

# REDES COMUNITÁRIAS

## ASPECTOS TÉCNICOS

4



DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Redes comunitárias [livro eletrônico] : aspectos técnicos  
/[coordenação Paulo José Lara, Rafaela Alcântara].  
-- São Paulo, SP; ARTIGO 19, 2022. --(Cadernos de  
redes comunitárias ; 4) PDF

Vários autores.  
Vários colaboradores.  
ISBN 978-65-89389-09-5

1. Comunicação e cultura 2. Comunicações  
digitais - Aspectos sociais 3. Democracia  
4. Desenvolvimento social 5. Inovações tecnológicas  
6. Mudança social 7. Sociedade da informação  
8. Tecnologia e civilização I. Lara, Paulo José.  
II. Alcântara, Rafaela. III. Série.

22-106277

CDD-338.9

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Comunicações digitais : Desenvolvimento local :  
Políticas de desenvolvimento 338.9  
Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Para trocar ideias, dialogar ou  
tirar dúvidas sobre o processo  
de implementação de  
Redes Comunitárias, a  
ARTIGO 19 está disponível  
nos seguintes contatos:

-  [artigo19.org](http://artigo19.org)
-  [@artigo19](https://www.instagram.com/artigo19)
-  [@artigo19](https://twitter.com/artigo19)
-  [@artigo19brasil](https://www.facebook.com/artigo19brasil)
-  [comunicacao@artigo19.org](mailto:comunicacao@artigo19.org)

## INTRODUÇÃO

Neste volume dos Cadernos de Redes Comunitárias vamos apresentar, de forma introdutória, os principais aspectos técnicos e os equipamentos necessários para a montagem de uma rede de trocas de informações digitais. Com base nele, é possível conhecer os dispositivos, as infraestruturas e os cenários para iniciar o projeto de uma Rede Comunitária.

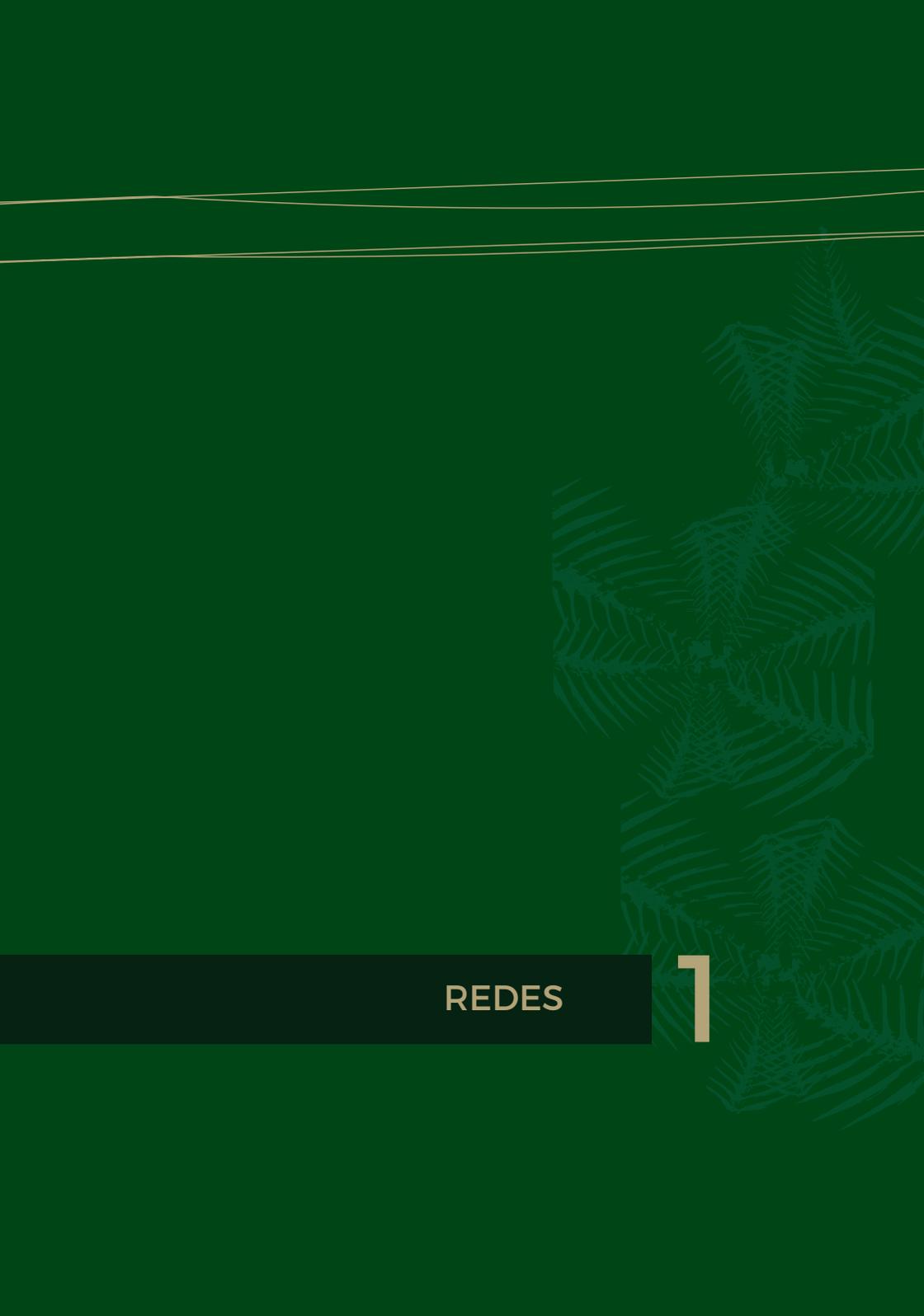
Primeiro, apresentamos noções básicas de redes de comunicação para que se compreenda uma estrutura de troca de informações. Em seguida, há um glossário com os nomes e termos que serão utilizados no processo de conhecimento da montagem e de absorção conceitual relacionada à infraestrutura de redes digitais. Segue-se, então, uma descrição dos componentes básicos de sistemas de trocas informáticas que são fundamentais para a montagem de uma estrutura de rede. Ao final, apresentam-se as topologias e os modos de conexão entre equipamentos e sugere-se um passo a passo para o início do projeto.

Após a leitura deste material, espera-se que as comunidades sejam capazes de compreender os conceitos, dispositivos e processos que envolvem a montagem de uma Rede Comunitária. Este material não esgota o assunto, e sublinhamos a necessidade de pesquisas, diálogos e aprendizados dos pormenores

técnicos e conceituais, já que sabemos das dificuldades e complexidades que o processo pode apresentar. Recomendamos sempre a busca por parcerias técnicas que possam colaborar com o grupo ou a comunidade para garantir a instalação e o desenvolvimento da rede. Há muitas organizações que trabalham com Redes Comunitárias e que podem ajudar em muitos aspectos e etapas do projeto.

É importante ressaltar que a implantação de uma Rede Comunitária vai muito além da simples garantia à comunidade do acesso à internet. Ela envolve produção de conhecimento sobre tecnologias de informação e comunicação, uma apropriação dessas tecnologias para a garantia dos direitos do território e das pessoas e o compartilhamento de informações, cultura, notícias e recursos digitais. Priorizamos e recomendamos sempre o uso de soluções em software livre<sup>1</sup> ou de código-fonte aberto, por entendermos que a transparência dos sistemas é também uma questão relevante para a liberdade de expressão, o conhecimento do mundo tecnológico e as comunicações digitais.

<sup>1</sup> O Software Livre é um programa de computador criado ou mantido com seu código-fonte aberto. O código-fonte são as instruções presentes no desenho do programa para que ele execute as tarefas e opere suas funções. Assim, o desenvolvimento do Software Livre é realizado abertamente, por meio da modificação, da melhoria e do compartilhamento de seu código.



REDES

1

## **1.1. O QUE É UMA REDE COMUNITÁRIA?**

Como já vimos em outras partes destes cadernos, uma rede comunitária é uma rede de trocas de informações e comunicações digitais implementada e mantida por uma comunidade dentro de um território. Aqui, no caderno de aspectos técnicos, tratamos essa rede como o conjunto de equipamentos e tecnologias (sua infraestrutura) necessários para garantir a comunicação, via dados digitais, entre os membros da comunidade e entre a comunidade e o mundo. Diferentes configurações tecnológicas podem ser utilizadas para possibilitar a comunicação entre os dispositivos e aparelhos necessários para o funcionamento da rede. Aqui são apresentadas opções, modelos e arquiteturas para sua compreensão.

## **1.2. O QUE É COMUNICAÇÃO?**

Comunicação é a troca de informações entre dois ou mais agentes. Estes agentes podem ser humanos, como no caso de uma conversa entre duas pessoas, ou dispositivos tecnológicos, como aparelhos transmissores (que emitem informações) e receptores (que recebem informações), como no caso da televisão ou do rádio.

No caso das trocas de informações entre pessoas, a comunicação pode ocorrer de um com um (uma conversa), de um com muitos (uma aula em que a informação é transmitida

por um professor ou professora para um grupo de alunos e alunas) ou de muitos com muitos (como em uma partida em um estádio de futebol, quando muitas pessoas propagam informações para muitas outras pessoas). No caso das tecnologias de informação e comunicação, um exemplo de comunicação de uma pessoa com outra é uma conversa privada no WhatsApp. A radiodifusão (TVs e rádios comerciais) é uma arquitetura que conta com um transmissor (a emissora) e muitos receptores (o público). A internet (sites, blogs, redes sociais) é um tipo de sistema em que há o processo de comunicação de muitos com muitos.

### **1.3. INTRODUÇÃO A REDES**

A palavra rede vem do latim rete, que significa uma estrutura com padrão definido. Ela é empregada, assim, em contextos diversos, quando nos referimos a diferentes tipos de estrutura, como rede social, rede de pesca, rede de apoio a mulheres e rede mundial de computadores.

Neste material, referimo-nos a redes de comunicação, ou seja, uma série de equipamentos, dispositivos e tecnologias de comunicação que formam uma estrutura com padrão definido para que as trocas de informações sejam possíveis.

Existem várias maneiras de montar redes utilizando tecnologias de comunicação. Podemos fazê-lo por diferentes

meios (ondas de rádio, cabos, feixes de luz), por diferentes tecnologias (aplicações das funções dos aparelhos) e por diferentes protocolos (regras que permitem a comunicação entre dispositivos). A regra geral é que haja dispositivos conectados compartilhando informação e realizando um tráfego de um ponto a outro em uma rede.

A rede mais amplamente utilizada para a comunicação desse tipo é a rede mundial de computadores, que é, na realidade, uma grande rede composta da conexão entre redes menores, obedecendo aos mesmos protocolos e trafegando por caminhos definidos. Essa grande rede é conhecida como internet.

#### **1.4. INTERNET: A REDE DAS REDES**

Os computadores desempenharam um papel importantíssimo no desenvolvimento tecnológico da humanidade, uma vez que trouxeram a possibilidade de executar rapidamente tarefas que antes eram demoradas. Com o passar do tempo, os computadores tiveram seu tamanho reduzido e seu poder de processamento e de armazenamento de memória aumentado, o que fez com que desempenhassem mais tarefas e se tornassem mais acessíveis e eficazes. Em determinado momento, houve a necessidade de que essas máquinas trabalhassem colaborativamente, e não mais de modo isolado. Surgiam, naquele momento, as redes de computadores, que se

desenvolveram ao longo do tempo e foram aprimoradas até chegarem ao patamar atual. Seguindo o caminho da evolução e para facilitar a comunicação, as redes formadas por computadores interligados foram se conectando umas às outras, e isso deu origem à forma de comunicação mais utilizada nos dias de hoje e à tecnologia que mais conectou pessoas ao longo da história: a internet.

Essa junção de pequenas redes decorreu de experimentos acadêmicos, estatais, militares e empresariais realizados em meados do século passado, que buscavam responder à necessidade de que informações estivessem disponíveis rapidamente para acesso em diversos locais de forma simultânea e espalhadas em várias partes do mundo de forma descentralizada.

O modelo para essa interconexão exige que todos os computadores recebam um número para que possam ser identificados na rede. Esse número é chamado popularmente de IP.<sup>2</sup> Sempre que houver a necessidade de uma máquina se comunicar com outra, ela tentará encontrar o IP desejado na sua rede local; se não o encontrar, isso significará que a máquina de destino se encontra em outra rede. Nesse caso, será acessado o caminho de entrada e saída da rede (chamado de gateway)<sup>3</sup> de

<sup>2</sup> IP é a sigla em inglês para Internet Protocol, ou, em português, Protocolo de Internet.

<sup>3</sup> Gateway significa, em tradução literal, "portão do caminho" e recebe este nome porque é a porta de saída de uma rede, sempre que um dispositivo solicitado estiver fora da rede local a informação passará através do Gateway buscando alcançar o seu destino.

modo a descobrir a rota para o IP de destino por meio dos roteadores.<sup>4</sup> Assim, a comunicação é estabelecida e os dados são trocados em forma de pacotes<sup>5</sup> que levam, dividida em partes, a informação a ser transmitida. Esses pacotes guardam o caminho a ser percorrido entre a máquina de origem e a máquina de destino. Ao longo deste caderno, esses termos serão mais bem trabalhados.

## **1.5. REDE LOCAL**

Uma rede local é o conjunto de computadores e outros equipamentos interligados que partilham informações, recursos e serviços; ela pode ou não estar conectada a outras redes. Uma rede local possui a mesma arquitetura de conexão entre as máquinas e permite os mesmos serviços de outras redes. No entanto, como a internet é uma “rede de redes”, ou seja, a conexão global entre redes locais, uma rede local pode ou não estar conectada à internet, permitindo a utilização de seus serviços localmente ou em trocas de informações com outras redes.

<sup>4</sup> São os aparelhos na rede que sabem os caminhos necessários para acessar os dispositivos de destino que se encontram fora da rede local.

<sup>5</sup> Nem sempre as informações enviadas podem ser transmitidas de uma vez. Elas, muitas vezes precisam ser fragmentadas na origem e enviadas em pequenos pedaços - chamados de pacotes de dados - para só então chegarem ao destino e, assim, serem remontadas. São as redes por onde a informação precisará passar até chegar ao destino solicitado.

## ENTENDENDO AS ROTAS

Para ilustrar o funcionamento das redes e os caminhos percorridos pela informação, é possível fazer uma analogia com nosso espaço concreto. Para sairmos de um lugar e chegarmos a outro, precisamos de uma série de informações que nos possibilitam traçar o caminho e definir o ponto de chegada. Assim, podemos pensar nas redes como bairros, nos gateways como as avenidas que os conectam, nos computadores e aparelhos celulares como casas ou comércios, nas pessoas como as informações que circulam na rede e nos meios de transporte como os pacotes que carregam as informações para seus destinos.

Imagine, por exemplo, que uma família (série de informações) precisa pegar um carro (o pacote) para chegar a determinada casa. Para isso, ela precisará saber os caminhos – ou rotas – a serem percorridos, além do número da casa de destino. Nas redes de computadores, essas rotas são as tabelas de roteamento<sup>6</sup> e o número da casa é o endereço IP (protocolo de internet) das máquinas.

Além disso, há regras de trânsito que precisam ser obedecidas para que o carro e as pessoas cheguem ao destino sem se perder ou se acidentarem. Essas regras, no caso das redes, são chamadas de protocolo.<sup>7</sup> O protocolo precisa ser comum e obedecido pelas partes em comunicação para que a informação flua dentro da rede.

<sup>6</sup> São as redes por onde a informação precisará passar até chegar ao destino.

<sup>7</sup> Protocolos são um conjunto de normas padronizadas, pré-estabelecidas a fim de que sejam seguidas por todos os dispositivos e de que tornem possível a comunicação.



# 2

## **GLOSSÁRIO** ELEMENTOS BÁSICOS DAS REDES

Este caderno conta com informações que podem conter muitas palavras cujo significado você desconhece. Para facilitar a compreensão do conteúdo, vamos listar e definir a seguir alguns elementos básicos de uma rede de comunicação digital. Trata-se de palavras e termos muito importantes para o entendimento dos conceitos apresentados nas próximas partes deste material e para a melhor compreensão das funções e dos papéis de cada um dos elementos que compõem uma Rede Comunitária.



**ROTEADORES:** São dispositivos que, assim como celulares e computadores, contém memória e processador. Sua função é gerar o sinal de wifi e possibilitar a conexão com um provedor de acesso ou um computador servidor. Os roteadores

geralmente possuem uma porta destinada à conexão com a internet e outras destinadas à rede local (LAN).<sup>8</sup> Outra função deles é achar os caminhos que permitem a comunicação dentro das redes. Eles consultam as rotas para a comunicação com uma determinada rede e, quando detectam que o caminho que estavam utilizando para acessar uma rede parou de funcionar, buscam automaticamente uma outra rota disponível.

<sup>8</sup> LAN é a sigla para local area network, ou, em português, rede de área local.

Externamente o roteador possui:

- 1 - Capa de proteção
- 2 - Antenas
- 3 - Entrada para energia elétrica
- 4 - Botão de reset
- 5 - Entrada WAN no padrão ethernet
- 6 - Entrada USB e
- 7 - 4 entradas LAN no padrão ethernet.

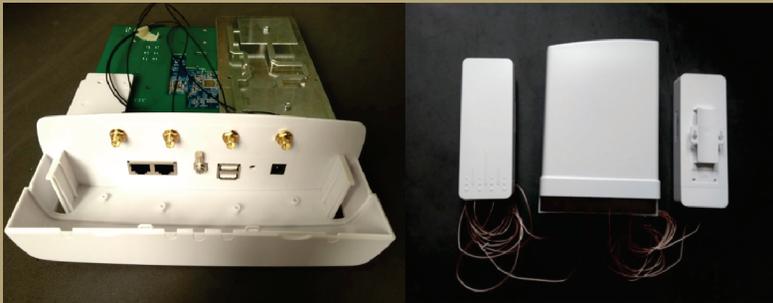
Existem roteadores que possuem antenas internas, é o caso dos modelos setoriais.



E há também roteadores que possuem antenas internas e externas como o LibreRouter<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Disponível em: <https://librerouter.coolab.org/>

## **LIBREROUTER: O ROTEADOR DAS REDES COMUNITÁRIAS**



O LibreRouter é um roteador desenhado para facilitar o compartilhamento da internet em Redes Comunitárias. Com duas antenas externas de 5.8Ghz e uma interna de 2.4Ghz é possível conectar-se a outros equipamentos ao mesmo tempo que é gerado um sinal de wi-fi para que o usuário se conecte à rede.

O software de fábrica embutido nesses equipamentos é o Libremesh, um sistema para criar redes de comunicação com o protocolo mesh, cuja descrição apresentamos mais adiante.

## ANTENAS

Há muito tempo utilizamos as antenas para emitir e captar frequências e sintonizar sinais de rádio ou TV. As antenas dos roteadores operam de maneira semelhante, transmitindo e captando o sinal de wi-fi.

As antenas são fundamentais para o funcionamento do roteador e das redes sem fio, e, como vimos anteriormente, ajudam a identificar e a definir os diferentes tipos e usos dos roteadores, determinando sua função. Podemos encontrar antenas de três tipos: omnidirecionais, setoriais e direcionais. As do primeiro tipo emitem o sinal igualmente para todos os lados de forma radial; as do segundo transmitem o sinal em um ângulo predeterminado; e as do terceiro emitem o sinal com uma direção específica, para onde são apontadas.

Os servidores são computadores conectados à rede e configurados para disponibilizar serviços de controle do acesso dos usuários, de aplicações úteis para o uso comunitário ou de viabilização do acesso a um site ou serviço digital.

## SERVIDOR

## FIRMWARE

Firmware é o nome dado ao programa que está instalado no roteador e é responsável pelas opções da sua configuração. Normalmente os equipamentos vêm com o firmware instalado de fábrica e é possível acessá-lo por meio do navegador pelo endereço IP do roteador.

Endereço IP significa endereço de protocolo da internet. Trata-se de um número que todo dispositivo recebe para navegar na rede. É por meio desse número que o roteador constrói as rotas e define a comunicação entre um dispositivo e o destino da informação.

## ENDEREÇO IP

## PoE

sigla para o termo em inglês power over ethernet, é um dispositivo capaz de alimentar os equipamentos de energia aproveitando o cabo de rede.

MAC address: sigla para o termo em inglês media access control. Trata-se de um conjunto de números e letras que identificam o equipamento na rede (computador, roteador ou aparelho celular). O endereço MAC é importante para que os roteadores identifiquem quem enviou e quem deve receber cada pacote de informação que passa pela rede. Enquanto o IP identifica o aparelho dentro de uma rede e pode ser fixo ou dinâmico, o MAC address é um número fixo de identificação exclusiva do aparelho.

## MAC ADDRESS

## **GATEWAY**

É uma máquina ou dispositivo que permite a configuração entre redes e as entradas e saídas de informações entre sua rede local e a Internet. O gateway é configurado normalmente no roteador que está conectado ao provedor de internet pela entrada WAN.

Todo dispositivo, como computadores e celulares, conectado em uma rede deve ter alguma forma de se conectar com um meio de transmissão das informações. Isso é feito por meio de um componente que envia a informação do dispositivo para um meio de transmissão, que pode ser o cabo de rede, o cabo de fibra óptica ou ondas de rádio. Essa interface é um hardware que pode estar integrado à placa principal do equipamento ou pode ser conectado a ela em forma de acessório complementar.

## **INTERFACE DE REDE**

## **HUBS OU CONCENTRADORES**



Hubs ou concentradores: quando vários computadores se comunicam a uma rede por meio de cabos, eles se interligam com o auxílio da conexão a um dispositivo central chamado hub. Esse componente é o responsável por transmitir o sinal de um cabo para os demais. No caso de um hub básico, o sinal de um computador é enviado para todos os outros, e a interface de rede de cada dispositivo analisa a informação; caso seja endereçada a ele, ela é utilizada; caso contrário, é descartada.

Switches: são concentradores mais eficientes do que os hubs porque têm a capacidade de identificar o computador que está conectado a cada uma das suas portas. Assim, um switch não transmite toda a informação para todos os computadores conectados a ele, mas apenas para o computador de destino. Isso possibilita uma comunicação mais eficiente, pois elimina a necessidade do descarte de informações, como acontece nos hubs.

## SWITCHES



## MEIO DE TRANSMISSÃO

Meio de transmissão: nenhum dos dispositivos citados funcionaria se um não estivesse conectado a outro, e essa comunicação pode ser feita via cabos ou ondas de rádio. O mais comum é utilizar cabeamento ethernet, uma das várias categorias de cabeamento de par trançado não blindado (UTP). Quanto mais alta for a categoria do cabo (Cat5, Cat6, Cat7), maior será a velocidade de conexão possível. Além disso, existem os cabos de fibra óptica, que utilizam luz laser ou LED, em vez de pulsos elétricos, para levar as informações. Já as redes wireless (sem fio) tornaram-se populares nas casas por serem fáceis de montar e baratas, dispensando o uso de cabos. O meio de transmissão em uma rede sem fio é o espectro eletromagnético, por meio do qual as antenas transmitem ondas de rádio que levam a informação.

## SOFTWARE

diz respeito às instruções informacionais necessárias para que a máquina funcione. Por ser formado basicamente por linhas de código, ele não é palpável. Softwares não são equipamentos físicos ou materiais, e sim os geradores das informações que trafegam pela internet, como um navegador para acessar sites, um aplicativo em um smartphone para enviar mensagens ou para assistir a vídeos ou outro programa que cumpra alguma função em dispositivos como computadores e aparelhos celulares. São também os instrumentos capazes de permitir que os demais componentes se comuniquem e funcionem conjuntamente. Os softwares de rede mais populares utilizam o protocolo TCP/IP. O conjunto dos softwares que gerenciam uma rede define e dá as funções para que redes e aparelhos de diferentes tipos, marcas e modelos possam se comunicar uns com os outros, sem levar em consideração as diferenças no hardware ou no sistema operacional.

## **HARDWARE**

Hardware: é toda a parte física da máquina, tudo o que pode ser tocado, como o processador, os cartões de memória, a placa de vídeo e as demais peças que compõem a máquina.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Todas as máquinas que processam informação são formadas por duas partes importantes: o hardware e o software. Cabe ressaltar que, para o bom funcionamento da máquina, é necessário que hardware e software estejam bem adaptados.

CONHECENDO OS CONCEITOS E PLANEJANDO  
OS MATERIAIS PARA A **MONTAGEM DE UMA REDE**

3

Inicialmente, para a montagem de uma Rede Comunitária, é preciso escolher entre contratar ou não um link de internet. Nem todas as Redes Comunitárias necessitam de acesso à internet ou podem contar imediatamente com ele. A depender das prioridades e possibilidades da comunidade e de seus parceiros, a função da rede pode ser a de compartilhar informações e conteúdos somente no contexto local. Esse é um meio de difundir conhecimentos entre os moradores da região ou frequentadores de um espaço por meio de serviços digitais que podem ser implantados em uma rede interna.

Caso se decida por adquirir e compartilhar estrutura e acesso à internet, a condição prévia para montar esse tipo de rede é contratar um link comercial (plano de internet) para que os usuários da rede possam conectar a Rede Comunitária com a rede mundial de computadores (internet).



Você pode fazê-lo entrando em contato com qualquer operadora que tenha disponibilidade de serviço de acesso à internet para o consumidor final na localidade de montagem. Será preciso informar à operadora o CEP de onde o link será instalado para que ela verifique a disponibilidade do serviço no local. Às vezes, é necessário consultar várias operadoras, em especial as locais, pois determinados lugares não possuem muitas opções de provedores disponíveis.

Caso se deseje comprar um link dedicado (de atacado), é possível fazer a negociação diretamente com a operadora, caso haja disponibilidade de infraestrutura na região. Essa é a melhor opção, pois garante maior qualidade e estabilidade de sinal aos usuários da rede.

Em caso de indisponibilidade completa, ou seja, se nenhuma operadora atender a sua região, você poderá conectar a Rede



Comunitária à internet por meio de antenas de transmissão ou cabeamento para uma localidade onde haja disponibilidade de link. Essa operação encarece o processo, pois requer o investimento adicional do cabeamento ou da compra e instalação de antenas, que podem ter de percorrer longas distâncias até o local onde há a conexão para a internet. Essa, contudo, é a única opção possível para localidades carentes de infraestrutura.

Assim, para a montagem de Redes Comunitárias, utilizamos dois tipos de tecnologia de transmissão de informações: cabos e ondas de rádio. O sinal da internet chega normalmente via cabo e é distribuído internamente via sinais de rádio, ou pode chegar por satélite ou ondas de rádio e ser distribuído internamente por cabos. Essa escolha é determinada pela necessidade, pelo custo e pela adaptação para cada ponto da rede.

### **3.1. OS CABOS PARA A REDE**

A rede cabeada é transmitida até as casas pelos cabos que passam pelos postes da rede elétrica. A instalação dessa rede consiste em puxar o cabo de uma malha até a localidade da instalação e utilizar um modem para receber o sinal. Atualmente, a rede de cabos de cobre é a tecnologia mais utilizada para a internet doméstica no Brasil. Esse tipo de conexão merece atenção, pois os cabos demandam energia e podem causar acidentes elétricos e choques. Hoje em dia, a fibra óptica - aquela em que as informações trafegam dentro de um feixe de luz - é a mais promissora das tecnologias de transmissão de informação via rede. Trata-se de uma tecnologia mais avançada do que a dos fios de cobre da rede cabeada e que possibilita uma transmissão completamente livre de interferências e mais segura para a transferência de dados. A fibra óptica ainda não é utilizada amplamente por empresas de



Cabo óptico



RJ-45

telefonia e internet, principalmente em localidades mais afastadas de centros urbanos, mas deve substituir, gradualmente, os cabos. Recomendamos a quem planeja montar uma Rede Comunitária cabeada que utilize a fibra óptica, caso haja essa possibilidade técnica e financeira. Tipos e usos dos variados cabos para a montagem de rede serão tratados com detalhes mais adiante.

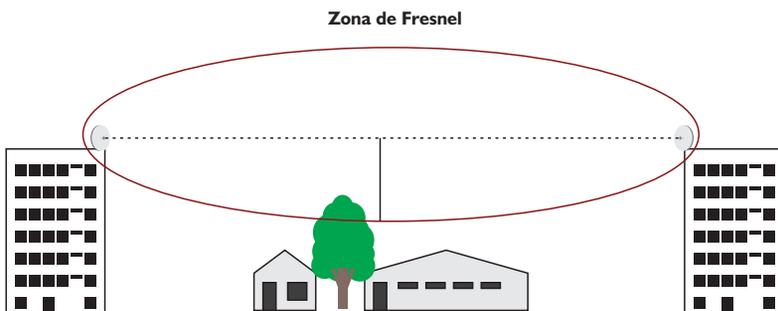
### 3.2. OS SINAIS DE RÁDIO

Ondas de rádio já são usadas para a comunicação desde o início do século XX, quando as primeiras transmissões de voz foram realizadas. Elas se utilizam de tecnologias que permitem que informações sejam transportadas pelo espectro eletromagnético, um fenômeno natural formado por cargas elétricas e campos magnéticos que formam ondas que trafegam pelo espaço. Dentro do espectro eletromagnético há um espaço que conhecemos como espectro de rádio, que é o alcance de ondas que podem ser utilizadas para a transmissão de informações via aparelhos tecnológicos. Esse espaço das ondas de rádio é medido em hertz (H) e suas demais escalas (megahertz, gigahertz). Nele se estabelece a frequência das ondas utilizadas por aparelhos de comunicação que recebem sinais sem fio (rádio, televisão, aparelhos wi-fi, controles remotos).

Atualmente, as ondas de rádio são usadas para muitas finalidades, e o universo “sem fio” que elas representam está em constante desenvolvimento. Podemos realizar ligações utilizando aparelhos celulares, assistir a filmes em TVs digitais, utilizar GPS, comunicações por satélite e, é claro, a internet sem fio.

Como qualquer comunicação sem fio, os aparelhos devem ser alocados em lugares com o mínimo possível de barreiras físicas (árvores, concreto, edificações etc.) e funcionam melhor se um

estiver no “campo de visão” do outro. Assim, a altura da instalação das antenas é um elemento importante para a confecção de um sistema sem fio, pois existe uma região entre as antenas que estão se comunicando em que pode haver algum tipo de interferência; a essa região é dado o nome de Zona de Fresnel.



O espaço de comunicação entre as antenas é influenciado pelas barreiras físicas. Elas podem tanto atrapalhar como otimizar a propagação do sinal. Por isso é bom ficar atento a estas barreiras e ajustar as antenas fazendo testes para que o sinal não sofra interferências.

Quando falamos de uma rede de Internet sem fio para comunidades, estamos nos referindo a uma comunicação via ondas de rádio em duas faixas específicas de frequência: 2.4Ghz e 5.8Ghz. Essas faixas de frequências são usadas em diversos equipamentos com características que exploraremos adiante.

### **3.3. TOPOLOGIAS DE REDES «COMO AS MÁQUINAS PODEM SE COMUNICAR»**

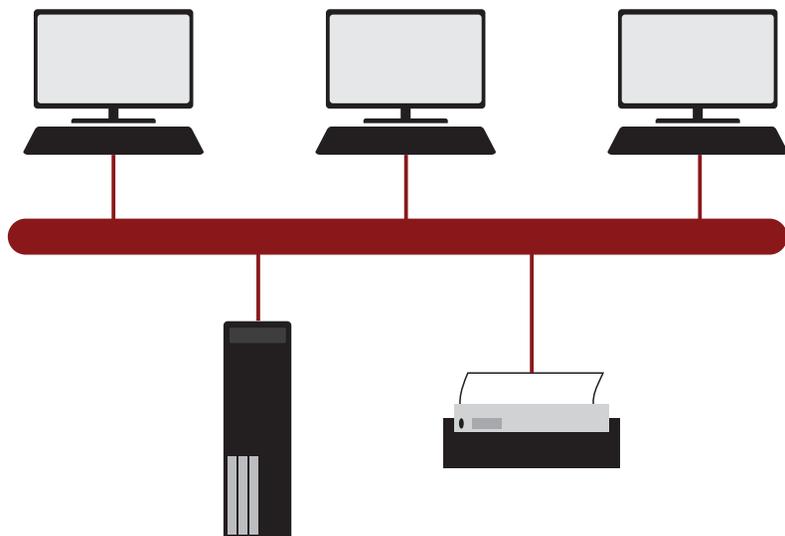
O desenho da organização dos equipamentos na estrutura da rede dependerá do tipo de montagem que está sendo usado e a esse desenho damos o nome de topologia.

As topologias mais utilizadas são:

#### **3.3.1. LINHA: LIGAÇÕES PONTO A PONTO**

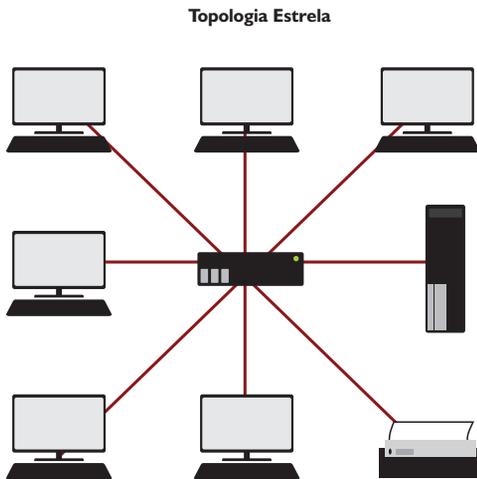
Esse tipo de conexão é parecido com uma comunicação feita entre duas pessoas, em que dois equipamentos conectados com roteador e antenas são capazes de “falar” e “escutar” um ao outro e, desse modo, trocar informações. Esse tipo de ligação é empregado para fazer a conexão ou o enlace de internet a partir de um ponto distante, utilizando, assim, um equipamento mais potente, com alcance de dezenas ou centenas de quilômetros. Essa conexão se relaciona à topologia de linha.

### Topologia de Linha



### 3.3.2. ESTRELA: LIGAÇÕES PONTO MULTI-PONTO

Esse tipo de ligação representa a comunicação de “um para muitos” e é normalmente relacionado a topologia estrela. Nela, um equipamento central conecta-se a muitos outros para realizar a transmissão e recepção. Esse tipo de conexão pode ser usado para espalhar um link simultaneamente para diferentes localidades ou redes, conectando redes entre si ou diferentes pontos da mesma rede.

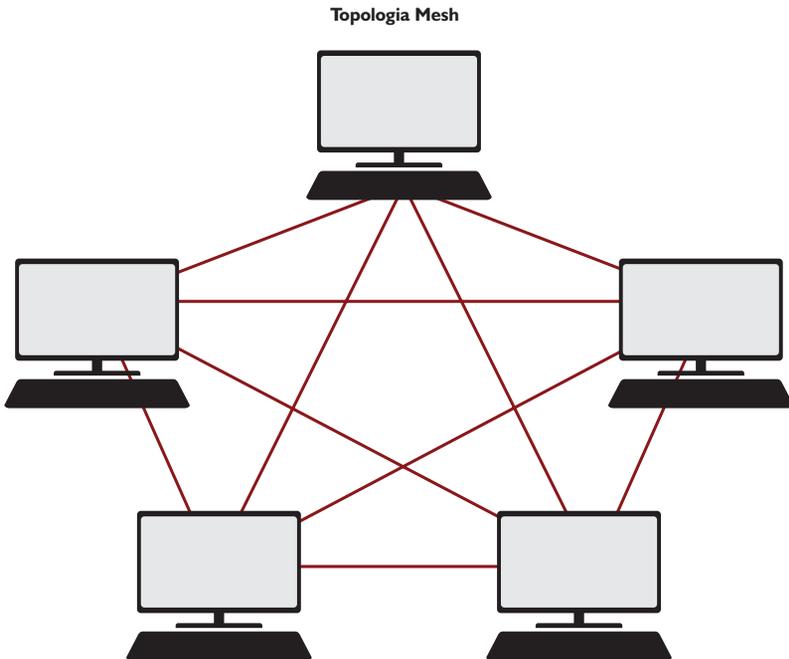


### 3.3.3. LIGAÇÕES DO TIPO MESH

Esse tipo de conexão representa uma comunicação “de muitos para muitos” e é a mais utilizada nas Redes Comunitárias. A palavra mesh vem do inglês e significa malha, ou seja, uma rede que tem todos os pontos interconectados, criando um desenho similar a uma malha de tecido. Uma rede mesh possibilita que cada roteador se torne um transmissor de sinal, ou seja, ocorre uma descentralização na estrutura da rede, fazendo com que o servidor central passe a não ser o único transmissor de sinal de internet, que circula na rede por meio de pequenos retransmissores de sinal distribuídos no território.

O protocolo de comunicação mesh foi criado pela demanda crescente de conectar access points (APs) – ou, em português, pontos de acesso –, que servem para acessar redes sem fio e, normalmente, são roteadores conectados nessa rede, em lugares onde não existem equipamentos para fazer a ligação via

cabo. Os cabos de redes têm limitação de 100 metros para transportarem a informação sem perda de qualidade. Assim, em ambientes que necessitam de cobertura em uma larga extensão (como estacionamentos, campus universitários ou grandes áreas públicas), a topologia mesh é a mais indicada.



A rede mesh possui algumas vantagens em relação à cabeada, das quais destacam-se três:



Uma maior flexibilidade na distância e disposição da rede: Normalmente uma rede cabeada precisa de um equipamento central (o switch) no qual sejam conectados todos os cabos para formar a rede. Quando todos os pontos de acesso se ligam ao switch, é necessário que haja nele um número de portas igual ao número de pontos de acesso nele conectados, e, devido à limitação do tráfego via cabo, todos os pontos de acesso devem estar dentro de um alcance de 100 metros do equipamento central. Com ligações sem fios, pode ser necessário um primeiro ponto de acesso para ligar a central à rede com fios, mas, para as outras conexões, diversos outros APs podem se conectar a partir do primeiro ponto de acesso. Isso permite uma maior distância entre os APs e também a conexão a pontos de acesso que estejam em objetos em movimento (trens, ônibus etc.). O benefício da flexibilidade reside também nos diversos caminhos possíveis para a saída do sinal na ligação sem fios

Com um cabo ethernet, existe apenas um caminho possível de saída entre o switch e o AP. Com uma ligação sem fios, qualquer AP pode estar ao alcance de um ou de vários APs e pode detectar o melhor caminho. Essa possibilidade de qualquer AP ligar-se a um ou a vários outros APs e de haver uma ligação redundante é a própria definição de uma rede mesh sem fios.

## 2

Conexão inteligente entre os pontos de acesso – A segunda vantagem de uma rede mesh é a autoformação. Se um algoritmo – que são as instruções lógicas que fazem um dispositivo calcular as respostas a determinadas informações – for incorporado ao AP da malha para detectar o melhor caminho para a saída da informação, a rede mesh terá uma característica de autoformação, ou seja, o novo ponto de acesso, utilizando o mesmo software, encontrará automaticamente a rede.

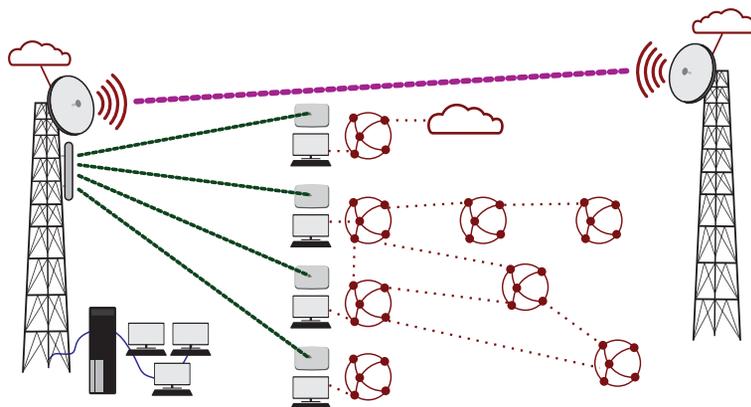
### 3

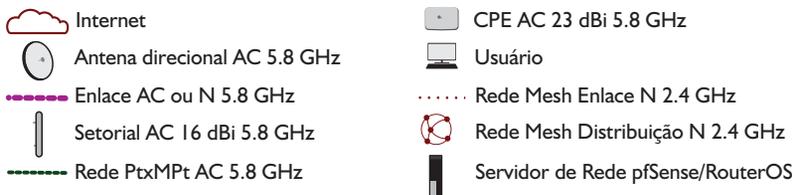
Facilidade para ajustes de falhas em APs - A terceira vantagem é que as redes em malha são autocurativas. Caso haja falha em algum ponto de acesso, a rede autocurativa determinará automaticamente o melhor caminho possível para acessar o ponto final da rede, evitando a necessidade de substituição dos pontos de acesso.

#### **3.4. ENLACE**

A montagem de uma Rede Comunitária quase sempre será realizada de forma híbrida, utilizando tanto meios físicos, como os cabos, como tecnologia sem fio, feita por ondas de rádio. Nesta seção, apresentaremos um cenário de rede híbrida que reúne aspectos de uma rede via cabo e rádio ponto a ponto, ponto-multiponto e rede mesh.

A figura a seguir é um esquema de uma rede híbrida que mostra como o servidor de rede distribui os sinais locais e o da internet por toda a Rede Comunitária. À esquerda, no alto da antena, vemos que o servidor se encontra conectado a uma antena direcional que se comunica com outra antena direcional mais distante da comunidade, criando o enlace (em roxo na imagem). A antena mais afastada (à direita) está levando para a antena da comunidade o sinal da internet. Esse tipo de operação só será necessário em localidades remotas que não possuam infraestrutura de telecomunicações para a contratação do link de internet diretamente com uma operadora. Nessa situação, o enlace criado por meio do uso de duas antenas direcionais proporcionará o link de internet na comunidade.





Contrata-se o link no local em que há cobertura da infraestrutura de telecomunicações e redireciona-se o sinal para a antena localizada na comunidade. Esse processo encarecerá os custos de instalação, pois será necessário comprar duas antenas direcionais e pagar a mão de obra de técnicos para o apontamento<sup>11</sup> das antenas.

Com o link de internet assegurado, seja pela contratação normal com uma operadora comercial da região, seja por meio do enlace descrito anteriormente, a rede deve distribuir o sinal para a comunidade. A antena setorial faz a conexão do servidor central aos dispositivos conectados na rede e pode ter a angulação adaptada à geografia da comunidade e à necessidade de atendimento da rede.

<sup>11</sup> O apontamento nessa situação se refere à ação de posicionar as antenas de modo que uma se comunique com a outra da maneira mais eficiente possível.



**REDES COMUNITÁRIAS NA PRÁTICA**

**4**

Os elementos centrais para a montagem da infraestrutura de uma Rede Comunitária são cabos, antenas e roteadores. Nesta seção, detalharemos suas características, funções e aplicações. Conhecendo estes equipamentos e suas possibilidades, torna-se fácil compreender o processo que permite a montagem de uma rede autônoma de comunicação digital.

## **4.1. CONHECENDO OS EQUIPAMENTOS: CABOS, ROTEADORES E ANTENAS**

### **4.1.1. CABO DE REDE**

Como dito anteriormente, podemos usar basicamente dois tipos de tecnologia de cabeamento: os cabos no padrão ethernet feitos de cobre, que permitem a troca de dados entre os roteadores e ligam estes à rede elétrica; e as fibras ópticas, tecnologias mais avançadas que utilizam luz dentro de um cabo.

O cabo de rede padrão ethernet é o tipo de cabo mais utilizado para se expandir redes de computadores. Ele tem oito fios separados em pares, e cada par tem um conjunto de cores. As cores variam um pouco de acordo com o fabricante e servem para que tenhamos uma referência de como vamos combinar os fios para que a comunicação entre os equipamentos aconteça.

Na prática, os cabos ethernet ou cabo de rede são utilizados para conectar os roteadores a outros equipamentos ou à energia elétrica utilizando um PoE.

Basicamente, para fazer um cabo de rede, você precisa “crimpar” o cabo, o que significa organizar os pares de fios na posição adequada e encaixá-los no terminal RJ45, como na figura a seguir.

Para saber mais em detalhes como crimpar um cabo de rede acesse <https://kolibri.coolab.org/pt-br/>



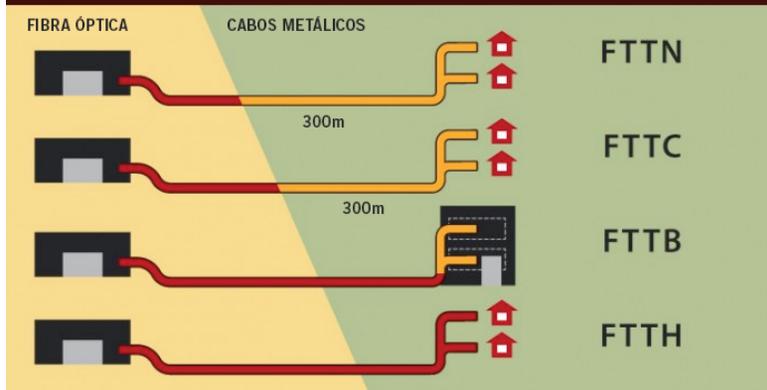
## 4.1.2. CABOS DE FIBRA ÓPTICA

Este cenário descrito a seguir serve para localidades onde há cobertura de fibra óptica e onde seja possível utilizar essa tecnologia para conexão comunitária. Embora seja uma infraestrutura pouco utilizada atualmente, consideramos importante conhecê-la, especialmente pequenas empresas que podem atuar como provedores comunitários ou locais. À medida que a fibra óptica se expandir, será possível que a organização comunitária faça uso dela para o provimento de conectividade local.

O conceito mais difundido atualmente é o de FTTX (fiber to the X, ou, em português, fibra até o X, em que o “X” seria o ponto no qual a fibra teria a sua terminação óptica<sup>12</sup> e haveria a mudança de tecnologia para continuar o atendimento ao cliente final, que, nesse caso específico, seriam os associados). A figura a seguir ilustra os tipos mais usuais de FTTX. Há várias maneiras de o FTTX chegar à casa das pessoas; a seguir, estão apontadas as mais comuns.

<sup>12</sup> Terminação óptica é o ponto no qual o transporte via fibra ótica é encerrado e de onde se começa o transporte do sinal por outro meio.

## Fibra/Cabo - Distribuição ao longo da rede de acesso



Por ordem de distância do ponto de terminação óptica para o usuário final, teremos a seguinte classificação:

**FTTN**  
Fiber to the node

A fibra segue até um ponto de distribuição na rua, e, a partir desse ponto, alguns quarteirões serão atendidos usando outras tecnologias (rádio, par metálico etc);

**FTTC**  
Fiber to the curb

Modelo também conhecido como Fiber to the cabinet (fibra até armário). Nele, as fibras têm sua terminação óptica nas calçadas, com armários de atendimento mais próximos do usuário, para dali seguirem com outra tecnologia, como cabos de cobre, para o atendimento;

**FTTB**  
Fiber to the  
building

A terminação óptica fica nos limites da edificação. Esse modelo é muito utilizado para atendimento de condomínios residenciais ou empresariais;

**FTTH**  
Fiber to the  
home

Nesse modelo, a terminação óptica ocorre dentro da residência do usuário final, onde normalmente é instalado um equipamento para fazer a conversão de tecnologia para cabo UTP ou para distribuir o sinal wireless.

## **4.2. ANTENAS**

Como vimos anteriormente, as ondas de rádio são amplamente utilizadas para a comunicação desde o início do século XX. O processo para essa comunicação acontecer pode ser dividido em duas partes. A primeira é a que acontece no ponto de partida em que a informação que o usuário insere é processada e transformada em sinal elétrico. Esse sinal precisa ser convertido em ondas de rádio para que se propague pelo ar e chegue ao

seu destino. O papel de transformar o sinal elétrico em uma onda de rádio e vice-versa, no caso da recepção do sinal, é da antena. Ou seja, ela também é responsável por transformar as ondas de rádio em sinal elétrico para ser processado para revelar a informação contida nele.

Assim como existem diferentes tipos de onda de rádio, que variam principalmente de acordo com a frequência, existem diferentes tipos de antena. Apresentaremos aqui os tipos mais usados nas redes via rádio. Cada antena operará em alguma frequência específica - no nosso caso, nas faixas de 2.4 GHz e de 5.8 GHz.

### **ANTENA DIRECIONAL**

Esse tipo de antena é utilizado para realizar conexões ponto a ponto garantindo qualidade, mesmo com níveis razoáveis de interferência e em grandes distâncias. Sua utilização será necessária quando a região onde a comunidade está situada não possuir link de internet. Ela fará o enlace com outra antena direcional no ponto do link de internet para transportar o sinal de internet até o local da comunidade.



Esse equipamento é capaz de atuar em condições climáticas ruins, sem grandes perdas de rendimento. Normalmente as antenas direcionais são sempre em 5.8Ghz pois na frequência de 2.4Ghz ocorre muita interferência devido ao grande número de dispositivos que operam nesta faixa, como os celulares e roteadores domésticos.

### **ANTENA SETORIAL**

Este outro tipo de antena é muito utilizado para fazer links ponto-multi-ponto ou mesh. Ela transmite um sinal em um ângulo predeterminado, que deve ser adequado às necessidades de atendimento, As antenas setoriais são,

um subgrupo das antenas direcionais, mas, diferentemente destas, elas não transmitem sinal a um ponto específico, mas cobrem a área atingida como um todo, permitindo a conexão dos dispositivos de mesma frequência a seu sinal.



Essas antenas podem ser encontradas nas versões de 5.8Ghz e 2.4Ghz. Quanto maior o ângulo da área atendida, menor o alcance destes equipamentos; e, quanto maior a frequência, menor o alcance.

### **ANTENA OMNIDIRECIONAIS**

Roteadores com antenas omnidirecionais normalmente vem com antenas acopladas, que dependendo do modelo, podem ou não ser removidas. As antenas omnidirecionais são aquelas que propagam o sinal “para todos os lados”, e são mais utilizadas dentro das residências para criar pontos de acesso ao mesmo tempo que se conectam na rede mesh ,desde que estejam perto, uma distância dela de até 400m.



### **4.3. ROTEADORES**

Como vimos anteriormente os roteadores são dispositivos muito parecidos com celulares ou computadores. E, assim como ocorre com os celulares, o que diferencia um roteador de outro é a capacidade que cada um tem para se comunicar e o tipo de antena que utiliza. Alguns roteadores têm antenas acopladas e outros oferecem a possibilidade de conexão a diferentes tipos de antena externa.

É muito comum chamarmos o sinal via ondas de rádio dos roteadores de wi-fi. Esse nome foi dado a ele por uma organização, a Wi-Fi Alliance, que é proprietária da marca Wi-Fi; desse modo, qualquer equipamento que queira usar essa marca precisa obter a certificação da organização. A tecnologia wi-fi utiliza o padrão IEEE 802.11, criado pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), a maior organização profissional do mundo dedicada ao avanço da tecnologia em benefício da humanidade. Entre os muitos temas sobre os quais a IEEE se debruça está a padronização do protocolo de comunicação wi-fi com o código IEEE 802.11.

Um protocolo-padrão é importante para que todos os equipamentos conversem "na mesma língua" em qualquer parte do mundo. Por isso, é fundamental que exista uma espécie de acordo entre os fabricantes de dispositivos que utilizam a mesma tecnologia. As siglas, porém, podem causar muita confusão; por essa razão, tem-se adotado, ultimamente, a seguinte nomenclatura para os diferentes padrões.

DESIGNAÇÃO	PADRÃO IEEE	TAXA MÁXIMA DE LINK
Wi-Fi 1	802.11	2 Mbps
Wi-Fi 2	802.11 b	11 Mbps
Wi-Fi 3	802.11 g	54 Mbps
Wi-Fi 4	802.11 n	72 a 600 Mbps
Wi-Fi 5	802.11 ac	433-6,933 Mbps
Wi-Fi 6	802.11 ax	600-9,608 Mbps

Os roteadores de cada um dos associados podem ser configurados para retransmitir o sinal e atuar também como uma antena para o restante da comunidade, constituindo o que entendemos como rede mesh.

#### **4.3.1. LIBREMESH SISTEMAS DE ROTEADORES**

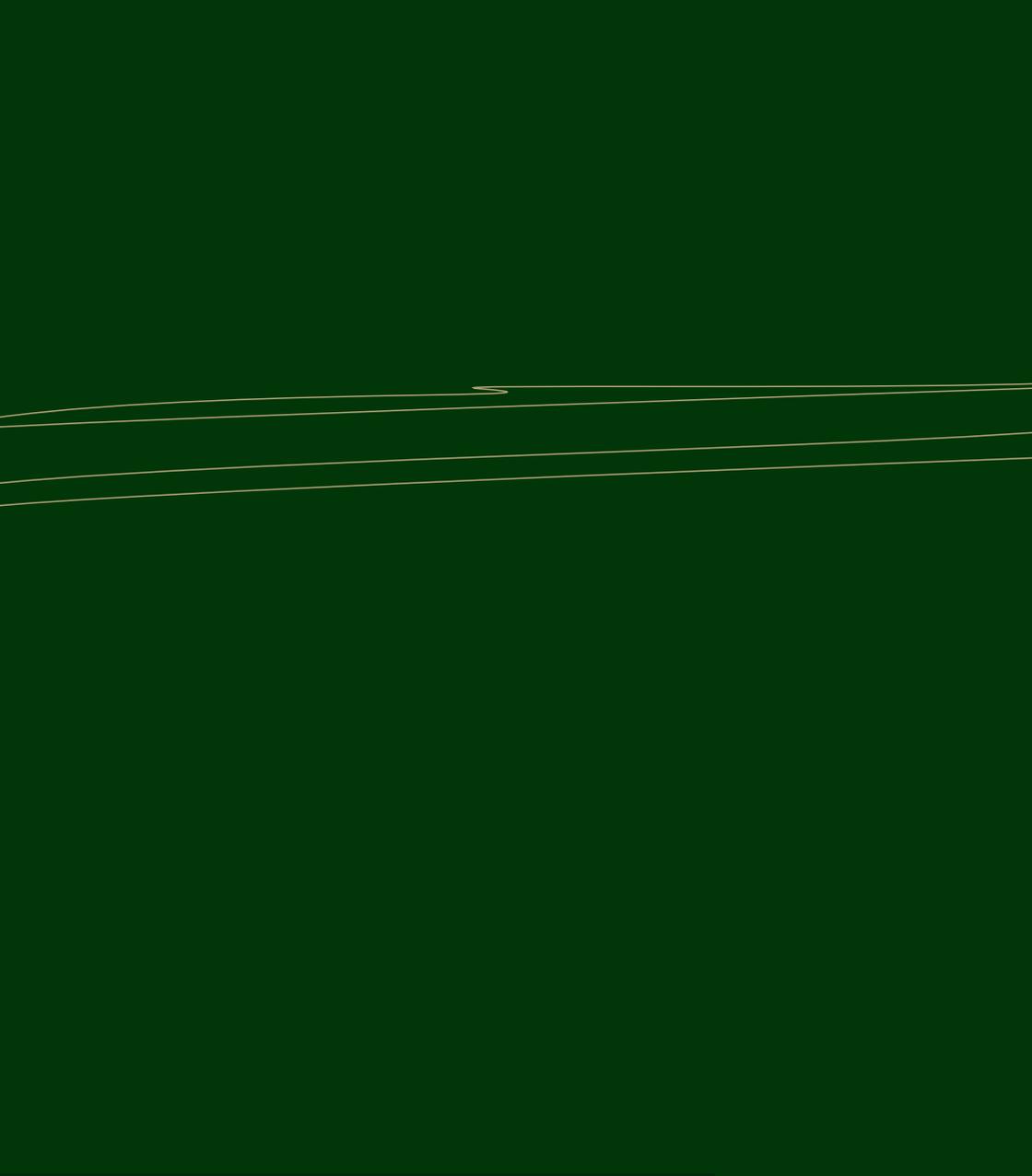
O sistema ou software que vem por padrão nos roteadores não é capaz de fazer tudo o que é preciso para construir uma Rede Comunitária, principalmente com a topologia mesh. Para adequar os equipamentos às Redes Comunitárias, é necessário, portanto, modificar o sistema de fábrica para um novo sistema, o LibreMesh.

Como vimos anteriormente, um equipamento pensado para Redes Comunitárias como o LibreRouter, que já vem com o LibreMesh por padrão de fábrica, torna muito mais simples confeccionar uma rede. Quando, no entanto, for utilizado um equipamento que não vem com o LibreMesh por padrão, será necessária a substituição do firmware. Os modelos que suportam essa modificação são estes:



TpLink CPE 210/220

TpLink CPE 510  
TpLink WDR 3500/3600  
TpLink ARCHER C5  
TpLink ARCHER C7  
XIAOMI R3G MT7621



PASSO A PASSO

5



Os estágios a seguir são necessários para a configuração da rede. Os detalhes para o cumprimento desses passos devem ser acompanhados por um profissional técnico conhecedor e responsável por cada um deles. Esses passos são, portanto, referências de movimentos para a configuração da rede, e não eliminam a necessidade de acompanhamento técnico para uma instalação bem-sucedida. Muitas informações podem ser adquiridas em pesquisas na internet ou em contato com parceiros de organizações da sociedade civil, universidades, empresas de tecnologia ou pequenos provedores. Recomendamos que seja feita uma parceria para consultoria no decorrer dessa fase do processo.

Um documento importante para auxiliá-lo nesse momento é a cartilha “Enredando território de cuidado: guia para aprendizado e construção de Redes Comunitárias”,<sup>13</sup> desenvolvido pela MariaLab.

<sup>13</sup> Disponível em: <https://www.marialab.org/wp-content/uploads/2021/03/Cartilha-de-redes-comunitarias-FINAL.pdf>.

# Passo 1

## MAPEAMENTO DO TERRITÓRIO E DE LOCAIS DAS INSTALAÇÕES

Como já mencionamos, inicialmente é necessário conhecer e mapear o território e as localidades que serão cobertos pela rede. Para isso, pode-se utilizar um mapa convencional impresso ou desenhar o mapa do território, apontando nele os pontos de interesse, as construções, os relevos e as demais barreiras físicas (no caderno de planejamento você encontrará mais informações sobre esse processo).

É importante também identificar os pontos do território que tenham visada em comum com a maioria dos locais escolhidos para receber o sinal – em geral, lugares altos nos quais possam ser instaladas torres e que tenham pontos de energia elétrica próximos. É preciso levar em consideração o raio de ação dos equipamentos; logo, os pontos altos devem estar próximos do local ao qual se deseja distribuir o sinal. No caso de uma conexão via cabos, deve-se buscar um ponto central, equidistante dos pontos de conexão, para que eles percorram a menor distância possível.

## **OBSERVAÇÃO**

Em caso de instalação de torres mais altas, de metal, é importante verificar o que prescreve o plano diretor de cada município e atentar para a necessidade de licenças ambientais, além de contar com o acompanhamento de profissionais habilitados para o projeto, a fabricação, a fundação e a montagem da torre, bem como para a instalação de equipamentos nelas.

### Passo **2**

## **INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS**

Primeiramente, precisamos nos certificar de que os roteadores estão com o firmware correspondente para a montagem da rede. Identifique o modelo dos equipamentos e os arquivos de firmware para fazer as adequações dos sistemas. Note que, para cada modelo/fabricante, há uma maneira diferente de fazê-lo. A montagem e a configuração do equipamento que distribuirá o link de internet devem ser feitas antes da fixação dos equipamentos. O ideal é que haja o acompanhamento de um técnico com conhecimento desse processo.

No caso de uma rede que se conecte à internet, a montagem e a configuração da antena setorial (responsável pelo provimento do sinal) junto à fonte da conexão (link), assim como a programação da rede para o gerenciamento de seus usuários, devem ser feitas antes da fixação dos equipamentos e da antena.

Em seguida, caso haja a necessidade de transportar o link de internet de outra localidade, é preciso direcionar as antenas de enlace, ou seja, posicioná-las no local correto para que captem o sinal da antena remota que está transmitindo o link de internet.

A configuração dos equipamentos e sua montagem podem ser feitas por alguém da comunidade que domine os procedimentos ou por um técnico em informática. Já a instalação da torre, caso necessário, deve ser realizada por profissionais da área de telecomunicações, pois, como apontamos anteriormente, trata-se de trabalho especializado.

### Passo 3

#### IDENTIFICAÇÃO DO **LOCAL** ONDE FICARÁ CADA EQUIPAMENTO CONFIGURADO

Cada tipo de roteador e antena deve ser planejado para o local onde desempenhará a melhor função. Assim, para se assegurar de que isso ocorrerá, nomeie cada dispositivo considerando o lugar no qual será instalado. Para a alocação das antenas, note que as antenas omnidirecionais são para curtas distâncias, as antenas setoriais são usadas para links de média distância e as antenas direcionais para links de longa distância.

### Passo 4

#### INÍCIO DAS INSTALAÇÕES EM **CARÁTER DE TESTE**

Após a instalação e o início da transmissão do sinal, é necessário que haja um período de testes dos equipamentos. Para isso, é recomendável identificar e instalar kits de acesso para usuários previamente escolhidos para determinar o raio de ação efetivo das torres e verificar eventuais problemas de potência, interferência e obstruções. É importante escolher pessoas que vivam em diversos locais para testar a qualidade e a abrangência do sinal.

Existem vários tipos possíveis de interferências ou obstruções ao sinal das antenas, que vão desde fatores meteorológicos, como a chuva, passando por condições topográficas, como a presença de montanhas ou florestas, até a presença de outras ondas no espectro da região.

**Passo 5**

**DIVULGAÇÃO EM MASSA DO  
CADASTRAMENTO DO SERVIÇO PARA A  
POPULAÇÃO ASSISTIDA**

Após o período de testes, deve-se iniciar o cadastramento das pessoas que utilizarão os serviços da Rede Comunitária. É necessário observar as limitações de conexões de clientes do equipamento instalado, que deve ser analisado de acordo com a capacidade dos equipamentos e a qualidade do plano de internet contratado. Do mesmo modo, recomenda-se acompanhar o desempenho dos equipamentos instalados nas torres e, caso seja necessário, realizar ajustes, como um melhor alinhamento das antenas ou a definição das velocidades para cada usuário para a melhor operacionalidade da rede.

## ARTIGO 19 Brasil e América do Sul

**Diretora Regional**  
Denise Dourado Dora

**Realização**  
ARTIGO 19

**Coordenação**

Paulo José Lara  
Rafaela Alcântara

**Pesquisa e Texto**

Arthur Massuda  
Elora Fernandes  
Hiure Queiroz  
Laura Tresca  
Marcelo Blanco  
Marcelo Saldanha  
Nieremberg Jose Pereira de Lyra Ramos  
Paulo José Lara  
Rafaela Alcântara  
Thiago Paixão

**Revisão**

Elora Fernandes  
Luana Almeida  
Lygia Roncel  
Paulo José Lara  
Rafaela Alcântara

**Colaboração**

Bruna Zanolli  
Cleber Tinoco  
Cristiana Gonzales  
Flávia Lefèvre  
Gustavo Araújo  
José Gabriel Peixoto Rodrigues  
Juliana Novaes  
Luiz Eduardo Neto  
Luiz Pierin  
Mariana Rielli  
Nilza Portela  
Percival Henriques de Souza  
Rafael Diniz  
Rodrigo Bortolini Troian

**Projeto Gráfico**

Beatriz Canozzi Conceição  
Vinícius Souza

Esta publicação foi elaborada com base no guia “Como Montar e Regularizar um Provedor Comunitário”, de autoria da ARTIGO 19, Instituto Bem-Estar Brasil e ANID Associação Nacional para Inclusão Digital, supervisionada por Paula Martins e coordenada por Laura Tresca e Camila Marques em 2017.

Esta publicação conta com o apoio da **Hivos, Fundação Ford e Open Society Foundations**, a quem agradecemos a confiança e parceria. OUTUBRO 2021

Licença: Creative Commons - 3.0