



## **CONTROLE DE DISPOSITIVOS EM REDE SEM FIO INTELIGENTE NO PADRAO DE COMUNICAÇÃO ZIGBEE (IEEE 802.15.4)**

*Saulo Menechine<sup>1</sup>, Munif Gebara Junior<sup>2</sup>*

**RESUMO:** Com um contínuo desenvolvimento tecnológico presente, a comunicação sem fio (*wireless*) cresce nas aplicações que se baseiam em envio de dados entre dispositivos tais como sensores, periféricos utilitários residenciais ou industriais, atuadores, acionamentos e rastreamento. Para tais processos, é necessário que exista uma rede *wireless* que unifique e interligue a comunicação entre os mesmos. Dentro do contexto de comunicação e acionamento de dispositivos é indispensável que se leve em conta a confiabilidade, consumo e custo de tais redes. Este trabalho em questão objetivou desenvolver um estudo tecnológico de comunicação entre tais dispositivos atendendo o padrão de comunicação zigbee, e ainda, o desenvolvimento prático de uma rede de comunicação sem fio que atenda a aplicações residenciais e industriais de dispositivos. Com a proposta de eficiência em baixo consumo de energia e roteamento autossuficiente. Assim a rede possui a característica de auto-organização no tráfego de dados, mantendo-se em períodos de dormência (*standby*) os pontos onde não estão em modo de transmissão e recepção de dados. Como parte da proposta de pesquisa utilizou-se o padrão de comunicação zigbee recentemente homologado pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) e também pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos IEEE 802.15.4. A metodologia de pesquisa utilizada na criação dos protótipos e comunicação dos módulos teve como fundamento principal as folhas de dados dos fabricantes de tais módulos. Para tanto foi necessário um protótipo eletrônico que interligou os módulos de comunicação com estas características zigbee, possibilitando a análise geral do funcionamento das redes zigbee e acionamento de dispositivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dispositivo Wireless, protocolo IEEE 802.15.4, rede sem fio, Zigbee.

### **1 INTRODUÇÃO**

A comunicação sem fio (ou *wireless*) já está inclusa na sociedade há anos como as redes WLANs, WMANs, WPANs, todas voltadas para usuários finais de pequenas, médias e grandes empresas, onde o objetivo é a transferência de dados e voz em altas velocidades. São poucas as Redes *wireless* destinadas exclusivamente ao controle de dispositivos como relês, trancas eletromagnéticas, ventilação, aquecimento, motores, eletrodomésticos, brinquedos, aquisição de dados de sensores, como temperatura, luminosidade, umidade, pressão etc. Dentre as Redes WPAN (Wireless Personal Area Network) existentes, a mais recente e promissora é a que utiliza o padrão ZigBee IEEE 802.15.4. A ZigBee Alliance é quem desenvolveu o padrão ZigBee junto ao Instituto de

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – Paraná. Bolsista do Programa de Bolsa de Iniciação Científica do Cesumar (PROBIC). menechinesaulo@gmail.com

<sup>2</sup> Orientador, Professor Mestre do Curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – Paraná. munifgebara@gmail.com

Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos, através da associação de várias empresas, que juntas, trabalharam em conjunto para proporcionar e desenvolver tecnologias em padrão de baixo consumo de energia, baixo custo, segurança, confiabilidade, e com funcionamento em rede sem fios baseado em uma norma aberta global. No Brasil a tecnologia é recentemente homologada em conformidade com as normas da Agencia Nacional de Telecomunicações (ANATE ) 02/93 e 012/96 nas resoluções 209/00, 305/02, 365/04.

O presente trabalho aborda um estudo técnico de tal protocolo de comunicação e ainda como parte da proposta foi desenvolvido e a implementado na prática uma rede utilizando módulos wireless com a utilização do padrão ZigBee, possibilitando assim uma análise de confiabilidade no trafego de dados, consumo de energia e confiabilidade de comunicação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho teve como ponto de partida um estudo bibliográfico teórico das especificações, funcionamento e características técnicas do padrão de comunicação zigbee, bem como um levantamento minucioso na decisão dos módulos utilizados no protótipo proposto com padrão ZigBee. A base bibliográfica literária para tais análise de pesquisa tecnológica é disponível gratuitamente pela Associação ZigBee.org por se tratar de uma tecnologia embarcada *open source* (código aberto).

Assim em um primeiro momento tornou-se prioridade no trabalho analisar as características de tais módulos e seleciona-los de acordo com ambientes de implementação e dispositivos a serem testados. Fez-se necessário também um levantamento de tais ambientes, bem como suas medidas físicas e possíveis interferências a serem prevenidas.

A tecnologia *ZigBee* permite taxas máxima de transmissão de 20 Kbps, 40 Kbps e 250 Kbps em *Wireless Personal Area Network (WPAN)*. O *ZigBee* é regulamentado pelo padrão IEEE 802.15.4 e opera nas faixas de frequências *Industrial, Scientific & Medical (ISM)* de 868 MHz, 910 MHz e 2,4 GHz (IEEE 802.15.4, 2004). Opera com modulação espalhamento espectral com sequência direta. As aplicações que utilizam como meio de comunicação o protocolo zigbee podem ser encontrada em diversas topologias e arranjos de redes, podendo ser dos tipos mais simples Ponto a Ponto até redes mais complexas denominadas redes Mesh.

Os protótipos desenvolvidos para análise de tal sistema utilizou módulos de comunicação wireless que são especificados e incorporados em dois dispositivos ZigBee OEM Maxstream XBee™ (PRO SERIE 2 e SERIE 1). Um dos módulos se comunica via USB com o microcomputador e o outro é conectado ao microcontrolador, PIC 16F628-A fabricados pela Microchip Technology, através da interface serial UART com TX e RX.

O Software XCTU utilizado para programação dos módulos Xbee é fornecido pelo próprio fabricante dos módulos. Os parâmetros podem ser setados por comando AT ou simplesmente por opções em abas. Parâmetros esses que definem velocidade de transmissão, papel do módulo na rede, endereçamento dos módulos, tempo de dormência entre outros.

Em um primeiro experimento de comunicação em rede, a topologia utilizada foi ponto a ponto, onde através da conexão de um módulo Xbee em um micro computador denominado o Coordenador da rede pode-se obter dados de um sensor foto elétrico conectado em outro módulo Xbee denominado dispositivo final em uma distancia inicial de 200 metros sem obstáculos. Foram realizados mais testes envolvendo obstáculos como paredes de concretos, lances prediais e outros.

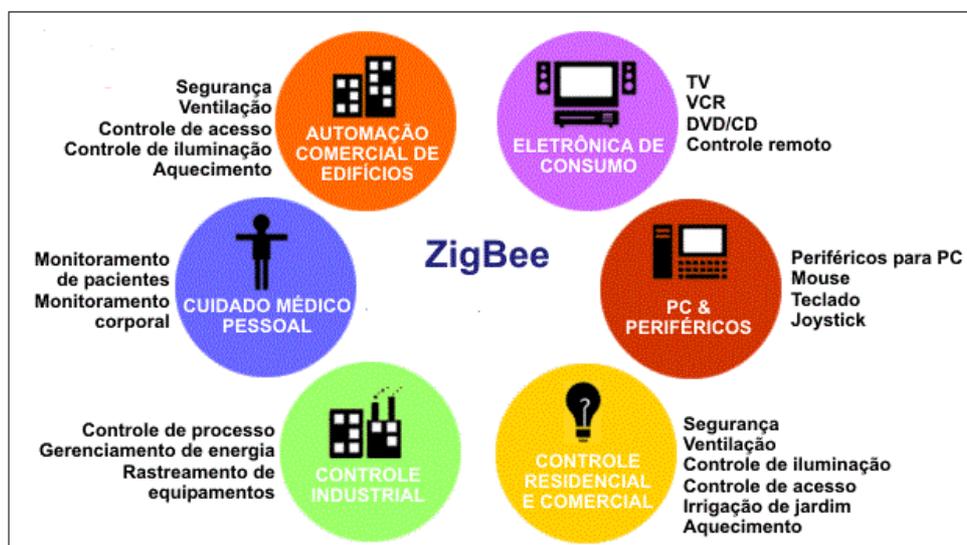
Para uma segunda análise realizou-se outro experimento envolvendo três rádios OEM XBEE, o qual o intuito foi verificar o roteamento de dados e alcance de transmissão.

Com uma distancia um pouco mais elevada de modo que apenas dois rádios não conseguiam se comunicar entre si, o coordenador e dispositivo final, porém quando um terceiro módulo denominado Xbee Router é alimentado no meio do percurso entre eles, com configuração de roteamento inteligente, automaticamente os dados são recebidos entre o computador e o dispositivo final. Assim pode-se verificar a facilidade de implementação de redes utilizando tal tecnologia, de forma a endereça-los na rede com segurança de 16 bits, e permissão para operação final e ou roteamento de dados perante o coordenador da rede, neste caso o micro computador.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

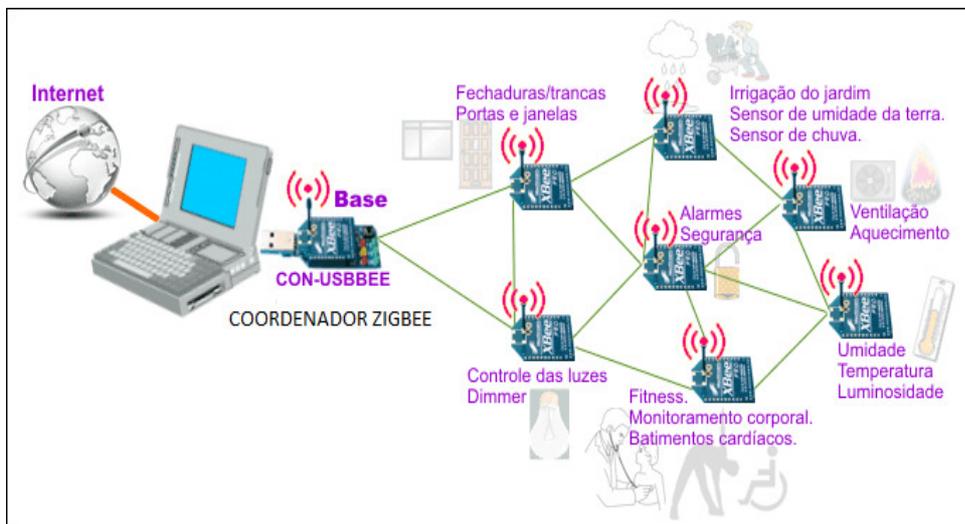
Com os referentes estudos e análises práticas do presente trabalho, pode-se afirmar que o padrão ZigBee foi desenvolvido para se tornar uma alternativa de comunicação em redes que não necessitem de soluções mais complexas para seu controle, visando custos com a aquisição, instalação de equipamentos, manutenção e mão de obra. Trata-se de uma tecnologia relativamente simples, que utiliza um protocolo de pacotes de dados com características específicas, sendo projetado para oferecer flexibilidade quanto aos tipos de dispositivos que pode controlar, com uma grande vantagem em controle de dispositivos e automação residencial.

Segundo Farahani (2008), os dispositivos finais que podem ser implementados e adaptados para uma rede zigbee, como um todo são: controladores em gerais, sensores, periféricos, áudio e vídeo, controle e monitoramento de segurança, controles de luminosidades, monitoramentos agrícolas, monitoramento ambientais e meteorológicos, gerenciamento de energia, rastreamento de equipamento, monitoramento corporal no uso medicinal e outros. Todas as aplicações citadas acima são bases de estudo em implementação literárias utilizando tecnologias Zigbee, dispensando assim o uso de cabeamento para a transmissão e coleta de informações. As figuras abaixo exemplificam áreas de aplicações onde a tecnologia tem um campo promissor.



**Figura 1 - Aplicações da tecnologia com padrão Zigbee**

Abaixo a figura demonstra uma configuração de rede em topologia estrela com módulos Xbee. Para o presente trabalho, os módulos adquiridos XBEE PRO SERIE 2 podem assumir a função de coordenador da rede sendo este o único e também podem assumir funções de dispositivos finais e roteadores de pacotes de dados simultaneamente.



**Figura 2** - Configuração de uma Topologia de Rede Estrela Zigbee – Aplicações

## 4 CONCLUSÃO

As redes ZigBee são ideais para aplicações que não necessitam alta taxa de transferência e onde um baixo consumo de potência ou um tempo de acesso mínimo à rede é fator crítico.

Os principais resultados apontam perdas quase nulas dos pacotes transmitidos a curto alcance e com atraso de comunicação de apenas 8 ms (leitura de atraso disponível pelo software XCTU) para distância admissíveis conforme a potência 60mw dos módulos utilizados com 300 metros áreas urbanas sem obstáculos entre os módulos ZigBee. Isso garante o bom funcionamento e comprova a eficiência da tecnologia empregada na transmissão *wireless* adotada para os requisitos deste projeto, bem como um consumo mínimo de energia dos pontos na rede. A alimentação do circuito em corrente contínua 3.8V foi feita por baterias simples, com um consumo menor que 10uA em períodos de dormência de funcionamento.

A tecnologia ZigBee ainda apresenta pouca maturidade no mercado brasileiro, porém isso não tem afetado a sua utilização em novos projetos de comunicações sem fios. Desenvolvida para garantir comunicação confiável com baixo consumo de energia e baixas taxas de transmissão, o ZigBee é promissor, principalmente em projetos de sensoriamento remoto e acionamento de dispositivos a distância.

## REFERÊNCIAS

ANATEL. AGENCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Regulamento sobre equipamentos de radiocomunicação restrita. Anexo a Resolução 305, 26 de Julho de 2002, Brasília, DF.

FARAHANI, Shahin. **ZigBee Wireless Networks and Tranceivers**. Ed. Newnes, 2008.

**IEEE Standard 802.15.4: Part 15.4. Wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for low-rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)**. IEEE Computer Society. Disponível em: <<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4a-2007.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2010.

**MAXSTREAM (2007).** XBee™/Xbee-PRO™ OEM RF Modules. Product Manual v8.x1x Beta – ZigBee Protocol.

**ZigBee Specification.** ZigBee Alliance. Disponível em: <<http://www.zigbee.org>>. Acesso em: 20 agosto. 2010.

**Anais Eletrônico**

VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar  
CESUMAR – Centro Universitário de Maringá  
Editora CESUMAR  
Maringá – Paraná - Brasil