

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
NÍVEL MESTRADO**

**DINÂMICA DA DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E  
COMUNICAÇÃO NAS ECONOMIAS DESENVOLVIDAS E EM  
DESENVOLVIMENTO**

**ADRIANO CRISTIAN GEWEHR**

São Leopoldo

2016

ADRIANO CRISTIAN GEWEHR

DINÂMICA DA DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E  
COMUNICAÇÃO NAS ECONOMIAS DESENVOLVIDAS E EM  
DESENVOLVIMENTO

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-  
Graduação em Economia da Universidade do Vale do  
Rio dos Sinos – UNISINOS.

Área de concentração: Organização Industrial.

Orientador: Prof. Dra. Janaína Ruffoni

Coorientador: Prof. Dr. Aleksandro Marian Carvalho

São Leopoldo

2016

G396d

Gewehr, Adriano Cristian.

Dinâmica da difusão de tecnologias da informação e comunicação nas economias desenvolvidas e em desenvolvimento / Adriano Cristian Gewehr. – 2016.

83 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2016.

"Orientador: Prof. Dra. Janaína Ruffoni ; coorientador: Prof. Dr. Alexsandro Marian Carvalho."

1. Difusão de inovações. 2. Internet – Aspectos econômicos. 3. Tecnologia da informação. 4. Telecomunicações. 5. Sistemas de telefonia celular – Aspectos econômicos. 6. Países desenvolvidos. 7. Países em desenvolvimento. I. Título.

CDU 33

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha esposa Vivian Sabine Klaus, pela parceria, uma guerreira incontestável nesta missão e, principalmente, a compreensão de minha família pelos momentos de ausência em prol de um objetivo maior. Agradeço também, de forma especial a minha mãe, Euliza Pilger Gewehr, e ao meu sogro Arsênio Klaus e minha sogra Marlene Lampert Klaus pelo apoio prestado nestes vinte e quatro meses.

Agradeço imensamente a parceria e o empenho neste projeto da Professora Janaína Ruffoni e do Professor Aleksandro Marian Carvalho, mentes brilhantes e duas pessoas fantásticas, as quais fui um privilegiado por terem cruzado meu caminho.

*“A pesquisa no campo das inovações representa uma das principais lacunas entre as necessidades da tomada de decisões na indústria e as capacidades analíticas de estudiosos acadêmicos”.*

**Bela Gold, Cleveland (USA), 1982**

## RESUMO

O funcionamento do progresso tecnológico exige a compreensão da dinâmica da difusão de inovações. A difusão consiste na propagação de uma inovação. Sem difusão não existe a inovação, uma vez que são conceitos imbricados. As tecnologias da informação e comunicação (TIC) revolucionaram as estruturas de negócios das firmas e das indústrias, e são fundamentais para a difusão de outras inovações. Considerando tal cenário, para melhor compreensão de trajetórias tecnológicas dos países, releva compreender a dinâmica da difusão de inovações. Esta pesquisa pretende, portanto, responder ao seguinte problema: qual é a dinâmica do processo de difusão da tecnologia da internet e da telefonia móvel nos países desenvolvidos e nos países em desenvolvimento? Com o objetivo de compreender a referida dinâmica, foram utilizados os dados empíricos de consumo destas duas tecnologias para os grupos de países do G7 e do BRICS respectivamente, em um recorte temporal de 1990 a 2014. Aplicou-se o modelo matemático de Bass (1969), gerando curvas de consumo ajustadas pelo método dos mínimos quadrados. Como principais resultados destacam-se: i) a dinâmica de difusão destas duas tecnologias confirma o comportamento proposto por Rogers (1962), de uma curva em formato “S” ao longo do tempo representando as adoções pela população; ii) o modelo ajustou as curvas de difusão destas tecnologias com baixos índices de erros, que ao longo de 25 anos ficam entre 0,2% e 5,1%; iii) países desenvolvidos tendem a ter mais adotantes inovadores na população; iv) adotantes imitadores exercem maior influência na adoção de inovações; v) não há uma relação direta entre a velocidade e o nível de desenvolvimento das economias estudadas; vi) os países desenvolvidos analisados atingiram o ponto de inflexão no processo de difusão antes que as economias em desenvolvimento; vii) algumas nações atingirão apenas pouco mais da metade de sua população com acesso à internet. Nas economias em desenvolvimento, além da adoção tardia, o processo para capturar novos adotantes por ano é lento, chegando ao ponto de que, enquanto os países desenvolvidos já estão atingindo saturação, na maioria das economias em desenvolvimento analisadas, estas tecnologias ainda apresentam potencial capacidade para difusão. Por fim, destaca-se que, se estas duas tecnologias tendem a contribuir para a difusão de outras inovações, presume-se que o problema do progresso tecnológico retardado tende a se agravar para as economias em desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Difusão da Inovação. Tecnologias de Informação e Comunicação. Países desenvolvidos e em desenvolvimento.

## ABSTRACT

The operation of technological progress requires understanding the dynamics of innovation diffusion. The diffusion consists in the propagation of an innovation. No there innovation diffusion, once they are imbricated concepts. Information and communication technologies (ICT) have revolutionized the business structures of firms and industries, and are fundamental to the diffusion of other innovations. Considering such a scenario, to better understand technological trajectories of the countries, reference to understand the dynamics of innovation diffusion. This research therefore aims to answer the following question: what is the dynamics of the diffusion process of internet technology and mobile telephony in developed countries and in developing countries? In order of understanding the dynamics that, empirical consumption data of these two technologies to the groups of the G7 countries and the BRICS were used respectively, in a temporal cut of 1990 to 2014. It was applied to the mathematical model of Bass (1969) generating consumption curve adjusted by the least squares method. The main results are: i) the dynamics of the diffusion of these two technologies confirms the behavior proposed by Rogers (1962), a curve in "S" shape over time representing adoptions by the population; ii) the model adjusted the diffusion curves of these technologies with low error rates, which over 25 years are between 0.2 and 5.1%; iii) developed countries tend to have the most innovative adopters in the population; iv) imitators adopters exert greater influence on the adoption of innovations; v) there is no direct relationship between the speed and the level of development of the economies studied; vi) the developed countries analyzed reached the tipping point in the diffusion process before developing economies; vii) some nations will reach just over half of its population with internet access. In developing economies, in addition to the late adoption, the process to capture new adopters per year is slow to the point that while the developed countries are already reaching saturation in most developing economies analyzed, these technologies also have the potential capacity for the diffusion. Finally, it is emphasized that if these two technologies tend to contribute to the diffusion of other innovations, it is assumed that the problem of retarded technological progress tends to aggravate for the developing economies.

**Keywords:** Diffusion of Innovation. Information and Communication Technologies. Developed and developing countries.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1	O PROBLEMA DE PESQUISA	8
1.2	OBJETIVO GERAL	8
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.4	JUSTIFICATIVA	9
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>13</b>
2.1	DIFUSÃO DA INOVAÇÃO NA PERSPECTIVA ECONÔMICA	13
2.2	ALGUMAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NA ECONOMIA	15
2.2.1	<b>O paradigma técnico-econômico das TIC</b>	<b>19</b>
2.2.2	<b>A telefonia móvel</b>	<b>20</b>
2.2.3	<b>A internet</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>32</b>
3.1	BASE DE DADOS	32
3.2	MODELO	33
3.3	AJUSTE DE CURVAS E LINEARIZAÇÃO	39
<b>4</b>	<b>ANÁLISES E DISCUSSÃO</b>	<b>41</b>
4.1	PARÂMETROS	41
4.1.1	<b>Aplicação para o caso da Telefonia Móvel</b>	<b>41</b>
4.1.2	<b>Aplicação para o caso da Internet</b>	<b>43</b>
4.1.3	<b>Da linearização</b>	<b>45</b>
4.2	DADOS EMPÍRICOS X MODELO	46
4.3	SOBRE AS VELOCIDADES	51
4.4	ESTIMATIVAS: INFLEXÃO E CAPACIDADE DE CRESCIMENTO	54
4.5	DA RELAÇÃO DOS RESULTADOS DESTA PESQUISA COM OS ESTUDOS REVISADOS	56
4.5.1	<b>Da Telefonia Móvel</b>	<b>56</b>
4.5.2	<b>Da Internet</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES DA PESQUISA</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>70</b>
	<b>ANEXO I – DADOS UTILIZADOS</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO II – MODELOS DE DIFUSÃO</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXO III – PESQUISA PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico de uma nação depende da geração de inovações, e da difusão de novos produtos e processos, os quais decorrem da resolução de problemas relativos à produção de bens e serviços. Tal processo caracteriza-se pela acumulação de capacidades no emprego de recursos para confecção de bens e serviços e, por introduzir, absorver, criar e recriar técnicas. A mudança técnica acontece por meio de alterações de paradigmas e de trajetórias tecnológicas (DOSI, 1984). Aqui, verificar-se-á, a essencialidade da difusão. Como aponta Metcalfe (1992, p. 213), “sem um processo de difusão, os benefícios da criação tecnológica seriam insignificantes”, daí a relevância de se analisar a dinâmica da difusão de inovações.

O processo de difusão facilita a conexão entre as inovações e seus potenciais usuários, além de ser essencial para a acumulação do conhecimento e para a utilização da inovação, permitindo ao usuário a implementação de melhorias (HALL, 2004; NELSON; ROSENBERG, 1993). Ao reconhecer que, a difusão é responsável por demonstrar aos agentes inovadores as melhorias necessárias para aumentarem as taxas de adoção da inovação, ou mesmo a utilização desta em novas aplicações, e que, o lançamento de novos produtos pode impactar na sociedade, então a difusão revela-se elemento essencial para economia da tecnologia, na busca pela compreensão da mudança técnica (alterações das trajetórias).

Os países desenvolvidos e mais industrializados, devido aos seus níveis de investimento em educação, tendem a ter uma força de trabalho mais formalmente qualificada, pelos maiores níveis de educação, o que, por sua vez, estabelece as bases para maiores velocidades na difusão de tecnologias, e reduz os custos de treinamento, acelerando assim a mudança tecnológica (CRENSHAW, ROBISON, 2006). Segundo o relatório do *World Bank*<sup>1</sup> (2008), sobre a difusão de tecnologias no mundo em desenvolvimento, a melhoria das tecnologias nestes países depende parcialmente da difusão nos países mais avançados, isto é, parte do progresso tecnológico nas economias em desenvolvimento é na verdade um processo de adaptação aos lançamentos das economias desenvolvidas. O próprio comércio internacional pode forçar os países a adotarem políticas que promovam novas tecnologias ou que visem acelerar a mudança

---

<sup>1</sup> Banco Mundial

tecnológica para manter ou ampliar a competitividade (MILNER, 2003; MANUAL DE OSLO, 1998).

O advento da internet e da telefonia móvel modificou drasticamente a competitividade. As formas de se transacionar produtos e informações bem como os custos das indústrias foram altamente afetadas pela introdução destas duas inovações. Reduziram-se os custos de comunicação, coordenação das atividades e mercados, e processamento de informações, fazendo com que estas inovações se tornassem vitais em todos os setores da economia (GRUBER; KOUTROUMPIS, 2011; GALLIANO; ROUX, 2005; BRESNAHAN; TRAJTENBERG, 1995). Além de que, os investimentos nestas tecnologias bem como o uso de internet, aumentam os níveis de produtividade da firma (SÁNCHEZ *et al*, 2006).

Alguns estudos como o de Madden e Savage (2000) já haviam incitado avaliação das contribuições que a infraestrutura das tecnologias de comunicações exerce sobre o desenvolvimento econômico e o crescimento, mas, na avaliação de Gruber e Koutroumpis (2011), poucas eram as pesquisas empíricas para avaliação dos impactos na economia, se relativizadas ante toda evidência das transformações socioeconômicas e participação no crescimento econômico que esta tecnologia vinha promovendo, como por exemplo, a eficiência na troca de informações por *stakeholders*<sup>2</sup>, afetando assim os lucros contábeis das firmas. Surgiram diversas pesquisas que propuseram-se a observar a difusão da telefonia móvel, porém como ressalva Donner (2008), poucas haviam sido conduzidas por economistas.

Trabalhos como o de Madon (2000) procuraram descrever detalhadamente os benefícios sociais trazidos pela internet na educação, na saúde, no desenvolvimento sustentável e, também, incitando participação na produtividade, pois segundo Wolcott *et al* (2001), a internet não é uma única inovação, mas sim um conjunto de tecnologias relacionadas que devem estar presentes em conjunto para apoiar a adoção e seu uso. Os conhecimentos resultantes a partir dos resultados deste tipo de pesquisa são úteis para antecipação de problemas futuros.

Muitas pesquisas de ordem econométrica evidenciaram que, a difusão das tecnologias da informação e comunicação (TIC) está positivamente correlacionada a fatores como, renda per capita, PIB<sup>3</sup>, grau de concorrência e nível de escolaridade. Há

---

<sup>2</sup> Partes interessadas de um negócio

<sup>3</sup> Produto Interno Bruto

uma relativa quantidade de estudos que explora a “identificação dos determinantes” da difusão destas tecnologias. Acredita-se ser importante compreender a difusão destas tecnologias de forma complementar, ou seja, avaliando sua dinâmica em contextos econômicos distintos, por meio das curvas de difusão. Desta maneira, verificar o comportamento de dados empíricos da difusão das tecnologias e seu ajuste a modelos consagrados na área, em especial o de Rogers (1962) e o de Bass (1969). Essa proposta permite análises do gênero “quanto e como” as tecnologias cresceram, além de inferências preditivas. Este tipo de análise pode nortear a elaboração de políticas científicas e tecnológicas e fornecer subsídios para a definição de estratégias de penetração destas tecnologias nas economias.

Quanto mais amplo entendimento acerca da natureza da difusão das tecnologias da informação e comunicação em um contexto econômico, mais os países e seus formuladores de políticas públicas poderão estar habilitados a desenvolver políticas que promovam a difusão, assim como Estache, Manacorda e Valletti (2002) propuseram para a América Latina.

## 1.1 O PROBLEMA DE PESQUISA

Ante o exposto tem-se a seguinte problemática a ser pesquisada: qual é a dinâmica do processo de difusão da tecnologia da internet e da telefonia móvel nos países desenvolvidos e nos países em desenvolvimento?

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Compreender a dinâmica do processo de difusão das tecnologias da internet e da telefonia móvel nos países desenvolvidos e em desenvolvimento selecionados (G7<sup>4</sup> e BRICS<sup>5</sup> respectivamente).

---

<sup>4</sup> Países democráticos mais industrializados: EUA, Alemanha, Canadá, França, Itália, Japão, Reino Unido. Fonte: <http://www.worldbank.org> / <http://www.pralmeida.org>

<sup>5</sup> Países em desenvolvimento: Brasil, Rússia, Índia, China, África do sul. Além de países continentais, são atualmente as maiores economias emergentes. Fonte: <http://www.worldbank.org> / <http://www.pralmeida.org>

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Estimar os parâmetros de adotantes inovadores, de adotantes imitadores e o estado assintótico<sup>6</sup> de cada tecnologia para cada nação;
- 2) Analisar a precisão do modelo de Bass (1969), para o ajuste da curva de difusão destas tecnologias, comparando os dados empíricos de consumo à curva ajustada do modelo;
- 3) Examinar a velocidade<sup>7</sup> de difusão destas tecnologias;
- 4) Projetar a capacidade de crescimento destas tecnologias bem como estimar os pontos de inflexão;
- 5) Analisar como os resultados encontrados contribuem para a compreensão do progresso tecnológico das nações.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

Compreender os fatores implícitos ao processo de difusão da inovação se torna necessário “[...] para a definição de políticas que pretendam influenciar de modo eficaz o perfil tecnológico da economia” (GODINHO, 2003, p.14).

O estudo da difusão de inovações tecnológicas é fundamental para a economia, pois visa procurar respostas a questionamentos tais como: por que certas inovações espalham-se mais rapidamente do que outras? Qual é a influência do contexto econômico na trajetória da inovação, ou qual a contribuição desta última à economia? Nas respostas a este tipo de questionamento pode haver elementos explicativos que subsidiem o progresso técnico de uma nação.

Os países considerados em desenvolvimento têm a sua própria trajetória, a qual, não necessariamente segue o mesmo padrão experimentado pelos países mais industrializados (HETTNE, 1990). O relatório do *World Bank* (2008) sinalizou que a maioria dos países em desenvolvimento estaria estreitando o hiato tecnológico que os separa dos países mais industrializados (KELLER, 2002). O ritmo das taxas de adoção de novas tecnologias entre os países está se acelerando, visto que, de forma geral, no ano de 1.800, uma nova tecnologia poderia levar até 100 anos para atingir 80% de todos os países

---

<sup>6</sup> Ponto de saturação

<sup>7</sup> Relação entre o tempo e a quantidade de adotantes

do mundo, e, atualmente para que uma nova tecnologia seja consumida por 80% dos países do mundo são necessários menos de 20 anos (*WORLD BANK*, 2008).

Segundo o mesmo relatório, é importante dar atenção à velocidade com que as TIC se propagam. O prognóstico do relatório à época de sua formulação, era de que, nos próximos anos, isto contribua para acelerar a difusão de outras tecnologias também, em especial, no mundo em desenvolvimento. Imaginar a difusão da telefonia móvel, em especial da internet, como mecanismo acelerador para difusão de outras tecnologias conforme Prince e Simon (2009) atestaram, é algo factível, pois: i) a inovação no mundo em desenvolvimento em muito é dependente (adaptação) da inovação no mundo mais industrializado (*WORLD BANK*, 2008); ii) reduzem as assimetrias informacionais e agilizam a comunicação da inovação no meio social. Evidências sugerem que os países mais industrializados sabem explorar ao máximo os efeitos positivos na produtividade que tais tecnologias geram (WUNNAVA; LEITER, 2009; BEILOCK; DIMITROVA, 2003).

Da combinação dos fatores supracitados e das diferenças encontradas na inclinação, isto é, na velocidade e na dinâmica do processo de difusão destas tecnologias entre os países industrializados e em desenvolvimento, emerge a relevância de se compreender este processo de difusão em países com diferentes níveis de desenvolvimento. Além de que, um rápido processo de difusão destas tecnologias, permite: i) aumento de receita aos produtores e reduções de custos aos consumidores (*WORLD BANK*, 2008); ii) criação de novos negócios e inovações (principalmente em serviços, tais como *e-commerce* e *e-banking*). Adicionalmente, comentam-se algumas outras razões pelas quais estas tecnologias merecem atenção, como um caso em difusão de tecnologia global: i) facilitação das práticas de negócios (RÖLLER; WAVERMAN, 2001); ii) efeitos significativos positivos que as telecomunicações trazem sobre o crescimento econômico (RÖLLER; WAVERMAN, 2001); iii) efeitos diretos e indiretos para o emprego (OECD<sup>8</sup>, 2001); iv) falta de um consenso dos fatores que influenciam as taxas de adoção (BAGCHI; KIRS; LÓPEZ, 2008).

Ao passo que algumas pesquisas realizaram tentativas de identificação dos fatores determinantes para a difusão de telecomunicações móveis, relativamente há poucos estudos sobre os impactos desta tecnologia a nível macroeconômico. Alguns pesquisadores desbravaram esta fronteira, tais como Röller e Waverman (2001), que

---

<sup>8</sup> Organization for Economic Cooperation and Development (equivalente no português: OCDE)

avaliaram o impacto de infraestruturas de telecomunicações sobre o desenvolvimento econômico, e evidenciaram que aumentos nas taxas de penetração das telecomunicações contribuem positivamente para o crescimento econômico agregado. Waverman, Meschi e Fuss (2005) realizaram análise semelhante para os países em desenvolvimento, incluindo a telefonia móvel, e constataram que, quando um país tinha em média acima de 10% da população com telefones móveis, então teria crescimento do PIB per capita de 0,59% a mais do que um país em condições semelhantes, mas abaixo dos 10%. Na pesquisa de Gruber e Koutroumpis (2011) verificou-se que a difusão de telecomunicações móveis afeta significativamente tanto o crescimento do PIB como o crescimento da produtividade.

A internet é uma das inovações com níveis de difusão mais rápidos da história das tecnologias de informação e comunicação. Enquanto foram necessários 52 anos para que a eletricidade atingisse apenas metade dos lares americanos, e 71 anos para que o telefone fixo atingisse tal nível, a internet, em apenas 10 anos, atingiu 50% dos lares americanos (THIERER, 2000). Ao passo que para alcançarem o nível de 50 milhões de usuários, o rádio levou 38 anos e o televisor 13 anos, a internet o fez em apenas três anos (BELL; TANG, 1998). Em pesquisa com 18 países da OCDE<sup>9</sup>, Hargittai (1999) realizou umas das primeiras demonstrações de que o PIB do país pode exercer considerável influência na propagação da internet. Norris (2001), por sua vez, demonstrou ainda que os níveis de P&D<sup>10</sup> são fatores de extrema relevância para adoção na internet. Conforme apontado promissora por Takacs e Freiden (1998), uma boa análise mundial e nacional do padrão de propagação da internet enquanto “novo produto”, sob a ótica da literatura pertinente de difusão, pode fornecer valiosas informações sobre os determinantes que tornam a difusão dinâmica em um contexto.

Estas tecnologias trouxeram muitos impactos sócio-econômicos e, portanto, torna-se fundamental entender seu processo de difusão. Fala-se aqui da velocidade e de sua dinâmica ao longo do tempo, conforme proposições de Rogers (1962) e Bass (1969) para difusão. Por fim, é oportuno destacar algo que será posteriormente apresentado, que as pesquisas sobre a difusão destas tecnologias, dividem-se basicamente em duas correntes, a saber: i) estudo dos determinantes que influenciam a adoção (de acordo com a revisão realizada neste estudo, esta apresenta maior incidência na literatura), e; ii) estudo

---

<sup>9</sup> Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico (34 países)

<sup>10</sup> Pesquisa e Desenvolvimento

dos impactos que geram na economia. Desta maneira, infere-se que poucos são os esforços destinados a compreender o processo de difusão em si, investigando por meio de modelos matemáticos, o estágio em que se encontra, os estágios já passados e a que velocidades, bem como predições para saturação.

A presente pesquisa prossegue para a próxima seção na qual é ofertada uma interação entre a teoria da difusão da inovação e a empiria, lançando alguns registros que, incitam a importância deste tipo de análise e demonstram a relação do estudo proposto com a economia, seja ela mundial ou a nível nacional. Posteriormente é exibido o modelo utilizado para analisar a dinâmica da difusão da telefonia móvel e da internet nos dois contextos econômicos. Por fim, análise e discussão dos resultados, que por sua vez conduzem as conclusões da pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A difusão de inovações integra o arcabouço conceitual que sustenta análises dos impactos econômicos gerados pelo progresso técnico, nascidas nas décadas de 50 e 60 (FURTADO, 2006). Por que pesquisar o processo de difusão de uma inovação tecnológica? Para a economia de qualquer nação “a tecnologia é uma mercadoria: pode ser comprada e vendida, sendo apropriada pelos agentes econômicos” (MICHALET, 1983, p.118). O processo de difusão contribui para o progresso técnico, pois, conforme Dosi (1984), uma inovação é mais afetada pela diferença nas oportunidades tecnológicas<sup>11</sup> entre indústrias ou setores (perspectiva de vantagens diferenciais) do que pelas estruturas de mercado *ex ante* como tal. Para os *neo-schumpeterianos*, o progresso técnico é resultado do desenvolvimento das inovações, no qual a adoção dependerá do ambiente competitivo da empresa e de aspectos institucionais, ou seja, as inovações são induzidas pela concorrência e geram comportamento adaptativo. Schumpeter (1912), já havia reconhecido a empresa como “*locus*” da inovação e como unidade ativa no progresso técnico, no entanto, para ele, as inovações não eram reações a transformações exógenas, e sim, mudanças endógenas de caráter não adaptativo; estas promoveriam o progresso econômico em caráter qualitativo.

Uma inovação do ponto de vista econômico, somente assume grande relevância quando se difunde pelo conjunto dos seus potenciais utilizadores. Sem difusão a inovação não tem impacto econômico (MANUAL DE OSLO, 1998). É o processo de difusão que permite transformar a inovação de um acontecimento isolado no tempo e no espaço, em um fenômeno com relevante significado nas expressivas indústrias de um sistema econômico (PULKKI-BRÄNNSTRÖM; STONEMAN, 2013; GODINHO, 2003). A difusão está intimamente ligada aos princípios *Schumpeterianos*, pois é este processo que tornará a inovação em algo comercializável que traga retornos a firma.

### 2.1 DIFUSÃO DA INOVAÇÃO NA PERSPECTIVA ECONÔMICA

Inovações, quando introduzidas, geram desequilíbrio no sistema, fenômeno fundamental ao desenvolvimento econômico na visão de Schumpeter (1912), ao passo

---

<sup>11</sup> Oportunidades tecnológicas variam de acordo com o setor e o grau de desenvolvimento dos paradigmas, mas o potencial de seu aproveitamento decorre da cumulatividade das competências tecnológicas adquiridas (DOSI, 1984)

que a difusão (propagação) da nova tecnologia e dos novos conhecimentos geram, com sua absorção por um grande número de agentes, um efeito estabilizador, repondo as condições de concorrência em níveis aproximados aos do período anterior a sua introdução (GODINHO, 2003). Ou seja, por meio da reposição de níveis concorrenciais na indústria, observa-se o processo de difusão como condutor do progresso técnico e tonificante ao sistema capitalista. Remontando aos estudos de Schumpeter (1942), sem a constante busca por lucros de monopólio, ainda que temporários, a base para socialização do capitalismo desapareceria, e como constata Possas (2006), por sua vez, não há processo de concorrência sem o surgimento e a superação permanente de alguns aspectos monopólicos. Sobre esse aspecto, os avanços tecnológicos são, obviamente, um dos meios mais eficazes de reforço da competitividade da indústria nacional (GOLD, 1982).

A difusão de uma inovação é o processo em que os agentes econômicos (indivíduos ou empresas) adotam uma nova tecnologia, ou substituem uma velha por uma nova (HALL, 2004). A decisão sobre a adoção é o resultado de várias análises a nível individual quanto à utilidade da inovação (HALL; KHAN, 2003). Uma definição clássica para a difusão da inovação é observá-la como um “[...] processo no qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de uma dimensão social do sistema” (ROGERS, 2003, p.5). A taxa de adoção de uma nova tecnologia é determinada conjuntamente pela disposição dos consumidores a pagar por ela e a rentabilidade dos fornecedores quando entrarem no novo mercado (GREENSTEIN; PRINCE, 2006).

Uma analogia (avaliação da difusão de tecnologias que são posteriormente exploradas) para o processo de difusão tecnológica de qualquer nação, enquanto economia aberta e capitalista, meritória de reproduções é proposta por Milner (2003): i) a difusão de tecnologias pode surgir como resultado das pressões competitivas, a partir de uma abordagem global de mercado; ii) os países podem se envolver em um processo de aprendizagem racional, isto é, podem observar que tipos de políticas e tecnologias são bem sucedidos em outros países; iii) a criação de externalidades de rede que surgem quando as tecnologias produzem retornos crescentes de escala e escopo.

Mediante exploração teórica efetuada, cabe atribuir elevado grau de importância na compreensão sobre o processo de difusão enquanto condutor: i) da aprendizagem e criador de trajetórias tecnológicas para mudança técnica; ii) da reposição dos níveis concorrenciais e propulsor do progresso técnico.

Muitos modelos destinados a entender a dinâmica e os efeitos da difusão surgiram ao longo dos anos, e suas contribuições remetem as seguintes aplicabilidades: i) previsão de demanda de produtos para planejamento de capacidade; ii) estimações de pontos de saturação e declínio do novo produto; iii) definição do momento de substituição de linhas de produtos por novas gerações; iv) auxílio em decisões táticas, como precificação e investimento em propaganda; v) auxílio na valorização de novas tecnologias ou *startups*, através da previsão do retorno gerado por essas; vi) decisão de entrada ou saída em um mercado (CORROCHER; ZIRULIA, 2010). A leitura de tais finalidades, dos modelos que emergiram, deixa claro o porquê adjectivá-las como contribuições, tanto para a esfera econômica (dois lados da curva, ofertantes e demandantes), como para esfera social na perspectiva evolutiva. O lançamento de novos produtos afeta a vida de todos os indivíduos e comunidades (MAHAJAN; MULLER; BASS, 1990).

Em linhas gerais, conforme sintetizado por Mahajan e Muller (1979), o objetivo de um modelo de difusão é: i) observar o presente nível de propagação de uma inovação entre prováveis adotantes ao longo do tempo, e retratar os sucessivos aumentos do número de adotantes, além de prever a continuação do desenvolvimento de um processo de difusão já em progresso; ii) analisar a curva do ciclo de vida do produto e predição da primeira demanda pela inovação. Norton e Bass (1987) destacam ainda que a grande contribuição dos modelos de difusão é avaliar a substituição tecnológica.

## 2.2 ALGUMAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NA ECONOMIA

Hall e Khan (2003) mostraram que a relação custo x benefício no processo de adoção, implica dois fatos estilizados a montante do processo de difusão. São eles: i) estado absorvente, os benefícios são percebidos ao longo da vida do produto, e os custos que acontecem no momento da adesão; ii) decisão de adotar é inversamente proporcional a incerteza com relação aos benefícios da inovação, ou seja, quanto mais incerto o ambiente, mais lenta a velocidade da adoção. Quanto ao primeiro fato estilizado, temos, então, que o processo de difusão deve interagir durante esta fase acelerando a percepção e estimulando o progresso.

Hall e Khan (2003) separaram em três grupos os fatores determinantes das taxas de adoção de novas tecnologias, a saber: i) fatores que influenciam a demanda pela adoção, aqueles relacionados à natureza da relação custo x benefício, ao nível de habilidade do trabalhador e ao estado do setor de bens de capital, ao compromisso de

cliente e relacionamentos, e aos efeitos de rede; ii) fatores que influenciam as características da oferta da nova tecnologia, aqueles relacionados a melhorias da nova tecnologia, a melhorias na velha tecnologia e ao insumos complementares; iii) fatores institucionais, aqueles relacionados a estrutura de mercado, tamanho da firma, ao governo e regulação. Para eles, cada fator exerce um peso que impacta positivamente ou negativamente na adoção de uma nova tecnologia.

Estes autores relataram ainda como sendo limitantes da adoção: i) empresas de grande porte, com múltiplos níveis de burocracia, recursos afundados na velha tecnologia, barreiras gerenciais e custos afundados nas velhas tecnologias; ii) empresas de pequeno porte com condições financeiras desfavoráveis, restrição de capital humano e barreiras quanto a informação e ao conhecimento.

Posteriormente, Hall (2004) apontou que as taxas de adoção da inovação sofreriam influência de cinco determinantes, organizados abaixo no Quadro 1:

**Quadro 1 - Fatores determinantes das taxas de adoção segundo Hall (2004)**

<b>1- benefício recebido da nova tecnologia:</b>	Melhoria de desempenho em relação à tecnologia anterior, os benefícios da adoção crescem com o passar do tempo, com o acúmulo de conhecimento.
<b>2- efeitos da network:</b>	Tamanho da <i>network</i> é determinante para a difusão da inovação. Padrões tecnológicos aumentam a chance de sucesso de comunicação entre dois ou mais produtores.
<b>3- custos de adotar a inovação:</b>	Influenciam na taxa de difusão da tecnologia, no momento que envolvem não somente o seu preço de aquisição, mas também, os custos agregados, como custos dos investimentos complementares e os inerentes ao processo de aprendizagem requerida para a utilização da tecnologia.
<b>4- informação e incerteza:</b>	Incerteza sobre os benefícios, custos ou duração da vida da inovação irá reduzir a taxa de adoção, e poderá inferir um problema de decisão em uma situação de escolha de opções. Nesse caso, a adoção aconteceria mais frequentemente em indústrias com baixo nível de incerteza e baixos custos “irrecuperáveis”.
<b>5- tamanho e estrutura do mercado e ambiente industrial:</b>	Influenciam a taxa de difusão da inovação no momento em que empresas possuem maior poder de aquisição e diluição de custos, e que certos benefícios e melhorias podem trazer eficiência tanto para a vida dos consumidores quanto para os processos das organizações.

**Fonte: elaborado pelo autor com base na obra de Hall (2004)**

Observa-se que, entre os fatores influenciadores propostos por Hall e Khan (2003), e Hall (2004), há forte presença da racionalidade limitada. Algo que é corroborado por algumas pesquisas que demonstram o fator humano como fundamental para execução da nova tecnologia, por meio das percepções individuais acerca da nova utilidade (ROGERS, 2003; YETTON; SHARMA; SOUTHON, 1999; WOLFE, 1994; BAYER; MELONE, 1989). Diante de incertezas e de riscos, a tendência é que os possíveis

adotantes busquem referências com os indivíduos que tenham tido experiência prévia (VALENTE, 1996; KAPUR, 1995).

Diversos autores já reconheceram a difusão como sendo interligada a inovação (ROGERS, 2003; BIGGS, 1990; THIRTLE; RUTTAN, 1987). Os modelos mais recentes, ao incorporarem o crescimento gradual de adoção da novidade e o caráter cumulativo da aprendizagem, admitem que uma inovação, depois de ser gerada, vai conhecer na fase de difusão, as melhorias que irão facilitar sua adoção e seu uso em campos já existentes, ou ainda, em novas aplicações. Mediante algumas evidências empíricas, observa-se que o processo de difusão pode ser gerenciado de maneira independente, mas é implícito e determinante ao êxito ou fracasso de toda e qualquer inovação (difusão modela e adapta a inovação).

Para Godinho (2003), uma boa análise de difusão deve discorrer, simultaneamente, sobre os seguintes aspectos:

- características da inovação (produto ou processo, se inovação radical ou incremental, grau de mutabilidade ou estabilidade relativa da tecnologia em consideração);
- características da população dos potenciais adotantes (estrutura da procura da inovação);
- características da população de produtores da inovação (estrutura da “oferta” da inovação);
- comportamentos e processos de tomada de decisão das unidades demandantes e ofertantes (por exemplo: atitude em face ao risco; maior ou menor propensão a inovar);
- fluxos de informação que se estabelecem entre essas unidades e densidade das interações verificadas;
- características do ambiente onde se processa a difusão (nomeadamente: infra-estruturas físicas, estrutura de qualificações, aspectos histórico-culturais, concorrência inter-tecnologias) (GODINHO, 2003, p.16-7).

A pesquisa aplicada com modelos sobre as difusões de inovações abarcam as mais variadas áreas, mas sempre com observância a fundamentos econômicos. Abaixo, no Quadro 2, reúnem-se alguns exemplos de pesquisas que ilustram a pluralidade bem como a importância da aplicação:

**Quadro 2 – Exemplos de estudos aplicados com modelos de difusão**

<b>TECNOLOGIA / REGIÃO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>AUTORES</b>
Difusão de TVs LCD / Mundial	Vendas são impulsionadas, principalmente pelo “boca a boca” / Estimção de qual modelo mais vendável / Imitação domina esta difusão e aumenta com declínio de preços.	(TSAI; LI; LEE, 2010)
Exame dos fatores de adoção na difusão de <i>smartphones</i> / OCDE e BRICS.	Relevância dos fatores concorrência e preço entre diferentes sistemas.	(LEE; LEE, 2014)
Difusão de energia nuclear (esgotamento de urânio) / Eslováquia; Koréia do Sul; Ucrânia; China; Bulgária e Índia.	Não viabilidade para manter reatores funcionando e para projeção de novos.	(DALLA VALLE; FURLAN, 2014)
Previsão de vendas de veículos / China.	Estimções da composição do mercado / substituição de frotas / taxas de crescimento e inflexão – comportamento mercadológico.	(QIAN; SOOPRAMANIEN, 2014)
Previsão de longo prazo para TVs a cabo e estimção de demanda para equipamentos de digitalização óptica / EUA.	Eficácia da utilização de modelos para previsões.	(DODDS, 1973; TIGERT; FARIVAR, 1981)
Tempo para decisão de entrada em novos mercados (baterias solares) / EUA.	Quantificação dos efeitos que o tempo de entrada tem para o sucesso do produto no mercado. Suspensão do programa piloto.	(KALISH; LILIEN, 1986)
Difusão de celulares comparando três modelos de difusão / Taiwan.	Mensuração dos efeitos externalidades de rede / Indicação de que o modelo apropriado depende do estágio da difusão.	(WU; CHU, 2010)
Produção de novas fontes de energia (gás natural) / Argélia.	Tendência decrescente e alinhada ao que preveem modelos.	(GUSEO; MORTARINO; DARDA, 2015)

**Fonte: síntese elaborada pelo autor com base em pesquisa bibliográfica**

Alguns estudos também evidenciaram a importância da difusão para uma tecnologia, aplicando modelos para demonstrar os efeitos que as redes sociais exercem na difusão das inovações (KIMURA; KAYO; PERERA, 2011; EMMANOULIDES; DAVIES, 2007).

### 2.2.1 O paradigma técnico-econômico das TIC

O termo TIC (tecnologias de informação e comunicação) foi cunhado para abranger as tecnologias desenvolvidas nas áreas de informática, telecomunicações, engenharia de sistemas e de software. Segundo Prince e Simon (2009), as TIC aceleram o processo de socialização de outras inovações, afinal, novas tecnologias ou novos produtos que têm processo de difusão demasiadamente lento, assim são devido à indisponibilidade de informações aos indivíduos (DEROÏAN, 2002).

O paradigma técnico-econômico das TIC traz consigo uma nova lógica de acumulação. Conforme Izerrougene, Uripia e De Almeida (2010), as TIC são responsáveis por realizarem a transição de um modelo produtivo pautado em produtos materiais industriais para outro intensivo em serviços e trabalho intelectual. Nesta “nova economia”, a informação é o principal combustível, uma vez que o conhecimento passa a ser o recurso estratégico e a aprendizagem é o processo fundamental (FILOS; BANAHAN, 2001; CASSIOLATO, 1999). Os esforços de aprendizagem e inovação estão se deslocando para um processo exógeno, coletivo, multidirecional e em rede (CHESBROUGH, 2003).

Portanto, na “nova economia” do paradigma técnico-econômico das TIC, para que as firmas contribuam de modo adequado ao desenvolvimento econômico, suas estratégias devem pautar a reconfiguração altamente dinâmica de seus recursos e revelar alto valor ao capital intelectual (TIGRE, 2006; TEECE, 2000; TEECE; PISANO; SHUEN, 1997). Ainda segundo Castells e Gerhardt (2000), a produtividade e a competitividade dos agentes econômicos têm agora crescente dependência de sua própria capacidade em como irão gerar, tratar e aplicar informações de modo eficiente.

O advento das TIC trouxe consigo um relevante impacto para a economia industrial: a redução dos custos de transação. Em especial, devido a internet, que, facilitou acesso dinâmico a informações relativas à oferta, gerou bloqueios a certas formas de discriminação de preços como constatado em Bocquet, Brossardt e Sabatier (2007), e originou a criação de contratos coletivos pela multiplicação de usuários.

De acordo com Tigre (2006), em substituição aos termos “*fordismo e toyotismo*” seria utilizado o *wintelismo* (Windows + Intel) para descrever o novo paradigma técnico-econômico, dando assim, ênfase ao caráter informacional das novas trajetórias de inovação. As TIC expandem as possibilidades no uso das informações bem como da geração de novos conhecimentos, fator contribuinte para o progresso técnico, e por sua

vez, segundo Mansell e Wehn (1998) e Cassiolato (1999), complementam as capacidades tecnológicas para gerar o crescimento econômico.

Em função da rápida difusão das TIC (especialmente da telefonia móvel e da internet, aqui objetos de estudo) ocorrem efeitos socioeconômicos, dos quais três merecem atenção especial: i) ciclos de vida demasiadamente curtos para os produtos (DAY; SCHOEMAKER; GUNTHER, 2004); ii) facilitação das inovações incrementais, especialmente de processos (MUNIZ, 2000); iii) maior concorrência e novos meios de organização da produção (WAVERMAN; MESCHI; FUSS, 2005). Efeitos estes que estão diretamente ligados a emergência da remodelagem dos negócios. Em uma análise de empresas geradas a partir do novo paradigma das TIC, Chesbrough (2003) traz uma importante conclusão: estas empresas trocaram estruturas fechadas e hierárquicas de P&D por modelos mais abertos e horizontais, tornando-as assim, mais permeáveis ao fluxo de conhecimentos e, então, mais ágeis nos projetos de inovação tecnológica, a chamada inovação aberta.

Em suma, as TIC (principalmente telefonia móvel e internet) são precursoras, e organizadoras de uma nova sociedade, uma vez que as evidências estudadas indicam que são responsáveis diretas pela: i) desconcentração espacial da atividade produtiva; ii) independência do capital frente às limitações geográficas e espaço-temporais; iii) remodelagem nas redes de produção, comércio e consumo. Importante ressaltar que, ao passo que as TIC demonstram-se benévolas com àqueles que têm a capacidade de absorvê-las e usá-las, podem, por outro lado, marginalizar aqueles sem acesso, ou sem capacidade de apropriá-las na nova organização social. Todos os argumentos são motivos convergentes para o melhor entendimento da dinâmica do processo de difusão, seguindo modelos de Rogers (1962) e Bass (1969), em especial a comparação entre contextos econômicos distintos para se elucidar de que forma se diferem.

A seguir duas seções destinadas a sumarizar alguns gêneros de pesquisas no tocante a dinâmica de difusão, especificamente para tecnologias da internet e da telefonia móvel.

### **2.2.2 A telefonia móvel**

Esta seção inicia-se com uma reflexão: se, no ambicioso estudo de Rölller e Waverman (2001), geraram-se auspiciosas proposições de que o investimento na

estrutura de telecomunicações e, por sua vez, a disseminação da telefonia fixa moderna teria sido responsável por uma fatia considerável do crescimento da produção, entre 1970 e 1990, para os países da OCDE, então, atualmente, considerando-se uma linha fixa como um bem superior, estaria a telefonia móvel (devido aos custos inferiores atuais) a cumprir este mesmo papel nas economias emergentes? Para Waverman, Meschi e Fuss (2005) a resposta é sim.

Conforme já mencionado, a telefonia móvel tem a capacidade de melhorar o acesso aos recursos e informações, no entanto, obviamente não substituem outros investimentos necessários, como por exemplo, investimento em modais de transporte e distribuição de energia. A partir de tal tecnologia, uma empresa é capaz de obter melhores informações de preços, tanto para venda de seu produto ou mesmo aquisição de insumos, no entanto, é incapaz de transportar suas mercadorias caso não haja modais estruturados, por exemplo. A telefonia móvel auxiliou as empresas a gerenciarem suas cadeias de suprimentos de forma mais eficaz e agilizarem processos de produção e de vendas, permitindo a elas, aceleração dos *outputs*. Além de aumento da produtividade, conduzido em parte por um melhor aproveitamento do tempo de mão de obra qualificada em novas atividades (GRUBER; KOUTROUMPIS, 2011; RÖLLER; WAVERMAN, 2001).

A seguir são apresentados quadros que sumarizam as principais pesquisas e seus achados no âmbito da difusão da telefonia móvel, classificando-as no tocante a natureza destas:

**Quadro 3 – Pesquisas de avaliação dos impactos da telefonia móvel na economia**

<b>AUTORES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>DADOS / PAÍSES</b>	<b>RESULTADOS</b>
GRUBER; KOUTROUMPIS, 2011.	Avaliar o impacto das telecomunicações móveis no crescimento, tendo este último como determinante da difusão de telecomunicações móveis.	1990-2007 / 192 países - Desenvolvidos, em desenvolvimento e pobres	Em países de alta renda, a contribuição de telecomunicações móveis para crescimento anual do PIB é de 0,39%, para os países de baixa renda este cai para 0,19%. Difusão de telecomunicações móveis afeta significativamente o crescimento da produtividade.
WAVERMAN; MESCHI; FUSS, 2005.	Avaliar impactos da telefonia móvel sobre o crescimento dos países em desenvolvimento.	1980-2003 / 102 países – desenvolvidos e em desenvolvimento	Aumento de 10% no preço reduziria a demanda em aproximadamente 11,6% para um país em que a penetração móvel é de cerca de 8% (média de penetração para países em desenvolvimento); a elasticidade cruzada de preços entre linhas móveis e fixas é positiva, logo nos países em desenvolvimento, telefones celulares e fixos são substitutos: aumento do preço dos telefones de linha fixa em 10% aumenta a demanda por celulares em 2,4%; aumento de 1% do PIB per capita está associada com um aumento de 1,5% no nível de penetração de celular; diferenças na difusão da telefonia móvel, explicam parte das diferenças no crescimento econômico.
AKER; MBITI, 2010.	Avaliar impacto da telefonia móvel em países de baixa renda.	2000-2008 / África	Impactos positivos na agricultura e na eficiência do mercado de trabalho.

**Fonte: síntese elaborada pelo autor com base em pesquisa bibliográfica**

**Quadro 4 – Pesquisas para identificação dos determinantes da difusão da telefonia móvel**

<b>AUTORES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>DADOS / PAÍSES</b>	<b>RESULTADOS</b>
GRUBER, 2001.	Revelar os determinantes da difusão das telecomunicações móveis.	1990-1997 / Europa Central e Oriental.	A velocidade de difusão é mais rápida nos países que adotaram telecomunicação móvel em atraso, o que implica um padrão de convergência dos níveis de difusão; a velocidade de difusão aumenta com o número de empresas; entrada simultânea é mais eficaz do que entrada sequencial para acelerar a velocidade de difusão.
GRAJEK; KRETSCHMER 2009.	Estudar a dinâmica da segunda geração de telefonia celular sobre a curva de difusão.	1998-2004 / 41 Países (desenvolvidos e em desenvolvimento)	Heterogeneidade entre os adotantes domina os efeitos de rede; diferentes gerações tecnológicas são complementares em termos de uso, mas substitutos em termos de subscrição; consumidores pré-pagos tem um efeito negativo sobre a intensidade média de uso;
AHN; LEE, 1999.	Estudar os determinantes da demanda por redes telefônicas móveis.	1998 / 64 países – Desenvolvidos, em desenvolvimento e pobres	Efeitos de preços não são fortemente revelados; adoção fortemente correlacionada com PIB per capita e o número de linhas fixas por pessoa.

BAGCHI; KIRS; LÓPEZ, 2008.	Identificar o melhor modelo de difusão e avaliar impacto dos preços.	1985-2003 / América Latina – OCDE – EUA – China – Índia	Redução de preço foi fator positivo e significativo em todas as regiões, sendo mais forte para as regiões mais pobres e para as nações com maior infraestrutura social desenvolvida.
GRUBER; VERBOVEN, 2001b.	Estudar os determinantes tecnológicos e regulatórios da difusão de celulares.	1984-1997 / 15 países da União Européia	A evolução tecnológica é induzida por operadoras, mesmo monopolistas podem reduzir seus preços e atrair mais adeptos; países que tiveram licenças concedidas em um ponto posterior no tempo mostraram recuperação lenta, estimando-se pontos de convergência a partir de 2006; o impacto da introdução da concorrência foi significativo, tanto na tecnologia analógica quanto para a era digital.
KOSKI; KRETSCHMER, 2005.	Analisar os efeitos da concorrência sobre desempenho de uma nova tecnologia (2G).	1992-1999 / 32 países industrializados	Regulamentação de mercado e concorrência influenciam fortemente padrões de difusão; demonstrou a importância do papel de decisões endógenas de prestadores de serviços no comportamento de mercado.
LIIKANEN; STONEMAN; TOIVANEN, 2004.	Analisar o processo de difusão quando duas gerações consecutivas de uma tecnologia estão em oferta (1, 2G).	1991-1998 / 80 países	Variáveis econômicas e demográficas influenciam fortemente o processo de difusão; estrutura de mercado e decisões dos governos quanto ao licenciamento de novas empresas influenciam a velocidade de difusão; forte evidência de que a nova geração impede a difusão da anterior, ao passo que a geração anterior (taxas de penetração) tem um efeito positivo sobre a difusão da nova.
GRUBER; KOUTROUMPIS, 2010.	Comparar desempenho de três gerações de tecnologias móveis (1, 2, 3G).	1990-2007 / União Européia – Finlândia & Áustria	Concorrência é sempre um fator positivo; níveis de urbanização e de penetração da internet (banda larga) têm sempre significância positiva na difusão das tecnologias; tecnologias de gerações antecedentes podem tanto influenciar positivamente como negativamente a nova geração.
KALBA, 2008.	Avaliação dos condutores de difusão da telefonia móvel.	1990-2001 / 12 países de mercados emergentes – Ásia, Europa Oriental e América Latina	Benefícios de difusão podem recuar quando o número de operadoras aumenta; modo pré-pago e tarifas de interconexão assimétricas aceleram a difusão nos mercados emergentes; renda altamente explicativa para taxas de adoção.
LEE; LEE, 2014.	Examinar fatores de adoção em nível macro no início da difusão de <i>smartphones</i> .	2008-2013 / OCDE – BRICS	A concorrência entre sistemas operacionais e entre padrões de rede, e o preço influenciam a difusão precoce de <i>smartphones</i> em países da OCDE; para países do BRICS, o preço é o principal fator de difusão dos <i>smartphones</i> . O impacto da concorrência sobre a difusão de <i>smartphones</i> depende da fase de difusão.
DOGANOGLU; GRZYBOWSKI, 2007.	Analisar a demanda por serviços de telecomunicações móveis.	1998-2003 / Alemanha	Os efeitos de rede desempenham um papel significativo na difusão de serviços de telefonia móvel e de novas tecnologias (preços por si só não explicam rápida difusão); estimação confiável das elasticidades-preço.
GRAJEK, 2003.	Estimar os efeitos de rede e de compatibilidade (tecnologia 2G).	1996-2001 / Polônia	Fortes efeitos de rede e interconexão; efeitos de rede podem aumentar o tamanho do mercado por cerca de dez vezes; tecnologias podem fracassar caso a geração antecedente foi incapaz de gerar massa crítica de adotantes; ignorar os efeitos de rede leva a uma superestimação da elasticidade da demanda.

GRZYBOWSKI; KARAMTI 2010.	Analisar o desenvolvimento da telefonia móvel.	1998-2002 / França & Alemanha	Consumidores franceses percebem telefonia móvel como um substituto aos fixos, e alemães como complementar. Elasticidade preço da demanda por serviços móveis é significativamente maior na Alemanha.
ABU, 2010.	Identificar os fatores que promovem a telefonia móvel 3G.	2001-2008 / Japão	Inovações em serviços virtuais são altamente explicativos para difusão da tecnologia 3G.
GUPTA; JAIN, 2012.	Analisar o processo de difusão da telefonia móvel.	1998-2009 / Índia	Concorrência e intervenção do governo desempenharam papel significativo na aceleração da velocidade de difusão; telefonia móvel é um substituto para a telefonia fixa.

**Fonte: síntese elaborada pelo autor com base em pesquisa bibliográfica**

**Quadro 5 – Pesquisas utilizando modelos para comparativo com o empirismo e para previsões da telefonia móvel**

<b>AUTORES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>DADOS / PAÍS</b>	<b>RESULTADOS</b>
FIGUEIREDO, 2009.	Descrever o processo de difusão da telefonia móvel usando modelos Bass (1969).	1990-2006 / Brasil	Parâmetros de imitação e de inovação dos consumidores de pré-pagos são maiores que dos pós-pagos; aderência com precisão do modelo aos dados empíricos; telefonia móvel atingiria sua saturação no Brasil por volta do ano de 2013.
SINGH, 2008.	Estimar as tendências futuras e analisar o padrão e a taxa de adoção de telefones móveis.	1995-2006 / Índia	Projetou os seguintes crescimentos de adoção da telefonia móvel (% da população): 8% para 2006; 36,5% para 2011; 71% para 2016 (900mi); a partir disto mostrou ser possível estimar-se receitas das operadoras, e tributos ao governo.

**Fonte: síntese elaborada pelo autor com base em pesquisa bibliográfica**

Observa-se que, com considerável frequência aparece o fator concorrência como fator explicativo ao processo de difusão desta tecnologia (GEROSKI, 2000). Em alguns monopólios podem ocorrer taxas de adoção inferiores. No entanto, quando concorrentes licenciam-se ou estão em vésperas de serem habilitados a ingressar no mercado, o então monopolista baixa preços e investe em esforços de marketing. Kalba (2008), oportunamente repara que, algumas vezes, mesmo no fracionamento das fatias existentes de mercado, a difusão continua a crescer com taxas aceleradas. Algumas pesquisas como a de Cabral e Kretschmer (2006) sustentaram que o processo concorrencial e os diferentes padrões entre as nações (WCDA, GSM, PDCS) no mercado de telefonia móvel, trouxeram efeitos em prol do progresso técnico no longo prazo, por terem induzido diversas melhorias a termos de eficiência.

### 2.2.3 A internet

A internet tornou-se uma das mais poderosas ferramentas de informação para o meio industrial, logo para economia com um todo. Esta tecnologia impulsiona a demanda por novidades no início do processo de difusão destas, devido ao acesso à informação e a conveniência de transações *on-line* (PRINCE; SIMON, 2009). A internet oferece suporte a economias de escala, pois permite que as atividades com retornos decrescentes possam ser substituídas por aquelas que têm retornos crescentes. A informação é cara para se produzir, mas o custo para reproduzir é baixo, ou seja, basicamente o custo total da informação fica concentrado no custo da primeira cópia (TIGRE, 2003). A internet ainda facilita economias de escopo, especialmente no varejo virtual, como por exemplo, o negócio da Submarino<sup>12</sup>.

Litan e Rivlin (2001) verificaram empiricamente que, a internet melhorou a eficiência de gestão das empresas norte-americanas. Um estudo de Coppel (2000), pela OCDE, também indicou que o comércio eletrônico eleva excelência na gestão por meio de melhores opções de compras, controle dos estoques e custos inferiores nas operações de vendas, achatando intermediações. Em suma, comparado aos meios tradicionais de negócios, o comércio eletrônico permite que: i) as empresas diluam seus custos fixos com maior eficiência, e; ii) exige níveis extremamente inferiores de investimento como proporção da receita para ampliação dos negócios.

---

<sup>12</sup> Site de compras de eletrônicos, livros e demais utensílios

Press *et al* (1998) e Wolcott *et al* (2001) desenvolveram uma estrutura composta por seis dimensões para avaliação dos estágios de difusão da internet em um país, a saber: i) infraestrutura de conectividade; ii) infraestrutura organizacional; iii) a sofisticação da utilização; iv) difusão; v) dispersão geográfica; vi) absorção setorial. Muitos estudos posteriores consideraram esta estrutura para avaliação da difusão da internet em um país.

A seguir é apresentado um quadro que sintetiza as principais pesquisas e achados correspondentes no âmbito da difusão da internet. Vale lembrar que, no processo de busca e seleção das pesquisas sobre difusão para o caso da internet, foram localizadas somente pesquisas que buscaram identificar os determinantes que explicam a adoção desta tecnologia.

**Quadro 6 - Pesquisas para identificação dos determinantes da difusão da internet**

<b>AUTORES</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>DADOS / PAÍSES</b>	<b>RESULTADOS</b>
ANDRÉS, <i>et al.</i> , 2010.	Analisar o processo de difusão da internet a nível mundial.	1990-2004 – 214 países – alta ou baixa renda	O processo de difusão é caracterizado por curva em forma de S, diferente em cada grupo de países; os efeitos de rede são cruciais para explicar a difusão (é muito robusto e mais forte nos de alta renda); o grau de concorrência na oferta da internet contribui positivamente para a sua difusão; difusão da internet em países de baixa renda começou com atraso, mas agora está desfrutando de uma velocidade de adoção mais rápida (sugere a liberalização dos mercados para eliminação dos fossos digitais); um aumento de 10% no número de usuários de internet em um ano, produz aumento de quase 6% de usuários para o próximo ano em países de alta renda, e de 1,5% em países de baixa renda. Estimativas: aumento de 10% no PIB per capita é associado a um aumento de 21,5% no número de usuários de internet per capita; aumento de 10% no número de linhas e computadores per capita eleva o número de usuários de internet per capita de 21,3% e 23,2%.
KIISKI; POHJOLA, 2002.	Investigar os fatores que determinam a difusão da internet.	1995-2000 / OCDE e não membros da OCDE (aqueles em que população >1 milhão, e número de hosts <sup>13</sup> > 50)	Em membros da OCDE: i) o crescimento da internet é fortemente explicado pelo PIB per capita; ii) concorrência e níveis de investimento em educação não apresentaram significância; nos demais (industrializados e em desenvolvimento): além do PIB, os níveis de investimento em educação passam a exercer forte poder explicativo. Concorrência: (desregulamentação do setor melhora conectividade apenas se reduz o custo de acesso).
WUNNAVA; LEITER, 2009.	Analisar os principais determinantes das taxas de adoção da internet.	100 países – industrializados, em desenvolvimento e baixa renda	Força econômica, infraestrutura e conhecimento do idioma inglês afetam positivamente a conectividade com a internet (países que tem o inglês como língua oficial tem em média, 44,6 pontos a mais de tarifas de uso, do que aqueles não tem); a abertura de um país, matrículas no ensino superior e igualdade de renda, também revelam impacto positivo significativo sobre a difusão da internet. Estimativas: aumento de 1% no número de matrículas superior aumentaria 1,4% do IUR; aumento de 1% do PIB per capita (mantendo-se tudo o mais constante) aumentaria em 0,49 por 1000 utilizadores da internet; aumento de 1% no PIB per capita vai levar a um aumento aproximado de 0,11% na taxa de utilização de internet; aumento de 1 ponto no índice de GINI (maior desigualdade), vai levar a um número estimado de 2,5 pontos a diminuir na tarifa de uso de internet.
MILNER, 2003.	Explicar a distribuição da internet através do espaço e do tempo. Avaliar as diferentes pressões internacionais sobre a difusão da internet.	1990-2001 / 190 países	A adoção da internet é claramente afetada por pressões de difusão internacional. A concorrência econômica desempenha um papel consistentemente positivo. Taxa de adoção da internet de um país é positivamente afetada por seus parceiros comerciais mais fortes, seus pares regionais e de seus vizinhos, os quais são suscetíveis de serem seus concorrentes econômicos mais ferozes. Semelhanças culturais exercem forte influência entre países.

<sup>13</sup> Hospedeiro. Máquina ou PC conectado a uma rede com número de IP oferecendo serviços aos usuários

BEILOCK; DIMITROVA, 2003.	Explicar as diferenças globais das taxas de utilização da internet.	105 países – desenvolvidos e em desenvolvimento	A renda per capita foi o determinante mais importante; fatores culturais (religião) podem fazer barreira a difusão; política econômica (abertura do país) e infraestruturas existentes têm impacto positivo sobre o uso da internet.
CHINN; FAIRLIE; 2006.	Identificar os determinantes das disparidades das taxas de penetração entre países.	1999-2001 / 161 países	Renda per capita maior poder explicativo para as lacunas seguida da qualidade regulatória; fixação dos preços de acesso não se mostrou estatisticamente / economicamente importante neste intervalo; variáveis econômicas (renda per capita, escolaridade, abertura comercial), variáveis demográficas (taxas de dependência de jovens / idosos, taxa de urbanização), indicadores de infraestrutura (densidade de telefones, de consumo de eletricidade), políticas (medidas de preços e qualidade regulatória), todas são estatisticamente significantes, excetuando-se medidas de preço, e em especial densidade telefônica e dependência / idade, as que menos importaram. O investimento público em capital humano, infraestrutura de telecomunicações e infraestrutura reguladora pode atenuar o fosso digital da internet; 32% da lacuna entre EUA / Oriente Médio / Norte da África é associado à diferença de qualidade regulatória: quase 1/3 da lacuna seria fechada se países tivessem qualidade regulatória semelhante aos EUA.
HARGITTAI, 1999.	Explicar as diferenças de conectividade da internet.	1998 / OCDE – 18 membros	Riqueza econômica e política de telecomunicações são os determinantes mais importantes de conectividade. A existência de um monopólio no setor de telecomunicações de uma nação parece ter um considerável impacto negativo na conectividade com a internet do país; preço do acesso não é um preditor significativo de conectividade.
CORROCHER, 2003.	Analisar a demanda atual e potencial de mercado para internet em telefonia. Investigar fatores técnicos, econômicos e sociais que estimulam / dificultam a adoção de internet móvel (em celulares).	2003-Europa e América do Norte	Futuramente, empresas são mais propensas a adotar esta tecnologia do que os consumidores pessoas físicas; existem diferenças significativas nos padrões de adoção entre os consumidores e as empresas para estas tecnologias, que se traduzirão em diferentes modos de uso no futuro; a evolução global da internet influenciará oportunidades tecnológica geradas por esta modalidade e as exigências e expectativas dos usuários vão contribuir para estabelecer sua trajetória futura.
CRENSHAW ROBISON, 2006.	Analisar o papel da modernização (condutividade estrutural) em dirigir a difusão mundial da internet sob a forma de: renda, preço, educação, estruturas políticas e de comércio e investimento.	1995-2000 / 80 países em desenvolvimento	Investimento estrangeiro, grandes aglomerações urbanas (em função de grandes obras), presença de organização não-governamental, turismo, abertura democrática, direitos de propriedade e renda foram altamente influenciadores da difusão da internet; tanto condutividade estrutural, bem como a globalização (contato) são importantes fatores na difusão da internet.

BAGCHI; UDO; KIRS, 2007.	Identificar os fatores significativos que afetam os níveis de crescimento da internet em um estágio inicial.	1995-2003 / 128 países – continente africano, industrializados e em desenvolvimento	Desenvolvimento humano, ensino superior, disponibilidade de tecnologia, e níveis de crescimento de computadores explicam 84% da variação no crescimento da internet na África, em comparação com nações em desenvolvimento economicamente semelhantes e com mesmo número de servidores de internet por 1000 pessoas e semelhantes atrasos na partida da difusão da internet. Comparado com nações não-africanas, a África não tem a influência das variáveis institucionais; fatores que afetaram o crescimento podem ser diferentes quando essas nações entram no próximo estágio de maturidade, conforme proposto por Rogers (2003).
BAUER; BERNE; MAITLAND, 2002.	Explorar os fatores que moldam o acesso à internet.	1996-2000 / União Européia e Estados Unidos	Influência significativa de políticas relacionadas a entrada no mercado e a preços; quanto mais agressivas as políticas no que diz respeito à concorrência maior a explicação das diferenças no acesso à internet; impacto positivo dos preços de acesso mais baixos para penetração de <i>host</i> de internet.
LIU; LI, 2010.	Investigar o processo de difusão da internet móvel e explorar os determinantes de condução.	2007-2010 / China	Existem diferenças significativas na percepção dos usuários quanto ao uso de internet móvel durante seus diferentes estágios de difusão desta inovação; evidenciou a importância de entender a difusão, segundo as proposições de Rogers (2003), demonstrando que isto é útil para empresas identificarem onde e como devem operar para atingir mercado.
TAN; CLARK, 2000.	Examinar o processo de difusão da internet (por idade, sexo, ocupação e nível de escolaridade).	1994-2000 / China & EUA	Proficiência em inglês é muito importante para uma difusão mais ampla da internet através de diferentes grupos demográficos; grande similaridade de perfil demográfico dos usuários das duas nações; predominância de usuários com nível superior.

**Fonte: síntese elaborada pelo autor com base em pesquisa bibliográfica**

Para Dholakia, Dholakia e Kshetri (2003), a difusão padrão de uma inovação como a internet, é uma função econômica, política, cultural, e de fatores geográficos, sendo que baixos níveis de renda tendem a afetar negativamente a adoção. Este último aspecto, conjecturado pelos autores, é de fato corroborado em análise junto ao quadro de pesquisas anteriormente demonstrado. Verifica-se que, a renda per capita é um dos determinantes de maior peso para a difusão da internet, uma vez que: i) aparece como fator explicativo com certa frequência em diversos estudos; ii) aparece como fator de maior poder de explicação em pesquisas que contemplam simultaneamente extensa amostra de nações com distintos contextos econômicos (CHINN; FAIRLIE; 2006; BEILOCK; DIMITROVA, 2003).

Além de fatores econômicos, fatores educacionais e institucionais podem afetar diretamente a difusão da internet. Milner (2003) e Milner (2006) já haviam observado que, além dos fatores tecnológicos e econômicos, fatores ambientais, como instituições nacionais e fatores políticos influenciam os níveis de difusão da internet. Governos autoritários com ambientes socioculturais incompatíveis influenciam negativamente a difusão (DHOLAKIA; DHOLAKIA; KSHETRI, 2003).

Apesar da introdução das tecnologias sem fio, tais como *wireless* (o que pode relativamente reduzir os custos de infraestrutura em comunicação e informação), regiões isoladas ainda permanecerão em desvantagem dada a sua falta de condutividade para o desenvolvimento da internet. O que se quer dizer é que, mesmo com o crescimento da atividade de internet em um país, um hiato digital pode existir e possuir efeitos duradouros e perniciosos sobre o crescimento econômico e desenvolvimento humano de uma nação (CRENSHAW; ROBISON, 2006). Conforme Dholakia, Dholakia e Kshetri (2003), barreiras topográficas são grandes responsáveis por dificultarem a difusão da internet e atenuarem as disparidades existentes entre os países em termos de números de usuários, participando assim, na criação dos chamados “fossos digitais”, que foram estudados por Greenstein e Prince (2006), em maior profundidade sob aspectos econômicos.

BONACCORSI *et al* (2002) analisaram os efeitos de difusão da internet e demonstraram seu poder de redução das diferenças de concentração na população (grandes concentrações urbanas x pequenas cidades) e concentração de renda (localidades ricas x localidades pobres). Vislumbrando antecipadamente os benefícios da internet, a União Européia implantou uma grande e ambiciosa reforma em seu sistema de tecnologias de informação e comunicação, a partir do fim dos anos 80. A internet exerceu e continua exercendo efeitos socioeconômicos, e as análises no que dizem respeito ao

entendimento deste processo devem ser cuidadosamente avaliadas, como em Kenny (2003), que pesquisou seus efeitos à luz de diferentes graus de desenvolvimento.

A partir da revisão empírica realizada, emergem duas hipóteses a serem averiguadas para a difusão das tecnologias da telefonia móvel e da internet:

1) Países que adotaram tardiamente estas tecnologias obtiveram maiores velocidades de difusão;

2) Países mais desenvolvidos tendem a: i) ter maiores parâmetros de adotantes inovadores em sua população; ii) atingir mais rapidamente a mudança de taxa, que ocorre quando o incremento de novos adotantes, passa de crescente para decrescente.

Por fim, cabe aqui destacar que notadamente os esforços dos estudos sobre a difusão da telefonia móvel e da internet destinam-se a: i) identificação dos determinantes (maior incidência); ii) avaliação dos impactos na economia. A presente pesquisa não pretende dar continuidade ou contestar os achados destas correntes, mas a revisão destes, só reforça e motiva a procura por um entendimento mais claro sobre a dinâmica do processo de difusão de tais tecnologias que interferem consideravelmente no contexto econômico e social. Haja vista a baixa incidência de pesquisas com objetivo congênere ao desta, presume-se que tal fato confere maior relevância a esta pesquisa.

Na próxima seção apresentam-se os desdobramentos da metodologia utilizada nesta pesquisa, a saber, a base de dados utilizada, o modelo adotado bem como os testes realizados.

### 3 MÉTODO

Esta seção é destinada a elucidar a metodologia da pesquisa. Em primeiro momento é qualificada a base de dados utilizada. Posteriormente, alinhado aos objetivos da pesquisa, é descrito o modelo adotado, resumizando as contribuições de Rogers (1962) e Bass (1969), para análise do processo de difusão de novas tecnologias. Por fim, apresentam-se as principais técnicas (ajuste de curva e linearização) que auxiliaram a compreender a relação entre os dados e o modelo.

#### 3.1 BASE DE DADOS

A base de dados, o consumo<sup>14</sup> de telefonia móvel e de internet dos países objeto de análise da presente pesquisa, foi extraída inicialmente da *Census Bureau*<sup>15</sup> (cuja instituição também se ampara na instituição que segue) e, então, da ITU<sup>16</sup> (*International Telecommunication Union*). A ITU dispõe de uma divisão específica para a coleta, verificação e harmonização das estatísticas de tecnologias de informação e comunicação, para aproximadamente duzentas economias em todo o mundo. Esta instituição realiza a coleta de dados diretamente nos ministérios nacionais, autoridades reguladoras e institutos nacionais de estatística de cada país. A relevância da base pode ser verificada em diversos artigos relacionados à temática que já se utilizaram da ITU, sendo muitos para investigação na economia (LEE; LEE, 2014; GUPTA; JAIN, 2012; GRUBER; KOUTROUMPIS, 2011; CHINN; FAIRLIE, 2006; WAVERMAN; MESCHI; FUSS, 2005; KIISKI; POHJOLA, 2002; BAUER; BERNE; MAITLAND, 2002; GRUBER; VERBOVEN, 2001a; RÖLLER; WAVERMAN, 2001; HARGITTAI, 1999; AHN; LEE, 1999).

O período selecionado para análise compreende o intervalo de 1990 a 2014. Nota-se que a série temporal sugere ser adequada, visto que o primeiro período coincide com o ano em que, consumidores na grande maioria dos países, puderam ter acesso pela primeira vez a estas tecnologias. Conforme Grajek (2003), na maioria dos países, estes tipos de tecnologias estiveram disponíveis para o consumidor apenas no final da década

---

<sup>14</sup> Está disponível em percentual da população e em números absolutos na ITU

<sup>15</sup> [http://www.census.gov/compendia/statab/cats/international\\_statistics/telecommunications\\_computers.html](http://www.census.gov/compendia/statab/cats/international_statistics/telecommunications_computers.html)

<sup>16</sup> <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>

de 1980. No Anexo I estão disponíveis para consulta os dados utilizados no referido período.

### 3.2 MODELO

A obra de Rogers (1962) fornece base para muito que se sabe a respeito da difusão da inovação em termos qualitativos. Na concepção deste autor, sobre a teoria da difusão da inovação, este processo é geral, não vinculado pelo tipo da inovação estudada, mas por quem são os potenciais adotantes, pelo local e/ou cultura. E, por isso, o processo por meio do qual uma inovação se difunde tem aplicações universais. De acordo com seus estudos, há um comportamento padrão na difusão das inovações em sistemas sociais. O processo inicia por um período de crescimento lento, seguido de uma expansão mais acelerada, passando posteriormente por outro período de crescimento lento. A seguir, no Quadro 7, uma divisão sistemática que sustenta esta teoria da difusão de inovações:

**Quadro 7 – Pilares do processo de difusão de uma inovação**

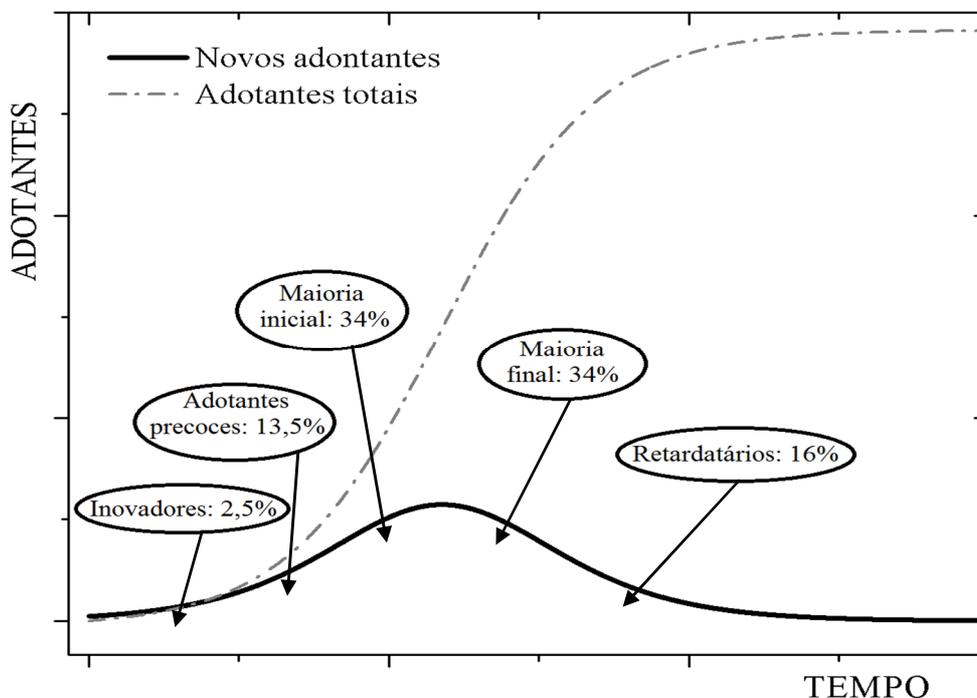
<b>PILAR</b>	<b>EMBASAMENTO</b>
1º	Existem cinco características primárias de inovações que influenciam as suas taxas de adoção: vantagem relativa, complexidade, compatibilidade, testagem e observabilidade.
2º	Canais de comunicação têm um papel fundamental no processo de difusão. A inovação nunca vai ser aprovada se o conhecimento sobre sua existência não chegar ao público alvo.
3º	O contexto social influencia a decisão do potencial adotante. Os formadores de opinião que convivem no entorno do potencial adotante.
4º	Adotantes potenciais são mais propensos a adotar uma inovação quando percebem uma mudança.
5º	As consequências de uma inovação podem ser antecipadas e / ou não previstas, desejáveis e / ou indesejáveis, e diretas e / ou indiretas.
6º	Reinvenções muitas vezes ocorrem conforme as inovações são difundidas.
7º	Inovações preventivas são muitas vezes lentas para serem difundidas devido às suas vantagens relativas estarem pouco claras.
8º	Adotantes potenciais passam por um minucioso processo de tomada de decisão prévia de como decidir se deve aprovar ou rejeitar uma inovação.
9º	O processo de adoção passa por cinco fases. Logo, os adotantes são classificados em inovadores, precoces, maioria inicial / tardia e os retardatários respectivamente.

**Fonte: elaborado pelo autor com base na obra de Rogers (1962)**

Devido ao nono pilar (classificação dos adotantes), Rogers (1962) propõem qualitativamente uma dinâmica para a curva da difusão de uma inovação. Para tanto, em outros aspectos, afirma que o número de indivíduos que adotam determinada tecnologia em certo instante de tempo (novos adotantes) é côncavo. Em outras palavras, a dinâmica

dos novos adotantes  $n(t)$  não cresce ou decresce indefinidamente, pelo contrário, é maximizada em determinado tempo. Isto é observado na Figura 1 que segue:

**Figura 1 – Difusão de uma nova tecnologia segundo Rogers (1962)**



**Fonte: elaborado pelo autor com base na obra de Rogers (1962)**

No entendimento de Rogers (1962), este comportamento<sup>17</sup> deve-se a fragmentação da população de adotantes em cinco classes: inovadores, adotantes precoces, maioria inicial, maioria final, retardatários. O grupo dos inovadores é o responsável por implantar a inovação dentro do sistema social, “*gatekeepers*” em suas palavras. Os adotantes precoces são os responsáveis por exercer liderança no sistema social, proferem conselhos e fornecem informações sobre a inovação. São os maiores responsáveis pelo êxito da inovação (vide seu posicionamento na distribuição), pois selam a aprovação da inovação por meio de suas avaliações diminuindo as incertezas. Diferentemente da categoria anterior, a maioria inicial tem boa interação com os demais elementos do sistema social, suas redes interpessoais conectam os pioneiros aos que preferem adotar mais tarde, e assim carregam a inovação ao seu pico. A maioria final adota quando a inovação já atingiu maturidade, e então, cedem à pressão dos pares e as

<sup>17</sup> A dinâmica dos novos adotantes, só se apresenta desta maneira para inovações bem sucedidas, adoções incompletas ou inovações declinadas não geram este formato.

próprias necessidades econômicas geradas. E, por fim, os retardatários, que assim o são, pois só adotam após outras classes terem adotado, ou seja, após a inovação ter atingido sua plenitude, muitas vezes em função de recursos limitados ou carência informacional. Fica evidente a importância de compreender estes estágios, pois uma inovação terá êxito somente se for bem conduzida entre os três primeiros grupos, ao que Rogers (1962) ainda chamou de adotantes iniciais.

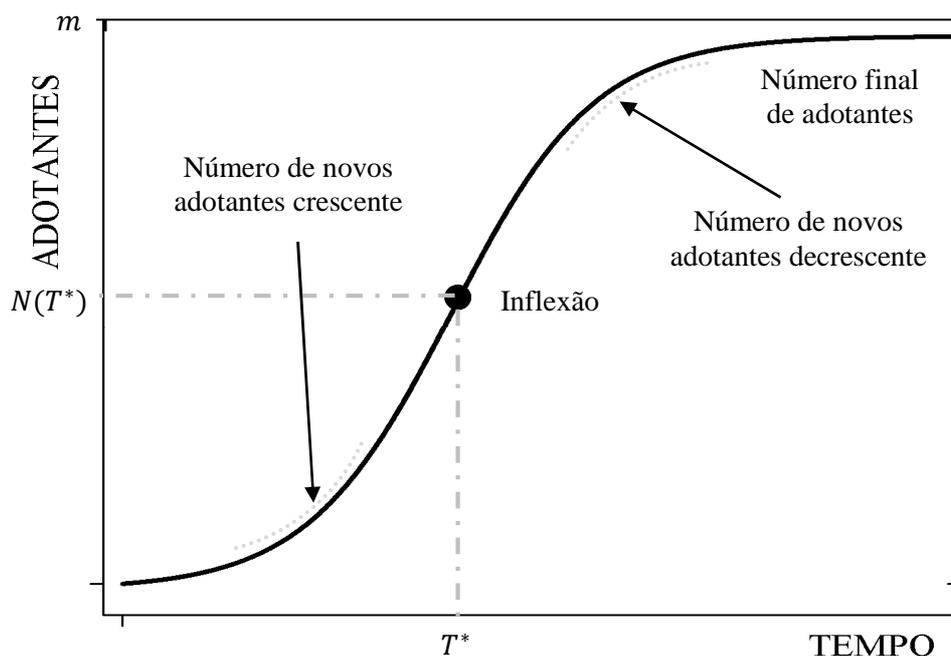
Somando o número de novos adotantes<sup>18</sup> no intervalo de tempo  $0 \leq t \leq T$ , obtém-se o número de adotantes acumulados no tempo  $T$ , ou simplesmente, adotantes no tempo  $N(T)$ . Diferente dos novos adotantes, a dinâmica dos adotantes não possui concavidade. Na verdade, transita entre as concavidades côncava ( $0 \leq t < T^*$ ) e convexa ( $t > T^*$ ), caracterizada pela inflexão<sup>19</sup> em  $T^*$  (ver Figura 2). Ou seja, por um lado, no intervalo  $0 \leq t < T^*$  o número de adotantes cresce a uma taxa acelerada. Por outro,  $t > T^*$ , o número de novos adotantes aumenta a uma taxa retardada. Em destaque, quando  $t = T^*$  ocorre à mudança da taxa de crescimento do número de adotantes (acelerado  $\rightarrow$  retardado). Neste aspecto, observa-se que, a inflexão controla as taxas em que a tecnologia é adotada na população. Além disso, percebe-se que a dinâmica dos adotantes cessa no limite em que  $t \rightarrow \infty$ . Esta ressalva é importante visto que, associa um número final de adotantes  $m$ . Este número, por sua vez, mede o quão bem sucedida é a difusão de uma inovação na população. As afirmações realizadas acima são suficientes, segundo Rogers (1962) para justificar o comportamento do tipo “S” para difusão de diferentes tecnologias, conforme exibido na Figura 2 que segue:

---

<sup>18</sup> Se o tempo é contínuo denominamos esta soma de integral.

<sup>19</sup>Mudança de taxa: o incremento (no caso, os adotantes da inovação) passa de crescente para decrescente

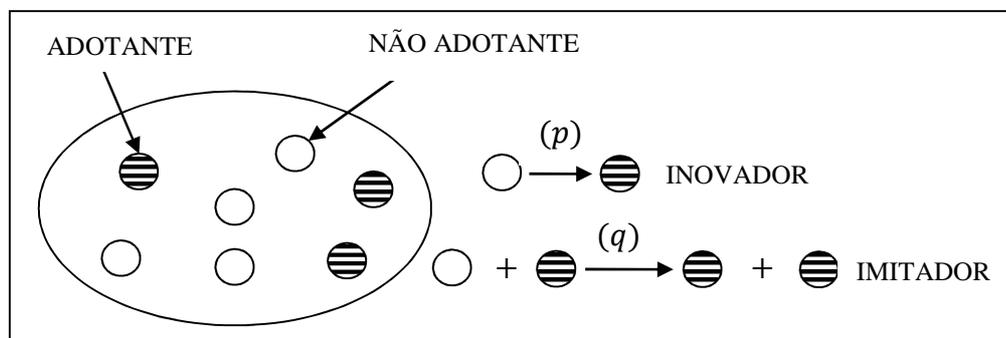
**Figura 2 – Formato S do crescimento de uma inovação**



**Fonte: elaborado pelo autor com base na obra de Rogers (1962)**

Um dos primeiros modelos bem sucedidos (vide Anexo II), em quantificar o sugerido por Rogers (1962), foi proposto por Bass (1969). Neste modelo, devemos considerar uma população constante dividida entre adotantes ( $N$ ) e não adotantes ( $NA$ )<sup>20</sup> misturados entre si de forma homogênea que interagem num tempo contínuo. A dinâmica entre os grupos procede de tal forma que, um indivíduo não adotante torna-se adotante com base em duas taxas, a saber: i) taxa de inovação ( $p$ ), os inovadores; ii) taxa de imitação ( $q$ ), os imitadores. Sintetiza-se esta dinâmica abaixo na Figura 3:

**Figura 3 – Dinâmica da adoção de uma nova tecnologia**



**Fonte: elaborado pelo autor**

<sup>20</sup> Indivíduos que ainda não adotaram e podem ser novos adotantes

Nesse contexto, Bass (1969) propõe que o processo de adoção é conduzido principalmente pelos imitadores (aqueles que agem devido à influência interna do sistema social, o contato, o “boca a boca”), sendo que os inovadores agem somente pela influência externa (as mídias). Equacionando a proposição de Bass (1969), obtemos a seguinte equação diferencial:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p[m - N(t)] + \frac{q}{m} N(t)[m - N(t)] \quad (1)$$

na qual se reitera que:  $p$  é o parâmetro de adotantes inovadores;  $q$  é o parâmetro de adotantes imitadores;  $m$  é o número final de adotantes totais (ponto de saturação ou estado assintótico);  $N(t)$  e  $n(t)$  são os números de adotantes totais e novos adotantes respectivamente no tempo  $t$ . Os valores dos parâmetros  $p$ ,  $q$  e  $m$ , são números relativos, ou seja, representam o percentual da população (no caso em questão, a população das nações). Em relação à equação anterior, destaca-se que, o termo  $p[m - N(t)]$  representa as adoções relativas àqueles adotantes que não são influenciados em seu tempo de adoção pelo número de pessoas que já adquiriram o produto (os inovadores). Já o termo  $\frac{q}{m} N(t)[m - N(t)]$  representa as adoções relativas aos adotantes que são influenciados pelo número de adotantes anteriores (os imitadores). A equação (1) é uma equação diferencial ordinária de primeira ordem. Sendo assim, dada à condição inicial  $N(0) = N_0$ , a sua solução  $N(t)$  pode ser obtida via integração imediata. Uma vez que se conhece  $N(t)$ , pode-se tanto quantificar a dinâmica dos novos adotantes bem como expressar analiticamente o tempo de inflexão, conforme se descreve no Quadro 8:

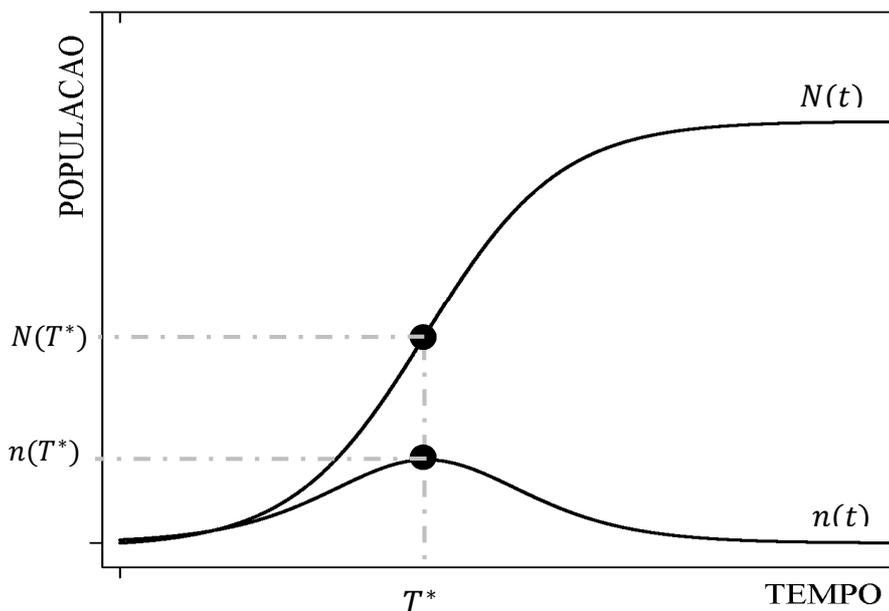
**Quadro 8 – Equações para dinâmica do processo de difusão segundo Bass (1969)**

<b>EQUAÇÃO</b>	<b>FINALIDADE</b>
(2) $N(t) = \frac{m(-m+N_0)e^{-(p+q)t}p+m(mp+N_0q)}{(m-N_0)qe^{-(p+q)t}+(mp+N_0q)}$	Número de adotantes para cada instante de tempo.
(3) $n(t) = \frac{m(m-N_0)(p+q)^2(mp+N_0q)e^{-(p+q)t}}{(e^{-(p+q)t}(m-N_0)q+(mp+N_0q))^2}$	Número de novos adotantes no tempo $t$ .
(4) $T^* = \frac{1}{p+q} \ln \left( \frac{(m-N_0)q}{mp+N_0q} \right)$	Instante de tempo crítico.
(5) $N(T^*) = m \left( \frac{1}{2} - \frac{p}{2q} \right)$	Número de adotantes no instante de tempo em que ocorre a inflexão.
(6) $n(T^*) = \frac{m}{4q} (p+q)^2$	Número máximo de novos adotantes.

Fonte: elaborado pelo autor com base na obra de Bass (1969)

Apresentou-se assim, a solução da equação (1), para um particular conjunto de parâmetros ( $p = ?$ ,  $q = ?$ ,  $m = ?$ ), onde  $N_0$  representa o valor de adotantes no ano 1990. Na Figura 4 que segue, destacam-se as grandezas listadas no Quadro 8:

**Figura 4 – Dinâmica dos adotantes na população**



**Fonte: elaborado pelo autor**

Nota-se que as equações de Bass (1969) reproduzem a dinâmica sugerida por Rogers (1962). Ademais, nota-se que as soluções analíticas apresentadas para a dinâmica dos novos adotantes e adotantes possuem uma dependência exponencial,  $e^{-(p+q)t}$ . A taxa em que o termo exponencial tende à zero no tempo cresce com o aumento do valor de  $p + q$ . Desta constatação é possível observar que tal coeficiente controla a velocidade em que a tecnologia é difundida. No contexto do problema, afirma-se que, a velocidade da difusão é diretamente proporcional a soma das taxas de inovação e imitação. Vale ainda salientar que, independente dos valores dos parâmetros do modelo às curvas de novos adotantes e adotantes possui o mesmo formato “sino” e “S”, respectivamente. O que indica, por sua vez, o caráter universal do processo de difusão.

Após caracterização do modelo utilizado nesta pesquisa, é relevante citar que, comumente a Economia Matemática é confundida com a Econometria. Diferentemente da Econometria, em que segundo Gujarati (2000) por meio de um conjunto de métodos estatísticos de estimação e de hipóteses se visa compreender a relação entre variáveis econômicas, o modelo aqui utilizado é de natureza matemática, em que o método ancora-se na utilização de cálculo integral diferencial entre outros computacionais (BINGHAM,

1975; LANCASTER, 1972). Desta maneira, no contexto aqui explorado, de difusão de inovações, é permitido aos economistas tratarem o problema não apenas de maneira qualitativa, mas, apurar a eficácia do modelo, medir as velocidades da difusão, estimar os estados assintóticos e pontos de inflexão de uma tecnologia e ainda estimar o crescimento destas para exercícios vindouros.

### 3.3 AJUSTE DE CURVAS E LINEARIZAÇÃO

Dada à série temporal do número de adotantes das diferentes tecnologias apresentadas na seção 3.1 buscou-se encontrar a melhor curva de ajuste caracterizada pela equação (2). Para tanto, deve-se determinar qual o conjunto de parâmetros  $p$ ,  $q$  e  $m$  que otimiza o ajuste. Estes parâmetros ótimos serão determinados com o auxílio do software Mathematica (MANGANO, 2010). Deste software se utilizará de um comando específico denominado de *FindFit*. Esta ferramenta utiliza inúmeras técnicas numéricas para obter o melhor ajuste. Em particular, selecionou-se o método dos mínimos quadrados<sup>21</sup>.

A fim de comparar o quanto os dados empíricos se diferem do comportamento típico da difusão para os adotantes (curva “S”), proposto por Rogers (1962), linearizou-se a equação (2). Disto emerge a seguinte equação:

$$t = \frac{1}{p+q} \ln \left| \frac{(m-N_0)(mp+Nq)}{(m-N)(mp+N_0q)} \right| \quad (7)$$

em que  $p$ ,  $q$  e  $m$  são os parâmetros de adotantes inovadores, imitadores e o número final de adotantes totais, respectivamente, determinados de acordo com o parágrafo anterior;  $N_0$  representa o valor da quantidade de adotantes para o instante de tempo zero da série histórica (1990);  $N$  representa o valor da quantidade de adotantes em determinado instante de tempo  $t$  entre os anos de 1990 e 2014. Nota-se que a equação (7) trata de uma reta identidade,  $t = t(N)$ . Sendo assim, a difusão das diferentes tecnologias nos diversos países será tão mais próxima ao modelo proposto por Bass (1969) quando mais os dados empíricos se agruparem em torno da reta.

---

<sup>21</sup>Técnica matemática que visa encontrar um melhor ajuste para um conjunto de dados minimizando a soma dos quadrados dos resíduos. Resíduo: diferença entre o valor estimado e as observações (dados empíricos).

Exposto os postulados de Rogers (1962) e a dinâmica que embasa ao modelo adotado para análise da difusão na pesquisa – Bass (1969) – surgem outras duas hipóteses a serem validadas:

3) A dinâmica da difusão das tecnologias, objeto de estudo da presente pesquisa, segue o formato “S” para o número total de adotantes proposto por Rogers (1962), indiferentemente do contexto econômico, mudando somente a inclinação;

4) O modelo de Bass (1969) descreve o processo de difusão destas tecnologias com precisão, ou seja, com pequenas margens de erros.

O próximo capítulo apresenta os diversos resultados obtidos durante a fase de análise da dinâmica da difusão da telefonia móvel e da internet para os países desenvolvidos e para os países em desenvolvimento, após a execução do modelo e dos testes de linearização. Resultados estes estruturados tal como os objetivos previstos no escopo da pesquisa.

## 4 ANÁLISES E DISCUSSÃO

Este capítulo está estruturado inicialmente de modo a apresentar os parâmetros obtidos com o modelo, o comparativo das curvas ajustadas pelo modelo com os dados empíricos, as velocidades destas tecnologias em diferentes contextos, e, algumas estimativas no tocante a inflexão, bem como perspectivas de crescimento destas tecnologias. Por fim, uma vez de posse das informações supracitadas, realizou-se análise à luz da revisão empírica que versa sobre a temática.

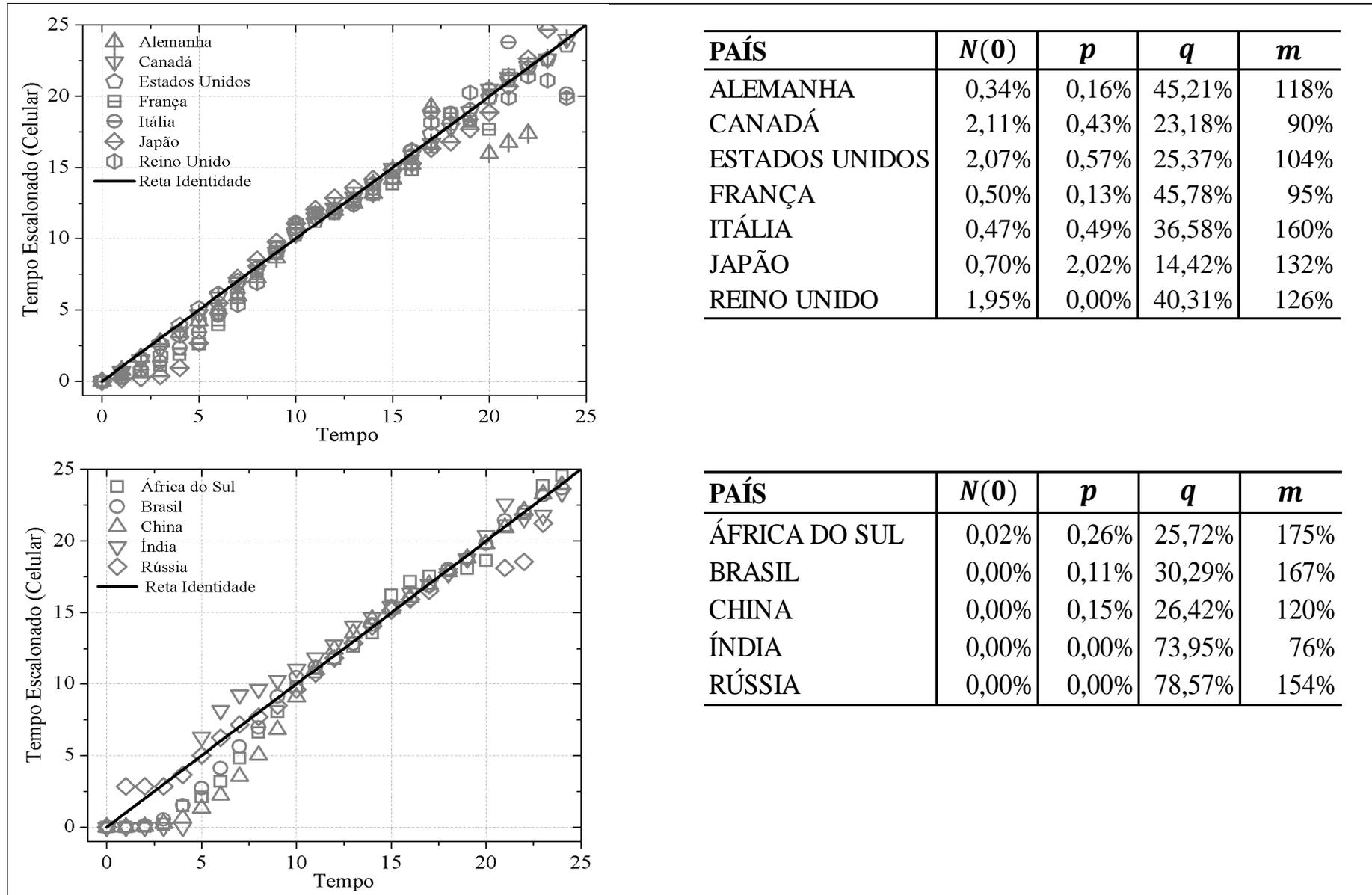
### 4.1 PARÂMETROS

A presente seção destina-se a apresentar e discutir os parâmetros obtidos bem como os testes de linearização do modelo. Os parâmetros de adotantes inovadores ( $p$ ), de adotantes imitadores ( $q$ ), do estado assintótico ( $m$ ), são *outputs* diretos do modelo de Bass (1969), obtidos via ajuste de curva, fundamentado no método dos mínimos quadrados. Relembrando que, os parâmetros ( $p, q, m$ ), são números relativos, ou seja, representam o número em relação à população do país. O intuito da linearização é comparar o quanto os dados empíricos se diferem do comportamento típico da difusão (curva “S”) proposto por Rogers (1962).

#### 4.1.1 Aplicação para o caso da Telefonia Móvel

O painel a seguir, denominado Figura 5, apresenta da esquerda para direita os testes de linearização e os parâmetros encontrados para cada nação no que tange a tecnologia da telefonia móvel. O primeiro horizonte compreende o agrupamento do G7, abaixo o BRICS.

Figura 5 – Linearização e parâmetros do modelo para tecnologia da telefonia móvel



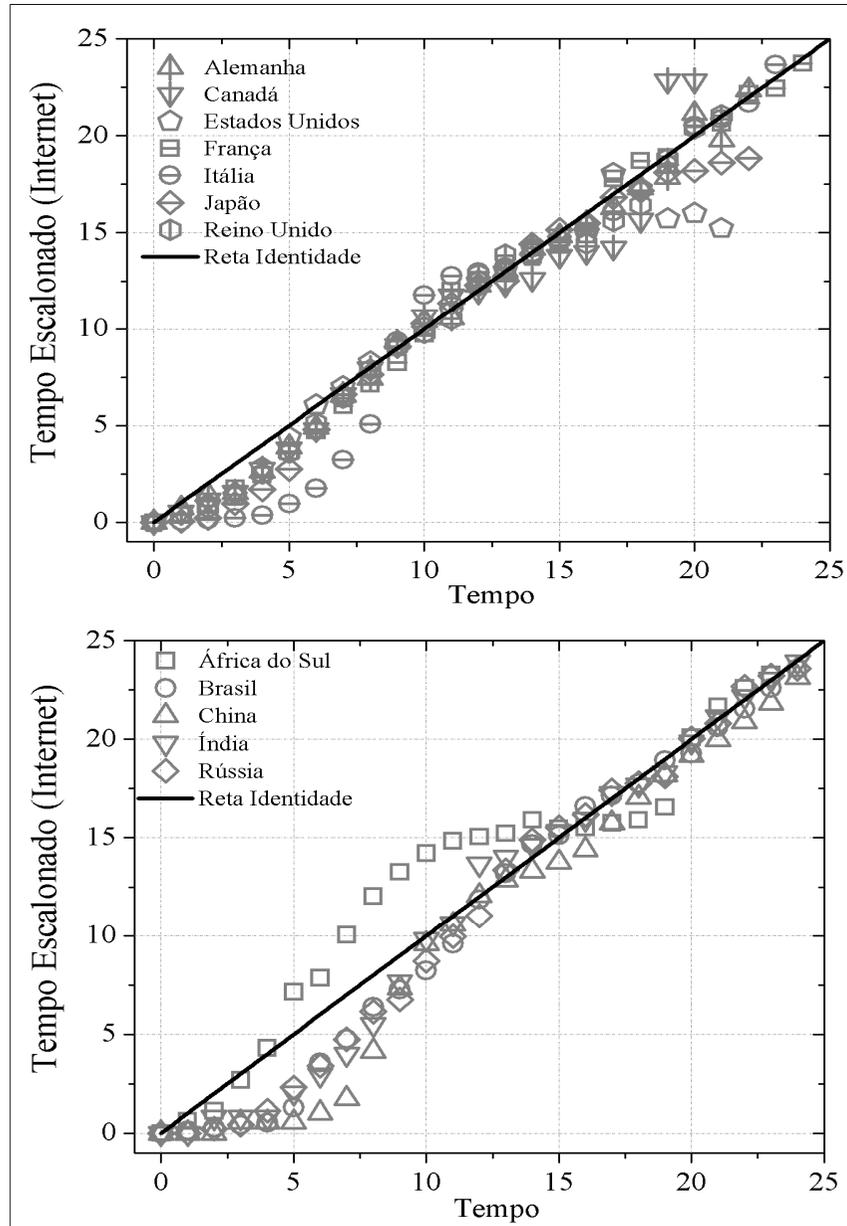
Fonte: elaborado pelo autor

Os países com maiores parâmetros ( $p$ ), leia-se com maior número relativo de adotantes inovadores, compreendem: 1º) Japão; 2º) Estados Unidos; 3º) Itália; 4º) Canadá; 5º) África do Sul. E os maiores parâmetros de adotantes imitadores ( $q$ ), encontram-se em: 1º) Rússia; 2º) Índia; 3º) França; 4º) Alemanha; 5º) Reino Unido. Já as nações que alcançarão o maior ( $m$ ), número final de adotantes totais em relação a sua população serão: 1º) África do Sul; 2º) Brasil; 3º) Itália; 4º) Rússia; 5º) Japão.

#### **4.1.2 Aplicação para o caso da Internet**

O próximo painel, denominado Figura 6, apresenta da esquerda para direita os testes de linearização e os parâmetros encontrados para cada nação no que tange a tecnologia da internet. O primeiro horizonte compreende o agrupamento do G7, abaixo o BRICS. Estes painéis fornecem a base avaliativa para discorrer-se sobre os principais achados desta pesquisa.

Figura 6 - Linearização e parâmetros do modelo para tecnologia da internet



PAÍS	$N(0)$	$p$	$q$	$m$
ALEMANHA	0,13%	0,11%	48,12%	83%
CANADÁ	0,36%	0,22%	49,21%	80%
ESTADOS UNIDOS	0,78%	0,76%	35,91%	78%
FRANÇA	0,05%	0,23%	33,55%	87%
ITÁLIA	0,02%	0,73%	25,28%	63%
JAPÃO	0,02%	0,37%	39,03%	84%
REINO UNIDO	0,09%	0,19%	45,76%	86%

PAÍS	$N(0)$	$p$	$q$	$m$
ÁFRICA DO SUL	0,00%	0,02%	27,88%	135%
BRASIL	0,00%	0,12%	33,73%	58%
CHINA	0,00%	0,03%	40,29%	56%
ÍNDIA	0,00%	0,02%	26,77%	62%
RÚSSIA	0,00%	0,04%	31,10%	104%

Fonte: elaborado pelo autor

Os países com maiores parâmetros ( $p$ ), leia-se com maior número relativo de adotantes inovadores compreendem: 1º) Estados Unidos; 2º) Itália; 3º) Japão; 4º) França; 5º) Canadá. E os maiores parâmetros de adotantes imitadores ( $q$ ), encontram-se em: 1º) Canadá; 2º) Alemanha; 3º) Reino Unido; 4º) China; 5º) Japão. Já as nações que, alcançarão o maior ( $m$ ), número final de adotantes totais em relação a sua população serão: 1º) África do Sul; 2º) Rússia; 3º) França; 4º) Reino Unido; 5º) Japão.

#### 4.1.3 Da linearização

Três inferências emergem, imediatamente, a partir da análise gráfica da linearização:

- i) Notadamente o modelo é eficaz para descrever o processo de difusão destas duas tecnologias;
- ii) Nas economias em desenvolvimento, o modelo tem maiores dificuldades de ajustar a curva no início da difusão;
- iii) Nas economias desenvolvidas, o modelo tem maiores dificuldades de ajustar a curva próximo do fim da dinâmica.

Cabe destacar que, o termo “dificuldade” supracitado, referencia o quanto os dados empíricos se afastam da reta identidade. Existem eventos que podem ter conduzido estes movimentos pontuais, afastando as adoções do valor esperado, em especial os de ordem econômica. É razoável supor que, em uma série de tempo do tamanho investigado (25 anos), que os parâmetros típicos do modelo ( $p$ ,  $q$  e  $m$ ) não são constantes. Isto confere uma limitação ao modelo, visto que, o mesmo supõe que as interações de ordem social e econômica não são significativas para que os parâmetros de inovação, imitação e número final se diferenciem muito do valor esperado.

Importante distinguir que, podem ainda ocorrer eventos que causem alterações de caráter imediato nos valores de adoção esperados. Eventos os quais são de predição impossível, tanto o seu instante de acontecimento bem como a sua intensidade, e, portanto, variáveis que não se tem controle em nenhum tipo de modelagem (ex: alguma catástrofe, mudança política abrupta).

## 4.2 DADOS EMPÍRICOS X MODELO

No intuito de mensurar a qualidade da curva de ajuste frente aos dados empíricos, definiu-se o erro médio  $\langle N_E \rangle$ <sup>22</sup> e o desvio padrão  $\sigma_{N_E}$  por meio das seguintes equações respectivamente:

$$\langle N_E \rangle = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^T |N_E(k) - N_A(k)| \quad (8)$$

$$\sigma_{N_E} = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{k=1}^T (N_E(k) - \langle N_E \rangle)^2} \quad (9)$$

em que  $N_E(k)$  é o número de adotantes no instante k (empírico),  $N_A(k)$  é o número de adotantes no instante k (ajuste) e  $T = 25$  refere-se ao tamanho do intervalo de tempo de observação da série temporal.

Abaixo, a Tabela 1, ordena os menores erros médios e os respectivos desvios padrão da curva ajustada pelo modelo frente aos dados empíricos, para tecnologia da telefonia móvel em cada país analisado:

**Tabela 1 – Erro e desvio padrão da curva ajustada em relação aos dados empíricos para tecnologia da Telefonia Móvel**

PAÍS	$\langle N_E \rangle$	$\sigma_{N_E}$
ESTADOS UNIDOS	0,674%	0,598%
CANADÁ	0,744%	0,563%
ÍNDIA	1,293%	1,663%
CHINA	1,384%	0,958%
BRASIL	1,409%	1,046%
RÚSSIA	2,966%	4,323%
REINO UNIDO	3,191%	3,766%
FRANÇA	3,420%	2,487%
ÁFRICA DO SUL	4,212%	4,249%
JAPÃO	4,447%	2,856%
ITÁLIA	4,529%	3,601%
ALEMANHA	5,106%	4,047%

**Fonte: elaborado pelo autor**

<sup>22</sup> Erro: distância entre o dado empírico e a curva ajustada do modelo em cada instante de tempo. Médio: ao longo de 25 anos (1990-2014).

Observa-se que para tecnologia da telefonia móvel, entre os quatro menores erros há a presença de duas economias desenvolvidas e duas em desenvolvimento respectivamente, a saber, Estados Unidos, Canadá, Índia e China. Destaca-se, que nos dois menores erros, das economias desenvolvidas citadas, o modelo erra menos de 1%. Já os quatro maiores erros encontram-se em África do Sul, Japão, Itália e Alemanha, respectivamente.

A seguir, a Tabela 2, ordena os menores erros médios e os respectivos desvios padrão da curva ajustada pelo modelo frente aos dados empíricos, para tecnologia da internet em cada país analisado:

**Tabela 2 – Erro e desvio padrão da curva ajustada em relação aos dados empíricos para tecnologia da Internet**

PAÍS	$\langle N_E \rangle$	$\sigma_{N_E}$
ÍNDIA	0,214%	0,215%
CHINA	0,598%	0,581%
BRASIL	1,244%	1,080%
RÚSSIA	1,425%	1,510%
ALEMANHA	1,559%	1,178%
FRANÇA	2,074%	2,026%
JAPÃO	2,384%	1,641%
ESTADOS UNIDOS	2,404%	2,477%
ÁFRICA DO SUL	2,428%	2,220%
REINO UNIDO	2,516%	2,582%
ITÁLIA	2,599%	2,133%
CANADÁ	3,040%	2,247%

**Fonte: elaborado pelo autor**

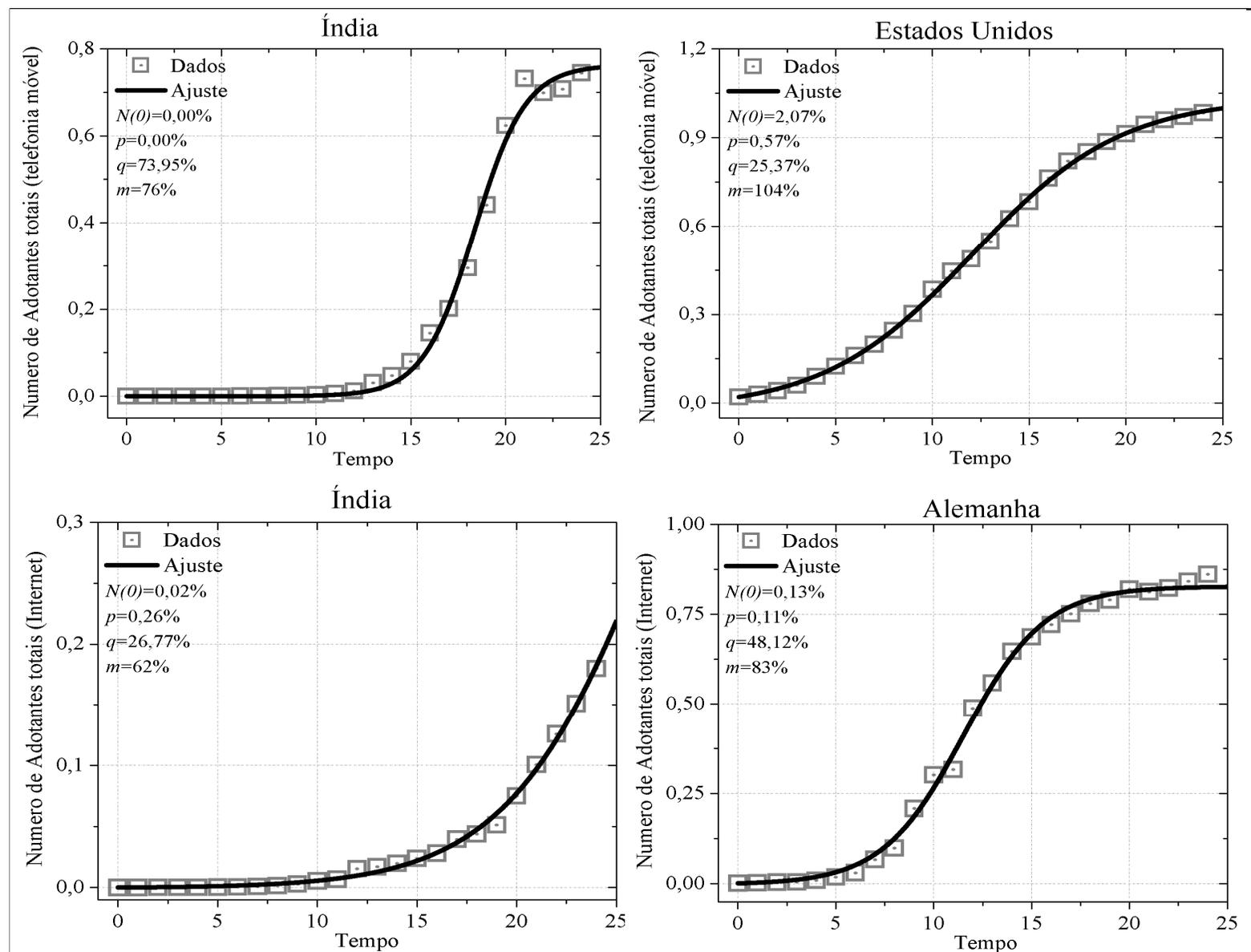
Na tecnologia da internet, entre os quatro menores erros encontram-se apenas nações em desenvolvimento, Índia, China, Brasil e Rússia, respectivamente. Como se pode observar, nas quatro nações referenciadas, o erro não chega a ultrapassar 1,5%. Nos quatro maiores erros encontra-se uma nação em desenvolvimento e três desenvolvidas, à saber, África do Sul, Reino Unido, Itália e Canadá, respectivamente.

Como constatado na seção 4.1.3 a respeito da precisão do modelo, e, adicionalmente estando de posse da existência de uma amplitude de erro de apenas 4,43% para tecnologia da telefonia móvel e apenas 2,83% para internet, dispensa-se a apresentação de todos os vinte e quatro (12 países x 02 tecnologias) gráficos das curvas “S” da dinâmica da difusão. Desta maneira, a seguir apresentam-se dois painéis contendo

os gráficos da curva ajustada pelo modelo x dados empíricos, obedecendo-se ao seguinte critério: menor e maior erro médio mensurado por tecnologia por grupo.

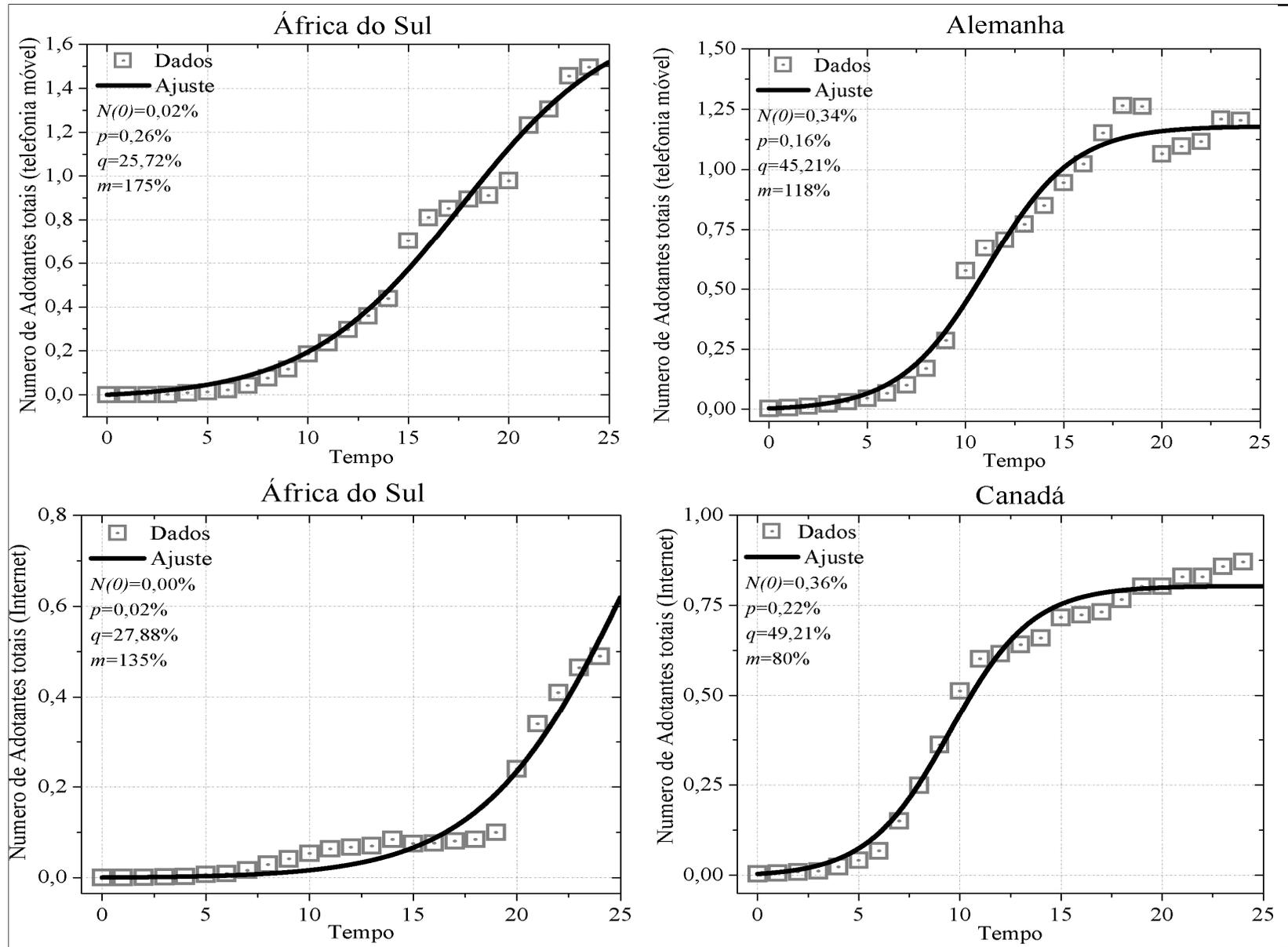
A Figura 7 apresenta os gráficos dos menores erros, sendo que então a Figura 8 apresenta os gráficos dos maiores erros, em que, cada painel retrata da esquerda para a direita os grupos (BRICS e G7 respectivamente) e de cima para baixo as tecnologias (telefonia móvel e internet respectivamente):

**Figura 7 – Ajuste do modelo x dados empíricos: menores erros**



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 8 – Ajuste do modelo x dados empíricos: maiores erros



Fonte: elaborado pelo autor

Como pode-se verificar, desde os erros médios e desvios padrão mensurados e apresentados em tabela anterior, complementando-se agora com a análise gráfica, o modelo de Bass (1969), aproxima-se satisfatoriamente aos dados empíricos para estes tipos de tecnologias. O erro médio de cada tecnologia para cada grupo é apresentado na Tabela 3 que segue:

**Tabela 3 – Erro médio do modelo por grupo para cada tecnologia**

<b>GRUPO</b>	<b>TELEFONIA MÓVEL</b>	<b>INTERNET</b>
<b>BRICS</b>	2,3%	1,2%
<b>G7</b>	3,2%	2,4%

**Fonte: elaborado pelo autor**

Da tabela anterior, é possível observar-se ainda que, o modelo erra menos ao ajustar a curva da difusão destas tecnologias nas economias em desenvolvimento do que nas desenvolvidas. Adicionalmente, se ajusta melhor aos dados da internet. A próxima seção trata-se de uma investigação das velocidades destas tecnologias para cada país.

#### 4.3 SOBRE AS VELOCIDADES

A velocidade da difusão de uma nova tecnologia está diretamente relacionada à taxa de adoção, isto é, o número de indivíduos que adotam a nova tecnologia por unidade de tempo. Dito em outras palavras, a variação no número de adotantes no período de um ano na série temporal tomada como amostra na pesquisa (Anexo I). A avaliação desta velocidade, segundo Tigre (2002), é de fundamental importância para estudos mercadológicos bem como para servir de parâmetro para o estabelecimento de metas e monitoramento de políticas públicas.

Para medir a velocidade instantânea, tomou-se a derivada numérica dos dados empíricos. Um dos métodos mais simples para esta finalidade é o das diferenças finitas (FRANCO, 2006). Segundo este algoritmo, a derivada pode ser aproximada como segue:

$$V = \frac{dN}{dt} \simeq \frac{N_{t+1} - N_t}{\Delta t} \quad (10)$$

em que  $N_t$  é o número de adotantes no instante  $t$ ;  $N_{t+1}$  é o número de adotantes do instante de tempo posterior ao instante  $t$ ;  $\Delta t$  é o passo de tempo (em particular,  $\Delta t = 1$  ano). Assim, deve-se perceber que, cada série temporal associada ao número de adotantes, gera outra série de dados correspondente à velocidade instantânea. Para evitar a observação de toda a série, caracterizou-se seu valor médio (a velocidade média) e, portanto seu desvio padrão, respectivamente demonstrados nas equações que seguem:

$$v = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T V_i \quad (11)$$

$$\sigma_{N_E} = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (V_i - v)^2} \quad (12)$$

em que  $T = 25$  anos, corresponde ao tempo de observação da série. A seguir, a Tabela 4 ordena as maiores velocidades médias de acordo com a proposição supracitada, para a tecnologia da telefonia móvel:

**Tabela 4 - Velocidade de difusão da tecnologia da telefonia móvel**

PAÍS	$v$	$\sigma_{N_E}$
ITÁLIA	5,28%	8,05%
RÚSSIA	4,95%	12,53%
JAPÃO	4,71%	2,92%
REINO UNIDO	4,60%	6,65%
FRANÇA	4,25%	4,53%
BRASIL	4,17%	8,17%
ESTADOS UNIDOS	3,88%	2,19%
ÁFRICA DO SUL	3,65%	12,48%
CANADÁ	3,52%	1,90%
ÍNDIA	3,17%	5,09%
CHINA	3,15%	4,07%
ALEMANHA	2,46%	13,03%

**Fonte: elaborado pelo autor**

Conforme proposto por Tigre (2002), a taxa de adoção, ou, a velocidade em que a nova tecnologia é adotada por membros de um sistema social, tende a variar segundo o país, o setor e a região. Por exemplo, a Itália possui a maior velocidade ao passo que a Alemanha tem a menor velocidade média ao longo dos 25 anos analisados. Leia-se, média de 5,28% adotantes / ano e média de 2,46% adotantes / ano, respectivamente.

O desvio padrão exibido na terceira coluna da Tabela 4 possibilita visualizar o quanto os valores das velocidades instantâneas estão dispersos em relação ao seu valor médio. Sendo assim, observa-se que no caso da Itália, a velocidade instantânea possui uma variabilidade em seu valor de 8,05% / ano. Dito em outras palavras, aproximadamente 66% dos valores das velocidades instantâneas da Itália estão limitadas no intervalo de 0% / ano - 13,33% / ano. Analogamente o intervalo das velocidades instantâneas para a Alemanha é de 0% / ano - 15,49% / ano.

A Tabela 5 a seguir, ordena as nações de acordo com as maiores velocidades médias para tecnologia da internet:

**Tabela 5 - Velocidade de difusão da tecnologia da internet**

PAÍS	$v$	$\sigma_{N_E}$
FRANÇA	3,80%	4,25%
ESTADOS UNIDOS	3,64%	3,27%
REINO UNIDO	3,51%	4,64%
RÚSSIA	3,50%	4,57%
ALEMANHA	3,40%	3,87%
BRASIL	3,25%	4,38%
CANADÁ	2,95%	4,65%
ITÁLIA	2,62%	2,51%
CHINA	2,37%	2,28%
ÁFRICA DO SUL	1,70%	3,65%
JAPÃO	1,28%	11,00%
ÍNDIA	0,92%	1,23%

**Fonte: elaborado pelo autor**

Notoriamente, para a internet, o número de adotantes por ano está muito mais próximo ao valor médio, sugerindo ser uma difusão mais homogênea. A França possui a maior velocidade média com 3,80% / ano, e, cerca de 66% dos valores das velocidades instantâneas deste país limitam-se em um intervalo de 0% / ano - 8,04% / ano. Do mesmo modo, a Índia com a menor velocidade média, a saber, 0,92% / ano, têm as velocidades instantâneas limitadas por um intervalo de 0% / ano - 2,15% / ano.

Nota-se que, em ambas as tecnologias, não há possibilidade de se formar um agrupamento por homogeneidade no que tange aos contextos econômicos frente às maiores ou menores velocidades. Destaca-se que não há uma relação direta entre a velocidade e o nível de desenvolvimento das economias analisadas, por exemplo, nas

maiores velocidades concentrarem-se somente todos os países desenvolvidos, ou somente todos em desenvolvimento.

#### 4.4 ESTIMATIVAS: INFLEXÃO E CAPACIDADE DE CRESCIMENTO

Esta seção tem o propósito de realizar algumas projeções no tocante a capacidade de crescimento destas tecnologias para cada país, e estimar seus instantes de inflexão. Nesse sentido é de suma importância recordar que, o instante de tempo zero da série de dados, em geral, não é o instante em que o número de adotantes é nulo. No entanto, está muito próximo, visto que a maioria dos países possui índices inferiores a 1% em 1990, fato corroborado por quem pesquisou o acesso a tais tecnologias em seu lançamento (GRAJEK, 2003).

A seguir, são exibidas as tabelas 6 e 7 para telefonia móvel e internet, respectivamente, que, apresentam para cada nação da esquerda para direita: i) o instante de inflexão a partir de 1990; ii) o quanto esta tecnologia ainda pode crescer em relação ao universo dos adotantes ( $m/N(2014) - 1$ ); iii) projeções para os próximos seis anos do número relativo final de adotantes totais ( $m$ ). Destaca-se que o ano 2015 encontra-se como projeção, visto que a base utilizada fornece dados empíricos até o ano de 2014, uma vez que a presente pesquisa fora executada durante o exercício de 2015, obviamente, então, não dispondo ainda de dados para este ano.

**Tabela 6 – Projeções para tecnologia da telefonia móvel**

PAÍS	T*	ESTIMATIVA DA DINÂMICA DO CRESCIMENTO						
		% ADOTANTES	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ÁFRICA DO SUL	17 anos e 8 meses	16,91%	152,0%	156,7%	160,5%	163,5%	166,0%	167,9%
ALEMANHA	11 anos e 2 meses	-2,01%						
BRASIL	18 anos e 6 meses	20,19%	147,1%	151,9%	155,6%	158,5%	160,7%	162,3%
CANADÁ	13 anos e 4 meses	8,45%	84,3%	85,4%	86,3%	87,0%	87,5%	88,0%
CHINA	19 anos e 5 meses	30,05%	98,1%	102,5%	106,2%	109,2%	111,6%	113,5%
ESTADOS UNIDOS	12 anos e 2 meses	5,68%	99,9%	100,7%	101,4%	101,9%	102,2%	102,5%
FRANÇA	10 anos e 6 meses	-5,34%						
ÍNDIA	18 anos e 5 meses	2,04%	75,8%	76,1%	76,2%	76,3%	76,3%	76,3%
ITÁLIA	11 anos e 1 mês	3,73%	158,7%	159,0%	159,2%	159,3%	159,4%	159,5%
JAPÃO	11 anos e 9 meses	9,79%	117,0%	119,2%	121,0%	122,6%	124,0%	125,2%
REINO UNIDO	10 anos e 4 meses	1,96%	125,9%	126,0%	126,1%	126,1%	126,1%	126,2%
RÚSSIA	15 anos	-0,74%						

**Fonte: elaborado pelo autor**

Com relação à inflexão observa-se que, nas economias em desenvolvimento esta tecnologia leva em média 18 anos para atingir a inflexão (mudar as taxas de crescentes

para decrescentes), ao passo que nas economias desenvolvidas este fenômeno leva em média 11 anos para acontecer. Os países que atingem mais rapidamente a inflexão são todos do G7, a saber: 1º) Reino Unido; 2º) França; 3º) Itália; 4º) Alemanha; 5º) Japão; 6º) Estados Unidos; 7º) Canadá.

Na tabela acima é possível evidenciar que, dois países desenvolvidos e um país em desenvolvimento, a saber, Alemanha, França e Rússia respectivamente, possuem valores para a população de adotantes superiores ao valor final previsto pelo modelo. Isto é observado, uma vez que o modelo fornece estimativas para adotantes totais menores que o dado empírico em 2014, ( $m < N(2014)$ ). Nestas nações, espera-se um decréscimo no número de adotantes. A parte destes três países citados estimou-se para as demais nações um acréscimo no número de adotantes.

Verifica-se que as nações com as maiores perspectivas para crescimento desta tecnologia são China, Brasil e África do Sul, todas, economias em desenvolvimento. Nas economias desenvolvidas, verifica-se Japão, Canadá e Estados Unidos ainda com potenciais de crescimento. Há um representante de cada contexto econômico na condição de estar muito próximo de atingir saturação, a saber, Índia e Reino Unido. A seguir apresentam-se as projeções para a tecnologia da internet.

**Tabela 7 - Projeções para tecnologia da internet**

PAÍS	T*	ESTIMATIVA DA DINÂMICA DO CRESCIMENTO						
		% ADOTANTES	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ÁFRICA DO SUL	25 anos e 7 meses	175,51%	62,0%	71,4%	80,6%	89,4%	97,3%	104,4%
ALEMANHA	11 anos e 7 meses	-3,70%						
BRASIL	16 anos e 10 meses	0,69%	54,8%	55,7%	56,4%	56,9%	57,3%	57,5%
CANADÁ	9 anos e 7 meses	-8,17%						
CHINA	18 anos	13,59%	52,4%	53,4%	54,1%	54,5%	54,9%	55,1%
ESTADOS UNIDOS	9 anos e 6 meses	-10,71%						
FRANÇA	14 anos e 6 meses	3,88%	85,0%	85,7%	86,1%	86,5%	86,7%	86,9%
ÍNDIA	27 anos e 4 meses	244,44%	21,9%	25,8%	30,0%	34,1%	38,2%	42,0%
ITÁLIA	13 anos e 7 meses	1,68%	59,7%	60,3%	60,9%	61,3%	61,6%	61,9%
JAPÃO	11 anos e 9 meses	-7,26%						
REINO UNIDO	11 anos e 6 meses	-6,12%						
RÚSSIA	21 anos e 2 meses	47,48%	79,6%	84,8%	89,1%	92,6%	95,3%	97,3%

**Fonte: elaborado pelo autor**

Observa-se que, nas economias em desenvolvimento a tecnologia da internet leva em média 22 anos para atingir a inflexão, ao passo que nas economias desenvolvidas este efeito leva em média 12 anos para acontecer. Novamente os países que atingem mais rapidamente a inflexão são todos do G7, a saber: 1º) Estados Unidos; 2º) Canadá; 3º) Reino Unido; 4º) Alemanha; 5º) Japão; 6º) Itália; 7º) França.

Na tabela acima é possível evidenciar que, praticamente quase todas as economias desenvolvidas, a saber, Alemanha, Canadá, Estados Unidos, Japão e Reino Unido possuem valores para a população de adotantes superiores ao valor final previsto pelo modelo. Nestas nações, espera-se um decréscimo no número de adotantes. A parte destes países citados estimou-se para as demais nações um acréscimo no número de adotantes. Verifica-se que as nações com maiores perspectivas de crescimento são África do Sul, Índia, Rússia e China, todas, economias em desenvolvimento. Dentre as nações com potenciais mínimos de crescimento para esta tecnologia, estão duas economias desenvolvidas e uma em desenvolvimento, a saber, França, Itália e Brasil respectivamente.

Adicionalmente, destaca-se que, a partir da obtenção do número final de adotantes totais para cada ano, dispostos em uma sequência, é possível estimar-se uma valiosa informação: quanto a tecnologia irá crescer a cada ano. Vale ressaltar que, esta projeção é tão melhor quanto menor é a janela de previsão, visto a limitação do modelo frente a mudança social e econômica (suposição dos parâmetros  $p$  e  $q$  constantes).

#### 4.5 DA RELAÇÃO DOS RESULTADOS DESTA PESQUISA COM OS ESTUDOS REVISADOS

Esta seção tem por finalidade realizar um comparativo entre os resultados desta pesquisa e os resultados apresentados na revisão empírica. A seção está dividida em dois momentos para contemplar separadamente cada tecnologia analisada.

##### 4.5.1 Da Telefonia Móvel

Segundo proposto por Gruber (2001), países que adotaram a telefonia móvel tardiamente possuem maiores velocidades de difusão. Fato explicável à luz de estudos como de Ganesh e Kumar (1996), o qual sugere que, os adotantes em populações retardatárias na introdução de uma tecnologia, têm maiores chances de ficarem inicialmente satisfeitos com o novo produto ou serviço, do que aqueles das nações líderes na adoção de inovação. A lógica intrínseca a esta sentença, é simples: um produto que já está no mercado há vários anos, atendendo uma determinada população, naturalmente tem alavancada a probabilidade de ter tido seus erros e falhas corrigidos, bem como o desenvolvimento de uma curva de aprendizado com os usuários e fornecedores. No

entanto, a pesquisa de Gruber (2001), restringiu-se às regiões central e oriental da Europa, e, indícios destes supostos não são perceptíveis nos resultados encontrados nesta pesquisa, uma vez que, países que adotaram a telefonia móvel tardiamente (como por exemplo, Índia e China), figuram entre as economias que apresentam as menores velocidades (exceção da Rússia). O que se constatou foi que, países que adotaram tardiamente, como por exemplo, Rússia e Índia (passaram a adotar a telefonia móvel apenas em 1991 e 1994, respectivamente), têm os maiores parâmetros de adotantes imitadores respectivamente, dentre todas as nações investigadas.

Notadamente, nos países em desenvolvimento, o parâmetro ( $m$ ) indica que haverá em torno 1,5 assinaturas (linhas) de telefone móvel por pessoa ou mais (com exceção da Índia). Nos desenvolvidos, o número final de adotantes totais não atingirá a tamanhos níveis (com exceção da Itália). Isto é perfeitamente aceitável e explicável por meio de estudos como os de: i) Grzybowski e Karamti (2010) que demonstraram em países desenvolvidos a telefonia móvel ser complementar a telefonia fixa; ii) Waverman, Meschi, Fuss (2005) que demonstraram a telefonia móvel ser substituta a telefonia fixa nas economias em desenvolvimento. Normalmente, nas economias em desenvolvimento, o investimento em infraestrutura deixa a desejar, e então, muito provavelmente, nestas nações as linhas de telefonia fixa sejam deficientes, estimulando a adoção de um serviço substituto. Logo, os índices ( $m$ ) destas economias, podem respaldar-se no fato de que, a disposição de seus cidadãos em pagar por um novo produto depende diretamente do benefício marginal oferecido por este (no caso o telefone móvel) em relação aquele produto (no caso, o telefone fixo) que, no instante da introdução do novo, atendia às necessidades do indivíduo (HORSKY, 1990).

Atenção especial dá-se nesta seção aos achados de Figueiredo (2009), pois tem propósitos similares a esta pesquisa, utilizando-se também do modelo Bass (1969), porém realizada apenas para o Brasil. A pesquisa de Figueiredo (2009) estimou que, a telefonia móvel atingiria sua saturação no Brasil, por volta do ano de 2013, algo não observável nos resultados da presente pesquisa. Visto que, ao final de 2014, o Brasil possuía aproximadamente 1,4 linhas por habitante, e os *outputs* do modelo indicaram ter capacidade de chegar ainda a aproximadamente 1,7, índice este que, nem em 2020 seria atingido como demonstrado nas projeções. Aqui surge uma importante questão: esta divergência muito provavelmente está atrelada a ausência de uma dinâmica dos parâmetros  $p$  e  $q$ , os quais o modelo de Bass (1969) supõe serem estáticos, permitindo assim, diferentes projeções, conforme os dados disponíveis no tempo em que se

realizaram. O ponto de inflexão encontrado por Figueiredo (2009) para a telefonia móvel no Brasil ocorreria por volta de dois a três anos antes do demonstrado nesta pesquisa.

Singh (2008), em sua pesquisa, também com propósitos similares ao desta, aplicada na Índia, utilizando-se do modelo de Gompertz (1825), já havia previsto o vertiginoso crescimento desta tecnologia neste país que, em 2005, possuía apenas 8% da população com telefonia móvel. Porém, suas projeções estavam subestimadas, uma vez que, projetou números totais de adotantes em relação à população do país na ordem de 37% em 2010 e 71% para 2016, sendo que, em 2010 chegou-se a 62% da população e em 2014 já eram 75% (vide tabela dos dados empíricos). Estipulou o ponto de inflexão entre 2012-2013, no entanto aqui evidenciou-se que, este já ocorreu entre 2008-2009. Por fim, ainda projetou que entre 2022-2023 haveria mais de uma linha por habitante, no entanto observou-se nesta pesquisa pelo modelo de Bass (1969), que isto não ocorrerá, visto que o estado assintótico indica no máximo 76% da população, demonstrando possibilidade de crescimento de apenas 2% até 2020. Vale lembrar que na tecnologia da telefonia móvel, o país em que o modelo aqui utilizado menos apresentou erro médio foi justamente na Índia.

#### **4.5.2 Da Internet**

Evidenciou-se que a difusão da internet tem maiores velocidades nos seguintes países: 1º) França; 2º) Estados Unidos; 3º) Reino Unido; 4º) Rússia; 5º) Alemanha, todos desenvolvidos exceto a Rússia. Os estudos revisados sinalizam concordância de que, a renda per capita é o principal fator de explicação da adoção da internet, o principal responsável pelo aumento das taxas de utilização. No entanto, as maiores rendas per captas no ano de 2014 ficam a cargo de: 1º) Estados Unidos; 2º) Canadá; 3º) Alemanha; 4º) Reino Unido; 5º) França (*WORLD BANK*, 2015). Este paralelo fornece um indício de que, não necessariamente em todos os contextos econômicos a renda per capita venha a ser o fator primordial para difusão desta tecnologia. Não está aqui se pretendendo dizer que esta variável não influenciaria ou não tem importância, muito pelo contrário, apenas demonstrar que em determinados contextos, esta pode perder sua intensidade, podendo ser acompanhada de outras variáveis influenciadoras na adoção da tecnologia em questão. Afinal, dentre as cinco maiores velocidades observadas, há presença de uma economia em desenvolvimento, e, quatro das maiores renda per capita estão entre as cinco maiores

velocidades, porém, não necessariamente há um casamento de hierarquia destas duas grandezas.

Como visto em Andrés *et al* (2010) a adoção da internet segue sempre o formato da curva “S” proposta por Rogers (1962), mas com padrões diferentes entre países de baixa e alta renda. Estas proposições mostram-se verdadeiras na análise da presente pesquisa. Adicionalmente, Andrés *et al* (2010) comentam que os países de renda inferior onde a difusão começou com atraso, estariam desfrutando de maiores velocidades. Esta constatação é contestável pelos resultados aqui encontrados, uma vez que, as nações que adotaram tardiamente a internet (todas do BRICS e notadamente as de rendas per capita inferior) não figuram exatamente nas maiores velocidades ocupando o topo do ranking (salvo, novamente a Rússia). Se isto fosse verdadeiro, os Estados Unidos, a nação com maior nível de adoção em 1990 e maior renda per capita do mundo, não deveria figurar com a segunda maior velocidade. Além do mais, mesmo em um novo esforço, analisando-se de maneira isolada os dois contextos econômicos, dentro do BRICS, China e Índia respectivamente as mais retardatárias, deveriam ocupar posições a frente dos demais como Rússia, Brasil e África do Sul, tal qual esta sequência, e não figurarem com as menores velocidades. O mesmo se repete para o caso do G7, Itália e Japão (principais retardatários deste grupo) deveriam possuir as maiores velocidade, e seria de se esperar que aparecessem à frente de França, Reino Unido, Alemanha, Canadá e EUA, exatamente nesta ordem, e não justamente com as menores velocidades.

Diversas pesquisas revisadas evidenciaram que os efeitos de rede são cruciais para difusão desta tecnologia, e estes efeitos são muito mais robustos nos países de alta renda. Se por externalidades de rede<sup>23</sup> entende-se o efeito que um utilizador de um bem ou serviço exerce sobre o valor deste bem ou serviço para outrem, então, fala-se aqui do parâmetro ( $q$ ) de Bass (1969), os adotantes imitadores. Logo, valida-se nesta pesquisa tais achados, frente a demonstração de que, os seis maiores parâmetros de ( $q$ ) são economias desenvolvidas (exceção da China, economia em desenvolvimento que aparece em 4ª posição neste critério).

A partir da observação das estimativas do número final de adotantes totais ( $m$ ), percebe-se que em muitas nações, quase metade da população não terá adotado a internet, é o caso de três das economias em desenvolvimento, a saber, China, Brasil e Índia, e uma

---

<sup>23</sup> Lei de Metcalfe. Bob Metcalfe foi um dos co-inventores da Ethernet, e criador da teoria dos efeitos de rede, ou externalidades de rede.

economia desenvolvida, a Itália. Isto indica o previsto por Crenshaw e Robison (2006) de que mesmo com o crescimento da atividade de internet em um país, um hiato digital poderá existir. Tal fato poderá exercer efeitos duradouros e perniciosos sobre o crescimento econômico e desenvolvimento humano de uma nação.

A próxima seção constitui-se dos esforços conclusivos da pesquisa, da resposta ao problema e do desfecho aos objetivos estipulados. Também são indicadas as limitações da pesquisa, além de se apontar sugestões de pesquisas futuras que emergem de questionamentos ainda sem respostas, induzidos por meio da avaliação dos *outputs* fornecidos pelo modelo.

## 5 CONCLUSÕES DA PESQUISA

A pesquisa revelou um conjunto de contribuições no tocante a dinâmica da difusão das TIC, visto que: i) a revisão empírica realizada constatou que os esforços de pesquisa concentram-se em identificar os determinantes; ii) empreendeu esforços importantes ao avaliar paralelamente esta dinâmica para um conjunto de países desenvolvidos e em desenvolvimento (vide anexo III), e, portanto, como tal dinâmica pode contribuir para a compreensão sobre a questão do progresso tecnológico.

A dinâmica da difusão da Telefonia Móvel e da Internet para o conjunto de países avaliados, apresentou exatamente o mesmo comportamento proposto por Rogers (1962), para toda inovação: uma curva em forma de “S” ao longo do tempo representando as adoções da população. Tal curva apresenta características particulares a cada contexto econômico, as quais são depuradas na sequência à luz dos objetivos, em comprometimento ao escopo desta pesquisa.

A pesquisa evidenciou aquilo que Bass (1969) propunha, de que, os adotantes imitadores exercem maior influência sobre a difusão de novas tecnologias. Isto é perceptível uma vez que: i) a fração da população de adotantes imitadores é consideravelmente superior a fração de adotantes inovadores; ii) a Rússia com parâmetro ( $p$ ) muito próximo a zero, mas com parâmetro ( $q$ ) de 78,5% (notadamente acima dos demais) é o país com a 2ª maior velocidade na tecnologia da telefonia móvel, e possui seu ponto de inflexão antecipado no mínimo em três anos em relação à economias semelhantes (grupo BRICS).

Segundo a literatura, que explora o parâmetro de imitação  $q$ , este captaria a efetividade da comunicação interpessoal e estaria basicamente associado com: i) o nível de homogeneidade econômica e cultural da população, e; ii) com o poder de persuasão dos consumidores que já adotaram o produto (DEROÏAN, 2002; TALUKDAR; SUDHIR; AINSLIE, 2002). Notou-se que a capacidade de influência, varia de uma tecnologia para outra, afinal não há nas duas tecnologias exatamente os mesmos representantes entre os cinco maiores  $q$ , há apenas duas nações em comum, à saber, Alemanha e Reino Unido.

Observa-se que em ambas as tecnologias os países que figuram entre aqueles com os maiores parâmetros  $p$ , são países desenvolvidos, evidenciando desta maneira que, países com melhores rendas tendem a ter mais adotantes do tipo inovadores na população,

ou seja, indivíduos mais dispostos a assumir riscos na adoção de alguma novidade do mercado (DICKERSON; GENTRY, 1983).

A pesquisa verificou ainda que: i) os países desenvolvidos analisados atingiram o ponto de inflexão no processo de difusão antes que as economias em desenvolvimento; ii) na maioria das economias em desenvolvimento analisadas, estas tecnologias ainda apresentam potencial capacidade para difusão; iii) cinco das maiores potências econômicas já teriam atingido saturação na adoção da internet, somente França e Itália ainda teriam possibilidades de crescimento, e; iv) a Alemanha é a única nação que, segundo o modelo teria atingido saturação nas duas tecnologias.

Uma consolidação dos tópicos referenciados no parágrafo anterior ajuda a compreender parcialmente o problema do progresso tecnológico em economias emergentes. De forma geral, observa-se que, nas economias em desenvolvimento, além da adoção tardia, leva-se muito mais tempo para capturar o máximo de novos adotantes por ano, chegando ao ponto de que, enquanto os países desenvolvidos já estão atingindo saturação, na maioria destas economias em desenvolvimento as tecnologias tem ainda bastante capacidade para crescer. Tomando-se isto por base, e, levando-se em conta que, estas duas tecnologias tendem a contribuir na difusão de outras inovações, sabe-se que o problema do progresso tecnológico retardado, tende a se agravar para as economias em desenvolvimento, caso não sejam tomadas medidas cabíveis por parte de suas autoridades. A curva de consumo dos países em desenvolvimento corrobora ao parecer do relatório do *World Bank* (2008) de que, as novas tecnologias para estes países chegam como “lançamentos” após já terem atingido relativa maturidade nos desenvolvidos.

A seguir, promove-se uma reflexão em maior profundidade sobre quatro aspectos, a saber: i) número final de adotantes; ii) velocidades; iii) precisão do modelo; iv) outras constatações sobre o modelo no tocante a microeconomia e organização industrial. Posteriormente destacam-se os pareceres sobre as hipóteses da pesquisa, apresentam-se as limitações do estudo e propõem-se orientação à novas pesquisas que contribuam para esta discussão.

- **Sobre as estimativas do número final de adotantes**

Verificou-se que, nas economias em desenvolvimento há uma forte tendência para que ocorram médias muito próximas entre 1,5 e 2 linhas de telefone móvel por indivíduo, ao passo que, duas economias desenvolvidas, a saber, França e Canadá não chegarão a

ter sequer uma linha de telefone móvel por habitante. O parâmetro ( $m$ ) na telefonia móvel dos países em desenvolvimento denota o previsto, dadas as condições de investimento em infraestrutura e ineficiência destas nações: níveis maiores de necessidade aumentam a quantidade de adotantes (VAN DER BOOR; OLIVEIRA; VELOSO, 2014; URBAN; VON HIPPEL, 1998). Não que esta questão das necessidades seja o determinante principal na determinação do número final de adotantes totais, mas pelo visto, exerce considerável influência para estes níveis de ( $m$ ). Segundo Geroski (2000) e Mansfield (1968), quanto maiores às necessidades, mais rapidamente se difundiu a tecnologia. No entanto, aqui, isto não parece fazer muito sentido, visto que, se maiores necessidades tendem a gerar maior número de adotantes finais, então os países exatamente enquadrados nesta circunstância para telefonia móvel, a saber, Brasil e África do Sul, não estão entre aqueles que possuem maior velocidade média.

As previsões do modelo, no tocante ao número final de adotantes, são importantes informações às nações, pois demonstram o *gap* existente no tocante ao acesso a uma determinada tecnologia, e muito mais, nas tecnologias em questão, fala-se implicitamente do acesso a informação. Nações como Brasil, China, Índia e Itália, os menores índices de ( $m$ ), atingiriam apenas pouco mais da metade de sua população com acesso a internet. O que faltaria para que nestas nações, dadas suas rendas per capita, a internet possa atingir níveis maiores da população? São barreiras topográficas insuperáveis? Falta investimento em infraestrutura, e se sim, qual a relação, o quanto? É a dinâmica populacional, em particular de cada nação, que contém alta fração de gerações que não conseguem se adaptar a estas tecnologias (população mais idosa) fazendo com que o modelo subestime este parâmetro? Esta investigação instigada pelos resultados do parâmetro ( $m$ ), é de suma importância, visto que, a não disseminação desta tecnologia por completo em uma população acarretaria grandes prejuízos, como atraso tecnológico, dadas as evidências empíricas de quem verificou a internet como aceleradora de outras inovações (PRINCE; SIMON, 2009). Estes autores evidenciaram que, as famílias que adotaram antes a internet, consumiam significativamente maior quantidade de novos produtos em comparação as famílias que ainda não acessavam internet. Tem-se aí, uma conexão direta do modelo para nortear políticas tecnológicas com vistas ao crescimento econômico. Na avaliação da tecnologia internet, há ainda um fato curioso que carece maiores investigações: em uma tecnologia em que a lógica deva ser o parâmetro ( $m$ ) tendendo a 1, o que faria com que uma economia em desenvolvimento como a África do Sul adotasse mais de um serviço (provedor) de internet por pessoa?

- **Das velocidades**

Observa-se claramente a não existência de um agrupamento padrão, que poderia ser formado pela relação entre os contextos econômicos e as velocidades. Consta-se então, nesta pesquisa, a existência de um paradoxo, visto que não é possível encontrar sustentação para afirmação de que, nações que adotam tardiamente estas tecnologias tendem a ter maiores velocidades, conforme revisão empírica, pelo menos não parece ser o caso destas duas tecnologias.

Notoriamente, todos os países do BRICS apresentam-se como os países que, mais tardiamente, adotaram as tecnologias aqui objetos de investigação (vide dados empíricos de 1990 a 2005), e, no entanto, não aparecem exatamente como as cinco maiores velocidades. O relatório do World Bank (2008) incita que a inovação nas nações em desenvolvimento é dependente do mundo industrializado, o que é notório no início das curvas, mas presumir que somente o fato das tecnologias já chegarem ao mundo em desenvolvimento supostamente com alto *feedback* de aprendizado incorporado, logo, extremamente melhoradas (indivíduos veem menos risco e ficam mais facilmente satisfeitos) tornaria por si só a difusão destas tecnologias mais aceleradas nestas nações, não parece fazer muito sentido. Muito provavelmente por que outras questões nestes países pesam sobre o comportamento marginal da adoção (novos consumidores por ano), tais como, renda per capita, grau de concentração dos ofertantes destas tecnologias e preços, respectivamente.

Evidenciou-se, também, que os países desenvolvidos não figuram todos exatamente nas primeiras maiores velocidades, e, portanto, a suposição de que uma população mais educada necessariamente gere maior rapidez na difusão, ou que, o nível de instrução seja o determinante principal não parecem fazer muito sentido para estas duas tecnologias. Sugerindo a presença de outros fatores relacionados ao marketing, por exemplo, bem como corroborando a existência do fator necessidade.

Estes achados sugerem atenção especial para duas hipóteses: i) aquela importância atribuída por Bass (1969), aos imitadores no processo, é acentuada para nações que adotam tardiamente, dependendo o tipo de tecnologia; ii) falta de um consenso sobre o que é a velocidade da tecnologia, aqui tomada como média dos novos adotantes, ou seja, definida com um olhar ao comportamento marginal, não estritamente a um nível final de adoção. Por fim, cabe ainda referenciar que: i) os países que mais tardiamente adotaram

estas tecnologias (todos do BRICS) possuem os maiores tempos para inflexão em ambas as tecnologias, e; ii) os países desenvolvidos com adoções precoces aqui avaliados, alcançam mais rapidamente o ponto de inflexão.

- **Sobre a eficácia do modelo**

A proposta do modelo aqui utilizado, é delinear a dinâmica da difusão, leia-se o comportamento do consumo (adoção) de uma nova tecnologia ou produto. Sendo assim, uma vez que utiliza-se de dados de consumo efetivado (proporção de indivíduos que de fato aderiram a novidade), é importante esclarecer que, todos os fatores sejam de quaisquer natureza que, impactem tanto de maneira negativa quanto positiva o consumo, estão intrínsecos aos próprios dados de consumo. Em outras palavras, o dado empírico utilizado (consumo dos indivíduos), já se encontra influenciado destes eventos, o consumo já fora influenciado *ex-ante*. Novos fatores que, estão influenciando ou vão influenciar o comportamento do consumidor (adotantes), não se realizam instantaneamente entre um instante de tempo e outro, há de se convir que seja necessário mais de um ano para que consumidores (adotantes) adaptem seus hábitos. Logo, aliado a isto, e, levando-se em conta que o modelo atua na média dos pontos, o nível de confiança de suas estimações é irrefutável.

O modelo demonstrou ser eficaz enquanto ferramenta de predição ao ajustar as curvas de difusão destas tecnologias com baixos índices de erros<sup>24</sup>, que ao longo de 25 anos ficam entre 0,2% e 5,1% na média (0,21% - 3,04% para internet; 0,67% - 5,11% para telefonia móvel). Imagine-se a significância para uma empresa, de uma previsão de demanda (principal *input* em análise de cenário para definição de ROI<sup>25</sup>) com apenas 0,2% - 5% de erro, ou para o governo, de modo a orientar os gastos em infraestrutura ou mesmo antever situações (regulação mercado / concorrência, imposições de tarifas), especialmente com olhar ao parâmetro (*m*).

Em suma, além dos pequenos erros verificados por meio da análise gráfica (dados empíricos x curvas ajustadas do modelo) e dos testes de linearização, verificou-se que o modelo descreve adequadamente o processo de difusão de uma tecnologia, utilizando-se simplesmente dos dados disponíveis de consumo (adoções). Em um modelo

---

<sup>24</sup> Distância entre o valor de Y (adotantes) determinado pelo modelo e o valor empírico (consumo de fato)

<sup>25</sup> Retorno do investimento

epidemiológico, como o de Bass (1969), basta obter-se a fração da população que adotou / consumiu, afinal, na proporção da população, está implícita a condicional de que é a informação que determina a difusão. Como Geroski (2000), em profunda revisão literária a respeito de modelos para análise de difusão afirma: isto é difícil de ser contestado.

- **Outras constatações**

A pesquisa no campo das inovações representa uma das principais lacunas entre as necessidades da tomada de decisões na indústria e as capacidades analíticas de estudiosos acadêmicos (GOLD, 1982). A precisão deste modelo usando uma única simples variável, o consumo de fato, demonstra que sua utilização, permite auxiliar na condução do conflito de interesses entre diversos departamentos de uma empresa, quando da decisão de se investir ou não em determinado projeto de inovação, ou seja, aprimora a assertividade da decisão, libertando-a de pareceres tendenciosos. Visto que, a maioria dos modelos de orçamento de capital, tendem a ser adversos às inovações (GOLD, 1982).

Pelo detalhamento de informações que o modelo fornece, percorrendo os dados empíricos, é visível ainda sua utilidade enquanto orientador para tomada de decisão de entrada, saída ou mesmo manter-se com uma tecnologia ou produto em um determinado mercado. Afinal, se está de posse dos momentos em que as taxas de adoção são crescentes, quando viram decrescentes e de quando se dará a saturação. Com um olhar *Schupeteriano* aos aspectos concorrenciais entre operadoras de telefonia móvel, Corrocher e Zirulia (2010) evidenciaram que, quando as firmas operam nos estágios iniciais de difusão (baixa saturação), elas enfrentam um risco de migração<sup>26</sup> praticamente nulo. Ao passo que, enquanto as firmas crescem ao longo do tempo juntamente com a saturação (quando o número de potenciais novos adotantes diminui), o risco da migração e da canibalização via preços aumenta. Nestes cenários, a aplicação do modelo de Bass (1969) permite antever o momento da saída bem como a viabilidade da entrada.

O modelo ainda demonstra flexibilidade e riqueza para detalhar projeções, como por exemplo, demonstrado estimativas de demanda para determinados anos que se almeje, uma valiosa informação, tanto para investidores quanto para união federativa ao se estabelecer políticas de gênero regulatório. Nota-se que, o modelo de Bass (1969)

---

<sup>26</sup> Migração aqui denota o ato em que um cliente (adotante acumulado) troca de operadora

fornece subsídios para auxiliar decisores de políticas, e pode atuar como instrumento à formulação de políticas públicas (DEROÏAN, 2002; GEROSKI, 2000).

Em linhas gerais, análises estruturadas do processo de difusão de inovações como a realizada nesta pesquisa (que se utilizou justamente de duas tecnologias que revolucionaram a história da humanidade e são mecanismos de difusão para outras inovações) podem auxiliar: i) os gestores de empresas a minimizarem equívocos em análises de cenários no que tange à estimativas de demandas por novos produtos e na formulação do planejamento estratégico; ii) as firmas a potencializarem previsões de receitas, de lucros, de dimensionamento de mercado e, conseqüentemente, de capacidade de crescimento; iii) lideranças governamentais no momento em que formulam sua políticas tecnológicas e/ou industriais, afinal, os avanços tecnológicos são o principal meio de reforçar a competitividade da indústria nacional (GOLD, 1982).

- **Das hipóteses da pesquisa**

Com relação às hipóteses formuladas ao longo da construção desta pesquisa, verificou-se diante das evidências apresentadas, que as hipóteses de números 2, 3 e 4 são confirmadas, ou seja, dos países analisados àqueles desenvolvidos tem mais inovadores e atingiram antes a inflexão, a dinâmica revelou-se em formato “S” exatamente como propunha Rogers (1962), e, o modelo de Bass (1969), tem qualidade para este tipo de análise.

No entanto, a hipótese de número 1 deve ser refutada mediante a constatação de um paradoxo no que se refere à velocidade. Os países de adoção tardia não possuem as maiores velocidades de difusão.

- **Limitações do estudo**

Com relação a limitações deste estudo, cabe aqui destacar duas limitações:

1) **No que diz respeito à utilização deste modelo:** este pressupõe que os parâmetros qualificadores dos adotantes são constantes, algo já devidamente comentado na fase de análise dos resultados;

2) **No que diz respeito à utilização de dados de consumo:** as projeções são mais assertivas quanto maior for a série temporal, mas são válidas somente para o curto

prazo, pois projeções para médio e longo prazo podem ser contestadas frente às alterações no perfil de consumo, o que implica em rodar novamente o modelo realizando novas projeções.

Estas limitações não revogam de forma alguma os principais resultados obtidos no que tange ao formato das curvas que caracteriza a dinâmica da difusão em cada nível de desenvolvimento, e as velocidades.

- **Sugestões de pesquisas futuras**

Com relação à pesquisa futura, alguns questionamentos são dignos de esclarecimentos em maior profundidade, tais como:

1) Além dos desvios (ainda que mínimos) no teste de linearização, algumas evidências oriundas dos comparativos ao longo da fase de análise, remetem para a questão dos parâmetros de adotantes inovadores ( $p$ ) e adotantes imitadores ( $q$ ) serem constantes (estáticos). Então, sugere-se realizar uma pesquisa para avaliar a possibilidade de obter tais parâmetros de maneira dinâmica, para aprimoramento de certas avaliações. Além de uma investigação no sentido de esclarecer, se para outras tecnologias, a dinâmica inicial das economias em desenvolvimento, e a final das desenvolvidas, seguem o mesmo movimento daquele evidenciado aqui no tocante aos desvios, e, então, entender o porquê isto ocorre.

2) Como o modelo demonstrou ser eficaz para projeções, vislumbra-se facilmente sua capacidade de predição para outros lançamentos, e, assim, sugere-se sua aplicação na construção de estratégias das firmas, para a decisão de entrada e saída em mercados, de modo a atingir-se mais rapidamente o ROI. Ou seja, diante de uma gama de mercados, por meio da execução do modelo, obter-se um sequenciamento que contemple as melhores combinações de  $p + q$ , e os menores  $T^*$ . Isto é claro, em cenários nos quais se usufrua da mesma amortização de projeto, e que os custos logísticos não transcendam os ganhos com a estratégia de alternância. Esta aplicabilidade sugerida está atrelada a ideia de um ROI mais rápido, maiores ROI no médio e longo prazo, estão associados a maiores parâmetros ( $m$ ).

3) Uma vez ajustadas as curvas e de posse dos gráficos, verifica-se estes como instrumentos condutores para um estudo de eventos, em busca de explicações técnicas para determinados anos, especificamente aqueles em que tenha ocorrido pontos de consumo abaixo ou acima do esperado (da média). O que se quer dizer é: investigar o que

fez com que o comportamento do consumo (adoção dos indivíduos) tenha mudado em determinado(s) ano(s), cujos pontos de consumo ficaram em torno de 4% aquém do erro médio.

## REFERÊNCIAS

ABU, S. T. Technological innovations and 3G mobile phone diffusion: Lessons learned from Japan. **Telematics and Informatics**, v. 27, n. 4, p. 418-432, 2010.

AHN, H.; LEE, M-H. An econometric analysis of the demand for access to mobile telephone networks. **Information Economics and Policy**, v. 11, n. 3, p. 297-305, 1999.

AKER, J. C.; MBITI, I. M. Mobile phones and economic development in Africa. **Center for Global Development Working Paper**, n. 211, 2010.

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à administração e economia**. 3ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

ANDRÉS, L. *et al.* The diffusion of the Internet: A cross-country analysis. **Telecommunications Policy**, v. 34, n. 5, p.323-340, 2010.

BAGCHI, K.; UDO, G.; KIRS, P. Global diffusion of the internet XII: the internet growth in Africa: some empirical results. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 19, n. 1, p. 16, 2007.

BAGCHI, K.; KIRS, P.; LÓPEZ, F. The impact of price decreases on telephone and cell phone diffusion. **Information & Management**, v. 45, n. 3, p.183-193, 2008.

BASS, F. M. A New Product Growth for Model Consumer Durables. **Management Science**, v.15, p.215-227, 1969.

BASS, F. M.; KRISHNAN, T.; JAIN, D.C.; Why the Bass Model fits without decision variables. **Marketing Science**, v.13, n.3, p. 203-223, 1994.

BAUER, J. M.; BERNE, M.; MAITLAND, C. F. Internet access in the European Union and in the United States. **Telematics and Informatics**, v. 19, n. 2, p. 117-137, 2002.

BAYER, J.; MELONE, N. A Critique of Diffusion Theory as a Managerial Framework for Understanding Adoption of Software Engineering Innovations. **Journal of Systems and Software**, v.9, n.2, p.161-66, 1989.

BEILOCK, R.; DIMITROVA, D.V. An exploratory model of inter-country Internet diffusion. **Telecommunications Policy**, v. 27, n. 3, p.237-252, 2003.

BELL, H.; TANG, N. K. H. The effectiveness of commercial Internet Web sites: a user's perspective. **Internet Research**, v. 8, n. 3, p.219-228, 1998.

BEWLEY, R.; FIEBIG, D. G. A flexible logistic growth model with applications in telecommunications. **International Journal of Forecasting**, v. 4, n. 2, p. 177-192, 1988.

BIGGS, S. D. A multiple source of innovation model of agricultural research and technology promotion. **World Development**, v.18, n. 11, p.1481-1499, 1990.

BINGHAM, R. C. **A economia em linguagem matemática**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

BOCQUET, R.; BROSSARD, O.; SABATIER, M. Complementarities in organizational design and the diffusion of information technologies: An empirical analysis. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 367-386, 2007.

BONACCORSI, A. *et al.* **Measuring and modelling Internet diffusion using second level domains: the case of Italy**. LEM Working Paper Series, 2002.

BRESNAHAN, T. F.; TRAJTENBERG, M. General purpose technologies 'Engines of growth'?. **Journal of econometrics**, v. 65, n. 1, p.83-108, 1995.

CABRAL, L. M. B.; KRETSCHMER, T. 10 Standards battles and public policy. **Standards and public policy**, p. 329, 2006.

CASSIOLATO, J. E. A economia do conhecimento e as novas políticas industriais e tecnológicas (cap.7). In: LASTRES, H. M.M.; ALBAGLI, S. (orgs). **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, p. 164-190, 1999.

CASTELLS, M.; GERHARDT, K. B. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e terra, 2000.

CENSUS (2015). **United States Census Bureau Indicators Database**. Disponível em: <[http://www.census.gov/compendia/statab/cats/international\\_statistics/telecommunications\\_computers.html](http://www.census.gov/compendia/statab/cats/international_statistics/telecommunications_computers.html)>. Acesso em: 14 de ago. 2015.

CHATTERJEE, R. A.; ELIASHBERG, J. The innovation diffusion process in a heterogeneous population: A micromodeling approach. **Management science**, v. 36, n. 9, p. 1057-1079, 1990.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Boston: Harvard Business Scholl Press, 2003.

CHINN, M. D.; FAIRLIE, R. W. The determinants of the global digital divide: a cross-country analysis of computer and internet penetration. **Oxford Economic Papers**, n.59, p.16-44, 2006.

COPPEL, J. "E-Commerce: Impacts and Policy Challenges". **OECD Economics Department Working Papers**, No. 252, OECD Publishing, 2000.

CORROCHER, N.; ZIRULIA, L. Demand and innovation in services: The case of mobile communications. **Research Policy**, v. 39, n. 7, p. 945-955, 2010.

CORROCHER, N. The diffusion of Internet telephony among consumers and firms: current issues and future prospects. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 70, n. 6, p. 525-544, 2003.

CRENSHAW, E. M.; ROBISON, K. K. Globalization and the Digital Divide: The Roles of Structural Conduciveness and Global Connection in Internet Diffusion. **Social Science Quarterly**, v. 87, n. 1, p.190-207, 2006.

DALLA VALLE, A.; FURLAN, C. Diffusion of nuclear energy in some developing countries. **Technological Forecasting and Social Change**, v.81, p.143-153, 2014.

DAY, G. S.; SCHOEMAKER, P. J. H.; GUNTHER, R. E. **Wharton on managing emerging technologies**. John Wiley & Sons, 2004.

DEROÏAN, F. Formation of social networks and diffusion of innovations. **Research Policy**, v. 31, n. 5, p. 835-846, 2002.

DHOLAKIA, N; DHOLAKIA, R. R.; KSHETRI, N. Internet diffusion. **The Internet Encyclopedia**, 2003.

DICKERSON, M. D.; GENTRY, J. W. Characteristics of adopters and non-adopters of home computers. **Journal of Consumer Research**, v. 10, p. 225-235. 1983.

DODDS, W. An Application of the Bass Model in Long- Term New Product Forecasting. **Journal of Marketing Research**, n.10, p.308-311, 1973.

DOGANOGLU, T.; GRZYBOWSKI, L. Estimating network effects in mobile telephony in Germany. **Information Economics and Policy**, v. 19, n. 1, p. 65-79, 2007.

DONNER, J. Research approaches to mobile use in the developing world: A review of the literature. **The information society**, v. 24, n. 3, p.140-159, 2008.

DOSI, G. (1984). **Mudança Técnica e Transformação Industrial**: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006 (para a tradução brasileira).

EMMANOULIDES, C. J.; DAVIES, R. B. Modelling and estimation of social interaction effects in new product diffusion. **European Journal of Operational Research**, v.177, n. 2, p.1253-1274, 2007.

ESTACHE, A.; MANACORDA, M.; VALLETTI, T. M. Telecommunication reforms, access regulation, and Internet adoption in Latin America. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 2802, 2002.

FEDER, G.; O'MARA, G. T. On information and innovation diffusion: A Bayesian approach. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 64, n. 1, p. 145-147, 1982.

FIGUEIREDO, J. C. B. Estudo da difusão da tecnologia móvel celular no Brasil: uma abordagem com o uso de Dinâmica de Sistemas. **Produção, São Paulo: USP**, v. 19, n. 1, p. 230-245, 2009.

FILOS, E.; BANAHAN, E. Towards the smart organization: An emerging organizational paradigm and the contribution of the European RTD programs. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 12, n. 2, p. 101-119, 2001.

FLOYD, A. Trend forecasting: A methodology for figure of merit. In: **Technological forecasting for industry and government: methods and applications**. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 1962. p. 95-109.

FRANCO, N. B. **Cálculo Numérico**. Pearson Prentice Hall, 2006.

FURTADO, A. Difusão Tecnológica: um debate superado? In PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006.

GALLIANO, D.; ROUX, P. The evolution of the spatial digital divide: From internet adoption to internet use by French industrial firms. **Cahier du GRES**, n.25, 2005.

GANESH, J.; KUMAR, V. Capturing the cross-national learning effect: An analysis of an industrial technology diffusion. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 24, p. 328-327, 1996.

GEROSKI, P. A. Models of technology diffusion. **Research policy**, v. 29, n. 4, p. 603-625, 2000.

GODINHO, M. M. Inovação e Difusão da Inovação: Conceitos e Perspectivas Fundamentais. In: RODRIGUES, M. J.; NEVES, A.; GODINHO, M. M. **Para uma Política de Inovação em Portugal**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 2003.

GOLD, B. Productivity, technological change and international competitiveness. **Technovation**, v. 1, n. 3, p. 203-213, 1982.

GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**, p. 513-583, 1825.

GRAJEK, M. Estimating network effects and compatibility in mobile telecommunications. **WZB markets and political economy working paper No. SP II**, v. 26, p. 07-001, 2003.

GRAJEK, M.; KRETSCHMER, T. Usage and diffusion of cellular telephony, 1998–2004. **International Journal of Industrial Organization**, v. 27, n. 2, p. 238-249, 2009.

GREENSTEIN, S.; PRINCE, J. **The Diffusion of the Internet and the Geography of the Digital Divide in the United States**. National Bureau of Economic Research: Cambridge, 2006.

GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v. 25, n. 4, p. 501-522, 1957.

GRUBER, H. Competition and innovation: The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe. **Information Economics and Policy**, v. 13, n. 1, p. 19-34, 2001.

GRUBER, H; KOUTROUMPIS, P. Mobile communications: Diffusion facts and prospects. **Communications and Strategies**, n. 77, p. 133-145, 2010.

GRUBER, H; KOUTROUMPIS, P. Mobile telecommunications and the impact on economic development. **Economic Policy**, v. 26, n. 67, p.387-426, 2011.

GRUBER, H.; VERBOVEN, F. The evolution of markets under entry and standards regulation—the case of global mobile telecommunications. **International Journal of Industrial Organization**, v. 19, n. 7, p.1189-1212, 2001a.

GRUBER, H; VERBOVEN, F. The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union. **European Economic Review**, v. 45, n. 3, p. 577-588, 2001b.

GRZYBOWSKI, L.; KARAMTI, C. Competition in mobile telephony in France and Germany. **The Manchester School**, v. 78, n. 6, p.702-724, 2010.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

GUPTA, R.; JAIN, K. Diffusion of mobile telephony in India: An empirical study. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 4, p. 709-715, 2012.

GUSEO, R.; MORTARINO, C.; DARDA M. A. Homogeneous and heterogeneous diffusion models: Algerian natural gas production. **Technological Forecasting and Social Change**, v.90, p.366-378, 2015.

HALL, B. H.; KHAN, B. **Adoption of new technology**. National Bureau of Economic Research, 2003.

HALL, B. H. **Innovation and diffusion**. National Bureau of Economic Research, 2004.

HARGITTAI, E. Weaving the Western Web: Explaining differences in Internet connectivity among OECD countries. **Telecommunications policy**, v. 23, n. 10, p. 701-718, 1999.

HETTNE, B. **Development theory and Third World**. UK: Longman Scientific and Technical Publications, Essex, 1990.

HIEBERT, L. D. Risk, learning, and the adoption of fertilizer responsive seed varieties. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 56, n. 4, p. 764-768, 1974.

HORSKY, D. The effects of income, price and information on the diffusion of new consumer durables. **Marketing Science**, v. 9, n. 4, p. 342-365, 1990.

ITU (2015). **International Telecommunication Union Indicators Database**. Disponível em: < <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>>. Acesso em: 14 de ago. 2015.

- IZERROUGENE, B.; URPIA, A.G.B.C.; DE ALMEIDA, I.F.G. A Lógica da acumulação capitalista na economia informacional. **Liinc em Revista**, v. 6, n. 1, 2010.
- JENSEN, R. Adoption and diffusion of an innovation of uncertain profitability. **Journal of economic theory**, v. 27, n. 1, p. 182-193, 1982.
- JEULAND, A. P. Parsimonious models of diffusion of innovation. Part A: Derivations and comparisons. **University of Chicago**, 1981.
- KALBA, K. The adoption of mobile phones in emerging markets: Global diffusion and the rural challenge. **International journal of Communication**, v. 2, p.31, 2008.
- KALISH, S.; LILIEN, G. L. A Market Entry Timing Model for New Technologies. **Management Science**, v. 32, n.32, p.194-205, 1986.
- KAPUR, S. Technological diffusion with social learning. **Journal of Industrial Economics**, v. 43, n. 2, p. 173-195, 1995.
- KELLER, W. Trade and the Transmission of Technology. **Journal of Economic growth**, v. 7, n. 1, p. 5-24, 2002.
- KENNY, C. The Internet and economic growth in less-developed Countries: A case of managing expectations? **Oxford Development Studies**, v. 31, n. 1, p.99-113, 2003.
- KIMURA, H.; KAYO, E. K.; PERERA, L. C. J. Difusão de Inovações entre Consumidores Conectados em Redes Sociais. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 10, n. 1, p. 73-100, 2011.
- KIISKI, S.; POHJOLA, M. Cross-country diffusion of the Internet. **Information Economics and Policy**, v. 14, n. 2, p.297-310, 2002.
- KOSKI, H.; KRETSCHMER, T. Entry, standards and competition: Firm strategies and the diffusion of mobile telephony. **Review of Industrial Organization**, v. 26, n. 1, p.89-113, 2005.
- LANCASTER, K. **Economía matemática**. Antoni Bosch, 1972.
- LATTIN, J. M.; ROBERTS, J. H. **Modeling the role of risk-adjusted utility in the diffusion of innovation**. Graduate School of Business, Stanford University, 1988.
- LEE, S.; LEE, S. Early diffusion of smartphones in OECD and BRICS countries: An examination of the effects of platform competition and indirect network effects. **Telematics and Informatics**, v.31, n.3, p.345-355, 2014.
- LIIKANEN, J; STONEMAN, P; TOIVANEN, O. Intergenerational effects in the diffusion of new technology: the case of mobile phones. **International Journal of Industrial Organization**, v. 22, n. 8, p. 1137-1154, 2004.
- LITAN, R. E.; RIVLIN, A. M. Projecting the economic impact of the internet. **American Economic Review**, v. 91, n. 2, p. 313-317, 2001.

- LIU, Y.; LI, H. Mobile internet diffusion in China: an empirical study. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 3, p. 309-324, 2010.
- MADDEN, G.; SAVAGE, S. J. Telecommunications and economic growth. **International Journal of Social Economics**, v. 27, n. 7/8/9/10, p.893-906, 2000.
- MADON, S. The Internet and socio-economic development: exploring the interaction. **Information technology & people**, v. 13, n. 2, p. 85-101, 2000.
- MANGANO, S. **Mathematica Cookbook**. "O'Reilly Media, Inc.", 2010.
- MAHAJAN, V.; MULLER, E.; BASS, F. M. New product diffusion models in marketing: a review and directions for research. **The Journal of marketing**, v.54, n.1, p. 1-26, 1990.
- MAHAJAN, V.; MULLER, E. Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing. **The Journal of Marketing**, v.43, n.4, p.55-68, 1979.
- MANSELL, R; WEHN, U. **Knowledge societies: information technology for sustainable development**. New York : Oxford University Press, 1998.
- MANSFIELD, E. Technical change and the rate of imitation. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v. 29, n. 4, p.741-766, 1961.
- MANSFIELD, E., 1968. **Industrial Research and Technological Innovation: An Econometric Analysis**. W.W. Norton, New York.
- MANUAL DE OSLO – Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação. 3. ed., **OCDE** (1. ed. de 1997, traduzido para o português em 2004 pela Finep). Disponível em: <[http://download.finep.gov.br/imprensa/manual\\_de\\_oslo.pdf](http://download.finep.gov.br/imprensa/manual_de_oslo.pdf)>. Acesso em: 10 de out. 2015.
- METCALFE, S. Difusión, Inversión y Proceso de Cambio Tecnológico. In: Gómez, M., Sánchez, M.; De la Puerta, E. (eds.) (1992): **El Cambio Tecnológico Hacia el Nuevo Milenio**, Barcelona: Icaria, 1992.
- METCALFE, J. S. Impulse and diffusion in the study of technical change. **Futures**, v. 13, n. 5, p. 347-359, 1981.
- MICHALET, C. A. Transferência internacional de tecnologia e desenvolvimento econômico. (Resumo do curso – Fundação Getúlio Vargas de São Paulo – Agosto/Setembro de 1980). In: **Ciência, tecnologia e desenvolvimento 1**. François Chesnais *et al.* – Brasília: **CNPQ; UNESCO**, 1983. (Coleção Estudos de Política Científica e Tecnológica; 7).
- MILNER, H. V. The global spread of the Internet: The role of international diffusion pressures in technology adoption. In: **2nd Conference on Interdependence, Diffusion, and Sovereignty, UCLA, California**. 2003.

- MILNER, H. V. The Digital Divide The Role of Political Institutions in Technology Diffusion. **Comparative Political Studies**, v. 39, n. 2, p. 176-199, 2006.
- MUNIZ, S. Investimento Recente, Capacitação Tecnológica e Competitividade. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.3, 2000.
- NELDER, J. A. 182. Note: An Alternative Form of a Generalized Logistic Equation. **Biometrics**, v. 18, n. 4, p. 614-616, 1962
- NELSON, R.; ROSENBERG, N. (1993). Technical innovations and national systems. In: Nelson, R.R. (Ed.), **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. Oxford University Press, New York.
- NORRIS, P. **Digital divide: Civic engagement, information poverty, and the Internet worldwide**. Cambridge University Press, 2001.
- NORTON, J. A.; BASS, F. M. A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High Technology Products. **Management Science**, v.33, n.9, p.1069-86, 1987.
- OECD (2001). **OECD Communication Outlook**. Paris.
- OREN, S. S.; SCHWARTZ, R. G. Diffusion of new products in risk-sensitive markets. **Journal of Forecasting**, v. 7, n. 4, p. 273-287, 1988.
- POSSAS, S. (2006). Concorrência e Inovação. In: Pelaez, V.; Szmrecsányi, T. (org.). **Economia da Inovação Tecnológica**. Editora Hucitec, São Paulo.
- PRESS, L. *et al.* An Internet diffusion framework. **Communications of the ACM**, v. 41, n. 10, p. 21-26, 1998.
- PRINCE, J. T.; SIMON, D. H. Has the Internet accelerated the diffusion of new products?. **Research Policy**, v. 38, n. 8, p. 1269-1277, 2009.
- PULKKI-BRÄNNSTRÖM, A. M.; STONEMAN, P. On the patterns and determinants of the global diffusion of new technologies. **Research Policy**, v. 42, n. 10, p. 1768-1779, 2013.
- QIAN, L.; SOOPRAMANIEN, D. Using diffusion models to forecast market size in emerging markets with applications to the Chinese car market. **Journal of Business Research**, v.67, n.6, p.1226-1232, 2014.
- ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 5th ed. New York: Free Press, 2003.
- ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. New York: Free Press, 1962.
- ROGERS, E. M. Diffusion of preventive innovations. **Addictive Behaviors**, v.27, n.6, p.989-993, 2002.

RÖLLER, L-H.; WAVERMAN, L. Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. **American economic review**, p.909-923, 2001.

SÁNCHEZ, J. I. L. *et al.* Is the internet productive? A firm-level analysis. **Technovation**, v. 26, n. 7, p. 821-826, 2006.

SCHUMPETER, J. A. (1912). **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCHUMPETER, J. A. (1942) **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961 (para a tradução brasileira).

SHARIF, M. N; KABIR, C. A generalized model for forecasting technological substitution. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 8, n. 4, p. 353-364, 1976.

SINGH, S. K. The diffusion of mobile phones in India. **Telecommunications Policy**, v. 32, n. 9, p. 642-651, 2008.

STONEMAN, P. Intra-firm diffusion, Bayesian learning and profitability. **The Economic Journal**, p. 375-388, 1981.

TAKACS, S. J.; FREIDEN, J. B. Changes on the electronic frontier: Growth and opportunity of the world-wide web. **Journal of Marketing Theory and Practice**, p.24-37, 1998.

TALUKDAR, D.; SUDHIR, K.; AINSLIE, A. Investigating New Product Diffusion Across Products and Countries. **Marketing Science**, v. 21, n. 1, p. 97-114, 2002.

TAN, Z.; CLARK, T. H. K. Internet diffusion in the USA and China. **Info**, v. 2, n. 6, p. 595-604, 2000.

TEECE, D. J.; PISANO, G; SHUEN, A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. **Strategic Management Journal**, v.18, n.7, p.509-533, 1997.

TEECE, D. J. **Managing intellectual capital: organizational, strategic, and policy dimensions: organizational, strategic, and policy dimensions**. Oxford University Press, 2000.

TEOTIA, A. P. S.; RAJU, P. S. Forecasting the market penetration of new technologies using a combination of economic cost and diffusion models. **Journal of Product Innovation Management**, v. 3, n. 4, p. 225-237, 1986.

THIERER, A. D. Is the “digital divide” a virtual reality. **Consumers’ Research Magazine**, v. 83, n. 7, p.16-20, 2000.

THIRTLE, C. G.; RUTTAN, V. W. The role of demand and supply in the generation and diffusion of technical change. **Taylor & Francis**, 1987.

- TIGERT, D.; FARIVAR, B. The Bass New Product Growth Model: A Sensitivity Analysis for a High Technology Product. **The Journal of Marketing**, v.45, n4, p.81-90, 1981.
- TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2006.
- TIGRE, P. B. Agenda de pesquisas e indicadores para estudos de difusão de tecnologias da informação e comunicação. **Texto para discussão. IPEA**, Brasília, n.920, p. 1-27, 2002.
- TIGRE, P. B. E-commerce Readiness and Diffusion: the Case of Brazil. **Center for Research on Information Technology and Organizations**, 2003.
- TSAI, B.H.; LI, Y.; LEE, G.H. Forecasting global adoption of crystal display televisions with modified product diffusion model. **Computers and Industrial Engineering**, Taiwan, v.58, n.4, p.553-562, 2010.
- URBAN, G. L.; VON HIPPEL, E. Lead user analyses for the development of new industrial products. **Management science**, v. 34, n. 5, p. 569-582, 1988.
- VALENTE, W. T. Social network thresholds in the diffusion of innovations. **Social networks**, v. 18, n. 1, p. 69-89, 1996.
- VAN DER BOOR, P.; OLIVEIRA, P.; VELOSO, F. Users as innovators in developing countries: The global sources of innovation and diffusion in mobile banking services. **Research Policy**, v. 43, n. 9, p. 1594-1607, 2014.
- VON BERTALANFFY, L. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, p. 217-231, 1957.
- WAVERMAN, L.; MESCHI, M.; FUSS, M. The impact of telecoms on economic growth in developing countries. **The Vodafone policy paper series**, v. 2, n. 03, p.10-24, 2005.
- WOLCOTT, P. *et al.* A framework for assessing the global diffusion of the internet. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 2, n. 1, p.6, 2001.
- WOLFE, R. A. Organizational Innovation: Review, Critique and Suggested Research Directions. **Journal of Management Studies**, v.31, n.3, p.405-31, 1994.
- WORLD BANK. 2008. **Global economic prospects 2008: technology diffusion in the developing world**. Global Economic Prospects and the Developing Countries (GEP). Washington, DC : World Bank Group. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/2008/01/9013126/global-economic-prospects-technology-diffusion-developing-world-2008>>. Acesso em: 14 de ago. 2015.
- WORLD BANK. **GDP PER CAPITA**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>>. Acesso em: 03 de dez. 2015.

WU, F. S.; CHU, W. L. Diffusion models of mobile telephony. **Journal of Business Research**, Taiwan, v.63, n.5, p.497-501, 2010.

WUNNAVA, P. V.; LEITER, D. B. Determinants of intercountry Internet diffusion rates. **American Journal of Economics and Sociology**, v. 68, n. 2, p. 413-426, 2009.

YETTON, P.; SHARMA, R.; SOUTHON, G. Successful IS Innovation: The Contingent Contributions of Innovation Characteristics and Implementation Process. **Journal of Information Technology**, v.14, n.1, p.53-68, 1999.

## ANEXO I – DADOS UTILIZADOS

## ASSINATURAS DE TELEFONE CELULAR PARA CADA 100 HABITANTES POR PAÍS

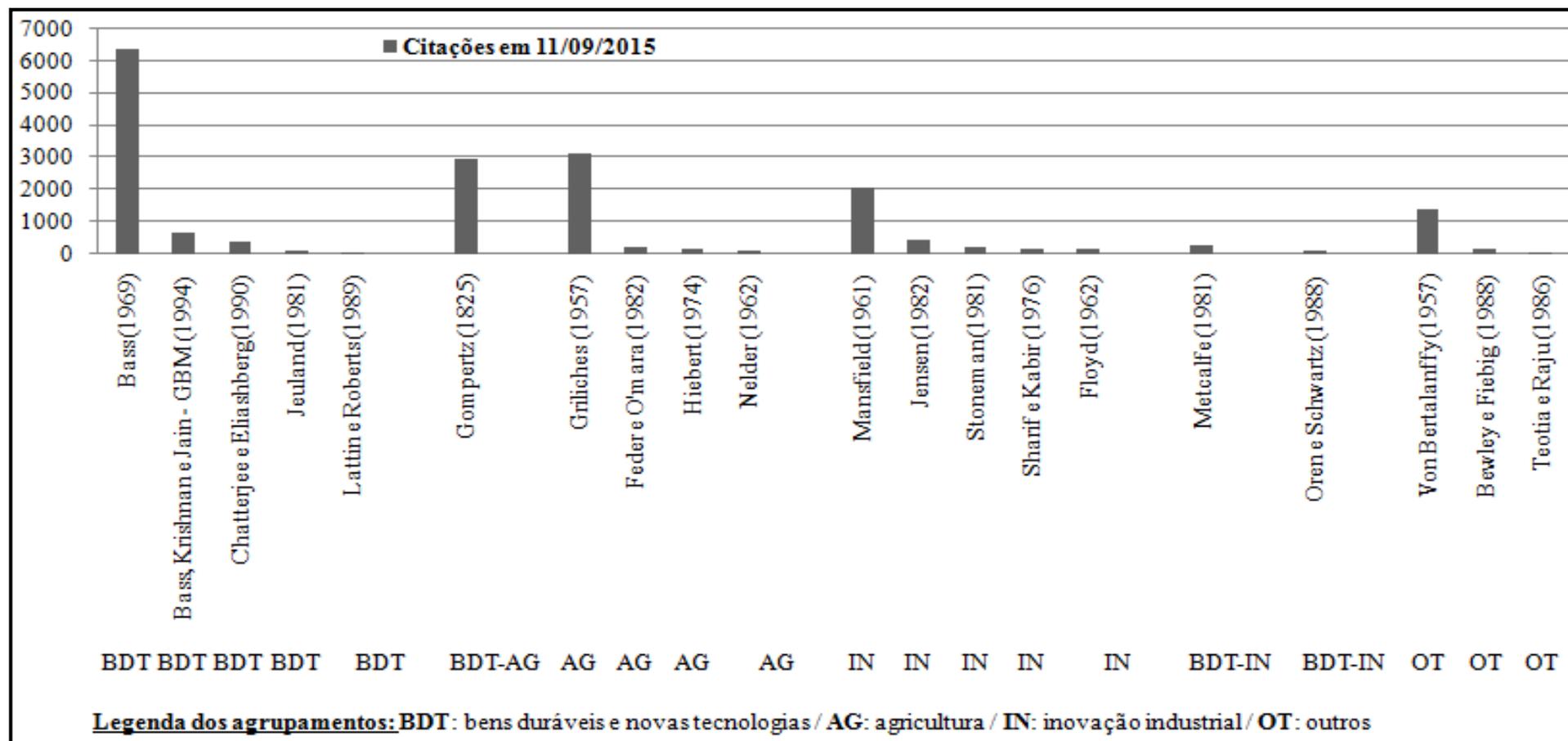
PAÍSES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>GRUPO: G7</b>																									
Canadá	2,11	2,77	3,62	4,64	6,43	8,84	11,82	14,05	17,75	22,74	28,43	34,37	37,95	42,07	47,06	52,76	57,49	61,47	66,20	70,55	75,68	77,83	79,57	80,61	82,98
França	0,50	0,66	0,76	0,99	1,53	2,25	4,23	9,96	19,13	36,42	49,06	62,08	64,26	68,90	73,02	78,26	83,53	88,98	92,68	92,10	91,39	94,08	97,38	98,50	100,36
Alemanha	0,34	0,67	1,21	2,19	3,06	4,56	6,74	10,10	16,97	28,58	57,72	67,15	70,66	77,34	85,06	94,55	102,28	115,14	126,56	126,23	106,48	109,66	111,59	120,92	120,42
Itália	0,47	1,00	1,37	2,11	3,92	6,86	11,23	20,56	35,92	53,12	74,13	89,59	94,26	98,10	107,69	121,86	136,12	150,96	150,89	149,51	154,80	158,15	159,63	158,82	154,25
Japão	0,70	1,11	1,38	1,71	3,46	9,34	21,39	30,35	37,46	44,94	53,12	59,39	64,25	68,49	72,16	75,98	78,52	84,35	86,71	91,32	96,81	104,27	110,91	116,32	120,23
Reino Unido	1,95	2,20	2,62	3,93	6,81	9,88	12,45	15,15	25,42	46,31	73,71	78,20	82,83	90,88	99,51	108,59	115,60	121,10	122,19	123,95	123,63	123,60	124,76	124,61	123,58
Estados Unidos	2,07	2,93	4,23	6,06	9,03	12,48	16,07	19,93	24,62	30,24	38,47	44,69	48,85	54,85	62,55	68,32	76,29	82,06	85,21	88,62	91,31	94,44	96,01	97,08	98,41
<b>GRUPO: BRICS</b>																									
Brasil	0,00	0,00	0,02	0,12	0,36	0,80	1,52	2,73	4,36	8,76	13,29	16,24	19,44	25,51	35,65	46,31	53,11	63,67	78,55	87,54	100,88	119,00	125,00	135,31	138,95
China	0,00	0,00	0,02	0,05	0,13	0,30	0,56	1,07	1,92	3,45	6,66	11,24	15,90	20,72	25,55	29,84	34,77	41,02	47,76	55,30	63,17	72,07	80,76	88,71	92,27
Índia	-	-	-	-	-	0,01	0,03	0,09	0,12	0,18	0,34	0,62	1,21	3,08	4,70	8,00	14,52	20,16	29,53	44,12	62,39	73,20	69,92	70,78	74,48
Rússia	-	0,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,15	0,33	0,51	0,93	2,22	5,30	12,10	24,94	51,08	83,37	104,84	119,18	138,87	160,10	165,50	142,05	145,33	152,84	155,14
África do Sul	0,02	0,02	0,03	0,10	0,84	1,29	2,26	4,28	7,66	11,73	18,59	23,70	29,67	35,97	43,82	70,40	81,08	85,28	89,52	91,25	97,90	123,20	130,56	145,64	149,68

## PROPORÇÃO DE INDIVÍDUOS USUÁRIOS DE INTERNET PARA CADA PAÍS (BASE: 100)

PAÍSES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>GRUPO: G7</b>																									
Canadá	0,36	0,57	0,92	1,18	2,38	4,16	6,76	15,07	24,90	36,19	51,30	60,20	61,59	64,20	65,96	71,66	72,40	73,20	76,70	80,30	80,30	83,00	83,00	85,80	87,12
França	0,05	0,14	0,28	0,59	0,90	1,64	2,58	4,26	6,32	9,13	14,31	26,33	30,18	36,14	39,15	42,87	46,87	66,09	70,68	71,58	77,28	77,82	81,44	81,92	83,75
Alemanha	0,13	0,25	0,44	0,46	0,92	1,84	3,05	6,71	9,88	20,85	30,22	31,65	48,82	55,90	64,73	68,71	72,16	75,16	78,00	79,00	82,00	81,27	82,35	84,17	86,19
Itália	0,02	0,04	0,07	0,12	0,19	0,52	1,02	2,28	4,56	14,38	23,11	27,22	28,04	29,04	33,24	35,00	37,99	40,79	44,53	48,83	53,68	54,39	55,83	58,46	61,96
Japão	0,02	0,04	0,10	0,40	0,80	1,59	4,37	9,16	13,41	21,39	29,99	38,53	46,59	48,44	62,39	66,92	68,69	74,30	75,40	78,00	78,21	79,05	79,50	89,71	90,58
Reino Unido	0,09	0,17	0,26	0,52	1,04	1,90	4,12	7,39	13,67	21,29	26,82	33,48	56,48	64,82	65,61	70,00	68,82	75,09	78,39	83,56	85,00	85,38	87,48	89,84	91,61
Estados Unidos	0,78	1,16	1,72	2,27	4,86	9,24	16,42	21,62	30,09	35,85	43,08	49,08	58,79	61,70	64,76	67,97	68,93	75,00	74,00	71,00	71,69	69,73	79,30	84,20	87,36
<b>GRUPO: BRICS</b>																									
Brasil	-	0,00	0,01	0,03	0,04	0,11	0,45	0,79	1,48	2,04	2,87	4,53	9,15	13,21	19,07	21,02	28,18	30,88	33,83	39,22	40,65	45,69	48,56	51,04	57,60
China	-	S.A.	S.A.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,17	0,71	1,78	2,64	4,60	6,20	7,30	8,52	10,52	16,00	22,60	28,90	34,30	38,30	42,30	45,80	49,30
Índia	-	S.A.	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,07	0,14	0,27	0,53	0,66	1,54	1,69	1,98	2,39	2,81	3,95	4,38	5,12	7,50	10,07	12,58	15,10	18,00
Rússia	-	S.A.	0,00	0,01	0,05	0,15	0,27	0,47	0,81	1,02	1,98	2,94	4,13	8,30	12,86	15,23	18,02	24,66	26,83	29,00	43,00	49,00	63,80	67,97	70,52
África do Sul	-	0,01	0,04	0,11	0,25	0,68	0,84	1,63	2,91	4,12	5,35	6,35	6,71	7,01	8,43	7,49	7,61	8,07	8,43	10,00	24,00	33,97	41,00	46,50	49,00

**Legenda:** - Zero contábil S.A. sem avaliação

## ANEXO II – MODELOS DE DIFUSÃO



## ANEXO III – PESQUISA PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES

PERÍODO ÚLTIMOS:	TERMOS DE PESQUISA		TOTAL RESULTADOS	ARTIGOS	DISSERTAÇÕES	REVISADOS POR PARES	EM PORTUGUÊS
20 anos	"diffusion" "mobile phone"	and	21	21		12	-
10 anos	"diffusion" mobile phone	and	19	19		10	-
20 anos	"diffusion" "internet"	and	230	211	4	201	1
10 anos	"diffusion" "internet"	and	177	166	4	151	1
20 anos	"diffusion of mobile phone" "G7"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of mobile phone" "BRICS"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of internet" "G7"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of internet" "BRICS"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of mobile phone" "industrialized countries"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of mobile phone" "developing countries"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of internet" "industrialized countries"	and	-	-	-	-	-
20 anos	"diffusion of internet" "developing countries"	and	1	1	-	-	-