

O uso da Rede MESH em apoio as Operações Militares do Batalhão de Infantaria de Força de Paz no Haiti: uma experiência

Sylvio Andre Diogo Silva - Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA, Vladimir Geraseev Júnior– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Francisco A. Garcia – Universidade Bandeirante de São Paulo e Edgar T. Yano – Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA.

Resumo — A Missão para Estabilização do Haiti (MINUSTAH) tem a finalidade de restabelecer a ordem no Haiti e a manutenção de um ambiente seguro e estável. O Contingente Brasileiro presente naquele país vem contribuindo, desde 2004, para a manutenção dos objetivos da missão naquele país. Para o bom andamento das operações faz-se necessário o apoio de diversos segmentos, dentre eles o apoio de comunicações e informática. O uso de novas tecnologias tem contribuído para um melhor desempenho do contingente, da qual podemos destacar o uso da rede MESH para interligação das bases e pontos fortes do Batalhão de Infantaria de Força de Paz na capital Porto Príncipe.

Palavras-chaves — Rede MESH, rede de acesso, rede de transporte, Batalhão de Infantaria de Força de Paz.

I. INTRODUÇÃO

Segundo a Resolução 1542 do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU), a contar do dia 1º de junho de 2004, foi criada a Missão para Estabilização do Haiti (MINUSTAH) com a finalidade de restabelecer a ordem no Haiti, e a manutenção de um ambiente seguro e estável. Desde então o Brasil, por intermédio do Contingente Brasileiro, vem realizando a sua missão em Porto Príncipe, capital do Haiti, corroborando para a manutenção dos objetivos da missão naquele país [1].

Para a realização das operações militares faz-se necessário o apoio vários segmentos operacionais e logísticos, dentre eles o dos meios de comunicações e informática, que possibilitam a execução, a coordenação e o acompanhamento das operações, e principalmente, o Comando e Controle por parte do Comando do Batalhão. Assim, o sistema pode oferecer ao comandante informações oportunas, possibilitando sua intervenção imediata nas ações em curso.

O uso de novas tecnologias vem contribuindo para um melhor desempenho das funções, dentre elas, o uso de tecnologias avançadas de comunicações e informática. O objetivo do artigo é descrever a experiência realizada, de modo experimental, do uso da rede MESH ou redes em malha, para possibilitar uma série de inovações e possibilidades para o apoio as tropas em operações.

O capítulo II do artigo descreve o conceito de redes MESH, explicando os fundamentos, hardware, software e serviços disponibilizados. O capítulo III mostra a importância da logística e dos suprimentos para o bom funcionamento do

sistema. O capítulo IV aborda a análise de risco do sistema da rede MESH instalada no Haiti e a importância das medidas relacionadas à segurança da informação que devem ser previstas para o sistema. No capítulo V é realizada uma conclusão sobre a experiência da instalação da rede MESH no Batalhão de Infantaria de Força de Paz no Haiti e são propostos temas para estudos futuros.

II. REDES MESH

Redes mesh, também especificadas como rede em malha sem fio, são redes com topologia dinâmica, variável e de crescimento orgânico. Compõe-se de nós de comunicação, cuja ligação no nível físico, é realizada por intermédio de variantes dos padrões IEEE 802.11 e 802.16, e cujo roteamento é dinâmico. Essas redes possuem um histórico a partir das redes móveis ad-hoc (Mobile Ad-hoc NETWORKs, ou MANETs) e é uma alternativa de protocolo ao padrão 802.11 para diretrizes de tráfego de dados e voz além das redes a cabo ou infra-estrutura wireless. [3]

As redes *mesh* invertem o paradigma de usar uma rede cabeada para a espinha dorsal (*backbone*) da rede. O *backbone* de uma rede *mesh* é sem fio, como pode ser observado pelos roteadores da Fig 1 e o acesso dos nós clientes pode ser com ou sem fio. Como os nós do *backbone* deste tipo de rede têm localização fixa, estes podem facilmente ser alimentados, não possuindo, desta forma, limitação de energia, eliminando muitas das restrições das redes *ad-hoc* [4].

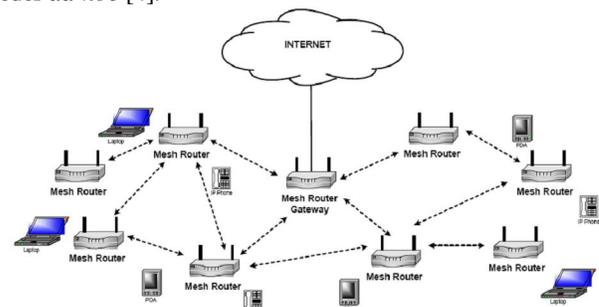


Fig 1 – Esquema de uma Rede MESH

A. Hardware utilizado

Uma rede Mesh é composta de vários nós/roteadores, que compõem os pontos de acessos e que passam a se comportar

como uma única e grande rede, possibilitando que o cliente se conecte em qualquer um dos nós que compõem a rede. Os nós fazem a função de repetidores e cada nó está conectado a um ou mais dos outros nós. Desta maneira é possível transmitir mensagens de um nó a outro por diferentes caminhos, garantindo uma maior confiabilidade do sistema. Já existem redes com cerca de 30.000 nós operando (San Francisco, CA). Redes do tipo mesh possuem a vantagem de serem redes de baixo custo, fácil implantação e bastante tolerantes a falhas [3].

Os rádios MESH são simples de serem configurados e instalados. Necessitam de uma estrutura local de energia e torre para que possam funcionar de forma adequada. Um rádio MESH é composto internamente de outros dois rádios, sendo um que opera na faixa de frequência de 5,8 GHz e que constitui a rede de transporte. O outro opera na faixa de 2,4 GHz e compõe a rede de acesso local. O rádio MESH utilizado na experiência do Batalhão e que pode ser visualizado na fig 2, é um componente da marca PLANET, porém existem diversos produtos disponíveis no mercado para compra.

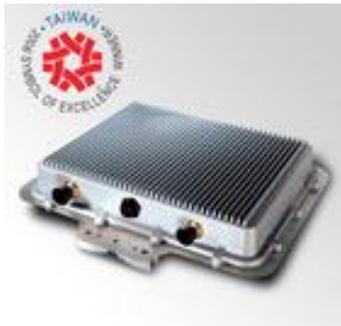


Fig 2: Equipamento Rádio MESH da Planet
(http://www.planet.com.tw/en/product/product_ov.php?id=5774)

Além do equipamento rádio, outro componente importante é a antena que deve ser corretamente instalada para utilização da rede na amplitude de sua capacidade. Existem no mercado diversos tipos de antenas que podem ser utilizadas, sendo classificadas basicamente em direcionais, setoriais, omnidirecionais e de painel. A fig 3, infracitada, mostra o tipo de setorial utilizado no Batalhão de Infantaria de Força de Paz possibilitando a ligação entre as bases que compõem a unidade e que são separadas fisicamente por distâncias que chegam até 16 Km.



Fig 3: Antena Setorial de 5.8 GHz para Radio MESH

B. Software utilizados

Os equipamentos rádios MESH normalmente possuem um software do fabricante que controla o funcionamento do rádio

específico e do sistema MESH como um todo. O segredo do sistema está no protocolo de roteamento, que faz a varredura das diversas possibilidades de rotas de fluxo de dados, baseada numa tabela dinâmica, onde o equipamento seleciona qual a rota mais eficiente a seguir para chegar ao seu objetivo, levando em conta rota mais rápida, com menos perda de pacotes, ou acesso mais rápido à internet, além de outros. Esta varredura é feita diversas vezes por segundo, sendo transparente ao usuário, por exemplo, quando o nó que estava sendo utilizado para de funcionar o sistema se rearranja automaticamente [4].

Outra característica importante das redes mesh é o roaming, característica das redes que permitem ao usuário o trânsito entre nós da rede sem perder a conexão no momento da troca. A consequência prática é a mobilidade geográfica que o sistema permite. Outro ponto interessante é que apenas 1 ou mais destes nós precisam estar conectados à internet. Os outros apenas precisam de alimentação de energia. O sistema sempre saberá quais saltos serão necessários para que a requisição de um cliente em qualquer ponto da rede, chegue da forma mais eficiente possível à Internet [5].

C. Serviços que podem ser oferecidos

A rede MESH caracteriza-se principalmente por permitir a ligação entre locais distintos sem a utilização de meios físicos como cabos, e ainda, pode ser comparado como um duto que permite a ligação entre estes locais. Tendo em vista a necessidade de serviços específicos para apoiar o Batalhão em sua função operacional e por intermédio da Rede MESH foi possível implementar, testar e avaliar o emprego de diversas tecnologias e funcionalidades das quais podemos citar:

1) Acesso a Internet

Por intermédio da rede de acesso dos nós os usuários cobertos pelo sinal Wi fi podiam acessar a rede para os diversos fins, tanto particulares como de serviços. No caso de se disponibilizar Internet na rede MESH os usuários conectados podiam acessar o serviço, utilizando computadores que possuíam placas Wi Fi, porém, com acesso autorizado e com o uso de senha para conexão. Este recurso foi amplamente utilizado pelos militares que possuíam notebooks particulares para comunicação com a família. O serviço ocorre pela disponibilização de um link de Internet contratado e disponibilizado na rede MESH pelo Gateway do sistema.

2) O emprego de Sistemas Corporativos e de Comando e Controle

Tendo em vista o desdobramento das bases utilizadas pelas tropas brasileiras no Haiti, fazia-se necessário um meio de comunicação digital, que permitisse ao Comandante exercer o Comando e Controle das subunidades de forma eficaz. Tal necessidade não era possível de ser realizada tendo em vista a situação do país e a falta de infra-estrutura de apoio existente na cidade para contratar este tipo de serviço. Por intermédio da rede MESH tal dificuldade foi superada com a implantação de um nó MESH em cada base, com o gateway da rede na base principal. A interligação ocorreu por intermédio de rádios MESH, como o exemplo da Fig 2, e

com o uso de pontos de repetição instalados em torres da ONU desdobrados na capital do Haiti.

3) Telefonia Móvel VoIP e Telefonia VoIP

O uso da telefonia Voz sobre IP, também chamado VoIP, telefonia IP, telefonia pela Internet, telefonia em banda larga e voz sobre banda larga também é um serviço que pode ser disponibilizado na rede MESH, para proporcionar a ligação entre os elementos das bases com um sistema próprio de VoIP. Este tipo de ligação caracteriza-se pelo roteamento da conversação humana usando a Internet ou qualquer uma rede de computadores baseada no Protocolo de Internet, como no caso do Batalhão, tornando a transmissão de voz mais um dos serviços suportados pela rede MESH [6].

Este tipo de comunicação usado no Batalhão possibilita uma redução de custo devido ao uso da rede que pode transportar dados e voz sem custo adicional. As chamadas telefônicas podem ser realizadas de VoIP para VoIP, ou mesmo de VoIP para central telefônica do Batalhão, por intermédio da ligação do Servidor de VoIP com a central telefônica [6]. Entretanto, apesar de amplamente utilizado através de computadores, o VoIP pode ser utilizado através de adaptadores para telefones analógicos ou *gateways* VoIP, também conhecidos como ATA, conforme se vê na fig 5, que são aparelhos que podem ser conectados diretamente na rede MESH e a um aparelho telefônico comum ou a um PABX em posições de troncos ou ramais. Eles fornecem a interligação entre as redes IP e fixas. O procedimento consiste em digitalizar a voz em pacotes de dados para que trafegue pela rede IP e a converção em voz novamente em seu destino [6].



Fig 4: Modelo de ATA HandyTone 486
(http://pt.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP)

A Dificuldade encontrada na utilização do serviço é que o servidor VoIP não fornece um mecanismo para assegurar que os pacotes de dados sejam entregues em ordem sequencial, ou ainda que forneça garantias de qualidade de serviço.

E ainda, as implementações VoIP sofrem com o problema de latência e *jitter* (variações de atraso). Outro desafio para o roteamento de tráfego VoIP são os *firewalls* e os tradutores de endereço. Enfim, os principais desafios técnicos do VoIP são latência, perda de pacotes, eco, *jitter* e segurança. A principal causa de perda de pacotes é o congestionamento, que pode ser controlado por gerenciadores de congestionamento de rede. Causas comuns de eco incluem inconsistências de impedância em circuitos analógicos [6].

A Telefonia móvel VoIP destaca-se por permitir a mobilidade e a comunicação entre os militares do Batalhão de forma eficiente a baixo custo. Foi utilizada no Batalhão de forma experimental, por intermédio de equipamentos adquiridos, semelhante ao da fig 5. Os telefones móveis constituem uma tecnologia de grande uso no mercado, e com preços competitivos para compra inclusive de uso particular. O uso

foi possível em locais cobertos pela rede de acesso dos equipamentos MESH instalados nas bases do Batalhão [6].

A maioria das soluções VoIP ainda não suportam criptografia, o que resulta na possibilidade de se ouvir chamadas alheias ou alterar seu conteúdo, ou seja, a segurança através de criptografia e autenticação ainda não está amplamente disponível para implementação [6].



Fig 5: Modelo de Telefone móvel VoIP-WiFi da BroadVoice
(<http://www.voipdepot.co.uk/utstarcom-f3000-discontinued-p29888.html>)

4) Uso de Câmeras IP

O uso de câmeras IP possibilitou a observação de pontos estratégicos por intermédio da Rede MESH. Os equipamentos são encontrados facilmente no mercado atual e possibilitam a mobilidade por existirem com uso de tecnologia Wi fi, e ainda, por serem de pequena dimensão, como se pode observar na fig 6. Visto que o material atende em excelentes condições o serviço disponibilizado, a concepção futura é colocar uma câmera acoplada ao equipamento de um combatente de modo que seja possível visualizar, por exemplo, o desenrolar de uma operação de patrulha.



Fig. 6: Modelo de Câmera Wifi
(http://www.kodobr.com.br/sis/lancamentos_list.asp)

5) Automatic Vehicle Location (AVL)

A sigla AVL que significa Automatic Vehicle Location, ou seja, Localização Automática de Veículos define sistemas onde a tecnologia GPS é utilizada para o monitoramento de veículos. O sistema consiste basicamente de uma central de controle, um link de comunicação entre esta central e as unidades móveis e os veículos propriamente ditos, equipados com um hardware específico para este fim. O link de comunicação, neste caso, é da rede MESH nos locais cobertos pelas antenas da rede de acesso.

É um sistema de rastreamento, em tempo real, que permite aplicações de segurança, com controle e atendimento de alarmes e emergências, além de aplicações de logística, com definição de rotas e tempos, correção de percursos e definição de áreas com permissão, entre outros. É uma ferramenta indispensável para o gerenciamento da operação em tempo real, com informações precisas e invioláveis. Os equipamentos instalados em viaturas podem possibilitar o controle e acompanhamento à situação de viaturas e unidades de combate em locais de alta periculosidade ou em uma situação de emergência [7].

Os equipamentos embarcados AVL em conjunto com o software para operação e gerenciamento de frotas, provêm inúmeros recursos para várias aplicações tais como: rastreamento e segurança veicular, logística aplicada no gerenciamento de frotas, melhoria operacional no sistema de transporte e monitoramento do transporte rodoviário.

O sistema de rastreamento de veículos utilizado foi o da empresa NASTEK, localizada em Mato Grosso do Sul e que funciona através da recepção de sinais provenientes de transmissão rádio do Sistema de Posicionamento Global - GPS e dos transceptores de rádio da central, onde os sinais são interpretados e a posição do veículo é mostrada em mapas digitais.

A aplicação é plenamente possível para emprego na força de paz do Haiti, a fim de permitir o acompanhamento e a localização dos veículos patrulha em tempo real. E ainda, no caso de um eventual apoio, permitir a rápida localização e a melhor decisão para apoio a tropa em perigo real.

III. LOGÍSTICA E SUPRIMENTO

Os equipamentos utilizados no ambiente operacional do Haiti foram adquiridos no comércio e normalmente não são militarizados. Tendo em vista o clima equatorial, quente e úmido, houve um grande desgaste de componentes, tipo borrachas, cabos e conectores. Com isso a necessidade de manutenção dos equipamentos, de forma preventiva e por vezes corretiva, foi constante para o bom funcionamento da rede.

O gasto com a compra de equipamentos reservas e com conectores e cabos reservas é expressiva tendo em vista o desgaste do material com as variações de temperatura e a exposição ao tempo dos equipamentos. Cabe ressaltar que os equipamentos para a manutenção e os equipamentos reservas foram adquiridos no comércio da cidade de Miami nos Estados Unidos. A compra do material foi caracterizada pela burocracia e em constantes pedidos de autorização para o governo do país no momento de adquirir o material. Os equipamentos foram transportados para o Haiti via aérea, sendo retirado por intermédio de autorização do governo do Haiti com isenção de taxas alfandegárias.

O pessoal especializado para manutenção da rede MESH é um fator de fundamental importância para o bom funcionamento da rede. Os mesmos devem ser dotados de conhecimentos de redes de computadores, redes Wi Fi e com habilitação para o manuseio dos equipamentos utilizados no sistema. É importante o treinamento do pessoal antes de se deslocar para o local de operação no Haiti.

IV. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO

Por ser tratar de um ambiente operacional localizado em outro país, a segurança da informação do sistema MESH cresce de importância por motivos óbvios. A necessidade de se proteger de diversas ameaças inerentes a situação atual do país, das quais podemos citar: hackers e espíões, que podem ser militares de outros países alocados em bases ao lado da base do Batalhão, especialistas de embaixadas no Haiti e civis haitianos que prestam serviços para o Batalhão; o público interno, que podem ser militares do Batalhão insatisfeitos, desonestos, despreparados ou sob pressão, bem como, militares corrompidos por empresas de jornalismo e comunicação brasileira e até mesmo estrangeiras são

algumas; no caso particular do Haiti, podemos registrar, ainda, outras ameaças de vulto existentes no país como, por exemplo, os desastres naturais oriundos de furacões que são comuns naquela região, conforme se vê na fig. 7, a aproximação de um furacão de categoria três que passou no Haiti em outubro de 2008.



Fig. 7: Aproximação de um furacão categoria três em Porto Príncipe (Haiti em outubro de 2008)

A análise de risco de um sistema MESH envolve várias vulnerabilidades que são comuns as redes Wi fi, como por exemplo, o acesso não autorizado às senhas, chaves ou recursos administrativos, a segurança física dos equipamentos e das antenas deficiente, o sistema conectado a Internet, alimentação elétrica dos equipamentos, pessoal especializado para manutenção, a fragilidade da criptografia WEP dos rádios MESH, dentre outras vulnerabilidades.

Em conseqüência, o sistema da rede MESH deve contemplar a existência de controles para mitigar o efeito das ameaças e evitar a concretização de algumas dessas ameaças. De acordo com a classe dos controles, previsto na metodologia NIST na publicação especial 800-30 "Risk Management Guide for Information Technology Systems", pode-se verificar que o sistema de TI do Batalhão, particularmente da Rede MESH necessita de ações nas três classes de mitigações existentes: gerencial, técnico e operacional. O foco da classe de controles gerenciais para o Batalhão concentra-se na gestão de segurança e a gestão de riscos do sistema. Os controles operacionais focam em mecanismos primariamente implementados e executados por pessoas. Os controles técnicos que devem ser usados no Batalhão se focam nos controles de segurança que o Sistema de Informação executa. No caso do sistema MESH do Batalhão ser ameaçado por um hacker ou um espião, por exemplo, alguns controles são fundamentais para proteção do sistema. Dentre os controles gerenciais podemos citar: o desenvolvimento de um plano geral de segurança, o controle de acesso a mídias de dados e descarte, a previsão de uso de equipamentos reservas e o investimento em melhoria das instalações.

Para o caso citado, os controles operacionais devem prever a conscientização e treinamento técnico das regras de comportamento e responsabilidade, a manutenção de planos de segurança, segurança das instalações e equipamentos com alarmes e circuito interno de TV, e ainda, realizar backups regularmente, uso de meios de comunicações duplicados, dentre outros.

Os controles técnicos podem prover: a proteção automatizada para acesso não autorizado ou utilização indevida, a facilidade de detecção de violações de segurança, e

sustentação de exigências de segurança para aplicativos e dados.

No caso de uma ameaça oriunda de um desastre natural, sendo um evento comum na área do Haiti, por exemplo, alguns controles operacionais destacam-se sendo de fundamental importância para proteção do sistema: o uso de No-breaks e estabilizadores, instalação de sistemas de aterramento, uso de pára-raios nas instalações e uma equipe de suporte pronta para atuar, dentre outros controles.

V. CONCLUSÃO

Apesar de, ainda instalada de modo incipiente, mesmo nesta condição as possibilidades que a rede MESH pode proporcionar se mostram altamente promissoras e digna de investimentos. A implementação da rede em sua plenitude permitirá ao Batalhão realizar operações para manutenção da Paz no Haiti em melhores condições dos que as atualmente existentes no Batalhão, e ainda, apoiar o Comandante nos seguintes aspectos:

- 1) Os recursos adequados, oportunos, confiáveis e seguros para a ação de tomada de decisão;
- 2) O apoio às Seções de Coordenação da unidade em todos os níveis da estrutura organizacional, otimizando o processo decisório;
- 3) Assegurar agilidade à estrutura organizacional;
- 4) Propiciar condições para o funcionamento sistêmico em todos os níveis; e
- 5) Reduzir a incerteza e aumentar a informação sobre a ambiência que envolve o Batalhão, particularmente nos insumos que recebem.

A avaliação de riscos do sistema de TI da rede MESH é de fundamental importância para impedir a concretização de ameaças existentes no país. As ameaças presentes no ambiente operacional do Haiti e as vulnerabilidades existentes mostram que o sistema da Rede MESH necessita de ações relacionadas à segurança da informação, sendo medidas que visam proporcionar um melhor nível de segurança e desempenho do sistema.

Tendo em vista a amplitude do sistema MESH e a aplicação no ambiente operacional do Haiti seguem alguns assuntos que poderão tornar-se alvos de futuros trabalhos: uso de redes MESH em operações do tipo polícia, o uso de câmeras IP móveis na rede MESH, a segurança da informação em redes MESH, dentre outros.

A rede MESH instalada no Batalhão de Infantaria de Força de Paz pode proporcionar melhores condições para que o Brasil possa continuar realizando o excelente trabalho de manutenção da paz na capital do Haiti.

REFERÊNCIAS

- [1] – Lamas, B. G. Instabilidade no Haiti e a MINUSTAH. PUC Minas. Mai/2005.
- [2] - Kravets, Robin; Carter, Casey; Magalhães, Luiz (2001). "A Cooperative Approach to User Mobility". ACM Computer Communication Review, USA, v. 31, n. 5, 2001.
- [3] – Saade, D. C. M et al. Redes Mesh: Mobilidade, Qualidade de Serviço e Comunicação em Grupo.

Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense (IC/UFF). 2002.

- [4] ALBUQUERQUE de, Célio Vinícius Neves et al., GT-Mesh – Relatório Técnico 1 - Termo de Referência e Estado da Arte, Rede Nacional de Pesquisas, Fevereiro 2006.
- [5] PRZYBYSZ, A. L.; LUIZ, O. J. Infra-estrutura e Roteamento em Redes Wireless Mesh. 2007. 10f. Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.
- [6] - BASTOS, Pedro. **Voz sobre IP**. *Wireless Brasil*. 1999. Disponível em: <http://www.wirelessbrasil.org/>. Acessado em Jun 2009.
- [7] - Kretta. Sistema Kretta. Disponível em <http://www.kretta.com.br/novo/html/tecnologia/tecfm.html>. Acesso em Jun 2009.