

A PROPOSAL FOR A FORECASTING MODEL FOR MOBILE PHONE MARKET GROWTH IN BRAZIL

Luís Fernando Ascensão Guedes

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Administração

Universidade de São Paulo, USP, Brasil

lguedes@usp.br

Liliana Vasconcellos

Professora do Programa de Pós-Graduação em Administração

Fundação Instituto de Administração, FIA, Brasil

lilianav@fia.com.br

ABSTRACT

The Information Era is characterized by the core role that communication and connectivity, in an ample sense, play in social life. Amongst the modes that users may link into voice and data networks, one of the most prominent has been that of cellular telephony. This determines the relevance of volumes of mobile telephones in operation in Brazil over the next years in discussions concerning the strategic planning of corporations in the segment. In this article, the objective is to define a mathematical model that addresses the calculation of the quantity of wireless terminals in operation in Brazil over the upcoming years, as a behavioural function of the following variables along time: GNP *per capita*, population and percent growth of the GNP. To this effect, a quantitative research was undertaken, based on secondary data obtained in previous investigations and linear and polynomial regression was employed to correlate the GNP per capita with mobile telephony density. A high correlation (97,5%) between telephonic density and Brazil's GNP growth from 2004 to 2007 was duly verified. This correlation is likewise high in Russia, India and China. Furthermore, it was established that the limiting value of the sound correlation between GNP *per capita* and mobile telephony density is in and around U\$ 20.000,00 and that the wireless penetration limit is approximately 120%. Thus, considering the various economic growth rates, it is estimated that mobile telephony penetration in Brazil will require 5 to 11 years to reach peak levels.

Key-words: Mobile telephony. Prediction model. Telecommunications.

UMA PROPOSTA DE MODELO PREDITIVO PARA O CRESCIMENTO DA TELEFONIA CELULAR NO BRASIL

RESUMO

A Era da Informação caracteriza-se pelo papel central que a comunicação e a conectividade, em sentido amplo, desempenham na vida social. Dentre as formas pelas quais os usuários podem se conectar a redes de voz ou dados, uma das que mais têm se destacado é a telefonia celular. Isso torna a determinação da quantidade de telefones celulares que estarão em operação no Brasil nos próximos anos uma discussão relevante para o planejamento estratégico das empresas do setor. Neste artigo, objetiva-se definir um modelo matemático adequado ao cálculo da quantidade de terminais celulares em operação no Brasil para os próximos anos, como função do comportamento das seguintes variáveis ao longo do tempo: PIB per capita, população, e crescimento percentual do PIB. Para tanto, desenvolveu-se uma pesquisa quantitativa, com base em dados secundários obtidos em levantamentos anteriores, e empregou-se a regressão linear e polinomial para correlacionar o PIB per capita com a densidade da telefonia celular. Observou-se uma alta correlação (97,5%) entre a densidade telefônica e o crescimento do PIB do Brasil entre 2004 e 2007. Essa correlação também é alta na Rússia, Índia e China. Além disso, constatou-se que o valor limitante da boa correlação entre o PIB per capita e a densidade de telefonia celular gira em torno de U\$ 20.000,00, e o limite da penetração da telefonia celular é de aproximadamente 120%. Assim, levando em conta as várias taxas de crescimento econômico, estima-se que a penetração telefônica celular levará entre 5 e 11 anos para atingir seu teto no Brasil.

Palavras-chave: Telefonia celular. Modelo de predição. Telecomunicações.

1 INTRODUÇÃO

Em sentido amplo, a Era da Informação caracteriza-se pelo papel central que a comunicação e a conectividade desempenham na vida social. Não se concebe o mundo atual sem que pessoas e empresas possam conectar-se de forma plena, salvo alguns condicionantes políticos e a falta de infra-estrutura típica de países em estágios iniciais de desenvolvimento.

No primeiro trimestre de 2009, a União Internacional de Telecomunicações, órgão ligado às Nações Unidas, estimou que houvesse cerca de 4,2 bilhões de celulares no mundo, no caso, cerca de 56 celulares ativos para cada 100 habitantes do planeta (International Telecommunication Union [ITU], 2009).

O Brasil tem se inserido de modo substancial na sociedade da informação, tanto que, em maio de 2009, contava com mais de 157 milhões de telefones celulares habilitados, 42 milhões de telefones fixos (Agência Nacional de Telecomunicações [ANATEL], 2009), e cerca de 54 milhões de usuários de Internet (Teleco, 2009).

Dentre as formas pelas quais os usuários podem se conectar às redes de voz ou dados, uma das que mais tem obtido relevância é a telefonia celular. Nos últimos anos, a aparência, as funcionalidades e a tecnologia do telefone celular passaram por diversas transformações. Além de simplificar o acesso à rede de voz, o celular congrega tocadores digitais de música, vídeo, máquinas fotográficas, filmadoras digitais, processadores de texto, interfaces para acesso a contas de correio eletrônico, plataformas de acesso à Internet e outras funções que viabilizam a conexão entre usuários de todo o mundo.

O uso da telefonia celular em larga escala gera impactos sociais importantes, pois na medida em que os usuários incorporam as funcionalidades deste meio de comunicação ao seu cotidiano (Machado, 2006), a ausência, mesmo que momentânea dessas facilidades, é fonte de grande frustração. Segundo Ling (2004), as comunicações móveis estão mudando a forma como as pessoas interagem, principalmente quando se trata das gerações mais novas dos grandes centros urbanos.

Da mesma forma que os telefones móveis têm sido adotados pelos indivíduos, as empresas também os têm amplamente utilizado para estreitar a

comunicação entre seus empregados e grupos de interesse, dentre os quais: clientes, fornecedores e parceiros (Krotov & Junglas, 2006). Esses dispositivos móveis são instrumentos cada vez mais importantes para a comunicação e para a produtividade dos profissionais em trânsito, pois possibilitam o acesso remoto, virtual e instantâneo a quaisquer aplicações corporativas que estejam conectadas à Internet.

Além disso, outros aplicativos disponíveis no próprio aparelho celular contribuem para o aumento da produtividade, tais como GPS para localização na cidade ou rastreamento de veículos; agenda de compromissos e contatos sincronizada com a estação de trabalho, telefonia via Internet, processadores de texto, leitura e edição de planilhas de cálculo, dispositivo para armazenamento de dados, entre outros. O acesso aos aplicativos *on line*, em qualquer momento ou lugar da área de cobertura, define o paradigma “qualquer coisa, a qualquer hora, em qualquer lugar” (Sadler et al, 2006), que traz decorrências diversas para a sociedade e desafia as operadoras a manterem uma infra-estrutura complexa e de altíssima disponibilidade.

1.1 PROBLEMA E OBJETIVO

O problema de pesquisa concentra-se na determinação da quantidade de telefones celulares habilitados que estará em operação no Brasil nos próximos anos, discussão relevante para o planejamento estratégico das empresas do setor. A análise é conduzida através da extrapolação de dados sócio-econômicos e de penetração de telefonia móvel celular no Brasil e nos países congêneres, considerando os indicadores de crescimento que se observa e as limitações existentes para o crescimento da densidade de telefonia celular.

Tendo em vista esse problema de pesquisa, o objetivo do presente artigo é definir um modelo matemático adequado ao cálculo da quantidade de terminais celulares em operação no Brasil para os próximos anos, como função do comportamento das seguintes variáveis ao longo do tempo: PIB per capita, população e crescimento percentual do PIB.

O presente trabalho é composto por introdução, Métodos e técnicas de pesquisa, revisão bibliográfica, análise preditiva do crescimento da base de celulares, considerações finais e referências bibliográficas.

2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A pesquisa exploratória pode ser formalmente compreendida como uma atividade racional e sistemática, eminentemente processual, que visa elaborar respostas robustas para o problema analisado, aliando conhecimentos disponíveis ao uso criterioso de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos (Gil, 2002). É de esperar que a pesquisa ganhe destaque quando o objeto em estudo ainda não esteja suficientemente documentado ou, por sua natureza, não tenha sido conceitualmente apreendido de modo eficaz. Gil (1999) salienta que a pesquisa exploratória é indicada quando as informações disponíveis acerca de um fenômeno de interesse encontram-se dispersas - com inferências muito gerais e pouco eficazes - em face do grau de incerteza que as envolve.

O presente trabalho se utiliza da metodologia de pesquisa exploratória, visto que busca a construção e geração de "insights", oferecendo ao leitor um instrumento conceitualmente embasado e capaz de predizer, com alguma acurácia, a quantidade de telefones celulares em operação no Brasil nos próximos anos. Fundamentalmente, a construção do trabalho se dá através de uma pesquisa quantitativa, a partir da análise de dados secundários obtidos em levantamentos anteriores, abordagem que, de acordo com Creswell (2003), é mais adequada quando o objetivo consiste em compreender fatores que influenciam ou predizem um resultado.

A análise dos dados foi conduzida através da aplicação de regressão linear e polinomial, relacionando PIB per capita (Purchase Power Parity [PPP]) e densidade de telefonia celular. De acordo com Montgomery, Pech e Vining (2001), análise de regressão é uma metodologia estatística que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas, ou qualitativas, de forma que uma variável possa ser predita a partir de outra ou outras. A regressão linear, cuja relação entre as variáveis é modelada por uma reta, é uma das utilizadas nos estudos estatísticos, dada a relativa simplicidade de cálculo e robustez.

3 ATORES RELEVANTES DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES

A indústria da Tecnologia da Informação congrega uma ampla gama de segmentos tecnológicos, que vão da produção de partes componentes de equipamentos ao desenvolvimento de plataformas de serviço que atendam as crescentes necessidades de conectividade e disponibilidade dos serviços dos consumidores.

Segundo Neves (2002, p. 16), o setor de telecomunicações pode ser dividido em quatro grandes segmentos: Serviço Telefônico Fixo Comutado, Serviços de Telefonia Móvel, Serviços de Comunicação de Massa (radiodifusão e TV por assinatura) e Serviços Multimídia (comunicação de dados, linha dedicada).

Destaca-se que as operadoras de telecomunicações fixas e móveis, os desenvolvedores de aplicações e os fornecedores de infra-estrutura desempenham um papel crítico na difusão de soluções tecnológicas para uma ampla gama de públicos (Fransman, 2002), indo do cliente de baixo poder aquisitivo (típico usuário de telefonia pré-paga) a corporações multinacionais que demandam soluções específicas para seus problemas.

Algumas das empresas mais relevantes do setor de telecomunicações do Brasil foram monopólios estatais até meados da década de 90, quando foram privatizadas e passaram por um profundo processo de reestruturação. A privatização possibilitou a formação de operadoras entrantes, fomentando um cenário de competição que elevou substancialmente a oferta, disponibilidade e qualidade dos serviços prestados à população. As operadoras de telefonia fixa e celular desempenham papel central como agentes propulsores da cadeia que desenvolve e oferece inovações tecnológicas no setor.

O modelo de camadas proposto por Fransman (2002) representa a indústria contemporânea de telecomunicações e é composto por seis camadas interdependentes, de modo que a camada superior faz uso de serviços e infraestrutura providos pelas camadas inferiores. O modelo é representado na Figura 1.

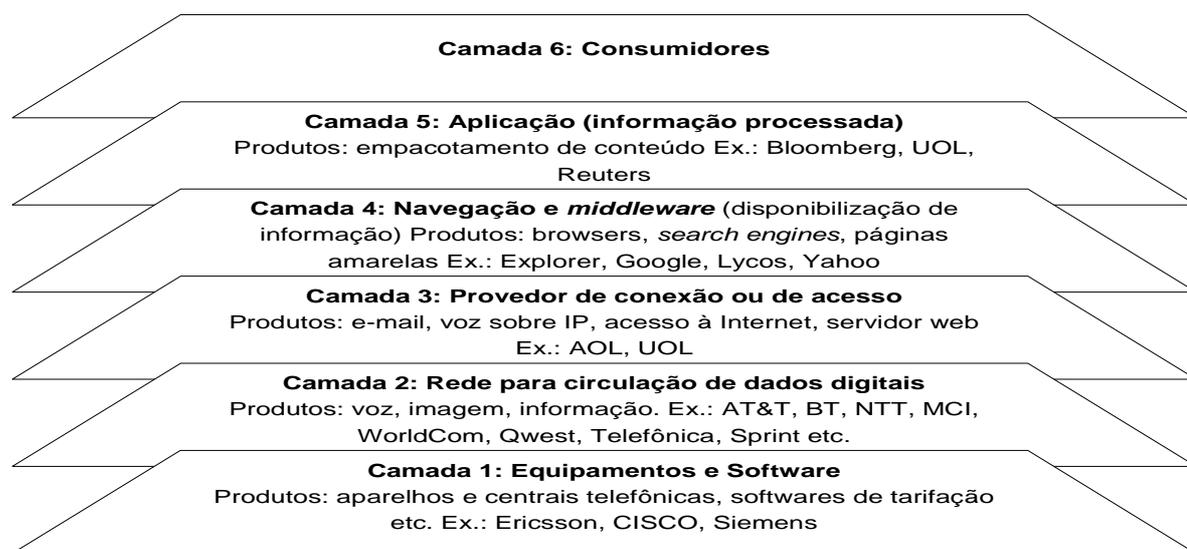


Figura 1: Estrutura do setor de telecomunicações

Fonte: SBRAGIA *et al*, 2006, p. 14

Embora a indústria das telecomunicações tenha experimentado um crescimento importante nos últimos dez anos, é de se destacar que as tecnologias que facilitam o acesso à internet, via banda larga e a partir de sistemas de telefonia móvel celular, ainda estão no primeiro estágio de evolução, enquanto a telefonia fixa já está num estágio superior de maturidade tecnológica. Marchetti e Prado (2006) mencionam um estudo conduzido no Brasil pela consultoria *Pyramid Research*, que identificou o estágio de evolução das tecnologias de telecomunicações (Figura 2).

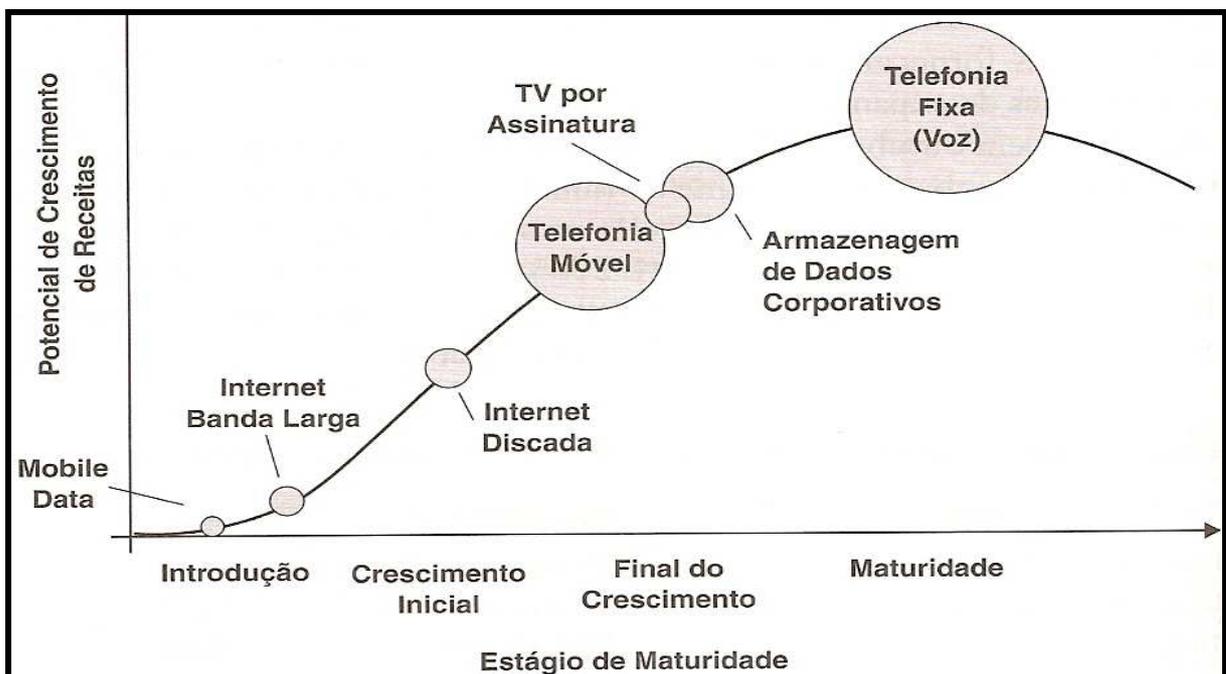


Figura 2: Estágio de evolução das tecnologias de conectividade

Observação: O tamanho das circunferências indica o volume de recursos movimentados em cada um dos estágios.

Fonte: Marchetti e Prado (2006, p. 232)

A definição de tecnologia que possui maior aderência a esta pesquisa é a definição apresentada e discutida por Dosi (1984, pp.13-4):

Tecnologia é um conjunto de fragmentos de conhecimento, não só diretamente práticos - relacionados a problemas concretos e a dispositivos teóricos - know-how, métodos, procedimentos, experiências de sucesso e fracasso, mas também, é claro, dispositivos práticos e equipamentos. Os dispositivos físicos existentes incorporam os resultados do desenvolvimento da tecnologia em uma atividade definida de resolução de problemas. Ao mesmo tempo, a parte 'desincorporada' da tecnologia consiste na habilidade específica, na experiência decorrente dos esforços passados e das soluções tecnológicas passadas, em conjunto com o conhecimento e as conquistas do estado da arte.

3.1 TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA TELEFONIA CELULAR

Pode-se definir como comunicação móvel aquela que possibilita o movimento relativo entre partes ou entre as partes sistêmicas envolvidas. Como exemplo, tem-se a comunicação entre aeronaves, entre aeronaves e uma base terrena, entre veículos, a telefonia celular, a computação móvel e algumas classes de sistemas de telemetria.

As primeiras experiências tecnológicas de transmissão de voz sem fio tiveram lugar nos Estados Unidos e Japão no início dos anos 50, porém, os serviços comerciais de telefonia móvel só começaram a ser oferecidos em meados dos anos 70. Os primeiros terminais móveis eram transportáveis, pesavam cerca de um quilograma e tinham autonomia de bateria limitada a 20 minutos de conversação.

Em qualquer sistema de comunicação é desejada a transmissão da maior quantidade de informação no menor intervalo de tempo. Dada a qualidade esperada na recepção, cada tipo de informação (voz, dados, vídeo) necessita de determinada largura de banda e potência de transmissão. Por outro lado, se esta informação está sendo transmitida na forma analógica ou digital, os requisitos para os sistemas de transmissão e recepção são diferentes.

Na comunicação móvel analógica, o aumento na qualidade da transmissão é alcançado através do aumento da potência de transmissão, porém com limitações importantes de ordem prática. Sabe-se que a transmissão analógica tem como grandes desvantagens a pequena imunidade a ruídos e o reduzido número de possibilidades de serviços a serem oferecidos, além do pequeno grau de segurança na comunicação. A atratividade da comunicação digital frente à analógica é superlativa, tanto que, hoje, praticamente não há mais sistemas analógicos em operação comercial no mundo.

No que se refere à evolução dos terminais celulares, a demanda crescente por serviços sofisticados pressionou os fabricantes a desenvolverem consistentemente inovações em materiais e componentes eletrônicos, de modo a imprimir nos aparelhos maior durabilidade, leveza e poder computacional, suportando aplicações cada vez mais complexas.

Entre as inovações nos materiais utilizados na confecção de aparelhos está a substituição do material do chassi, anteriormente de plástico, por uma liga de magnésio (mais leve e com maior resistência a choques mecânicos), e a utilização de vidro quimicamente endurecido no visor dos aparelhos, substituindo novamente o plástico, que é menos resistente e durável.

3.1.1 Evolução das gerações de telefonia celular

Os sistemas analógicos da primeira geração de telefonia celular foram desenvolvidos para prover serviços de transmissão de voz somente. Dentre eles, destaca-se o sistema Advanced Mobile Phone System (AMPS), adotado pelos Estados Unidos e pela maioria dos países sul-americanos. No sistema AMPS, um canal de voz é alocado durante toda a chamada, cada terminal utiliza um par de frequências de rádio para transmitir e outro para receber informações, o tamanho das células varia de 0,5 km a 10 km, sendo necessária alta potência de transmissão do terminal móvel. O sistema analógico possui características estruturais que limitam seriamente seu raio de cobertura geográfica, além de, mesmo com uso de alta potência de transmissão, não atingir razoável capacidade de transmissão de dados. Apesar de ser uma enorme evolução tecnológica do seu tempo, os sistemas analógicos estão muito aquém das demandas do mercado.

A geração que sucedeu a rede analógica trouxe importantes benefícios para o usuário, tanto em termos de qualidade das chamadas, quanto na oferta de serviços de valor agregado e qualidade dos aparelhos celulares. A segunda geração, também chamada 2G, foi implementada por um conjunto de padrões, dentre os quais se destacam três: Time Division Multiple Access (TDMA), Global System for Mobile Communication (GSM) e o Code Division Multiple Access (CDMA). A predominância absoluta foi o padrão GSM, adotado em praticamente toda a Europa, Ásia, Oriente Médio e África. Em termos objetivos, sob o ponto de vista do usuário, o sistema é pouco relevante, pois as funcionalidades entregues por todos eles são semelhantes. Uma possível diferença estaria na qualidade e preço dos celulares em si, haja vista que os celulares GSM, por usufruir de maior benefício decorrente da escala, chegam aos consumidores com preços mais baixos e têm maior diversidade de modelos. Sob o ponto de vista das operadoras, o GSM, por ser de arquitetura aberta, permite a combinação de componentes de vários fabricantes, tornando a implementação mais flexível e econômica. Como desvantagem do GSM pode-se indicar a dificuldade de implementação do roaming, tendo em vista o plano de frequências no qual opera as redes brasileiras e internacionais. Somente aparelhos chamados tri-band (900MHz, 1.800MHz e 1.900 MHz) podem fazer roaming automático em redes na

Europa, por exemplo. Atualmente, no entanto, a maioria dos celulares já é equipada com receptores das três faixas de frequência, que são padrão no Brasil, nos EUA e na Europa.

A segunda geração foi aprimorada e incrementada ao longo de seu ciclo de vida, consolidando uma geração intermediária. A essa geração atribuiu-se o nome de 2,5G. Seus principais atributos diferenciais são o incremento na velocidade de transmissão de dados (dez vezes maior) e a oferta de serviços de valor agregado, os quais faziam uso dessa maior velocidade como, por exemplo, envio de mensagens multimídia (fotos e vídeos em baixa resolução) e acesso à Internet. Os principais padrões da 2,5G foram o CDMA 1xRTT (evolução do padrão CDMA) e o EDGE (baseado no padrão GSM).

O próximo passo na evolução tecnológica da rede de telecomunicações foi o advento da Terceira Geração (3G), que entre outras características possibilita o acesso à Internet em banda larga em ambiente de mobilidade. Aparelhos celulares e modems podem ser utilizados para servirem como pontos móveis de acesso à Internet de alta velocidade (em muitos casos dez ou até vinte vezes maior do que a velocidade provida pela 2,5G), abrindo um grande leque de possibilidades de serviços e aplicações que as operadoras e seus parceiros de negócio estão ávidos para explorar. Entre essas aplicações estão as baseadas em localização, na qual os serviços de informação, marketing ou mesmo meteorológico podem ser oferecidos com base na localidade na qual o cliente se encontra a cada momento. Os padrões mais importantes das redes 3G são o CDMA 1xEV-DO e os padrões que são a evolução do GSM: W-CDMA (ou Wideband CDMA) e o HSPDA (High-Speed Downlink Packet Access).

O principal objetivo comercial das operadoras celular com a adoção do 3G é incrementar suas receitas por meio de serviços com valor agregado, que se sobrepõem ao serviço de voz e com ele não se confundem. Esta é uma questão de crucial relevância para operadoras que atuam em mercados saturados, próximos à saturação, e que têm experimentado alguma queda nas receitas derivadas de serviços de voz, fruto da competição acirrada, muitas vezes, fundamentada em guerra de preços. Para algumas operadoras, no entanto, o aumento de capacidade proporcionado pelas tecnologias 3G serviu para resolver problemas de congestionamento nos serviços de voz.

A Figura 3 ilustra a relação entre as gerações e o Quadro 1 detalha as gerações da telefonia celular com algumas características técnicas.

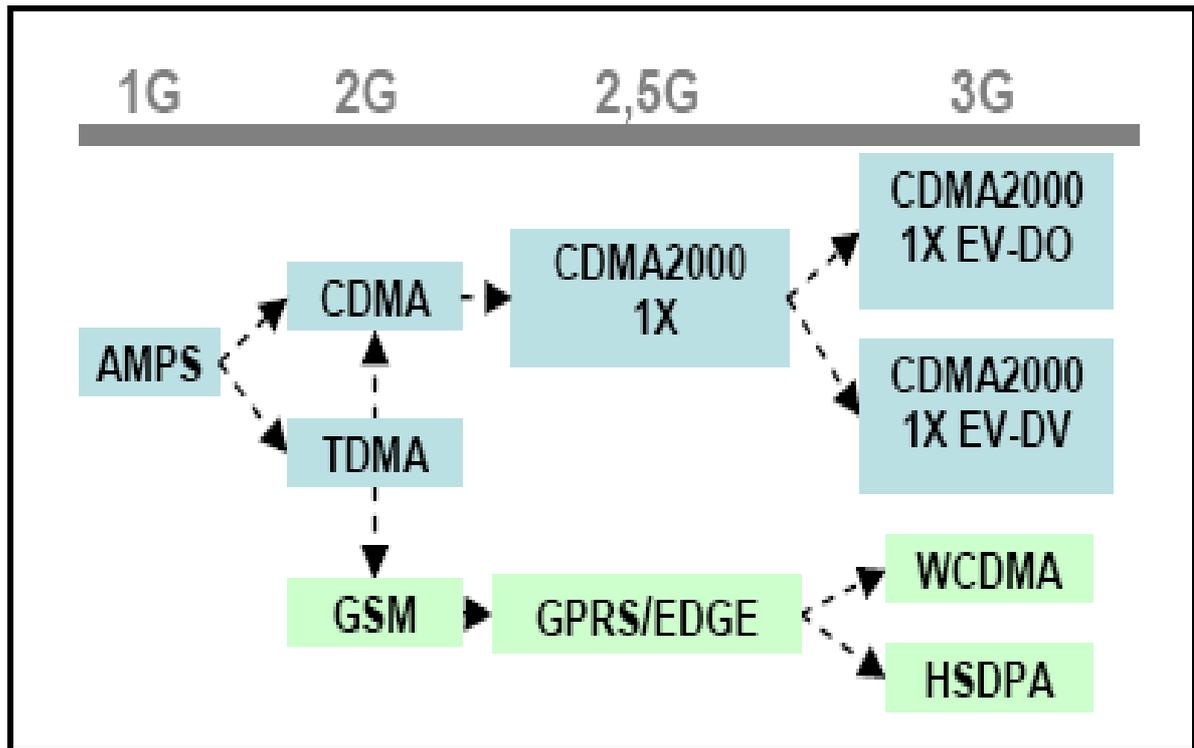


Figura 3: Roadmap da evolução para a 3G

Fonte: autores

GERAÇÃO	TECNOLOGIA	LARGURA DE BANDA (Hz)	TAXA DE TRANSMISSÃO
1G	AMPS	30 kHz	Menor ou igual a 16.2kb/s
2G	TDMA	30 kHz	Menor ou igual a 28.8kb/s
	CDMA	1,25 MHz	
	GSM	200 kHz	
2,5G	GPRS	200 kHz	Menor ou igual a 144kb/s
	CDMA20001X	1,25 MHz	Menor ou igual a 144kb/s
	EDGE	200 kHz	Menor ou igual a 2mb/s
3G	WCDMA	5 MHz	Menor ou igual a 2mb/s
	CDMA20001XEVDV	1,25 MHz	Menor ou igual a 2mb/s
	CDMA20001XEVD0	1,25 MHz	Menor ou igual a 2mb/s
	HSDPA	5 MHz	Menor ou igual a 10mb/s

Quadro 1: Alguns detalhes sobre as gerações de telefonia celular

Fonte: autores

3.2 O MERCADO DE CELULARES NO BRASIL

O Gráfico 1 ilustra a evolução da quantidade de telefones celulares em operação no Brasil, e a relação da quantidade de telefones por 100 habitantes desde julho de 2000.

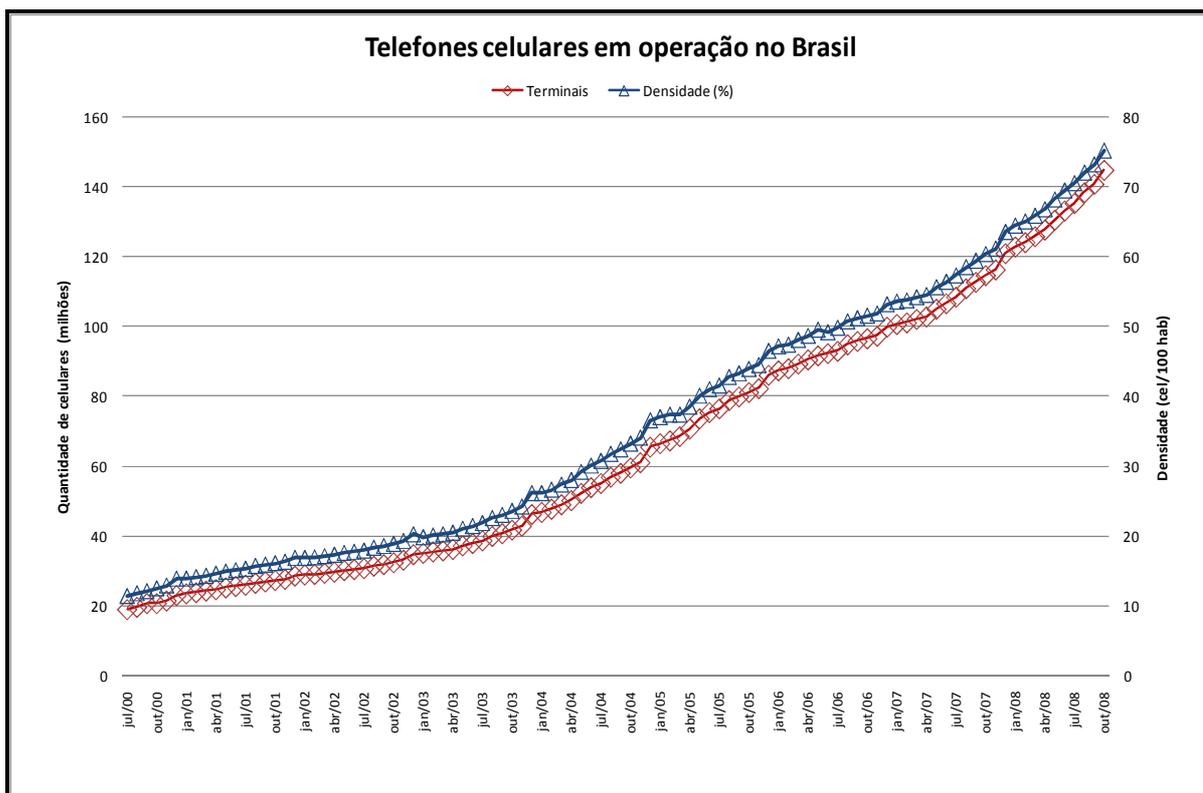


Gráfico 1: Telefones celulares em operação no Brasil entre jul./2000 e out./08

Fonte: ANATEL (2009)

Mesmo quando se observa que a população aumentou no período de julho de 2000 a outubro de 2008 (Gráfico 1), a correlação entre a quantidade de terminais e a densidade telefônica celular (medida em quantidade de celulares por 100 habitantes) é extremamente elevada, sugerindo que o crescimento vegetativo da população é medida indireta relevante para a quantidade de celulares ativos no País no período considerado.

O Gráfico 2 ilustra a quantidade agregada de adições líquidas à base de celulares ativos no Brasil (Net add/Base Total) entre 2000 e 2008. Essa quantidade refere-se à diferença entre os celulares que foram habilitados no período e aqueles que saíram de operação, levando-se em conta todas as operadoras atuantes no País. No Gráfico 2, encontra-se a densidade ou penetração telefônica (celulares por 100 habitantes) que, como vimos no Gráfico 1, cresce acentuadamente no período. Na análise do Gráfico 2, nota-se que as adições líquidas têm comportamento um tanto errático, variando em média 22% ao ano, com desvio padrão relativamente alto no período (6,9%).

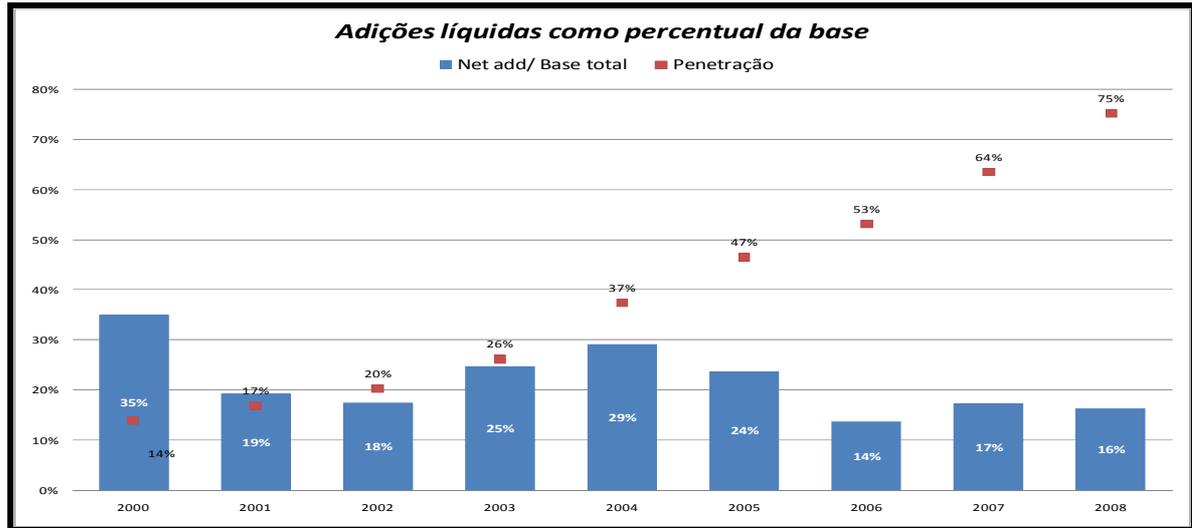


Gráfico 2: Adições líquidas à base e penetração celular no Brasil

Fonte: ANATEL (2009)

4 ANÁLISE PREDITIVA DO CRESCIMENTO DA BASE DE CELULARES

Não obstante a evolução da telefonia celular no País, o gráfico que mais interessa no âmbito deste trabalho é o Gráfico 3, que correlaciona a densidade telefônica no Brasil com o crescimento do PIB no período compreendido entre 2004 e 2007, conforme apresentado a seguir.

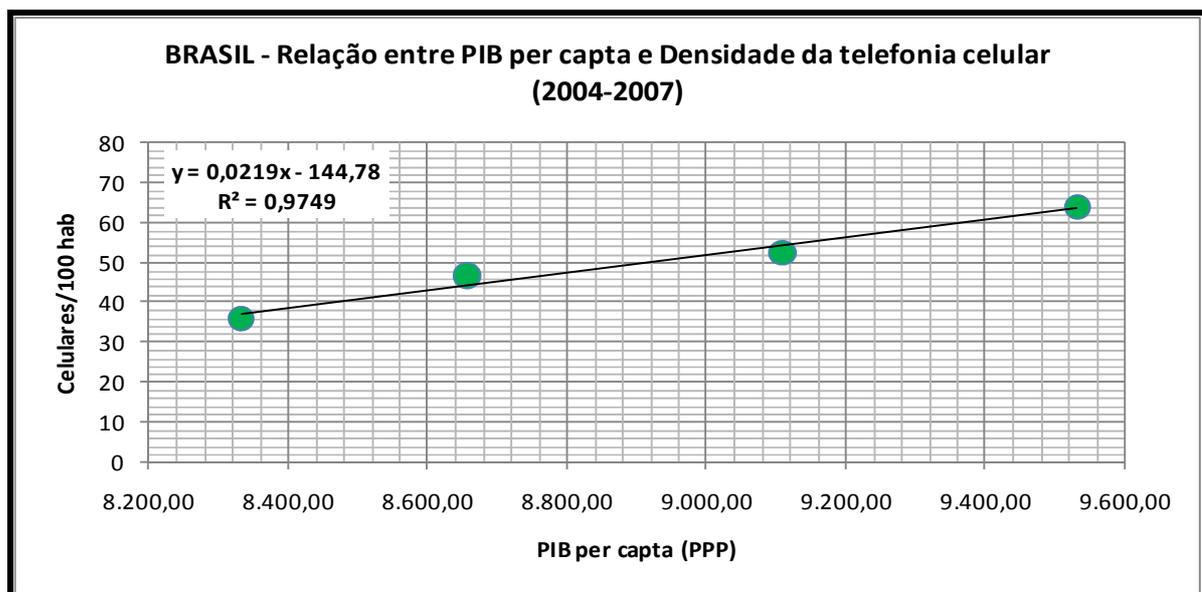


Gráfico 3: Correlação entre PIB per capita e a densidade de telefonia celular no Brasil

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database

Surpreende a alta correlação entre as duas variáveis no período observado (97,5%). De modo a qualificar a suposição de que esse fenômeno poderia ser observado em economias similares a do Brasil, estendeu-se o estudo aos outros países emergentes da BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). Os Gráficos 4, 5 e 6 apresentam os resultados deste estudo.

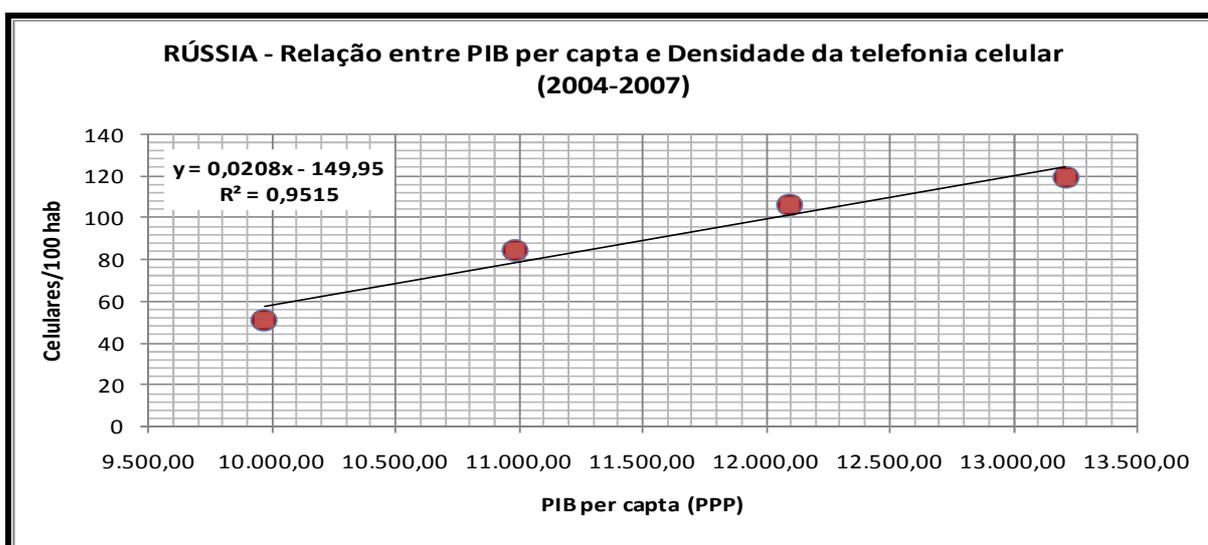


Gráfico 4: Relação entre PIB per capita e densidade de telefonia celular na Rússia

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database.

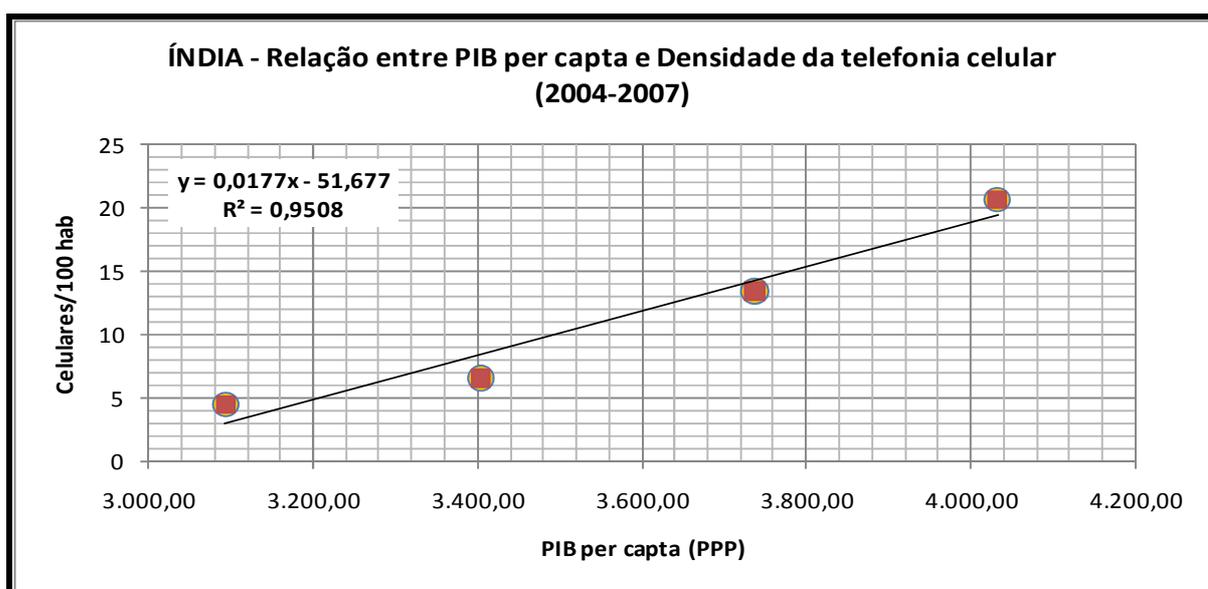


Gráfico 5: Relação entre PIB per capita e densidade de telefonia celular na Índia

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database.

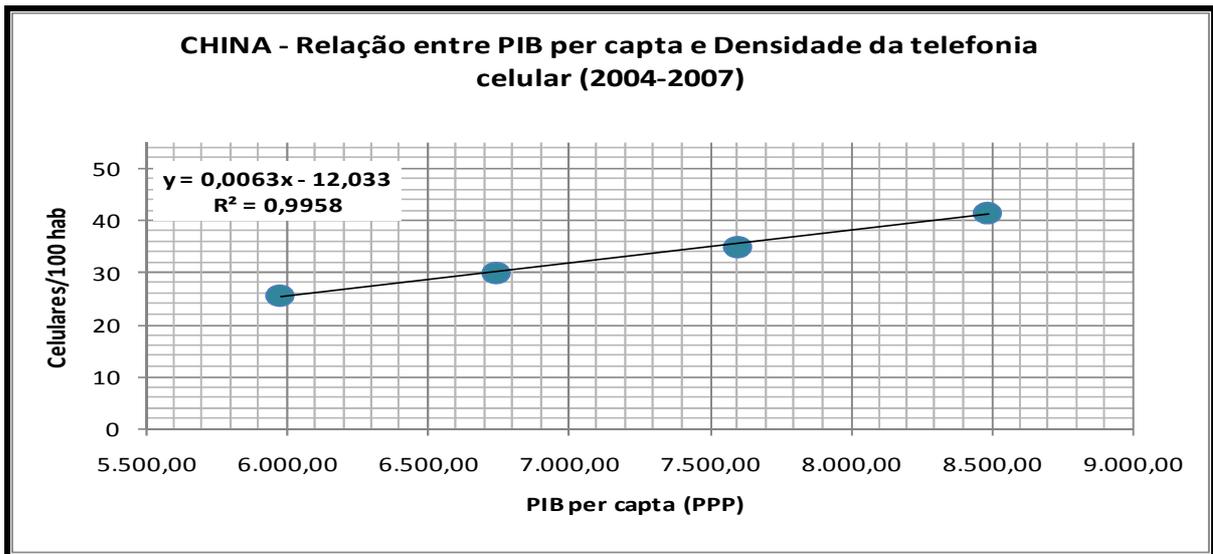


Gráfico 6: Relação entre PIB per capita e densidade de telefonia celular na China

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database.

A Tabela 1 correlaciona os dados de densidade de telefones celulares com a evolução do PIB per capita dos países estudados, no caso, Brasil, Rússia, Índia e China.

Tabela 1: Evolução do PIB per capita e densidade de telefonia celular

PAÍS	BRASIL		RÚSSIA		ÍNDIA		CHINA	
	PIB PER CAPTA	DENSI.	PIB PER CAPTA	DENS.	PIB PER CAPTA	DENS.	PIB PER CAPTA	DENS.
2004	8.333,28	36,13	9.971,72	51,2	3.093,07	4,45	5.974,67	25,76
2005	8.656,99	46,79	10.984,15	84,6	3.402,86	6,53	6.743,39	30,09
2006	9.108,41	52,59	12.096,28	106,4	3.736,69	13,43	7.597,66	35,09
2007	9.531,21	63,90	13.210,28	119,3	4.031,33	20,70	8.485,71	41,60
PIB X DENS.	97,5%		95,15%		95,08%		99,58%	

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database

Em todos os casos, ajustou-se a linha de tendência polinomial que se mostrou a mais adequada à conformação dos dados. Nos países com alta correlação entre as variáveis densidade e PIB per capita, o valor de R² das linhas de tendência mostrou-se consideravelmente elevado, indicando que se pode considerar razoável uma previsão baseada na equação que se determinou para cada país (Tabela 2).

Tabela 2: Correlação PIB per capita x Densidade de telefonia celular

PAÍS	R ²
Brasil	0,975
Rússia	0,951
Índia	0,951
China	0,996

Não obstante os dados mostrarem-se comportados para o período em análise, nota-se que há um limitante na boa correlação entre PIB per capita e densidade de telefonia celular, valor que se encontra por volta de US\$ 20.000,00. Da mesma forma, parece haver, de fato, um limite em torno de 120% na penetração da telefonia celular, exceto na Itália, onde esse valor chega a 141%.

A Tabela 3 e o Gráfico 7 ilustram uma amostra maior de países e situam o limite da correlação significativa entre PIB per capita e densidade telefônica.

Tabela 3: PIB per capita e densidade de telefonia celular por país

PAÍS	PIB PER CAPTA	DENSID. CELULAR
Índia	\$ 2.700	20,7
China	\$ 5.300	41,6
Colômbia	\$ 6.700	68,0
Costa Rica	\$ 10.300	42,1
Uruguai	\$ 11.600	93,9
Venezuela	\$ 12.200	86,8
México	\$ 12.800	64,87
Argentina	\$ 13.300	102,7
Chile	\$ 13.900	76,7
Rússia	\$ 14.900	119,3
Brasil	\$ 9.700	63,9
Coréia do Sul	\$ 24.783	89,8
Itália	\$ 30.400	141,5
Japão	\$ 33.600	82,4
Alemanha	\$ 34.200	121,5
Reino Unido	\$ 35.100	121,8
Austrália	\$ 36.300	21,26
Canadá	\$ 38.400	60,4
EUA	\$ 45.800	84,4

Fonte: FMI, World Economic Outlook Database, Abril 2008. Produto interno bruto com base na paridade do poder de comprar per capita referentes ao ano de 2007.

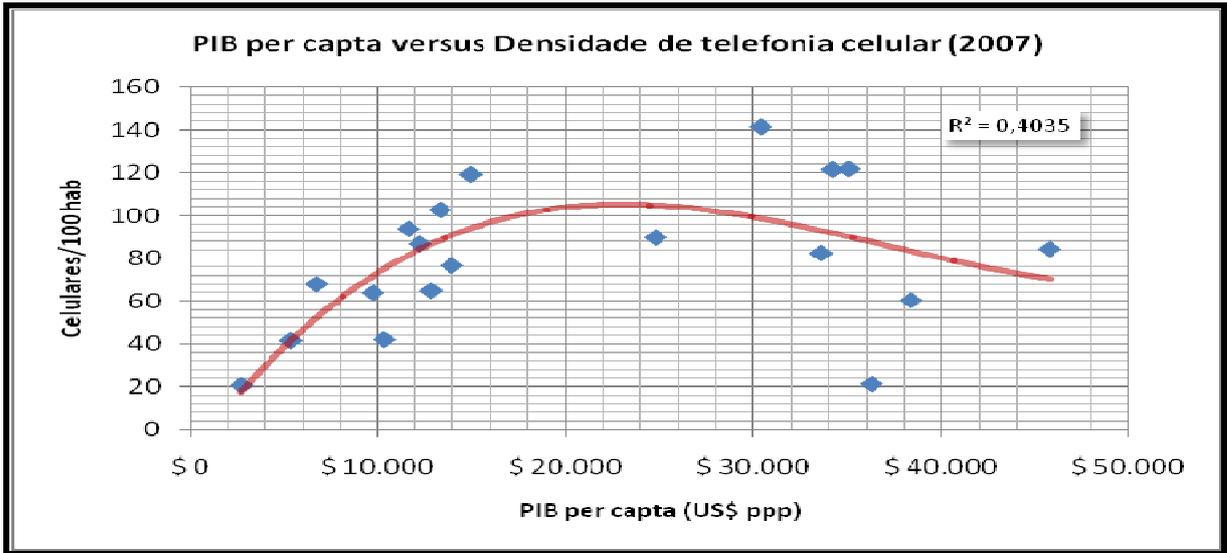


Gráfico 7: Relação entre PIB per capita e densidade de telefonia celular

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database

Dessa forma, uma estimativa razoavelmente adequada para a densidade de telefonia celular pode ser feita com base na regressão obtida acima, até o limite de US\$20.000 do PIB per capita e 120% da penetração telefônica em termos agregados do País (soma de todos os telefones celulares ativos sobre a população residente). A simulação do Gráfico 8 define o valor teto de 120% para a penetração telefônica e indica o PIB per capita correspondente.

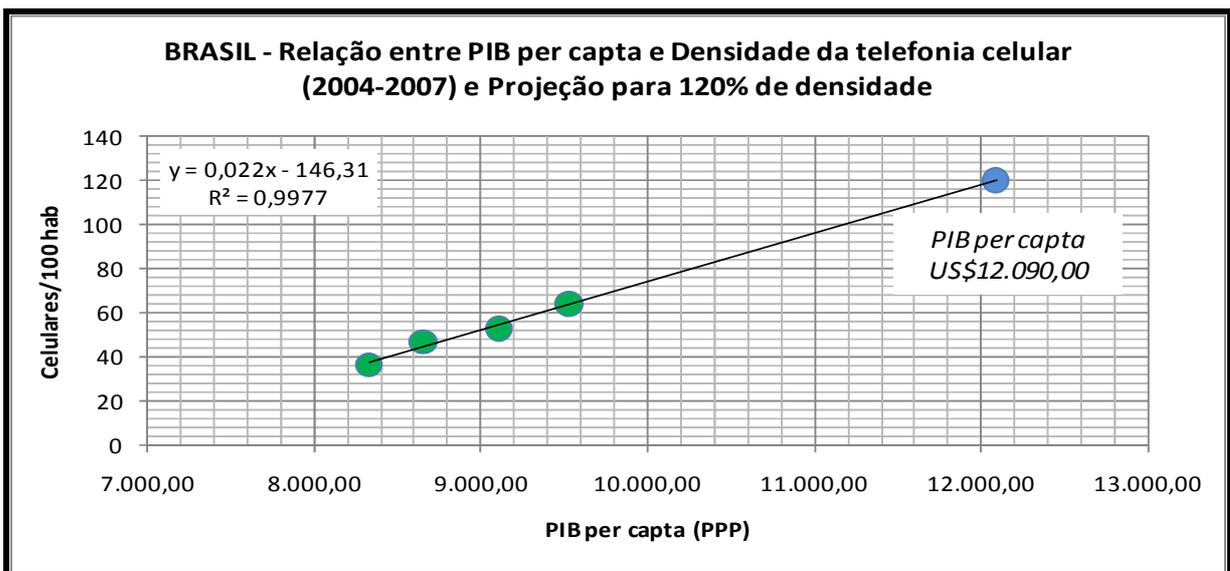


Gráfico 8: Simulação para densidade telefônica de 120%

Fontes: FMI, World Economic Outlook Database, ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database.

Assumindo para o caso brasileiro algumas premissas de crescimento anual médio do PIB per capita, chega-se ao valor alvo de US\$12.090, que pode ser atingido entre 5,6 e 11,1 anos, de acordo com a estimativa de crescimento do PIB adotada (Tabela 4).

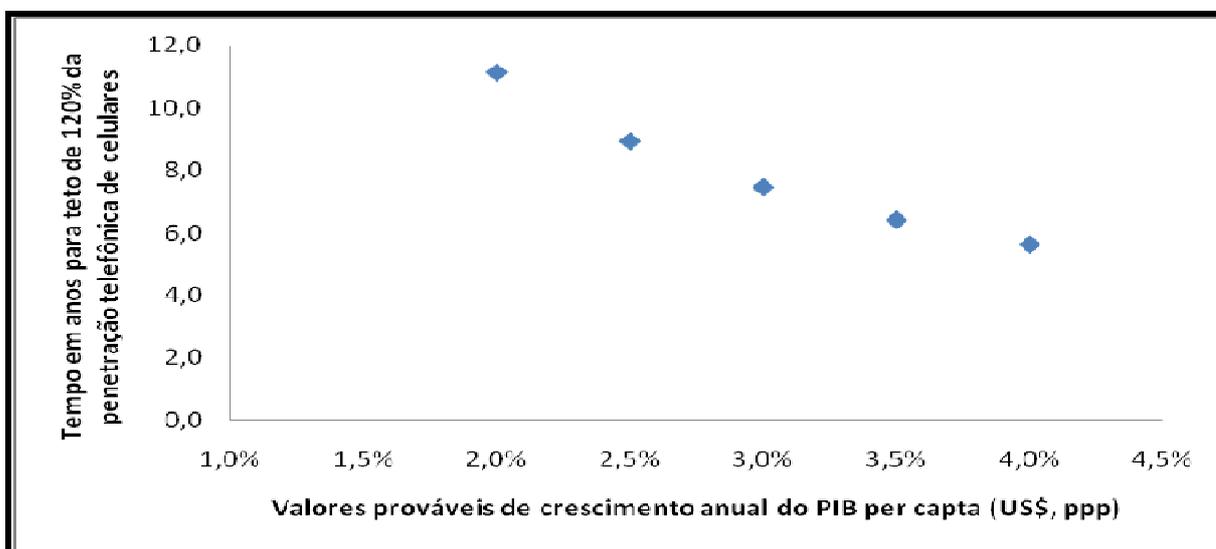


Gráfico 9: Tempo para atingir 120% de penetração telefônica de celulares por estimativa de crescimento do PIB

Tabela 4: Estimativa de crescimento do PIB e tempo para atingir US\$ 12.090

ESTIMATIVA DE CRESC ANUAL PIB	TEMPO PARA PIB DE US\$12.090 (ANOS)
4,0%	5,6
3,5%	6,4
3,0%	7,5
2,5%	8,9
2,0%	11,1

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A telefonia celular tem se tornado cada vez mais relevante na vida dos cidadãos de países desenvolvidos e também de países em desenvolvimento. Em que pese o aprimoramento da rede e dos serviços com as ondas sucessivas de evolução (2G, 2,5G e recentemente 3G), observa-se que há forte correlação entre a melhoria média da condição econômica da população (medida em termos do PIB per capita) e a utilização sistemática de uma linha de telefonia móvel celular. No caso dos países emergentes mais significativos, como Brasil, Rússia,

Índia e China, essa característica mostrou-se relativamente acentuada nos dados relativos ao período compreendido entre 2004 e 2007, disponibilizados pela União Internacional de Telecomunicações (ITU).

Tendo em vista uma amostra mais ampla de países, verifica-se que a densidade de telefones celulares atinge o teto em 1,2 celulares por habitante residente, não importando o quão rico seja o país. Na tabela 5, utilizando a regressão dos dados relacionados ao Brasil e considerando-se as possíveis taxas de crescimento econômico, estima-se cenários que indicam o tempo necessário para a densidade de telefonia celular atingir 120% e a quantidade de celulares ativos no País (Tabela 5).

Tabela 5: Cálculo do tempo para atingir a densidade de telefonia celular de 120% e quantidade estimada de celulares ativos no Brasil

ESTIMATIVA DE CRESC. ANUAL PIB	TEMPO PARA PIB DE US\$12.090 (ANOS)	POPULAÇÃO ESTIMADA	QTE. ESTIMADA DE CELULARES
4,0%	5,6	197.217.942	236.661.530
3,5%	6,4	198.747.941	238.497.529
3,0%	7,5	200.210.470	240.252.564
2,5%	8,9	202.945.021	243.534.025
2,0%	11,1	205.445.403	246.534.483

Fonte: IBGE

Com base na análise dos dados, pressupõe-se que o teto da penetração da telefonia celular no Brasil atinja seu teto entre 5 e 11 anos, variando de acordo com o crescimento médio do País nesse intervalo de tempo. Espera-se que este estudo possa contribuir para o planejamento estratégico das operadoras de telefonia celular, de modo que novas fontes de receita - como jogos *on line*, acesso à internet, distribuição de músicas e outros conteúdos - possam compensar a já vislumbrada saturação do mercado no que se refere ao aumento da base de clientes.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Telecomunicações. Recuperado em janeiro de 2009, de <www.anatel.gov.br>.

- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (2a ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. Londres: Macmillan.
- Fransman, M. (2002, october). Mapping the evolving telecoms industry: the uses and shortcomings of the layer model. *Telecommunications Policy*, 26 (9), 473. Recuperado em janeiro de 2007, de <<http://www.telecomvisions.com/>>.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- International Telecommunication Union. Recuperado em Janeiro de 2009, de <<http://www.itu.int/net/home/index.aspx>>.
- Krotov, V. & Junglas, I. (2006). Mobile technology as an enabler of organizational agility. *Proceedings of The International Conference on Mobile Business*.
- Ling, R. (2004). *The mobile connection: the cell phone's impact on society*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Machado, C. B. (2006, janeiro/junho). O impacto da tecnologia móvel na vida Cotidiana. *Think, Caderno de Artigos e Casos da ESPM*, 4 (1), 36-39.
- Marchetti, R. Z. & Prado, P. H. M. (2006). Setor de telecomunicações e energia elétrica: em ritmo de mudança. In Microsoft (org.). *Lucratividade pela Inovação: como eliminar ineficiências nos seus negócios e na cadeia de valor*. Rio de Janeiro: Campus.
- Montgomery, D. C.; Peck, E. A. & Vining, G. G. (2001). *Introduction to linear regression analysis* (1a ed.). (Wiley series in probability and statistics: Texts, References, and Pocketbooks Section). New York: Wiley-Interscience.
- Neves, M. dos S. (2002). O setor de telecomunicações. In Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (org.). *BNDS 50 Anos: Histórias Setoriais*. Recuperado em janeiro de 2007, de <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/livsetorial.asp>>
- Sadler, T. D.; AmirshokoohI, A.; Kazempour, M. & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 353-376.
- Sbragia, R.; Galina, S. V. R.; Campanario, M. A. & Silva, M. M. (2004). Panorama Setorial em Telecomunicações. In: R. Sbragia & S. V. R. Galina (org.). *Gestão da inovação no setor de telecomunicações*. São Paulo: PGT/USP, 3-37.
- Teleco Informação e Serviços de Telecomunicações. Recuperado em Fevereiro de 2009, de <www.teleco.com.br>.