

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

# Um Sistema de Monitoração e Gerência da Rede Catarinense de Telemedicina

Miguel Leonardo C. Cartagena

2007

**Miguel Leonardo C. Cartagena**

***Um Sistema de Monitoração e Gerência da Rede  
Catarinense de Telemedicina***

Projeto de Pesquisa para elaborao do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para a obteno do título de Bacharel em Cincias da Computao Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, no curso de Ciências da Computação.

Orientador:

Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim

BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA - INE  
CENTRO DE TECNOLÓGICO - CTC  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

Florianópolis - SC

2007

Trabalho de conclusão de curso sob o título “*Um Sistema de Monitoração e Gerência da Rede Catarinense de Telemedicina*”, defendido por Miguel Leonardo C. Cartagena sob aprovação, em Florianópolis, Santa Catarina, pela banca examinadora constituída:

---

Prof. Dr. rer.nat. Aldo von Wangenheim  
Departamento de Informática e Estatística - INE  
Orientador

---

Rafael Simon Maia  
Departamento de Informática e Estatística - INE

---

Rafael Andrade  
Departamento de Informática e Estatística - INE

# *Agradecimentos*

Ao orientador Aldo von Wangenheim pelas sugestões e críticas. Agradeço também aos membros da banca, Rafael Andrade e Rafael Simon Maia, este último em especial, pelo acompanhamento diário.

Ao Grupo Cyclops, por me conceder uma oportunidade de aprendizado enorme. À todos os colegas, com quem trabalhei todo esse tempo e aprendi lições valiosas. Especialmente para Márcio Geovani Jasinski, pela ajuda na resolução de problemas.

Agradeço aos meus amigos e companheiro de curso. Especialmente aos membros da CCO 02.2 pelo ótimos momentos de descontração e verdadeira amizade.

À minha namorada Nágela de Pieri, pela ajuda em meu crescimento pessoal, além de todo carinho e paciência durante esse trabalho.

Finalmente, agradeço à minha família, por toda educação que me foi dada, bem como apoio, incentivo e ajuda. Agradeço mais uma vez a família maravilhosa que pertença.

## *Resumo*

Como grande meio difusor, a Internet tem agregado informações de diversos tipos e origens. Recentemente, a busca e indexação desses dados tem sido tema de várias pesquisas. Neste cenário, como grandes beneficiados, os usuários querem acesso mais rápido e direto as informações. Por outro lado, a manutenção da estrutura que mantém tais informações *online*, também é uma tema bastante importante. Esses dois conceitos estão presentes na Rede Catarinense de Telemedicina, uma rede de Telemedicina de larga escala. A RCTM disponibiliza através de um Portal na internet informações de exames e laudos que são executados em todo o Estado de Santa Catarina. Estes exames e laudos, por sua vez, são feito utilizando equipamentos que se encontram espalhados por todo Estado. O acompanhamento destes eventos (novos exames e laudos sendo enviados ao Portal) e a manutenção dos equipamento que provem todo o sistema da RCTM são de fundamental importância. Assim, este trabalho apresenta um estudo e posterior desenvolvimento de um conjunto de ferramentas para prover a monitoração e gerência da Rede Catarinense de Telemedicina. No desenvolvimento foram utilizadas tecnologias como o SNMP, protocolo de gerência de redes bastante popular. Outro método utilizado é a notificação de exames/laudos através de alertas ao usuário, de modo que este esteja sempre ciente acerca de exames/laudos que o interesse. Visando minimizar esforço com configurações de conectividade, um Web Service foi utilizado para o acesso as informações da RCTM. Ferramentas de gerência de equipamentos e alerta de eventos obtém dados através do Web Service. Com esse suite de ferramentas, a RCTM terá uma manutenção muito melhor, além de ser utilizada com maior agilidade.

Palavras-chave: Telemedicina, SNMP, Web Service, Gerência de Rede.

# *Abstract*

As great diffusing way, the Internet has aggregate information of divers types and origins. Recently, the search and indexation of these data have been subject of some research. In this scene, the users want quick and direct access to the information. On the other hand, the maintenance of the structure that keeps such information online, also is a very important subject. These two concepts are in the Rede Catarinense de Telemedicina, a wide scale telemedicine network. The RCTM provides through a Internet Portal, information of all examinations and reports that are executed in Santa Catarina State. These examinations and reports are made using equipment that are spread by the State. The accompaniment of these events (new examinations and reports being sent to the Portal) and the maintenance of the all equipment backwards the RCTM are very important. Thus, this thesis presents a study and posterior development of a set of tools to provide monitoring and management of the Rede Catarinense de Telemedicina. On development several technologies has been used, as the SNMP - a network management protocol. Another used method is the notification of examinations/reports through alerts to the user, so him always aware concerning exames/laudos that the interest. Aiming at to minimize effort with network configurations, a Web Service was used to the access the information of the RCTM. Tools of equipment management and alert of events, acquire data through the Web Service. With this tools's suite, the RCTM will have a very better maintenance, besides being used with great agility.

Keywords: Telemedicine, SNMP, Web Service, Network Management.

## *Lista de Figuras*

2.1	Fluxo PACS dentro da Rede Catarinense de Telemedicina. . . . .	p. 16
3.1	Arquitetura SNMP. . . . .	p. 22
3.2	<i>Visão geral do arquivo WSDL de um Web Service HelloService.</i> . . . . .	p. 24
3.3	<i>Arquitetura de funcionamento do Web Service.</i> . . . . .	p. 25
3.4	<i>Três aplicações distintas requisitando informações do mesmo Web Service.</i> . . . . .	p. 26
5.1	Gráfico de Gantt de todo o projeto. . . . .	p. 32
5.2	Parte dos requisitos funcionais do Mapa de Eventos. . . . .	p. 33
5.3	Diagrama de classes do Mapa de Eventos. . . . .	p. 34
5.4	Mapa de Eventos mostrando uma notificação de novo evento. . . . .	p. 37
5.5	Ícone do Tray Monitor em azul e seu menu de opções. . . . .	p. 38
5.6	Tray Monitor como agente SNMP trocando mensagens com o Gerente e o equipamento. . . . .	p. 38
5.7	Interface mostra o mapa de Santa Catarina com os pontos de interesse. . . . .	p. 39
5.8	A interação da esquerda mostra a aplicação clássica e a da direita com AJAX. . . . .	p. 41

# *Sumário*

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	p. 10
1.1	Definição do Problema . . . . .	p. 10
1.2	Objetivos . . . . .	p. 11
1.2.1	Objetivo Geral . . . . .	p. 11
1.2.2	Objetivos Específicos . . . . .	p. 11
1.3	Metodologia . . . . .	p. 12
1.4	Justificativa . . . . .	p. 12
1.5	Resultados Esperados . . . . .	p. 13
1.6	Estrutura do Trabalho . . . . .	p. 13
<b>2</b>	<b>Rede Catarinense de Telemedicina - RCTM</b>	p. 14
2.1	Telemedicina . . . . .	p. 14
2.2	PACS . . . . .	p. 14
2.3	Funcionamento e Estrutura . . . . .	p. 15
2.4	Eventos . . . . .	p. 17
<b>3</b>	<b>SNMP e Monitoração Remota de Eventos</b>	p. 18
3.1	SNMP - Simple Network Management Protocol . . . . .	p. 18
3.1.1	Conceito . . . . .	p. 18



3.1.2	Arquitetura SNMP . . . . .	p. 19
3.1.3	Agentes Mestre e Subagentes . . . . .	p. 19
3.1.4	Estações de Gerenciamento . . . . .	p. 20
3.1.5	MIB . . . . .	p. 21
3.2	Web Services . . . . .	p. 22
3.2.1	Funcionamento . . . . .	p. 23
3.3	Monitoração Remota de Eventos . . . . .	p. 24
3.3.1	Centralização de Informações . . . . .	p. 25
3.3.2	Notificação de Eventos . . . . .	p. 27
<b>4</b>	<b>Estado da Arte</b>	p. 29
4.1	Notificação de Eventos Atualmente . . . . .	p. 29
4.2	Monitoração de Ferramentas Atualmente . . . . .	p. 29
<b>5</b>	<b>Desenvolvimento de Sistema Proposto</b>	p. 31
5.1	Planejamento e Modelagem . . . . .	p. 31
5.1.1	Etapas do Planejamento . . . . .	p. 31
5.1.2	Modelagem . . . . .	p. 32
5.2	Modularização . . . . .	p. 35
5.2.1	Web Service . . . . .	p. 35
5.2.2	Mapa de Eventos . . . . .	p. 36
5.2.3	Tray Monitor . . . . .	p. 36
5.2.4	Desktop Monitor . . . . .	p. 38
5.3	Tecnologias Envolvidas . . . . .	p. 40

5.3.1	PHP, AJAX e Google Maps . . . . .	p. 40
5.3.2	C++ e wxWidgets . . . . .	p. 41
5.3.3	Outras . . . . .	p. 42
5.4	Dificuldades Enfrentadas . . . . .	p. 43
5.5	Resultados Obtidos . . . . .	p. 43
<b>6</b>	<b>Conclusão e Trabalhos Futuros</b>	p. 44
6.1	Conclusões . . . . .	p. 44
6.2	Trabalhos Futuros . . . . .	p. 45
	<b>Referências Bibliográficas</b>	p. 46

# *1 Introdução*

## **1.1 Definição do Problema**

Com o grande avanço das telecomunicações, o conceito de distância geográfica se refaz. Hoje é possível conversar e interagir com uma pessoa a milhares de quilômetros de distância, sem que esse fato seja notado. Estamos vivendo em uma era na qual a interação e a colaboração entre pessoas tornou-se essencial e ao mesmo tempo fascinante. Dentre as diversas aplicações que a tecnologia de comunicação proporciona, uma delas é a Telemedicina. Focando-se em laudos colaborativos à distância, consultas remotas, entre outros, a Telemedicina vem mostrando-se cada vez mais necessária e natural no mundo contemporâneo (URTIGA; LOUZADA; COSTA, 2004).

Por outro lado, a computação trouxe uma nova visão para o armazenamento e manipulação de dados. Anteriormente à grande explosão da informática, que tornou equipamentos mais baratos, e assim, mais acessíveis, praticamente todos os dados eram guardados em arquivos físicos. Atualmente, estas informações são armazenadas de forma segura em computadores e alcançáveis de qualquer parte do mundo pela internet.

Um dos resultados da aplicação destas novas tecnologias à área da saúde é o PACS (Picture archiving and Communication Systems), um sistema de armazenamento de imagens digitais. Desta forma, exames, laudos, prontuários de pacientes ou qualquer dado relevante está disponível para consulta imediata.

Recentemente no estado de Santa Catarina, a iniciativa pioneira do Projeto Cyclops uniu as duas tecnologias, Telemedicina e arquivamento de imagens, para criar a RCTM - Rede Catarinense de Telemedicina. Trata-se de uma solução de larga escala e baixo custo, pois atende à todo o estado e adequa-se a realidade da estrutura disponível. A implantação da RCTM trouxe

inúmeros benefícios para a saúde pública do estado, auxiliando todos os cidadãos a usufruírem de atendimento médico de qualidade. Essa grande demanda, porém, gera muitos dados concernentes a exames, laudos e informações de pacientes, ocasionando numeroso fluxo de rede. Conseqüentemente, o funcionamento sem interrupções nesse tipo de serviço é essencial (MAIA, 2006).

Logo, a gestão de serviços e monitoramento dessas redes torna-se extremamente necessária. Essa missão, todavia, é bastante complexa e peculiar. Este trabalho trata da criação, apresentação e desenvolvimento de uma ferramenta eficiente para monitoramento e gerência de redes de telemedicina.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho objetiva prioritariamente conceber e desenvolver uma solução completa para monitoramento e gerenciamento dos serviços providos pela Rede Catarinense de Telemedicina, tornando-a mais confiável e robusta.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Desenvolver um conjunto de ferramentas para controle da RCTM;
- Desenvolver um Webservice capaz de manipular dados de compartilhamento relevante dentro da RCTM;
- Identificar eventos importantes dentro da RCTM;
- Monitorar e notificar eventos ocorridos dentro da RCTM;
- Identificar causas das falhas que ocorrem na RCTM;
- Diminuir o tempo de resposta de exames e laudos adicionados à RCTM.

## 1.3 Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho deu-se em etapas bem definidas. Primeiramente foi realizado um estudo acerca da estrutura da RCTM, ou seja, seus equipamentos e ferramentas. Este aprofundamento buscou indentificar as principais causas de falhas. Foram mapeados, também, os eventos que deveriam ser monitorados e a quem seriam notificados. Com isso, partiu-se para a análise a fim de encontrar a melhor maneira de monitorar as falhas e eventos. Para tanto, decidiu-se por utilizar o protocolo SNMP para monitorar equipamentos e ferramentas, além da construção de um Web Service para contemplar as ações de eventos.

A próxima etapa foi a separação da solução proposta em quatro ferramentas, sendo elas: *Monitor de Eventos*, um sistema web para monitoração de toda RCTM; *Monitor de Máquinas Remoto*, agrega funções de monitoração de eventos e equipamentos (agente SNMP) locais; *Web-service*, motor central da monitoração e notificação de eventos e *Sistema de Controle Central*, uma aplicação desktop que serve como interface para o gerente SNMP.

Todo planejamento e modelagem constituíram a próxima ação. As quatro ferramentas foram modeladas separadamente e seguiram a linguagem UML2 em todas as etapas. Essas fases constituíram: levantamento de requisitos; construção de casos de uso; construção de diagramas de interação e constituição dos diagramas de classes. Naturalmente, o passo seguinte foi a implementação do sistema proposto. Por fim, testes e validações foram realizados reproduzindo o ambiente da RCTM à busca de falhas na solução proposta.

## 1.4 Justificativa

A Rede Catarinense de Telemedicina provê recursos avançados de auxílio ao tratamento médico e hospitalar, sendo hoje fundamental para grande parte das instituições que dispõe de seu serviço. Além disso, pacientes que antes necessitavam deslocar-se grandes distâncias até os maiores centros urbanos para a realização de consultas e exames, hoje podem fazê-los em uma cidade próxima de porte médio. Portanto, esse serviço também reduz drasticamente os custos com saúde pública do estado(MAIA, 2006).

Todos esses benefícios, no entanto, envolvem um funcionamento eficiente, contínuo e sem

falhas da RCTM. Visando cumprir esses requisitos, surgiu a vontade e, principalmente, a necessidade de construir-se uma solução inteligente e definitiva para o gerenciamento e monitorização da rede. Neste intuito, o trabalho aqui apresentado almeja oferecer tal solução, cumprindo todos os requisitos necessários para o bom funcionamento da RCTM.

## 1.5 Resultados Esperados

Concluídos os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, a expectativa é que se tenha em mãos um conjunto de ferramentas que permita o controle e monitoração automatizados da RCTM, agregando robustez e confiabilidade a mesma. Além disso, almeja-se que a utilização prática das ferramentas auxilie na eficácia da RCTM, contemplando o setor de saúde com maior acuracidade. Espera-se, também, que a base de conhecimento sobre as falhas da RCTM seja ampliada, visando diminuir ainda mais possíveis intercorrências.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

Neste capítulo introdutório, foram expostos o problema e a solução proposta, acrescidos da justificativa e expectativa com o trabalho. No segundo capítulo, a RCTM será apresentada com maiores detalhes, com o fim de explicitar pontos relevantes, como a interconexão de equipamentos, eventos pertinentes e estrutura. Os conceitos, modos de funcionamento e implantação do protocolo SNMP, serão tratados no capítulo três. Ainda no terceiro capítulo, será realizada uma esplanção acerca de Webservices e sua importância. O quarto capítulo abordará o estado da arte, isto é, os atuais meios e medidas de controle e gerenciamento da RCTM. Um comparativo com outras ferramentas de monitorização também estará presente no capítulo quatro. O capítulo quinto relata as experiências do desenvolvimento da solução proposta, bem como as tecnologias envolvidas e dificuldades enfrentadas. Ao final do trabalho, o sexto capítulo irá expor os resultados obtidos em comparação com as expectativas e ainda a conclusão do trabalho. Finalmente, o capítulo sete trata dos trabalhos futuros e da experiência adquirida com o desenvolvimento da proposta.

## ***2 Rede Catarinense de Telemedicina - RCTM***

Nesta seção serão expostos os principais conceitos sobre Telemedicina e PACS. Na sequência a Rede Catarinense de Telemedicina será apresentada, onde os pontos relevantes a este trabalho serem apontados.

### **2.1 Telemedicina**

O conceito de telemedicina é bastante abrangente, havendo várias definições aceitáveis. Em resumo pode-se dizer que seu princípio básico é a tele-colaboração, seja por telefone, videoconferência, ou qualquer outro meio de comunicação, para fins clínicos, cirúrgicos ou educacionais. Seu surgimento pode ser creditado as agências espaciais e exércitos, que necessitavam prestar assistência aos astronautas em órbita e combatentes em guerras, onde a oferta de médicos era pouca. Nos dias de hoje a tecnologia permite que consultas sejam realizadas remotamente e, mais recentemente, até cirurgias. No entanto, algumas modalidades de telemedicina, como a teleradiologia e a telepatologia, se encontram mais avançadas, pelo simples fato de não interagir com o paciente (URTIGA; LOUZADA; COSTA, 2004).

### **2.2 PACS**

O PACS (*Picture Archiving and Communication System*) trata da digitalização, armazenamento e compartilhamento de imagens médicas. O sistema é composto por equipamentos de captura de imagem médica, como ultra-som; servidores de dados, onde as imagens digitalizadas

e informações de pacientes são armazenadas; estações de trabalho que obtém dados do servidor para diagnóstico médico, por exemplo; e rede intranet ou abertas, por onde os dados são compartilhados (JASINSKI, 2006).

## 2.3 Funcionamento e Estrutura

Segundo Maia (2006), a Rede Catarinense de Telemedicina visa ser um meio facilitador para a realização de diagnósticos médicos à distância, através do envio de diversas modalidades de exames à um Portal de Telemedicina. Para que isso seja possível, segue-se um modelo no qual o Estado é dividido em oito macro-regiões, cada qual com sua *capital*. Na capital de cada macro-região estão instaladas as Centrais de Regulação, cada qual com seu Servidor DICOM que armazena dados provenientes de toda macro-região. Em Florianópolis, capital do Estado, existe ainda um servidor central, que receberá a duplicação de todos os dados estocados nos servidores das oito macro-regiões. Completando o sistema de armazenamento de imagens e dados de pacientes (PACS), cada Hospital conta com seu próprio servidor, que o possibilita realizar exames mesmo quando não há conectividade com a Rede. A figura 2.1 mostra a hierarquia de servidores, bem como o fluxo de dados entre eles.

Contudo, a utilização dos servidores depende do procedimento realizado quando o paciente for atendido. Ao consultar com um médico de uma Unidade de Saúde e constatar-se a necessidade de um exame de alta complexidade, um requerimento deverá ser enviado à Central de Regulação que decidirá pela realização ou não do exame. Sendo aprovado o pedido, o exame será realizado na própria região, caso existam recursos necessários. Em outros casos, o exame será realizado na capital do Estado, Florianópolis. Após a realização do exame, o mesmo é enviado ao Portal para que possa ser analisado e laudado. É importante lembrar que toda transferência de dados é realizada através da Internet, e o armazenamento é feito em equipamentos já existentes nos Hospitais e Unidades de Saúde. Essa decisão foi tomada visando diminuir os custos da implantação da Rede de Telemedicina. (MAIA, 2006)

Os exames contemplados pela RCTM são das seguintes modalidades:

- Eletrocardiograma;



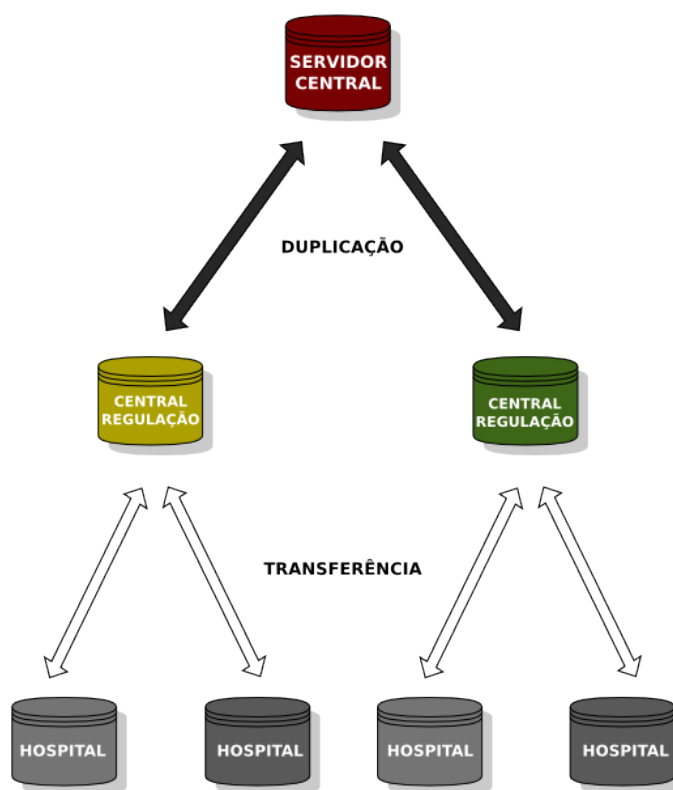


Figura 2.1: Fluxo PACS dentro da Rede Catarinense de Telemedicina.

- Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética;
- Cintilografia;
- Angiografia;
- Ultra-som;
- Endoscopia;
- Neonatologia;
- Raio X;
- Colonoscopia;
- Broncoscopia;

- Hemodinâmica;
- Patologias;

O Portal de Telemedicina é uma página web onde se concentram todos os exames e outros dados de pacientes atendidos pela RCTM. É através do Portal que médicos especialistas, de qualquer parte do Estado, consultam exames e emitem laudos.

## 2.4 Eventos

O conceito de eventos dentro da RCTM nasceu juntamente com este trabalho, na intenção de nomear e categorizar quais ações deveriam ser monitoradas pelo sistema proposto. Desta forma, os eventos são constituídos por duas ações básicas: o envio de exames para o Portal e o laudar, seja através de uma ferramenta externa ou no próprio Portal. Essas modalidades de evento, constituem as duas principais ações com interferência humana executadas sobre a RCTM, motivo pela qual foram escolhidas para serem monitoradas.

O envio de exames para o Portal é realizado de forma assíncrona, isto é, o exame é realizado em alguma instituição competente e armazenado, a priori, localmente. Em algum momento, todos estes exames são enviados ao Portal, de uma só vez. Neste momento é fundamental que as partes interessadas, requisitante e executor, saibam que o exame está disponível para consulta no Portal. Com o exame acessível, médicos podem utilizar o Portal para laudar. Em alguns casos, porém, o exame já é enviado com algum laudo.

A quantidade de exames e laudos enviados ao Portal diariamente é bastante grande. Assim, o volume de dados tra

## ***3 SNMP e Monitoração Remota de Eventos***

Neste capítulo será exposto um pouco da teoria sobre SNMP, um protocolo bastante eficaz para gerência de redes. Sua estrutura, funcionamento e propriedades.

### **3.1 SNMP - Simple Network Management Protocol**

#### **3.1.1 Conceito**

O SNMP (Simple Network Management Protocol) é um protocolo de gerência e manutenção de redes baseadas no protocolo IP – Internet Protocol. Esse protocolo, o SMP, foi definido pela IETF - Internet Engineering Task Force, uma comunidade internacional composta por profissionais, empresas e pesquisadores da área de redes. Atualmente, o SNMP encontra-se na sua terceira versão, a qual foi acrescida várias funcionalidades de segurança. Sua principal característica é prover uma fácil comunicação entre dispositivos dentro da uma rede, auxiliando solicitações de informações e envio de alertas. Para que isso seja possível, o SNMP utiliza uma arquitetura no modelo gerente/agente, na qual os dispositivos a serem monitorados desempenham o papel de agentes e a estação de monitoramento de gerente. Adicionalmente, um conjunto elementar e expressivo de mensagens é utilizado. Seguindo essa ideologia, o SNMP permite uma simples e ágil gerência do desempenho da rede e de seus dispositivos (nos mais diversos âmbitos), detecção e solução de problemas, além de ampliação da rede e seus serviços ao longo do tempo (KOCH, 1997).

Por atender a todos os requisitos de gerência levantados para este trabalho, além do amplo suporte e literatura, o SNMP foi escolhido como a solução tecnológica para a administração da

RCTM.

### 3.1.2 Arquitetura SNMP

A gerência de redes utilizando o SNMP se baseia em uma arquitetura básica: os Agentes Mestres, os Subagentes, as Estações de Gerenciamento e a MIB (Management Information Base). O objetivo dessa arquitetura é prover menor complexidade nas funções desempenhadas pelos agentes, concentrando o processamento necessário nas Estações de Gerenciamento. Uma vez que os agentes têm a função apenas de informar, seja espontaneamente ou quando requisitados, seu uso processamento é mínimo. Isto torna possível que qualquer dispositivo, mesmo os com baixo poder de processamento, seja um agente na arquitetura SNMP. Por outro lado, é desejável que as Estações de Gerenciamento tenham ótimo desempenho, a fim de suportar a troca de mensagens e manipulação de falhas de vários agentes (MAURO; SCHMIDT, 2005). Por fim, as MIB definem quais objetos serão monitorados e como. A seguir, cada componente da arquitetura será apresentado com mais detalhes.

### 3.1.3 Agentes Mestre e Subagentes

Agentes Mestre são softwares que rodam nos dispositivos gerenciáveis da rede. Tal software trabalha como um daemon, isto é, um aplicativo que roda constante e silenciosamente no sistema operacional (MAURO; SCHMIDT, 2005). Os agentes têm duas funções bastantes específicas:

- coletar dados provenientes dos subagentes;
- comunicar-se com o gerente (Estação de Gerenciamento).

Como se pode perceber, o agente é da verdade um relay, juntando informações de um, ou mais, subagentes existentes no dispositivo e repassando-as para a Estação de Gerenciamento. Essas mensagens passadas ao gerente podem ser uma resposta à uma requisição (*poll*) ou uma notificação (*track*). Considerando que decisões acerca falhas devem ser tomadas pela Estação de Gerenciamento, o segundo tipo de mensagem é particularmente importante, já que é um meio bastante eficiente para informar o gerente que algo está errado. Agentes Mestre são, portanto,

software simples e que exigem pouco processamento, conforme a filosofia do SNMP (KOCH, 1997).

Por sua vez, os subagentes têm um papel mais específico e de baixo nível. Eles são responsáveis pelo monitoramento de determinado recurso do dispositivo, como o tráfego da interface Ethernet, por exemplo. As informações coletadas a partir os recursos são transmitidas ao Agente Mestre. Além da coleta de dados, os subagentes podem interagir com recurso pelo qual são responsáveis, alterando parâmetros de configuração. Assim, agentes mestre e subagentes trabalham em conjunto com o intuito de proporcionar uma competente gerência de dispositivos.

### 3.1.4 Estações de Gerenciamento

As Estações de Gerenciamento correspondem a outra ponta da arquitetura SNMP, ou seja, o gerente. São, em geral, servidores rodando algum tipo de software capaz de manipular tarefas de gerenciamento de rede (Mauro; Schmidt, 2005). Como descrito pelo SNMP, são dois os tipos de mensagens que o gerente pode manipular, são elas:

- *Poll* - Caracteriza-se por ser uma ação iniciada no gerente, isto é, a EG solicita alguma informação ao agente, que lhe responde através da rede.
- *Trap* - Esta ação é tomada pelo agente, que deseja informar o gerente que algo aconteceu. É assíncrona, pois não há resposta por parte do gerente.

O envio de *traps* pelo agente indica, frequentemente, que algo não está trabalhando normalmente. Neste caso, as medidas necessárias para a solução do problema podem ser tomadas pelo próprio software mantido na EG, se esse, for meio de Inteligência Artificial, for capaz. No entanto, na maioria dos casos, o software possui algum tipo de interface para interação humana, passando a responsabilidade da solução para um operador humano. Por serem assíncronas, as *traps* são geralmente seguidas de uma *poll*, onde a EG pode setar alguma configuração do recurso defeituoso. Em seguida outra *poll* é enviada ao agente com o intuito de verificar se a ação tomada surtiu efeito.

As *polls*, como visto anteriormente, interagem com o agente de duas formas: recuperando informações - get, e alterando-as - set. Esses dois simples, porém muito úteis, modos de ope-

ração são básicos, podendo haver outras operações derivadas. A quantidade de informação que pode ser coletada com as *polls* é enorme, bem como a manipulação desses dados. As *polls* podem ser programadas para serem enviadas com certa periodicidade, construindo um sistema de monitoração que trabalha praticamente em tempo real. Vale ressaltar a importância da operador set, que permite uma efetiva administração remota de dispositivos. Esse benefício é fundamental em redes onde a estação central de operações está distante dos demais pontos da rede, como a RCTM.

Segundo Mauro e Schmidt, em grandes rede, o modelo de EG única não é indicado, pois, se o gerente perder conectividade, as outras estações (agentes) distantes podem sofrer problemas sem que este fato seja notado. Para solução desse, e outros problemas, outras arquiteturas de EG são propostas. A primeira delas é a de EG Distribuídas, onde continua existindo uma EG central, porém em cada microregião há uma EG correspondente. Desta forma, operações (*traps* e *polls*) são feitas entre agente e EG locais, e tomadas de decisão de gerência e reparos são enviadas à EG central. A figura 3.1 exemplifica o modelo descrito:

O terceiro modelo proposto é o Híbrido, ou seja, a EG central trabalha 24h por dia, enquanto as EG periféricas apenas em horário comercial. Enquanto as EG periféricas estiverem em funcionamento, todo gerenciamento se concentra nela. As ações de administração são passadas à EG central apenas em horário não comercial. A comunicação toda, evidentemente, é feito via SNMP (MAURO; SCHMIDT, 2005).

Neste trabalho, optou-se pro adotar o primeiro modelo, já que trata-se de uma proposta acadêmica, onde os recursos são limitados. Além disso, uma EG central suprime, por hora, toda demanda proveniente da RCTM.

### 3.1.5 MIB

A MIB (Management Information Base) é uma base de dados onde todos os objetos gerenciados pelo SNMP estão armazenados. Sua estrutura garante a unicidade dos nomes de objetos, que são representados hierarquicamente, implementados via ASN.1 (Abstract Syntax Notation One). Sua política de definição, a exemplo de toda SNMP, a simplicidade, permitindo assim que cada gerente de rede construa sua MIB de acordo com suas necessidades. Por esse mesmo motivo, a SNMP não implementa uma MIB padrão, sendo obrigatória sua definição (MAURO;

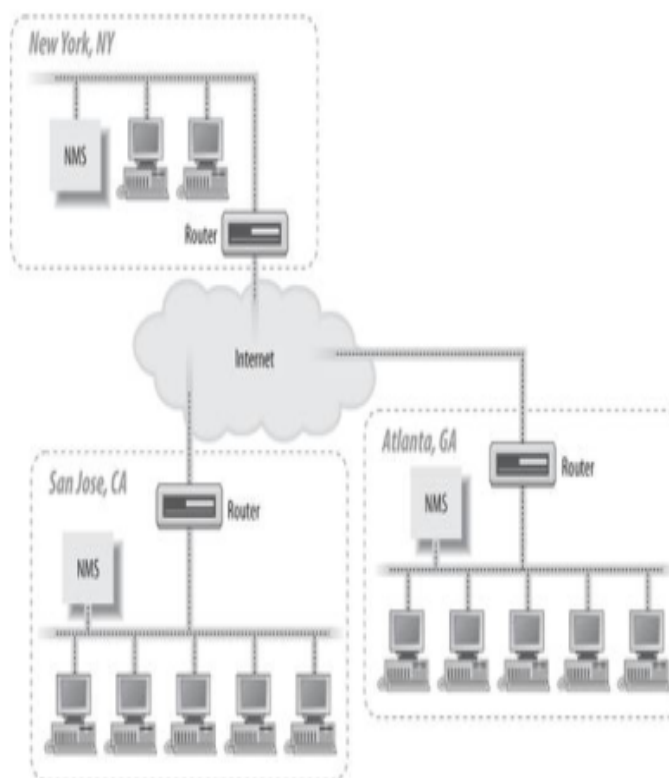


Figura 3.1: Arquitetura SNMP.

SCHMIDT, 2005).

## 3.2 Web Services

Web Services é uma tecnologia que permite a interoperabilidade entre sistemas computacionais heterogêneos, realizando troca de mensagens em formato XML - Extensible Markup Language. Esse formato de marcação foi escolhido pois pode ser interpretado em qualquer ambiente, isto é, independe de plataforma ou sistema operacional. As possibilidades que os Web Services oferecem são muito interessantes, haja vista que é possível coletar dados de uma aplicação que está sendo executada em qualquer lugar (CERAMI, 2002). Neste trabalho, essa característica é especialmente atraente, já que almeja-se que dados provenientes de vários pontos sejam processados.

### 3.2.1 Funcionamento

Em geral, Web Services estão disponíveis em servidores Web (HTTP) e podem ser acessados a partir de qualquer navegador. Entretanto, isto não é suficiente para que informações sejam coletadas, pois o retorno de dados será em formato XML. Face ao exposto, na maioria das situações em que Web Services são utilizados, uma aplicação de *parse* é desenvolvida. Esta aplicação fará a interpretação do XML e apresentará os dados de forma mais intuitiva. A troca de mensagens entre os sistemas interoperantes nos Web Services é feita através de um protocolo especial, o SOAP - Simple Object Access Protocol, que pode trabalhar sob outros protocolos como o HTTP, FTP e SMTP (Moura; Martins, 2007). Esse protocolo possui características específicas que fazem com que dados em XML sejam transmitidos de forma completa uma vez que é possível a transmissão de estruturas de dados complexas. Dentre as diversas formas de uso do SOAP se destaca o RPC - Remote Procedure Call, onde uma aplicação (cliente) chama remotamente um método de outra (servidor); esta por sua vez, responde à primeira aplicação uma mensagem que pode ou não conter dados. É através desse mecanismo que os Web Services trocam dados com o cliente.

A definição dos Web Services também é feita utilizando XML, mais especificamente o esquema WSDL (Web Services Description Language). O WSDL define algumas características de mais baixo nível dos Web Services, como:

- meio de comunicação entre cliente/servidor (portas e protocolos);
- localização, isto é, o endereço de um o Web Services está hospedado;
- descrição de todos os métodos disponíveis;
- tipo de dados de entrada de retorno de métodos.

Sua definição e publicação é obrigatória para que os clientes possam construir meios de utilizar o serviço. O arquivo WSDL é constituído de seções bem distintas e cada uma refere a configurações diferentes do Web Service. A figura 3.2 mostra uma visão geral dos arquivos de definição de Web Service, mostrando cada um das seções e suas funções:



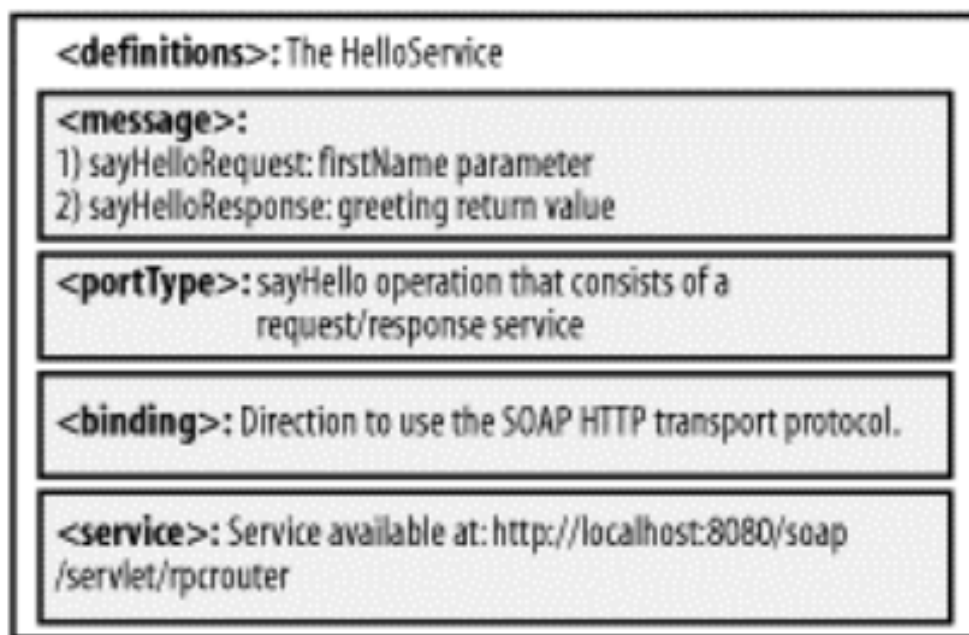


Figura 3.2: Visão geral do arquivo WSDL de um Web Service HelloService.

Completando a arquitetura dos Web Services, estão as UDDI - Universal Description Discovery and Integration, uma espécie de páginas amarelas, onde diversos Web Services são publicados. Os UDDI permitem que se descubra e interaja com novos Web Services. Em geral, são páginas web que concentram e catalogam Web Services dos mais diversos tipos. Este sistema é importante para quem deseja que seu Web Service seja visto e utilizado. Esse caso, no entanto, não se aplica neste trabalho, já que o uso do Web Service será feito apenas dentro da RCTM por aplicações específicas. Finalizando, a figura 3.3 ilustra o funcionamento de toda a arquitetura do Web Service. O requisitante procurando um serviço em uma UDDI e posteriormente trocando mensagens via SOAP com o provedor do serviço.

### 3.3 Monitoração Remota de Eventos

Definido o conceito de evento dentro da RCTM no Capítulo 2, é importante entender como esses eventos serão notificados, isto é, de onde partirá a notificação, quem será o destinatário e quais dados serão transmitidos. Além disso a garantia de que esses eventos estão sendo gerados e coletados também é importantíssima. Nesta seção será apresentada a centralização de informa-

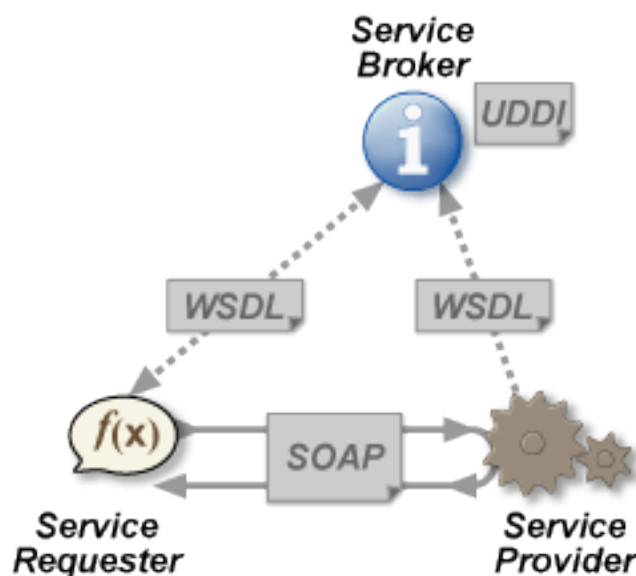


Figura 3.3: Arquitetura de funcionamento do Web Service.

ções, geração e encaminhamento de notificações e, finalmente, a resposta as notificações.

### 3.3.1 Centralização de Informações

Em um sistema distribuído de grande porte como a RCTM, a centralização de informações é uma tarefa bastante difícil e nem sempre é uma boa prática. Este trabalho, porém, não sugere unir de forma convencional (em um único local ou servidor) todos os dados da RCTM. Seu objetivo é construir uma forma única de acesso à parte dos dados, minimizando a complexidade de acesso e agilizando o processo de notificação de novos eventos. A solução tecnológica adotada para esta tarefa foi um Web Service que funcionará da seguinte forma: quando requisitado, o Web Service irá localizar no local adequado as informações referentes aos parâmetros que lhe foram passados e devolve-las ao requisitante. Dessa forma, a localização da informação não é relevante ao requisitante, que vê o Web Services como fonte única de pesquisa. A figura 3.4 mostra como as ferramentas desenvolvida a partir deste trabalho interagem com o Web Services.

Como dito anteriormente, apenas parte dos dados estará disponível através do Web Service. Essa medida foi tomada por dois motivos:

- Garantir a integridade e segurança de certos dados;

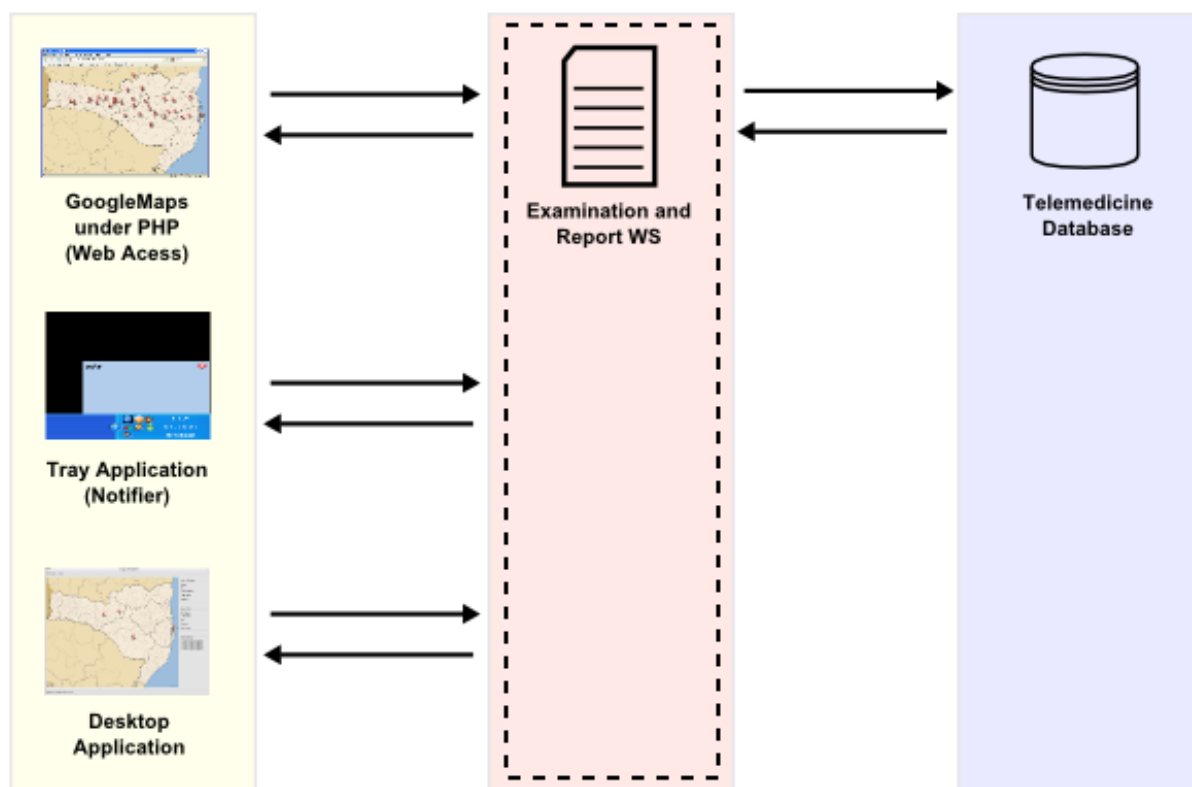


Figura 3.4: Três aplicações distintas requisitando informações do mesmo Web Service.

- Gerar menor fluxo possível de dados.

Já que o foco são os eventos envolvendo exames e laudos, apenas esses dois casos foram contemplado. Ainda assim, não são todas as informações de exames e laudos que estão disponíveis. A tabela abaixo mostra quais dados o Web Services disponibiliza.

Dados referentes à Exames:

<b>Campo da Base de Dados</b>	<b>Descrição</b>
titulo	Título do Exame
request	Número da requisição
data	Data da realização do Exame
modalidade	Modalidade do Exame
cnpj	Identificar da Instituição requerente
idext	nada

Dados referentes à Laudos:

<b>Campo da Base de Dados</b>	<b>Descrição</b>
titulo	Título do Exame referente ao Laudo.
request	Número da requisição do Exame
date	Data da realização do Laudo
executor	Executor do Laudo
modalidade	Modalidade do Exame
cnpj	Identificar da Instituição requerente
idext	nada

Com a adoção do Web Service solucionou-se o inconveniente de consultar vários locais de armazenamento, além de restringir essa consulta aos dados realmente importantes.

### 3.3.2 Notificação de Eventos

Notificar eventos tem uma finalidade bem definida: alertar usuários da RCTM que há algum exame ou laudos disponível referente a certa instituição. A fim de agilizar o processo aos usuários é que as notificações são importantes. Nesta seção será exposto como as notificações são geradas e entregues aos usuários. Quando um evento ocorre, isto é, um novo exame ou laudo é adicionado à base de dados a notificação é feita. Vale lembrar que a notificação acontece a nível de usuário, e não na rede. Isto ficará claro quando exposto o mecanismo de funcionamento. Em cada local interessado, que deseja ser notificado, existirá uma aplicação rodando constantemente, como os serviços de um sistema operacional. Tal ferramenta, de tempos em tempos, consultará o

Web Service à procura de novos exames e/ou laudos. Sendo afirmativa a resposta, a aplicação consultará o Web Services novamente, desta vez requisitando os dados do novo exame e/ou laudo. A próxima etapa, então, é alertar o usuário o novo evento através de uma janela *pop-up* e *beep* sonoro. Este esquema simples garante que todos os eventos sejam notificados aos seus interessados. Fica claro, também, que a aplicação local é quem busca a informação e não o evento gerado. Essa solução foi adotada visando diminuir a complexidade da geração de eventos, pois se as notificações fossem geradas no ato do evento, implicaria em mudanças em outros sistemas da RCTM, o que não é desejável. Além disso, esse mecanismo previne notificações equivocadas, entregues em destinatários errados ou duplicadas. Além da notificação do último exame ou laudo, a aplicação em questão provê um resumo dos últimos dez eventos ocorridos (cinco exames e cinco laudos) referentes àquela instituição.

## **4 *Estado da Arte***

Neste capítulo será abordado as soluções atuais para o monitoramento de equipamentos dentro da RCTM, bem como o esquema de notificações de eventos existente. Nota-se durante a apresentação do capítulo que são bastante escassas as soluções atuais.

### **4.1 Notificação de Eventos Atualmente**

Anteriormente ao início deste trabalho a noção de notificar um evento não existia. Quando eventos eram gerados, esperava-se por algum aviso manual - telefone por exemplo, ou consultava-se o Portal para averiguar novos exames e laudos. Este sistema acarretava em constantes demoras no atendimento e diagnóstico de pacientes, não contribuindo para o propósito geral da RCTM de acelerar o acesso à saúde pública. Com esse cenário, decidiu-se primeiramente buscar uma ferramenta que satisfizesse os requisitos de notificação. No entanto, nenhum aplicativo analisado desempenhava a função desejada. Isso já era esperado, pois a tarefa de inteirar usuários espalhados em pontos diferentes é bastante peculiar.

Com o insucesso do atual modelo e a falta de opção softwares já existentes, evidenciou-se a necessidade de construção uma ferramenta que contemplasse a notificação de eventos, beneficiando todo o sistema catarinense de Telemedicina.

### **4.2 Monitoração de Ferramentas Atualmente**

A solução para monitoração e gestão de aplicações da Rede Catarinense de Telemedicina é complexa e peculiar, pela natureza dos equipamentos que a compõem. Algumas ferramentas foram analisadas e comparadas, mas o resultado foi a confirmação da necessidade de uma

aplicação específica.

Duas aplicações analisadas, que valem menção, são o WhatsUp Professional, da Ipswitch Inc. e o Nagios. A solução apresentada pela Ipswitch não é livre, o que representa custos adicionais não desejados e impossibilidade de customização. Já o Nagios é *open source*, porém oferece poucas funcionalidades, não satisfazendo os requisitos de monitoração e gerência da rede em questão. Outro ponto negativo, das duas ferramentas, é o fato de não serem multi-plataforma e não possibilitarem um armazenamento adequado das falhas e soluções adotadas. Objeto de interesse para futura construção de uma base de conhecimento.

Assim, ficou claro a necessidade do desenvolvimento de um aplicativo próprio, onde todos os requisitos exigidos pudessem ser cumpridos. Esta medida possibilita futuras adequações e personalizações, caso necessário.

## **5 *Desenvolvimento de Sistema Proposto***

Neste capítulo todo o processo de desenvolvimento das ferramentas proposta será descrito. Todos os aspectos tecnológicos e práticos serão comentados, bem como as dificuldades e barreiras encontradas.

### **5.1 Planejamento e Modelagem**

#### **5.1.1 Etapas do Planejamento**

Toda o processo de desenvolvimento e pesquisa envolvidos na proposta foram cuidadosamente planejados, de forma a garantir que prazos e metas fossem cumpridos. A técnica utilizada para o planejamento consistiu em dividir toda a projeto em pequenas tarefas, de modo que pode ser estimado tempo e esforço para cada uma delas. A estimativa de tempo foi realizada com base nas experiências dos envolvidos, em reuniões onde as estimativas eram apresentadas e discutidas. Desse modo, foi obtido o esforço e tempo total demandados, de forma simples e bastante próxima da realidade. Essa técnica é bastante usada no desenvolvimento de software e, portanto, bastante conhecida pelos envolvidos. Além da experiência, outro forte motivo para adoção desta técnica é a flexibilidade para mudanças nas tarefas, uma vez que são todas de pequeno porte. Isso é especialmente importante pois tratando-se de uma trabalho acadêmico, a taxa de realocação e mudanças das tarefas é grande.

Para um melhor controle e acompanhamento das tarefas, a utilização de uma ferramenta auxiliar foi fundamental. A escolha, mais uma vez, pendeu para o lado da experiência. A ferramenta DotProject, já utilizada pelo Project Cyclops foi escolhida. Com seu uso foi possível controlar tarefas atrasadas, alocação de esforços, entre outros. Esse acompanhamento auxiliou



bastante a pesquisa e desenvolvimento, norteando-os quanto ao tempo. A figura 5.1 mostra o gráfico de Gantt, tarefas em razão do tempo, de todo o projeto.

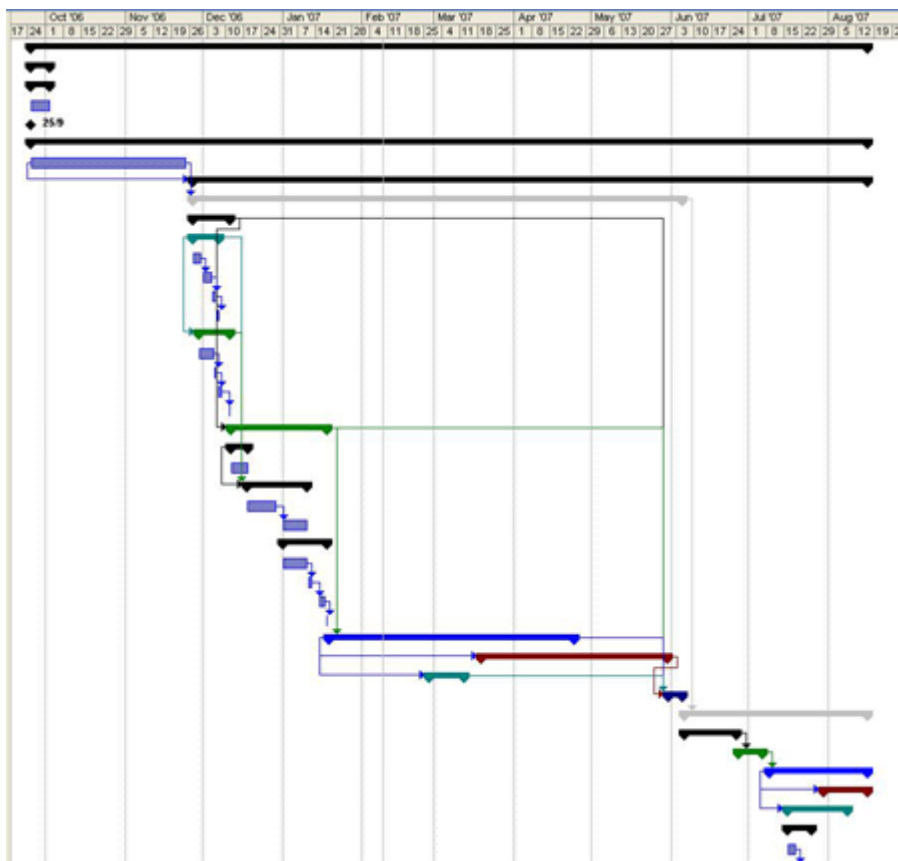


Figura 5.1: Gráfico de Gantt de todo o projeto.

### 5.1.2 Modelagem

A princípio, a proposta deste trabalho seria o desenvolvimento de apenas uma ferramenta que contemplasse o monitoramento de máquina e a notificação de eventos dentro da RCTM. Contudo, ao analisar melhor as possibilidades e com a construção de alguns protótipos, optou-se pela construção de quatro ferramentas, sendo três delas destinadas ao usuário final. São elas: Mapa de Eventos, uma página web para acompanhamento de eventos; TrayMonitor, aplicação para monitoramento de equipamento e que produz a notificação; Monitor Desktop, ferramenta de controle central dos equipamentos da RCTM e, finalmente, o Web Service, serviço centralizador

de consultas aos dados da RCTM. As quatro ferramentas passaram pelo mesmo processo de modelagem, assim este processo será descrito apenas uma vez.

Todo o processo de desenvolvimento seguiu padrões da Engenharia de Software, e a modelagem, especificamente, da UML - Unified Modeling Language. A UML é uma linguagem que define padrões para modelagem abstrata de projetos orientados a objeto. Como definido pela UML, o primeiro passo da modelagem foi o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais do sistema em questão. O levantamento de requisitos funcionais abranje todas as funcionalidade do sistema, enquanto os requisitos não funcionais abordam questões técnicas e tecnológicas. Tal levantamento de requisitos foi realizado com base nos problemas que se deseja sanar acrescidos de novas funcionalidades interessantes para o sistema. Para exemplificar os requisitos, a figura 5.2 mostra alguns requisitos do Mapa de Eventos.

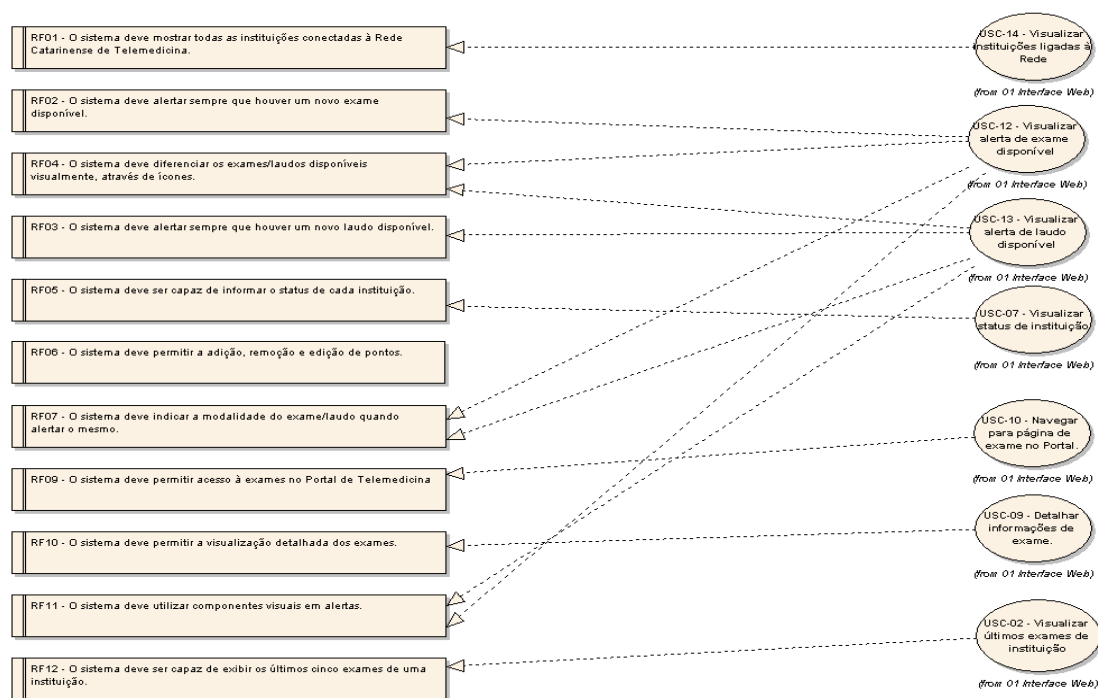


Figura 5.2: Parte dos requisitos funcionais do Mapa de Eventos.

Seguindo com a modelagem, o próximo passo foi a construção dos casos de uso. Um caso de uso, como o nome sugere, é a abstração de uma ação realizada por um usuário. Neste trabalho, os casos de uso foram concebidos com base nos requisitos, onde cada caso de uso atendia a um ou mais requisitos. Os casos de uso são bastante importantes pois trazem um visão bem aproximada

de como o sistema irá funcionar e como ele será implementado. Continuando com a modelagem, o próximo passo foi fazer os diagramas de interação. Esses diagramas mostram como o sistema irá funcionar internamente, como será feita a comunicação entre objetivos e etc. Os diagramas de interação foram construídos com base nos casos de uso, visando formar uma cadeia desde o ponto mais abstrato até a implementação. Essa cadeia tem como finalidade principal garantir um boa engenharia de manutenção. Quando requisitos são adicionados, removidos ou alterados isto afeta toda a cadeia abaixo, logo um controle é fundamental. Neste ponto, a modelagem já se encontra num estágio menos abstrato e mais próximo do que será a implementação. A passo seguinte foi a criação do diagrama de classes. Esse modelo informa todos os dados de uma classes: seus métodos públicos, seus atributos, derivações e ligações. Esse é o último passo da modelagem, já que a partir do diagrama de classes é possível gerar algum código que será usado na implementação do sistema. As classes descritas nesse diagrama têm sua origem nos casos de uso e nos diagrama de interação. A figura 5.3 mostra o diagrama de classes do Tray Monitor.

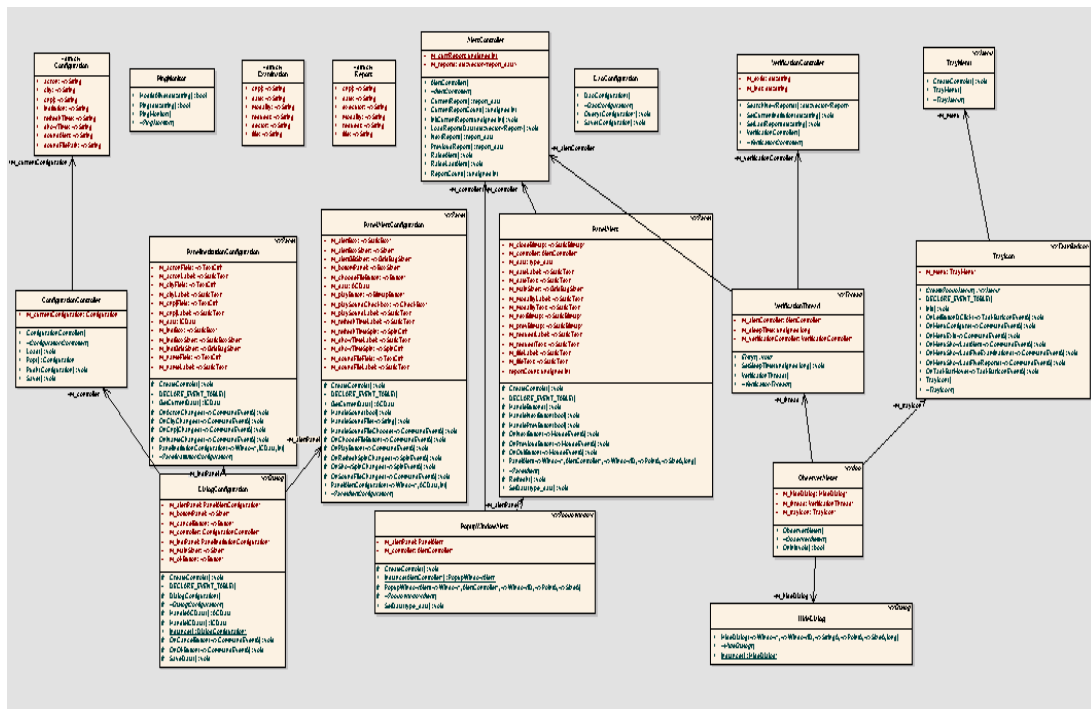


Figura 5.3: Diagrama de classes do Mapa de Eventos.

Com a modelagem finalizada, partiu-se para o implementação do sistema. Vale lembra que estes passos foram seguidos para cada uma das quatro ferramentas. É importante também ressal-

tar que o processo de modelagem e implementação de cada ferramenta foi feito em série.

## 5.2 Modularização

Nesta seção será tratada a modularização do sistema, isto é, como o projeto inicial foi dividido em várias ferramentas e quais os motivos que levaram à essa separação. Posteriormente será apresentada em detalhes cada uma das ferramentas e suas funções dentro de monitoramento e gerenciamento.

O projeto inicial previa o desenvolvimento de uma ferramenta única, que agregaria funções de monitoramento de equipamentos através de SNMP e notificação de eventos e equipamentos *offline*. Isso tudo seria mostrado numa interface com o mapa do Estado de Santa Catarina com pontos que representariam as estações monitoradas. Esta interface foi mantida parcialmente no Mapa de Eventos e no Desktop Monitor, como explicitado adiante.

### 5.2.1 Web Service

O Web Service foi a última ferramenta que surgiu neste trabalho. Depois de separar a solução em vários módulos, percebeu-se que o acesso aos dados seria um problema, já que cada aplicação teria que implementar seu acesso separadamente, em linguagens diferentes. Decidiu-se, então, pelo Web Service por uma razão bem clara: evitar o acesso constante e de diferentes locais às bases de dados da RCTM, centralizar a consulta de dados e facilitar o processo de desenvolvimento das outras ferramentas. Como o nome sugere, este módulo é um serviço que provê acesso aos mais diversos dados da RCTM que os outros módulos necessitam para seu funcionamento. Estes dados já foram apresentados anteriormente no Capítulo 3, portanto não serão expostos novamente.

O Web Service estará hospedado no servidor principal da Rede, facilitando seu assim o acesso de outras aplicações à ele. Isso também contribui para o acesso à base de dados, pois apenas uma aplicação se conecta a ela, dispensando configuração de acesso, como firewalls e usuário/senha, que seriam necessárias caso o Web Service não fosse adotado. Este serviço, apesar de não interagir diretamente com o usuário, é especialmente importante pois todas as outras ferramentas dependem dele. Assim, tomou-se um cuidado especial com sua segurança e

robustez, visando anular qualquer falha que possa ocorrer e impedir seu uso. O Web Service é a espinhal dorsal de todo o sistema desenvolvido, por isso recebeu atenção especial.

### 5.2.2 Mapa de Eventos

Como dito diversas vezes neste trabalho, a notificação de eventos é muito importante para o bom andamento da RCTM. Em virtude desse fato, decidiu-se por construir uma ferramenta específica para este fim. O Mapa de Eventos é um página *web* onde o usuário pode acompanhar todos os eventos da RCTM. A página mostra diversas instituições, interessadas nos eventos, espalhadas pelo mapa de Santa Catarina. Sempre que ocorre um evento, uma janela *pop-up* próxima a instituição referente é mostrada no mapa. Esta janela contém informações sobre o exame/laudo, além de um *link* que leva a página do exame no Portal de Telemedicina. Além disso, a página exibe informações resumidas dos últimos cinco eventos ocorridos da Rede, com a possibilidade de exibir as mesmas informações de uma instituição determinada. O Mapa de Eventos trás ainda uma visão geral do *status* da RCTM, indicando se há algum equipamento *offline* nas instituições. No entanto, está ferramenta permite apenas um acompanhamento do estado da rede, não havendo possibilidade alguma de interagir com os equipamentos. Essa medida se deve principalmente ao fato da Internet ser um meio bastante inseguro, impróprio para expor equipamentos dessa importância. Por outro lado, esse sistema web traz acesso à informações de forma fácil e rápida. Esse é seu principal propósito. A figura 5.4 mostra a interface do Mapa de Eventos.

### 5.2.3 Tray Monitor

Completando o suite de ferramentas que manipulam notificações da RCTM, está o Tray Monitor, aplicativo dedicado a alertas direcionadas. Seu funcionamento é bastante simples, porém desempenha um dos papéis mais importantes dentro da arquitetura de monitoração e gerenciamento da Rede. O Tray Monitor agrega duas funções: notificar eventos destinados a uma certa instituição/setor e monitorar equipamentos de exame e laudo presentes na instituição/setor. Cada função será tratada separadamente, a começar pelo notificação de eventos.

A alerta de eventos no Tray Monitor é direcionada à instituição ou setor em que a ferramenta se encontra. Para isso o programa consulta o Web Service em um intervalo de tempo determinado

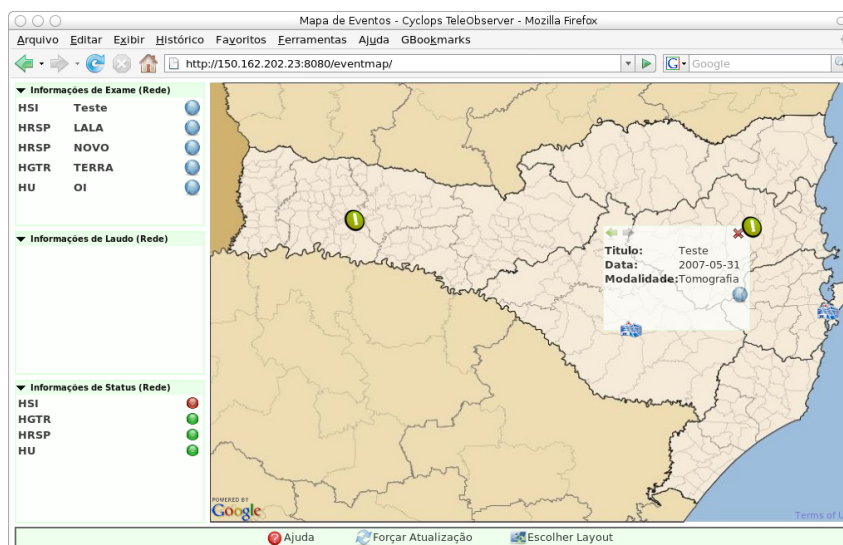


Figura 5.4: Mapa de Eventos mostrando uma notificação de novo evento.

pelo administrador. Outras configurações também são necessárias para o funcionamento correto do programa, como a identificação da instituição. O esquema de alerta funciona da seguinte forma: quando a consulta ao Web Services retorna algum novo exame ou laudo, uma janela *pop-up*, nos mesmos moldes da usada no Mapa de Eventos, é mostrada informando o usuário do evento. Adicionalmente, se for de preferência do usuário, um alerta sonoro também é emitido. O Tray Monitor, a exemplo do Mapa de Eventos, possibilita a visualização dos últimos cinco exames e laudos referentes à instituição, além do último alerta. Essa *sincronia* entre as duas ferramentas visa minimizar a curva de aprendizado do usuário ao utilizar com o sistema. Pode-se dizer que o Tray Monitor é uma versão *offline* e localizada do Mapa de Eventos, já que as funcionalidades são bastante semelhantes.

Conforme visto anteriormente, um dos elementos da arquitetura SNMP é o agente. Este é o papel desempenhado pelo Tray Monitor dentro da arquitetura de monitoração de equipamentos da RCTM. De forma completamente transparente ao usuário, o software monitora equipamentos pré-determinados que estejam próximos a ele. Optou-se por esse tipo de monitoração pois na maioria dos casos o equipamento a ser monitorado está em outra rede e protegido por *firewalls*, impedindo que seja instalado o Monitor nele mesmo. O Monitor irá trabalhar coletando informações sobre o equipamento, como conectividade e utilização de disco rígido. A figura 5.6 ilustra o funcionamento do Tray Monitor em sua função de agente SNMP.



Figura 5.5: Ícone do Tray Monitor em azul e seu menu de opções.

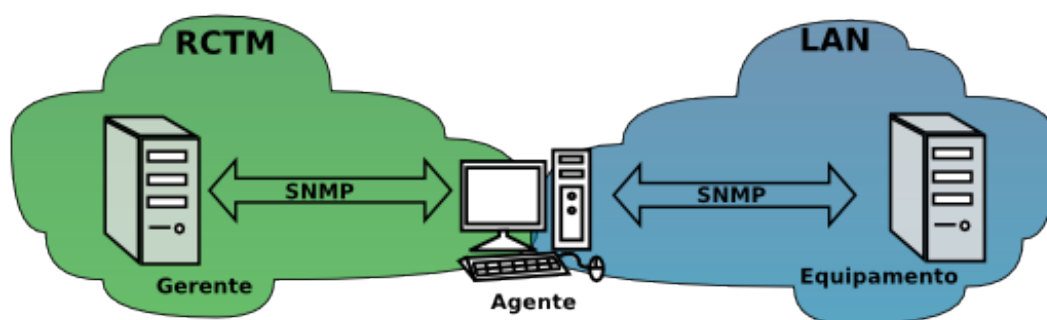


Figura 5.6: Tray Monitor como agente SNMP trocando mensagens com o Gerente e o equipamento.

Quando alguma falha no equipamento ocorre, duas ações são tomadas. Primeiro é gerada um *trap* com a descrição do problema e esta é enviada ao gerente. Logo após o usuário é avisado, de mesmo modo que se alerta um evento, que houve uma falha. O Tray Monitor, portanto, é de fundamental importância para as duas propostas desse trabalho: monitoração e notificação.

#### 5.2.4 Desktop Monitor

O Desktop Monitor é a ferramenta para monitoração e gerenciamento remoto de equipamentos da Rede, representando a outra ponta da arquitetura SNMP, o gerente. O objetivo deste módulo servir como a principal ferramenta para o administrador de rede, dando a possibilidade

de interagir com os equipamentos, visualizar *status* em tempo real, entre outros. Como já explicado, a arquitetura SNMP permite ao gerente gerar mensagens requisitando informações sobre recursos de um agente. Esse recurso está presente neste módulo, sendo possível configurar quais recursos serão monitorados em cada ponto, bem como com que frequência as *polls* serão enviadas ao agente. Através desse meio o administrador tem a possibilidade de acompanhar em tempo real os equipamentos onde os recursos são mais críticos, ou requisitar dados de status a cada 30 minutos onde os RECURSOS não são tão críticos, por exemplo. O programa oferece um *feedback* gráfico bastante intuitivo, muito parecido com a interface do Mapa de Eventos, onde o mapa do Estado de Santa Catarina aparece com pontos que indicam a existência de agentes. O ícone desses pontos também é significativo, indicando informações de *status*. A integração gráfica traz ainda uma alerta, assim como no Mapa de Eventos e no Tray Monitor, que informa a chegada de *traps*, mensagens enviados por agente quanto há alguma intercorrência. A figura 5.7 mostra a interface gráfica principal do Desktop Monitor:

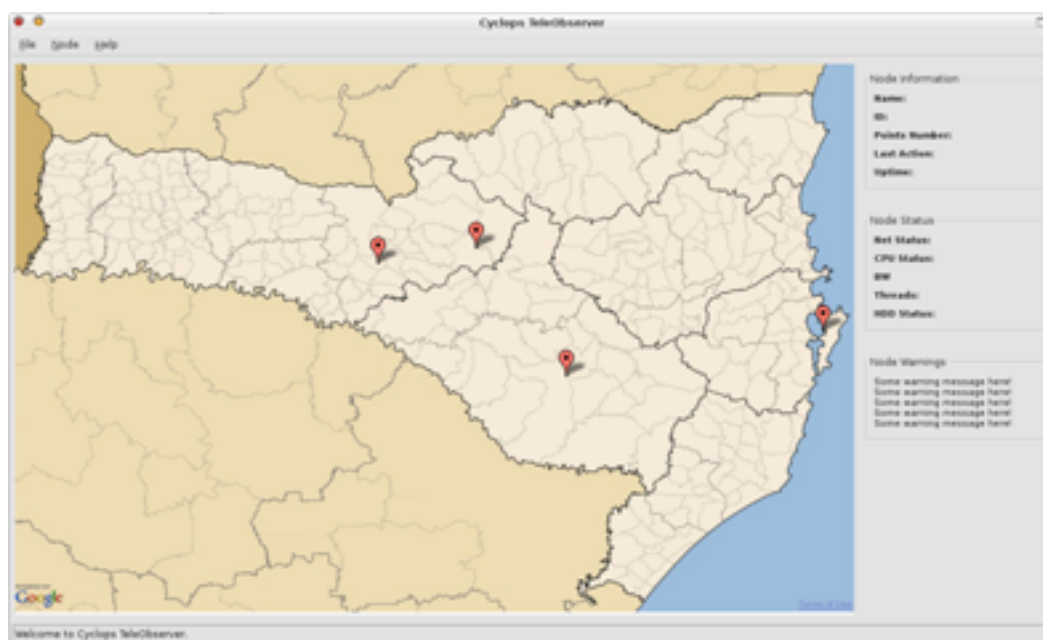


Figura 5.7: Interface mostra o mapa de Santa Catarina com os pontos de interesse.

A ferramenta possibilita ainda uma completa gerência dos agentes espalhados pela RCTM, sendo possível adicionar, remover e editar dados das estações. Outra característica bastante importante é a possibilidade de interagir com as estações gerenciadas quando um trap é gerado.



Isso só é possível porque o programa permite que o envio de uma *poll* personalizada, dentro das possibilidades como objetos listados pela MIB, entre outros. O administrador pode então, mandar um mensagem ajustando algum parâmetro do objeto monitorado, como a taxa máxima de tráfego na interface Ethernet, por exemplo.

## 5.3 Tecnologias Envolvidas

Para a construção do trabalho proposto, utilizou-se várias tecnologias tanto para desenvolvimento, modelagem e testes. A seguir as principais tecnologias serão apresentadas e analisadas, justificando a escolha de cada uma.

### 5.3.1 PHP, AJAX e Google Maps

O PHP, acrônimo de Hypertext Preprocessor, é uma linguagem script de código aberto utilizada é o desenvolvimento de sistemas web, isto é, páginas com conteúdo dinâmico. É amplamente usada por desenvolvedores ao redor do mundo por ser uma linguagem bastante fácil de compreender e não exigir um ambiente de desenvolvimento complexo. O PHP pode ainda ser embutido em códigos HTML, linguagem de marcação para conteúdos estáticos na web. [REF]A decisão por utilizar essa tecnologia deu-se principalmente pela pequena curva de aprendizado, uma vez que pouco se conhecia sobre a linguagem. Além disso, outros fatores também pesaram, como a fácil integração com outras tecnologias utilizadas, a grande quantidade de materiais para consulta na Internet e o custo nulo. O PHP foi utilizado neste projeto em conjunto com outras duas tecnologias: AJAX e Google Maps.

AJAX - Asynchronous Javascript And XML, é uma tecnologia que vem sendo muito utilizada ultimamente no desenvolvimento de sítios da Web 2.0, ou a era participativa da Internet. Essa tecnologia utiliza recursos XML e JavaScript fornecidos pelo navegadores para fazer uma comunicação assíncrona com o servidor. Para o usuário, isto representa páginas mais dinâmicas e mais rápidas, uma vez que o navegador não recarrega todo o conteúdo da página quando uma ação é feita. Em termos técnicos, o que o AJAX faz na verdade é uma comunicação mais intensa com o servidor, onde ao invés de uma requisição de conteúdo por vez são feitas várias. O AJAX permite montar todo o cabelhoço das mensagens do protocolo HTTP e enviá-las ao servidor, este

por sua vez responde com conteúdo que pode ser interpretado utilizando DOM - Document Object Model. A figura 5.8 ilustra a diferença de comunicação com o servidor em uma aplicação web clássica e em uma utilizando AJAX.

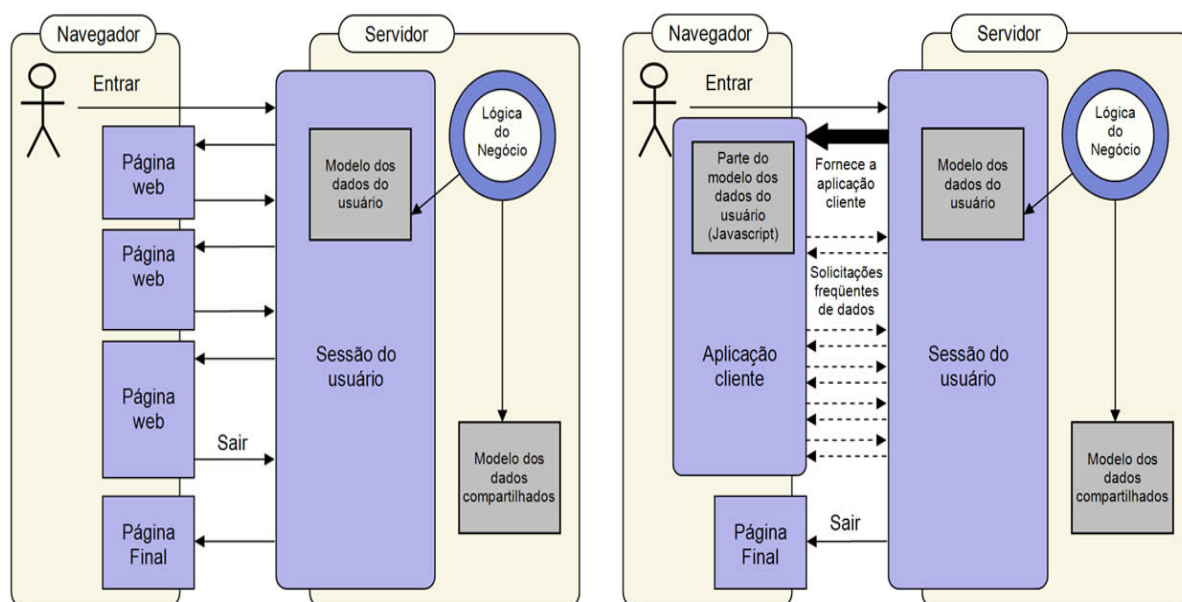


Figura 5.8: A interação da esquerda mostra a aplicação clássica e a da direita com AJAX.

A segunda tecnologia integrada com o PHP é o Google Maps, uma API fornecida gratuitamente pelo Google, empresa estadunidense que teve um grande crescimento nos últimos anos. A API permite a integração do serviço Maps da Google em qualquer website que utilize Javascript. Com isso é possível personalizar o mapa utilizado, marcadores, etc. A integração dessas três tecnologias (PHP, AJAX e Google Maps) possibilitou a construção do módulo Mapa de Eventos. Neste módulo, conexões assíncronas com o Web Service são feitas para consultar novos eventos utilizando AJAX. O mapa exibido, bem como todos os ícones e janelas de alerta, têm como base a API do Google Maps, que torna possível uma sobreposição de imagens de mapas. Completando, toda base e lógica de negócio foi feita em PHP.

### 5.3.2 C++ e wxWidgets

A linguagem de programação C++, bastante conhecida no meio tecnológico, foi escolhida para o desenvolvimento das aplicações desktop e do Web Service pelas seguintes razões:

- Licença - não oferece custo algum para uso;
- Robustez - é uma linguagem bastante madura, praticamente isenta de falhas;
- Portabilidade - possui compiladores para diversar plataformas;
- Familiaridade - é de uso corrente dentro do Projeto Cyclops.

Foi utilizada em conjunto com C++ a biblioteca de construção de interfaces gráfica wxWidgets. Com ela a construção de interfaces gráficas é bastante facilitada, além de portátil, pois são oferecidas implementações para várias plataformas. A exemplos de todas as tecnologias utilizadas neste trabalho, o wxWidgets possui uma licença livre.

### 5.3.3 Outras

Abaixo uma lista de outra tecnologias relacionadas ao projeto e sua descrição:

- Eclipse - IDE de programação C++;
- NVU - Ambiente para desenvolvimento PHP e AJAX;
- AxisCPP - Biblioteca para construção de Web Services em C++;
- wxMozilla -Biblioteca para embutir navegador Mozilla em aplicativos;
- SQLite - Banco de Dados embutido;
- wxSQLite - Biblioteca para acesso á dados em SQLite;
- net-snmp - Biblioteca para desenvolvimento de SNMP;
- Subversion - Suite para controle de versão.

## 5.4 Dificuldades Enfrentadas

Durante o desenvolvimento do trabalho proposto, defrontou-se com algumas dificuldades e contratempos. Felizmente a maioria delas foram contornadas ou sanadas, tendo pouca interferência nos resultados do trabalho. A primeira dificuldade surgiu no período de pesquisa, quando constatou-se que seria muito difícil prover uma solução única para a monitoração da RCTM, já que seu funcionamento é consideravelmente complexo. Em razão disto optou-se pela divisão das ferramentas em quatro módulos. No entanto, essa divisão acarretou na principal das dificuldades, o tempo. No início o tempo previsto para pesquisa, planejamento, modelagem e desenvolvimento era de oito meses, porém com as quatro ferramentas a serem desenvolvidas, o tempo dedicado a cada uma delas diminuiu. Apesar disso, o estágio de desenvolvimento alcançado com o tempo disponível foi bastante satisfatório. Outras dificuldades foram enfrentadas durante o processo de desenvolvimento, como por exemplo a incompatibilidade de certas bibliotecas escolhidas no início do planejamento. Com isso, alternativas foram buscadas e outras bibliotecas testadas. Posteriormente ao desenvolvimento, no período de testes, outras dificuldades apareceram. O ambiente inadequado, que não contemplava todas as situações, não permitiu que todas as funcionalidades fossem devidamente testadas, forçando testes em um ambiente real.

## 5.5 Resultados Obtidos

Com objetivo de alavancar os resultados obtidos, a primeiro passo foi realizar teste com os softwares desenvolvidos, procurando por falhas e pontos críticos. Para isso foram realizados testes de software, onde cada funcionalidade era testada separadamente. Posteriormente os aplicativos foram submetidos a testes em um ambiente simulado, bastante próximo do real. Nessa fase o objetivo foi observar o comportamento do software em situações de *stress* e uso constante. Nas duas fases de testes os aplicativos se comportaram de modo esperado, apresentando poucas falhas. Os erros capturados foram então corrigidos e assim um ciclo de testes foi fechado. Outros ciclos foram aplicados até que não houvessem mais erros. A avaliação das duas ferramentas prontas trouxe ótimos resultados, uma vez que se encontram prontas para o uso e livre de falhas. Assim, pode-se avaliar que o objetivo foi parcialmente alcançado, haja vista das dificuldades enfrentadas. Porém, os resultados obtidos até então são de grande valia.

## **6 Conclusão e Trabalhos Futuros**

Finalizando este trabalho serão apresentadas as conclusões obtidas durante o período de pesquisa e desenvolvimento. Serão mostradas, ainda, sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

### **6.1 Conclusões**

A grande quantidade de dados e a crescente colaboração virtual entre indivíduos, fez com que a busca por informações tornasse algo complexo. Em outro plano, o suporte técnico, em especial os equipamentos, que possibilitam que toda essa interação aconteça, merecem uma atenção especial. Neste âmbito, encaixa-se o trabalho exposto, o desenvolvimento de ferramentas para gerência e monitoração da RCTM - Rede Catarinense de Telemedicina.

O acompanhamento de perto das ocorrências da RCTM é visto com grande entusiasmo, tanto por utilizadores quanto por mantenedores. Neste aspecto, a utilização de um Web Service para centralização ao acesso de informações obteve resultados bastante satisfatórios. Infere-se, assim, que o Web Service é uma solução ótima quando informações devem ser captadas de vários locais, e nem sempre há conectividade direta entre as partes. Percebeu-se também que monitorando eventos de forma eficiente, a qualidade dos serviços oferecidos melhoram, uma vez que a esperar por exames e laudos diminuem.

A monitoração e gerência da RCTM traz muitos benefícios, seja na área técnica, onde é possível minimizar falhas e intercorrências, ou por parte do usuário final, já que a este é permitido uma consulta mais ágil aos dados de exames e laudos. Mesmo possuindo uma estrutura bastante peculiar, a Rede Catarinense de Telemedicina é passível de monitoração e gerenciamento automatizados, o que ficou claro durante o desenvolvimento deste trabalho. Assim, é possível afirmar

que a construção de ferramentas para monitoração e gerência de uma rede de Telemedicina em larga escala é perfeitamente possível.

## 6.2 Trabalhos Futuros

Visando a continuação e o sucesso pleno deste projeto, serão expostas sugestões para trabalhos futuros, a saber:

- **Maior integração entre ferramentas:** É ideal que haja meios para consultar eventos e informações de equipamento a partir de qualquer ferramenta. Para isto, deve-se agregar chamadas a ferramentas quando for pertinente.
- **Agente inteligente:** Agentes SNMP que tem capacidade de solucionar problemas de modo automático, sem interferência humana, diminuiriam consideravelmente o custo com manutenção de rede. Pesquisa e teste devem ser realizados para alcançar esse resultado.
- **Segurança:** Fazer com que a comunicação entre ferramentas e o Web Service seja realizada através de um canal seguro. Além disso, promover autenticação para a utilização do Web Service.

## *Referências Bibliográficas*

ADOLPH, S.; COCKBURN, A.; BRAMBLE, P. *Patterns for Effective Use Cases*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002. ISBN 0201721848.

ARAÚJO, G. A. de. *Desenvolvimento de um cliente Pacs Dicom 3.0 - compatível para consulta análise e laudo de exames de eletrocardiografia digital*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AZEVEDO-MARQUES, P. M. de; TRADD, C. S.; JUNIOR, J. E. Implantação de um mini-pacs (sistema de arquivamento e distribuição de imagens) em hospital universitário. *Radiol Bras*, v. 34, n. 4, p. 221–224, Julho-Agosto 2001. ISSN 0100-3984.

CERAMI, E. *Web Services Essentials*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly & Associates, Inc., 2002. ISBN 0596002246.

DELLANI, P. *Desenvolvimento de um Servidor de Imagens Médicas Digitais no Padrão Dicom*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

JASINSKI, M. G. *Comparação entre metodologias de análise de sinal aplicadas ao reconhecimento de voz utilizando um vocabulário restrito*. [S.l.], 2006.

KOCH, F. L. *Agentes autônomos para gerenciamento de redes de computadores*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

LARMAN, C. *Applying UML and Patterns : An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development (3rd Edition)*. [S.l.]: Prentice Hall PTR, 2004. Hardcover. ISBN 0131489062.

MAIA, R. S. *Um sistema de telemedicina de baixo custo em larga escala*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MAURO, D. R.; SCHMIDT, K. J. *Essential SNMP, Second Edition*. [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2005. ISBN 0596008406.

SAMBELLS, J.; TURNER, C.; PURVIS, M. *Beginning Google Maps Applications with PHP and Ajax: From Novice to Professional*. Berkeley, CA, USA: Apress, 2006. ISBN 1590597079.

SMART, J.; HOCK, K.; CSOMOR, S. *Cross-Platform GUI Programming with wxWidgets (Bruce Perens Open Source)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 2005. ISBN 0131473816.

STROUSTRUP, B. *The C++ Programming Language (Special 3rd Edition)*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2000. Hardcover. ISBN 0201700735.

URTIGA, K. S.; LOUZADA, L. A. C.; COSTA, C. L. B. Telemedicina: uma visão geral do estado da arte. Anais do CBIS, 2004.

WALLAUER, J. *Sistema de Gerencia de Exames via Web*. [S.l.], 2005.