

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

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.** As a result of poor communication with the rural villages on the edge of technological inclusion programs, projects based on Delay Tolerant Networking and Disconnections have been proposed. This article is part of a project called CoDPON (Continuous Displacement Plan Oriented Network) that performs data transmission using boats that often travel in the region of Marajó (Pará-Brazil). However, it's necessary to implement a middleware to enable the creation of applications that use this network. This article proposes an middleware architecture, called Divisor-CoDPON which will extract the information encapsulated in messages that travel on CoDPON's network and make it accessible for any application.*

***Resumo.** Em consequência da dificuldade de comunicação com os vilarejos rurais à margem de programas de inclusão tecnológica, projetos baseados em Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões têm sido propostos. Este artigo é parte de um projeto denominado CoDPON (Continuous Displacement Plan Oriented Network) que realiza transmissão de dados por meio de barcos que frequentemente realizam viagens na região do Marajó (Pará, Brasil). Todavia, é necessária à implementação de uma estrutura que viabilize a criação de aplicações que utilizem esta rede. Neste cenário, este artigo propõe uma arquitetura de software, denominada Divisor-CoDPON, a qual extrairá as informações encapsuladas nas mensagens que trafegam na rede CoDPON e disponibilizará em um formato acessível a qualquer aplicação.*

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 (e.g. emissão de documentos, marcação de consultas, dentre outros) a pequenas vilas ribeirinhas são acentuados, uma vez que a implantação de uma infraestrutura de comunicação possui um custo muito elevado e essas regiões apresentam um baixo apelo político, ocasionado pela baixa renda e densidade populacional.

Visando resolver o problema do isolamento tecnológico desses 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, denominado de CoDPON (*Continuous Displacement Plan Oriented Network*), visa atender os vilarejos isolados geograficamente por meio da utilização de barcos que fazem viagens frequentes da capital à diversas cidades como meio de transporte dos dados, possibilitando a conectividade dessas regiões a baixo custo.

Neste contexto, para utilização plena deste meio de comunicação e dos seus benefícios, surge a necessidade de criação de uma arquitetura que administre o diálogo entre a estrutura de rede CoDPON e as possíveis aplicações que a utilizarão. Objetivando atender esta necessidade, este artigo propõe a arquitetura de software, denominada Divisor-CoDPON, como forma de gerenciamento da comunicação das aplicações tanto do lado das regiões isoladas quanto dos grandes centros urbanos.

Primeiramente, são apresentados os trabalhos correlatos a este projeto. Em seguida, são destacadas algumas informações sobre o funcionamento do modelo CoDPON. Na seção 4, é detalhada a arquitetura proposta nesse trabalho, sendo por fim apresentadas as propostas de trabalhos futuros.

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.

Outra proposta na mesma linha é a KioskNet [Guo et al. 2006]. O motivador para implementação deste projeto foi a constante falha do serviço de internet, devido ao precário fornecimento de energia ou problemas de conexão. Como forma de resolução foi adotado o modelo de rede, o qual fazia uso de ônibus como mulas de dados para interligar gateways de internet a quiosques rurais, a fim de prover serviços à população como consultas médicas, certificados, documentos, dentre outros.

Outro projeto de destaque é o Wizzy Digital Courier [Rabagliati 2004], o qual atende seis escolas públicas na África do Sul. Algumas escolas de regiões próximas contam com conexão com a Internet somente durante a noite por conta da conexão discada ter um valor fixo de conexão neste período. Neste caso, qualquer solicitação feita durante o dia é arquivada, o download é realizado a noite e, na manhã seguinte, as respostas estão disponíveis no servidor local da escola. No caso das escolas que não possuem conexão discada, a solução adotada foi arquivar todas as solicitações e utilizar um pen drive para transportá-las por bicicleta às escolas anteriormente citadas.

Tanto o KioskNet quanto o Wizzy Digital Courier apresentam modelos de comunicação que buscam prover o acesso a internet. O trabalho que está sendo proposto

neste artigo tem como objetivo apresentar uma arquitetura que possa ser utilizada para diversos fins, inclusive a internet.

3. Modelo CoDPON

De face com a dificuldade de comunicação em redes de dados com alguns vilarejos que ficam à margem dos projetos de implementação tecnológica do governo, Coutinho, Santos e Matos (2009) propuseram a criação de um modelo de rede tolerante a atrasos inspirada em características das DTNs.

Dentre as características que incentivaram a utilização de DTN pode-se destacar a possibilidade de envio de dados mesmo diante da indisponibilidade temporária do nó destino e uso das formas de contato previsível e oportunista.

Utilizando como cenário o arquipélago do Marajó (Pará, Brasil), a proposta foi de equipar alguns dos barcos que realizam viagens constantes para essa região com um módulo básico de transmissão de dados chamado KED (Kit Embarcado de Deslocamento). Basicamente, um KED contém um microcomputador com disco de estado sólido SSD para garantir o armazenamento persistente e maior robustez, 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, conforme Figura 1. Com exceção da antena, o KED é acomodado em uma caixa hermética que o protege das variações climáticas comuns na região amazônica [Coutinho, Santos e Matos, 2009].

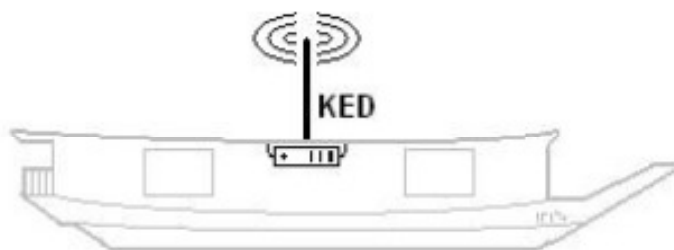


Figura 1. Kit Embarcado de Deslocamento. Fonte: [Coutinho, Santos e Matos, 2009]

Sempre que houver um nó ancorado em um porto específico, será estabelecida uma conexão com a base desse porto, chamada peerBS (*peer Base Station*), para transmissão e recebimento das mensagens.

Toda região de uma rede CoDPON possui um peerBS de referência chamado peerBSMatriz. No cenário apresentado na figura 2, o peerBSMatriz é Belém. A partir dele é mantida uma tabela com a distância relativa (em saltos ou quilômetros) em relação aos demais peerBS da rede. Isso é importante uma vez que alguns peerBS podem ter infraestrutura de comunicação que encurte o caminho.



Figura 2. Arquipélago do Marajó. Fonte: [Coutinho, Santos e Matos, 2009]

A estrutura de dados utilizada na comunicação entre os nós é denominada DACT (Dados de Aplicação CoDPON em Trânsito). Conforme mostra a Figura 3, a DACT é dividida em cabeçalho e mensagem. O cabeçalho contém informações como o 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 o pacote.

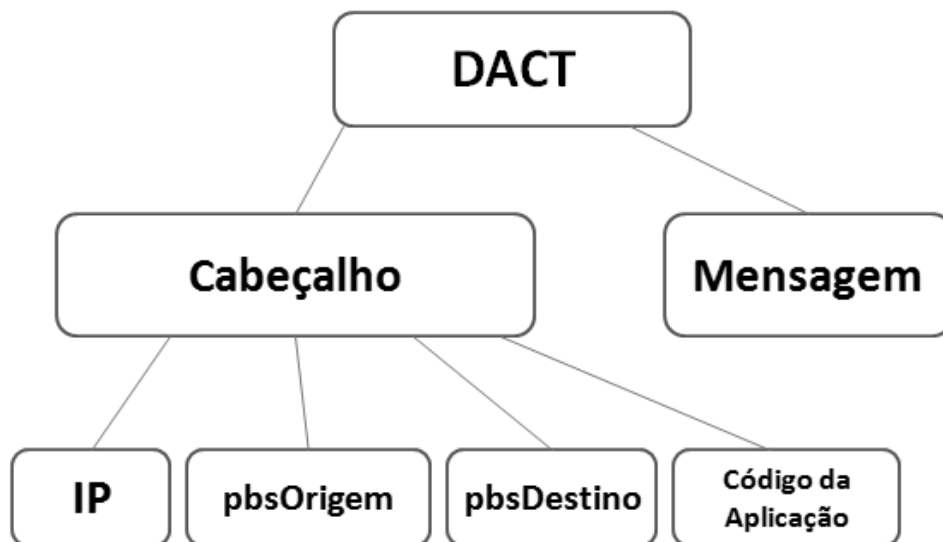


Figura 3. Esquema da DACT.

Ao conectar com a peerBS, o nó recebe um pacote contendo várias DACTs e realiza uma atualização do plano de deslocamento do nó, o qual contém a rota a ser percorrida entre a origem e o destino.

Conforme exemplificado na Figura 4, caso um nó esteja navegando dentro da área de cobertura de outro nó, ambos irão interagir para verificar a possibilidade de agilizar a entrega dos dados no porto de destino de cada aplicação. Isto é realizado por meio de um sistema cliente-servidor operando no KED acoplado no interior dos nós.

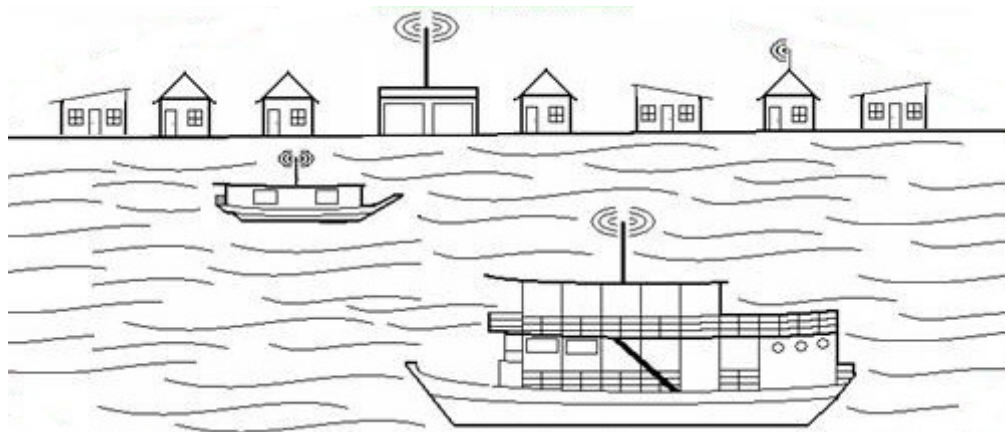


Figura 4. Infraestrutura de comunicação. Adaptado de [Coutinho, Santos e Matos, 2009]

Através deste modelo de rede, é possível conectar regiões distantes por meio das malhas hidro fluviais, fazendo uso dos barcos, facilitando a implantação de aplicações que auxiliem a comunicação entre estas regiões e os grandes centros. Maiores detalhes sobre os testes realizados nessa rede podem ser encontrados em [Coutinho et al. 2011].

Apesar deste grande avanço, é necessária uma arquitetura intermediária que gerencie as mensagens encapsuladas nas DACTs e direcione as diversas aplicações que utilizem essa modelo de rede. Tal arquitetura é apresentada a seguir.

4. Arquitetura Divisor-CoDPON

Com o objetivo de permitir o atendimento de diversas aplicações simultaneamente através da estrutura de comunicação do modelo CoDPON e visando a escalabilidade deste sistema, torna-se necessária a criação de uma arquitetura que intermedeie esta comunicação (aplicações e CoDPON), isto é, um Middleware [RNP 2006].

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 lhe são úteis.

Visando atender todas estas características, a arquitetura Divisor-CoDPON foi criada. A Figura 5 apresenta o diagrama UML da arquitetura e as tarefas executadas até o Envio/Recebimento para cada aplicação. Primeiramente, a arquitetura recebe como entrada pacotes contendo múltiplas DACTs da rede CoDPON. Estes pacotes são recebidos pelo módulo de Extração/Envio, cuja responsabilidade é extrair as DACTs e enviá-las ao módulo de Segmentação, o qual fará a divisão de acordo com a aplicação.

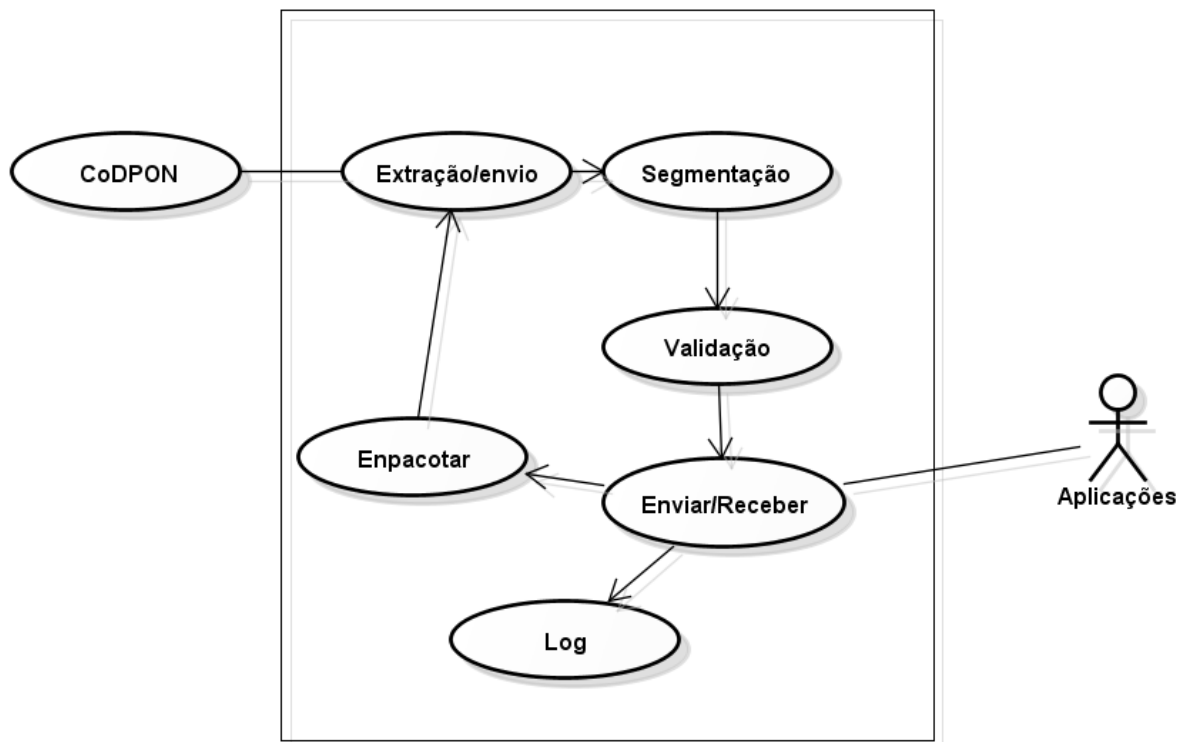


Figura 5. Diagrama de Representação da Interação CoDPON x Arquitetura x Aplicações.

Para que a operação de Segmentação seja realizada é necessária a criação de uma base de dados que contenha informações de todas as aplicações cadastradas no Divisor-CoDPON, tais como: nome, código único, ip, diretório de armazenamento de arquivos. A Figura 6 apresenta maiores detalhes dessa base de dados.

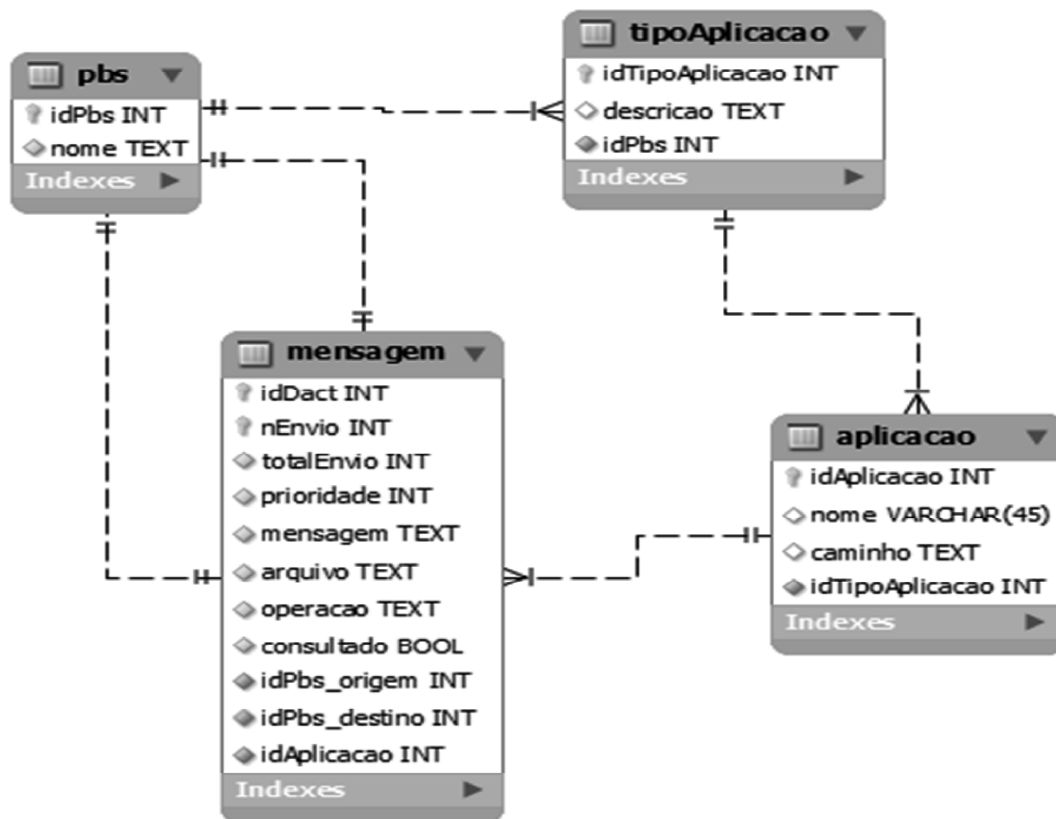


Figura 6. Diagrama de Representação da base de dados do Divisor-CoDPON.

Após a identificação por meio do código único da aplicação, é feito um agrupamento das DACTs em pacotes (formatados em um arquivo .XML), os quais são direcionados para o módulo de Validação.

Por sua vez, este módulo verifica, por meio de consultas a base de dados (log), se uma mensagem é repetida, isto é, se já foi recebida e enviada à aplicação de destino. Em caso positivo, a mensagem é imediatamente descartada.

Ao final da Validação, os pacotes criados são encaminhados para o módulo de Envio/Recebimento. Este módulo identifica o caminho para cada mensagem (ip, diretório) e, a partir destas informações, efetua o Envio dos pacotes montados à aplicação. Ao receber uma indicação que os pacotes foram recebidos com sucesso, as mensagens enviadas são armazenadas no log.

No caso do fluxo contrário, isto é, quando uma aplicação envia informações de volta para a rede CoDPON, a arquitetura deve padronizar as mensagens para o encaminhamento na rede. Para que isto ocorra, em primeira instância, as mensagens são tratadas pelo módulo de Envio/Recebimento, que as direciona para o módulo Empacotador e registra o seu recebimento no log.

Por fim, o Empacotador encapsula as mensagens de acordo com a estrutura de uma DACT e encaminha para o módulo de Extração/Envio para que seja efetuado o direcionamento das DACTs através da rede CODPON.

5. Trabalhos Futuros

A estruturação da Divisor-CoDPON da maneira como foi proposta 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.

Dentre as possibilidades de aplicações a serem utilizadas, pretende-se realizar o desenvolvimento de uma aplicação voltada a área da telemedicina que auxilie o tratamento de pacientes à distância e disponibilize serviços como emissão de relatórios para segunda opinião médica, marcação de consultas, exames e solicitação de leitos sem que o paciente tenha que enfrentar as dificuldades de locomoção para resolver os embargos burocráticos destas atividades.

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.
- Boulangier, B. et al. (2001) "Telemedicine: A Solution to the Followup of Rural Trauma Patients?" *Journal of the American College of Surgeons*, v. 192, n. 4.
- 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.
- Guo, F. et al. (2006) "Very Low-Cost Internet Access Using KioskNet" *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, v. 37, n. 5, p. 95-100.
- Oliveira, C. et al. (2007) "Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões". In: SBRC – Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, Belém.
- Rabagliati, A. (2004) "Wizzy Digital Courier: The Big Issue", <http://wizzy.org.za/article/articleview/18/1/3>, April.
- RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa. (2006) "O que é middleware", <http://www.rnp.br/noticias/2006/not-060926.html>, September.