

BLUETOOTH TECHNOLOGY (IEEE 802.15)



Aurélio Bonatto, Diego Oliveira do Canto

Faculdade de Administração, Contábeis e Economia

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

{aureliobonatto@yahoo.com.br, diegocanto@pop.com.br}

Abstract: *This article presents the Bluetooth Technology (IEEE 802,15), presenting its objectives and in particular standing out its advantages in relation the too much existing Technologies today in the market. The Bluetooth Technology started to be developed in 1994, for the Ericsson, and from 1998 for Bluetooth Special Interest Group (SIG), trust initially established by Sony, Ericsson, IBM, Intel, Toshiba and Nokia, today this trust includes more than 2000 companies.*

Resumo: *Este artigo apresenta a Tecnologia Bluetooth (IEEE 802.15), apresentando seus objetivos e em particular ressaltando suas vantagens em relação as demais Tecnologias existentes hoje no mercado. A Tecnologia Bluetooth começou a ser desenvolvida em 1994, pela Ericsson, e a partir de 1998 pelo Bluetooth Special Interest Group (SIG), consórcio inicialmente estabelecido pela Sony, Ericsson, IBM, Intel, Toshiba e Nokia, hoje este consórcio inclui mais de 2000 empresas.*

1. INTRODUÇÃO

Chegado o momento de comunicar dispositivos a curto alcance de forma cômoda e sem cabos, as tecnologias existentes focavam-se nas até então nas fieis estruturas de redes de conexão cabeadas, no entanto cada vez mais aflorava-se a necessidade de nos desprendermos das velhas amarras pois necessitávamos de uma maior mobilidade e dinamismo, mas é claro que nunca descuidando-se de questões como confiabilidade e segurança, aí então que surge a Tecnologia Bluetooth, como uma opção barata e muito viável para tal tarefa.

O nome Bluetooth é uma homenagem ao rei da Dinamarca e Noruega Harald Blåtand - em inglês Harold Bluetooth (traduzido como dente azul, embora em dinamarquês signifique de tez escura). Blåtand é conhecido por unificar as tribos norueguesas, suecas e dinamarquesas. Da mesma

forma, o protocolo procura unir diferentes tecnologias, como telefones móveis e computadores. O logotipo do Bluetooth é a união de duas runas nórdicas para as letras H e B, suas iniciais.

É usado para comunicação entre pequenos dispositivos de uso pessoal, como PDAs, telefones celulares de nova geração, computadores portáteis, mas também é utilizado para a comunicação de periféricos, como impressoras, scanners, e qualquer dispositivo dotado de um chip Bluetooth.

Os pilares da tecnologia *Bluetooth* apóiam-se nas especificações desenvolvidas pelos membros do SIG, especificações estas que servem como diretrizes para a fabricação de produtos compatíveis entre si. As especificações *Bluetooth* se dividem em uma principal e diversos perfis, protocolos e comunicação.

A especificação principal descreve como se organizam os protocolos na camada L2CAP e as características dos produtos e seus protocolos relevantes para sua inter-relação. A especificação principal se complementa com um conjunto de protocolos concebidos para sua utilização em um ou mais perfis.

Estes perfis serão responsáveis por determinar o conjunto de características necessárias para a compatibilidade dos produtos com suas funcionalidades.

As especificações de comunicação definem as interfaces físicas que podem empregar-se para implantar a interface controladora do anfitrião (HCI). A comunicação HCI se utiliza em produtos que se vale de funções de anfitrião e controle em separado.

2. CARACTERÍSTICAS

A tecnologia Bluetooth é um dispositivo de curto alcance, cujo objetivo é eliminar os cabos nas conexões entre dispositivos eletrônicos, tanto portáteis como fixo. As principais características desta tecnologia são suas confiabilidades, baixo consumo e mínimo custo. Varias das funções das especificações é opcional, o que permite a diversificação dos produtos.

Dispositivos Bluetooth operam na faixa ISM (Industrial, Scientific, Medical) centrada em 2,45 GHz em sua camada física de Radio (RF) que era formalmente reservada para alguns grupos de usuários profissionais. Nos Estados Unidos, a faixa ISM varia de 2400 a 2483,5 MHz. Na maioria da Europa a mesma banda também está disponível. No Japão a faixa varia de 2400 a 2500 MHz. Os dispositivos são classificados de acordo com a potência e alcance, em três níveis: classe 1 (100 mW, com alcance de até 100 m), classe 2 (2,5 mW e alcance até 10 m) e classe 3, (1 mW e alcance de 1 m, uma variante muito rara). Cada dispositivo é dotado de um número único de 48 bits que serve de identificação.

Os dispositivos Bluetooth se comunicam entre si e formam uma rede denominada piconet, na qual podem existir até oito dispositivos interligados, sendo um deles o mestre (master) e os outros dispositivos escravos (slave); uma rede formada por diversos "masters" (com um número máximo de 10) pode ser obtida para maximizar o número de conexões. A banda é dividida em 79 portadoras espaçadas de 1 Megahertz, portanto cada dispositivo pode transmitir em 79 diferentes frequências; para minimizar as interferências, o dispositivo "master", depois de sincronizado, pode mudar as frequências de transmissão dos seus "slaves" por até 1600 vezes por segundo.

Em relação à sua velocidade pode chegar a 3 Mbps em modo de transferência de dados melhorada (EDR) e possui três canais de voz.

Toda transferência de dados se dá no canal físico que se subdivide em unidades de tempo, denominadas ranhuras. E os dados intercambiados entre os dispositivos transitam em forma de pacotes, estes por sua vez deverão chegar a estas ranhuras para que a transmissão de dados ocorra com sucesso. Uma das características da tecnologia Bluetooth é a capacidade de transmissão de

dados bidirecional, e isso se deve a técnica por ela utilizada de múltiplo acesso ou Duplex por divisão de tempo (TDD).

Sobre o canal físico podemos dizer que é composto por uma camada de enlace físico e canais com seus devidos protocolos de controle. A hierarquia abaixo e acima dos níveis de enlaces é a seguinte: Canal físico, enlace físico, comunicação lógica, enlace lógico e canal L2CAP.

2. Versões apresentadas dos modelos Bluetooth são:

Versão 1.0:

- primeira versão oficial tinha velocidade baixa e pouca segurança.

Versão 1.1:

- suporte a canais não encriptados
- inclusão de RSS

Versão 1.2:

- melhoria na resistência da frequência de rádio
- velocidade de transmissão de até 1 Mbps
- melhor qualidade sonora das ligações de áudio

Versão 2.0

- velocidade de até 3 Mbps
- menos consumo de bateria
- melhoria na performance BER (bit error rate)

3. ARQUITETURA

O núcleo de um sistema Bluetooth estrutura-se em quatro camadas inferiores com protocolos associados, definidos nas especificações do perfil Bluetooth. Também inclui protocolos entre as camadas de serviço:

- Protocolo de descobrimento de serviço (SDP), responsável por determinar os serviços disponíveis, e um perfil de acesso genérico (GAP), que especifica os requisitos gerais do perfil.

Três camadas inferiores se agrupam em um subsistema denominado “*módulo controlador*”. Este módulo é composto por uma camada L2CAP, camadas de serviço e camadas superiores. Mediante disto temos uma interface entre distintos sistemas bluetooth de forma compatível entre suas camadas, ou também define uma interface comum entre os anfitriões e controles.

Definem-se também módulos funcionais e rotas seguidas pelos serviços e dados transferidos entre os distintos sistemas. Estes módulos funcionais aparecem apenas a título informativo, em geral as especificações Bluetooth não define os detalhes da implementação, salvo nos casos que se faz realmente necessário.

Assim mesmo, se indicam as interações comuns nos diferentes tipos de dispositivos, para que estes possam trocar sinais de protocolo de forma padronizada. As pilhas de protocolos esta composta da seguinte forma:

- Um protocolo de Radio Frequência (RF);
- Um protocolo de Enlace (LCP);
- Um protocolo de gestão de enlace (LMP);
- Um protocolo de adaptação e controle de enlace lógico (L2CAP);
- Todos estes somados ao protocolo de descobrimento de Serviço (SDP);

O núcleo do sistema Bluetooth disponibiliza seus serviços diagramados em formato de elipse, assim oferecendo diversos pontos de acesso. Os serviços podem dividir-se em três tipos: serviço de controle de dispositivos que modificam o funcionamento e modos dos dispositivos, serviços de controle de transporte, que criam, modificam e liberam portadores de tráfego (Canais e enlace) e serviço de dados utilizados para enviar a informação de transmissão através de portadores de tráfego.

Pelo fato da tecnologia utilizar a interface HCI (anfitrião/controlador) deve-se levar em consideração que a transmissão de dados do controlador é limitada se comparada ao anfitrião por este motivo espera-se que a camada L2CAP realize funções de gestão de recursos ao enviar unidades PDU ao controlador, dentre outras como a fragmentação dos blocos de informação (SDU) em pacotes menores (unidades PDU) e finalmente a gestão do uso de buffer para assegurar disponibilidade dos canais e garantir qualidade de serviço (QoS).

De que maneira esta disposta à funcionalidade de controle de erros?

Na camada de banda base já este implementado o protocolo básico de solicitação de repetição automática (ARQ), porém, a camada L2CAP opcionalmente também pode oferecer funções de detecção de erros e retransmissão de PDUs. Outra funcionalidade opcional nesta camada, é a de gerenciamento de destinação de buffers no dispositivo receptor.

3.1 MÓDULOS CENTRAIS DE ARQUITETURA

Gestor de Canais – este é responsável por criar, questionar e eliminar os canais L2CAP que se ocupam com os protocolos de serviço e fluxo de dados. Este gestor serve-se dos protocolos L2CAP para interagir com os canais de dispositivos remotos (idênticos) e assim conectando ponto a ponto. Este gestor comunica-se com o gestor de enlace local para criar novos enlaces lógicos e configurar tais enlaces para proporcionar a qualidade de serviço.

Gestor de Recursos L2CAP – este se ocupa com a organização de envios dos pacotes (PDU) a banda base e a programação de canais para que não se negue acesso aos canais L2CAP com certos parâmetros QoS ao canal físico devido a uso excessivo de recursos do controlador. Eles também podem controlar o tráfego dos SDUs na camada L2CAP de acordo com os parâmetros QoS.

Gestor de Dispositivo – este se localiza na banda base do sistema e é responsável pelo controle das funcionalidades dos dispositivos equipados com tecnologia Bluetooth. É nele que se dá à maioria dos controles como invisibilidade e detecção de outros dispositivos porém nenhuma diretamente ligada à transmissão de dados.

Gestor de Enlace – este faz o controle geral de todo o enlace lógico (e caso necessário à comunicação lógica associada), assim como parametrização com o enlace físico entre dispositivos. Para isso baseia-se em protocolos de gestão de enlace (LMP).

Gestor de recursos da Banda Base – Encarregada do acesso à camada de radio, tem 2 funções primordiais, a primeira delas é estabelecer o tempo de disponibilidade que permanecerá nos

canais físicos para cada entidade que tenha seu negociado contrato de acesso. A outra seria negociar os contratos de acesso com tais entidades. Tanto para uma situação como para outra, deve-se ter ciência de quais procedimentos utilizam radiofrequência (transferência de dados entre dispositivos conectados, detecção de outros dispositivos, etc.).

Controladores de Enlace – responsável pela decodificação da carga útil de dados e dos parâmetros relacionados ao canal físico, assim como pela comunicação lógica e enlaces lógicos. Este por sua vez, sincronizado com o gestor de recursos, segue com o fluxo de sinalização de protocolos de controle de enlace, tais como retransmissão de sinais solicitados e confirmação.

Radio Frequência – Encarrega-se de transmitir e receber pacotes de informação do canal físico. Uma rota de controle entre a banda base e o modulo de RF permite a banda base controlar o tempo e a frequência das portadoras do modulo de RF. Este módulo atua como intermediário entre o canal físico e a banda base transformando o fluxo de dados no formato requerido em ambos os sentidos.

3.2 TRANSPORTE DE DADOS

O sistema de transferência de dados Bluetooth funciona mediante uma arquitetura de camadas, cuja camada lógica divide-se em enlace lógico e comunicação lógica, por questões relacionadas à eficiência. O enlace lógico por sua vez permite uma comunicação independente entre dispositivos, porém a comunicação lógica é necessária para descrever a interdependência entre alguns enlaces lógicos.

A especificação Bluetooth 1.1 define os enlaces ACL e SCO como enlaces físicos. Seguidamente incorporando o SCO ampliado (eSCO), hoje em dia convenientemente já tratados como enlaces lógicos devido a estes já obedecerem melhor a suas finalidades. No entanto a sua independência não é tão grande como esperado, devido ao uso compartilhado de recursos como o padrão de confirmação e repetição automática (ARQ). Assim justificando a não existência de apenas uma camada de comunicação.

Portadores de tráfego

O núcleo dos sistemas transporta protocolos de serviço e dados através de transportadores Padrão.

A denominação do enlace lógico realiza-se somando a comunicação lógica um sufixo que indica o tipo de dado que esta sendo transferido:

- C para enlaces LMP
- U para enlaces L2CAP(que transferem PDUs)
- S para enlaces de fluxo que transmitem dados síncronos e isócronos sem formato.

Transferência de dados

Para a transferência de dados poderemos utilizar alguns protocolos como já citado anteriormente:

L2CAP – para dados assíncronos e isossíncronos do usuário. Protocolo com QoS, utilizado para transferir msgs(SDUs) fragmentadas em pacotes (PDUs).

enlace lógico SCO-S o eSCO-S – permite transferência direta de dados assíncronos da aplicação em velocidade constante sincronizada com o time da piconet, nestes protocolos reserva-se uma parte da banda do canal físico.

3.3 CONFIABILIDADE DE TRANSMISSÃO DE DADOS

A tecnologia Bluetooth é um sistema de comunicação sem fio, baseado em radiofrequência, e por sua vez possuem suas interferências, por este motivo não podemos considerá-lo um sistema demasiadamente confiável. Por este motivo temos diversos dispositivos de proteção para cada camada do sistema. No cabeçalho dos pacotes da banda base temos a utilização de técnicas para correção de erros posteriori (FEC) e uma comprovação de erro no cabeçalho (HEC) como método de verificação posterior. Também se utiliza técnicas de comprovação de redundância cíclica (CRC).

Nas comunicações lógicas ACL utiliza-se um algoritmos de detecção de erros simples, em geral um protocolo ARQ simples. Assim se consegue uma confiabilidade na retransmissão de pacotes, a um que não se aplica o algoritmo no receptor. Este padrão de repetição automática pode modificar se, para admitir-se pacotes sensíveis à latência.

Nas camadas L2CAP proporciona um maior controle nos erros, ao detectar aqueles que passam inadvertidos na camada de banda base, solicitando o reenvio dos dados afetados.

No enlace de difusão não temos a possibilidade e de utilização do padrão ARQ, porem com o reenvio de diversas copias do pacote temos uma maior possibilidade de o sistema receber uma sem defeito o que possibilita a esta camada a avaliação do erro no próprio pacote recebido.

3.4 ESTRUTURA DOS PACOTES BLUETOOTH

A estrutura genérica dos pacotes é um reflexo da estrutura de camadas do sistema. Esta estrutura esta desenhada para um uso óptico nas condições de funcionamento normal.

Os pacotes somente adicionam em seu corpo os campos referentes às camadas implicadas a transmissão de dados. Todos os pacotes levam o código de acesso aos canais, desta forma identificam-se as comunicações no canal físico a que vão dirigidos e se excluem os pacotes de canais diferentes que estejam utilizando à mesma porta de RF.

A estrutura dos pacotes Bluetooth não tem nenhum campo que represente diretamente informações relacionadas ao enlace físico. Esta informação esta implícita no endereço de comunicação lógica (LT_ADDR), localizada no cabeçalho d pacote.

Este campo localizado no cabeçalho do pacote (LT_ADDR) possibilita o cada dispositivo receptor verifique se o pacote esta sendo destinado a ele ou não.

Outro dado localizado no cabeçalho é o protocolo LC que opera nas comunicações lógicas exceto nas ACL e SCO que compartilham qualquer protocolo LC transmitido por estes enlaces lógicos.

Já os Pacotes EDR especificam o intervalo e a seqüência de sincronização antes da carga útil. Este campo se utiliza para que a camada física possa trocar a seqüência de modulação.

O cabeçalho de carga útil aparece em todos os pacotes da comunicação lógica e um campo atrás da carga útil que se detecta a maioria dos erros recebidos. Os pacotes EDR, por exemplo, possuem na traseira um trailer com o código CRC.

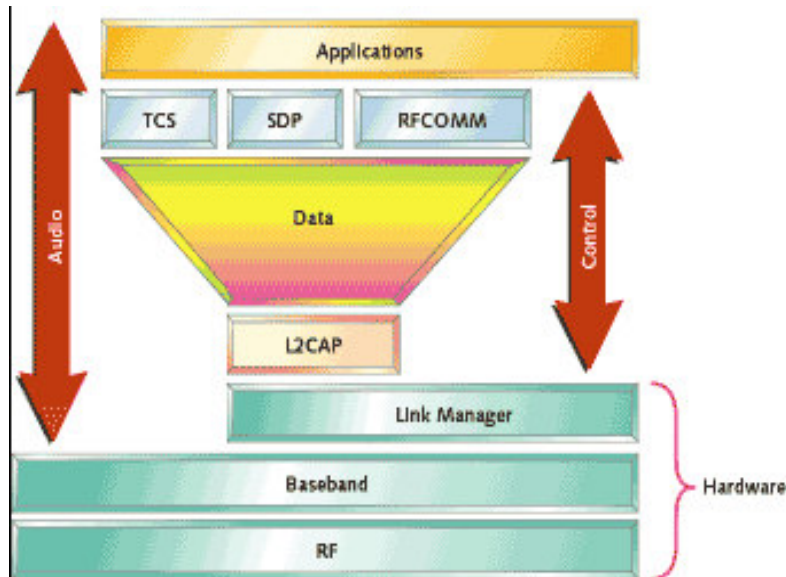


Figura 1. esta figura ilustra o funcionamento geral do sistema de transferência de dados citado no capítulo 3.

4. TOPOLOGIA DA REDE PICONET

A forma como os dispositivos Bluetooth se comunicam (formando uma rede) chama-se "piconet", na qual podem existir até oito dispositivos conectados entre si. Um deles é o "mestre" (master), ou seja, o principal, sendo os demais os dispositivos "escravos" (slave). Estes por sua vez estão conectados uns aos outros trabalhando em uma mesma seqüência e time de saltos do mestre. Estes termos são utilizados para justamente descrever as funcionalidades dentro de uma rede piconet. Podendo em um ambiente existir diversas redes piconet distintas, porém cada uma delas terá um canal físico diferente.

Também se sabe que um dispositivo pode pertencer a uma ou mais piconet, pois devido ao enlace e comunicação lógicos, as conexões tornam-se independentes. Quando um dispositivo conecta-se a uma ou mais Piconet se formam o que chamamos de Scatternet. O que não significa que os dispositivos passem a trabalhar como direcionadores de uma rede. Os protocolos Bluetooth não foram desenvolvidos para tal funcionalidade.

Cabe ressaltar que as comunicações, enlaces lógicos e canais L2CAP oferecem funções para transferência de dados apenas. Normalmente um dispositivo conecta-se a outro em uma piconet para trocar dados, comunicando-se diretamente (Ad-Hoc) e existem, também, procedimentos de operacionalização que facilitam a criação de uma piconet para que se estabeleça comunicação adicional. Os procedimentos aplicam-se em camadas distintas da arquitetura, o que indica que um dispositivo poderá praticar vários procedimentos simultaneamente.

- Busca e detecção (Inquiry) – os dispositivos utilizam entre si dentro de sua área de alcance.
- Paginação ou conexão (Paging) - um dispositivo realiza a conexão diante da busca por outro dispositivo mediante a que outro por sua vez faça o mesmo e aceite uma solicitação de conexão/paginação.

- Transferência de dados melhorada (EDR) – método de ampliação da capacidade e dos tipos de pacotes para aumentar a rentabilidade de conexões múltiplas e reduz o consumo de energia.

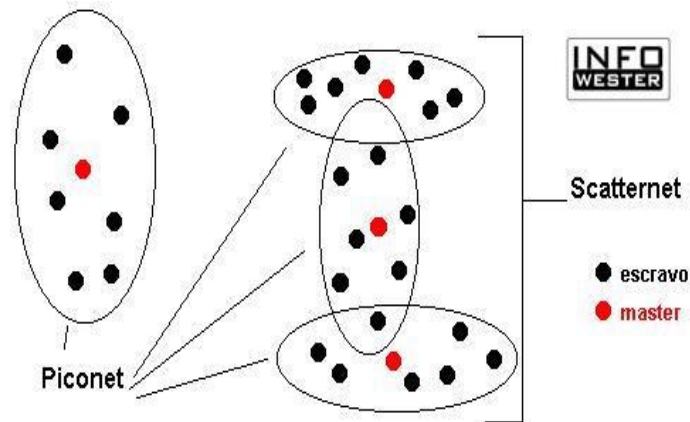


Figura 2. Esta figura é um exemplo da topologia de uma rede Piconet citado no capítulo 4.

5. COMPARATIVO COM OUTRAS TECNOLOGIAS

O mundo das tecnologias sem fio vem crescendo cada vez mais e mais seguras e confiáveis. Estas tecnologias nos permitem soltar as amarras e muito possivelmente fazer com que esqueçamos os velhos e obsoletos cabos. A tecnologia Bluetooth é apenas uma delas, o que teremos a seguir é uma breve comparativa entre esta tecnologia e outras da mesma linha.

Bluetooth

- Tecnologia orientada a aplicações de voz e dados.
- Funciona na banda de frequência de 2.4 GHz, o que não se precisa de licenciamento.
- Tem um raio de ação de 10 a 100 metros, dependendo da classe do dispositivo, chegando a uma velocidade máxima de transmissão de 3Mbps.
- Objetos sólidos não representam obstáculos.
- A segurança desde o principio representa uma de suas prioridades. A especificação Bluetooth oferece 3 modos de segurança.
- O custo do chip representa não mais que US \$ 3

Banda Ultra Larga (UWB)

- Permite transmissão de dados digitais através de um grande espectro de bandas de frequência e um consumo mínimo. Alcança velocidades realmente altas em aplicações de rede local.
- Até o momento esta tecnologia esta em uso somente nos EUA devido a sua falta de aprovação global, e toda via existe pouquíssimos produtos no mercado.
- Permite transmissão de dados através de obstáculos como portas, por exemplo.

- Os Standard disponíveis no mercado hoje oferecem uma velocidade de 500 Mbps em um raio de até 2 metros e até 110 Mbps em um raio de 10 metros.

USB Sem Fio Certificada

- Caracterizada por sua velocidade, alcança 480 Mbps em um raio de 2 metros e 110 Mbps em um raio de +- 10 metros. Um concentrador USB sem fio pode comportar até 127 dispositivos.
- Esta tecnologia se servirá da banda de frequência UWB patrocinada pela aliança WiMedia.
- Permite conexão ponto a ponto entre os dispositivos e o concentrador USB

Wi-Fi (IEEE 802.11)

- Custa 3 vezes mais que a tecnologia Bluetooth e consome até 5 vezes mais.
- 802.11a: Utiliza OFDM, funciona em frequência 5 GHz e alcança uma velocidade de 54 Mbps.
- 802.11b: Utiliza OFDM, funciona em frequência 2.4 GHz e alcança uma velocidade de 11 Mbps. Utiliza DSSS. Essa é a versão Standard da Wi-Fi.
- 802.11g: Utiliza OFDM, funciona em frequência 5 GHz e alcança uma velocidade de 54 Mbps.
- 802.11e: Melhora a qualidade de serviço.
- 802.11h: Versão Standard na Europa da versão 802.11^a, oferece melhorias na gestão do espectro de frequência e consumo de energia, agregando um controle TPC.
- 802.11i: Melhora a segurança, já que inclui o avançado Standard de cifrados (AES). Também conhecido por WPA2.

WiMAX(Interoperabilidade mundial para acesso por Microondas) e a norma IEEE 802.16

- Rede sem fio para áreas metropolitanas MANs.
- Alcance de 50 km e oferece velocidade de 70 Mbps.
- Aparece como alternativa de ADSL e ou conexões a cabo para zonas rurais.

WiBro (Banda larga sem fio)

- Permite acesso à internet em alta velocidade devido a uma estação PSS tanto para conectores móveis ou fixos.
- Frequência de 2.3 a 2.4 MHz, duplex por divisão de tempo(TDD)acesso múltiplo por divisões ortogonais (OFDMA) e largura de banda por canal de 10 MHz.
- Sistema compatível a usuários móveis com até 60 km/h.

Infravermelho (IrDA)

- Trata-se de uma conexão ponto a ponto em modo Ad-Hoc com ângulo de recepção de 30°, com capacidade de alcance de menos de um metro e velocidade de 9.600bps e 16 Mbps.
- Muito utilizada em controles remotos e PDAs.

HiperLANs

- Velocidade de 54 Mbps e alcance de 50 a 100 metros
- Atualmente não tem nenhuma aplicação destacável.

HiperMANs

- Opera na frequência 2 a 11 GHz é compatível com o Padrão 802.16a de 2003.

ZigBee (IEEE 802.15.4)

Philips, Honeywell, Mitsubishi Electric, Motorola, Samsung, BM Group, Chipcon, Freescale y Ember são as novas promotoras da aliança ZigBee, que conta com mais de 70 membros.

- Oferece um alcance de 10 100 m e velocidade de 250 Kbps na banda de 2.4 GHz, 40 Kbps na banda de 915 MHz e 20 Kbps na banda de 868 MHz.
- Tanto o chip ZigBee como o Bluetooth oferecem um custo muito baixo.

6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA BLUETOOTH

Chegado o momento de comunicar dispositivos a curto alcance de forma cômoda e sem cabos, a tecnologia Bluetooth é a opção mais sensata. Trata-se de um Standard disponível em todo o mundo que conecta entre si celulares, HeadSets, MP3 players, câmeras digitais, impressoras, televisores, entre outros. Tudo isso graças ao conceito de perfis. Afora que associado a grande facilidade de uso, pois não exige nenhum tipo de dispositivo de controle, esta associado a baixo custo e mínimo custo, afora a garantia de segurança integrada e possibilidade de conexão em redes ad-hoc.

Como toda tecnologia, a Bluetooth apresenta suas limitações, porém avaliando suas finalidades atingiu os objetivos focados originalmente. No entanto, como citado anteriormente o fato de ser uma topologia de rede que comporta poucos dispositivos interligados entre si. Sua velocidade de transmissão ainda não esta no patamar ideal, assim como sua amplitude de alcance.

7. FUTURO DO BLUETOOTH

O SIG está trabalhando cada vez mais para prover melhorias e atender a grande demanda dos fabricantes de aparelhos Bluetooth. Além de pesquisas no que diz respeito a questões de velocidade, segurança, ruído no sinal, o SIG continua a desenvolver novos perfis.

O esforço contínuo para definir estes perfis garante que o Bluetooth continuará competitivo. E os perfis, definidos pelo Grupo, pretendem assegurar a interoperabilidade entre as aplicações Bluetooth e dispositivos de diferentes fabricantes. Estes perfis definem as características específicas de cada aparelho. Todos os dispositivos de Bluetooth devem dar suporte no mínimo ao

Generic Access Profile. Este perfil define os procedimentos de conexão e para vários níveis da segurança.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bluetooth fornecem uma ligação sem fios entre vários dispositivos com a interface e criam redes pessoais móveis o que agrega um grande valor ao estilo de vida digital. A tecnologia de Bluetooth não suporta taxas de dados elevadas com as de LANs wireless, mas suporta transmissões de dados e voz com qualidade igual a dos wireless, por exemplo, isso devido a um canal assíncrono para dados e até três canais síncronos para voz.

Essa capacidade de voz e dados junto aliado ao seu baixo custo, padronização mundial (automatic service discovery) e possibilidade de redes que podem ser formadas em qualquer lugar (ad hoc device connection) oferecem soluções superiores e são bons presságios para o sucesso do Bluetooth no mercado.

9. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- Site oficial da Tecnologia Bluetooth-<http://www.bluetooth.com/>[ultimo acesso abril de 2007]
- Tutorial sobre Bluetooth que inclui informações sobre a arquitetura, protocolos, estabelecendo conexões, segurança e comparações-<http://www.tutorial-reports.com/wireless/bluetooth/>[ultimo acesso abril de 2007]
- DiABlu - Aplicação que permite utilizar a presença de dispositivos Bluetooth em instalações artísticas-<http://diablu.jorgecardoso.eu/> [ultimo acesso abril de 2007]
- Wikipedia a enciclopedia livre - <http://pt.wikipedia.org/wiki/Bluetooth> [ultimo acesso abril de 2007]
- Bluetooth Wireless Technology and Personal Area Networking-
<http://www.xilinx.com/publications/products/strategic/bluetooth.htm>