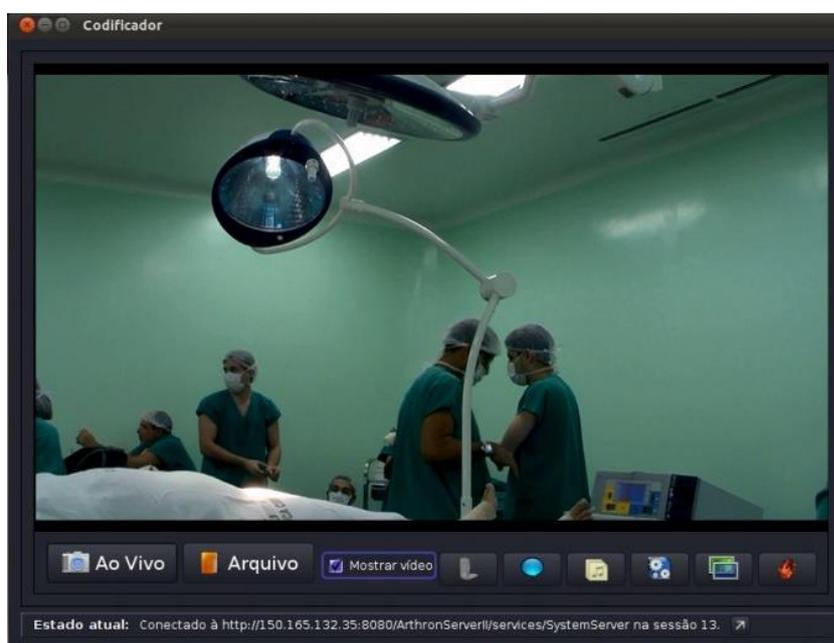
Descrição da Ferramenta Arthron

Este anexo descreve os módulos da ferramenta Arthron, especialmente sua versão atual (3.0), que tem como principal característica o aspecto de oferecer suas funcionalidades como um serviço. A Arthron 3.0 serviu de motivação para o desenvolvimento do modelo de gravação e recuperação descrito neste trabalho.

A Arthron é uma ferramenta de gerenciamento remoto que permite a captura e a distribuição de múltiplos fluxos simultâneos de mídia em tempo real [MELO 2010]. Esta ferramenta possui uma arquitetura complexa e composta por módulos que são descritos nas seções abaixo.

Sender Component

Figura 1 - Componente *Encoder* [SILVA FILHO 2012].

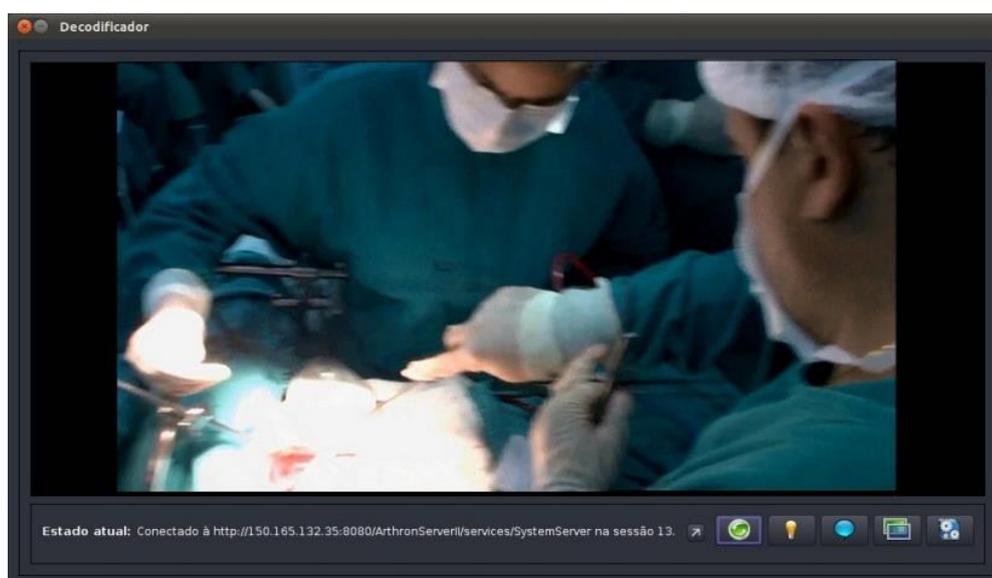


O *Sender Component* é uma abstração para os componentes do sistema que têm a capacidade de capturar e enviar os fluxos multimídia para um ou vários *ReceiverComponent*. Esses fluxos são gerenciados através do *ArthronServer*. Na Arthron o principal componente que possui essa característica é o *Encoder* ou Codificador. Ele captura, codifica e envia fluxos de mídia. A Figura 16 mostra esse componente.

Receiver Component

Semelhante *Sender Component*, o *Receiver Component* é uma abstração para os componentes do sistema que têm a capacidade de receber e exibir os fluxos multimídia. Na Arthron o principal componente que possui essa característica é o *Decoder* ou Decodificador. Ele recebe, decodifica e exibe os fluxos de mídia. A Figura 17 mostra esse componente.

Figura 2 - Componente *Decoder* [SILVA FILHO 2012].



ArthronServer

Este é o componente que permite o gerenciamento dos componentes de envio e de recepção de fluxos e o monitoramento do sistema. Nele também é possível criar e agendar sessões, especificar quais os usuários que irão participar da sessão, criar usuários e visualizar as sessões passadas que foram gravadas.

Figura 3 - Controle de sessões no *ArthronServer* [SILVA FILHO 2013].



The screenshot shows the GTAVCS web interface. At the top, there is a green banner with the logo "GTAVCS" and the text "Ambiente de Videocolaboração em Saúde". Below the banner, there is a section titled "Minhas Sessões Agendadas" with a table of scheduled sessions. The table has columns for ID, Previsão de Início, Previsão de Término, Finalizada em, Moderada, Gravada, Status, and Proprietário. There are also navigation buttons and a "Gerenciar" button at the bottom.

ID	Previsão de Início	Previsão de Término	Finalizada em	Moderada	Gravada	Status	Proprietário
13	05/07/2012 00:00	06/07/2012 00:00		Sim	Sim	Em Andamento	GTAVCS
14	05/07/2012 00:00	06/07/2012 00:00		Sim	Sim	Em Andamento	GTAVCS
8	03/07/2012 04:09	04/07/2012 00:00	04/07/2012 00:00	Sim	Sim	Terminada	GTAVCS
7	03/07/2012 04:08	03/07/2012 04:08	03/07/2012 16:08	Sim	Sim	Terminada	GTAVCS
5	30/05/2012 21:00	31/05/2012 21:00	03/07/2012 16:03	Sim	Sim	Terminada	GTAVCS

Esta ferramenta é um web site, e foi construído dessa forma por permitir um acesso mais facilitado, pois qualquer usuário autorizado, ou seja, que possua *login* e senha, pode acessar o sistema de qualquer máquina que possua acesso à internet. Esse era um dos requisitos para nova versão da Arthron que visa um paradigma baseado em serviços.

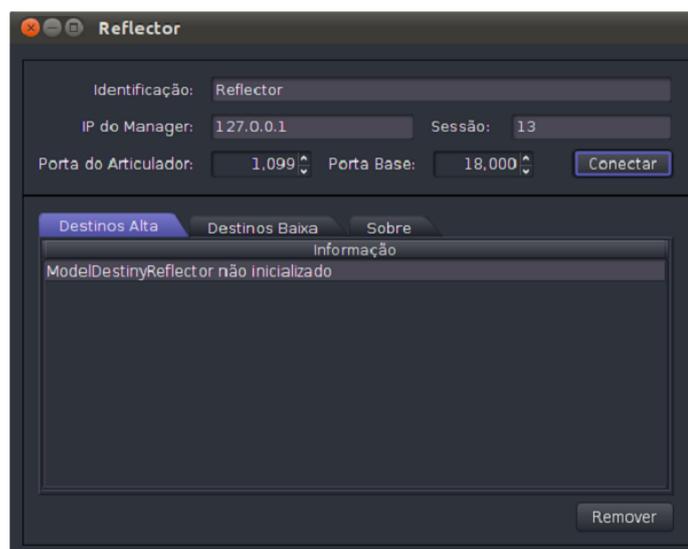
A Figura 18 mostra a página do gerenciamento de sessões no *ArthronServer*. Nela é possível visualizar a lista de sessões que foram agendadas. Caso o usuário possua autorização e a sessão já tenha sido iniciada é possível gerenciá-la apenas clicando na sessão correspondente na lista, onde é possível efetuar tarefas como o cancelamento de um fluxo de mídia e o chaveamento de fluxos entre componentes emissores e receptores.

Componente *Reflector*

Este componente é responsável pela redistribuição de fluxos. Ele é capaz de receber um fluxo de um *SenderComponent* e enviar para diversos destinos (*ReceiverComponent*). Já que o envio de fluxos de mídia é realizado ponto a ponto entre emissor e receptor de acordo com o controle do *ArthronServer*, pode acontecer de um emissor ter que enviar pra mais de um componente. Isso pode sobrecarregar a máquina que está enviando os fluxos. É para dividir este processamento que se deve utilizar o *Reflector* [MELO 2010].

Assim, este componente pode ser colocado em um ponto estratégico da rede facilitando o tráfego dos fluxos de mídia [MELO 2010]. A Figura 19 apresenta a interface gráfica deste componente, onde é possível especificar os destinos para qual o fluxo de mídia deve ser redirecionado.

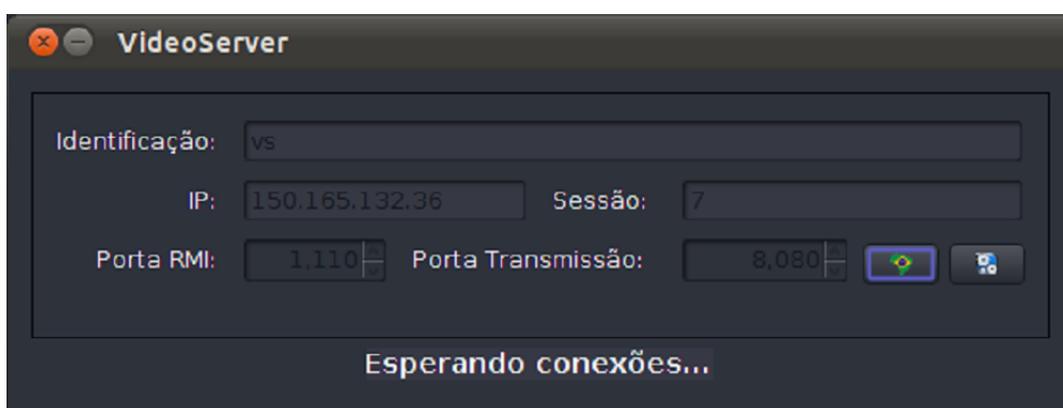
Figura 4 - Componente *Reflector*.



VideoServer

A função do *VideoServer* é publicar vídeos em tempo real, em baixa definição e em vários possíveis formatos na web. Para que isso aconteça, o componente deve ser associado a um *SenderComponent* ou um *ReceiverComponent* e é responsável por receber seu fluxo, realizar a transcodificação do fluxo de mídia original para uma resolução, taxa e codificação compatível para uma transmissão HTTP e publicar o fluxo resultante em uma página web que é gerada automaticamente pela ferramenta [SILVA FILHO 2012]. A Figura 20 mostra a interface gráfica deste componente.

Figura 5 - Componente *VideoServer*.



VSecurityServer

Este é o módulo responsável pela camada de segurança da Arthron. Ele funciona como um servidor que centraliza as atividades de autenticação e distribuição de chaves para membros do sistema. Na Arthron é possível enviar fluxos de mídia criptografados e é através da distribuição de chaves que os participantes conseguem acessar e/ou visualizar estas mídias codificadas. O *VSecurityServer* não possui uma interface gráfica, pois ele é um servidor web que possui acesso via WSDL. [SILVA FILHO 2013]

Recording Module

Este componente é uma das contribuições deste trabalho. Ele tem a finalidade de gravar as experiências de uso do *Sender Component* e *Receiver Component* e de prover meios para uma posterior recuperação fiel à experiência realizada. Este processo é realizado inicialmente através da gravação das mídias existente na experiência (provenientes dos *Sender Components*) e gerando gradualmente um documento multimídia que especifica as ações ou eventos que ocorrem durante o uso destes componentes, como a troca de vídeo por exemplo. Assim, estas experiências de uso podem ser buscadas e reexecutadas a posteriori.

O *Recording Module* foi implementado conforme o especificado pelo modelo do capítulo 3 e sua implementação é descrita no capítulo 4. A Arthron, além de inspirador para elaboração do modelo de gravação e recuperação, também serviu como a ferramenta cliente que permite verificar se a implementação deste modelo funciona conforme o especificado.

Referências

(MELO 2010) MELO, E. A., Pinto, A. A., Silva, J. C. F., Toscano, R. N., Tavares, T. A. e Lemos, G. S.F. ARTHRON 1.0: Uma Ferramenta para transmissão e gerenciamento remoto de fluxos de mídia”, In: Salão de Ferramentas do SBRC, Gramado. Anais do Salão de Ferramentas do SBRC 2010.

(SILVA FILHO 2012) SILVA FILHO; E. V. et al. Uma Ferramenta para Gerenciamento e Transmissão de Fluxos de Vídeo em Alta Definição para Telemedicina. Salão de Ferramenta SBRC – 2012. Abril, 2012.

(SILVA FILHO 2013) SILVA FILHO; E. V. Estratégia de Segurança para Transmissão em Tempo Real de Múltiplos Fluxos Multimídia em Alta Definição. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba. 2013.

ANEXO III

XML Schema para Especificação de uma Experiência Multimídia

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>

<xs:schema
  elementFormDefault="qualified" xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <!-- definição dos atributos -->
  <xs:attribute name="mediaName" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="local" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="isHighDefinition" type="xs:boolean"/>
  <xs:attribute name="time" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="name" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="date" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="session" type="xs:integer"/>
  <xs:attribute name="user" type="xs:integer"/>
  <xs:attribute name="component" type="xs:integer"/>
  <xs:attribute name="ip" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="value" type="xs:integer"/>

  <!-- definição dos atributos com restrições -->
  <xs:attribute name="type">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="ADD"/>
        <xs:enumeration value="REMOVE"/>
        <xs:enumeration value="ROTATE_X"/>
        <xs:enumeration value="ROTATE_Y"/>
        <xs:enumeration value="ROTATE_Z"/>
        <xs:enumeration value="TRANSLATE_X"/>
        <xs:enumeration value="TRANSLATE_Y"/>
        <xs:enumeration value="TRANSLATE_Z"/>
        <xs:enumeration value="SCALE_X"/>
        <xs:enumeration value="SCALE_Y"/>
        <xs:enumeration value="SCALE_Z"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:attribute>
  <xs:attribute name="port">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:integer">
        <xs:minInclusive value="0"/>
        <xs:maxInclusive value="65535"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:attribute>
  <xs:attribute name="mediaType">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="video"/>
        <xs:enumeration value="image"/>
        <xs:enumeration value="3D"/>
        <xs:enumeration value="audio"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:attribute>
```

```

<!-- definição de elementos que possuem atributos -->
<xs:element name="info">
<xs:complexType>
<xs:attribute ref="name" use="required"/>
<xs:attribute ref="component" use="required"/>
<xs:attribute ref="user" use="required"/>
<xs:attribute ref="session" use="required"/>
<xs:attribute ref="date" use="required"/>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="media">
<xs:complexType>
<xs:attribute ref="mediaName" use="required"/>
<xs:attribute ref="local" use="required"/>
<xs:attribute ref="mediaType" default="video"/>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="operation">
<xs:complexType>
<xs:attribute ref="type" use="required"/>
<xs:attribute ref="ip"/>
<xs:attribute ref="port"/>
<xs:attribute ref="value"/>
<xs:attribute ref="mediaName" use="required"/>
<xs:attribute ref="time" use="required"/>
<xs:attribute ref="isHighDefinition" default="true"/>
</xs:complexType>
</xs:element>

<!-- definição de elementos complexos -->
<xs:element name="head">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element ref="info" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="medias">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element ref="media" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="operations">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element ref="operation" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="body">
<xs:complexType>
<xs:sequence>
<xs:element ref="medias" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
<xs:element ref="operations" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="log">
<xs:complexType>

```

```
<xs:sequence>  
<xs:element ref="head" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>  
<xs:element ref="body" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>  
</xs:sequence>  
</xs:complexType>  
</xs:element>  
</xs:schema>
```

ANEXO IV

Questionário A



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Esta avaliação visa medir a percepção de um estudante ou profissional da área de saúde quanto a exibição de uma cirurgia em um ambiente com múltiplos fluxos de mídia a fim de investigar o potencial que estas aplicações possuem em passar informações referente a ambiente cirúrgico. Além disso, pretende-se investigar se uma exibição cirúrgica em tempo real possui o mesmo potencial quanta a transmissão da informação que uma exibição gravada.

Para isto, convidamos os profissionais de saúde (médicos, internos, residentes, enfermeiros e etc.) que se sentirem interessados a assistir estas experiências cirúrgicas e preencher o formulário abaixo.

QUESTIONÁRIO A

1. A qual perfil abaixo você se enquadra mais?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Graduando em Medicina | <input type="checkbox"/> Graduando em Enfermagem |
| <input type="checkbox"/> Interno | <input type="checkbox"/> Residente |
| <input type="checkbox"/> Médico Cirurgião | |
| <input type="checkbox"/> Outro _____ | |

2. Caso você seja interno ou residente, a quanto tempo você nesta atividade:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> De 0 a 6 meses | <input type="checkbox"/> De 6 a 12 meses |
| <input type="checkbox"/> De 12 a 18 meses | <input type="checkbox"/> De 18 a 24 meses |
| <input type="checkbox"/> Mais de 24 meses | |

3. A quanto tempo você trabalha na área de Saúde? (Caso você trabalhe na área de saúde)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> De 0 a 1 ano | <input type="checkbox"/> De 1 a 5 anos |
| <input type="checkbox"/> De 5 a 10 anos | <input type="checkbox"/> De 10 a 15 anos |

- () De 15 a 20 anos () Mais de 20 anos

4. E em qual profissão? (Caso você trabalhe na área de saúde)

5. Quantas vezes você já assistiu/realizou cirurgias ao vivo no Centro Cirúrgico?

- () Nenhuma () De 1 a 5 vezes
() De 5 a 10 vezes () De 10 a 15 vezes
() De 15 a 20 vezes () Mais de 20 vezes

6. Como você avalia essa experiência (acompanhar cirurgias) para o seu aprendizado?

- () Desnecessário, a experiência na sala de aula é suficiente.
() Necessário, pois complementa a experiência em sala de aula.
() Interessante, pois nos aproxima do mundo real.
() Essencial, pois existem detalhes que apenas somos capazes de aprender/observar na experiência real com pacientes.
() Outra, _____

7. Quantas vezes você já assistiu a alguma transmissão de cirurgia utilizando recursos digitais (como videoconferência) em tempo real?

- () Nenhuma () De 1 a 5 vezes
() De 5 a 10 vezes () De 10 a 15 vezes
() De 15 a 20 vezes () Mais de 20 vezes

8. Agora, responda as questões seguintes de acordo com a experiência que acabou de acompanhar:

a. De 0 a 5, avalie:

Parâmetros	Valor
A qualidade de imagem da transmissão:	
O posicionamento das câmeras (ângulos):	
A qualidade da transmissão no geral (considerando erros e falhas na transmissão que podem ter ocorrido):	

- b. Escreva algumas estruturas anatômicas que você conseguiu identificar durante a transmissão da cirurgia e, em seguida, indique marcando de 0 a 5 o grau de facilidade que você teve em identificá-las. Sendo que 0 representa muita dificuldade e 5 muita facilidade.

Estrutura anatômica	Valor

- c. Cite alguns dos instrumentos cirúrgicos que foram utilizados durante o procedimento exibido:

	Instrumento cirúrgico
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- d. Cite algumas das técnicas cirúrgicas utilizadas durante o procedimento exibido:

	Técnica cirúrgica
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- e. Comente sobre a perda de fluidos do paciente durante a cirurgia exibida. Considerando os procedimentos realizados, você acha que o paciente perdeu muito fluido?

- f. Avalie as frases abaixo dando notas de 0 a 5, onde 0 significa que você discorda totalmente e 5 que você concorda totalmente:

Frases	Nota
O acesso a uma cirurgia como a que foi exibida pode ser muito relevante para entender o procedimento cirúrgico realizado	
Consigo entender de forma satisfatória o procedimento cirúrgico exibido	
O acesso a cirurgias como a que foi exibida representa uma ferramenta que pode ser usado no auxílio ao aprendizado	
Eu utilizaria uma ferramenta para assistir procedimentos cirúrgicos como o que foi exibido, caso tivesse acesso	

9. Caso queira deixar algum comentário ou esclarecimento acerca do preenchimento deste formulário utiliza este espaço:

ANEXO V

Questionário B



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Esta avaliação visa medir a percepção de um estudante ou profissional da área de saúde quanto a exibição de uma cirurgia em um ambiente com múltiplos fluxos de mídia a fim de investigar o potencial que estas aplicações possuem em passar informações referente a ambiente cirúrgico. Além disso, pretende-se investigar se uma exibição cirúrgica em tempo real possui o mesmo potencial quanta a transmissão da informação de uma exibição gravada.

Para isto, convidamos os profissionais de saúde (médicos, internos, residentes, enfermeiros e etc.) que se sentirem interessados a assistir estas experiências cirúrgicas e preencher o formulário abaixo.

QUESTIONÁRIO B

1. De 0 a 5 avalie:

Parâmetros	Valor
A qualidade de imagem da exibição:	
A qualidade da exibição no geral (considerando erros e falhas na transmissão que podem ter ocorrido):	

2. Avalie as frases abaixo quanto a fidelidade da reexibição dando notas de 0 a 5, onde 0 significa que você discorda totalmente e 5 que você concorda totalmente:

Frases	Nota
Esta reexibição foi muito fiel quando comparada à que foi transmitida em tempo real.	
As pessoas que tiverem acesso a esta reexibição terão uma percepção muito parecida com a que eu tive na exibição em tempo real.	
Esta reexibição permite compreender de forma satisfatória o procedimento cirúrgico realizado.	

3. Em sua opinião, quais diferenças podem ser destacadas quando comparamos a exibição de um procedimento cirúrgico em tempo real e a exibição gravada?

4. Avalie as frases abaixo quanto ao potencial de aprendizado a partir desta reexibição dando notas de 0 a 5, onde 0 significa que você discorda totalmente e 5 que você concorda totalmente:

Frases	Nota
O acesso a cirurgias como a que foi exibida representa uma ferramenta que pode ser usado no auxílio ao aprendizado	
Eu utilizaria uma ferramenta para assistir procedimentos cirúrgicos como o que foi exibido, caso tivesse acesso	

5. Como você avalia o acesso à cirurgias gravadas para o processo de preparação para um procedimento cirúrgico?

- () Desnecessário, só a experiência presencial é eficaz.
 () Necessário, pois complementa a experiência presencial.

() Interessante, pois permite uma boa preparação para a realização de um procedimento cirúrgico.

() Essencial, pois existem detalhes que apenas somos capazes de observar na experiência gravada.

() Outra, _____

6. Leia as frases abaixo quanto a avaliação de um procedimento cirúrgico a partir de sua reexibição e dê notas de 0 a 5, onde 0 significa que você discorda totalmente e 5 que você concorda totalmente:

Frases	Nota
O acesso a mídias gravadas de uma cirurgia permite a identificação de erros que podem ter ocorrido durante o procedimento.	
O acesso a mídias gravadas de uma cirurgia permite a análise e melhoria das técnicas utilizadas no procedimento.	

7. Caso queira deixar algum comentário ou esclarecimento acerca do preenchimento deste formulário utiliza este espaço:

ANEXO VI

Termo de Consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar na pesquisa de campo referente ao projeto/pesquisa intitulado(a) “**Estratégia para Armazenamento e Recuperação de Experiência Multimídia em Telemedicina: um estudo de caso no GTAVCS**” desenvolvida(o) por **Wolgrand Cardoso Braga Junior**. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada / orientada por **Tatiana Aires Tavares**.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é: “o desenvolvimento de uma estratégia para captura, representação e recuperação de experiências multimídia em telemedicina”.

Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de observação e coleta de dados através de formulários e análise da(s) exibição(ões) da cirurgia. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo(a) pesquisador(a) e/ou seu(s) orientador(es) / coordenador(es).

Fui ainda informado(a) de que posso me retirar desse(a) estudo a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Assinatura do(a) testemunha(a)

Assinatura do pesquisador

Assinatura do(a) participante

João Pessoa, ____ de _____ de _____

ANEXO VII

Versão em Inglês da Dissertação

MULTIMEDIA EXPERIENCE IN TELEMEDICINE: A STRATEGY FOR RECOVERING LIVE SURGERY TRANSMISSIONS

by

Wolgrand Cardoso Braga Junior

Dissertation

Presented to the Graduate School of Informatics (PPGI) of the Federal University of Paraíba
(UFPB)

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master in Informatics

Federal University of Paraíba (UFPB)

April 2013

Acknowledgements

The current work has been made possible thanks to the financial support provided by CAPES and CNPq. We also thank RNP (National Network for Education and Research) for funding the workgroups cited on this work, specially, GTMDA and GTAVCS. Finally, we want to say thanks to the Lauro Wanderley Academical Hospital for the indispensable partnership to the conclusion of this project.

MULTIMEDIA EXPERIENCE IN TELEMEDICINE: A STRATEGY FOR RETRIEVING LIVE SURGERY TRANSMISSIONS

Wolgrand Cardoso Braga Junior

Federal University of Paraiba 2012

Supervisor: Tatiana Aires Tavares

Video-based applications are increasingly popular. An interesting area is Telemedicine or eHealth applications, such as clinical sessions, second medical opinion, interactive training or surgery transmission. This scenario is featured by handle multiple video streams. In addition, other objects, such as clinical images, animations, video-based exams can be used to enrich the multimedia experience. Thus, this paper approaches a strategy to record and recover these data and their interaction that are responsible for forming the multimedia experience in telemedicine systems. The proposed strategy allows the specification of multiple data streams and their interactions and enables to reproduce a multimedia experience and its plurality. The proposed strategy was applied in Arthron (a tool to manage remote and multiple streams in Telemedicine) for recording live surgery transmissions. This thesis also discuss the results of experiments held in the Lauro Wanderley Academic Hospital, Brazil.

1. Introduction

Information and Communication Technologies (ICT) have increased surprisingly in recent decades. Changes in the physical environments, equipment, connections and transmission modes have allowed the appearance of techniques for transmitting information with very high performance, maximizing speed and reducing data loss. These technologies have enabled the high-speed networks and the development of applications based on multimedia objects, in particular, interactive real-time applications [1].

This kind of applications are in increased growth in recent years in the form of video streamers and recorders, videotext, telephone-based voice systems, on-line services, information kiosks, ‘intelligent’ household appliances and multimedia systems at all [2].

In health, the interactive real-time applications are also very welcome. Telemedicine or e-Health can be defined as the usage of ICT technologies to provide Health support and medical attention [3]. Examples of telemedicine services are: electronic patient recording, remote patient monitoring and second medical opinion or telediagnostic.

Several kinds of telemedicine services are video-based, where video transmission can bring people together (remote diagnostic) or share physical spaces (healthcare systems). The advances of video-based systems like video quality, multiplicity and distribution, have increased the capacity and possibilities of services for telemedicine issues. For example, live surgery transmissions [3].

One example of telemedicine system for live surgery transmissions is Arthron [4]. Arthron is an interactive real-time application for addressing telemedicine services based in live video transmission. The main point of Arthron is to allow the remote management of multiple and simultaneous video streams. Therefore, it is possible to acquire different perspectives of the same medical procedure. Even the view of the main surgeon, can be enhanced by a general view camera or an endocamera (internal view of the patient body).

Nowadays the digital content is largely used in clinical exams. For example, exams like x-rays, ultrasound and laparoscopy are generated in digital format. In addition, surgeons use these exams (images or videos) during a medical procedure. Multimedia objects are part of

medical scenarios and are used to increase or make possible some clinical procedures. A live surgery transmission requires also a support for integrating and reproducing other multimedia objects as medical images or 3D models. A telemedicine system for live surgeries should consider this media plurality that makes surgery a real multimedia experience.

Live surgery transmissions are useful in many medical fields but some surgeons believe they have potential value for educational benefit [5]. Besides, the connectivity support has expanded opportunities for the provision of a flexible, convenient and interactive form of continuing medical education [6].

The first step for promoting educational benefits using live surgeries streams is keeping all the live plurality for on demand services, this is the focus of this paper. This paper discuss a strategy to record and recover multimedia experience in telemedicine systems. The proposed strategy allows the collection of data streams (video, medical imaging or 3D objects) and its later reproduction. The difference is that synchronization is preserved and also the multiple views and events. Therefore, it is possible to recover the whole multimedia experience.

This dissertation first presents a brief background, where the key concepts are pointed out. So, related works are discussed. Following, the proposed strategy is detailed, specifying a data model for describing multimedia experience and also a service-oriented architecture to support it. In addition, a functional prototype was developed and it is integrated with Arthron [4]. Finally, the user experience obtained results are discussed and our expectations with the next steps of this project.

2. BACKGROUND

In this work, the definition of multimedia experience in Telemedicine is related with the surgery domain and multimedia experience, which are detailed in this chapter.

2.1. Telemedicine Domain: Surgery Transmission

Telemedicine promotes the exchange of valid information for diagnosis, treatment of diseases and the continuous education of Health professionals [5]. One scenario of telemedicine is videoconference, which allows real time integration between geographically distant sites by receiving and sending high quality audio and video. Thus, it is essential to ensure a secure data transmission.

In the surgical field, telemedicine systems can promote a complete environment suitable with equipment and clinical exams formats. Looking to Figure 1 we can observe a surgery room for a videolaparoscopy procedure. Note that in this procedure the surgeon uses digital images (generated by an endocamera) to operate the patient. The surgery room has monitors to exhibit video streams and the physician has an audio system to receive feedback by audio. In the projector exhibition area, other patient exams could be displayed.

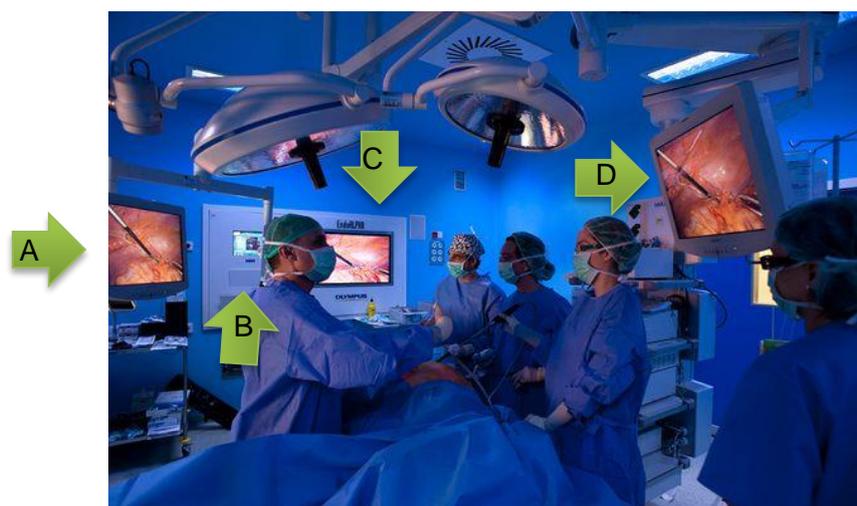


Figure 1. Surgery room: (a,d) monitors for visualization; (b) physician audio system; (c) projector exhibition.

In academic hospitals surgeons, professors, students and residents share this same infrastructure. Moreover, surgeries rooms have a limited space and it is difficult to offer a truly surgery experience for each one that is accomplishing the surgery procedure. This infrastructure is an evolution of Arthron [4].

2.2. Multimedia Experience

According to Tim Morris [7], a multimedia system can be considered a computer system designed to play multimedia content whether it is audio, image, video or simply text. From the perspective of users, multimedia means a combination of two or more continuous media being played in a time interval - usually audio and video. Integrating all this media on a computer, allows us to use the computing power to represent the information interactively. According to Jensen [2], interactivity is: "a measure of the potential ability of a media to allow the user to exercise influence over the content or form of the mediated communication".

Today, the multimedia systems have added new capabilities (mobility, hypertext, 3D, natural interaction) in order to provide an enriched interaction experience to users. This fact puts the multimedia experience beyond a interaction where users receive multimedia objects.

For Liu (1999) a multimedia experience, inherent of its nature, will include different types of media content. For a seamless experience, each element's timing should be coordinated with the other element's timing. A synchronization function is also required to provide the delivery of the multimedia experience [8].

The Universal Multimedia Experience (UME) concept brings up the notion that users should be able to have the same experience anytime and anywhere. Thus, the user is the focus and network is purely a vehicle of the content [9]. Hudgeons and Lindley (2010) added that an interactive multimedia experience is compromised with the audience interaction and its specification includes an experience segment having a plurality of multimedia elements and their attributes [10].

In this work, we consider that multimedia experience is closed to users' perception when they are interacting with the media. A multimedia experience can use two or more senses, individual or at the same time. Typically, multimedia experience involves different types of

media. The media can be presented individually or synchronized. The users can interact with the media, with other users and coordinate media exhibition (multiple views). This view enables us to think about a surgery transmission as a multimedia experience in telemedicine. The goal pointed out here is how we can recover this multimedia experience making use of multiple media, synchronization, coordination (user's views) and interaction.

To be able to record and retrieve multimedia experience, it is first necessary to develop a way to represent it. This experience is related to the synchronization between media caused by the interaction between a user and the media of a multimedia system. Representation should ensure that all aspects of the experience are preserved for later retrieving. One approach is to represent the multimedia experience as a multimedia document.

A multimedia document is classified according to their temporal characteristics as dynamic media (or continuous), such as video and audio, and static media (or discrete), such as images and text. [12]. It can specify the relationship between media. A hypermedia document is a multimedia document where the relationship between the components, meaning its logical structure and presentation, is set based on the hypertext paradigm, with the reservation that in the case of hypermedia documents, nodes contain information represented in different media [13]. The incorporation of multiple views allow the combination of several static and dynamic media, their interactions and its presentation in different ways.

There are several languages and models capable of encapsulating spatial and temporal sync information to represent a document multimedia, such as HTML+TIME, HTML5, NCL and SGML. All these languages are based on a conceptual data model that represents the data structural concepts, as well as events and relationships between data [28]. Thus, for each multimedia document written in one of these languages can represent your data structure and operations through its data model. This structure represents the information or media that appear during the execution of a document.

Another way to represent the timing of a multimedia document is through a temporal graph. In this type of representation relationships between media are represented by directed edges, while the vertices represent events that may occur on the contents of the media [29].

The hypermedia representation into temporal graphs is a closer representation of what happens or can happen during the execution of this hypermedia. Thus, the description of a multimedia document that uses a notation that permits represent this multimedia easily in a temporal graph has the benefit of allowing the multimedia to be interpreted and executed more easily, even if the conceptual model used by the language or notation is weaker when compared to other languages for describing hypermedia. This is key to understanding the choice of notation used in this paper to represent the multimedia experience.

In this work, we explore some of the technological issues related to multimedia experience applied to a telemedicine domain, design, transmission and reception, and their relationship to the user experience.

3. RELATED WORKS

Recording and recovering multimedia streams is focused by different points of view in the literature [14, 15, 16, 17].

Song et al. [14] proposes an index system - PVCAIS that integrates many multimedia indexing techniques to manage personal videoconference archives. At first, the content of video, audio and text communications are stored after going through a redundancy removal process. Then, more information, e.g., participants, title, keywords and slides, are extracted through processes of face recognition, voice recognition, automatic generation of titles, selection of keywords and so on (see Figure 2). In addition, an XML index file containing the summary of the videoconference is generated. With this, the user can use a graphical interface to search the archives of videoconferencing of interest.

According to this research, a typical video conferencing client has six channels of communication: video input, video output, audio input, audio output, the text channel and whiteboard (whiteboard). The video input channel receives the image shown to the user from the server, and the video output channel sends the local image. The audio input and output channel contains the input and output voices, respectively. The text channel and the whiteboard are shared to all participants and transmits typed messages and manuscripts content, respectively. For indexing purposes, it is necessary to store the contents of each channel, including the time information.

After storage of the channels and the post-processing described, information can be automatically withdrawn these data and a file indexing of video conferencing can be constructed as shown in Figure 2 [14].

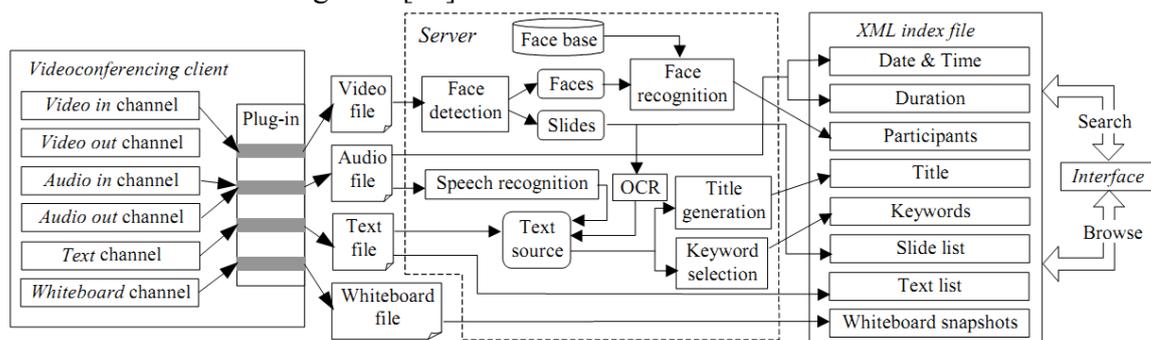


Figure 2. PVCAIS Architecture [14].

The IMOD (Interactive Media on Demand) is a tool for recording and recovering of audio streams, video and interactive media that travels over a network [15]. It is based on Real Time Protocol for Distributed Interactive Media (RTP/I) which is a framework for distributing interactive media. This protocol provides a small set of information on the semantics of the data stream to be recorded. The recording and recovery of interactive media streams are based on their common aspects of the media and how they are exposed by RTP/I. The main idea of generic recording is to register states and events, and how they are transmitted during a live session. Later, the flow of states and events can be reproduced in order and at the correct time [16].

Muntz and Santos [17] describe the RIO (Renderized I/O), a multimedia object server that controls a number of storage disks and allows the recovery of their data in real time. This storage subsystem was implemented as part of a multimedia information server (the VWDS - Virtual World Data Server) that supports video applications on demand and 3D. The RIO is primarily designed to store video, audio and 3D virtual scenarios and interactive. It allows the recovery and exhibition of these media in real time, with low latency and delay [17]. A disadvantage of this system is that it actually is part of a larger system, the VWDS, and therefore is completely tied to its context.

Table 1. Comparative analysis of related works.

	IMoD	RIO	PVCAIS
Recording	Yes	Yes	Yes
Recovering	Yes	Yes	Yes
Storage control	Yes	Yes	Yes
Independent of a system	Yes	No	No
Recording of multiple streams synchronized	No	No	No
Learning objects/Indexing	No	No	Yes

Table 1 shows a comparative analysis of related works where the recording differential model proposed by this work is in the highlighted lines. That is, the proposed service is not tied to any context, it is possible to record multiple streams defining the user multimedia experience

and involves the concept of learning objects. The following describes the strategy and implementation of this service.

4. Strategy for Recovering Live Surgery Transmissions

The strategy proposed in this work for multimedia experience recording and recovering includes data and architectural models. The data model aims to represent the multimedia experience structure, while an architectural model supports the dynamical view. Besides, we highlighted some implementation details and the user experience results.

4.1. Data Model

In this model, for recording a multimedia experience each media must be recorded individually. The metadata model is based on LOM model, especially the IEEE LOM (Learning Object Metadata IEEE) [18, 19]. This feature allows stored media to be reused by other multimedia systems. Another important requirement to guarantee is the media synchronization and coordination (views). In this regard, we specify a notation using XML Schema. This notation is able to represent interactions between users and multimedia objects. Thus, an XML file is generated to represent the multimedia experience. This file contains a log element that synchronizes all the media content. Figure 3 shows the XML main elements. The head tag contains general information about the experience (user identifier, date, etc.). The body tag is formed by two elements: "media" and "operations" which have a list of participating media experience and a list the operations (addition or removal of the media, for example) on these media respectively. The XML Schema created also specifies a series of restrictions on the values of the attributes of the info elements in the file, media and operation.

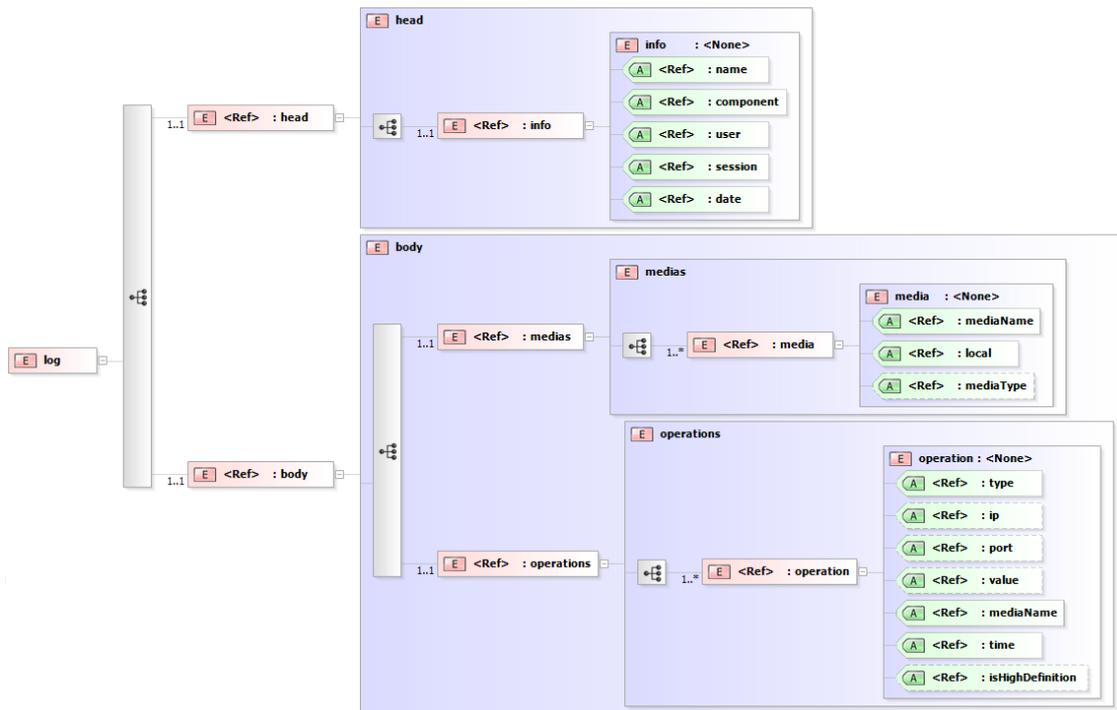


Figure 3. XML Schema for Multimedia Experience in Telemedicine.

It is important to note that this notation was developed especially to record the use of multimedia systems, mainly the systems focused on telemedicine that allow to send and capture video streams, audio, images and additional media, such as Arthron system that was the system that inspired the development of this recording and retrieving strategy. Other notations or languages could be used to record the experience, such as NCL and HTML. However, no multimedia description language studied allowed the registration of shares on media in sequential or chronological (similar to temporal graph). This is an important aspect since it is easier to record the interaction with the system temporally. Furthermore, the use of another language would bring complexities that would not be interesting for the purpose of this work.

4.2. Architectural Model

To support the multimedia experience recording and recovering processes we propose a Service Oriented Architecture (SOA) model. This approach can be both an architecture and a programming model. According with Channabasavaiah and Holley (2004) an SOA is better suitable with applications through published and discoverable interfaces, and where the services can be invoked over a network [20]. SOA is based on well-established communications

protocols such as TCP, UDP and XML to facilitate the exchange of information with client systems.

The proposed model specifies a service for recording and recovering multimedia experiences in telemedicine. This model offers the following functionalities: media recording, experience registering, experience recovering and media information recovering as shown in Figure 4. This diagram was constructed according to the SoaML profile, which describes how to specify service-oriented systems [21]. In addition, Figure 4 shows the participants, Recording Module and the Multimedia System Client, and the services contracts, which describe the actions that participants (client and server) must run to establish the service. There are four services, Media Recording, Experience Registering, Experience Recovering and Media Information Recovering. Next, we discuss the most important ones.

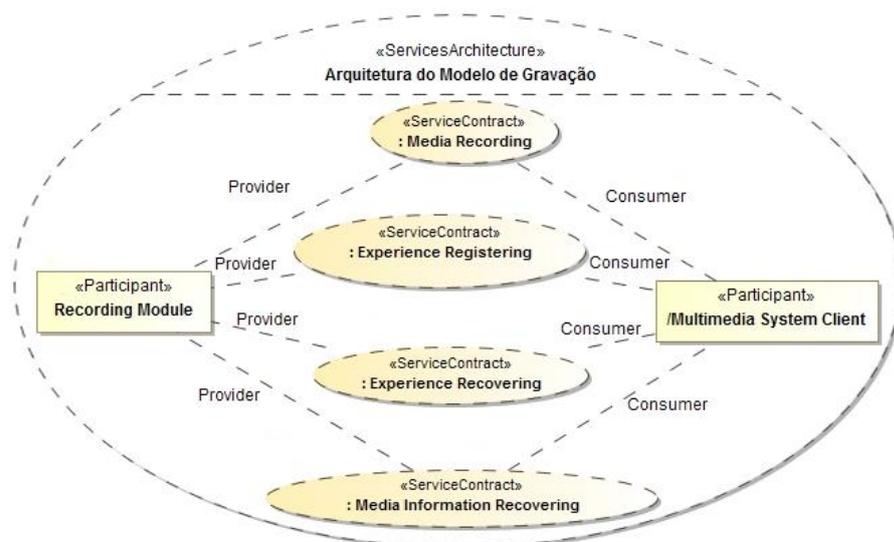


Figure 4. Diagram for the model architecture.

Recording service occurs between the client and the media-recording module that is part of the recording module responsible for the capture and storage of media. Figure 5 shows the access to this service. This diagram defines the communication interface between the participants and their respective responsibilities throw service contracts. A service contract specifies rules that participants must follow while running the service.

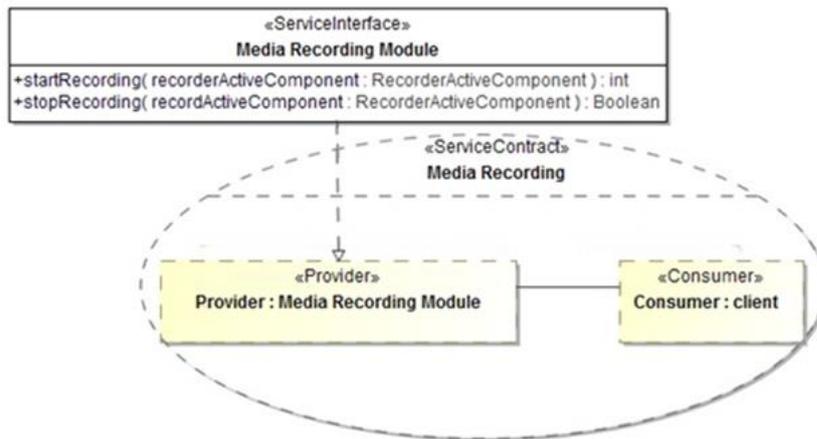


Figure 5. Service contract for recording media.

We also provides a module for registering the interactions between a client and the recording module. It was specified in order to provide functionalities where the multimedia experience could be stored by sending commands to the service provider. These commands represent interactions among media. Some features for this purpose, such as sending information, adding or removing media are specified in the service interface as shown in Figure 6.

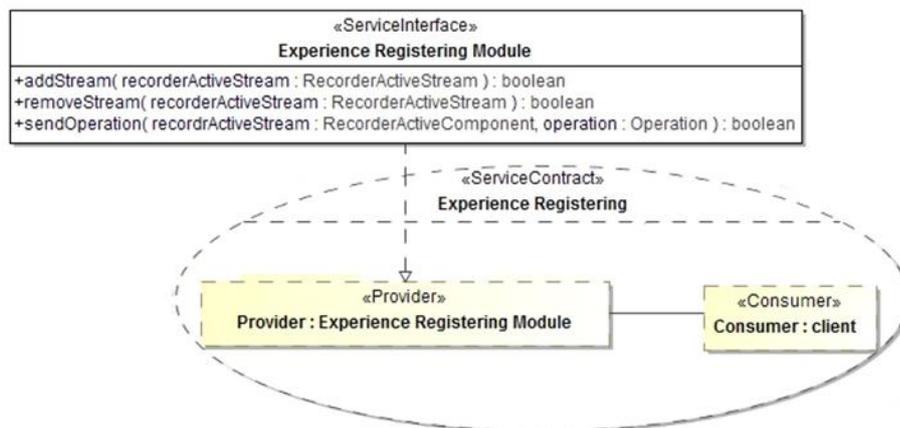


Figure 6. Service contract for registering experiences.

Using SOA helped us to convert this solution in a Web service. Web services technologies are used in Arthron implementation and so we could integrate the proposed modules to the others Arthron software components.

4.3. Implementation Details

In order to verify the proposed model, a system for recording and recovering multimedia experiences has been developed integrated with Arthron. Arthron has modules for capturing (Encoder) and receiving (Decoder) videos that can be distributed in different geographic points. Besides, a module manages connections among Arthron components [22]. Our solution was implemented as shown in Figure 7. In Web Services, the communication process between client and server happens via WSDL (Web Services Description Language). This document has the service descriptions.

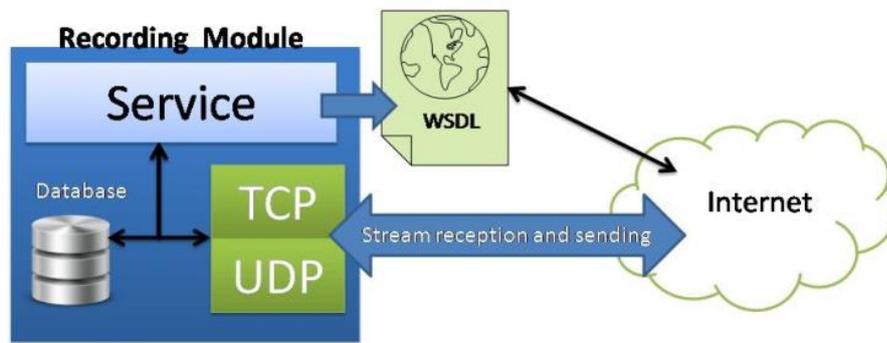


Figure 7. General model of the recording mechanism proposed.

The WSDL is an XML grammar, extensible, to specify Web Services interfaces [23]. A WSDL document is language and platform independent and aims to describe what services are offered and to show how customers and providers will process their requests. Thus, any software component connected to the Internet can be a client of this service and use its features. Every web service must have a WSDL file. The reception (for recording) and sending (to recovery) of media streams using another form of communication: TCP or UDP.

4.4. Obtained Results with Arthron

Arthron is been used for transmitting surgeries to academic hospitals of the Brazilian University Telemedicine Network (RUTE) as: São Paulo Academic Hospital, Center for Telemedicine and Telehealth of Federal University of Tocantins and Academic Hospital of the Federal University of Maranhão since 2011.

The surgeries transmission using Arthron were tested several times with different configurations according with technologic and medical assets. Arthron deals with a variable number of media sources and it offers a unique interface to manage them. These features enable Arthron to cover several telemedicine scenarios. Therefore, user experience was a very important activity to verify the proposed strategy and its implementation in real telemedicine scenarios [28].

Arthron is composed by a set of modules that have different capabilities. We have modules capable of capturing and/or transmitting media streams (video, medical images, audio and three-dimensional models), represented in Figure 7. These modules are called Senders. Senders' modules can be installed in a surgery room to capture and transmitting media streams to other modules.

In this context, a media stream can be a video originated from a camera that is recording a surgery, a video file or a three-dimensional model. The media stream acquired by a sender is transmitted to a receiver module. Thus, the receiver module works with several sender modules, all the acquired streams can be controlled by the articulator module. Therefore, Arthron operator has a main view of all the modules (senders and receivers) and can manipulate them using the control one.

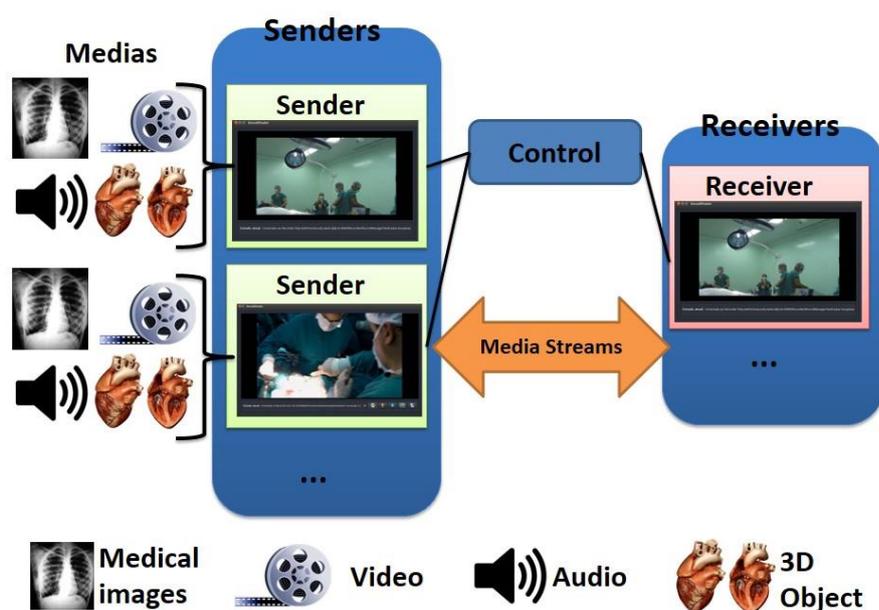


Figure 8. Basic representation of Arthron.

Thus, the modules interaction will fill up the multimedia experience, putting together the media streams and users views. For example, during the transmission of a surgery, the doctor view is different from the view of a Medicine student who is outside the surgery room. The inside view of the surgery room will probably be formed by media streams from remote participants and streams such as medical imaging and images from an endocamera. A media stream of who is outside the surgery room is usually composed of a set of media streams from the surgery room.

In this context, the web service implemented for recording and retrieval of user experience, based on the strategy discussed above, captures the required information (media, metadata and synchronization messages) through the exchange of messages between the client (the Arthron) and server.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<log>
  <head>
    <info name="Experiencia do Decoder1" user="18" session="31"
      date="24/04/2012 16:07:15" />
  </head>
  <body>
    <medias>
      <media mediaName="midia1" local="local da midia1" />
      <media mediaName="midia2" local="local da midia2" />
      <media mediaName="midia3" local="local da midia3" />
    </medias>
    <operations>
      <operation type="ADD" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia1"
        time="24/04/2012 16:07:15" isHighDefinition="true" />
      <operation type="REMOVE" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia1"
        time="24/04/2012 16:07:33" isHighDefinition="true" />
      <operation type="ADD" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia2"
        time="24/04/2012 16:07:33" isHighDefinition="true" />
      <operation type="REMOVE" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia2"
        time="24/04/2012 16:07:48" isHighDefinition="true" />
      <operation type="ADD" ip="150.165.132.36" port="6000" mediaName="midia3"
        time="24/04/2012 16:07:48" isHighDefinition="true" />
    </operations>
  </body>
```

Figure 9. Multimedia experience file.

The media and their metadata are recorded and the synchronization information are stored in XML files. These files follow the notation illustrated in Figure 2. They are able to represent the experience of using of Arthron senders and receivers components. Thus, these files store, for example, information about which streams comprise the experience of the component, information about the occurrence of switching between streams videos or audios,

additional information (images, 3D objects and text) and at what time of the experiment these information must be showed.

Figure 9 shows an example of an XML file with the experience of using of an Arthron component. The **info** tag has general information about the experience, like time and date. The **media** tag has information about the pure media that form this experience. In addition, the **operations** tag has the sequence of steps used to reconstruct the experience.

5. EVALUATION

This chapter presents the methodology used to evaluate the proposed strategy. For do that, the solution developed for Arthron was tested. The tests followed a methodology for verify each main feature of the proposed solution At the end, the obtained results are discussed in order to validate the strategy presented and its applicability in telemedicine domain.

5.1. Methodology

An important concept to be considered at this stage is the usability concept. The ISO standards defines usability as quality of use of a product from the point of view of the user [24]. Usability is a concept in evolution, but it is related with users, with the achievement of goals and with the context of use of the tool evaluated [25].

Another term that is used to evaluate a software tool is user experience. This term is relatively new and considers the perspective that users expect that a tool have more than ease of use. The ISO Draft International Standard 9241-210 (2008c) defines user experience as the answers and perceptions of a person while using a product, system or service. Bevan [25] suggests that user experience is related to the abstract concepts of enjoyment, comfort and confidence that users have when they are using a tool.

Another user testing technique suggests a summative evaluation that measures the usability through the efficiency and effectiveness of a tool and the user satisfaction when using it [26]. One way to do this is by comparing the developed product with other similar.

In the case of the current work, we intend to do a comparison between the perspective that users have in live exhibition and the perspective that users have with the recorded one. The idea is not to evaluate the quantitative aspects of the tool itself, but rather then that to evaluate some subjective concepts that are related to usability and user experience since the focus of the evaluation is the proposed strategy.

The construction of the proposed methodology for the validation of the multimedia experience recording and recovering strategy was mainly based on the work of Ricardo Mendes [27]. This methodology is divided into three phases: preparation, execution and analysis.

5.1.2. Preparation

The preparation phase defines the specific aspects of each test, such as the forms to be used in research and domain-specific parameters of the tool to be tested. Figure 10 shows details of this phase.

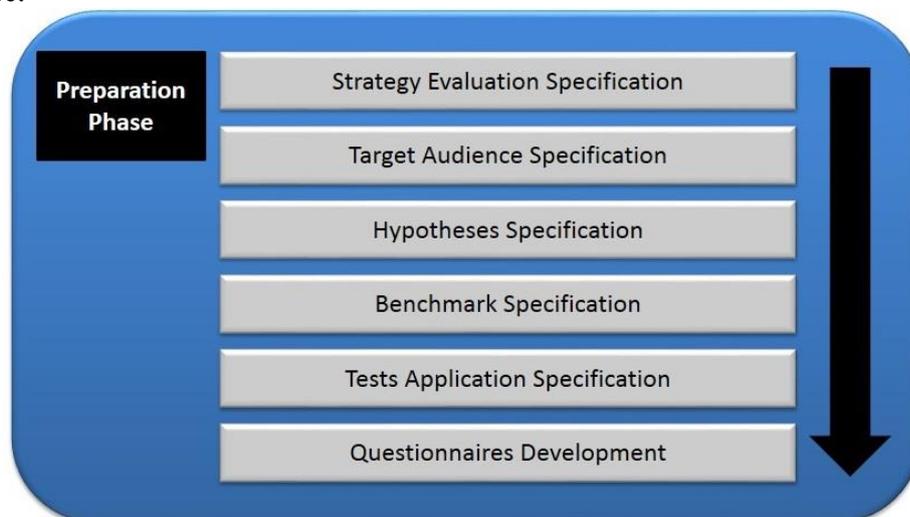


Figure 10. Preparation steps [27].

During the strategy specification is verified which evaluation methods are more suitable for the tool being evaluated. This evaluation strategy aims to measure two key aspects: How faithful is the recorded experience when compared with live experience and how the use of the tool can improve the behavior of health professionals.

The second step is to define the target audience for performing the tests. Thus, as mentioned previously, Helen's work [26] suggests a sample size between 8 and 30 participants for similar scenarios to this work. Those participants must be medical students or surgeons.

The next step is to define the hypotheses about the use of the tool that should guide the tests. The following hypotheses were considered at this stage:

- The use of a recording and recovering service of multimedia materials of surgeries has the potential to facilitate the student learning.

- The use of a recording and recovering service of multimedia materials of surgeries has the potential to facilitate the process of study and preparation for surgery.
- The live surgery transmission provided a very similar perception to surgery redisplayed through the recording and recovering tool.
- Users were able to understand the clinical procedures through the redisplayed experience using the recording and recovering tool.

The benchmark used to compare the recorded experience and live experience were:

- Image quality perception in transmission
- Perception in switching data streams and positioning of cameras.
- Easiness in identifying anatomical structures during surgery.
- Easiness in identifying surgical instruments used in surgery.
- Easiness in identifying surgical techniques used in surgery.
- Perception of the loss of fluids during the course of the surgical procedure.

To carry out this comparison process and data capture of users is proposed the use of questionnaires, collecting information about the user profile and information comparing the two views, it is also able to collect information about the users' opinion with respect to the use of experience recording and recovering tool in Telemedicine.

The questionnaires and benchmarks were developed with the support of Dr. Geraldo Cunha de Almeida Filho, specialist in gastrointestinal surgery that operates in Lauro Wanderley Academic Hospital (LWAH) located at the Federal University of Paraiba. The chosen surgery to make this experiment was a videolaparoscopic cholecystectomy (gallbladder removal). This procedure uses an endocamera for an internal view of the patient's abdomen, which generates an extra media stream for transmission during the surgical procedure.

5.1.2. Execution

The execution is the phase of testing. This phase uses the artifacts generated in preparation. Its stages are arranged in Figure 11.



Figure 11. Execution steps [27].

In part 1, the live surgery is transmitted through the Arthron. Then, users must fill out the A questionnaire, in order to analyze three aspects: the user profile, the user's perception of what was transmitted and user's opinion about the impact that the tool can cause the behavior of health professionals. Were conducted two rounds of testing which includes all stages of implementation (and analyze). This was done so that more users were part of the experiment.

So, the real-time exhibition step took place twice. The first one on March 13th, 2013 and the second one on July 2nd, 2013. The recruitment of participants was conducted by the department of surgery at the Lauro Wanderley Academic Hospital that contacted some university boarding students for the experiment.

Only 9 students attended the live exhibition. Four in the first one and five in the second. In the operating room two cameras captured media streams, a stream showing the external environment and the other from the endocamera showing the inside of the patient's abdomen. This structure was developed in the two exhibitions.

The users watched the surgery in the telemedical room (located in the LWAH) by an Arthron component (the Receiver Component) that received a composition of two alternate streams, from the operating room, according to what happened over the course of surgery. That stream composition was later displayed by recording and recovering service. In addition, there was a camera connected to a Sender Component that sent the telemedical room stream to the operating room. ArthronServer performed the controls over data flows. The media streams and

system interactions were recorded by the recording service. Figure 12 shows the test environment.

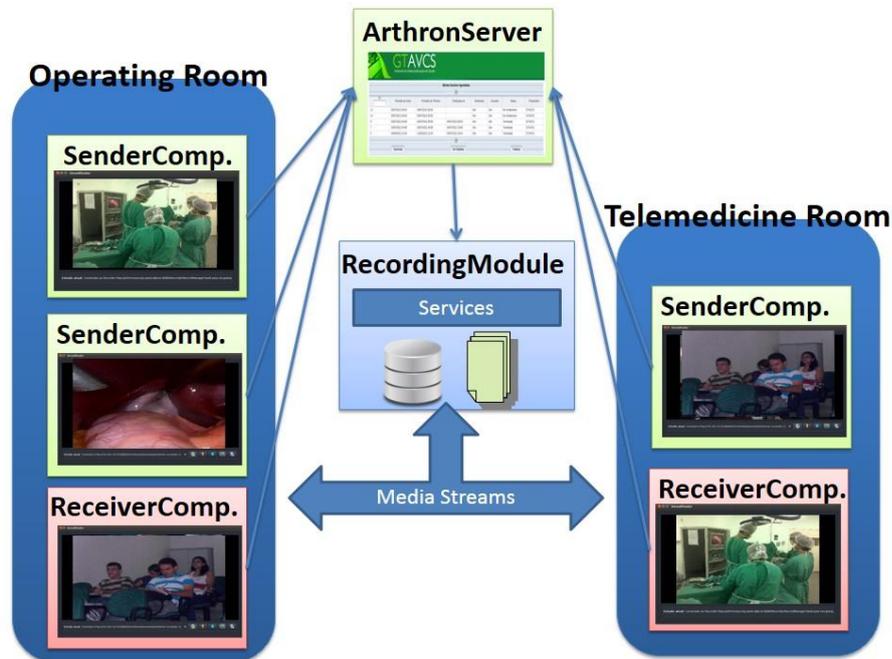


Figure 12. Components of the experiment.

With this scenario, the surgery was transmitted without many problems in both exhibitions and, in the end of the procedure, the users answered to the A questionnaire and signed the consent term.

The A questionnaire consists of questions that are intended to: detect the users profile, assess the exhibition quality, assess the viewers' perception about the surgical procedure (anatomical structures identification, surgical techniques identification, surgical instruments identification and fluid loss evaluation) and analyze the importance of the tool for educational and evaluative purposes.

The second part of the test, where the exhibition is performed by recovering the experiment recorded by the recording and recovering service, occurred on April 5th and July 19th, 2013. This step involved the participation of thirteen students, six of them participated in the first stage (the exhibition in real time).

The seven participants who were seeing the experience for the first time received and filled out the A questionnaire, the same as that applied in the first stage of tests (the real-time

exhibition). The goal is to compare the filling of these questionnaires among users who attended the live surgery and recorded surgery intended to ascertain their perceptions about the procedure.

The six participants who had seen the surgery in real time and were seeing the surgery for the second time received and filled out a questionnaire B where they could compare the two views.

The interview aimed to surgeons who participated in the procedure was performed with Dr. Geraldo Almeida, specialist in gastrointestinal surgery that operates in Lauro Wanderley Academic Hospital on April 16th, 2013.

5.1.3. Obtained Results

This phase is characterized by making the collection and analysis of all the data provided by participants in order to check whether the hypotheses specified in the first phase are in agreement with the expected. The steps of this phase are shown in Figure 13.

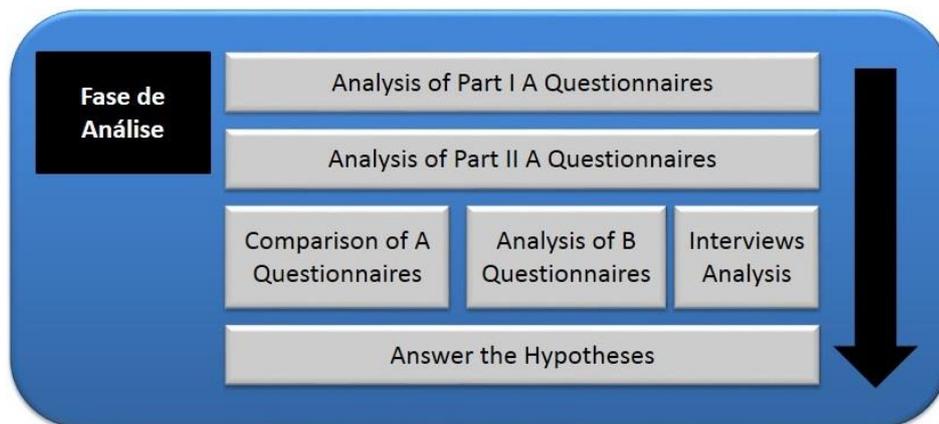


Figure 13. Analysis steps [27].

During the analysis of the A questionnaires the viewer's profiles and their answers were verified, both the A questionnaires of the first part (those who watched the broadcast in real time) and the second (who watched the recorded version of the surgery). A Summary of responses to the A questionnaire can be find in Table 2.

Viewers of recorded exhibition have a little more experience compared to viewers of the first exhibition (in real time). This may explain the fact that on the second exhibition more

details of the surgery were reported in the questionnaires (anatomical structures identification, surgical techniques identification, surgical instruments identification and description of the procedure).

In recorded exhibition, viewers evaluated the image quality and the transmission quality with notes higher than viewers did of the live exhibition. They also identified more anatomical structures and more surgical instruments. Overall, all of them evaluated the access to media with surgery content as something positive that can be used in learning and evaluative process.

Table 2. Summary of responses to the A questionnaire on the live exhibition and recorded exhibition.

Parameters	Live Exhibition	Recorded Exhibition
Users profile	<ul style="list-style-type: none"> •Eight students at boarding hospital around 9,2 months on average and one nurse. •They have some experience in the operating room. •They don't have almost any experience with surgery through digital resources. 	<ul style="list-style-type: none"> •Six students at boarding hospital around 17 months on average and one surgeon. •A relevant number of them have experience in the operating room. •They have some experience with surgery through digital resources.
Exhibition quality evaluation (0 to 5)	4, on average.	4.2, on average.
Viewers' perception about the surgical procedure	<ul style="list-style-type: none"> •Identification of 12 anatomical structures. •Identification of 13 surgical instruments. •All of them stated that the patient had low fluid loss. 	<ul style="list-style-type: none"> •Identification of 17 anatomical structures. •Identification of 16 surgical instruments. •All of them stated that the patient had low fluid loss •They described the surgery in more detail.
The importance of the tool for educational purposes	<ul style="list-style-type: none"> •They thought the tool can be used in the learning process. •They were able to understand the surgical procedure satisfactorily. 	<ul style="list-style-type: none"> •They considered that the tool can be used in the learning process. •They were able to understand the surgical procedure satisfactorily.
The importance of the tool for evaluative purposes	<ul style="list-style-type: none"> •They thought the tool can be used to identify errors in the surgical procedure. 	<ul style="list-style-type: none"> •They thought the tool can be used to identify errors in the surgical procedure.

	<ul style="list-style-type: none"> •They thought the tool can be used to improve the techniques used in the procedure. 	<ul style="list-style-type: none"> •They thought the tool can be used to improve the techniques used in the procedure.
--	---	---

The B questionnaires were given to participants who attended both parts of the test. In this questionnaire, the participants provided information comparing both views, providing information describing their opinions about the use of recording and recovering tool and how it can affect the behavior of health professionals. At this stage, the users thought the recorded exhibition was very true when compared to live exhibition. Moreover, they considered that the redisplay of surgeries can be used both in context for educational purposes and in a context of procedure assessment (error checking and improvement of techniques used).

The same conclusion was reached during the interview stage with doctors who performed the surgery. At this stage, all the answers to the questionnaires were validated, it was noticed the users in recorded exhibition had a more experienced profile (this fact probably happened because the participants in the recorded exhibition had more experience) and the use of the tool in an educational and evaluative context obtained good results.

With these data, it is possible to answer satisfactorily the hypotheses set out in tests preparation. A discussion of these aspects is described in the next section.

5.1.4 Discussion

The first hypothesis defined was: *“The use of a recording and recovering service of multimedia materials of surgeries has the potential to facilitate the student learning”*. This hypothesis is probably true, because, as described in the questionnaires results, viewers reported the recorded exhibition and live exhibition may be used in an educational context. Another proof that this hypothesis can be true is the fact that viewers in recorded exhibition can identify and detail various stages of the surgical procedure.

The second hypothesis defined was: *“The use of a recording and recovering service of multimedia materials of surgeries has the potential to facilitate the process of study and preparation for surgery”*. This hypothesis can also be true. Viewers who participated in both

stages (in real time and recorded) considered that the tool can be used in an educational. They also filled in the questionnaire that they would use this tool if they had access.

The third hypothesis defined in the preparation was: *“The live surgery transmitted provided a very similar perception to surgery redisplayed through the recording and recovering tool”*. Comparing the perception of surgeries displayed in real time and recorded surgery we can say that this hypothesis is probably true. In Table 2 we see that the users had a similar profile and the anatomical structures identification, the surgical instruments identification, the description about the fluid loss and the surgical procedure were quite similar.

In fact, the performance of the users in the recorded exhibition was even better than the users in the live exhibition. Furthermore, the users who were present in the two views considered that the recorded exhibition was very close to the live exhibition.

These same aspects can be considered to validate the fourth hypothesis defined in preparation: *“Users were able to understand the surgical procedure through the redisplayed experience for the recording and recovering tool”*.

6. CONCLUSION

This work presented a strategy for recovering multimedia experience in telemedicine systems. It deals with the promotion of educational benefits using live surgeries streams. For do that, we presented data model and a service oriented architecture. The implementation of the proposed strategy was integrated to Arthron, a tool used for surgeries live transmission.

Our experiences have demonstrated the plurality of live surgery transmissions as a multimedia experience. Multiple media and users, 3D models, coordination and interaction activities are often telemedicine issues.

When considering the use of digital technologies, Health professionals must recognize that the use of telemedicine technologies may require some specific efforts as the use of communications functions and different modes of interaction. These issues need more telemedicine research study, mainly, multidisciplinary studies. The obtained results of user experiences figure that telemedicine as a large field of research and innovation in multimedia systems.

REFERENCES

- [1] Silveira, R. M et al. Desenvolvimento De Aplicações Multimídia Para Redes De Alta Velocidade. In Workshop da Rede Nacional de Pesquisa. (Retrieved in from <http://www.rnp.br/wrnp2/2000/posters/multimidiapara%20redesdealta.pdf>)
- [2] Jensen, J. F. Interactivity: Tracing a new concept in media and communication studies. vol. 19. Nordicom Review. 1998. pp. 185–204.
- [3] National Research Council 1996. “Telemedicine: A Guide to Assessing Telecommunications for Health Care”, 1 - Introduction and Background, in The National Academies Press, 1996, pp. 16-33.
- [4] Tavares, T. A., Ferreira, A., Vieira, E., SILVA, J. C. F., Melo, E. A. and Motta, G. H. M. B. A Tool For Video Collaboration In Health. In: IADIS WWW/Internet 2011, 2011, Rio de Janeiro. Proceedings of IADIS WWW/Internet, 2011.
- [5] L. Bashshur, 2002. “Telemedicine and health care”, in: Telemedicine Journal and eHealth.
- [6] Gandsas A., McIntire K., Palli G. and Park A. Live Streaming Video for Medical Education: A Laboratory Model. In: Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques. October 2002, 12(5): 377-382.
- [7] Morris, T. Multimedia Systems: delivering, generating, and interacting with multimedia. Springer-Verlag, 2000.
- [8] Liu, James C. System and Method for Online Multimedia Access. In: United States Patent – US5953005A (1999).
- [9] Pereira, F and Burnett, I, Universal multimedia experiences for tomorrow, IEEE Signal Processing Magazine, March 2003, 20(2), 63-73. Copyright IEEE 2003.
- [10] Hudgeons, Brandon Lee and Lindley, Hoyt. Method and System for Facilitating Interactive Multimedia Experiences. In: United States Patent – US7650623B2 (2010).
- [11] Sharda, Nalin. Combining the Art, Science and Technology of Multimedia with The Multimedia Creation Circles Paradigm. In: Computer Technologies and

Information Sciences Collections. Available on
<http://sci.vu.edu.au/~nalin/MultimediaCreationCirclesPreprintSharda.pdf>

- [12] Steinmetz, R.; Nahrstedt, K. *Multimedia: Computing, Communications and Applications*. Prentice Hall, Inc. 1995.
- [13] Souza Filho, Guido L. *Sincronismo na Modelagem e Excução de Apresentações de Documentos Multimídia*. Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro. 1997.
- [14] Song, J. et al. PVCAIS: A Personal Videoconference Archive Indexing System. *International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2003)*, v. 2. Baltimore (USA). 2003.
- [15] Hilt, V. et al. *Interactive Media on Demand: Generic Recording and Replay of Interactive Media Streams*. University of Mannheim. Alemanha, 2001.
- [16] Hilt, V. et al. *Recording and Playing Back Interactive Media Streams*. Alemanha, 2003.
- [17] Santos, J. R., Muntz, R. *Performance Analysis of the RIO Multimedia Storage System with Heterogeneous Disk Configurations*. UCLA Computer Science Department.
- [18] Costa, A. C. R.; Bertoletti-de-marchi, A. C. *Uma Proposta de Padrão de Metadados para Objetos de Aprendizagem de Museus de Ciências e Tecnologia*. 2003. Federal University of Paraíba. João Pessoa, 2002.
- [19] Nugent, G. et al. *Empirical Usage Metadata in Learning Objects*. 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. University of Nebraska-Lincoln. Outubro, 2009.
- [20] Channabasavaiah, K., Holley, K., and Jr., E. M. T. (2004). *Migrating to a service-oriented architecture*. IBM.
- [21] *Service Oriented Architecture Modeling Language (SoaML) Specification*. Object Management Group. Version 1.0.1. May, 2012.
- [22] Silva Filho, E. V. et al. *Uma Ferramenta para Gerenciamento e Transmissão de Fluxos de Vídeo em Alta Definição para Telemedicina*. Salão de Ferramenta SBRC – 2012. Abril, 2012.

- [23] Mello, E. R. et al. Segurança em Serviços Web. Federal University of Santa Catarina. 2006
- [24] Bevan, N. Quality in use for all. In User Interfaces for All: methods, concepts and tools, Ed. C. Stephanidis, 353-368. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 2001.
- [25] Bevan, N. What Is the Difference Between the Purpose of Usability and User Experience Evaluation Methods. UXEM'09 Workshop, INTERACT 2009. Uppsala, Suécia. 2009.
- [26] Petrie, H. & Bevan, N. The Evaluation of Accessibility, Usability and User Experience. The Universal Access Handbook. 2009.
- [27] Costa Segundo, R. M. Athus: Um Framework para o Desenvolvimento de Jogos para TV Digital Utilizando Ginga. Programa de Pós Graduação em Informática. Federal University of Paraíba. João Pessoa – PB. September, 2011.
- [28] (SOARES 2009) SOARES L. F. G. & BARBOSA S. D. J. Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de Aplicações para o Middleware Ginga. Elsevier Editora. Rio de Janeiro – RJ. 2009.
- [29] (COSTA 2010) COSTA, R. M. R. Controle do Sincronismo Temporal em Aplicações Hipermédia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Rio de Janeiro – RJ. Agosto, 2010. Disponível em <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/16723/16723_1.PDF>. Acesso em 20 de fevereiro de 2013.