

A Infraestrutura informacional no espaço geográfico

Marcelo Paiva da Motta

As redes de transporte conheceram um forte desenvolvimento a partir de meados do Século XX, aumentando a mobilidade das pessoas e dos bens materiais. Entretanto, foi o transporte de informações e bens imateriais os que mais avançaram com o surgimento das redes eletrônicas, sobretudo a partir de sua difusão para o público em geral nos anos de 1990. Dentre estas, a Internet se destaca por sua arquitetura aberta, pelo seu crescimento vertiginoso, por sua popularidade e seu caráter descentralizado na criação de conteúdo.

Essa explosão na disponibilidade de informações e na facilidade da comunicação com poucos precedentes na história – como a invenção do telégrafo e do telefone no Século XIX – fez com que muitos acreditassem que a Internet fosse uma rede sem hierarquia e mesmo aespacial em virtude de sua pretensa ubiquidade. Esse tipo de discurso era mais comum no período em que a rede se tornou disponível comercialmente em meados dos anos de 1990 e ainda se tinha pouco conhecimento sobre sua natureza. A percepção de seu potencial de crescimento através da rápida adoção de novos membros levou a uma especulação sobre a concretização futura de suas possibilidades, quase sempre realizada sem muito embasamento empírico: ideias como a do fim das distâncias, da ruralização da sociedade e do fim das cidades, no pressuposto de que as relações interpessoais cara a cara seriam cada vez mais substituídas por aquelas realizadas através de meios eletrônicos.

Mesmo depois de aproximadamente 15 anos da abertura da rede para o cidadão comum, esse tipo de discurso ainda encontra algum eco. Porém, o sonho de uma Internet libertária, sem controles por parte do Estado e das grandes companhias, cada vez mais baseada na gratuidade, no acesso universal e nos valores democráticos tem se revelado bastante diferente na realidade. Não só o que o cidadão faz *on-line* está submetido às leis civis que o regem, da mesma maneira que qualquer outra instância social, como também o Estado tenta criar formas específicas de regular o que se encontra na rede – com muita dificuldade, dada sua fluidez, dinâmica e seu caráter internacional, ultrapassando facilmente as fronteiras. Mesmo assim, a legislação

doméstica e as fronteiras persistem, como o caso da empresa Yahoo, processada na França,¹ o demonstrou. No limite, alguns países em regime ditatorial têm o seu acesso ao conteúdo via Internet pesadamente censurado e vigiado pelo aparelho repressor de seus Estados.

Além disso, a infraestrutura física em que a Internet se baseia, apesar de imperceptível à maioria dos usuários, é bem ancorada no espaço, de cara implantação e sujeita a um regime concorrencial feroz entre poucas grandes empresas de telecomunicações. Sua presença é mesmo um fator de diferenciação espacial, conferindo vantagens competitivas para as cidades que as detém, sobretudo no momento histórico atual de crescente importância dos fluxos de informações.

A Internet enquanto rede geográfica física

No conjunto de equipamentos que compõe a rede Internet, não há nenhum elemento exclusivamente a ela dedicado, como acontece com as redes de água e de eletricidade, por exemplo. Ela é composta, de um lado, de equipamentos de informática (computadores, roteadores, *modems*, *softwares*, etc.) e, de outro, equipamentos de telecomunicações (fibras óticas, estações de satélite e transmissores de rádio). Os primeiros podem ser usados para outros fins que não sejam a comunicação *on-line*, enquanto os últimos transportam outro tipo de tráfego que não pacotes de informação da Internet, como ligações telefônicas. Dessa maneira, a infraestrutura mostrada no presente Atlas Nacional não é senão um subconjunto da Internet, o que, entretanto, não invalida ou torna menos importante sua análise porque constitui o suporte fundamental e indispensável ao funcionamento da rede (BERNARD, 2003).

A Internet, na realidade uma rede de redes, é comumente caracterizada pelo termo “nuvem”, uma referência à sua falta de forma física definida – as diversas redes em particular podem mudar, desconectar-se ou mesmo surgirem novas, o que não alterará sua

¹ Em 2000 essa companhia perdeu um processo judicial na França por permitir que seu serviço de leilões realizasse transações com peças de cunho nazista, o que é ilegal naquele país. Foi obrigada a removê-las, mesmo estando o site hospedado em servidores americanos (GOLDSMITH; WU, 2006).

dinâmica global de funcionamento. Cada nó da rede, no caso computadores interconectados, é que decide para onde serão encaminhadas as mensagens, de maneira a buscar o caminho mais curto e evitar os congestionamentos da rede. Assim, é impossível saber de antemão qual rota será tomada pelo fluxo de informações, pois o percurso particular de cada pacote de dados varia com o tempo e é feito sem o controle do usuário (GUILLAUME; LATAPY, 2004).

A metáfora da nuvem evoca, assim, a imagem de fluidez e adaptabilidade que, de fato, caracteriza a operação da rede. Contudo, ela não condiz inteiramente com a realidade quando se leva em conta seu nível mais básico em termos físicos: os *backbones*, ou ligações de fibras óticas operadas pelas firmas de telecomunicações. Constituem um tipo de equipamento bem-localizado no espaço, por onde todo o tráfego necessariamente passa. Possui uma lógica de interconexão hierarquizada e que, via de regra, privilegia as grandes metrópoles em termos de conectividade (MALECKI, 2002; GORMAN; MALECKI, 2000).

Os sistemas de telecomunicação desenvolvidos ao longo das últimas três décadas formam uma teia complexa de diversos tipos de linhas de transmissão e troca de sinais, como as linhas telefônicas tradicionais, fibras óticas, ondas eletromagnéticas, torres de recepção e envio de sinais, satélites, etc. As técnicas usadas pela rede Internet em seu funcionamento partem desses sistemas já desenvolvidos.

Em primeiro lugar há, como afirmado, as ligações *backbone*, as linhas troncais, via de regra entre as grandes cidades, com alta capacidade de transmissão de dados. Em termos concretos, são cabos de fibras óticas que se estendem por quilômetros, ligando mesmo diferentes continentes através do mar. Satélites de comunicação desempenham a mesma função, porém usando o espectro eletromagnético. Essas linhas são, relativamente, em pequeno número, assim como as empresas que as operam, dado o elevado custo de sua implantação. A lógica dos operadores de *backbone* é essencialmente financeira, já que esses investimentos elevados devem encontrar rentabilidade através do recebimento de tarifa pelo uso. Isto acaba impondo ao território um regime de monopólio natural ou oligopólio, via de regra herdado de um operador “histórico” (como a EMBRATEL, no Brasil e a France TELECOM, na França, entre outros), que é objeto de uma pesada regulamentação por parte do Estado. A repartição espacial dessas redes tendem, assim, a seguir a distribuição populacional e do mercado, contornando as áreas de menor densidade de ocupação e mais pobres.

Essas “artérias” de alta capacidade se bifurcam progressivamente em ligações de menor velocidade², que alimentam as cidades e os bairros, no limite chegando à rede telefônica local e aos cabos das redes locais, no interior de um prédio. Uma feição importante na topologia das redes *backbone* é a existência dos pontos de presença (PoPs), isto é, equipamentos físicos que permitem às redes locais o acesso às linhas de alta capacidade de transmissão e de longa distância. Sua localização é importante, uma vez que há uma relação direta entre o custo de conexão e a distância do assinante do serviço aos pontos de presença. Em cada *backbone*, os nós das redes são compostos por roteadores, equipamentos que realizam a decisão de encaminhamento das mensagens. Como há, em cada país, algumas dezenas de linhas troncais cortando seus respectivos territórios, esses roteadores são organizados de forma a permitir a comutação das mensagens e sinais, não importando a que empresa ou rede eles pertençam, devendo realizar a interseção entre elas, necessariamente,

com uma capacidade muito alta de transmissão e evitando as perdas o máximo possível (DUPUY, 2002).

Essas trocas entre redes funcionalmente compatíveis possuem em cada país regulamentações específicas. Nos EUA são de caráter voluntário, sendo realizadas por acordo entre as operadoras de rede individualmente, apenas supervisionados pela agência de regulamentação (CARTER; WRIGHT, 1999). No caso brasileiro, a agência regulamentadora das telecomunicações obriga, por força de lei, que cada operador de *backbone* realize uma oferta pública de interconexão, nomeadamente pontos da rede que são abertos ao tráfego de redes semelhante de outras companhias, de maneira a que o tráfego ocorra em seu conjunto de forma indistinta.

O desenvolvimento da Internet deve muito à preexistência da rede telefônica, cuja topologia frequentemente compartilham. Ambas usam tanto os *backbones* de altíssima capacidade quanto as linhas terminais em comum, se colocando no nível intermediário um nó de ligação, os provedores de acesso. Além da telefonia, também são utilizadas para a conexão da “última milha”, isto é, para o acesso no varejo, os cabos de televisão por assinatura, ondas de rádio, sinais por satélites e fibras óticas. Recentemente também vem-se buscando conectividade através da rede elétrica comum.

A maioria dos usuários domésticos e as pequenas e médias empresas, entretanto, não acessam diretamente às redes *backbone* e o têm de fazer através dos provedores de acesso. Estes são empresas encarregadas de conectar à Internet os consumidores comuns, servindo de intermediários entre os últimos e as redes de alta capacidade, além de prestar outros serviços, como conta de *e-mail*, hospedagem de conteúdo e agregação de notícias. Os grandes operadores de linhas de longa distância cobram de cada provedor o acesso e uso de seus respectivos *backbones* e, estes últimos, por sua vez, realizam um agrupamento de assinantes àquela conexão. Sua lucratividade advém da diferença entre o valor pago pela assinatura dos particulares e aquele cobrado pelo grande operador. Os maiores fornecedores de acesso podem chegar à casa dos milhões de assinantes. Ao contrário do mercado de linhas troncais, para os provedores de acesso a regra é a livre concorrência entre um número mais elevado de empresas, pois não são necessários investimentos em infraestrutura pesada. Em 2002, os fornecedores de acesso à Internet no Brasil, segundo a Associação Brasileira de Internet – ABRANET, perfaziam 1 219³.

Um outro tipo de nó desempenha papel central na Internet, normalmente realizado por empresas especializadas, os *datacenters*. Estes são locais físicos, com infraestrutura adequada (refrigeração e servidores de grande memória, por exemplo), onde se situam os computadores que hospedam os arquivos que compõem os *sites*, devendo responder à demanda por sua consulta. Por este motivo, é essencial que sua localização seja em áreas servidas por conexões de alta velocidade. Um mesmo *datacenter* hospeda um sem-número de *sites*, da mesma maneira que uma mesma página da Internet pode ser hospedada em diversos computadores simultaneamente, desde que haja alguma centralização responsável pela atualização dos arquivos.

Por fim, fora da rede física em senso estrito, há os domínios de Internet. O domínio é um nome que identifica um ou mais computadores na rede, associados a um conteúdo específico. Cada domínio é único, constituído de uma combinação de letras e/ou números, registrado de modo centralizado e hierárquico, à

² O termo é usado vulgarmente como uma metáfora para largura de banda, isto é, a capacidade de transmissão de dados por unidade de tempo de uma linha de telecomunicação.

³ Para informações complementares, consultar resultados do levantamento realizado pela ABRANET no endereço: <http://www.abranet.org.br/index.php?id=41>.

maneira de uma lista telefônica. Todo domínio precisa ser cadastrado necessariamente nesse sistema, uma vez que sua função é traduzir seu nome alfanumérico para o endereço IP⁴ correspondente e, dessa maneira, apontar a conexão de cada usuário individual para a direção correta. Essa informação, entretanto, está estocada fisicamente em servidores DNS (*domain name server*), os quais são consultados todas as vezes em que se busca um conteúdo na Internet. Os DNSs são extremamente importantes para a viabilização de todo o tráfego na Internet, sem os quais ela entraria em colapso. No Brasil, a administração dos DNSs fica a cargo do Comitê Gestor da Internet no Brasil - CGI.br.

A distribuição espacial da infraestrutura

A topologia das redes de fibras óticas de longa distância, os domínios de Internet e a presença dos *datacenters* replicam, de maneira geral, a estrutura da rede urbana brasileira. No tocante às redes de fibras óticas, as cidades com maior número de conexões são, exatamente, as duas maiores metrópoles nacionais, Rio de Janeiro e São Paulo (13 ligações). Há, entretanto, algumas nuances, como a ligação estreita de Curitiba com São Paulo, em segundo lugar com dez ligações.

Nota-se, dessa maneira, uma concentração das linhas de maior capacidade exatamente no Centro-sul do País, área de maior renda, densidade demográfica e que concentra o grosso das atividades econômicas do País. Chama a atenção, particularmente, o Paraná, em virtude da alta capilaridade da rede de *backbones* neste estado. As linhas de fibras óticas servem a centenas de municípios diretamente, o que é fruto da ação específica de uma companhia local em investir nesse tipo de mercado.

Fora desta zona com maior concentração dos *backbones*, destacam-se as capitais do Nordeste, formando um arco de ligações de fibras óticas do Sudeste até Fortaleza principalmente, e os eixos das Rodovias Belém-Brasília e BR-364 até o Acre, refletindo o fato de que a disposição das fibras óticas é feita, muitas vezes, aproveitando as infraestruturas elétrica e rodoviária já instalada. O papel de Fortaleza encontra-se mais acentuado quando comparado com sua posição na hierarquia urbana. Este fato é resultado da posição desta cidade como local de junção dos dois eixos principais de fibras óticas oriundos do Sudeste do País, um pelo litoral e o outro pelo interior de Goiás-Tocantins. Além disso, Fortaleza é um dos pontos de conexão das redes nacionais com os cabos submarinos ligando essas redes ao resto do mundo (juntamente com Rio de Janeiro, São Paulo, Santos, Florianópolis e Porto Alegre).

Por sua vez, parcelas significativas do interior do Nordeste e a maior parte da Região Norte constituem grandes zonas de sombra, fracamente atendidas pelos *backbones* nacionais ou simplesmente sem acesso. Mesmo capitais como Macapá e Boa Vista só têm acesso garantido devido à presença da rede pública da RNP que, entretanto, não está aberta ao público em geral e se limita a instituições de pesquisa e ensino.

De qualquer modo, em que pese a concentração de linhas no Centro-sul e notadamente na metrópole paulista, a rede de *backbones* brasileiras apresenta relativa robustez na medida em que existem diversos caminhos alternativos – e também redundantes – em relação a

São Paulo. Em caso de problemas técnicos ou de congestão neste ponto do território de elevada centralidade para o transporte de informações, o tráfego de Internet pode encontrar rotas que o contornem, garantindo a integridade do funcionamento do sistema como um todo.

No tocante aos domínios de Internet, embora sejam um componente fortemente desmaterializado, o princípio da centralidade parece continuar válido: em termos absolutos, São Paulo, Rio de Janeiro e as outras capitais detêm as maiores quantidades de sua presença, com um forte clivagem do Centro-sul para o resto do País.

Se vivemos em uma época em que a distância parece se abolir, a distribuição geográfica dos domínios mostra que as maiores cidades são justamente o canal privilegiado de criação de *websites*. Elas concentram, portanto, os serviços e atividades necessárias para o seu suporte, bem como os conhecimentos necessários para seu usufruto.

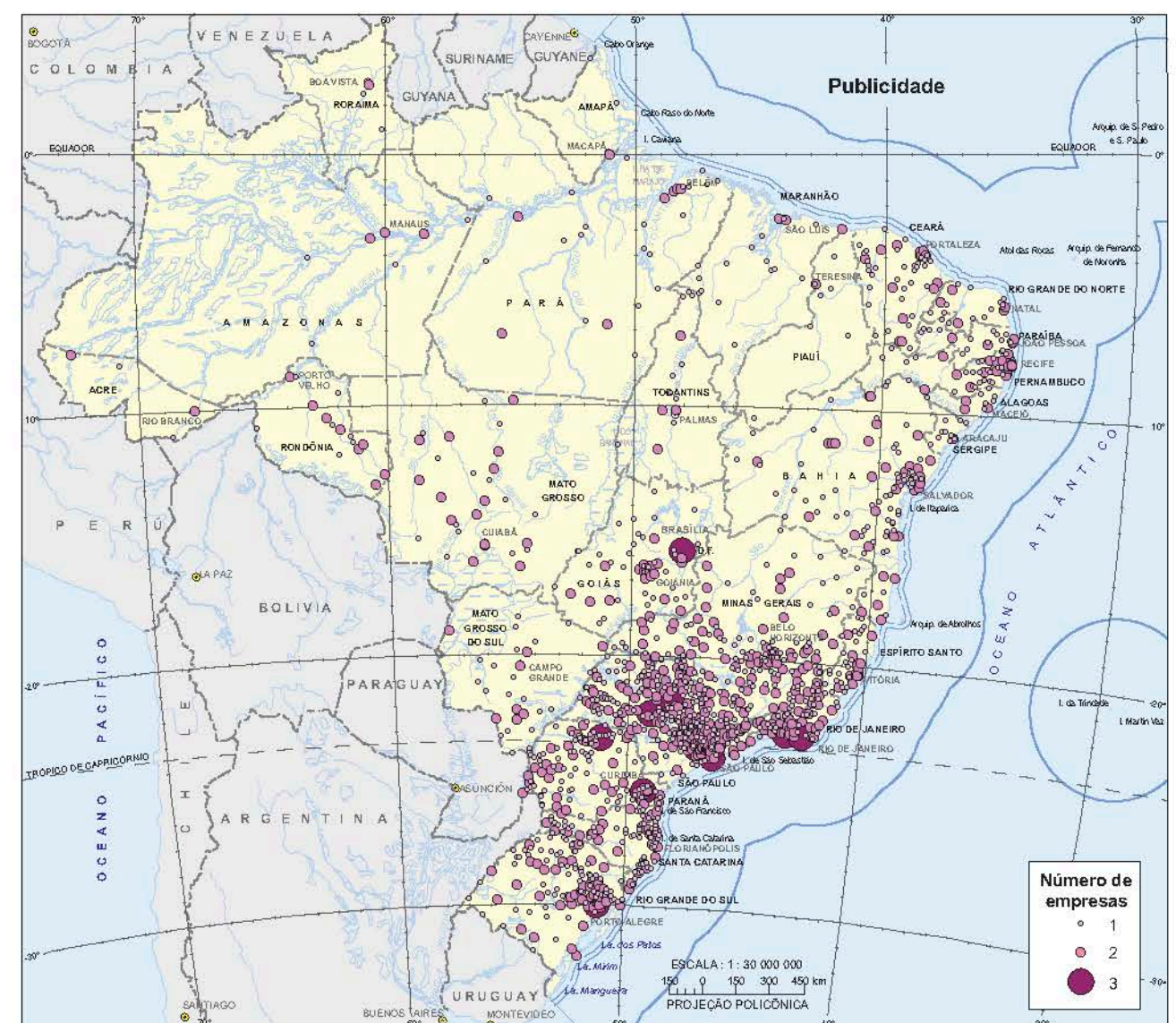
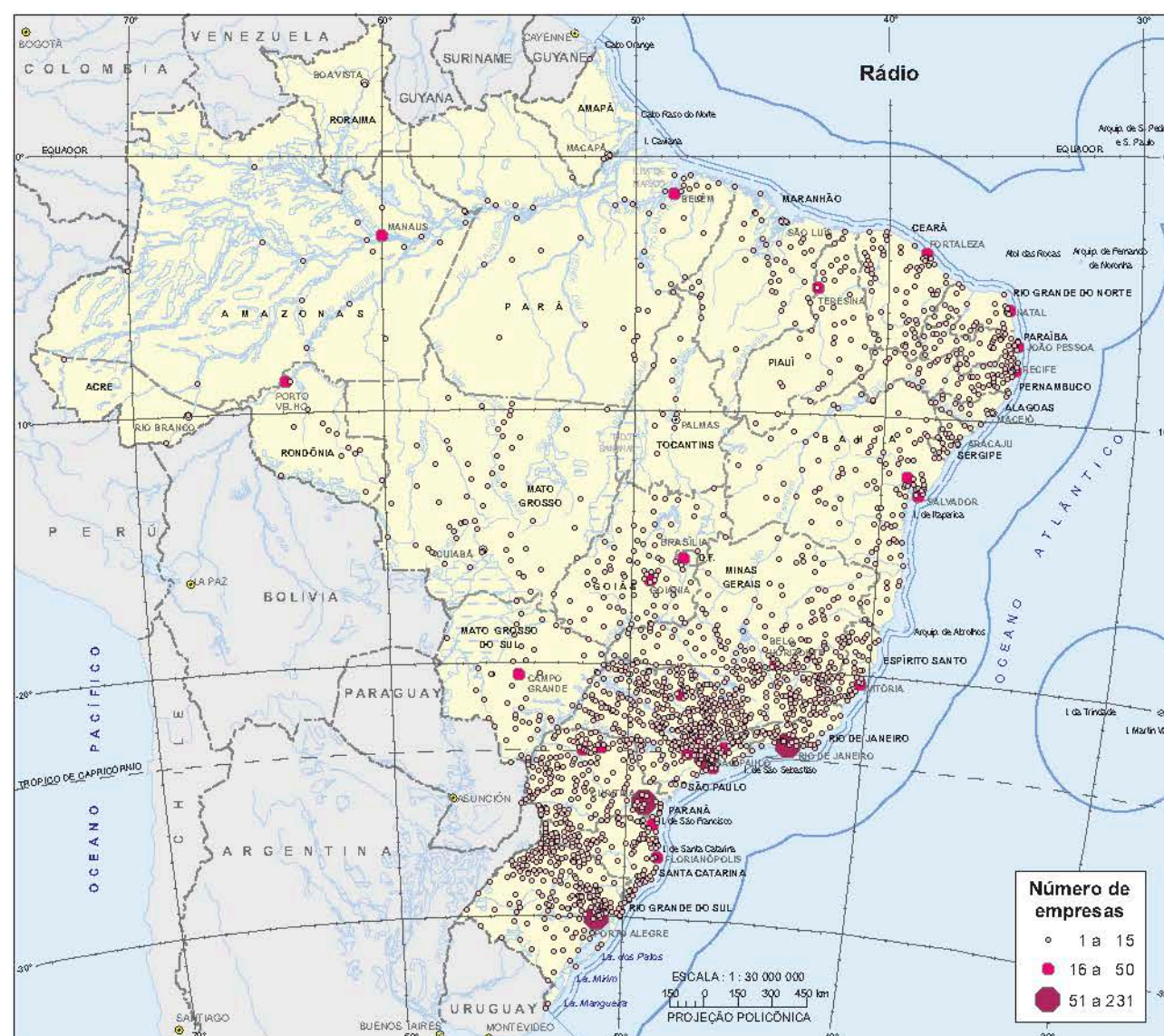
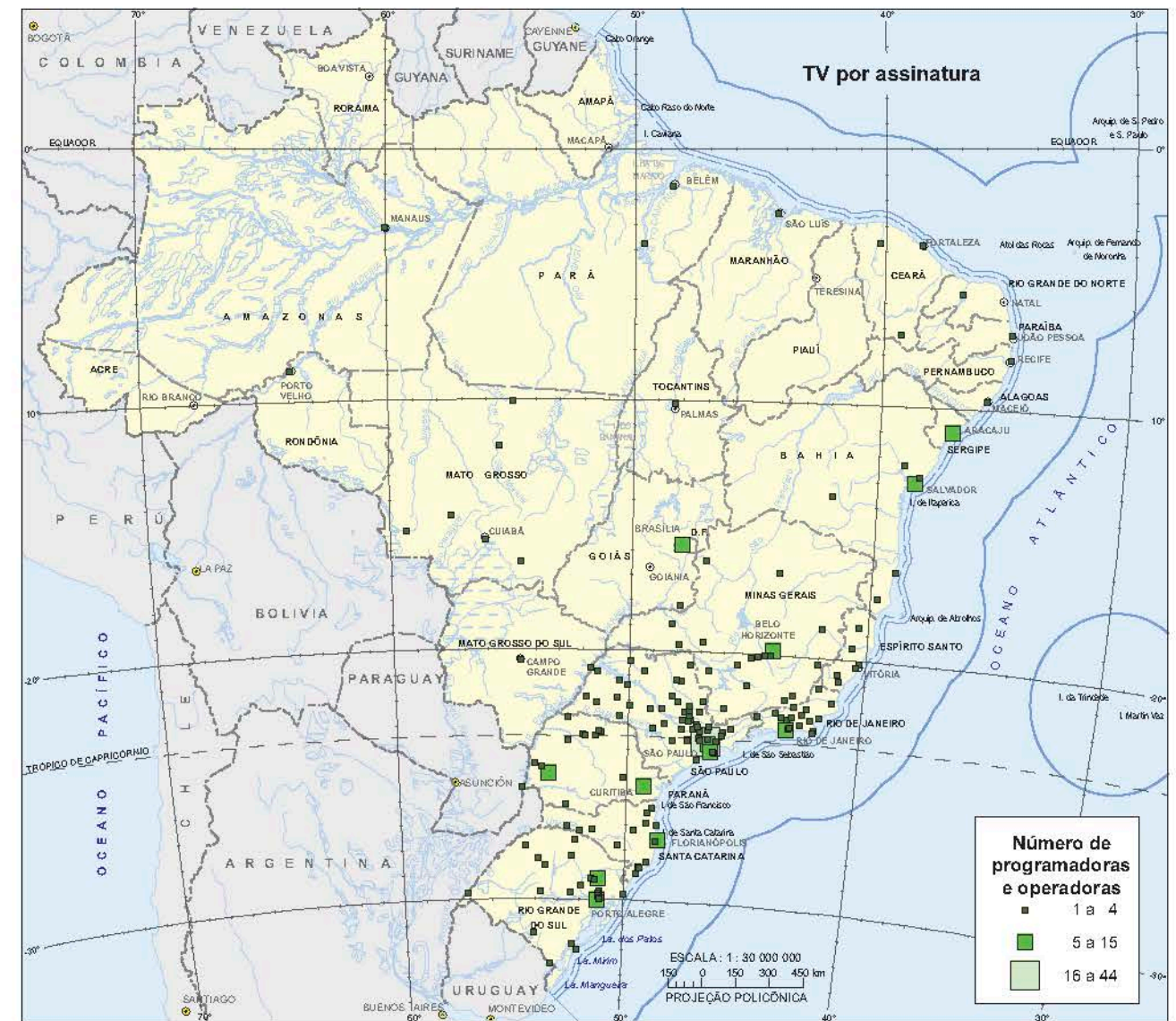
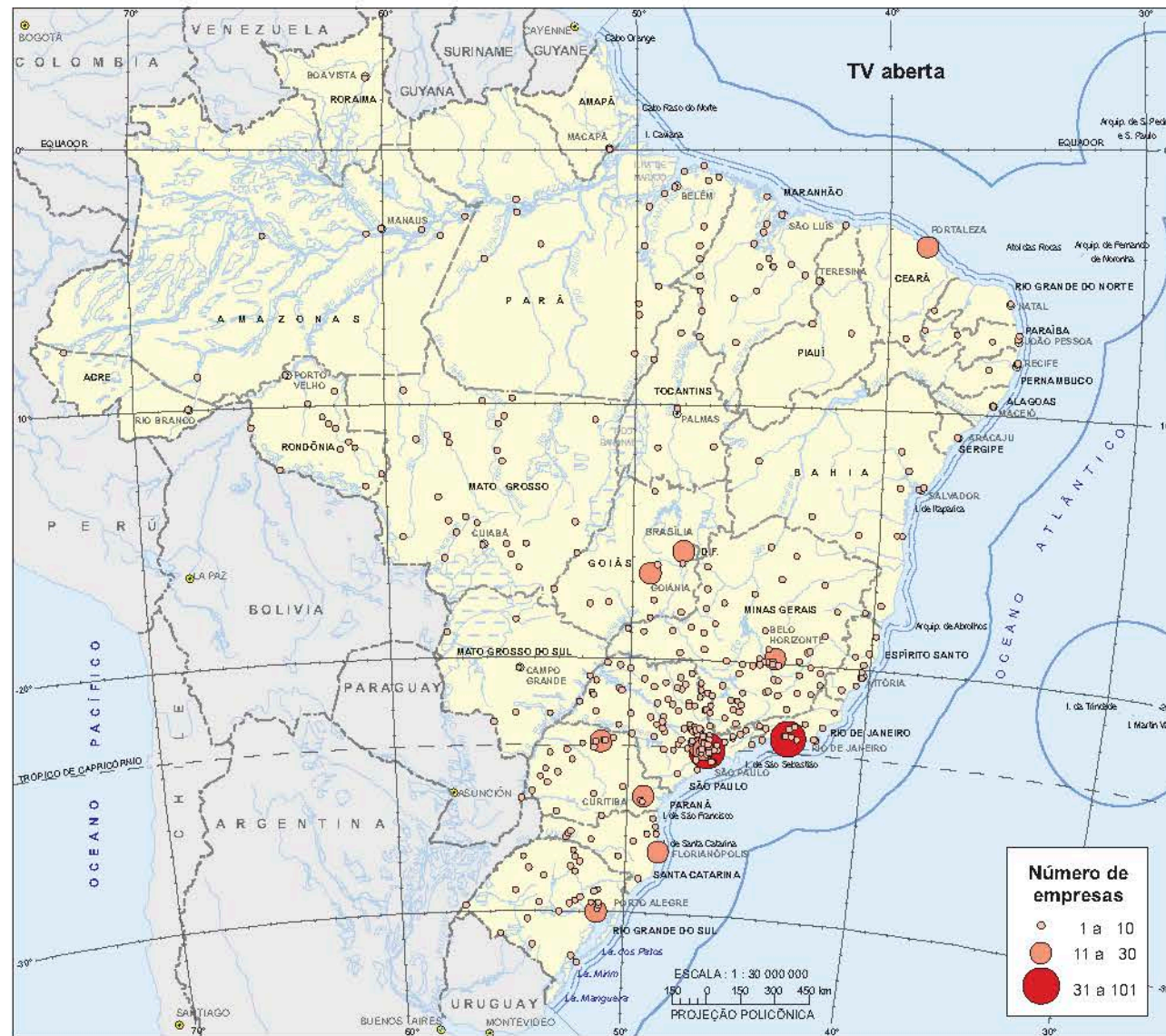
Embora a presença dos provedores de Internet esteja significativamente difundida nos municípios brasileiros, a repartição da infraestrutura de rede, dos domínios e dos *datacenters* mostra que as desigualdades espaciais ainda persistem na “era informacional”. A Internet, apesar de persistir um ideário antigeográfico nos discursos sobre sua difusão, parece antes reproduzir estas desigualdades do que mitigá-las, da mesma maneira que ocorreu com outras estruturas de telecomunicações.

Referências

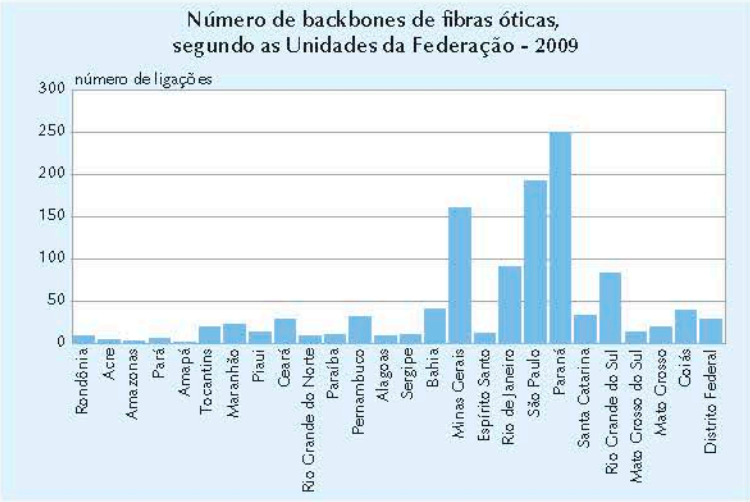
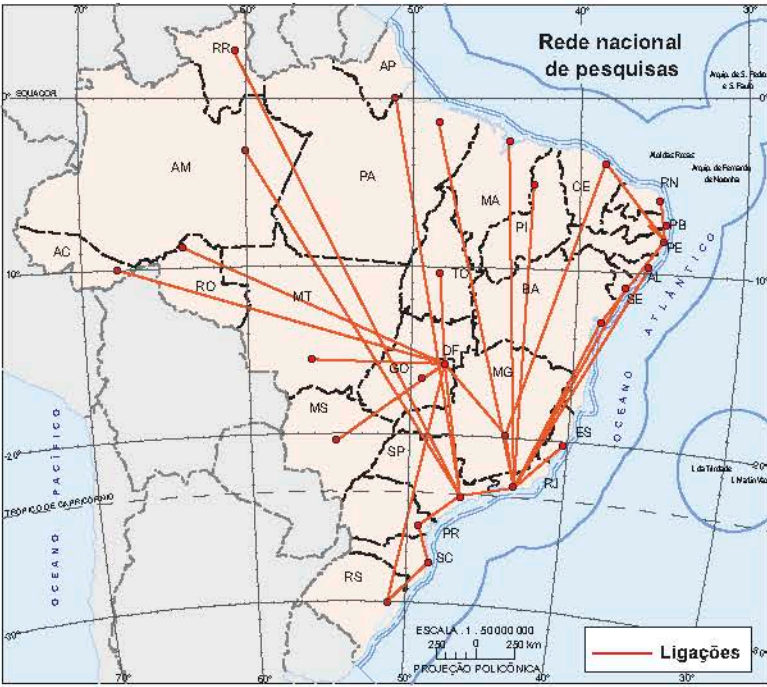
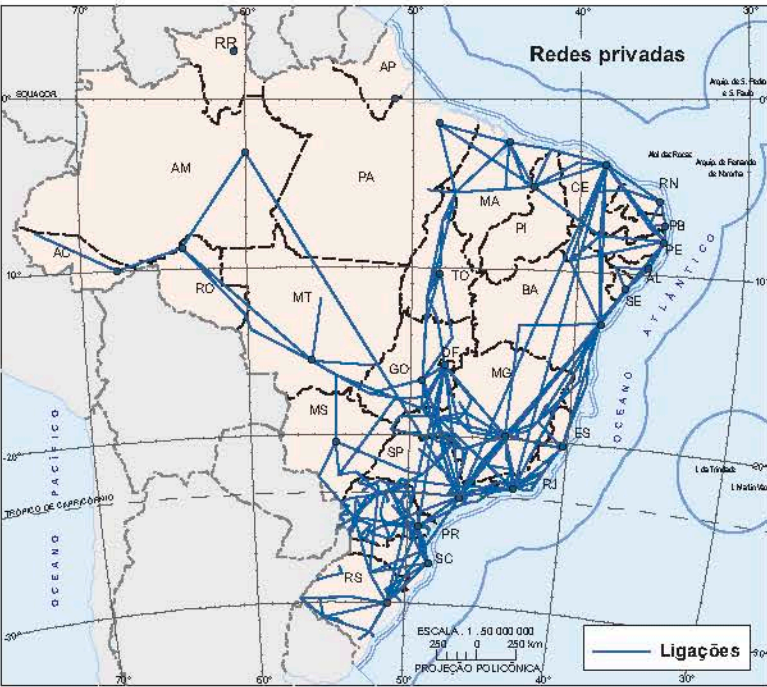
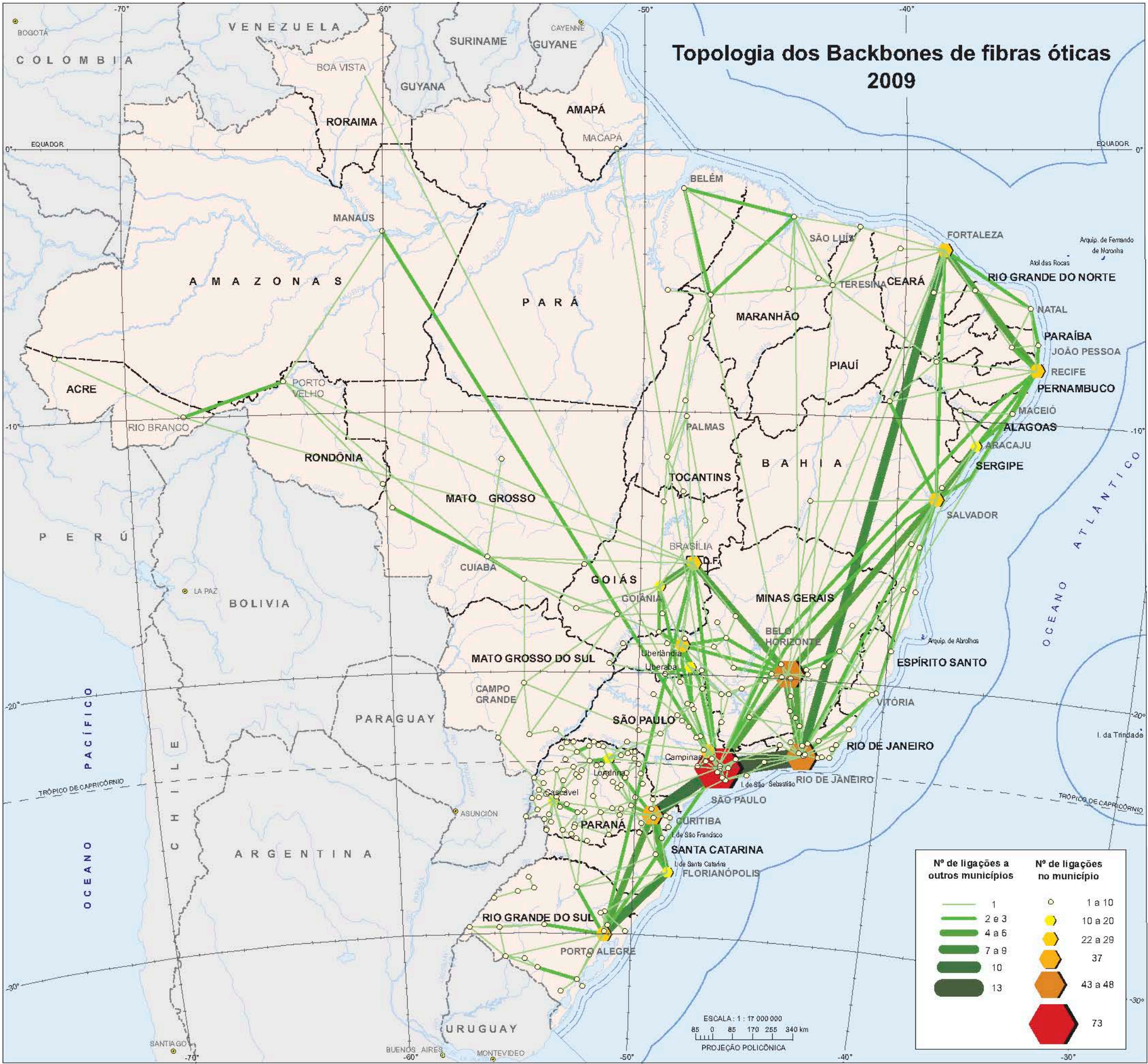
- BERNARD, E. *Le déploiement des infrastructures internet en Afrique de l'Ouest*. 2003. 428 p. Tese (Doutorado em Geografia)-Département de Géographie et d'Aménagement, Université Montpellier III - Paul Valéry, 2003. Disponível em: <http://www.africanti.org/IMG/memoires/theseBernard_dec2003.pdf>. Acesso em: out. 2004.
- CARTER, M.; WRIGHT, J. Interconnection in network industries. *Review of Industrial Organization*, Boston: Industrial Organization Society, v. 14, n. 1, p. 1-25, Feb. 1999. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/g7171158085x8814/fulltext.pdf>>. Acesso em: out. 2010.
- DUPUY, G. *Internet, géographie d'un réseau*. Paris: Ellipses, 2002. 160 p.
- GOLDSMITH, J.; WU, T. *Who controls the internet?: illusion of a borderless world*. New York: Oxford University, 2006. 226 p.
- GORMAN, S. P. MALECKI, E. J. The networks of the internet: an analysis of provider networks in the USA. *Telecommunications Policy*, Amsterdam: Elsevier, v. 24, n. 2, p. 113-134, Mar. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03085961>>. Acesso em: out. 2010.
- GUILLAUME, J.; LATAPY, M. Topologie de l'internet et du web: mesure et modélisation. In: GUICHARD, É. (Ed.). *Mesures de l'internet*. Paris: Les Canadiens en Europe, 2004. Textos selecionados de Colloque International Mesures de l'internet, realizado em Nice, 2003.
- MALECKI, E. J. The economic geography of the Internet's infrastructure. *Economic Geography*, Malden: Wiley Interscience, v. 78, n. 4, p. 399-424, Oct. 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1944-8287.2002.tb00193.x/pdf>>. Acesso em: out. 2010.

⁴ O IP (*Internet Protocol*) é um número que identifica cada computador na rede. Em sua forma mais comum é composto de quatro campos que variam entre 0 e 256, por exemplo, 200.20.104.255. O domínio de Internet nada mais é que uma versão nominal desse número, mais fácil de ser memorizada.

Meios de comunicação

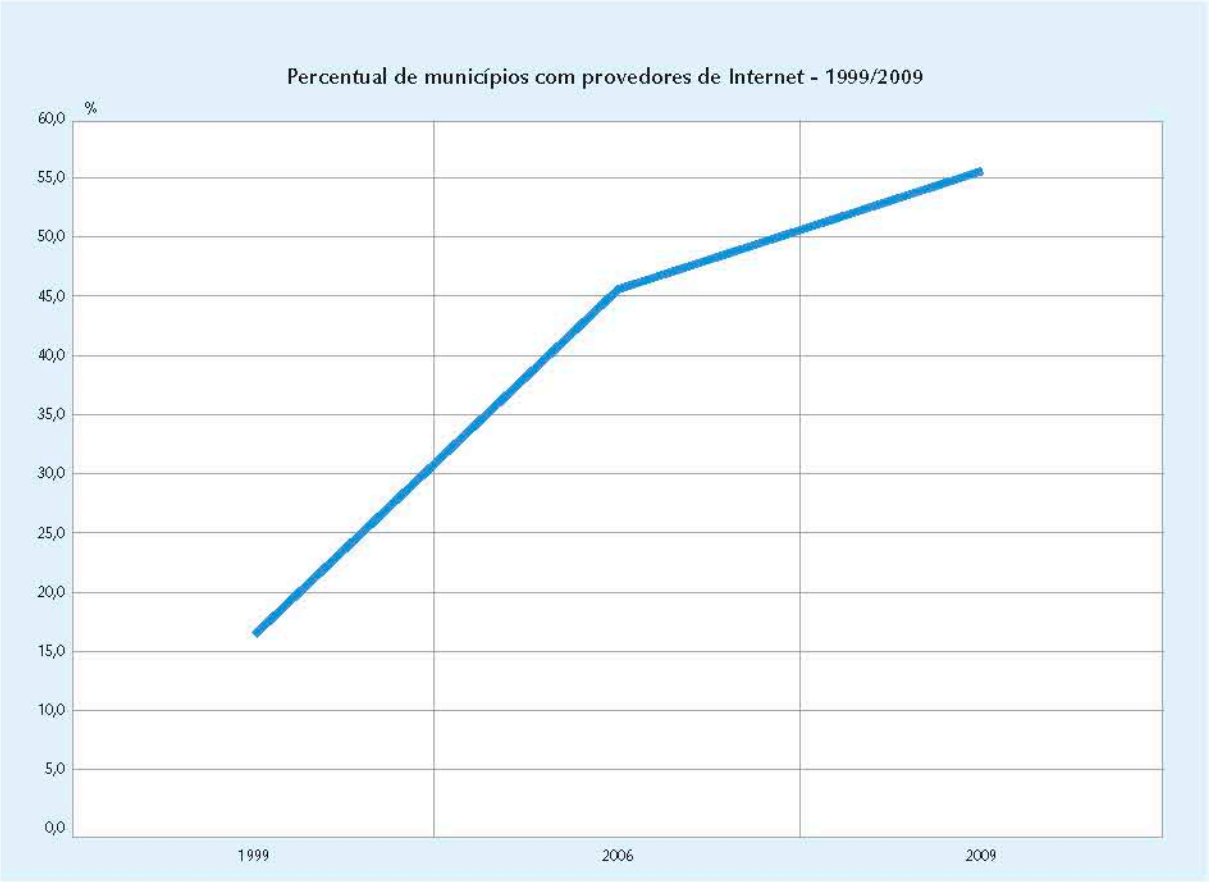
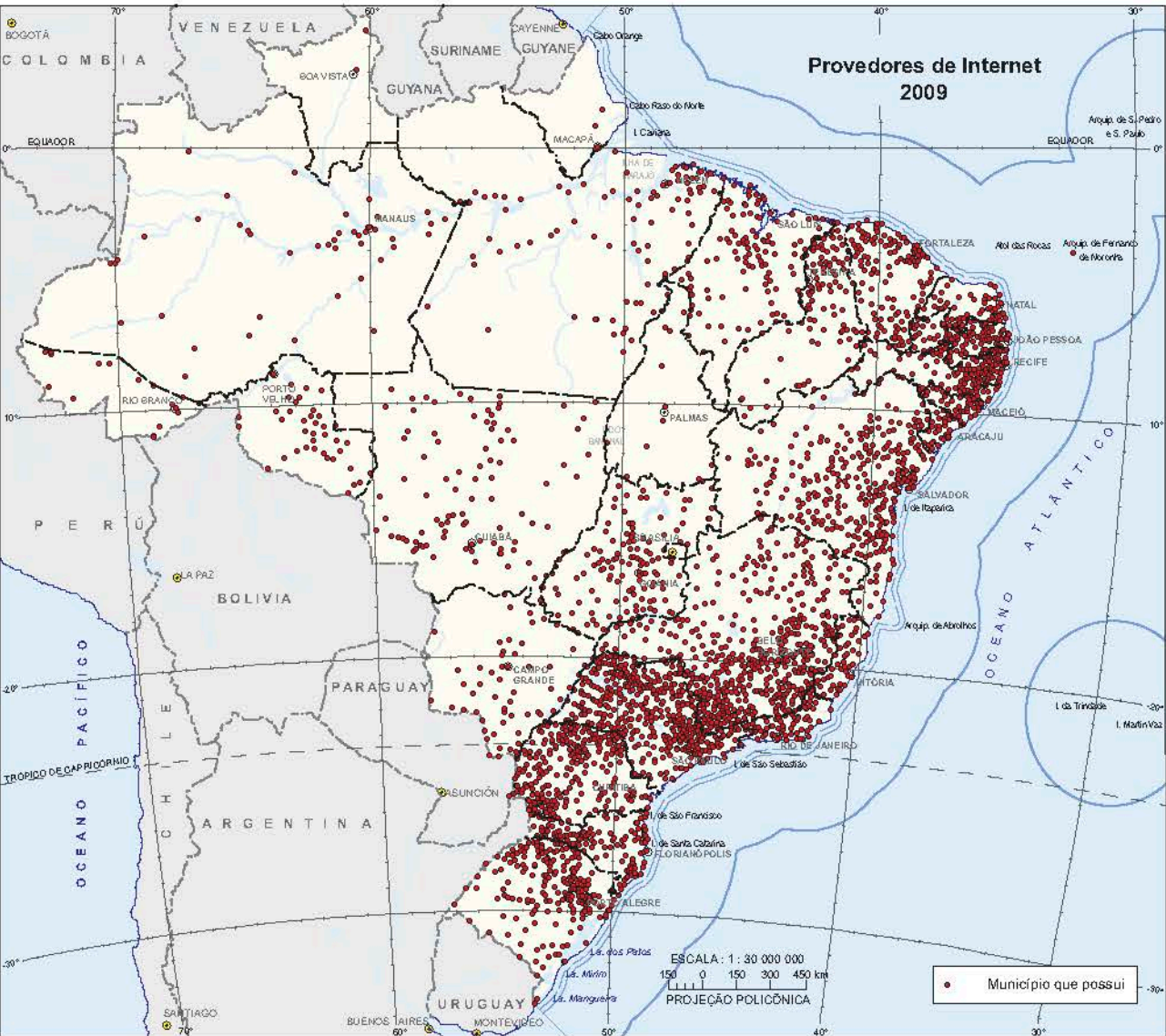
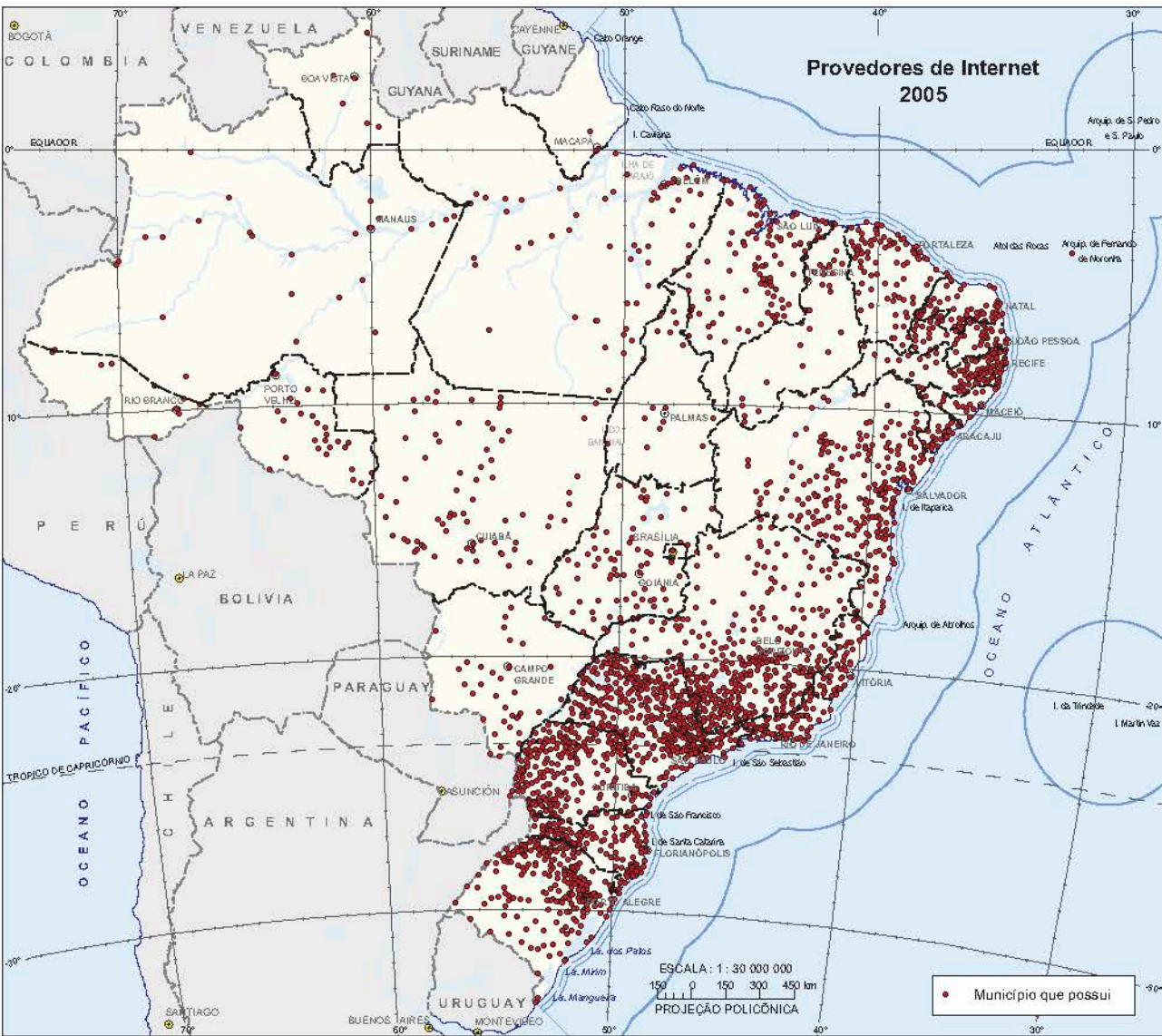
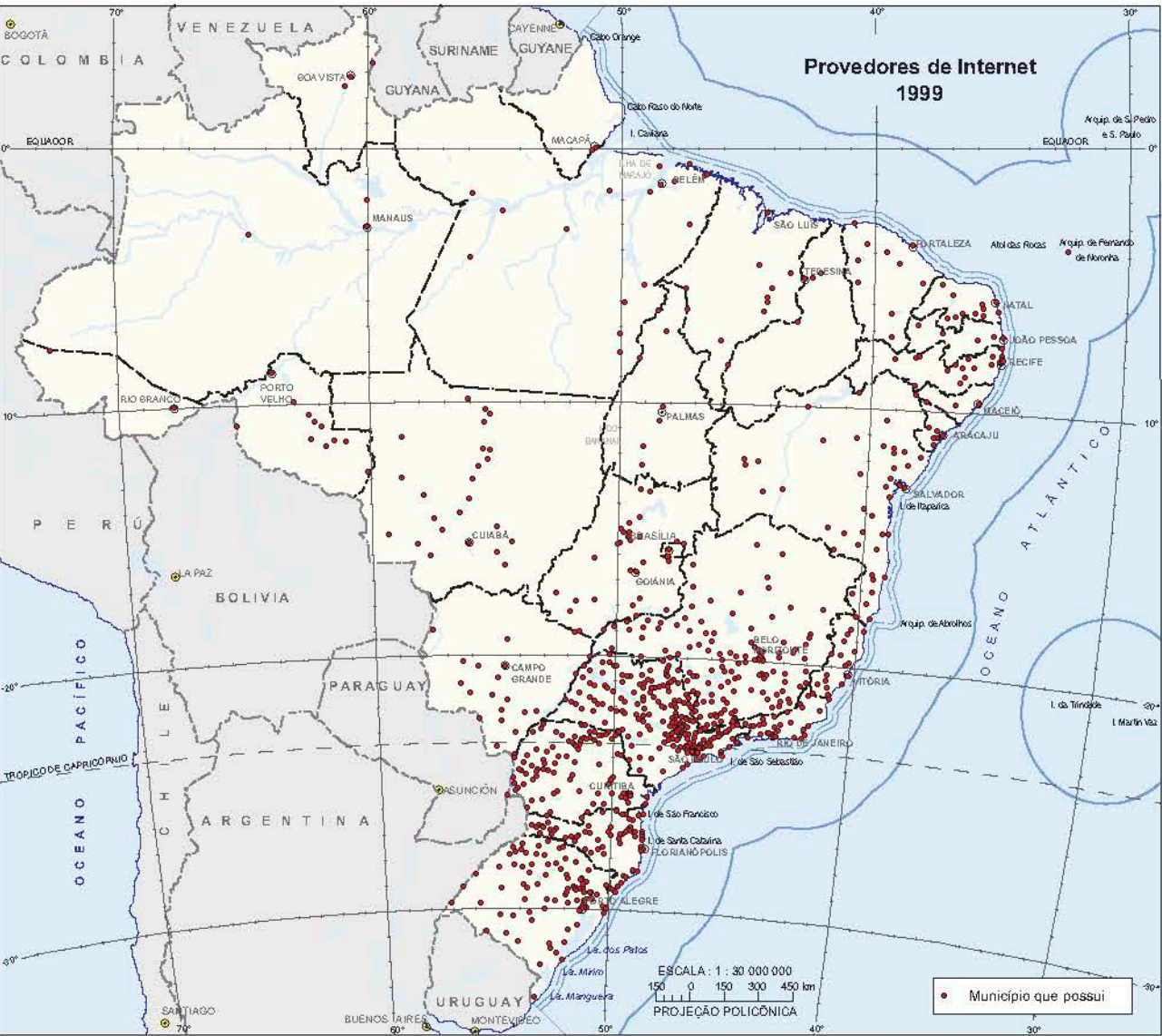


Redes geográficas



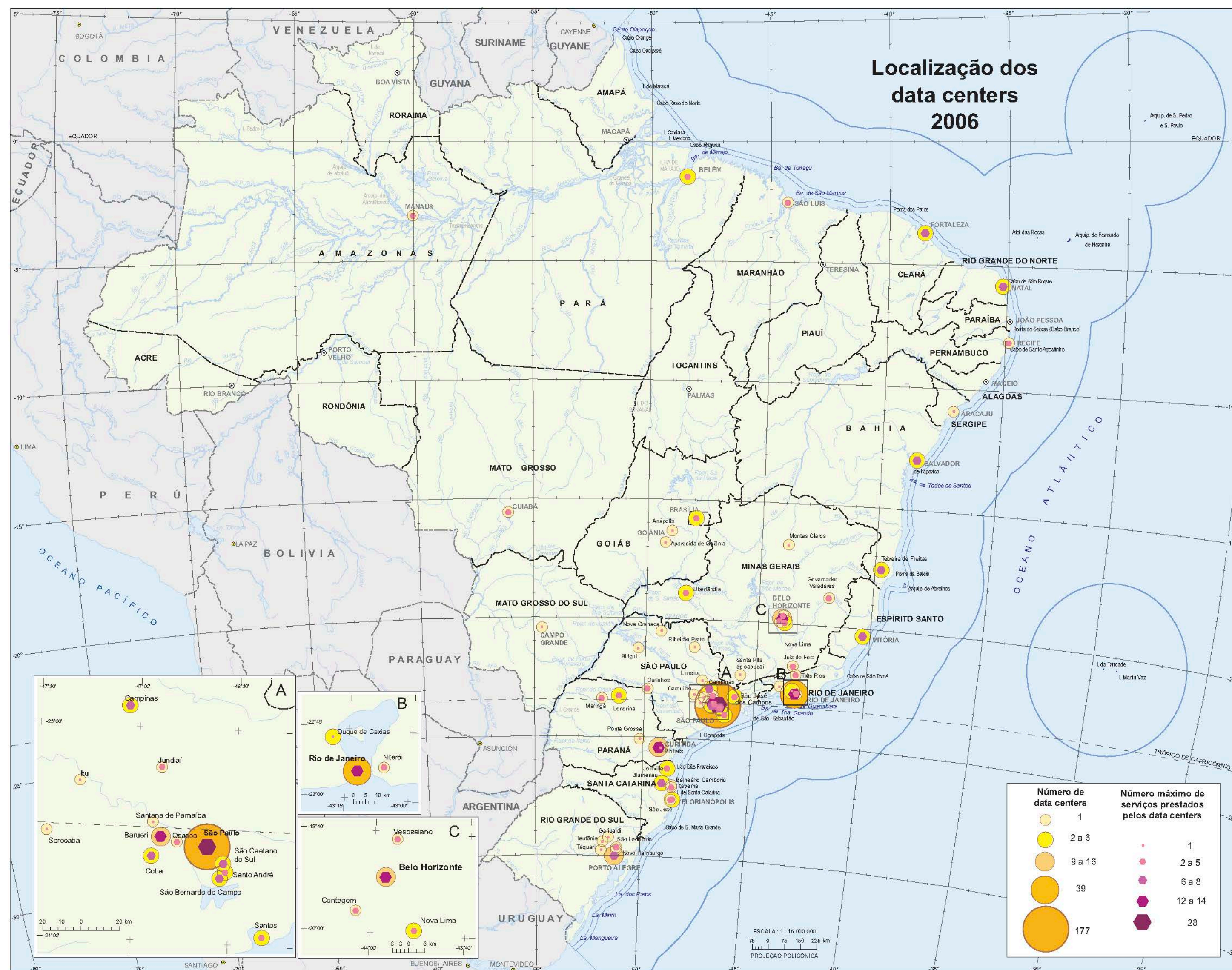
Fonte: Atlas brasileiro de telecomunicações. São Paulo: Convergecom Comunicações, 2009.
Nota: As ligações backbone são linhas troncais existentes, via de regra entre grandes cidades, com alta capacidade de transmissão de dados. Em termos concretos, são cabos de fibras óticas que se estendem por quilômetros, ligando mesmo diferentes continentes através do mar. Essas linhas são, relativamente, em pequeno número, assim como as empresas que as operam, dado o elevado custo de sua implantação.

Evolução dos provedores de Internet

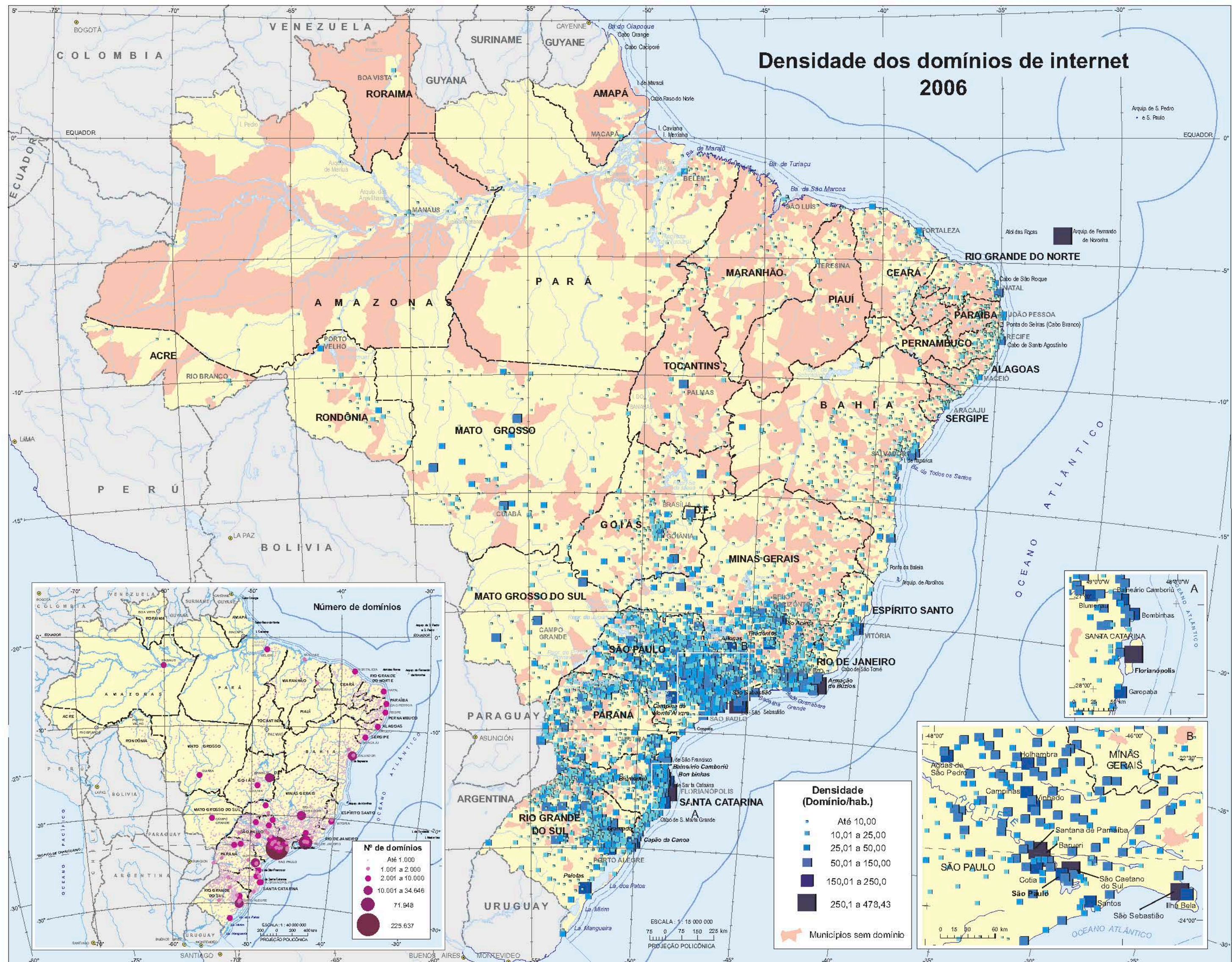


Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios Brasileiros 2006/2009.

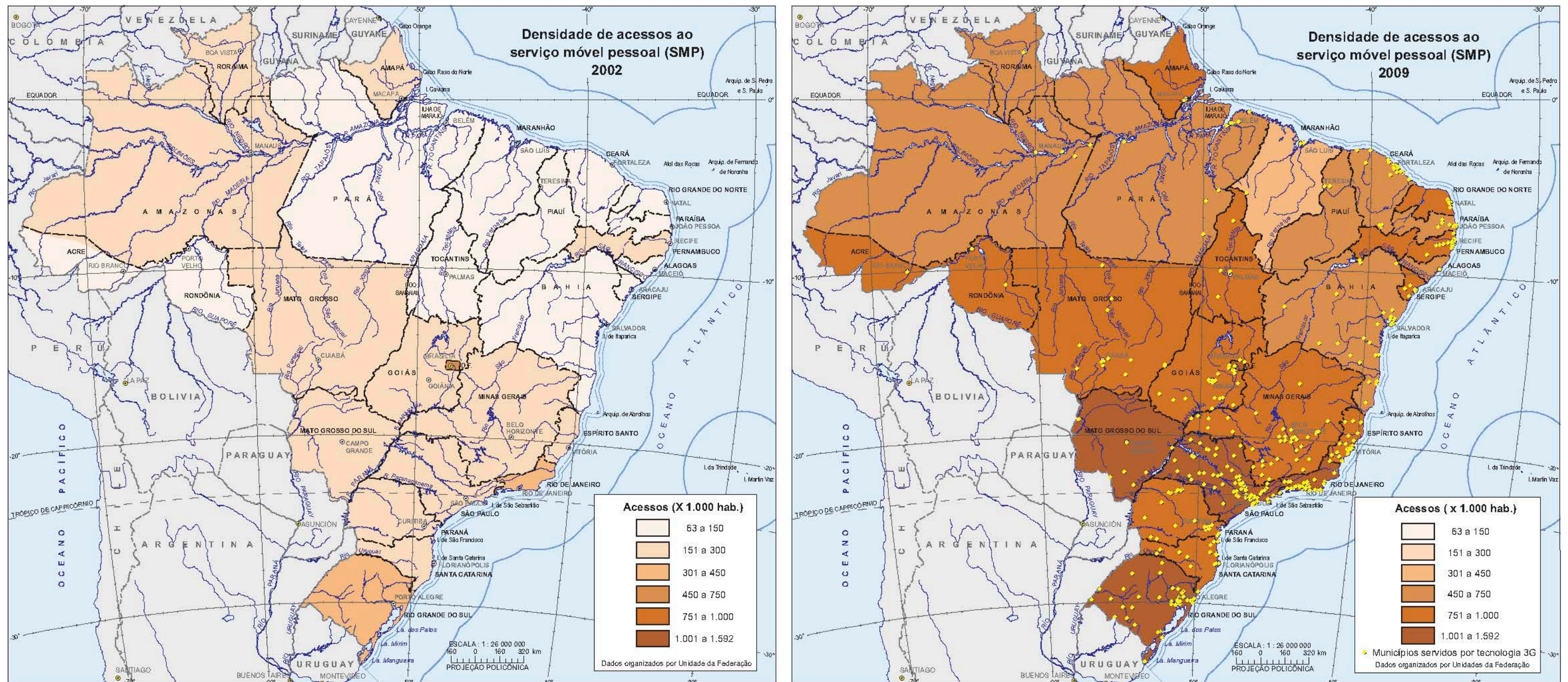
Serviços de telecomunicação



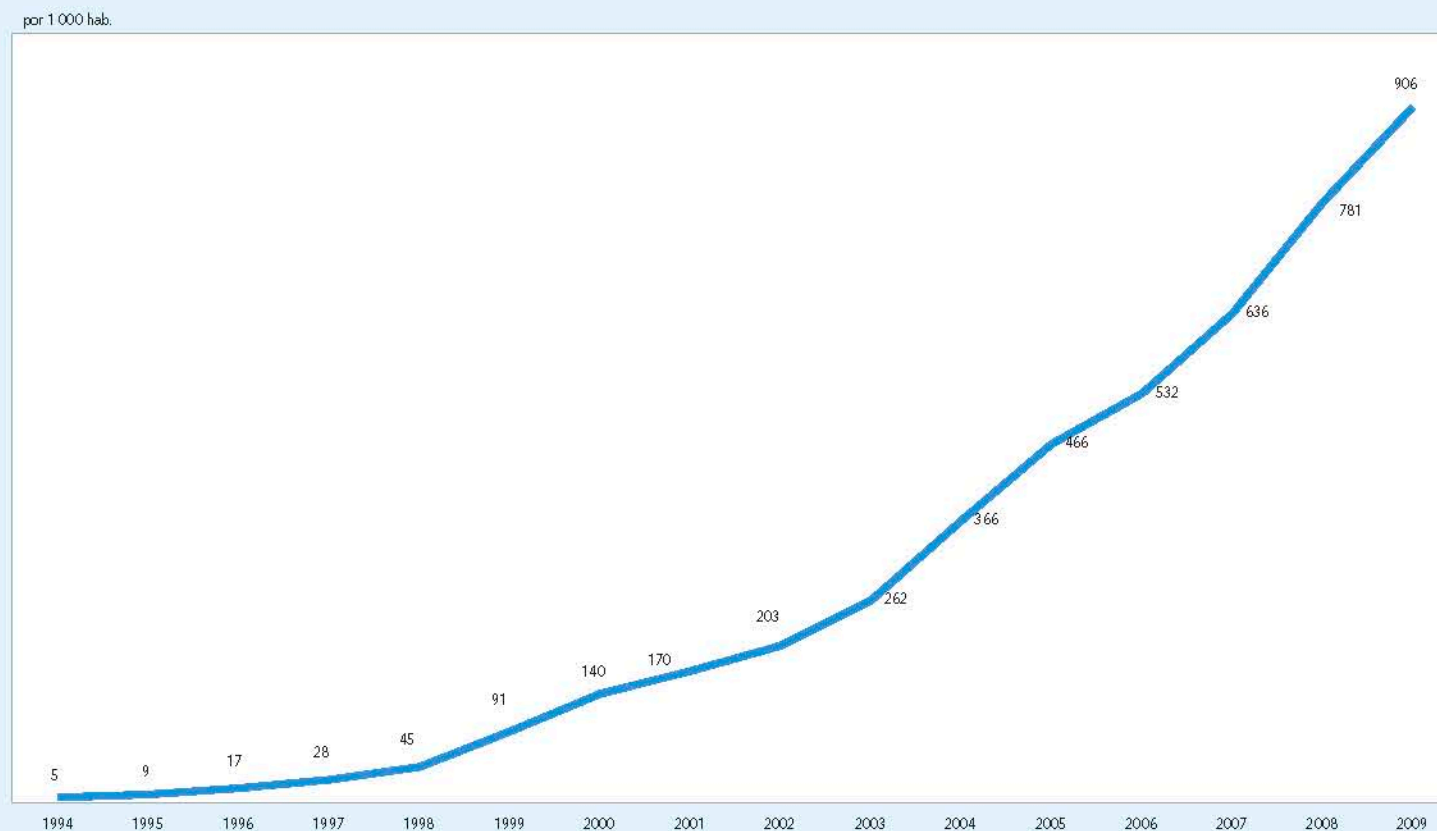
Domínios de internet



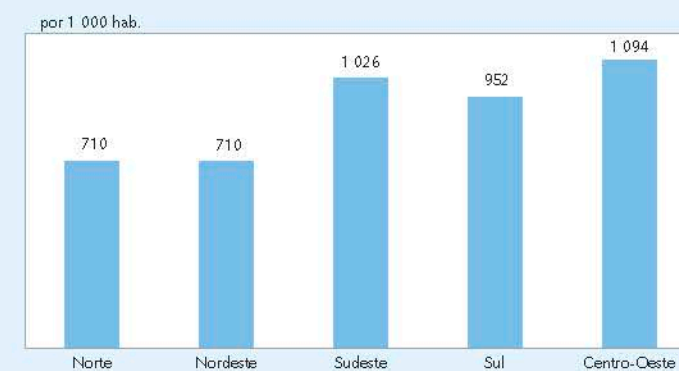
Expansão da telefonia celular



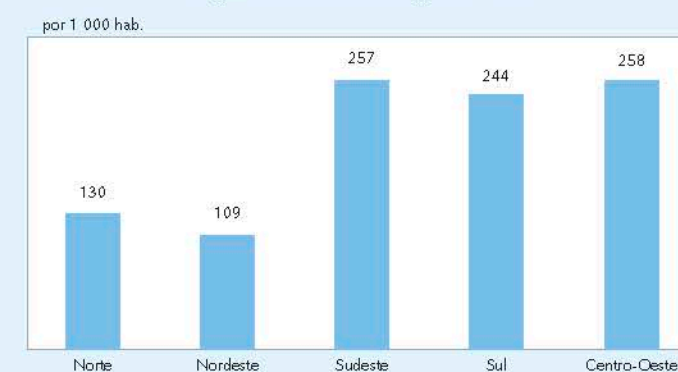
Evolução da densidade de acessos ao Serviço Móvel Pessoal - SMP - Brasil - 1994-2009



Densidade de acessos ao Serviço Móvel Pessoal - SMP, segundo as Grandes Regiões - 2009



Densidade de acessos ao Serviço Móvel Pessoal - SMP, segundo as Grandes Regiões - 2002



Teledensidade

