

# Uma Abordagem Sobre o WRAN - IEEE 802.22

Hermano Pereira<sup>1</sup>, Roberson Araujo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Companhia de Informática do Paraná - CELEPAR  
80.530-010 – Curitiba – PR – Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR  
81.350-101 – Curitiba – PR – Brasil

hermanopereira@celepar.pr.gov.br, roberson@tecpar.br

**Resumo.** *As faixas do espectro que hoje são licenciadas para o uso televisivo não são efetivamente aproveitadas. Quanto mais em áreas remotas e zonas rurais, o uso desta banda cai drasticamente, deixando canais livres ou pouco utilizados. Fazer o melhor uso destes canais para a comunicação em redes sem interferir nos sinais de TV existentes, é a proposta do padrão IEEE 802.22. O foco deste documento é uma abordagem sobre o IEEE 802.22, que também é conhecido como WRAN.*

## 1. Introdução

A sociedade atual tem em mãos uma gama de dispositivos que permitem comunicação em redes sem fio. Muitas dessas tecnologias sem fio usam a banda não licenciada ISM (*Industrial, Scientific and Medical*), como o caso do WI-FI (IEEE 802.11) e WIMAX (IEEE 802.16). Isto motivou as entidades regulamentadoras, como a FCC (*Federal Communications Commission*) dos Estados Unidos, a ponderar a abertura de novas bandas para utilização não licenciada.

Medições de ocupação no espectro, mostram que bandas licenciadas VHF e UHF para uso de TV, são significativamente subutilizadas e poderiam ser melhor aproveitadas. Usando técnicas de rádio cognitivo, o padrão IEEE 802.22, propõe uma comunicação de dados que utilize a mesma banda de TV, sem causar interferência aos serviços legados. Uma proposta que, conseqüentemente, direciona para o mercado uma tecnologia de comunicação de dados sem fio para áreas remotas e zonas rurais.

Neste documento, em sua maior parte com referência ao artigo de C. Cordeiro, K. Challapali, D. Birru e S. Shankar [1], será apresentado o IEEE 802.22 desde seu Histórico (na Seção 2), características (Seção 3) e interfaces físicas e de acesso ao meio (seção 4).

## 2. Breve Histórico do IEEE 802.22

Em maio de 2004, a FCC lançou o NPRM (*Notice of Proposed Rule Making*) FCC-004-113 [2] que propõe a permissão do uso das bandas de televisão desde que não cause interferência prejudicial ao serviço existente. Por muito tempo as companhias que utilizam estas bandas foram contra o seu compartilhamento com novas tecnologias, justificando a interferência que as mesmas poderiam causar. Hoje, a TV analógica está cedendo todo seu espaço para a TV Digital, permitindo ainda mais o uso de rádios cognitivos na mesma banda.

Todos estes eventos, fizeram com que o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineering*) se voltasse para tal disponibilidade de banda. Resultando, em novembro de 2004, no grupo de trabalho IEEE 802.22 WG (*Work Group*) que tem a tarefa de desenvolver/especificar uma interface *wireless* baseada em rádios cognitivos para a operação na banda de TV. Até o momento foram aprovados os seguintes PAR's (*Project Authorization Request*): IEEE 802.22, 802.22.1 e 802.22.2.

Hoje, o IEEE 802.22, que também é chamado de WRAN (*Wireless Regional Area Network*), aguarda a liberação da FCC para operar nos Estados Unidos. Segundo a FCC-06-156A1 [3], será somente em fevereiro de 2009, quando cessar a mudança de TV analógica para TV digital. Por enquanto, no Brasil ainda não há fontes com previsão do uso de banda de TV com WRAN.

### 3. Características do WRAN

Nesta seção, algumas características do WRAN, como topologia, dispositivos, utilização do espectro, e rádio cognitivo.

#### 3.1. Topologias e Dispositivos WRAN

A topologia da rede WRAN, especificada no IEEE 802.22, é a ponto-multiponto (P-MP). A estação base (BS - *Base Station*), é uma antena que fornece sinal de rádio para uma área chamada célula. Dentro da célula, poderão se associar vários equipamentos de clientes à uma BS, chamados de CPE's (*Customer Premise Equipment*). A cobertura especificada de uma célula de uma BS é de até 33 Km. Mas existe a possibilidade da cobertura chegar em até 100 Km, devido às suas vantagens na frequência e potência em relação às outras tecnologias *wireless*. Sendo assim, coloca-se o WRAN no mercado ao lado de tecnologias de acesso ao consumidor final como ADSL e *cablemodem*.

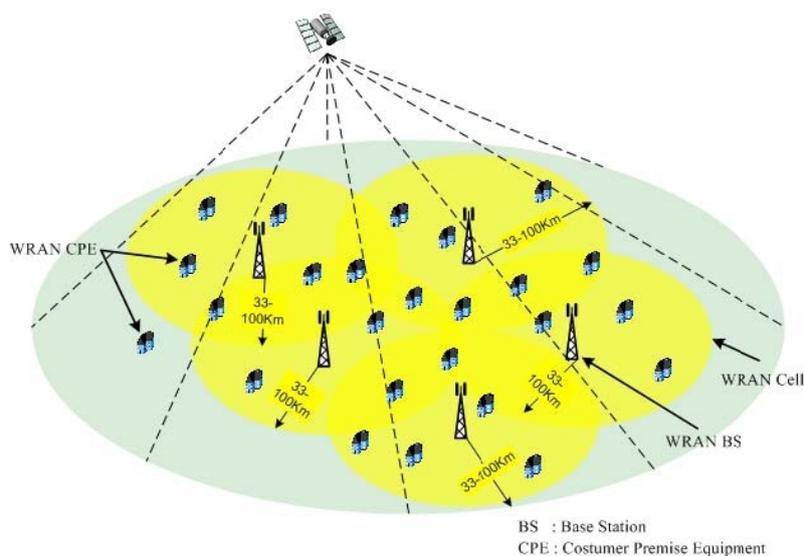


Figura 1. Exemplo de topologia 802.22. [1]

Tanto a BS como o CPE, utilizam faixas de frequência que não estão ocupadas. A BS se comunica com o CPE no sentido *DownStream* (DS) e a comunicação do CPE com a BS se faz no sentido *UpStream* (US). Na Figura 1, uma ilustração de uma topologia WRAN.

### 3.2. WRAN no Espectro

Como mencionado anteriormente, a FCC propõe a abertura do espectro para a operação não licenciada em banda de TV baseada em rádios cognitivos. Nos Estados Unidos, as estações de TV operam nos canais 2 a 69 na porção de VHF e UHF. Todos estes canais usam uma banda de 6 MHz, dentro das faixas de espectro: 54-72 MHz, 76-88 MHz, 174-216 MHz e 460-806 MHz, assim ilustradas na Figura 2. Também está em debate a operação na faixa 41-910 MHz acomodando largura de banda de 6, 7 e 8 MHz para cumprir exigências regulamentares internacionais.

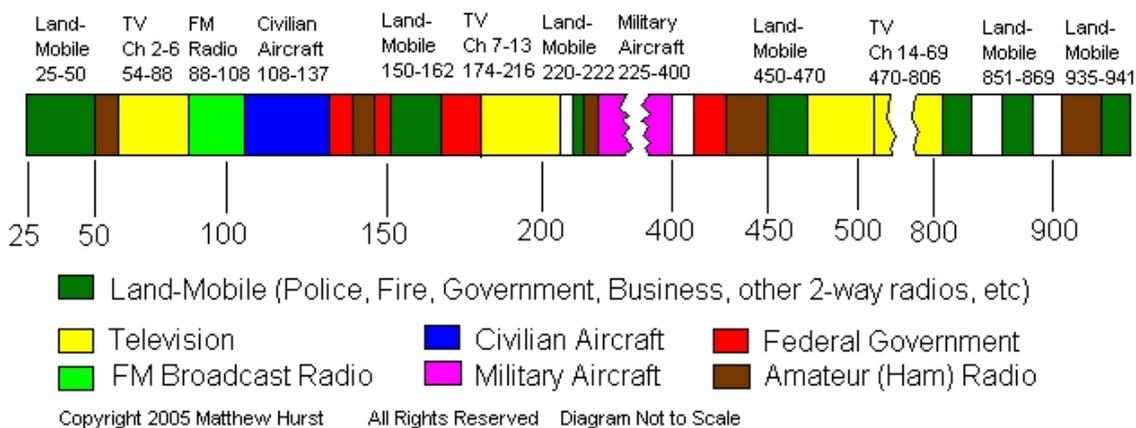


Figura 2. Licenciamento do Espectro pela FCC. [5]

O sistema 802.22 especifica a eficiência espectral na faixa de 0,5 bit por (seg/Hz) até o limite de 5 bits por (seg/Hz). Considerando uma média de 3 bits por (seg/Hz) em um canal de televisão de 6 MHz corresponderia a 18 Mbps. Sendo assim, 12 CPE's no sentido DS permitiria uma largura de banda de 1,5 Mbps. No sentido US é definido o pico de 384 Kbps.

### 3.3. WRAN e Técnicas de Rádio Cognitivo

Um rádio cognitivo sabe utilizar a mesma banda de rádio de outras tecnologias sem interferir uma na outra. Na prática é uma técnica oportunista, onde um canal que não é utilizado em determinado momento significa que é uma chance de usá-lo para sua comunicação. Faz-se uma varredura em todos os canais para o qual é especificado, e através de sensoriamento, seleciona os canais para sua transmissão. Mesmo, durante a comunicação, de tempo em tempo é ativado o sensoriamento, para identificar se alguma comunicação de serviço legado quer usar o canal. O IEEE 802.22 é a primeira especificação do mundo que utiliza técnicas de rádios cognitivos, onde a comunicação de redes sem fio é feita na mesma banda de TV analógica e digital, concorrendo também com microfones sem fio.

### 3.4. WRAN e o Modelo OSI

Por se tratar de tecnologia de acesso ao meio, o WRAN está relacionado com as camadas Física e de Enlace de Dados no Modelo ISO/OSI, equivalentes às camadas PHY (*Physical*) e MAC (*Medium Access Control*) do IEEE. Devido ao CPE ter um comportamento

randômico (rádio cognitivo), existe um impacto na concepção PHY e MAC do WRAN em relação com as outras existentes. Mais detalhes da interface IEEE 802.22, serão apresentados na próxima seção.

#### 4. Interface IEEE 802.22

Nesta seção, serão vistos alguns detalhes da especificação da interface IEEE 802.22 PHY e MAC.

##### 4.1. IEEE 802.22 - PHY

A interface PHY do WRAN, deve fornecer alta performance e baixa complexidade. Esta interface deve ter a capacidade de lidar com longos atrasos de propagação de 25 ms a 50 ms, que podem prejudicar a comunicação. Portanto, o PHY deve se ajustar dinamicamente a largura de banda, modulação e codificação, trazendo os seguintes benefícios: CPE próximo a BS desfruta de alta capacidade, e dispositivos distantes se beneficiam de diversidade e multicaminhos. Que, até agora, não muito diferente de outras tecnologias *wireless*.

Uma característica PHY do WRAN é a possibilidade de agregar canais. Originalmente deveria-se oferecer uma largura de banda de 18 Mbps para apenas um canal de TV, mas para garantir esta banda, o PHY permite agregar canais (*channel bonding*), criando subcanais nos quais cada um pode suportar até 19 Mbps. Existe uma lacuna entre um canal de TV e outro que não são utilizados, e os mesmos são agregados em até três canais na camada PHY. Esta junção de canais é conhecida como canais agregados contíguos, exemplo na Figura 3. Vale ressaltar que o IEEE 802.22 também especifica a operação do WRAN sobre canais agregados não contíguos.

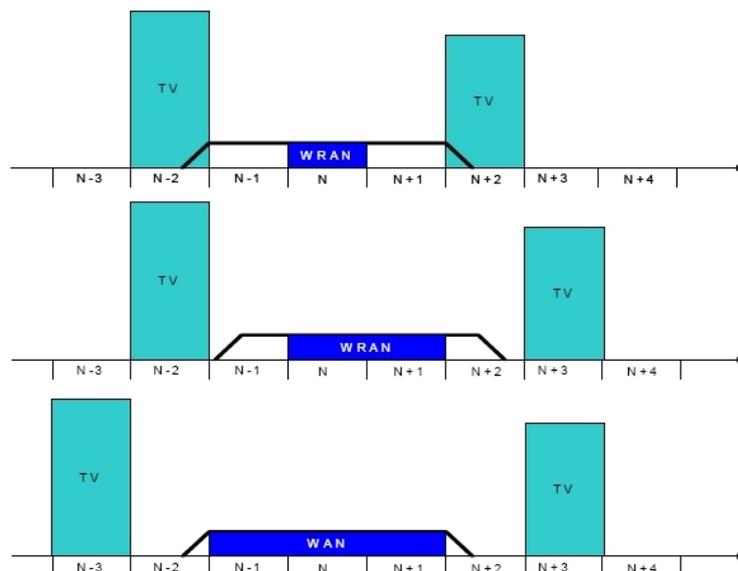


Figura 3. Diagrama simplificado de agregação de canais. [1]

A capacidade de agregar canais, faz com que o WRAN possa enviar em TX/RX ao mesmo tempo em canais diferentes. Para tratar melhor essa comunicação são usados os *superframes*, como serão vistos na próxima subseção.

W. Hu, D. Willkomm, L. Chu, M. Abusubaih, J. Gross, G. Vlantis, M. Gerla e A. Wolisz [4], propõem um modo de operação alternativo para o IEEE 802.22, chamado DFH (Dynamic Frequency Hopping), onde a comunicação entre CPE e BS é feita por salto de frequências. Mais especificamente, salto por canais livres, onde, segundo os autores, será possível prover qualidade de serviço (QoS) e melhor comportamento de *throughput*.

#### 4.2. IEEE 802.22 - MAC

O controle de acesso ao meio (MAC) deve ser altamente dinâmico devido às mudanças e agregação de canais. Na interface MAC se encontram mais detalhes de como um frame deve ser transmitido em uma meio WRAN. A novidade é o uso de *superframes*, que em determinado tempo pela BS, poderão enviar vários frames em DS ou US, utilizando de maneira eficiente os canais agregados (Figura 4).

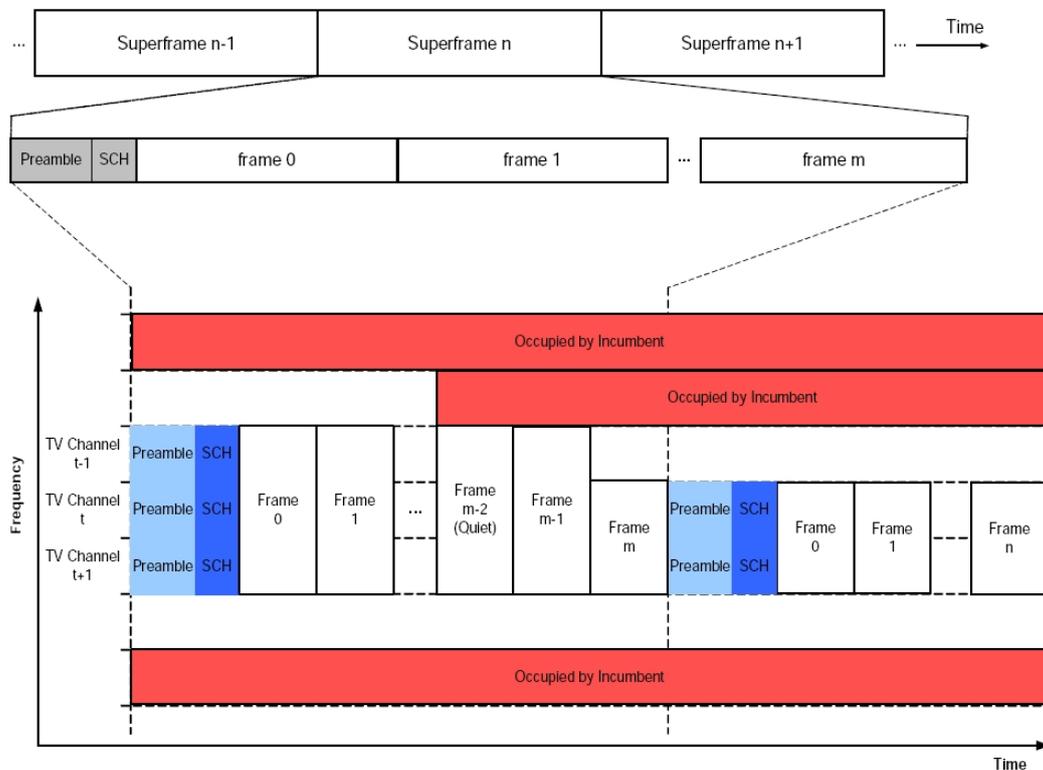


Figura 4. Estrutura geral do *Superframe*. [1]

Quando uma BS é inicializada, a mesma faz uma varredura na banda de TV procurando por canais livres através do sensoriamento. Após detectar os canais livres, faz a agregação dos mesmos e envia os SHCs (*Superframe Header Control*) de tempos em tempos. Logo, quando um CPE entra na célula da BS, o mesmo faz um mapeamento da banda de TV, procurando por canais livres assim como faz uma BS. Depois de encontrar os canais livres, o CPE aguarda um SCH para iniciar sua transmissão de dados. Se o sentido da transmissão será DS ou US, será determinado pela própria BS.

Com medições periódicas, a BS e os CPEs verificam se existem outros sinais de sistemas legados de TV ou microfones sem fio. Sendo assim, adicionando, removendo,

suspendendo e associando canais em tempo de operação. Para agilizar, são feitos dois modos de sensoriamento: detecção rápida, e detecção fina:

a) Na detecção rápida, a BS silencia a comunicação em um pequeno período de tempo para detectar, por exemplo, uma simples alteração de energia, que pode indicar outro serviço querendo usar o canal.

b) Na detecção fina, após a detecção rápida, detalhes de implementação das tecnologias são verificadas com mais detalhes, para garantir que o canal vai ser utilizado por outro serviço e que a comunicação neste canal deve aguardar ou ser cancelada.

Um exemplo de detecção rápida e detecção fina, pode ser observado na Figura 5.

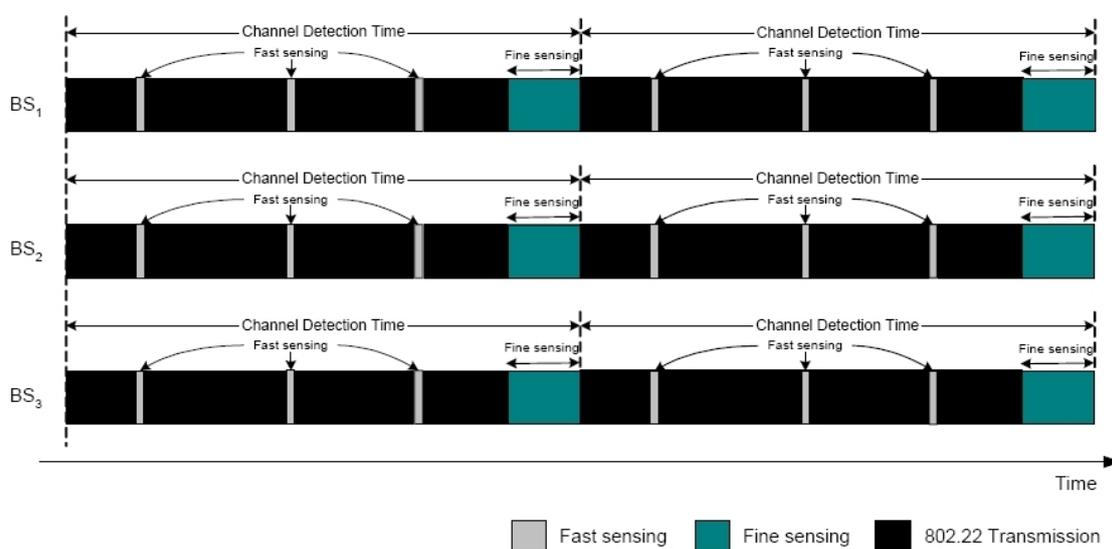


Figura 5. Métodos de detecção rápida e detecção fina. [1]

Com estes algoritmos de implementação do WRAN, não só permitem a Coexistência da WRAN com outras tecnologias, mas também a autocoexistência, onde, por exemplo, uma BS pode coexistir com outra BS na mesma célula.

## 5. Conclusão

Apresentou-se de forma simples como funciona a tecnologia WRAN. Permitindo ao leitor observar que se trata de uma tecnologia em discussão e desenvolvimento e que, possivelmente, em fevereiro de 2009 será uma realidade no mercado norte-americano. A especificação IEEE 802.22 abriu uma primeira pesquisa em tecnologia em rádios cognitivos, que futuramente poderá ser fonte de novos estudos e idéias a serem utilizadas em novas tecnologias.

## 6. Referências

[1] C. Cordeiro, K. Challapali, D. Birru, e S. Shankar N, "IEEE 802.22: An Introduction to the First Wireless Standard based on Cognitive Radios", *Proceedings of the IEEE International Conference on Dynamic Spectrum Access Networks 2005*, Journal of Communications, vol. 1, no. 1, april 2006.

[2] Federal Communications Commission (FCC), "Notice of Proposed Rule Making," *ET Docket no. 04-113*, May 25, 2004.

[3] Federal Communications Commission (FCC), "First Report and Order and Further Notice of Proposed Rule Making," *ET Docket no. 06-156A1*, October 2006.

[4] W. Hu, D. Willkomm, L. Chu, M. Abusubaih, J. Gross, G. Vlantis, M. Gerla, e A. Wolisz, "Dynamic Frequency Hopping Communities for Efficient IEEE 802.22 Operation", *IEEE Communications Magazine, Special Issue: "Cognitive Radios for Dynamic Spectrum Access"*, vol. 45, no. 5, May 2007.

[5] M. Hurst, Radio Scanner Guide. Disponível em: "<http://radio-scanner-guide.com/>". Acesso em: 04 jun. 2008.