



- **Redes Mesh: uma aplicação no município de Santarém/Pa.**

Camila Queiroz Bessa – milabessa24@hotmail.com
Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM
Endereço: Avenida Gov. José Malcher, 1148 - Nazaré
66055-260 – Belém - Pará

Gleida Tayanna Conde de Sousa – gleidaconde@hotmail.com
Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM
Endereço: Avenida Gov. José Malcher, 1148 - Nazaré
66055-260 – Belém - Pará

Yana Valadares Pantoja – yanapantoja@yahoo.com.br
Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM
Endereço: Avenida Gov. José Malcher, 1148 - Nazaré
66055-260 – Belém - Pará

Resumo: *A rede Wi-Fi Mesh de rádio, é o conjunto de equipamentos, softwares e protocolos destinados a prover meios de comunicação para acesso de usuários de internet sem fio, conectados através de dispositivos distintos. Neste artigo serão mostradas as características da Rede Mesh destacando suas principais vantagens e desvantagens, infraestrutura da rede e sua aplicação no município de Santarém, localizado no Oeste do Estado do Pará.*

Palavras-chave: *Redes Mesh, Wireless, Santarém/PA, Mobilidade.*

I - INTRODUÇÃO

As tecnologias que possuem como característica o estabelecimento de uma rede através de equipamentos com a função de roteador/repetidor (microcomputadores, desktops ou notebooks, aparelhos celulares e PDA's) e que estabelecem a conexão através do espaço livre (Ar) são denominadas redes Wireless. Uma forma mais específica de rede que tem como objetivo a distribuição de conexão, incluindo internet, cobrindo uma determinada área geográfica que depende de sua topologia, recebe o nome de Rede Mesh, que significa (tradução do inglês) Rede em Malha. Este trabalho aborda aspectos físicos, técnicos, estruturais e finaliza com uma aplicação desse tipo de rede, que tem sido cada vez mais utilizada.

II - REDES MESH

Características e Vantagens

A Rede Mesh, possui como característica a utilização de apenas um ponto estar fisicamente ligado a uma conexão de rede, como um modem de Internet DSL. Este ponto ligado compartilha a conexão com os outros pontos próximos da rede sem a necessidade da

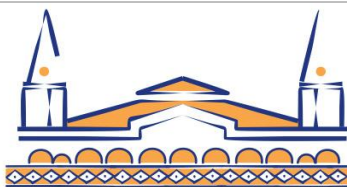
Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR É O
DESAFIO EM EDUCAR**



utilização de fios, como demonstra a figura a seguir.

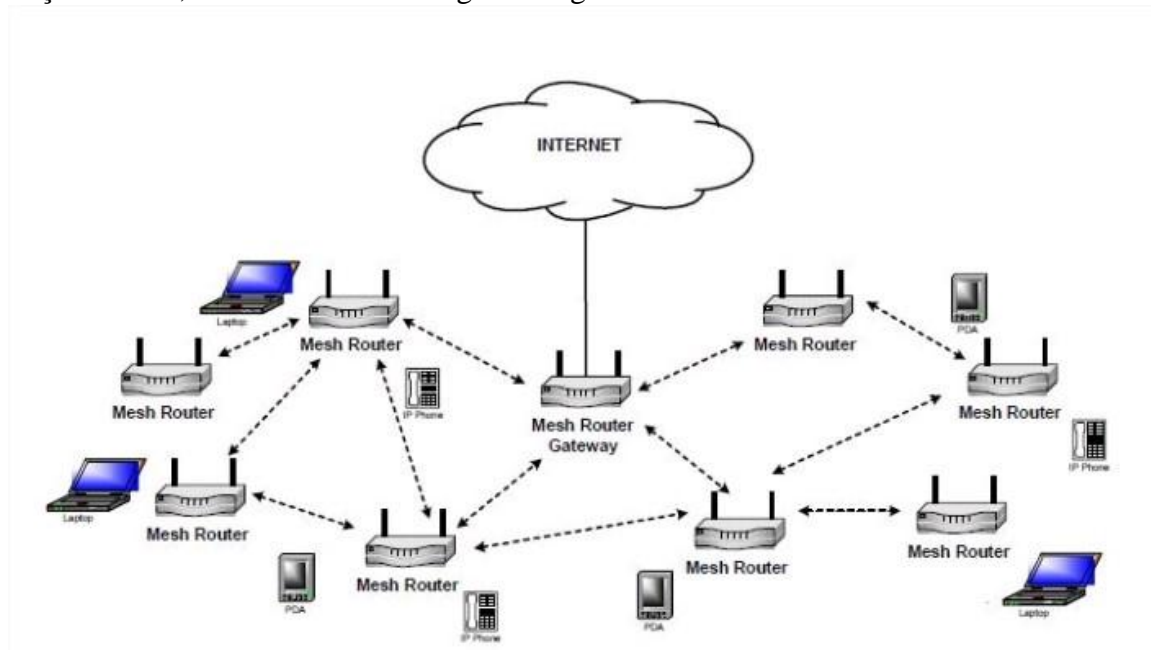


Figura 1 – Redes Mesh sem fio (8)

Os pontos individuais necessitam de uma fonte de alimentação elétrica para seu pleno funcionamento, quanto mais pontos forem utilizados, maior será o alcance da rede em uma determinada região.

Outra característica da Rede Mesh é a utilização de poucos cabos para sua infraestrutura, o que torna um custo baixo para a implantação da rede em grandes regiões. Outra vantagem é que os pontos escolhem automaticamente o caminho mais seguro e rápido.

Apesar dos benefícios apresentados, a Rede Mesh possui algumas desvantagens, como quando se tem um grande número de informações sobre o roteamento que deve ser transportado junto com os pacotes de dados, que resulta na queda de desempenho da rede, o que é denominado de “Overhead”.

Pontos de Acesso

Os pontos Mesh são formados por pequenos radiotransmissores que funcionam da mesma maneira que um roteador wireless. Os pontos utilizam os padrões WiFi comuns, conhecidos como 802.11a, b e g [6], para se comunicarem sem o uso de fios com os usuários e o mais importante, para se comunicarem entre si. A Figura 2 exhibe um modelo do ponto de acesso para uso fora do domicílio ou empresa, trata-se do AP 7161 que é apropriado para a aplicação sendo resistente a sol e chuva.

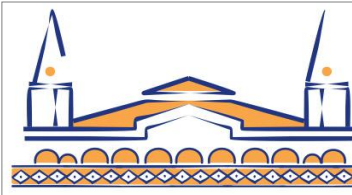


Figura 2 – Access Point para uso externo

O AP 7161 traz o que há de mais recente em projeto tri-rádio 802.11n 3x3 MIMO, assim como também um projeto altamente resistente especialmente concebido para espaços externos. Possui sensor dedicado de banda dual ou modo software nas bandas de 2,4GHz e 5GHZ para a disponibilização de detecção e terminação de equipamentos não autorizados 24 horas por dia, 7 dias por semana. O AP 7161 é otimizado com inteligência WiNG 5 na borda de rede, levando assim os serviços de mobilidade, segurança e Qualidade de Serviço ao ponto de acesso para melhorar tanto sua capacidade como seu rendimento. O AP 7161 é ideal para implantações em complexos industriais e empresariais, vídeo monitoramento, segurança pública e empresas de serviços públicos com redes de distribuição inteligentes, chegando assim a espaços externos até agora difíceis de alcançar.

Outro exemplo de ponto de acesso externo é exibido na figura 3. É um ponto instalado em um poste de iluminação pública.



Figura 3 – Ponto de acesso em um poste de luz.

Os pontos são programados com software, que diz a eles como interagir dentro da rede maior. As informações percorrem a rede do ponto A ao ponto B, saindo, sem o uso de fios, de um ponto mesh ao ponto seguinte. Os pontos escolhem automaticamente o caminho mais seguro e rápido, ou seja, fazem um roteamento dinâmico.

Os pontos de acesso "sem fio" mais tradicionais ainda precisam ser conectados à Internet para transmitirem seu sinal. Para grandes redes sem fios, os cabos de Ethernet precisam ser colocados em tetos, paredes e por todas as áreas públicas.



Cada host em uma rede mesh é chamado de nó. Com a existência de inúmeras rotas de um nó para o outro, daí a necessidade de um protocolo de roteamento dinâmico, capaz de verificar quedas e latências e assim rotear o pacote corretamente. Os protocolos mais utilizados em redes Mesh são: OLSR (Optimized Link State Routing Protocol) e LQSR (Link Quality Source Routing). O primeiro foi utilizado pelo projeto OLPC (One Laptop Per Child) e o segundo pela Microsoft, mas no protocolo LQSR é necessário à instalação de um software chamado MCL (Mesh Connection Layer) que opera em uma camada intermediária entre a camada 3 (Rede) e a camada 2 (Enlace) do modelo OSI.

Em alguns casos na infraestrutura de uma rede mesh, é comum os nós estarem interligados por cabo tipo par trançado categoria 5 e então “linkados” a outros grupos de nós por um roteador Wireless do tipo 802.11 em modo Ad hoc, pois assim é possível a interligação com múltiplos roteadores, sendo que, sempre que houver uma modificação na rede uma conexão diferente possa ser utilizada para então a mensagem chegue a seu destino. Com o advento dos roteadores wireless multi-rádio essa conversação com múltiplos roteadores se tornou mais rápida, pois as mensagens seguem por bandas diferentes para então interligar vários roteadores simultaneamente. As redes mesh possuem topologia dinâmica, variável e de crescimento orgânico, constituídas por nós cuja comunicação, no nível físico, é feita através de variantes dos padrões IEEE 802.11 e 802.16, e cujo roteamento é, como já foi dito, dinâmico.

O Padrão IEEE-802

O padrão IEEE 802.11 opera na faixa de 2,4GHz a 5GHz proporciona uma taxa mínima de cerca de 500Kbit/s podendo atingir até 54Mbps. Abaixo segue uma descrição mais detalhada:

- 802.11a: Frequência de 5 GHz e taxa de 54 Mbps. Este padrão não foi muito bem aceito no mercado pois não é compatível com os padrões 802.11b e b+;
- 802.11b: Taxas de transmissão de 11 e 5,5 Mbps;
- 802.11b+: Taxas de transmissão de 22 Mbps;
- 802.11g: Frequência de 2,4 GHz e taxas de transmissão de 54 Mbps.

Algumas aplicações das redes mesh utilizam também o padrão IEEE 802.16, que é uma Interface padrão para faixas Broadband fixas de sistemas de acesso Wireless WiMax e que opera nas frequências de 10Ghz a 66GHz e pode atingir distâncias de até 50Km operando com antena direcional considerando linha de visada devido a alta frequência em que opera, proporcionando uma taxa de até 74Mbit/s.

É possível perceber, fazendo um cruzamento dos dados dos dois padrões, que quanto mais alta é a frequência de operação, maior é a taxa de transmissão que se pode atingir.

A figura 4 exibe um diagrama de irradiação típico do padrão 802.16 na frequência de 5.875 GHz utilizando antena Omnidirecional de polarização simples.

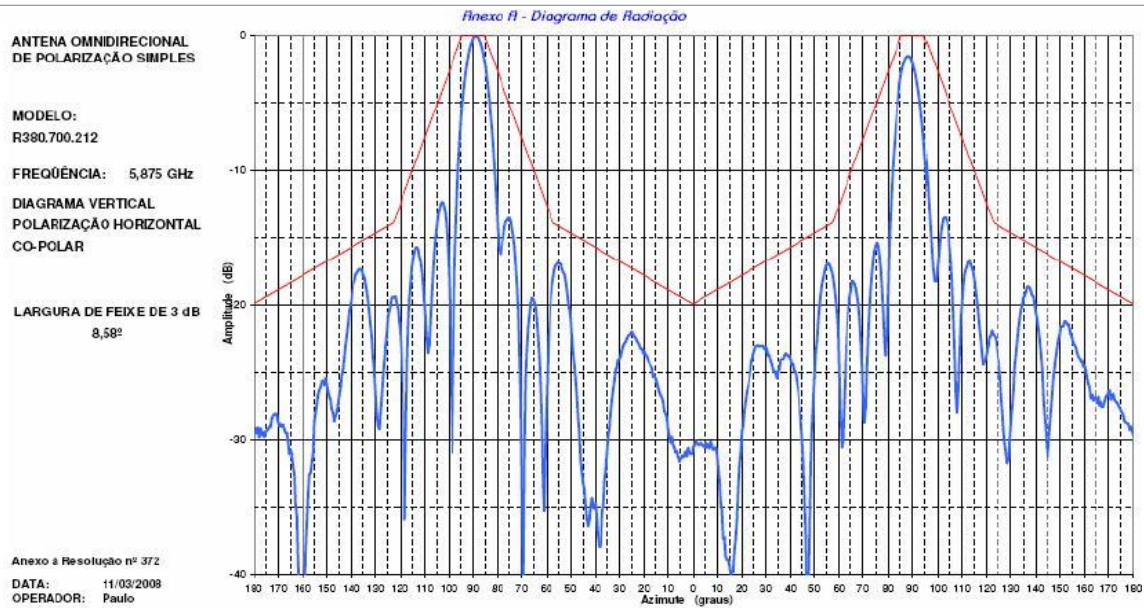
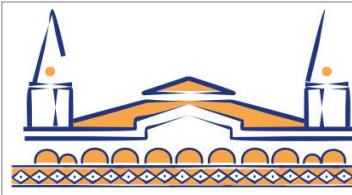


Figura 4 - Diagrama de irradiação de polarização simples.

Topologia

De acordo com a topologia, o endereçamento deverá se adequar para manter a conexão. Essas redes evoluíram a partir das redes móveis ad-hoc que significa (Mobile Ad-hoc NETWORKS, ou MANETs), das quais o propósito era atender à necessidade sazonal de transferência de dados e não de cobertura e distribuição de conexão em massa, visando inclusive acesso à internet como é o propósito das redes mesh.

O draft IEEE 802.11s define uma solução para o encaminhamento de tráfego em redes emalhasadas 802.11, com o objetivo de estender uma rede com fios. Para tal, utiliza um protocolo de routing denominado Hybrid Wireless Mesh Protocol (HWMP), que cria uma topologia lógica em árvore, onde o root AP terá uma ligação direta à rede com fios.

Ao contrário das redes cabeadas cujos backbones precisam ser ligados fisicamente e que possuem conexões sem fios somente em trechos secundários e em alguns casos nem as possuem, as redes mesh precisam de no máximo uma conexão física cabeada, apenas um roteador é o único componente da rede que exige uma conexão física para comunicação de dados. Os demais só precisam de conexão física para obter alimentação que no caso é de baixa potência.

A topologia de uma rede mesh é determinada conforme as necessidades de cobertura visando a área geográfica a ser atendida com o sinal.

A seguir são apresentados alguns exemplos de redes mesh com diferentes topologias e suas referidas características, divididas aqui, em níveis para facilitar a assimilação.

Nível - 1: O nível 1 corresponde a uma rede sem fio simples, onde apenas um gateway fornece acesso a Internet a todos os nós sem fio móveis.

Todos os nós da rede sem fio estão a um salto do gateway, sem qualquer intermediário. Este nível é o mais básico e não representa maiores dificuldades em relação ao endereçamento.

Nível - 2: Com o suporte de protocolos de roteamento com múltiplos saltos, uma quantidade maior de clientes pode ser inserida na rede pois estes passam a ter acesso ao gateway com a ajuda de outros nós.



No nível 2 apesar da existência de múltiplos saltos, e uma relação hierárquica entre os nós da rede mesh, o endereçamento continua o mesmo do nível 1, mas este nível possui um alcance maior devido, justamente, a existência de múltiplos saltos.

Nível - 3: Trata-se de redes mesh de grande porte que utilizam protocolos de roteamento de múltiplos saltos e que podem ter mais de um gateway.

Consequentemente, os nós podem procurar se conectar ao gateway mais próximo em busca de um melhor acesso a Internet.

Nível - 4: É o caso mais complexo e de maior escala de redes mesh, onde diferentes redes de acesso, cada qual com múltiplos gateways e com múltiplos saltos, interceptam-se formando em conjunto uma grande rede mesh, onde os nós irão conectar-se à rede de acesso mais próxima para ter acesso a Internet, como mostra a figura 5.

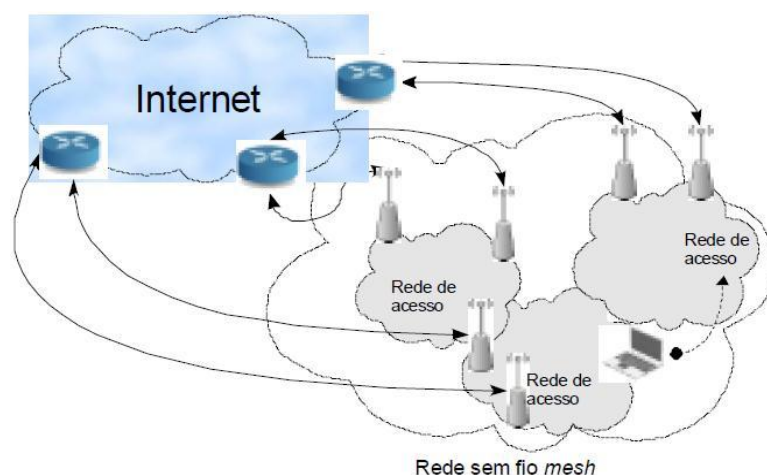


Figura 5 - Nível - 4: Interação entre múltiplas redes de acesso.

A complexidade é compensada com uma cobertura de grandes proporções.

Mobilidade

Diferentes níveis de interconexão entre redes com e sem fio demonstram diferentes níveis de problemas de mobilidade e endereçamento. Em uma rede IP, os nós possuem um endereçamento estruturado de forma hierárquica. Cada endereço IP é utilizado para identificar os nós e suportar o roteamento hierárquico. Em redes mesh, nós móveis conectam-se a redes IP através de gateways, que fazem a ligação entre as sub-redes sem e com fio.

Seguindo o princípio de análise em níveis, esta seção discutirá a complexidade e as implicações de mobilidade dependendo de cada nível de topologia. Lembrando que tal complexidade surge da necessidade de se atingir regiões geográficas maiores com a cobertura do sinal.

Nos Níveis 1 e 2 como se trata de redes de pequenas proporções não há implicações consideráveis em termos de mobilidade dada a simplicidade nas conexões. O único ponto importante a se considerar é referente ao endereçamento que deve garantir identificação única e correta. O endereço IP dos nós da rede mesh pode ser privado ou não, mas deve ter o mesmo prefixo (mascara) da interface do gateway.

No nível 3 Como se trata de grande porte e que utilizam protocolos de roteamento de múltiplos saltos, podem ter mais de um gateway. O que implica na possibilidade dos nós poderem procurar se conectar ao gateway mais próximo em busca de um melhor acesso a



Internet. Isto minimiza a carga da rede e pode levar ao balanceamento da carga nos gateways. Uma característica do nível 3 que simplifica ou evita diversos problemas de endereçamento e mobilidade é que todos os gateways conectam-se a Internet por meio de um único nó roteador. Logo teremos apenas micro-mobilidade ou mobilidade intra-domínio, onde o nó movimenta-se dentro do domínio de uma mesma rede. O endereçamento neste caso deve suportar a mudança no gateway escolhido para dar acesso a Internet aos nós internos e cuidados com as conexões abertas quando na alternância entre os gateways de saída.

Logo teremos apenas micro mobilidade ou mobilidade intra-domínio.

No Nível 4 quando os nós se movem, novas conexões são criadas para as redes mais próximas. Contudo as conexões de transporte ativas que o nó móvel tinha com a antiga rede de acesso devem continuar a funcionar. Implicando não mais em intra-domínio, mas em inter-domínio que significa não se tratar de micro mobilidade e sim de macro mobilidade.

O termo inter-domínio é convenientemente aplicado, pois diferentes domínios, cada um relacionado a uma rede de acesso, são envolvidos e devem trabalhar em conjunto em favor do nó em movimento.

Como cada rede de acesso potencialmente tem endereços IP pertencentes a domínios distintos, a troca de rede pode requerer a troca de endereço IP do nó móvel no nível 4. Dado que as conexões de transporte (TCP) dependem do endereço IP como parte do seu identificador de conexão, esta mudança de endereço tem que ser levada em conta ou todas as conexões de transporte existentes no momento da troca serão perdidas. Entre as formas de solucionar este problema estão o IP móvel, o TCP Migrate e a mobilidade via nível de transporte.

Aplicação no Município de Santarém – PA

Cada vez mais os ambientes comerciais estão instalando hotspots de Rede WiFi de acesso público. As redes Mesh permitem que as cidades conectem de uma forma simples e com menor custo, todos os hotspots juntos para cobrir uma área metropolitana.

Com a rede Mesh sem fio, as cidades podem conectar cidadãos e serviços públicos através de uma ampla conexão sem fio de boa qualidade, como ocorre no município de Santarém, localizado ao oeste do estado do Pará, através do Projeto NavegaPARÁ que estabelece a rede em 65% da região urbana do município, incluindo a orla e zona comercial, mediante uma área de cobertura de aproximadamente 4Km², como pode ser observado nas figuras 6 e 7.

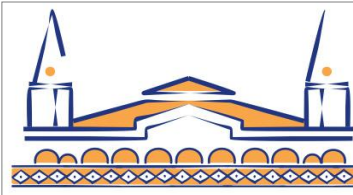


Figura 6 – Pontos da Rede Mesh no município de Santarém/PA.

Os pontos verdes simbolizam os postes com a instalação do equipamento Motomesh DUO 2,4 Ghz.

Com a utilização do software CellPlanner foi possível realizar a simulação no município de Santarém, conforme a figura 7.



Figura 7 – Área de Cobertura da Rede Mesh no Município de Santarém-PA.

As áreas verdes e azuis representam a viabilidade do sinal enquanto que os marcadores em vermelho simbolizam o limite da rede no Município de Santarém-PA. A implantação foi realizada mediante um acordo com a Concessionária de energia elétrica, Rede Celpa para a disponibilização de aproximadamente 55 postes na região atendida pelo projeto, ou seja, 55 (cinquenta e cinco) equipamentos Wi-Fi (IEEE 802, padrões a/b/g) se comunicando pela

tecnologia Mesh Wi-Fi. Os rádios Motomesh foram instalados no topo dos postes como pode ser observado na figura 8.



Figura 8 - Instalação do Motomesh Motorola DUO 2,4 Ghz.

A implantação da rede, beneficiou cerca de 11 infocentros que são destinados a comunidade para participação de cursos a distância, promoverem videoconferência e outros serviços disponíveis para levar conhecimento e informação a todo o nosso estado. A figura 9 representa a conexão dos infocentros com a Rede Mesh.

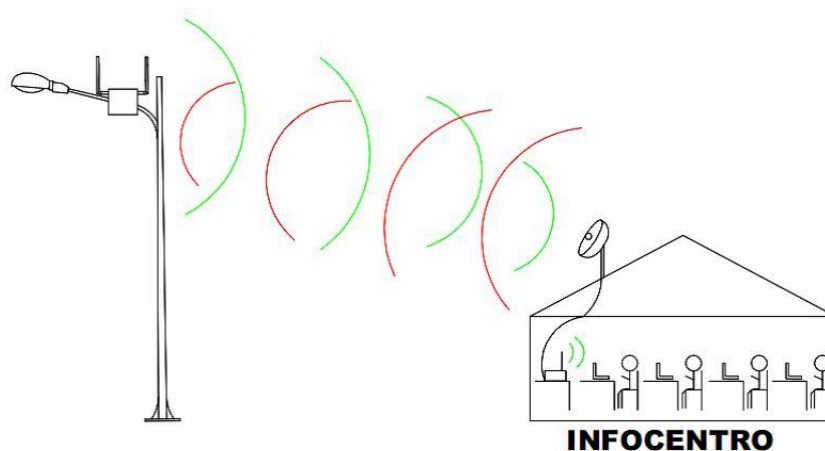
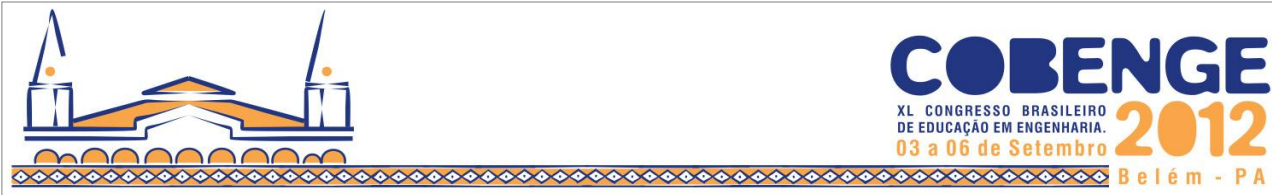


Figura 9 – Rede Mesh provendo sinal para Infocentro.

Atualmente, a banda disponibilizada para cada infocentro é de no mínimo 512 kbps, sendo esta velocidade adequada de acordo com padrão de cada sala.

III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunicação foi uma das primeiras grandes necessidades da humanidade. A segunda foi o tempo necessário para que a comunicação acontecesse. Porém atualmente precisa-se de



mais. E uma das soluções mais eficazes são as redes sem fio de longo alcance, ou seja, as redes Mesh.

Antes do NavegaPARÁ a única conexão existente em Santarém era por satélite, não existia conexão disponível aos cidadãos de forma gratuita. O NavegaPará instalou fibra óptica em Santarém e instalou a Rede Mesh disponibilizando o acesso gratuito aos moradores que estejam no raio de alcance do enlace.

Problemas existem em decorrência de necessidades. A Engenharia existe em decorrência de problemas.

IV - REFERÊNCIAS

<http://www.aredes.inf.br/inclusao/edicoes-anteriores/77-%20/858>. Acesso em 02 de Maio de 2011.

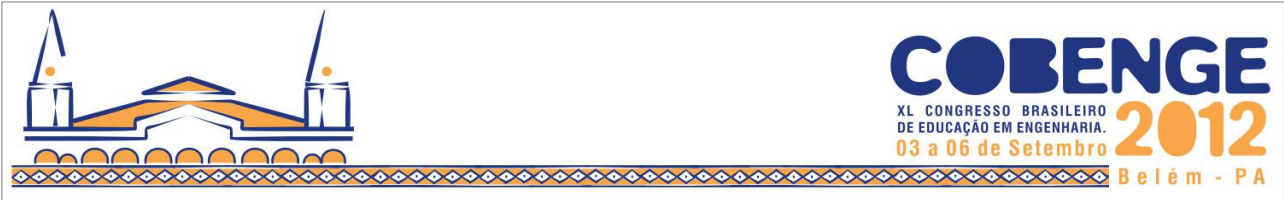
<http://www.navegapara.pa.gov.br/>. Acesso em 05 de Maio de 2011.

<http://informatica.hsw.uol.com.br/rede-mesh-sem-fio2.htm>. Acesso em 10 de Junho de 2011.

http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwmn/pagina_1.asp. Acesso em 20 de Junho de 2011.

<http://informatica.hsw.uol.com.br/rede-mesh-sem-fio.htm>. Acesso em 20 de Junho de 2011.

<http://www.webartigos.com/articles/5070/1/Tecnologias-Em-Redes-Sem-Fio/pagina1.html>. Acesso em 02 de Maio de 2011.



MESH NETWORKS: AN APPLICATION THE MUNICIPALITY OF SANTARÉM/PA

Abstract: *The Wi-fi mesh radio, is the set of equipment, software and protocols designed to provide media access for wireless internet users, connected via different devices. This article will show the characteristics of Mesh Network highlighting their main advantages and disadvantages, network infrastructure and its application in the municipality of Santarém, located in western Pará State.*

Key-words: *Mesh Network, Wireless, Santarém/PA, Mobility.*