



## ESTUDO DA DIFUSÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES – TECNOLOGIA WIMAX

**Shelly Regina Amorim Luciano de Oliveira**  
*UERJ - shellyluciano@yahoo.com.br*

**Lívia Vieira Villela**  
*UERJ - liviavv@bol.com.br*

**Ricardo Miyashita**  
*UERJ – miya@uerj.br*

*A gestão da inovação nas empresas tem como importante instrumento de análise os estudos de difusão de tecnologia. A maioria de estudos de difusão, no entanto, envolve análises de fatos passados. Muito mais desafiadores são os estudos prospectivos, sobretudo em setores de alta velocidade de desenvolvimento tecnológico, como é o caso das telecomunicações. Este trabalho tem como objetivo avaliar quais as perspectivas da difusão da tecnologia Wimax no Brasil nos próximos anos. Primeiramente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto, cujo principal foco foi coletar informações sobre como está se dando essa difusão em outros países. Em uma segunda etapa foi feita uma pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, entrevistando especialistas no assunto para identificar os principais fatores influenciadores de sua difusão com base em quatro eixos principais de análise: direção, ritmo, impactos e fatores condicionantes. Com base nos resultados foi possível fazer um prognóstico do futuro da tecnologia no Brasil e os principais desafios a serem superados.*

*Palavras-chave: Inovação, Difusão de Tecnologia; Telecomunicações; Wimax.*

### **1. Introdução**

O setor de telecomunicações é um setor que está em constante crescimento. Segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), o número total de telefones no Brasil quase dobrou em poucos anos, passando de 73,7 milhões em 2002 para 138,7 milhões em 2006, com o incrível crescimento de 1,7 milhões em 2002 de acesso móvel pessoal para quase 100 milhões em 2006. Em 2010 o Brasil atingiu a incrível marca de 194,4 milhões de acessos, o que representava uma densidade de mais de uma linha de telefonia celular por pessoa.

Por ser um setor com grande demanda, ele possui muitos estudos e pesquisas e está sempre sujeito ao desenvolvimento de novas tecnologias. Na última década, a Internet se tornou um dos principais meios de comunicação, com isso houve uma crescente demanda pela banda larga e pela tecnologia *wireless*, que possibilita mobilidade para o usuário, já que essa tecnologia não utiliza nem fios nem cabos.

Um dos primeiros padrões *wireless* para Internet e o mais utilizado no momento, o Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), opera em faixas de frequências não licenciadas em redes locais conhecidas como WLAN (*Wireless Local Area Network*). Para se ter acesso à Internet através de uma rede Wi-Fi, deve-se estar no raio de ação ou área de abrangência de um ponto de acesso e usar um dispositivo, com capacidade de comunicação sem fio. Com o



tempo, houve uma diminuição do custo de equipamento de WLAN e o acesso que antes era restrito a hotéis e aeroportos, rapidamente se expandiu para clientes corporativos e residenciais.

Uma importante tecnologia *wireless* que está sendo implantada no momento é o WiMAX, que se propõe a ser tecnicamente superior ao Wi-Fi, com um alcance maior e maiores taxas de transmissão de dados. É uma tecnologia que, no entanto, gera uma série de incertezas aos investidores, devido a problemas de ausência de uniformidade de faixa de frequência em nível mundial, altos investimentos necessários e questões regulatórias, entre outros.

## 2. Objetivos e procedimentos metodológicos

Este estudo se propõe a analisar as perspectivas de difusão do WiMAX no mercado brasileiro. De um ponto de vista metodológico, primeiramente realizamos uma ampla coleta de dados sobre a tecnologia e sobre o estágio atual de implantação da mesma por parte das empresas brasileiras. Para a coleta de dados utilizamos dados secundários disponíveis em jornais e periódicos especializados. Uma vez montado um quadro de informações que permitiu ter uma visão geral do ambiente que cerca a tecnologia no Brasil, procedemos a uma análise prospectiva, ou seja, buscamos identificar as tendências da difusão futura da tecnologia. Esta análise foi feita com base em entrevistas junto a executivos de três importantes empresas envolvidas no desenvolvimento da tecnologia: o BNDES (banco investidor), a WXBR (desenvolvedora de tecnologia nacional) e Embratel (operadora).

Após a coleta de informações procederemos com uma análise com base em um modelo conceitual para estudos da difusão denominado DRIF, que abarca as dimensões direção ou trajetória, ritmo de difusão, impactos e fatores condicionantes para a adoção da tecnologia (TIGRE, 2002).

## 3. A tecnologia WiMAX

A seguir vamos apresentar as principais características da tecnologia WiMAX segundo o que é descrito pela literatura especializada.

O WiMAX Fórum (2010) descreve o WiMAX como um padrão de tecnologia de comunicação que permite o acesso *wireless* em banda larga com alcance até o usuário final (*last mile*), e que representa uma alternativa à conectividade via cabo e DSL (*Digital Subscriber Line*), mais comumente utilizadas nos dias atuais.

O WiMAX pode ser basicamente de dois tipos: nomádico ou móvel. O padrão é denominado nomádico quando o usuário pode mover o receptor em baixas velocidades de deslocamento durante a sua conexão. Já no padrão móvel, o usuário pode se mover em alta velocidade de deslocamento durante a conexão, por exemplo, dentro de um automóvel.

O WiMAX Fórum, estabelecido em junho 2001, é uma organização dirigida pela indústria com mais de 520 companhias com o fim de certificar e promover os produtos *wireless* baseados no padrão IEEE 802.16, que caracteriza o WiMAX. O WiMAX Fórum esforça-se para assegurar a adoção global de uma plataforma comum para a oferta de serviços sem fio em banda larga, tendo em vista que a definição de um padrão, por si só, não é suficiente para garantir a adoção massiva de uma tecnologia. A sua missão principal é garantir a interoperabilidade entre os equipamentos baseados no



padrão IEEE 802.16.

As faixas de frequência são bens públicos, e para obter autorização para sua utilização, é necessário participar antes de uma licitação organizada pelo órgão regulador, que é a ANATEL. O WiMAX opera em bandas que podem ser licenciadas ou não licenciadas. As bandas licenciadas no Brasil são as faixas de 2,5GHz, 3,5 GHz e 10,5 GHz. A banda com 2,5GHz é considerada como a melhor frequência disponível para a tecnologia WiMAX no Brasil. Por ter uma frequência mais baixa que outras, possui maior alcance. Porém ainda não foram realizados leilões para este espectro no Brasil (BOAS, 2007). Foram leiloadas no início de 2003, algumas licenças nas frequências de 3,5GHz e de 10,5GHz. A Brasil Telecom, a Neovia e a Embratel foram as empresas que mais compraram licenças. Porém, a maioria das licenças ainda não foi vendida e é aguardado um novo leilão para estas bandas. As bandas não licenciadas são as de 2,4 GHz e 5,8 GHz e podem ser utilizadas por qualquer operadora de serviços. Como o padrão WiMAX é projetado para transmissões *outdoor* em longas distância, a banda de 5,8 GHz é a preferida pelo mercado, por sofrer menos interferências que a 2,4 GHz (que também é utilizada pelo Wi-Fi).

Entretanto, utilizar bandas não-licenciadas pode ter suas desvantagens. Segundo Thelander (2005) existem quatro desvantagens principais relacionadas aos espectros não-licenciados:

- 1) Interferências: pelo fato de não possuírem licenças, estas frequências podem ser utilizadas por diferentes empresas e assim existem altas probabilidades de que haja interferências. Estes espectros podem possuir também pontos de acesso do Wi-Fi, além de telefones sem fio e Bluetooth (apenas na frequência de 2,4GHz), aumentando assim as interferências;
- 2) Maior concorrência: por não pagarem licenças, existe uma maior concorrência e, a qualquer momento, uma outra empresa pode ingressar no mercado utilizando a mesma banda;
- 3) Potência limitada: uma outra desvantagem é que o órgão regulador do Brasil, a Anatel, limita a quantidade de potência que pode ser transmitida;
- 4) Disponibilidade: a banda 2,4 GHz está disponível em todo o mundo, porém o espectro 5,8GHz não está disponível em alguns países. Assim, as bandas não licenciadas são opções mais interessantes para regiões e áreas remotas, onde há menos probabilidade de interferência e concorrência.

### **3.1 Como funciona o WiMAX**

O WiMAX tem um funcionamento parecido com o Wi-Fi, porém pode atingir um maior alcance, uma maior velocidade e um número de usuários maior. Um sistema WiMAX consiste em duas partes: uma torre e um receptor (BRAIN e GRABIANOWSK, 2010). A torre WiMAX é parecida com uma torre de telefonia celular. Uma única torre WiMAX pode fornecer cobertura para uma vasta área de aproximadamente 8.000 Km<sup>2</sup>. O receptor WiMAX e sua respectiva antena podem estar contidos em uma pequena caixa, ou em um cartão PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*), ou podem ainda ser integrados desde a fabricação dentro dos notebooks. A Intel lançou um notebook equipado com a tecnologia Intel Centrino 2, que, além da conectividade do Wi-Fi, possui o WiMAX integrado opcional, onde o usuário já pode



utilizar a tecnologia WiMAX em áreas com cobertura (INTEL, 2009).

### 3.2 As vantagens do WiMAX

Uma das vantagens do WiMAX é que possui um padrão único, implicando em interoperabilidade e custo decrescente. Sendo de 20% a 30% mais barato que as tecnologias de banda larga tradicionais, é projetado para operar em NLOS (*non-line-of-sight*) não precisando de linha de visada entre antenas (LOS), ou seja, não sendo necessário que as antenas estejam na linha de visão uma da outra.

Ele utiliza modulação OFDM (*Orthogonal frequency division modulation*) que evita interferências na transmissão. Com o WiMAX, é possível transmitir informações de voz, vídeo e dados. Ele oferece suporte para antenas inteligentes, qualidade do serviço, interoperabilidade com outros sistemas. Seu alcance atinge até 50 km em áreas de baixa densidade populacional, já em áreas com alta densidade populacional seu alcance se restringe de 8 km a 10 km. Outra vantagem é a possibilidade de altas taxas de transmissão de dados que podem alcançar, segundo alguns especialistas, até 75 Mbps para download (BOAS, 2007). O WiMAX possui vantagens em relação ao Wi-Fi pelo fato de possuir um maior alcance e maior velocidade.

### 3.3 As desvantagens do WiMAX

Devido à lentidão para definir os padrões de funcionamento, sua implantação tem sido demorada. Assim, algumas tecnologias como o *Long Term Evolution* (LTE) ameaçam o WiMAX.

A segurança oferecida é questionada por alguns usuários. Muitos consumidores ainda possuem certa desconfiança para fazer operações que exigem alta segurança, como movimentações bancárias e compras online.

Outra desvantagem é que em faixas de frequências mais altas existem algumas limitações devido às interferências provocadas pelas chuvas, podendo diminuir as taxas de transferências e diminuir também o raio de cobertura (CARDOSO, 2006).

Alguns estudos experimentais de campo realizados recente apontam as taxas de transmissão obtidas estão aquém das indicadas pelos fornecedores. Outro entrave é o fato de que em alguns países pode haver sobreposição na utilização de frequência do serviço com algum outro já existente (BOAS, 2007).

Outro problema encontrado, que pode acontecer durante a transmissão de dados, é o efeito Doppler. Este efeito é um fenômeno físico segundo o qual, dependendo da velocidade relativa entre o emissor e o receptor, a onda pode ter sua frequência adulterada. Existem algumas técnicas para reduzir o impacto deste efeito. A tendência é de que em velocidades muito altas possa haver problemas de comunicação.

Outra desvantagem que foi observada é o grande consumo de energia dos dispositivos de recepção, principalmente em dispositivos móveis como notebooks, que possuem uma reserva de energia limitada (PASINATO, 2008).

### 3.4 Potencial de uso em “cidades digitais” no Brasil

Em regiões geograficamente isoladas, aonde não chegam a Internet a cabo e/ou o DSL, uma alternativa para promover uma inclusão digital é a utilização do WiMAX, visto que pode ter um alcance de 50 km em áreas de baixa densidade populacional. Governos e



prefeituras estudam a implantação do WiMAX em áreas isoladas para promover o desenvolvimento da região.

A Intel, maior fabricante de chips de computadores do mundo, fez parcerias com governos, universidades e empresas para implementação da tecnologia WiMAX nas seguintes cidades: Brasília, Ouro Preto (MG), Mangaratiba (RJ), Belo Horizonte (MG), Parintins (AM) e São Paulo (SP). Através destes projetos piloto, a empresa pretende testar a tecnologia no Brasil, com o apoio de governos e do Ministério da Educação, e consequentemente levar os benefícios da inclusão digital para toda a população (INTEL, 2009)

### **3.5 Concorrentes**

Comparado com o padrão dominante atual de tecnologia de terceira geração (3G), verificamos que o WiMAX é mais um complemento do que propriamente de uma tecnologia concorrente, apresentando as diferenças grandes no que se refere à banda de dados ofertada, sendo muito maior no caso do WiMAX. Outra diferença diz respeito às frequências utilizadas. A rede 3G possui uma vantagem no mundo por ter sua frequência definida em nível mundial, de 1,9 MHz/2,1 MHz, enquanto o WiMAX pode ser encontrado em diferentes frequências de acordo com a região: 2,5 GHz nos Estados Unidos e na Ásia, 3,5 GHz na América Latina e Europa. Essa falta de padronização atrapalha a interoperabilidade.

O LTE (Long Term Evolution) é uma evolução dos padrões de redes móveis como GSM/UMTS e CDMA/EVDO e funciona como uma combinação deles. O LTE estabelecido pela UIT (União Internacional de Telecomunicações) é apresentado como um novo padrão para redes de telecomunicações capaz de transmitir informações a velocidades acima de 150 Mbps. Embora ainda não esteja completamente desenvolvido, constitui uma grande ameaça à tecnologia WiMAX. As duas tecnologias LTE e WiMAX enviaram para a UIT propostas para serem consideradas como quarta geração (4G), concorrendo também com outras quatro propostas. A definição da UIT deve ser divulgada em outubro de 2010, depois de uma análise que inclui avaliações independentes de grupos das partes interessadas, desde fornecedores de serviços, fabricantes e organização de usuários, sob coordenação da UIT.

### **4. Pesquisa de campo**

Realizamos entrevistas em profundidade baseadas em um roteiro preestabelecido, ouvindo três profissionais especialistas no assunto, com a finalidade de analisarmos as perspectivas futuras do WiMAX.

O roteiro de entrevistas foi elaborado de forma que, após a análise das entrevistas, pudéssemos aplicar o modelo de difusão tecnológica DRIF.

Com base no modelo DRIF (Tigre, 2002) foi elaborado um roteiro de perguntas focadas nos principais eixos do modelo: a direção, o ritmo, os impactos e os fatores condicionantes (figura 1). Foram escolhidos para entrevista alguns profissionais com grande conhecimento sobre a tecnologia WiMAX no Brasil. A primeira entrevista foi realizada com um dos principais responsáveis pela indústria eletrônica junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que possui estudos e investimentos relacionados à tecnologia WiMAX. Nossa segunda entrevista foi feita com um executivo da Embratel responsável pelo desenvolvimento da tecnologia

WiMAX na empresa. Nossa terceira entrevista foi concedida por um funcionário da empresa WXBR, empresa criada em março de 2008 através da fusão de quatro empresas - Icatel, Trópico, Asga e Padtec - para desenvolver, produzir e comercializar soluções da tecnologia WiMAX no Brasil.

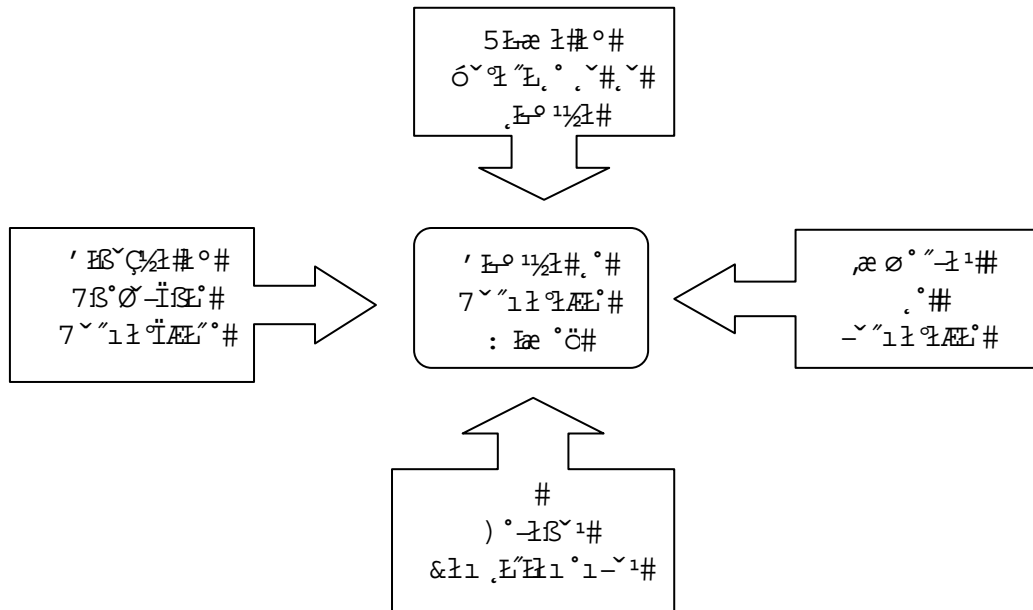


Figura 1. Fatores influenciadores na difusão tecnológica. Adaptado de Tigre (2002).

#### 4.1 Resultados das entrevistas

Neste item, descreveremos os principais resultados das entrevistas realizadas junto aos três profissionais da área. Por trabalharem em três empresas diferentes, possuem visões complementares sobre o assunto, enriquecendo assim a análise. Através de seus depoimentos, procuraremos identificar as respostas às principais questões do trabalho: as perspectivas futuras do WiMAX no Brasil, qual será sua velocidade de adoção, seus fatores condicionantes e seus impactos.

Na primeira questão, que foi a pergunta principal de nosso trabalho, sobre as perspectivas futuras da tecnologia de WiMAX, os três entrevistados demonstraram otimismo. Porém, dois dos entrevistados ressaltaram um entrave que é a questão regulatória e, que se um novo leilão de frequência para esta tecnologia for realizado brevemente, a tecnologia possuirá um futuro bastante promissor. No entanto, este leilão já está sendo aguardado há vários anos. O último leilão foi realizado em 2003 e na época a tecnologia não estava muito desenvolvida e assim não houve muito interesse por parte das empresas de telecomunicações. Passados algum tempo, esta tecnologia se desenvolveu e um novo leilão era aguardado em 2007. Entretanto, por divergências entre os interessados, a Anatel revogou o edital do leilão de licitação em 2008. Desde então a Anatel ainda não divulgou uma nova data para este leilão. Assim não sabemos



quando será realizado este novo leilão, que pode ser realizado em um período que pode ser de seis meses a dez anos, podendo comprometer as boas perspectivas da tecnologia WiMAX.

Sobre o porquê do WiMAX ainda não ter a mesma aceitação e difusão no Brasil como em outros países como os Estados Unidos e o Japão, os três entrevistados citaram a questão regulatória como sendo a principal responsável pelo atraso. Também foi citado o fato de os Estados Unidos e Japão possuírem uma maior maturidade no mercado de telecomunicações, o que reduz o risco da implementação de uma nova tecnologia.

Sobre quando o WiMAX obterá sucesso no Brasil, eles afirmaram que, uma vez resolvida a questão regulatória, em um breve período de tempo o WiMAX poderia se expandir. Eles responderam que demoraria de um a três anos para uma maior inserção desta tecnologia no mercado, pois existe um tempo para os investimentos por parte das empresas de telecomunicações.

Em relação sobre as maiores dificuldades do WiMAX, cada entrevistado apontou diferentes opiniões. Foram citadas três, sendo primeira a questão regulatória. Outra dificuldade é uma visão errada que é defendida por alguns fabricantes e operadoras do ramo de que o WiMAX concorre com o LTE e ameaça as tecnologias 3G. Na verdade, acredita-se que todas estas tecnologias sejam complementares. A última dificuldade citada é algo inerente a qualquer nova tecnologia: a distância entre o alcance desta tecnologia na teoria em comparação com o que realmente encontrado na prática.

Perguntados se as empresas estão preparadas para adaptarem seus produtos ao WiMAX, os entrevistados responderam que sim, já existindo vários fabricantes de *chipset* WiMAX no mundo e que também já estão disponíveis no mercado dispositivos portáteis com tecnologia WiMAX, como adaptadores USB e outros. Um exemplo marcante é a Intel, que possui notebooks com conectividade WiMAX. Além disso, foi lembrado que o que motiva mais a adaptação das empresas são questões mercadológicas (demanda de produtos) do que tecnológicas (oferta de tecnologia), mas que as empresas existentes têm que realizar vários esforços para adaptar seus processos e sistemas a este novo serviço.

Sobre qual será a abrangência do WiMAX no Brasil, os entrevistados responderam que o WiMAX poderá ser utilizado tanto no campo quanto nos grandes centros urbanos. E que esta tecnologia será utilizada por novos entrantes na “última milha”, mais próxima ao usuário final, além de ser uma solução rápida, simples e de baixo custo para lugares com menor densidade populacional.

Sobre os potenciais usos da tecnologia WiMAX, os entrevistados responderam que são as redes de acesso à banda larga tanto fixo quanto móvel, onde, dependendo do projeto de cobertura, é possível cobrir grandes áreas e até cidades inteiras com tecnologia WiMAX, formando as chamadas cidades digitais. Outro uso do WiMAX são as chamadas redes corporativas. Também foi citado que o WiMAX foi feito voltado para a transmissão de dados e as aplicações que demandam muita banda, principalmente vídeo, que são aplicações típicas de WiMAX.

Sobre os concorrentes diretos, foi afirmado que, em comparação com as tecnologias 3G adotadas pelas grandes operadoras, a tecnologia WiMAX está melhor preparada para redes de grande área (WAN), sendo de fácil implementação, e podendo atender regiões



mais remotas Sua difusão pode ser feita através da tecnologia WLAN Wi-Fi e pode ser integrada também a outras tecnologias. O propósito final deste tipo de solução combinada deve ser atender a todos os públicos oferecendo-lhes acesso à banda larga. Em relação à tecnologia celular GSM, as diferenças estão na aplicação e na otimização da rede. O WiMAX é melhor na transmissão de dados do que na de voz. Optou-se no seu desenvolvimento por uma otimização de custos de transmissão de dados. Já o Long Term Evolution (LTE), uma tecnologia que propõe uma evolução mais gradual a partir das atuais tecnologias GSM e CDMA, estaria mais ligado às fabricantes de telefonia celular. A evolução natural para as operadoras de serviço móvel seria progredirem as suas redes para tecnologias desenvolvidas por empresas de telefonia celular, primeiramente 3G e posteriormente 4G ou LTE. O WiMAX, por outro lado, tendo sido desenvolvido por interesse de empresas de hardware como Intel, possui mais espaço junto às operadoras de telefonia fixa e de serviço de valor agregado. Segundo esses especialistas, o Wi-Fi não seria propriamente um concorrente, mas sim um complemento das outras tecnologias, oferecendo acesso indoor sem fio a uma rede local.

Sobre a ameaça do LTE ao WiMAX foi destacada a importância de determinar o porte de investimentos realizados em cada uma destas tecnologias. O WiMAX é ameaçado pelos altos investimentos já realizados nas redes de 3G. Como muitas empresas já investiram em terceira geração e a evolução para o LTE é mais simples, pois investimento atual fica condicionado ao passado. De fato, o LTE representa uma real ameaça ao WiMAX. O WiMAX pode levar vantagem junto aos novos entrantes no mercado, já que estes querem montar a rede nova e competir com as empresas de telefonia celular estabelecidas anteriormente. E mesmo pela ótica da questão regulatória, o 3G possui uma grande vantagem dentro desta competição, pelo fato de que grandes investimentos já foram realizados.

Sobre os fatores condicionantes para a difusão do WiMAX, foi dito que a regulamentação seria a maior dificuldade encontrada hoje. Após a questão regulatória, foi citado o alto custo dos equipamentos necessários para a montagem da rede. Como consequência deste alto custo, há uma tendência de o mercado se concentrar cada vez mais na mão de poucos *players*, que passam a contar com um grande poder de influência no mercado. Outro fator condicionante futuro é a delimitação da faixa de operação do WiMAX. Dois entrevistados citaram sua expectativa em relação ao futuro leilão para a licitação das faixas de 3,5Ghz e 10Ghz. Está sendo aguardado que os equipamentos da faixa de 2,5 GHz possam ter sua liberação de certificação da Anatel até o fim do primeiro semestre de 2010. Espera-se também um leilão da faixa de 3,5GHz. Estes dois fatores poderão ser gatilhos para a difusão do WiMAX no país. Com essas definições, novos entrantes poderão fazer parte do mercado, acirrando a competição.

Sobre o risco de superação por outras tecnologias, dois dos entrevistados demonstram preocupação. Os ofertantes já estão investindo na tecnologia, como a WXBR, mas afirmam que não continuariam a investir caso haja muita incerteza sobre o futuro. Foi enfatizada a necessidade de disponibilizar faixas adequadas de frequência que viabilizem economicamente os investimentos realizados até o momento para justificar novos gastos. Enquanto isso, o terceiro entrevistado representante da empresa WXBR reforçou a complementaridade propícia à convivência das tecnologias.





Com relação aos impactos esperados que o WiMAX pode trazer, cada entrevistado citou um ponto forte. O primeiro ressaltou que falta competição no mercado de banda larga no Brasil, o que se reflete no preço: comparando os preços de banda larga no Brasil com outros países, verifica-se que aqui é muito mais caro. O grande impacto seria a diminuição do custo para o cliente. Isso potencializa o desenvolvimento de vários setores como a indústria da criatividade, de desenvolvimento de aplicativos, softwares e ferramentas de vídeo.

Um segundo impacto é a aceleração no crescimento da base de clientes a partir da montagem de uma plataforma *wireless* que permita vencer com rapidez o desafio da “última milha”. O terceiro e último impacto da tecnologia citada WiMAX é a rápida inclusão digital e a necessidade do Brasil em banda larga da rede, a inclusão digital se tornará uma realidade em nosso país.

Sobre os futuros benefícios sociais trazidos pela implantação do WiMAX, os entrevistados tiveram opiniões similares. A inclusão digital propiciada pelo WiMAX trará o grande fator de mudança onde há acesso à Internet. O WiMAX é uma ferramenta de universalização de acesso à banda larga para as regiões de menor poder aquisitivo. O acesso à informação poderia ajudar a nivelar as diferenças ao acesso à informação.

#### **4.2 Análise dos resultados à luz do modelo DRIF**

A seguir procedemos com a análise dos resultados. Segundo Tigre (2002), é necessário analisar “a trajetória de adoção de uma tecnologia no mercado, com foco nas características da tecnologia e nos demais elementos que condicionam seu ritmo e direção”. Este processo pode ser analisado através de quatro dimensões básicas: a direção ou trajetória tecnológica, ritmo ou velocidade da difusão, impactos e fatores condicionantes. A seguir vamos sintetizar os depoimentos dos especialistas utilizando as quatro dimensões propostas pelo modelo, de modo a extrair conclusões pertinentes e experiências válidas para estudos futuros de difusão de tecnologias semelhantes.

Em relação à dimensão direção ou trajetória tecnológica, podemos observar que o WiMAX segue uma trajetória diferente do 3G e LTE, que são as principais tecnologias concorrentes e possuem ênfase em voz. Já o WiMAX foi desenvolvido principalmente para a comunicação de dados e é ideal para aplicações que necessitam de banda larga.

Outro dado importante é que o WiMAX tem o apoio de empresas de hardware, como a Intel, e de operadoras de telefonia fixa, que possuem a maior base de clientes de banda larga, principalmente os corporativos.

O ritmo de difusão desta tecnologia é lento no Brasil. Apenas poucas cidades já possuem tecnologia WiMAX e várias delas graças à Intel, maior fabricante de chips para computadores do mundo, que realizou parcerias com governos para realizar estes projetos pilotos e testar a tecnologia no Brasil.

Em 2010, a Embratel possuía serviços WiMAX para pequenas e médias empresas em várias capitais brasileiras e planos para expandir a sua rede em até 200 cidades nos próximos anos. A empresa Neovia oferecia serviços WiMAX em dezenas de municípios do estado de São Paulo. Assim, podemos perceber que apenas uma pequena parcela da população brasileira possui acesso à tecnologia de WiMAX no momento.

Podemos sugerir que a curva de adoção desta tecnologia seja parecida em todos os países, sendo uma curva em forma de S, modelo genérico de como uma tecnologia



evolui e se difunde no mercado. Os Estados Unidos e o Japão se encontram no início da curva, porém possuem boas perspectivas e devem, nos próximos 2 ou 3 anos, subir de posição na curva, com um número expressivo de consumidores. A América Latina (excluindo o Chile) e a Europa estão posicionadas bem no início da curva, no entanto não possuem muitas perspectivas de crescimento nos próximos anos.

O Brasil também se encontra bem no início da curva e, se tiver a questão regulatória resolvida, possui boas perspectivas de, em prováveis dois ou três anos, subir consideravelmente na curva, graças ao interesse das grandes empresas já existentes e dos novos entrantes no mercado em comprarem espectros no próximo leilão e desenvolverem esta tecnologia. Podemos considerar que a maioria dos países se encontra na fase de introdução do modelo em forma de S.

Os impactos do WiMAX serão benéficos à nossa sociedade sendo um grande auxílio na inclusão digital e na socialização da informação, podendo ser utilizado tanto em áreas afastadas quanto em grandes centros urbanos em nosso vasto território. Possibilita assim a criação de cidades digitais. Esta parece ser uma solução rápida, simples e de baixo custo para lugares com menor densidade populacional.

Ele ajuda a diminuir diferenças sociais, podendo ser usado, por exemplo, por governos e prefeituras em escolas públicas. Além disso, oferece oportunidades e benefícios a áreas antes isoladas.

Outro impacto esperado é o aumento da concorrência, tanto da banda larga com fio quanto da sem fio. O WiMAX terá como concorrentes principais o 3G, o LTE, o Wi-Fi e também o mercado de banda larga com fio. Com isso, espera-se um melhor serviço, aliado a um menor custo ao cliente.

O WiMAX pode ser o propulsor de um avanço tecnológico em todo o nosso território, ajudando a criar empregos ao difundir uma indústria de softwares e seus profissionais.

Em relação aos fatores condicionantes nossa pesquisa verificou-se que, no momento, a maior dificuldade é a incerteza gerada pela demora na regulamentação por parte dos órgãos responsáveis. Comparados com países mais desenvolvidos, o Brasil possui menos maturidade no mercado de telecomunicações, o que aumenta o risco da implantação de uma nova tecnologia.

Outro fator condicionante são os investimentos. Primeiramente, com a compra dos espectros no leilão. Com um maior desenvolvimento desta tecnologia em outros países, as empresas possuem maior interesse no próximo leilão e, devido ao aumento da concorrência, os espectros serão comprados provavelmente por preços mais altos.

Há também investimentos para a implantação da cobertura do WiMAX, e também para as ações de marketing para a divulgação do serviço, já que a maior parte da população não tem conhecimento desta tecnologia.

Não existe ainda uma grande oferta do WiMAX no momento no Brasil. Porém existe um grande potencial de investimento por parte das empresas de telecomunicações nos próximos anos. Já em relação à demanda, existe uma grande necessidade de crescimento da banda larga no Brasil. Com esse aumento da oferta, espera-se que o preço diminua. Constatamos que existe um amplo campo para implantação do WiMAX devido à extensão do nosso país e à necessidade de inclusão digital da população.



## 5. Conclusões

As perspectivas futuras do WiMAX no Brasil nos próximos anos são boas, segundo a opinião dos três entrevistados na pesquisa de campo. No entanto, frente à concordância quase total entre os entrevistados na maioria dos pontos da pesquisa, devemos refletir se isto não se deve ao fato que os três possuem interesse no desenvolvimento e implantação desta tecnologia. É natural que estes profissionais possuam uma visão otimista do futuro do WiMAX, mas que talvez isso não reflita completamente a realidade, pois pode haver problemas que foram omitidos ou mascarados. Talvez a realização de entrevistas com outros perfis de profissionais envolvidos como, por exemplo, de empresas concorrentes, pudesse fornecer pontos de vistas diferenciados.

Consideramos que a aplicação do modelo DRIF se mostrou bastante adequada aos propósitos do nosso trabalho, que possui caráter exploratório. As dimensões do modelo DRIF serviram para avaliar as principais questões envolvendo a difusão da tecnologia WiMAX no mercado brasileiro, servindo como uma abordagem inicial ao problema de estudo da difusão da tecnologia.

No entanto, ao conhecer melhor a difusão da tecnologia estudada, verificamos que algumas dimensões não foram devidamente consideradas pelo modelo DRIF, o que nos fez refletir sobre a conveniência de acrescentar novas dimensões em estudos semelhantes. Identificamos duas possíveis dimensões que poderiam ser acrescentadas na análise: Ameaças e Abrangência. Com o modelo DRIF, não foram incluídas as ameaças que esta tecnologia enfrenta em relação aos seus concorrentes. E com a demora do leilão, a tecnologia WiMAX corre o risco de ser superada pelos seus concorrentes diretos como o 3G e o LTE. Sobre a perspectiva de abrangência do WiMAX, verificamos que, no Brasil, a tecnologia poderá ser utilizada tanto nos campos quanto nas cidades, fornecendo a solução de “última milha” em lugares de difícil acesso ou longínquos. Um exemplo é a cidade de Parintins, um município do estado de Amazonas. Desde 2006, esta cidade de difícil acesso se beneficia com esta nova tecnologia graças aos investimentos da Intel.

Uma dificuldade encontrada para a realização desta pesquisa foi a escassez de artigos científicos que tratassem do assunto sob o ponto de vista de sua difusão, fato esse justificado por se tratar de uma tecnologia nova. Outra dificuldade foi encontrar profissionais qualificados para realizarmos as entrevistas.

Um estudo interessante seria replicar este estudo dentro de alguns anos, comparando os resultados futuros com os atuais e verificar se as projeções feitas neste estudo se comprovavam.

## Referências

ANATEL. *Portal Anatel*. Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível em: <[www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)>. Acesso em 07 jun. 2010



**BOAS, Luciani Aparecida Spineli Vilas.** *WiMax – a nova tecnologia de rede sem fio.* Jaguariúna, 2007. 48f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Ciência da Computação. Faculdade de Jaguariúna. São Paulo, 2007

**BRAIN, Marshall; GRABIANOWSKI, Edward.** *Como funciona o WiMax.* Disponível em: <<http://informatica.hsw.uol.com.br/wimax1.htm>> Acesso em: 27 jan. 2010

**CARDOSO, Carlos; LOUREIRO, Bruno; RIBAU, Nuno.** *WiMax, 802.16. Worldwide Interoperability for Microwave Access.* Instituto Superior Politécnico de Viseu. Portugal, 2006.

**CPQD.** *Portal CPqD.* Disponível em: <<http://www.cpqd.com.br>>. Acesso em 10 jun. 2010.

**EMBRATEL.** *Serviço Wimax.* Disponível em: <[http://www.embratel.com.br/Embratel02/cda/portal/0,2997,PE\\_P\\_11143,00.html](http://www.embratel.com.br/Embratel02/cda/portal/0,2997,PE_P_11143,00.html)> Acesso em 12 nov. 2009

**GODOY, A.S.** Pesquisa qualitativa – tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 35 (3), 20-29, 1995.

**INTEL.** *Cidades Digitais: Rumo ao futuro digital do País.* Disponível em: <[http://www.intel.com/portugues/intel/intelbrasil/intelbrasil\\_3.htm#Cidades Digitais](http://www.intel.com/portugues/intel/intelbrasil/intelbrasil_3.htm#Cidades%20Digitais)> Acesso em 8 nov. 2009

**NEOVIA.** *Produtos Corporativos.* Disponível em: <<http://www.neovia.com.br/v1/corporativo/produtos.php>> Acesso em 12 nov. 2009

**PASINATO, Marden Braga.** *WiMax IEEE 802.16.* Faculdade de Engenharia de Computação e Informação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Disponível em <[http://www.gta.ufrj.br/grad/08\\_1/wimax/index.html](http://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/wimax/index.html)> Acesso em 8 nov. 2008.

**TELECO.** *A Implantação do WiMax no mundo.* Disponível em: <[http://www.teleco.com.br/WiMAX\\_mundo.asp](http://www.teleco.com.br/WiMAX_mundo.asp)> Acesso em 29 out. 2009

**THELANDER, M. W.** *WiMAX opportunities and challenges in a wireless world.* White paper. Signals Research Group, LLC, 2005

**TIGRE, Paulo Bastos.** *Agenda de pesquisas e indicadores para estudos de difusão de tecnologias da informação e comunicação.* Brasília. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2002.