

Aplicação de Telemedicina para Segunda Opinião Médica entre Comunidades Remotas e Grandes Centros Urbanos Utilizando uma Estrutura de Redes Orientadas a Plano de Deslocamento Contínuo

Áveles de S. Oliveira Filho¹, Felipe A. M. Abdelnor¹, Larissa M. Pimentel¹, Antonio F. L. Jacob Jr.¹, Mauro M. Coutinho¹

¹Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade da Amazônia - UNAMA
66060-902 - Belém – PA – Brasil

{aveles.filho, felipe.abdelnor, lmpclarissa}@gmail.com, {jacobjr, margalho}@unama.br

Abstract. *This article discusses the implementation of a software in telemedicine's field using CoDPON (network architecture inspired by NTDs), which aims to provide basic services to the riverside towns of the Amazon region, which are technologically isolated. This application will be used as a case study of a recently implemented middleware architecture for this network model, which was structured in a way that applications created in isolated communities could send information to be accessed via Web in large cities*

Resumo. *Este artigo discute a implementação de um software na área da telemedicina utilizando redes CoDPON (arquitetura de rede inspirada em DTNs) que visa oferecer serviços básicos à cidades ribeirinhas da região amazônica, as quais são isoladas tecnologicamente. Tal aplicação será utilizada como estudo de caso de uma arquitetura middleware recentemente implementada para o modelo de rede, a qual foi estruturada de modo que as aplicações criadas nas comunidades isoladas possam enviar informações a serem acessadas nas grandes cidades via Web.*

1. Introdução

Nos países em desenvolvimento, algumas cidades geograficamente distantes dos grandes centros urbanos ficam isoladas tanto no quesito econômico quanto no tecnológico. No caso especial dos países que possuem territórios da Floresta Amazônica, o baixo nível sócio econômico e as dificuldades que os órgãos municipais e federais têm em oferecer serviços (emissão de documentos, marcação de consultas, exames médicos simples) a pequenas vilas ribeirinhas é acentuado pelo alto custo de implementação de redes convencionais.

Visando resolver o problema do isolamento tecnológico destes lugares, Coutinho (2009) propõe a criação de um modelo a um custo acessível inspirado nas Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões (*Delay and Disruption Tolerant Networks – DTN*), tendo como objeto de estudo o arquipélago do Marajó no Estado do Pará. O modelo criado, chamado CoDPON (*Continuous Displacement Plan Oriented Network*), visa atender os vilarejos isolados geograficamente utilizando barcos que fazem viagens frequentes da capital à

diversas cidades como meio de transporte dos dados, o que possibilita a conectividade da região a baixo custo.

Neste contexto, para utilização plena deste meio de comunicação e dos seus benefícios, surgiu a necessidade da criação de uma arquitetura que administrasse o diálogo entre a estrutura de rede CoDPON e as possíveis aplicações a serem desenvolvidas neste ambiente, ou seja, um *middleware* [RNP 2006], o qual foi nomeado Divisor-CoDPON e será melhor discutido no tópico 3.

A partir do desenvolvimento deste *middleware* é possível a implementação de diversas aplicações sem a necessidade de conhecer o funcionamento detalhado da rede. Estes embargos são todos de responsabilidade e tratamento do Divisor-CoDPON. Tal fato é essencial para estimular a criação de um grande leque de aplicações benéficas às populações atendidas pela rede.

Com o objetivo de avaliar o desempenho desta arquitetura e estudar o seu funcionamento, este artigo propõe a criação de uma aplicação voltada à área de telemedicina. Tal aplicação visa atender a população fornecendo serviços como segunda opinião médica, reserva de leitos, marcação de exames, entre outros. Tais recursos serão melhor discutidos no tópico 4.

2. Trabalhos Correlatos

Bernardine, Oliveira e Oliveira (2007) propõem a utilização de DTN para viabilização do "Programa Nacional de Telessaúde" a localidades de difícil instalação de infraestrutura de redes. Como meio de comunicação e transmissão de dados entre os nós do sistema são utilizados os veículos do Programa de Saúde da Família (PSF). O estudo deste modelo mostrou possível a efetuação de consultas entre comunidades distantes e a capital com um custo baixo. Tal proposta apresenta objetivos semelhantes ao CoDPON e ainda ressalta a necessidade da criação de certos aplicativos para o bem-estar destas regiões menos favorecidas, porém não apresenta detalhes de como devem ser constituídas as aplicações, isto é, como serão realizadas a nível de software as trocas de mensagens e a gerência destas.

Medeiros e Salles (2009) discutem a importância das DTNs em cenários de operações militares. Em consequência da característica topológica destes cenários, uma rede convencional não é capaz de suprir a necessidade de troca de dados entre os nós. Por isto, de face com a necessidade de envio de mensagens das bases militares aos nós fora do alcance da Rede de Computadores do Centro de Comunicações da Brigada, viu-se a necessidade de implementação de DTNs para lidar com os fatores acima mencionados.

Farahmand et Al. (2008) propõem a *Vehicular Wireless Burst Switching* (VWBS), que tem o objetivo de prover internet a baixo custo à regiões isoladas tecnologicamente ou com cenário emergencial através de veículos que fazem a comunicação entre redes conectadas à internet e transportam os dados até os *access points* das regiões.

Tais trabalhos anteriormente citados mostram que a implementação de DTNs para prover conexão a ambientes de difícil acesso ou de baixo poder econômico está tornando-se bastante difundida atualmente. Porém, em nenhum destes foi sugerida uma arquitetura que facilite a implementação de aplicações, tampouco um estudo de caso voltado a este tipo de rede. Neste artigo, propõe-se o estudo de caso de uma aplicação em telemedicina utilizando

um modelo de redes inspirado em DTNs, o qual recebeu a implementação de uma arquitetura para intermediar a comunicação entre aplicações e rede.

3. Arquitetura CoDPON

Como citado anteriormente, para que fosse possível a oferta de serviços básicos à populações tecnologicamente isoladas, foi criada uma arquitetura de rede que utiliza os barcos que viajam com uma certa frequência à região como nós móveis para comunicação entre clientes-servidor (conforme exemplificado na Figura 1). Baseado no funcionamento das DTNs, o modelo provê a possibilidade de envio de dados mesmo diante da indisponibilidade de um nó, o que é ideal no cenário em questão.

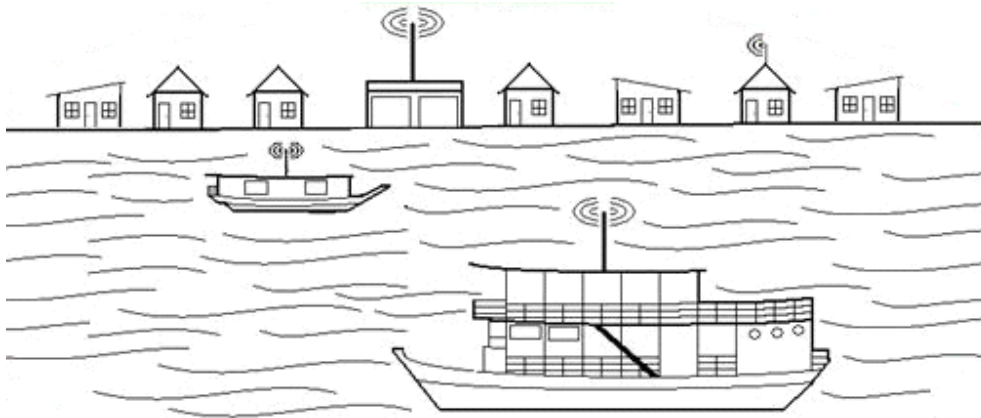


Figura 1. Infraestrutura de Comunicação CoDPON

Cada barco contém um KED (Kit Embarcado de Deslocamento) equipado com disco de armazenamento persistente, uma distribuição aplicada de um sistema operacional aberto e uma rede sem fio ajustada para comunicação em modo ad hoc, composta por rádio transmissor e antena omnidirecional [Coutinho, Santos e Matos, 2009].

A estrutura de dados utilizada na comunicação entre os nós é denominada DACT (Dados de Aplicação CoDPON em Trânsito). A Figura 2 ilustra a DACT, dividida em cabeçalho e mensagem. O cabeçalho contém IP, a origem e o destino das informações, representados por pbsOrigem e pbsDestino (o código CoDPON de identificação das bases) e o código da aplicação que está enviando os dados.

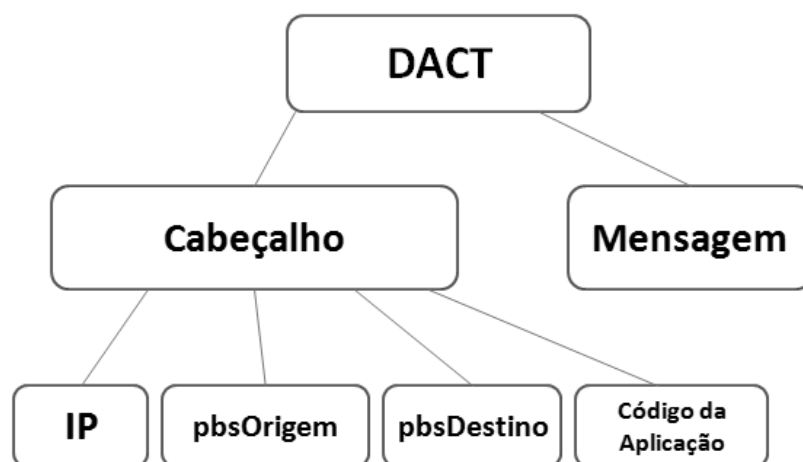


Figura 2. Esquema DACT (Fonte: Oliveira Filho et Al. 2011)

Se o nó móvel (barco) conectar-se a alguma peerBS, este recebe um pacote contendo várias DACTs e uma atualização do plano de deslocamento do nó é realizada. Tal atualização contém a rota a ser percorrida entre a origem e o destino. Se o nó adentrar a área de cobertura de outro nó, ambos irão interagir e verificar a possibilidade de agilizar a entrega dos dados no porto de destino. Esta tarefa é realizada por um sistema cliente-servidor no KED de cada barco.

Porém, com o objetivo de facilitar a criação de aplicações voltadas a esta rede, foi observada a necessidade de implementação de um middleware que pudesse atuar como intermediador entre rede e aplicações.

Para alcançar este objetivo, a arquitetura, denominada Divisor-CoDPON deve extrair as informações contidas nas DACTS, montar novas mensagens e entregá-las à aplicação de destino. Além disso, esta arquitetura deve gerenciar as mensagens de forma que não sejam enviadas repetidamente para uma aplicação e para que aplicações diferentes não recebam mensagens que não são úteis. A figura a seguir ilustra o funcionamento do Divisor-CoDPON.

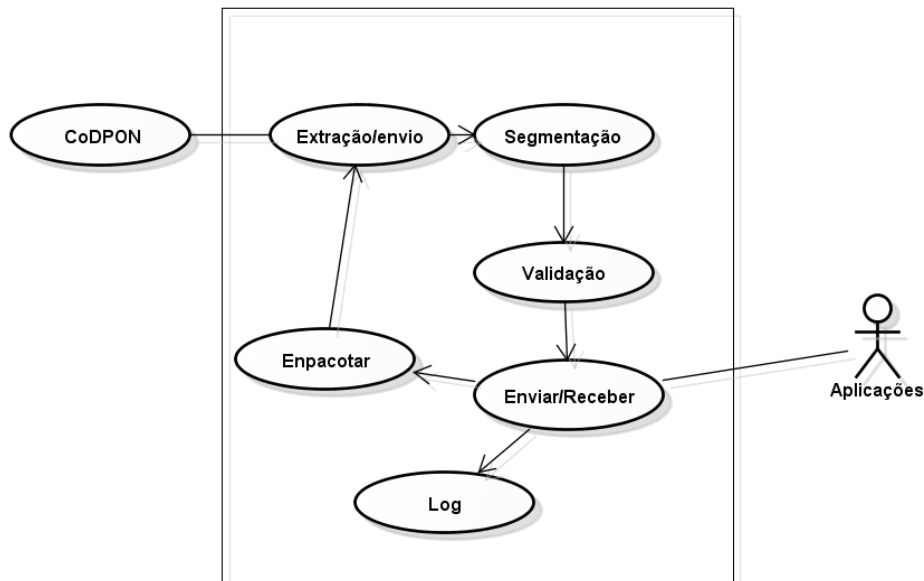


Figura 3. Diagrama de Representação da Interação CoDPON x Arquitetura x Aplicações.
(Fonte: Oliveira Filho et Al., 2011)

Como podemos observar na figura acima, o middleware é responsável pelas etapas de tratamento das mensagens recebidas da rede CoDPON, de forma a tratá-las e distribuí-las às aplicações corretas sem repetição ou entrega de mensagens incorretas. O detalhamento do funcionamento desta arquitetura pode ser visto em [Oliveira Filho et Al. 2011].

4. AMPétala - Aplicação em Telemedicina

As aplicações em telemedicina buscam uma forma de aproximar as pessoas da comunidade médica, através de um software na qual se podem marcar consultas, fazer reservas de leitos em hospitais, dentre outras funcionalidades.

A aplicação de telemedicina AM-Pétala utiliza o middleware Divisor-CoDPON para enviar e receber informação dentro da rede CoDPON. O principal objetivo da aplicação é melhorar a comunicação entre médico e paciente para que o sistema de saúde possa atender de forma mais eficaz as pequenas cidades afastadas dos grandes centros urbanos.

No caso da ilha do Marajó, a maioria das instituições de atendimento são postos de saúde com enfermarias que tratam apenas de serviços e exames básicos. Com a utilização de uma aplicação de telemedicina nessas localidades, o agente de saúde poderá solicitar consultas com qualquer médico especificando sua especialidade, ou mesmo solicitar o retorno de uma consulta. A Figura 4 mostra um exemplo da apresentação de informações que trafegaram na rede CoDPON das regiões isoladas para a capital (como exposto na Figura 4).

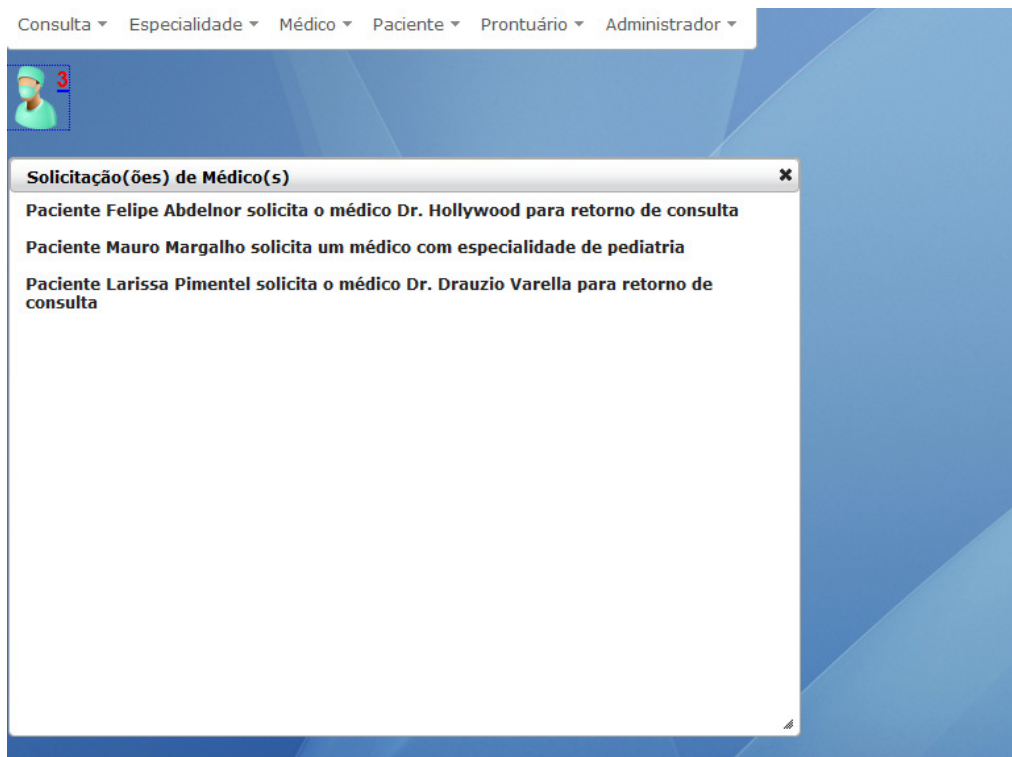


Figura 4. Exemplo de mensagens recebidas.

Para que se esse sistema seja eficaz no atendimento é necessário manter um histórico completo dos dados de cada paciente, como nome, CPF, sexo, data de nascimento, localidade, etc. O prontuário médico é um documento formal onde devem ser armazenadas todas as atividades ao longo das atividades do paciente (exemplo de prontuário na figura 4).

Adicionar Prontuario [X]

Nome do Paciente :

CPF do Paciente : **Nome da Mãe :**

Endereço : **Município :**

UF : **Cep :**

Data de Nascimento : **Sexo :**

Sintomas :

Figura 5. Formulário de Prontuário

O sistema armazenará os prontuários dos pacientes guardando informações como lista de sintomas, medicamentos utilizados e etc. Essas informações serão utilizadas por uma junta de médicos nas grandes cidades.

O sistema utiliza-se do Middleware criado para levar/trazer informações para as partes, fazendo autenticação, solicitação, confirmação, etc.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

A estruturação da Divisor-CoDPON, da maneira como foi proposto, viabiliza tanto a utilização e encaminhamento das mensagens para diversas aplicações como, também, a implementação destas aplicações para qualquer plataforma ou linguagem. Isto possibilita a criação de um grande leque de aplicações para o ambiente da rede CoDPON.

Os testes realizados em laboratório tanto das características de rede quanto da aplicação comprovam a validade e viabilidade da utilização desse tipo de tecnologia para prover acesso a serviços básicos a regiões isoladas tecnologicamente.

Dentre as possibilidades de trabalhos futuros, pretende-se realizar testes reais com a aplicação proposta com informações sendo enviadas de um ponto de atendimento da Ilha do Marajó para análise por um médico especialista na capital.

Referências

- Bernardine, M., Oliveira, A. M. B. and Oliveira, L. R. (2007) "Implantação do Projeto Nacional de Telessaúde Utilizando Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões". In: IV Congresso do Conselho Brasileiro de Telemedicina e Saúde, Fortaleza.
- Oliveira, C. et al. (2007) "Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões". In: SBRC – Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Belém.
- Coutinho et al. (2011) "Work in Progress: A new proposal of data mule network focused on Amazon riverine population". In: ExtremeCom, Manaus.
- Coutinho, M. M., Santos, I. M. dos and Matos, M. (2009) "Desenvolvimento de um Simulador para Redes Orientadas a Plano de Deslocamento Contínuo (CoDPON-SIM)". Revista Traços (UNAMA), v. 11, p. 83-92.
- Fahramand, F., Patel, N. A., Jue, P. J., Soares, G. V. and Rodrigues J. J. (2008) "Vehicular Wireless Burst Switching Network: Enhancing Rural Connectivity". In: GLOBECOM Workshops, 2008 IEEE, New Orleans, LO, USA.
- Medeiros, B. V. M., Salles, M. R., (2009) "Emprego de Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões em Sistemas de Comunicações Militares". In: Monografias em Sistemas e Computação n° 01/2009, IME, Rio de Janeiro, Brazil.
- Oliveira Filho, S. A., Abdelnor, M. A. F., Pimentel, M. L., Jacob Jr, L. F. A., Coutinho, M. M., (2011) "Divisor-CoDPON: Arquitetura de Software para um Ambiente de Redes Orientadas a Plano de Deslocamento Contínuo como forma de Comunicação entre Comunidades Remotas e Grandes Centros Urbanos". In: ENACOMP, Catalão-GO, Brazil.