

CAPÍTULO 1

INTERNET EM REDES DE ALTA VELOCIDADE concepções e fundamentos sobre banda larga

Sivaldo Pereira da Silva

Este capítulo tem como principal objetivo trazer uma abordagem de base sobre o que se compreende como Internet banda larga. Para isso busca caracterizar e qualificar este serviço e identifica as principais tecnologias de acesso à banda larga, apontando seus aspectos centrais, méritos e fragilidades. A parte final do capítulo contextualiza alguns debates fundamentais que se erguem no entorno deste tema. O intuito é abrir caminho para que a leitura dos próximos capítulos, que adensarão temas específicos, parta de uma compreensão inicial sobre questões-chaves.

Introdução

A democratização do acesso à Internet se firmou como a grande fronteira da comunicação no início deste século. Diante do crescimento da rede, da sua importância e do fenômeno da convergência digital, a qualidade de conexão a esta plataforma se tornou hoje um indicador indispensável à vida moderna. Em todos os continentes, governos incluíram este horizonte como uma de suas prioridades. Assim, o que se convencionou chamar de “Internet banda larga” ou simplesmente “banda larga” representa uma condição estratégica capaz de garantir que a experiência dos usuários ocorra de modo pleno e satisfatório, algo que tende a repercutir em vários setores, influenciando direta ou indiretamente o desenvolvimento social, econômico e cultural.

Para alcançar este cenário, um conjunto de ações tem sido desenvolvido em diversos países: investimentos de grande porte almejando a criação de infraestruturas para as infovias de alta velocidade; adaptação das redes de teleco-

municações tradicionais para servirem a este novo propósito; reorganização de mercados para impedir concentração e baratear o custo do serviço; criação de novos princípios regulatórios capazes de impedir abusos e salvaguardar direitos; implementação de planos e programas para dirimir os *gaps* da exclusão digital e inserir cidadãos que vivem à margem dos benefícios de uma sociedade da informação. Estas são algumas das abordagens mais recorrentes que permeiam este segmento e que demonstram a sua complexidade e suas múltiplas faces.

Reconhecendo as várias dimensões que a questão suscita, o objetivo deste capítulo é dar um primeiro passo: trazer uma abordagem basilar e, na medida do possível, didática sobre as noções que fundamentam a banda larga. Neste sentido, algumas indagações nos servem como orientação: O que podemos conceber como banda larga? Que aspectos podem qualificá-la? De modo prático, que formas tecnológicas estão sendo hoje utilizadas e quais as suas características? Quais são os principais debates que envolvem esta temática?

Para responder a estas indagações, o presente capítulo segue organizado em três seções. Primeiramente, o foco será levantar os aspectos centrais sobre o que devemos compreender como banda larga e suas peculiaridades qualitativas. A segunda seção identifica os principais tipos de tecnologias utilizadas e suas características, pontuando vantagens e limitações. A terceira parte levanta alguns debates fundamentais que orbitam em torno deste tema nos últimos anos. O intuito será configurar uma macro visão sobre banda larga, preparando o leitor para os capítulos subsequentes deste livro que estarão concentrados em análises mais específicas.

Internet banda larga: características

Embora a noção de “banda larga” (*broadband*) seja hoje mundialmente utilizada e compreendida como um serviço robusto de acesso à Internet através de tecnologias avançadas, não há ainda uma definição universalmente aceita em sua totalidade. É bastante consensual que “banda larga” expresse um contraponto às tecnologias anteriores de conexão discada via linha telefônica (*dial up*), caracterizada pelo baixo fluxo no recebimento e envio de dados. Como explica o relatório da Comissão de Banda Larga para o Desenvolvimento Digital (*Broadband Commission for Digital Development*), órgão misto da Unesco e da União Internacional de Telecomunicações (UIT):

É possível definir “banda larga” de várias maneiras: como um mínimo de transmissão de envio e/ou recebimento de dados, por exemplo, ou de acordo com a tecnologia utilizada ou o tipo de serviço que pode ser ofertado. No entanto, os países diferem em suas definições de banda larga, e, com o avanço das tecnologias, as velocidades mínimas definidas são susceptíveis de aumentar no mesmo ritmo (Broadband Commission, 2011, p. 17)¹.

A velocidade tem sido o elemento de referência mais comum para definir se uma conexão pode ou não ser considerada “banda larga”. Isso ocorre porque tal indicador afeta a experiência prática que se tem ao acessar a rede. Por exemplo, quando conectado em velocidade baixa, um usuário levará mais tempo para visualizar todos os itens (textos, tabelas, imagens etc.) de um *website*; o mesmo usuário também precisará de mais tempo para enviar um *e-mail* ou baixar um arquivo *on-line*, o que significa limitações concretas de uso da rede em atividades do dia a dia. A Tabela 1 traz um quadro que simula esta relação entre diferentes tipos de utilizações, a velocidade da conexão e o tempo necessário para finalizar determinadas tarefas:

Tabela 1. Tempo necessário para baixar conteúdo *on-line* em diferentes velocidades de conexão

Velocidade de conexão	Tempo de <i>download</i> (hh:mm:ss)				
	56 kbps	256 kbps	2 Mbps	40 Mbps	100 Mbps
Página <i>web</i> simples (160 KB)	23 seg.	5 seg.	0.64 seg.	0.03 seg.	0.01 seg.
Música (5 MB)	12 min.	3 min.	20 seg.	1 seg.	0.4 seg.
Vídeo (20 MB)	48 min.	10 min.	1 min.	4 seg.	1.6 seg.
CD (700 MB)	28 horas	6 horas	47 min.	2 min.	56 seg.
DVD (4 GB)	1 semana	1.5 dia	4.5 horas	13 min.	5 min.

Fonte: Broadband Commission, 2010.

Falar em velocidade significa enfatizar a capacidade de um serviço de conexão em enviar e receber centenas ou milhares de *bits* (unidades de código)

¹ Tradução própria do original em inglês: “It is possible to define ‘broadband’ in various ways: as a minimum upstream and/or downstream transmission speed, for example, or according to the technology used or the type of service that can be delivered. However, countries differ in their definitions of broadband, and, as technologies advance, the minimum defined speeds are likely to increase at the same pace.”

gos binários que compõem os conteúdos digitais) numa dada fração de tempo. Usualmente a medição se dá por “segundos”: *kilobits* por segundo (kb/s, kbit/s ou kbps), *megabits* por segundo (Mb/s, Mbit/s ou Mbps), *gigabits* por segundo (Gb/s, Gbit/s ou Gbps) são algumas das medidas de velocidade mais utilizadas atualmente². Estas medições têm servido, sobretudo, para caracterizar o que é “banda larga” ao usuário final, ainda que não haja um consenso sobre a velocidade mínima a ser considerada para qualificá-la como tal. Geralmente, agências reguladoras, órgãos governamentais, organismos multilaterais e pesquisadores têm adotado valores acima de 200 kb/s, que já são considerados uma taxa mínima defasada:

Não há, portanto, definição universalmente aceita para este termo. A expressão “banda larga” é frequentemente usada para indicar uma conexão à Internet a 256 kbit/s em uma ou ambas as direções [envio e recebimento de dados]. A definição da FCC [órgão regulador estadunidense] é de 4.0 Mbit/s. A Organização de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) tem definido banda larga como 256 kbit/s em pelo menos uma das direções e esta taxa de *bits* é a linha de base mais comum comercializada como “banda larga” no mundo. No entanto, para os fins previstos neste artigo, o termo “banda larga” refere-se a taxas de dados que correspondem à taxa de utilizador de 2 Mbit/s ou superior (Mehrotra, 2011, p. 1)³.

Ainda que a velocidade seja um fator relevante e prático, sua tendência de defasagem é evidente: se no início do século uma conexão com 256 kb/s era plausível para que o usuário utilizasse a rede de modo satisfatório, o surgimento progressivo de novos aplicativos *on-line* e a expansão do conteúdo multimídia (vídeo, voz, jogos, animação, transmissões em *streaming* etc.) tornou este número rapidamente obsoleto. Embora ao final da primeira década uma velocidade de 10 Mb/s fosse razoável para um usuário comum, esta taxa também já nasceu condenada a se deteriorar nos anos vindouros.

Tendo em vista este problema, muitos analistas acreditam que a definição sobre o que é banda larga deve passar por elementos menos quantitativos e

² Onde 1 kilobit (ou quilobit) por segundo é uma unidade de transmissão de dados igual a 1.024 *bits* por segundo, sendo que 1 Mb/s é igual a 1.000 quilobits por segundo, e 1 Gb/s equivale a 1.000 Mb/s.

³ Tradução própria do original em inglês: “Broadband is frequently used to indicate an Internet connection at 256 kbit/s in one or both directions. The FCC definition of broadband is 4.0 Mbit/s. The Organization of Economic Co-operation and Development (OECD) has defined broadband as 256 kbit/s in at least one direction and this bit rate is the most common baseline that is marketed as ‘broadband’ around the world. However, for the purposes intended in this paper, the term ‘broadband’ refers to data rates that correspond to the user rate of 2 Mbit/s and higher.”

mais qualitativos. Nesta perspectiva, a ênfase deveria ser menos na quantificação da velocidade e mais na necessidade do usuário em experimentar uma “cesta básica” de serviços, que deve ser atualizada conforme as inovações do conteúdo digital (Kirstein *et al*, 2001; Kim *et al*, 2010). Esta noção é adotada no Programa Nacional de Banda Larga (PNBL), lançado pelo governo federal brasileiro em 2010, ao definir o acesso à banda larga enquanto:

[...] um acesso com escoamento de tráfego tal que permita aos consumidores finais, individuais ou corporativos, fixos ou móveis, usufruírem, com qualidade, de uma cesta de serviços e aplicações baseada em voz, dados e vídeo (Brasil, 2010, p. 24).

Embora a ênfase na experiência do usuário deva de fato permanecer no cerne de qualquer definição que se considere realística, também pode se tornar vaga se não for acompanhada de uma métrica ou índice que dê concretude ao que de fato devemos qualificar como “banda larga”. O uso aleatório da expressão “banda larga” (que carrega em si um rótulo de serviço de acesso de qualidade superior) pode gerar situações irregulares, principalmente quando a propaganda comercial ou governamental denomina como “banda larga” conexões com recorrente perda de sinal e velocidade abaixo do esperado, levando o usuário a se frustrar com determinado serviço ao acreditar, equivocadamente, que teria todas as suas demandas atendidas, quando isso não ocorrerá na prática.

Tomando como base os debates sobre o tema, podemos sintetizar alguns aspectos-chaves que devem ser levados em conta no estabelecimento de qualquer índice que busque qualificar a noção de banda larga de forma adequada:

- a) Usabilidade** – refere-se justamente ao foco na experiência do usuário, na qual uma conexão em banda larga deve possibilitar, sem distúrbios, a realização de operações cotidianas consideradas primordiais para os indivíduos *on-line*. Deve pressupor a existência de condições que viabilizem receber, enviar e consumir conteúdo multimídia usual, de modo a não haver barreiras técnicas que prejudiquem a dinâmica desta experiência.
- b) Velocidade** – embora seja frágil isoladamente, este continua sendo um parâmetro relevante. Não deve ser concebido como uma qualificação que se fecha em si, mas serve como base quantitativa transitória a ser periodicamente atualizada, estando diretamente subordinada à evolução da experiência do usuário na rede. Quanto mais se avança na difusão de apli-

cativos e conteúdos digitais, maior velocidade mínima de conexão deve ser requerida para fazer *jus* à noção de banda larga.

- c) Interatividade** – uma das principais características da Internet é a possibilidade de interação direta que usuários podem estabelecer entre si, com sistemas, conteúdos e aplicativos. Neste sentido, uma conexão em banda larga deve prever esta dinâmica e a sua plena desenvoltura. Isso implica em garantir que a capacidade de receber dados (*downstream*) deve ser equiparada à capacidade de enviar dados (*upstream*). Atualmente, a maioria dos serviços de conexão tem dado prioridade ao fluxo de *download* em detrimento às transmissões de *upload*, isto é, o usuário tende a levar mais tempo para enviar um conteúdo do seu computador para um *website*, por exemplo, do que para fazer o caminho inverso (baixar o mesmo conteúdo de um *site* para o seu dispositivo). Embora haja alguma diferença entre estes dois caminhos (devido à maior recorrência do fluxo de *download* na *web*, por exemplo⁴), tal distinção não pode ser cristalizada e substanciada a ponto de dificultar a ação do usuário em colocar conteúdos *on-line*.
- d) Fluxo** – uma conexão em banda larga devidamente qualificada requer pleno e ininterrupto trânsito de dados nas duas direções (recebimento e envio de *bits*). Falhas frequentes e/ou expressivas nesta linha contínua implicam entraves reais, como perda de conteúdo, incompletude na troca de pacotes de dados ou quebra no processo de comunicação, que podem ser irreparáveis em determinados casos.
- e) Latência** – ainda que a velocidade esteja atingindo índices razoáveis, o tempo entre o envio e o recebimento de um dado pode ser significativo a ponto de afetar o processo de comunicação. É o que se chama de latência:

A latência é o grau em que um pacote de dados é suscetível de ser retardado para chegar ao seu destino. É irrelevante em algumas aplicações como *e-mail* ou mesmo o *download* de um grande arquivo para uso posterior. Já outras aplicações, como voz sobre IP (VoIP), requerem largura de banda relativamente pequena mas são altamente sensíveis à latência; se temos de esperar por um tempo

⁴ Toda ação na rede pressupõe o envio e recebimento de informações, ainda que seja meramente a validação de protocolos e autenticação do aparelho (computador, *laptop*, *smartphone*, *tablet* etc.). Porém, quando se abre um *site* – operação bastante usual – automaticamente ocorre o *download* de dados (como imagens) mesmo que o usuário não solicite tal operação (neste caso, a via de *upload* será bem menor). O fluxo será maior no caso de *uploads* principalmente quando há uma ação deliberada do usuário na rede, por exemplo, ao preencher um formulário ou anexar um arquivo para envio.

entre o momento que fazemos uma fala e o momento que a outra parte ouve o que dizemos, a conversação falha (Berkman, 2010, p. 54)⁵.

Como aponta o estudo do Centro Berkman da Universidade Havard, este é um item recorrentemente ignorado nas discussões sobre qualidade da banda larga. Embora sua importância se torne cada vez mais evidente principalmente para a comunicação sincrônica, as operadoras geralmente não reportam informações sobre latência e sua mensuração requer ainda mecanismos mais sofisticados capazes de identificar o modo como tal fenômeno ocorre na prática, durante o momento em que o processo de comunicação ocorre.

Usabilidade, velocidade, interatividade, fluxo e latência ajudam a compor uma noção qualitativa que devemos prever hoje nos diferentes tipos de tecnologias de conexão disponíveis. Ao mesmo tempo, a constante inovação que caracteriza a dinâmica do ambiente digital pode requerer, no futuro próximo, a incorporação de novas dimensões para qualificação sobre o que devemos compreender como banda larga. Portanto, este conjunto de elementos-chaves não é algo estático e nem mesmo definitivo.

Tecnologias para Internet banda larga

Na seção anterior o intuito foi configurar os fundamentos e definição de banda larga. Nesta seção, o foco será traçar um plano geral acerca dos principais meios técnicos hoje existentes e seus aspectos gerais. Antes de entrarmos numa listagem descritiva, convém delinear brevemente o contexto mais amplo no qual estas tecnologias estão inseridas.

Se por um lado a banda larga pode ser caracterizada e qualificada considerando os diversos elementos mencionados, do ponto de vista prático há também discussões sobre o desenvolvimento e aplicação de diferentes tecnologias de acesso. Na verdade, a própria ideia de banda larga difundiu-se primeira-

⁵ Tradução própria do original em inglês: "Latency is the degree to which a packet of data is likely to be delayed in arriving at its destination. It is irrelevant in some applications, like email or even when downloading a large file for later use. Other applications, like voice over IP (VoIP), require relatively little bandwidth, but are highly sensitive to latency – if we have to wait for a second between when we are done speaking and the other party hears what we said, the conversation falters."

mente como uma inovação tecnológica em relação à conexão “discada”, isto é, aquela realizada via rede de telefonia fixa (*dial-up*)⁶. Representava justamente o alargamento da banda de conexão permitindo um fluxo maior de dados em uma fração menor de tempo.

Com o passar dos anos, outros meios foram desenvolvidos na tentativa de alcançar melhores performances de acesso em alta velocidade. Atualmente, existe um número expressivo de tecnologias para o acesso em banda larga que pode ser dividido em dois grandes grupos: o primeiro conjunto concerne às tecnologias baseadas em infraestrutura física ou fixa (cabo, DSL, fibra ótica, rede elétrica) e o segundo diz respeito àquelas baseadas em infraestrutura sem fio (rádio, Wi-Fi, Wimax, satélite, 3G, 4G). Na Tabela 2 temos um retrato sobre a penetração destes dois modos tecnológicos em diversas regiões do globo na primeira década deste século:

Tabela 2. Penetração de assinaturas de banda larga fixa e sem fio (por 100 habitantes)

Região	Banda larga fixa	Banda larga sem fio
União Europeia (UE-27)	36,5	24,0
América do Norte	34,0	28,5
Leste asiático e Pacífico	9,7	8,1
Leste europeu e Ásia Central	5,3	7,1
Oriente Médio e Norte da África	5,1	2,5
América Latina e Caribe	3,4	5,7
África Sub-Saara	1,7	0,2
Sul da Ásia	0,1	0,5
Mundo	8,6	7,0

Fonte: Kim, Kelly e Raja (2010).

As tecnologias fixas, principalmente no caso da fibra ótica, são mais estáveis, sustentam maior capacidade de tráfego de dados e por isso servem como infraestrutura para as grandes infovias: *backbones* e *backhails*. Já as tecnologias sem fio são mais suscetíveis a oscilações e interferências externas, sendo geralmente empregadas na conexão da última milha (*last mile*) de acesso. Escreve-se “geralmente” pois esta distinção é genérica e, apesar de ser válida,

⁶ A chamada “conexão discada” (discagem via telefone) marcou a primeira fase de expansão da Internet, sendo caracterizada pela estreita banda para o fluxo de *bits* (algo em torno de 56 Kbps). Para conectar, o usuário ocupava a linha telefônica, que não podia ser utilizada durante a conexão. Além de lento, este tipo de acesso também era mais oneroso: as empresas de telefonia cobravam o mesmo valor das tarifas de uma chamada de telefone.

não é rígida: por exemplo, meio físico como cabo-*modem* tem seu uso disseminado na última milha e a ligação de residências e prédios através de fibra ótica também vem se ampliando, principalmente quando há maior investimento e se busca uma conexão de alta capacidade.

Backbone, backhaul e last mile... estas terminologias são comumente citadas nas discussões sobre banda larga, mas nem sempre esclarecidas. Por isso, convém aqui fazer uma rápida passagem explanatória. *Backbone* significa “espinha dorsal” e, por analogia, leva este mesmo sentido para as telecomunicações: trata-se da rede central, a infovia principal que possibilita o tráfego pesado de dados. Digamos, numa analogia simples, que os *backbones* são para a Internet o que as rodovias expressas são para as cidades: garantem o fluxo rápido entre regiões; viabilizam a passagem intensa de dados; são as “BR’s” da informação digital. Áreas servidas por *backbones* possuem uma tendência de melhor desempenho de conexão, melhor taxa de transferências, melhor velocidade de transmissão. Não por acaso essas grandes infovias ocorrem principalmente em grandes metrópoles ou cidades economicamente importantes por onde circulam grandes contingentes financeiros e grande fluxo de informação. Outras questões como localização geográfica, posição estratégica e políticas públicas também podem definir o caminho dessas infovias. Já os *backhauls*, que também são infovias de alta capacidade, consistem em ligamentos secundários, isto é, fazem a conexão entre o núcleo da rede, *backbones* e as sub-redes periféricas. Tentando usar a analogia similar à anterior, se os *backbones* são as rodovias expressas os *backhauls* poderiam ser comparados às avenidas ou rodovias vicinais. No caso do *last mile*, que podemos traduzir tanto como “última milha” ou “último quilômetro”, trata-se da infraestrutura situada na ponta do processo que possibilita a ligação entre as estações de distribuição (vinculadas aos *backhauls*) e as residências, prédios, aparelhos móveis receptores etc. Ou seja, trata-se dos últimos quilômetros da rede que possibilita o acesso ao usuário final.

Para termos uma compreensão mais específica sobre os meios hoje empregados em *backbones, backhauls* e última milha, nos próximos parágrafos serão delineadas algumas tecnologias atualmente existentes. Esta descrição priorizará uma listagem que contenha aquelas mais utilizadas ou proeminentes, optando por fazer uma síntese que aborde suas características básicas, seus méritos e limitações mais fundamentais.

DSL (Digital Subscriber Lines)

Esta é uma das primeiras tecnologias de banda larga a ganhar escala e uma das mais utilizadas no mundo na última década (Cambini e Jiang, 2009). Fun-

ciona em cima da infraestrutura da telefonia fixa. Mas não se trata aqui de conexão discada (*dial up*) e sim da utilização do par de fio de cobre, que compõe esta rede telefônica, explorando sua potencialidade ociosa de transmissão. A inovação da tecnologia DSL consiste justamente em “ocupar” parte deste canal através de frequências específicas, possibilitando deste modo a transmissão de dados digitais sem que isso interrompa a transmissão de voz do serviço de telefonia. A principal razão de sua expansão e uma das suas principais vantagens é a utilização da infraestrutura já existente do serviço telefônico. No entanto, apesar de ter um custo de implantação menor, quando comparada a outros casos que exigiriam a criação de uma rede totalmente nova, esta tecnologia requer um número razoável de centros de operação:

As velocidades de conexão não diminuem à medida que mais usuários entram na rede, porém o maior problema desta tecnologia é que a qualidade degrada quanto mais longe o usuário estiver da central de comutação (Papacharissi e Zaks, 2006, p. 66).

Na esteira do desenvolvimento técnico, existe hoje um conjunto de inovações que tem aumentado o desempenho desta tecnologia, como ADSL2+, HDSL (*High-data-rate DSL*) VDSL (*Very High Speed DSL*), EFMC (*Ethernet in the First Mile over Copper*) e *Etherloop*. Por exemplo, a tecnologia ADSL2+ oferece um aumento na cobertura, redução do consumo de energia e dos ruídos de cruzamento de voz (*cross-talk*) (Fijnvandraat e Bouwman, 2006). Em 2010, segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), o xDSL⁷ era responsável por quase 60% dos acessos à banda larga no Brasil⁸.

Cabo-modem

Também está dentre as primeiras tecnologias adaptadas para o serviço de banda larga. Utiliza-se das redes de transmissão de TV por assinatura através de canais físicos (cabos coaxiais) entre o provedor do serviço e a residência. A televisão a cabo se configurou como uma estrutura de circuito fechado (distinta da TV aberta), cuja função inicial era a entrega de conteúdo audiovisual contratado. A conexão à Internet foi um adendo agregado a esta estrutura que serve como um duto por onde o sinal trafega até ser decodificado por um *modem*

⁷ O termo xDSL significa o conjunto de tecnologias baseadas em DSL, como ADSL, ADSL2+, SDSL, RADSL, VDSL etc.

⁸ Dado disponível em <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

na ponta do processo. Por isso, esta tecnologia é conhecida como cabo-modem (*cable modem*). Assim como o DSL, também tem a vantagem de utilizar infraestrutura pré-existente, ainda que não esteja tão disseminada quando comparada à rede telefônica. A principal desvantagem deste meio para a conexão à banda larga está na sua limitação quanto ao fluxo:

Uma vez que as redes de cabo são partilhadas pelos usuários, as velocidades de acesso podem diminuir, dependendo do número de pessoas que acessam a rede. Além disso, o compartilhamento de rede levanta preocupações sobre a segurança das conexões utilizadas. [...] Todavia, vários provedores de cabo precisam ter a totalidade de suas instalações adaptada para oferecer conexão de Internet de banda larga (Papacharissi e Zaks, 2006, p. 65).⁹

No Brasil, conforme dados da Anatel, este tipo de conexão terminou a primeira década como a segunda mais importante: em 2000 era responsável por cerca de 2,6% dos acessos à banda larga no país; em 2010, esse percentual chegou a quase 24%.

Fibra ótica

É baseada na transformação da informação em luz que viaja através de um canal físico na forma de um cabo constituído por várias camadas (distinto do cabo coaxial). A estrutura da fibra ótica geralmente inclui proteção plástica, fibra de fortalecimento, revestimento interno, camada de refração e núcleo. Este último, também chamado de *core*, é produzido em fibra de vidro, sendo a via de fato por onde os pulsos de luz viajam transportando *bits*. Tem sido considerada a mais robusta tecnologia para o tráfego de dados, com grande capacidade e velocidade (Fijnvandraat e Bouwman, 2006; Papacharissi e Zaks, 2006; Pepper *et al*, 2009; Berkman, 2010; Afonso, 2010). Apesar da sua superioridade quanto a outras tecnologias, seu uso ligando diretamente o provedor a residências (FTTH – *Fibre-to-the-home*) ainda enfrenta resistências devido ao custo de implantação:

⁹ Tradução própria do original em inglês: “Because the cable networks are shared by users, access speeds may decrease, depending on the number of people accessing the network. In addition, network sharing raises concerns over the security of the connections employed. [...] Nevertheless, several of the cable providers need to have the entirety of their facilities upgraded in order to offer broadband Internet connection.”

As fibras óticas, que são fortemente defendidas nas arenas de planejamento, configuram um desenvolvimento relativamente revolucionário que envolve grandes investimentos. Contudo, a implementação de uma rede de fibra ótica é um modo caro de introduzir banda larga no circuito local (Fijnvandraat e Bouwman, 2006, p. 443)¹⁰.

As redes de fibra ótica são hoje bastante utilizadas nas grandes infovias (*backbones e backhuals*) transportando imenso volume de dados entre cidades, regiões, países e continentes. No Brasil, dados de 2012 registravam cerca de 243 milhões de quilômetros desta tecnologia instalados¹¹. Apesar do número aparentemente expressivo, este montante ainda está aquém das necessidades reais do país diante da larga porção territorial e, além disso, apenas uma percentagem diminuta desta tecnologia chega de fato às residências. Na prática significa dizer que, embora possa existir um *backhaul* de fibra ótica em algumas cidades, isso não quer dizer que haja uso doméstico deste tipo de tecnologia de forma direta. No país, conforme dados da Anatel de 2012, apenas 0,2% dos acessos à banda larga ocorriam através de fibra ótica diretamente ligada às residências (FTTH - *Fiber-to-the-home*)¹².

PLC (Power Line Communications)

Também conhecida como BPL (*Broadband Over Powerline* ou banda larga sobre linhas de força) consiste na transmissão de dados através da rede de distribuição de energia elétrica. O funcionamento técnico é complexo, mas o princípio é relativamente simples: o sinal trafega no mesmo meio físico da rede elétrica sem que isso prejudique o fornecimento de energia, já que cada um opera em frequências distintas. Embora tenha terminado a primeira década deste século mais como um projeto do que como uma realidade, esta tecnologia tem sido destacada como uma promessa para inclusão digital devido ao seu grande potencial em expandir-se quando vinculada às altas taxas de penetração da rede elétrica:

¹⁰ Tradução própria do original em inglês: "Fibre optics, which are strongly advocated in policy arenas, form a relatively revolutionary development that involves large investments. However, implementing a fibre optics network is an expensive way of introducing broadband in the local loop".

¹¹ Conforme dados da Anatel disponíveis em <<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=275714&pub=original&filtro=1&documentoPath=275714.pdf>>. Acesso em: 3 mai. 2012.

¹² Ver em <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

A grande atração do PLC é que as linhas de energia na maioria das vezes já existem. Por isso, seriam o meio preferido para fornecer conexão banda larga a áreas rurais ou remotas, onde as conexões de telefone e cabo não podem existir. No entanto, ele sofre de um certo número de problemas (Majumder e Caffery, 2004, p. 4).¹³

Dentre essas principais barreiras estão: (a) para possibilitar o acesso à banda larga o serviço precisa de adaptações e novos equipamentos acoplados à rede elétrica; (b) o sinal sofre degradações conforme se distancia do ponto central de distribuição da infovia (Fink e Jeung, 2007); (c) para se tornar competitivo, este tipo de banda larga precisa ainda ganhar em escala e teria de enfrentar diretamente a concorrência de tecnologias que já estão mais ou menos desenvolvidas e ocupando uma fatia expressiva do mercado como cabo, xDSL e 3G (Tongia, 2004); (d) ruídos no processo de comunicação provenientes dos atuais transformadores também são um problema técnico ainda não totalmente solucionado (Majumder e Caffery, 2004); (e) oscilação por causa de instabilidades climáticas. As características da estrutura da rede em países como o Brasil também reforçam estas barreiras:

Apesar dos novos equipamentos prometerem velocidades de até 200 Mbps, a realidade é que, no Brasil, ainda não se tornou uma solução ideal em função da sua suscetibilidade a interferências; a rede elétrica é antiga, e a disposição de transformadores e equipamentos teria que ser melhorada para sustentar esta tecnologia. Além disso, ainda temos a característica das redes de energia elétrica no Brasil que estão instaladas ao ar livre, o que as torna suscetíveis a fatores climáticos, vandalismos e demais possibilidades de interrupções (Silva e Pacheco, 2008, p. 50-51).

A conexão via rede elétrica também necessita de melhorias técnicas para driblar questões como a queda de velocidade na transmissão devido à interferência de aparelhos e equipamentos elétricos. Diante destas limitações, esta tecnologia ainda demandaria investimentos, pesquisa e desenvolvimento tecnológico adequado para ganhar em escala e qualidade.

Do ponto de vista da regulamentação, o serviço está apto para ser oferecido no Brasil. Em 2009, a Anatel publicou a Resolução 527, que aprova o Regu-

¹³ Tradução própria do original em inglês: "The major attraction of PLC is that the power often already exist. Hence, they would be the preferred medium for providing broadband connection to rural or remote areas where telephone and cable connections may not exist. However, it suffers from a number of problems."

lamento sobre Condições de Uso de Radiofrequências por Sistemas de Banda Larga por meio de Redes de Energia Elétrica (BPL)¹⁴. Como envolve a rede elétrica, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) também publicou no mesmo ano a resolução normativa nº 375, que estabeleceu as condições de compartilhamento da infraestrutura das distribuidoras¹⁵. Porém, até 2010, dados da Anatel apontam que este tipo de tecnologia praticamente inexistia no país.

Rádio, Wi-Fi e Wimax

A maioria das conexões de banda larga sem fio (*wireless*) é, atualmente, conexões via ondas de rádio. Trata-se da transmissão de sinais através do “ar” ou, para ser mais exato, através do espectro radioelétrico. Consiste nas mesmas vias em que recebemos o sinal de radiodifusão das emissoras radiofônicas ou televisivas abertas. O sistema funciona mediante a disposição de antenas repetidoras em pontos estratégicos, até chegar ao aparelho decodificador do usuário final. Podemos agrupar três gerações deste meio bastante utilizadas: a conexão via radiotransmissores de frequência específica, o Wi-Fi e o Wimax. A primeira foi bem difundida no Brasil como uma alternativa de conexão para onde não chegavam as tecnologias a cabo e DSL. Posteriormente, passou a ser empregada em condomínios e prédios através da instalação de antenas no topo de edifícios, sendo a conexão rateada entre as residências. Para isso, o provedor opera em uma faixa específica de frequência previamente estipulada conforme parâmetros do órgão regulador das telecomunicações. A segunda, chamada de Wi-Fi (*Wireless Fidelity*)¹⁶, diz respeito a um tipo inovador de transmissão via ondas de rádio que ganhou popularidade mundial nos últimos anos. Sua expansão se deu principalmente por dispor de boas taxas de transmissão e utilizar uma faixa livre do espectro que não requer licenciamento prévio, o que possibilitou tornar-se um padrão mundial de rede única *wireless* (sem fio) para desenvolvedores, fabricantes de equipamentos, prestadores de serviços e usuários finais (Gunasekaran e Harmantzis, 2008). Já a terceira, a tecnologia Wimax¹⁷, pode ser compreendida como uma evolução do Wi-Fi, que buscou

¹⁴ Ver em <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=17976>>. Acesso em: 1 mar. 2012.

¹⁵ Ver em <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009375.pdf>>. Acesso em: 1 de mar. 2012.

¹⁶ Tecnicamente também conhecido como padrão Ethernet 802.11b para WLANs (Wireline Local Area Networks).

¹⁷ Worldwide Interoperability for Microwave Access, padrão IEEE 802.16.

aprimorar algumas de suas fragilidades (como raio de cobertura e interferências), sendo melhor projetada para atuar em regiões metropolitanas. De certo modo, ambas as tecnologias são complementares e interoperáveis: o Wi-Fi está bastante difundido e adequado para uso doméstico ou para pequenas áreas de cobertura ou espaços fechados (casas, prédios etc.). Já o Wimax pode fazer melhor a ligação do último quilômetro em áreas abertas (como praças, ruas, parques) em centros urbanos.

Apesar das vantagens e do baixo custo de implantação (principalmente no caso das tecnologias Wi-Fi e Wimax), a Internet via ondas de rádio possui algumas limitações: (a) consegue transmitir em banda larga, mas ainda possui taxa de transmissão restrita quando comparada a outras tecnologias físicas (como fibra ótica, DSL e cabo); (b) para evitar as chamadas “sombras” (áreas não cobertas) requer a implantação de uma infraestrutura de pontos de transmissão geograficamente localizados de modo estratégico para cobrir uma determinada área, já que o sinal enfraquece conforme se distancia do centro de conexão; (c) barreiras físicas (como prédios, montanhas e outros acidentes geográficos) afetam a conexão; e (d) condições climáticas também podem interferir na qualidade da transmissão do sinal (Tahon *et al*, 2011) mesmo com os avanços da tecnologia Wimax.

Móvel 3G e 4G

Esta tecnologia também ocorre através do espectro de radiofrequência utilizando especificamente as faixas destinadas à telefonia celular e operadas por empresas neste ramo. A denominação “3G” significa “terceira geração”, isto é, após a primeira e a segunda gerações da telefonia móvel, que marcaram as fases iniciais deste setor, a inovação técnica da terceira geração possibilitou a entrada das operadoras de celular na prestação do serviço de banda larga. Quando comparada às outras tecnologias de banda larga sem fio (como Wi-Fi e Wimax) podemos notar algumas diferenças:

Embora seja possível cobrir uma vasta área com Wi-Fi, esta tecnologia é mais comumente implantada em um local com uma ou algumas poucas estações de base sendo gerenciadas como uma WLAN [rede local] em separado. Em contraste, uma rede 3G pode incluir um grande número de estações de base operando sobre uma vasta área como uma rede integrada sem fios, permitindo a partilha ininterrupta da transmissão sem interferências quando os assinantes se movem entre as estações de base em altas velocidades. [...] 3G e outras tecnologias móveis utilizam parte do espectro licenciado, enquanto Wi-Fi ocorre em faixas não licenciadas do espectro. [...] 3G foi expressamente projetado como

uma atualização da tecnologia para redes de telefonia sem fio, então o serviço de voz é uma parte intrínseca do 3G (Lehr e McKnight, 2003, p. 357-363)¹⁸.

Em suma, na perspectiva do usuário, a principal característica do serviço móvel é que ele oferece cobertura onipresente e contínua (ou algo que se aproxime disso, a depender da infraestrutura instalada). Cada estação de base móvel pode oferecer suporte a usuários até vários quilômetros de distância. As torres de celulares são ligadas umas às outras por uma rede de *backhaul* que também fornece ao público interligação com a rede fixa comutada de telecomunicações e outros serviços (Lehr e McKnight, 2003). Já a quarta geração, chamada de 4G, partilha da mesma natureza básica do 3G, porém traz um expressivo aumento da velocidade de transmissão de dados e foi projetada para ser mais integrada aos sistemas baseados em IP (*Internet Protocol*), se posicionando melhor no cenário da convergência digital.

Quanto às desvantagens, a banda larga móvel sustenta, em linhas gerais, as mesmas limitações das transmissões via ondas de rádio elencadas no item anterior. Com a quarta geração desta tecnologia, algumas melhoras já podem ser percebidas. Ainda sim, apesar do aumento da velocidade, a largura de banda continua inferior quando comparada às tecnologias físicas como fibra ótica.

No Brasil, o serviço 3G entrou em operação em 2004 e vem se desenvolvendo como um serviço agregado ao mercado de telefonia móvel desde então. Apesar de ter atingido um número expressivo de assinantes, o serviço tem sofrido críticas devido à promessa de conexão em alta velocidade, quando isso nem sempre ocorria efetivamente na maioria dos casos. Em agosto de 2011, o problema chegou a ser tema de audiência pública na Câmara dos Deputados¹⁹. Em julho de 2012, as maiores operadoras de telefonia móvel foram provisoriamente impedidas pela Anatel de comercializar novas linhas, incluindo o servi-

¹⁸ Tradução própria do original em inglês: “Although it is possible to cover a wide area with WiFi, it is most commonly deployed in a local area with one or a few base stations being managed as a separate WLAN. In contrast, a 3G network would include a large number of base stations operating over a wide area as an integrated wireless network to enable load sharing and uninterrupted hand-offs when subscribers move between base stations at high speeds. [...] 3G and other mobile technologies use licensed spectrum, while WiFi uses unlicensed shared spectrum. [...] 3G was expressly designed as an upgrade technology for wireless voice telephony networks, so voice services are an intrinsic part of 3G.”

¹⁹ Ver em <<http://tecnologia.terra.com.br/noticias/0,,OI5302844-EI12884,00-Deputados+criticam+Anatel+e+servicos+G+no+Brasil.html>>, e também em <<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologia-pessoal/infraestrutura-compromete-redes-3g-no-brasil-05052011-21.shl>>. Acesso em: 1 de mai. 2012.

ço 3G. A medida foi motivada pelo volume de reclamações de consumidores e também com base nas análises da agência, que constatou baixas performances das empresas no que se refere à qualidade na prestação do serviço²⁰.

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service)

O Serviço de Distribuição Multiponto Multicanal é uma tecnologia geralmente utilizada para prestar o serviço de TV por assinatura. Também opera através do espectro, especificamente utilizando faixa de micro-ondas para transmitir sinais. Tal como ocorreu no caso da TV a cabo, esta tecnologia vem sendo adaptada para dar acesso à banda larga. O sistema funciona através de emissões de sinais para antenas receptoras com aparelhos decodificadores instalados nas residências. Como ocorre nos meios que utilizam o espectro de radio-frequência, o sinal enfraquece conforme a distância do ponto de emissão. Para isso, é preciso instalar pontos de replicação do sinal (amplificadores) para que cheguem às áreas de cobertura. Acidentes geográficos, construções e outras barreiras físicas também afetam o sinal. Além disso, no Brasil, as operadoras não têm conseguido alavancar seu mercado e alguns analistas falam em extinção do setor, principalmente no que se refere ao serviço de TV por assinatura²¹. Como aponta Gindre (2012):

Tradicionalmente, o serviço de TV paga é prestado por meios físicos (cabo, fibra) ou via satélite. Em alguns lugares, contudo, houve a tentativa de prestação de TV paga em outra parte do espectro, na faixa de 2,5 GHz, mas o serviço (conhecido como MMDS) jamais conseguiu vencer a barreira dos nichos, especialmente em áreas de pouca densidade populacional. No Brasil, embora existam 81 outorgas para explorar o serviço de MMDS em 316 municípios e a Lei 12.485 tenha permitido que tais outorgas se transformem no novo Serviço de Acesso Condicionado (SeAC), o número de assinantes sempre foi baixo e nos últimos anos vem, inclusive, declinando.[...] Ocorre que a faixa de espectro ocupada pelo MMDS passou a ser disputadíssima para a prestação da futura telefonia celular de quarta geração (4G), com as tecnologias LTE (um desdobramento da atual 3G) e WiMax (Gindre, 2012, *on-line*).

²⁰ Ver documento da Anatel em <http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/sala_imprensa/18-7-2012--18h18min22s-SMP_Cautelar.pdf> e também em <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1124667-problemas-com-3g-faz-com-que-smartphone-fique-burro-diz-ministro.shtml>>. Acesso em: 25 jul. 2012.

²¹ Ver em <<http://www.teletime.com.br/09/04/2012/tv-por-assinatura-operadora-de-mmms-encerra-suas-atividades-e-culpa-a-anatel/tt/271864/news.aspx>> e <<http://telesintese.com.br/index.php/entrevistas/17694-mmms-espera-por-indenizacao-das-celulares>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Dados de 2010 da Anatel demonstram que a participação desta tecnologia para o serviço de banda larga era de apenas 0,08% do total de acessos no país.

Satélite

Trata-se do serviço de banda larga sem fio que também se dá através do espectro, porém utilizando a triangulação entre estações, satélites e receptores. A conexão via satélite tem sido uma opção principalmente para empresas e escritórios governamentais que precisam do serviço, mas estão localizadas em áreas remotas, rurais ou ilhas onde não há infraestrutura física de acesso à rede. Também permite o serviço remoto a navios, trens, veículos e outros meios de transporte. Potencialmente, está apto a ofertar a conexão a qualquer região do globo (Mehrotra, 2011). Nesta categoria, também podemos incluir o serviço DTH (*Direct to Home*), uma tecnologia que utiliza satélites para prestar serviços de TV por assinatura e que também vem sendo adaptada para o acesso à Internet banda larga.

Quanto às desvantagens da tecnologia via satélite, podemos sintetizar as seguintes limitações: (a) a capacidade de transmissão da banda é baixa comparada a outras tecnologias, principalmente aquelas de infraestrutura física (Papacharissi e Zaks, 2006); (b) apesar da diminuição do preço do serviço nos últimos anos, esta ainda é uma tecnologia de difícil acesso para o usuário final, devido ao alto custo do serviço, que requer a alocação de satélites que operam na órbita da Terra; (c) este tipo de conexão possui um índice de latência bastante alto em comparação a outras tecnologias, devido ao tempo que o sinal percorre entre satélites e destes com as estações na Terra; (d) podem ocorrer problemas de interferência atmosférica e climática na transmissão, especialmente em regiões tropicais (Mehrotra, 2011).

No Brasil, a utilização do serviço de banda larga via satélite ainda era bastante diminuto pelo menos até 2010. Dados da Agência Nacional de Telecomunicações apontam que os acessos à banda larga através desta tecnologia não chegavam a 1,5% do total (sendo 0,26% através de DTH e 0,96% através de operadoras de satélite propriamente dito)²².

De modo geral, em relação às diversas formas de acesso à Internet banda larga listadas nesta seção, convém frisar três questões relevantes. Primeiro, há diversas outras tecnologias de banda larga que não foram aqui mencionadas por serem específicas a determinados nichos, ou por serem subdivisões de alguma

²² Ver em <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

das tecnologias citadas ou que ainda não ganharam escala de fato. Dentre estas, podemos citar: FSO (*Free Space Optics*), um tipo de banda larga sem fio que faz transmissão através de pulsos de luz; HFC (*Hybrid Fiber and Coax*), que utiliza tanto fibra quanto cabo coaxial; LTE (*Long Term Evolution*), que se refere ao padrão de tecnologia sem fio vinculado ao 4G (quarta geração da telefonia móvel); *Spread Spectrum* (Espalhamento Espectral); FWA (*Fixed Wireless Access*) etc.

Segundo, embora possamos dividir os tipos de tecnologias entre banda larga fixa e móvel, esta taxonomia serve mais para uma classificação geral sobre a natureza do “caminho” dos dados e menos uma separação real. Na prática, os sinais tendem a seguir através de várias infraestruturas simultaneamente. Por exemplo, as torres da telefonia móvel, que possibilitam a banda larga móvel 3G, geralmente estão conectadas a um *backbone* físico, como fibra ótica, e o percurso final da conexão até a residência ou aparelho é que ocorre via rede sem fio. Um outro exemplo: em muitos casos o sinal original de coberturas de Wi-Fi (como em cafés, restaurantes, *shoppings*, áreas abertas) é na verdade a distribuição final de uma conexão DSL.

Terceiro, as diferentes formas tecnológicas de acesso não estão necessariamente em posições concorrentes, nem são irreconciliáveis ou hierárquicas, a ponto de formar equivocadamente um *ranking* qualitativo rígido. Embora determinados meios (como a fibra ótica) possam sustentar maior robustez e são preferíveis, a escolha dentre tecnologias principalmente na última milha deve levar em conta o cenário em que são inseridas, questões geográficas, climáticas, demográficas, demanda, formas e finalidades de uso etc. Portanto, é bastante factível pensar que um sistema de acesso universal que tenha como base tecnologias mais robustas como a fibra ótica e que se utilizem de forma simultânea – e não excludente – de variados meios técnicos para se fazer onipresente e eficiente, pensando em complementaridade e integração entre as diversas infraestruturas físicas e móveis e tecnologias disponíveis. Embora os meios sem fio sejam em princípio menos onerosos quanto à sua implementação, sem uma base de rede fixa estável, o sistema se tornaria ineficiente. Ao mesmo tempo, sem o uso de tecnologias sem fio na última milha, a experiência dos usuários com aparelhos móveis (como *smartphones*, *tablets*, *laptops* etc.) também ficaria prejudicada.

Debates fundamentais

Paralelamente à caracterização e qualificação daquilo que podemos chamar de banda larga e os tipos de tecnologias e plataformas utilizadas, este tema também se ergue envolto a uma série de debates sobre questões como princípios

regulatórios, políticas públicas e preocupação quanto à formação de monopólios comerciais. Para contextualizar minimamente tal cenário, três temáticas merecem especial atenção pela importância que ganharam nos últimos anos e por tratarem de dimensões estruturantes do acesso à rede. São elas: (a) universalização; (b) concorrência e (c) neutralidade. Esta última seção tem o objetivo de sintetizar estes debates que serão novamente retomados nos capítulos seguintes.

O primeiro tema, a universalização, diz respeito ao princípio de que todos os indivíduos têm o direito de usufruir dos benefícios da Internet, que deve ser considerada um bem acessível ao universo dos cidadãos, tal como educação, saúde, moradia, segurança e alimentação. Conforme a União Internacional de Telecomunicações (UIT), o serviço universal no setor das comunicações foi inicialmente uma obrigação imposta ao monopólio de empresas operadoras de telefonia, exigindo que expandissem a cobertura para prestar serviços em regiões remotas e não atendidas²³. Isso se justifica devido à tendência deste segmento em concentrar suas atividades e investimentos em áreas mais rentáveis do ponto de vista econômico, como grandes centros urbanos, deixando de lado vilarejos distantes, zonas rurais e regiões isoladas que possuem baixo índice de adensamento populacional (e conseqüentemente, baixo potencial de consumidores) e requerem maiores investimentos em infraestrutura. Blackman e Srivastava (2011) apontam que duas ênfases vêm sendo adotadas para se referir a esta noção: (a) “serviço universal”, que se refere à meta de que todo indivíduo ou toda residência tenha o serviço disponível para o uso privativo (como possibilidade de contratar o serviço de banda larga em todos os lares; de dispor do sinal de telefonia em todas as áreas etc.) e (b) “acesso universal”, que se refere à disponibilidade do acesso para qualquer cidadão, através de ambientes públicos, comunitários ou centros coletivos de acesso (como quiosques, telecentros e redes sem fio abertas). Países desenvolvidos têm dado maior atenção ao primeiro, enquanto nações em desenvolvimento concentram seus esforços na segunda ênfase. Para lidar com uma concepção mais completa e abarcar as duas direções, os autores preferem unificar ambos os sentidos e falar em *Serviço e Acesso Universal*, que teria como base três premissas: ser disponível (o serviço deve estar apto a ser ofertado em áreas urbanas, rurais, remotas e outras pouco habitadas através de diversos meios: pessoais, comunitários ou públicos); ser acessível (todos os cidadãos podem usar o serviço, independentemente da sua localização, gênero, condição física e outras características pessoais); ser adquirível (os cidadãos são capazes de comprar ou ob-

²³ Ver em <<http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.2097.html>>. Acesso em: 15 de jul. 2012.

ter o serviço e o acesso a preço justo e viável). Ao mesmo tempo, países como Japão e Coreia têm dado ênfase também a uma quarta dimensão chamada de ubiquidade: significa que todo cidadão deve poder acessar a Internet banda larga a qualquer lugar, a qualquer tempo, utilizando qualquer aparelho de sua preferência (Kleinrock, 2003; Pepper *et al*, 2009; Berkman, 2010).

A segunda abordagem estrutural em torno do debate sobre banda larga diz respeito ao princípio da concorrência de mercado. Por estar intimamente vinculada à existência e desenvolvimento de uma robusta malha de telecomunicações capaz de fazê-la fluir enquanto serviço, a banda larga tende a gerar concentração de mercado, uma vez que requer grandes investimentos em infraestrutura para se estabelecer enquanto serviço. A formação de monopólios aparece assim como um problema inerente ao setor, já que apenas grandes empresas têm a capacidade de investimento necessário e, além disso, tendem a engolir pequenos empreendimentos concentrando toda a cadeia de serviço.

Na prática, a competição neste setor tem se configurado geralmente de três modos²⁴: entre empresas com redes similares (por exemplo, entre duas empresas de TV a cabo que possuem o mesmo tipo de infraestrutura chegando às residências); entre plataformas tecnológicas (por exemplo, entre empresas de telefonia fixa, empresas de telefonia celular, empresas de TV a cabo etc. que, através de infraestruturas tecnológicas diferentes, concorrem entre si para oferecer o acesso à banda larga); dentro destas redes e plataformas (quando se cria um modelo de regulação que obriga as empresas detentoras das grandes redes a abrirem suas infraestruturas no atacado para que outras empresas explorem o serviço no varejo). Os dois primeiros casos apresentam maiores índices de concentração de mercado já que apenas um seletivo grupo de empresas com grande capacidade de investimento é que consegue de fato implantar sua própria infraestrutura, como ocorre no Brasil e em países como os EUA. Para alguns analistas, mesmo no caso da competição entre plataformas, há ainda o problema da finalidade: as diferentes plataformas são baseadas em tecnologias que nem sempre possuem a mesma função, por isso não concorrem necessariamente entre si de fato²⁵. O terceiro modo tem sido baseado em princípios regulató-

²⁴ Para fins didáticos, prefere-se falar aqui em “modos” tomando uma visão mais simplificada sem a pretensão de configurar modelos, neste momento. O intuito é apenas dar ao leitor uma visão geral das formas mais comuns de competição neste setor para que tenha uma noção inicial do problema. Para uma discussão sobre modelos Bouckaert *et al* (2010) e também no Capítulo 2 deste livro.

²⁵ Por exemplo, a banda larga móvel 3G não compete necessariamente com a banda larga via cabomodem pois o usuário faz uso distinto destas duas formas de conexão, onde a primeira é utilizada para acessar a Internet quando está na rua, no trânsito, em viagens, enquanto a segunda tem a função de propiciar uma conexão mais robusta e estável em sua residência ou trabalho.

rios que se tornaram conhecidos como políticas de “*open access*” (acesso livre, acesso aberto) e desagregação de redes (Cambini e Jiang, 2009; Bouckaert *et al* 2010). Em linhas gerais, estes mecanismos buscam evitar um cenário de concentração, impedindo que empresas atuem sozinhas nas diversas camadas do serviço, gerando uma monopolização de mercado. As políticas de acesso aberto obrigam grandes corporações que dominam o setor (por serem detentoras de *backbones*, *backhauls*, última milha, centrais de operação etc.) a abrirem sua rede para que outras empresas a utilizem com o objetivo de diversificar a prestação de serviços ao usuário final²⁶. Como a infraestrutura é cara e de difícil implantação (pois exige a instalação de dutos cortando um país, linhas de transmissão, cabeamentos nas ruas, instalação de antenas e outros equipamentos) a abertura para outros *players* evita duplicações desnecessárias, fazendo com que várias empresas passem a utilizar uma mesma base infraestrutural. Isso gera impacto no custo do serviço uma vez que há compartilhamento e possibilita melhor otimização da infraestrutura instalada.

Para viabilizar este cenário de competição, as políticas de acesso aberto se utilizam de diversos níveis de desagregação de redes. A título de exemplo, um cenário bastante comum ocorre nos seguintes termos: a lei obriga a empresa detentora da infraestrutura a se dividir em duas empresas distintas onde uma fica responsável pela conexão no atacado (isto é, a oferta do acesso às grandes infovias, à infraestrutura mais pesada) e outra passa a atuar no varejo (prestação do serviço de acesso para o usuário final, na chamada última milha ou último quilômetro). A primeira ficaria restrita a vender acesso para a sua empresa “filial”, e geralmente também fica obrigada a “abrir” sua rede (vender o mesmo serviço) para que outras empresas façam a concorrência entre si (inclusive com a sua subsidiária) na oferta ao usuário final²⁷. Para isso são estabelecidas

²⁶ Por exemplo, enquanto uma grande empresa possui a infraestrutura de fibra ótica que liga cidades ou regiões, ela abriria esta rede para que uma empresa menor faça a ligação entre esta infovia e residências, pagando à empresa detentora da infraestrutura por isso.

²⁷ De modo mais didático: suponhamos que existe uma empresa que detém as grandes infovias (*backbones*), as infovias secundárias (*backhauls*) e a última milha (braços de infraestrutura que ligam estas infovias aos aparelhos ou residências). São as chamadas *incumbents*. Denominemos esta empresa de “A” (maiúsculo). Desagregar significa obrigar a empresa “A” em se dividir em duas empresas distintas: chamemos de “A” e “a”. A primeira (“A”) ficará responsável pela venda de acesso no atacado (o acesso às grandes infovias). Já a empresa “a” comprará o acesso no atacado da empresa “A” e fará o comércio ao usuário final. Ocorre que a empresa “A” também fica obrigada a vender, em condições iguais, o acesso a outras empresas (“b”, “c”, “d”, “f...”) concorrentes de “a”. Assim, de um monopólio (ou duopólio) cria-se artificialmente um ambiente de competição evitando que apenas uma empresa concentre todo o mercado nas mãos.

normas regulatórias que possibilitem a competição isonômica, evitando que a empresa detentora da rede principal dê privilégios à sua “filial” (que opera no varejo) ou a outra empresa que preferir, em detrimento das demais.

A desagregação das redes tem sido defendida por analistas que acreditam ser um meio eficiente de se garantir competitividade e dirimir o efeito da concentração de mercado. É criticada por outros por acreditarem que, no médio e longo prazo, isso engessaria o mercado desestimulando o investimento das grandes empresas na melhoria e expansão da rede e das grandes infovias²⁸.

Uma última discussão estruturante sobre banda larga, que podemos sintetizar neste capítulo, gira em torno do poder das empresas e provedores em intervir no fluxo de dados, retardando ou acelerando a passagem de determinados conteúdos pelos seus pontos de controle. Tal possibilidade, quando efetivada, quebraria o que se convencionou chamar de *neutralidade de rede*: trata-se do princípio no qual todo datagrama (pacote de dados) que circula na rede deve receber igual tratamento e não pode ser discriminado devido à sua natureza (se é um vídeo, um texto, um conteúdo de voz, uma fotografia etc.), ao seu conteúdo (se é um *e-mail*, um formulário, um texto político, uma crítica a governos ou empresas etc.), nem devido à sua origem ou destino (por ser um *upload*, um *download*, ou se provém de um usuário comum, do governo, de uma empresa, de uma ONG etc.). Assim, a rede seria neutra, já que os dados uma vez que entram nas infovias não podem sofrer diferenciações (Wu, 2003 e 2010; Shelanski, 2007; Afonso, 2007; Lessig, 2007).

As operadoras e provedores de acesso têm pleiteado a quebra da noção de neutralidade, o que as possibilitaria, por exemplo, interferir no fluxo de dados do usuário que baixa vídeos, retardando o recebimento dos datagramas em sua conexão; ou cobrar preços distintos para que determinados dados de usuários específicos²⁹ (como empresas e instituições) tenham prioridade no tráfego da rede ou o inverso:

²⁸ Este tema será retomado com a análise mais concreta de modelos regulatórios internacionais no Capítulo 2.

²⁹ Importante não confundir essas diferenciações ou retardos de fluxo de dados aqui descritos com as distinções de pacotes de dados de conexão por usuário. Isto é, a neutralidade de rede não trata dos serviços de velocidade que as empresas oferecem quando ofertam pacotes de equipamentos com maiores velocidades de acesso. Trata-se da fase seguinte do processo de comunicação *on-line*: a partir do momento em que o datagrama acessa a rede ele deve ter a mesma velocidade que qualquer outro dado que está na mesma infovia. Uma vez que está na rede, não há diferenciações. O usuário pode levar mais tempo para colocar um dado na rede devido à potência da sua conexão e isso não está relacionado com a noção de neutralidade e sim de velocidade de acesso.

No Brasil, em 2004, a BR Telecom bloqueou o tráfego de datagramas correspondentes a chamadas telefônicas via Internet provenientes de outras empresas de serviços deste tipo, como a Skype e a GVT, por exemplo. O bloqueio foi suspenso, após denúncia de usuários, no caso do Skype, e por determinação da Anatel, no caso da GVT – afinal, bloquear qualquer datagrama é censurar conteúdo, assunto que, além de violar o direito à liberdade de informação e à privacidade dos dados, extrapola a jurisdição da concessionária de telecomunicações – seria como a concessionária de uma rodovia proibir o tráfego de veículos de cor vermelha ou algo assim (Afonso, 2007, *on-line*).

Como descreve Shelanski (2007), os defensores da quebra da neutralidade de rede argumentam que o investimento e a inovação no setor iriam diminuir com o tempo, a menos que as operadoras das redes pudessem cobrir os custos impostos pelo grande volume do tráfego de dados que cresce exponencialmente no ambiente digital. Nesta perspectiva, afirmam que os provedores de aplicativos e conteúdos³⁰ deveriam arcar com parte destes custos e as operadoras deveriam ter o direito de cobrar tarifas específicas. Algo que também se aplicaria aos usuários: poderia haver diferenciações entre aquele que acessa a Internet de modo usual e aquele que a utiliza de modo mais intenso e ativo (que posta vídeos, baixa mp3 ou envia mais dados). Para analistas como Lessig e McChesney (2006), a quebra da neutralidade de rede colocaria fim ao que a Internet tem de mais promissor, a possibilidade de qualquer um inovar sobre ela a partir de condições relativamente isonômicas para os desenvolvedores:

Mais de 60 por cento do conteúdo da *Web* é criado por pessoas comuns e não por corporações. Como esta inovação e produção irão prosperar se os criadores tiverem que pedir permissão de um cartel de proprietários de rede? [...] A maioria dos grandes inovadores na história da Internet começou em suas garagens com grandes ideias e pouco capital. Isto não é acidente. Proteções da neutralidade minimizaram o controle por parte dos proprietários de redes, maximizaram a concorrência e convidaram aqueles que correm por fora a inovar (Lessig e McChesney, 2006, *on-line*)³¹.

³⁰ Por exemplo, Facebook, Google, Twitter, YouTube etc.

³¹ Tradução própria do original em inglês: “More than 60 percent of Web content is created by regular people, not corporations. How will this innovation and production thrive if creators must seek permission from a cartel of network owners? [...] Most of the great innovators in the history of the Internet started out in their garages with great ideas and little capital. This is no accident. Network neutrality protections minimized control by the network owners, maximized competition and invited outsiders in to innovate.”

Citando Timothy Wu, os autores afirmam que a quebra da neutralidade de rede favoreceria um “modelo de negócios à moda de Tony Soprano³²”, uma vez que “extorquindo dinheiro por proteção de cada *website* – desde o menor *blog* até o Google – as operadoras de redes teriam imensos lucros” (Lessig e McChesney, 2006, *on-line*).

Além da garantia de um ambiente livre para inovadores de aplicativos e conteúdos, a defesa da neutralidade de rede também recai sobre o mérito das liberdades individuais. O direito de ir e vir e a liberdade de expressão estariam ameaçados pelo poder das empresas de acesso em criar hierarquias para os usuários ou tratar dados de forma diferenciada durante o processo de comunicação.

Considerações finais

Este capítulo teve como objetivo versar sobre os fundamentos daquilo que podemos compreender hoje como banda larga, caracterizar as tecnologias mais proeminentes ou significativas utilizadas, bem como delinear alguns debates fundamentais que se erguem em torno deste tema. Buscou-se configurar um quadro geral capaz de abordar os temas que serão adensados nos capítulos posteriores deste livro. O intuito não foi o aprofundamento temático e sim uma delimitação que torne determinadas expressões, conceitos e concepções mais ou menos familiares para o leitor não-especialista.

Primeiramente, demonstrou-se que, embora a definição de banda larga ainda não esteja plenamente sedimentada em seus pormenores, é ponto pacífico que significa a melhoria do acesso à Internet quando comparada aos primeiros estágios da conexão via linha discada. Neste sentido, a experiência do usuário diante da evolução dos sistemas, aplicativos, ferramentas e conteúdo *on-line* é o principal ponto de referência para qualquer definição que se pretenda mais sólida. Para caracterizar e qualificar a banda larga, cinco elementos foram levantados: usabilidade, velocidade, interatividade, fluxo e latência. Afirmou-se que a criação de métricas observando tais dimensões se torna um ponto central para caracterizar a banda larga e que outras dimensões podem ser incorporadas neste conjunto a depender da dinâmica do ambiente digital e da busca pela adequada experiência do usuário frente às inovações da rede.

³² Refere-se a um personagem fictício que protagoniza uma série de televisão norte-americana. Versa sobre uma “família mafiosa”, uma organização criminosa que atua nos EUA.

Do ponto de vista prático, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas para possibilitar o acesso às redes de alta velocidade. Todas elas, cada qual com sua peculiaridade, sustentam vantagens e desvantagens, embora apontem para uma mesma finalidade: ampliar a inclusão digital e melhorar a qualidade do serviço. Ainda que sejam distintas em vários aspectos, onde algumas são mais eficientes que outras, não estão necessariamente em posições concorrentes: pode haver complementaridade, principalmente no que se refere ao serviço no último quilômetro (*last mile*) que conecta residências, aparelhos móveis, escritórios, hospitais, bibliotecas, escolas e praças públicas à grande via dos *backbones*. Ainda assim, torna-se evidente que a existência de uma robusta base de conexão em redes físicas de alta capacidade, como fibra ótica, é uma premissa necessária para garantir estabilidade no sistema.

Demonstrou ainda que o cenário da banda larga extrapola as discussões de cunho meramente tecnológico: nela se erguem importantes debates como a universalização do serviço e do acesso; a regulação de mercado para evitar a formação de monopólios; além da defesa da liberdade de expressão e das características inovadoras originais da Internet baseadas na neutralidade de rede. Assim, as políticas públicas e os processos regulatórios precisam conceber o acesso à Internet banda larga de modo complexo, projetando cenários de longo prazo e desenvolvendo planejamentos que levem em conta a própria evolução dos hábitos e necessidades *on-line* do cidadão comum. Deve-se observar as dimensões técnicas, sociais, políticas e econômicas que este tema envolve. Algo que vai muito além de um novo mercado de serviço: implica em direitos e tende a ser, inevitavelmente, parte constitutiva da cultura e da vida cotidiana de qualquer sociedade moderna neste século.

Referências

AFONSO, Carlos A. **Todos os datagramas são iguais perante a Rede!** São Paulo: CGI.br, 2007. Disponível em <<http://www.cgi.br/publicacoes/artigos/artigo43.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2012.

AFONSO, Carlos A. Que banda larga queremos? In: CGI.br. Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação 2009**. São Paulo: CGI.br, 2010, p. 65-72.

BERKMAN, Center for Internet and Society. **Next Generation Connectivity**: A review of broadband Internet transitions and policy from around the world – Final Report. Cambridge: Harvard University, 2010.

BLACKMAN, Colin; SRIVASTAVA, Lara (Org.). **Telecommunications Regulation Handbook: Tenth Anniversary Edition**. Washington DC: Banco Mundial, InfoDev e UIT, 2011.

BOUCKAERT, Jan; DIJK, Theon van; VERBOVEN, Frank. Access regulation, competition, and broadband penetration: An international study. **Telecommunications Policy**, 34, p. 661-671, 2010.

BRASIL. **O Brasil Conectado**: Programa Nacional de Banda Larga (PNBL). Brasília: Secretaria-Executiva do Comitê Gestor do Programa de Inclusão Digital, 2010. Disponível em <<http://www4.planalto.gov.br/brasilconectado>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

BROADBAND COMMISSION. **A 2010 leadership imperative**: the future built on broadband - a report by the broadband commission. Nova York: ITU (UIT) e UNESCO, 2009.

BROADBAND COMMISSION. **Broadband: A platform for progress** - a Report by the Broadband Commission for Digital Development. Nova York: ITU (UIT) e UNESCO, 2011. Disponível em <http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf>. Acesso: 17 de jun. 2012.

CAMBINI, Carlo; JIANG, Yanyan. Broadband investment and regulation: a literature review. **Telecommunications Policy**, 33, p. 559-574, 2009.

FIJNVANDRAAT, Marieke; BOUWMAN, Harry. Flexibility and broadband evolution. **Telecommunications Policy**, 30, p. 424-444, 2006.

FINK, Daniel; JEUNG, Rho Jae. Analysis of feasible connectivity solutions based on Power Line Communication to rural and remote areas. Trabalho apresentado na **CPRsouth2 Conference**: Chennai, 2007. Disponível em <http://www.cprsouth.org/wp-content/uploads/drupal/Daniel_Fink.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2012.

GINDRE, Gustavo. O que vai acontecer com o MMDS? **Blog do Gindre**, 27 junho de 2012. Disponível em <<http://gindre.com.br/o-que-vai-acontecer-com-o-mmDs/>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

GUNASEKARAN, Vinoth; HARMANTZIS, Fotios C. Towards a Wi-Fi ecosystem: technology integration and emerging service models. **Telecommunications Policy**, 32, p. 163-181, 2008.

KIM, Yongsoo; KELLY, Tim; RAJA, Siddhartha. **Building broadband: strategies and policies for the developing world**. Washington DC: World Bank-Global Information and Communication Technologies (GICT) Department, 2010.

KIRSTEIN, Mark; BURNEY, Kneko; PAXTON, Mike; BERGSTROM, Ernie. **Moving Towards Broadband Ubiquity in U.S. Business Markets**. Cahners In-Stat Group, 2001. Disponível em <<http://www.efst.hr/~agm/dokumenti/Broadband%20Ubiquity%20in%20US.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2012.

KLEINROCK, Leonard. An Internet vision: the invisible global infrastructure. **Ad Hoc Networks**, 1, p. 3-11, 2003.

LEHR, William; MCKNIGHT, Lee W. Wireless Internet access: 3G vs. Wi-Fi? **Telecommunications Policy**, 27, p. 351-370, 2003.

LESSIG, Lawrence; MCCHESENEY, Robert W. No Tolls on the Internet. In: **Washington Post**. 8 de junho de 2006. Disponível em <<http://www.washingtonpost.com/wpdyn/content/article/2006/06/07/AR2006060702108.html>>. Acesso em: 27 jun. 2012.

LESSIG, Lawrence. In Support of Network Neutrality. **A Journal of Law and Policy for the Information Society**, 3 (1), p. 185-196, 2007.

MAJUMDER, Anindya; CAFFERY, James. Power Line communications: an overview. **IEEE Potentials**, 23 (4), p. 4-13, 2004.

MEHROTRA, Rajesh. **Regulation of Global Broadband Satellite Communications** – GSR Advanced Copy. ITU (UIT), 2011. Disponível em <http://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR11/documents/BBReport_BroadbandSatelliteRegulation-E.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2012.

PAPACHARISSI, Zizi; ZAKS, Anna. Is broadband the future? An analysis of broadband technology potential and diffusion. **Telecommunications Policy**, 30, p. 64-75, 2006.

PEPPER, Robert; RUEDA-SABATER, Enrique J.; BOEGGEMAN, Brian C., GARRITY, John. From Mobility to Ubiquity: Ensuring the Power and Promise of Internet Connectivity for Anyone, Anywhere, Anytime. In: DUTTA, Soumitra; MIA, Irene (Org). **The Global Information Technology Report 2008-2009: Mobility in a Networked World**. Genebra: INSEAD e World Economic Forum, p. 37-52, 2009.

SHELANSKI, Howard A. Network Neutrality: regulating with more questions than answers. **Journal on Telecommunications and High Technology Law**, 6, p. 23-40, 2007.

SILVA, Aldair; PACHECO, Juliano Anderson. Transmissão de dados via rede elétrica. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, 1 (2), p. 35-53, 2008.

TAHON, Mathieu; LANNOO, Bart; OOTEGHEM, Jan Van; CASIER, Koen; VERBRUGGE, Sofie; COLLE, Didier; PICKAVET, Mario; DEMEESTER, Piet. Municipal support of wireless access network rollout: a game theoretic approach. **Telecommunications Policy**, 35, p. 883-894, 2011.

TONGIA, Rahul. Can broadband over powerline carrier (PLC) compete? A techno-economic analysis. **Telecommunications Policy**, 28, p. 559-578, 2004.

WU, Tim. Network Neutrality, Broadband Discrimination. **Journal on Telecommunications and High Technology Law**, 2, p. 141-176, 2003.

_____. **The Master Switch: The rise and fall of information empires**. Nova York: Borzoi Book, 2010.