



Universidade Estadual Paulista  
Faculdade de Ciências e Letras  
Departamento de Economia

**GEEIN – Grupo de Estudos em Economia Industrial**

Rodovia Araraquara/Jaú km 1 - CEP: 14.800-901

Araraquara-SP

Fone/Fax: (16) 3301-6272

E-mail: [geein@fclar.unesp.br](mailto:geein@fclar.unesp.br)

<http://geein.fclar.unesp.br>



## **DINÂMICA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA DE TELEQUIPAMENTOS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA ECONOMIA EVOLUCIONÁRIA**

**Aluno:** Celso Pereira Neris Junior

**Orientador:** Prof. Ms. José Ricardo Fucidji

**Banca examinadora:** Prof. Dr. José Eduardo de Salles Roselino Júnior

Prof. Dr. Rogério Gomes

**Araraquara, dezembro, 2010.**

FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS – CAMPUS DE ARARAQUARA  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Celso Pereira Neris Junior

**DINÂMICA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICAS NA  
INDÚSTRIA DE TELEQUIPAMENTOS: UMA ABORDAGEM  
A PARTIR DA ECONOMIA EVOLUCIONÁRIA**

Monografia apresentada à Universidade  
Estadual Paulista como exigência para  
Conclusão do curso de Ciências Econômicas  
da Faculdade de Ciências e Letras.

Orientador: Prof. Ms. Jose Ricardo Fucidji

Banca examinadora: Prof. Dr. José Eduardo de Salles Roselino Júnior  
Prof. Dr. Rogério Gomes

**Araraquara, dezembro, 2010.**

*A minha família, meu alicerce, e a Jaqueline, meu pilar.*

## **Agradecimentos**

Agradeço a meus pais, Celso Neris e Sandra Neris, primeiramente e, sobretudo, como forma de homenageá-los por todos os sacrifícios que tiveram que fazer para construir e manter unido este ativo mais valioso que tenho, a minha família. Agradeço ao meu irmão, Juliano Neris, por ser sempre solícito e companheiro, uma verdadeira amizade que resistiu a distância e as mudanças que o tempo trouxe. Agradeço a minha amada, Jaqueline Gonçalves, pela sua espera, pelo seu carinho, por, apesar de longe, nunca ter estado ausente. Agradeço a meus futuros sogros, Célia Luz e Paulo Gonçalves, por sempre me apoiarem e me acolherem.

Agradeço profundamente aos amigos que aqui fiz por me ajudarem no meu processo de reinvenção permanente. Em especial, agradeço à Gabriela da Silva, por ter sido a minha primeira companhia e amizade que fiz em Araraquara; ao André Henrique, pelos debates incessantes sobre política e sociedade pelas madrugadas; ao Leonildo Pivotto, pelas discussões sobre o comunismo e a luta de classes e por termos sido companheiros de chapa na eleição histórica do CACEF, a qual perdemos; à Taíla Bueno, pela sua companhia e sua tentativa permanente de me entender. Agradeço aos professores, responsáveis por intermediar meu processo de aprendizado. Em especial, ao prof. Fausto Saretta, que foi um marco em minha formação, responsável pela melhora da minha compreensão sobre os problemas econômicos; ao prof. Enéas Gonçalves de Carvalho que, em poucas conversas que tivemos, ajudou-me a melhorar o rigor com que trato a economia através da escrita; ao meu orientador, prof. José Ricardo Fucidji, pela influência direta no meu trabalho, por questões óbvias, e pelas nossas conversas sobre todas as coisas, de filosofia à física quântica. Por intermédio dele, entrei no Grupo de Estudos em Economia Industrial, também por isso sou muito grato.

No GEEIN, tive o prazer de conhecer o trabalho incansável do prof. Rogério Gomes para melhorar a qualidade dos alunos de graduação. Admiro-o, e muito, por isso. Agradeço a ele por ter dado a idéia inicial dessa monografia, que faz parte do meu projeto de Iniciação Científica, financiado pela FAPESP, à qual também agradeço. Agradeço a todos os colegas do GEEIN, em especial, ao Paulo Morceiro e Murilo Montanari, por terem sido os “membros mais velhos” dos quais mais me aproximei e com os quais muito aprendi; à Ariana Ribeiro por ter me promovido a seu mais novo amigo tão rápido quanto me rebaixou a velho (acontece!), à Mariana Luciano, pelos seus “hã?”, “quê?”, “viu...”, “como assim?”, “não tô entendendo...”, pelos arrepios estranhos, por sempre querer desligar o ar mesmo vindo de “moda praia”, enfim por ser sempre engraçada e adorável, mesmo sem querer; e, agradeço,

por fim, a esses dois últimos que tiveram importância crucial nessa fase final da minha graduação, grandes amigos com os quais compartilhei momentos de incerteza e indefinição quanto ao futuro, à Giovanna Gielfi pela sua sabedoria anciã e “malandragem” e ao Vinícius Fornari, por me socorrer nos momentos de apuro financeiro, o que acontece quase sempre, segundo ele, e por sempre me contrariar, só para ter o prazer de discordar de mim.

A todos, meu sincero obrigado!

*Dizemos aos confusos, Conhece-te a ti mesmo, como se conhecer-se a si mesmo não fosse a quinta e mais difícil operação das aritméticas humanas, dizemos aos abúlicos, Querer é poder, como se as realidades bestiais do mundo não se divertissem a inverter todos os dias a posição relativa dos verbos, dizemos aos indecisos, Começar pelo princípio, como se esse princípio fosse a ponta sempre visível de um fio mal enrolado que bastasse puxar e ir puxando até chegarmos à outra ponta, a do fim, e como se, entre a primeira e a segunda, tivéssemos tido nas mãos uma linha lisa e contínua em que não havia sido preciso desfazer nós nem desenredar emaranhados, coisa impossível de acontecer na vida dos romances, e, se uma outra frase de efeito é permitida, nos romances da vida.*

Dizemos, por José Saramago

## **Resumo**

As tecnologias de informação e comunicação (TICs), em especial, o setor de telefonia passou e, ainda, passa por mudanças importantes: o aumento do número de características incorporadas aos aparelhos celulares. Isto moldou o ambiente competitivo de alta concentração, através de aquisições das empresas (e ativos tecnológicos) e da emergência de “novos” competidores. Buscou-se analisar a trajetória recente da indústria de teleequipamentos, no que diz respeito às estratégias das empresas. Bem como identificar tendências tecnológicas e o desenvolvimento de novas tecnologias.

Palavras chaves: Economia da Inovação; Teleequipamentos; Tecnologias

# Índice

<b>Introdução.....</b>	<b>10</b>
<b>1. A dinâmica das comunicações móveis .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. O conceito de celular.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. A evolução dos padrões na indústria de telefonia móvel: operadores e fabricantes.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Primeira Geração (1G).....	18
1.2.2. Segunda Geração (2G).....	19
1.2.3. Terceira Geração (3G) .....	20
1.2.4. Internet Móvel.....	24
<b>2. O setor de teleequipamentos: características e elementos da dinâmica tecnológica.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1. Caracterização do setor de teleequipamentos.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2. As estratégias das firmas .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3. Motorola .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4. Nokia .....</b>	<b>42</b>
<b>3. Tendências tecnológicas e novas tecnologias.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1. Empresas multi-tecnológicas.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2. Ecossistema das Tecnologias de Informação e Comunicações .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3. Metodologia para novas tecnologias na indústria de teleequipamentos.....</b>	<b>58</b>
3.3.1. Code Division Multiple Access (CDMA).....	61
3.3.2. Internet Protocol v6 (IPv6) .....	63
3.3.3. High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA).....	65
3.3.4. 802.11n .....	67
3.3.5. Near field communication (NFC) .....	68
<b>Conclusões.....</b>	<b>71</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>73</b>
<b>Sítios e jornais consultados .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO – Classificação das patentes .....</b>	<b>77</b>

## Índice de Figuras, Tabelas, Gráficos e Quadros

<b>Figura 1 – Sistema Celular</b> _____	<b>13</b>
<b>Tabela 1 - O sistema celular de comunicações móveis</b> _____	<b>14</b>
<b>Tabela 2 – Características dos padrões 2G e 3G mais usados</b> _____	<b>20</b>
<b>Gráfico 1 - Assinantes 3G como % do total de assinantes móveis (dados de 2009)</b> _____	<b>23</b>
<b>Tabela 3. Cadeia de Infocomunicações</b> _____	<b>29</b>
<b>Tabela 4 – Tamanho da indústria de teleequipamentos (em 2000 e 2007)</b> _____	<b>30</b>
<b>Figura 2 – Cadeia de valor das telecomunicações móveis</b> _____	<b>31</b>
<b>Figura 3 – Rede de valor das telecomunicações móveis</b> _____	<b>32</b>
<b>Tabela 5 – Patentes das fabricantes de teleequipamentos</b> _____	<b>38</b>
<b>Tabela 6. Motorola: desempenho em dados selecionados, 2003-2009</b> _____	<b>39</b>
<b>Tabela 7. Nokia: desempenho em dados selecionados, 2003-2009</b> _____	<b>42</b>
<b>Quadro 1. Ativos tecnológicos adquiridos pela Motorola: 2005-2008.</b> _____	<b>45</b>
<b>Quadro 2. Ativos tecnológicos adquiridos pela Nokia: 2005-2008.</b> _____	<b>46</b>
<b>Figura 4 - Evolução dos paradigmas tecnológicos das telefonias móveis</b> _____	<b>47</b>
<b>Quadro 3 - As 10 primeiras classificações com maior participação (%) nas patentes citadas da Motorola, por período</b> _____	<b>52</b>
<b>Quadro 4 - As 10 primeiras classificações com maior participação (%) nas patentes citadas da Nokia, por período</b> _____	<b>53</b>
<b>Figura 5 – Modelo simplificado do novo ecossistema de TICs</b> _____	<b>55</b>
<b>Figura 6 - Comparação entre os ecossistemas de telecomunicações</b> _____	<b>56</b>
<b>Tabela 9 – Mudança no papel dos consumidores finais, novas atribuições</b> _____	<b>57</b>
<b>Figura 7 - Modelo do elo da corrente</b> _____	<b>58</b>
<b>Quadro 5 - Tecnologias analisadas e quantidade de artigos</b> _____	<b>59</b>
<b>Gráfico 3 - Número de artigos sobre telecomunicações publicados entre 2000 e 2010 - Brasil e Países de maior investimento privado em P&amp;D no setor de TIC (% do PIB)</b> _____	<b>60</b>
<b>Gráfico 4 - Distribuição (%) dos artigos publicados com o termo das tecnologias analisadas ao longo dos anos (1996-2010)</b> _____	<b>61</b>
<b>Gráfico 5 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “Code Division Multiple Access”</b> _____	<b>62</b>
<b>Quadro 6 - As dez principais afiliações (número de artigos) - CDMA</b> _____	<b>63</b>
<b>Gráfico 6 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “IPv6”</b> _____	<b>64</b>
<b>Quadro 7 - As dez principais afiliações (número de artigos) – IPv6</b> _____	<b>65</b>
<b>Gráfico 7 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “High-Speed Downlink Packet Access”</b> _____	<b>66</b>
<b>Quadro 8 - As dez principais afiliações (número de artigos) - HSDPA</b> _____	<b>66</b>
<b>Gráfico 8 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “802.11n”</b> _____	<b>67</b>
<b>Quadro 9 - As dez principais afiliações (número de artigos) – 802.11n</b> _____	<b>68</b>

**Gráfico 9 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “Near field communication” \_\_\_\_\_ 69**

**Quadro 10 - As dez principais afiliações (número de artigos) - NFC \_\_\_\_\_ 70**

## Introdução

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) constituem-se fontes de aumentos de produtividade para todos os setores da economia, como tem sido destacado por órgãos econômicos mundiais importantes, como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Alguns setores receptores de inovação têm nas TICs um componente essencial de melhoria tecnológica. Ligado a isso, os setores relacionados a essas tecnologias (computadores, telefonia e software, resumidamente) passam por um importante processo de ampliação das suas bases tecnológicas, principalmente pelo avanço e difusão da internet.

No setor de telefonia, é notória a mudança que vem acontecendo. Fabricantes de equipamentos tradicionais têm sucumbido ao processo de inovações incessantes do setor: antes um telefone celular, por exemplo, compreendia um número menor de tecnologias, essencialmente de hardware, vindos da eletrônica, e sua função era restrita à comunicação de voz. Hoje em dia, os celulares têm atributos que vão além dessas funções, e os recentes desenvolvimentos os colocam como futura alternativa aos computadores portáteis. Com isso, a concorrência da indústria de fabricantes aumentou em termos qualitativos, e diminuiu o número de players com um processo de concentração através de fusões e aquisições. Fabricantes de eletrônicos como as coreanas LG e Samsung passaram a fabricar telefones celulares e a (até então conhecida por fabricar computadores) Apple invadiu e propagou inovações no mercado de smartphones com o iPod e com um dispositivo inovador, o *tablet* iPad.

Richard Nelson, em um texto importante em teoria evolucionária, “*Por que as empresas diferem e qual a importância disso*” (1991)<sup>1</sup>, quando critica a visão da teoria neoclássica por negligenciar a importância da diferença entre as empresas, diz que nos estudos de economia industrial, “os economistas foram frequentemente forçados a reconhecer e, até a destacar, não só diferenças entre empresas, mas diferenças importantes” (p. 174). Parafrazeando seus exemplos, não se pode entender a história recente da indústria de teleequipamentos sem uma compreensão das estratégias da Nokia e da Motorola.

Esse trabalho visa captar estas mudanças através das empresas e das tecnologias consideradas como novas ou tendências no setor de teleequipamentos. Para isto, está dividido em três etapas. Primeiramente, analisaremos a evolução dos padrões de telefonia móvel, buscando captar as evoluções técnicas e tecnológicas pelas quais ela se deu, através também

---

<sup>1</sup> Publicado originalmente no Strategic Management Journal (inverno de 1991), p. 61-74.

das interações entre fabricantes, operadoras e instituições. Depois, em face desse cenário que, como se verá, mudou imensamente, principalmente depois do advento da microeletrônica, serão analisadas as estratégias tecnológicas das empresas, em especial as que concernem à busca por complementação ou diversificação de sua base tecnológica através das aquisições iniciadas a partir de 2005. Por fim, analisaremos o advento de novas tecnologias e as tendências do setor de comunicações móveis, dando destaque à diversificação tecnológica obtida através das aquisições, com base nos dados de patentes, e à pesquisa de novas tecnologias pelas empresas, através da análise das características dos artigos científicos publicados.

## 1. A dinâmica das comunicações móveis

O tema da inovação como motor de progresso técnico já se encontra estabelecido na literatura econômica através dos esforços de diversos autores para recuperar as contribuições seminais de Schumpeter (1934, 1942). Como se sabe, inovação pode ser definida como (i) introdução de um novo bem; (ii) introdução de novos métodos de produção – que constituem, ambas, inovações tecnológicas *strictu sensu*; (iii) descoberta de novas fontes de matérias-primas; (iv) entrada em novos mercados; e (v) novas formas de organização industrial. As inovações tecnológicas podem ser radicais (produtos e processos totalmente novos) ou incrementais (aperfeiçoamento de produtos e processos já existentes). Para Schumpeter (1942, p. 83) a inovação revoluciona toda a estrutura econômica existente a partir de dentro, permanentemente destruindo uma velha e, por conseguinte, criando uma nova, num processo denominado *destruição criadora*. Essa revolução incessante revela o caráter não estacionário do capitalismo; o impulso inovativo das grandes empresas é um elemento essencial da mudança econômica.

No âmbito da concorrência, as inovações são o modo como as empresas, ao competirem, alteram o ambiente seletivo no qual se inserem. As mudanças na estrutura econômica provocadas pelas inovações alteram as vantagens competitivas existentes e mudam seu peso relativo. Com isso, “os conhecimentos técnicos, organizacionais e do mercado que as firmas detêm também devem evoluir, pois muitos vão se tornando obsoletos e novas fronteiras devem ser abertas” (Possas, 2006, p. 22-23). Após a introdução de uma inovação, não se volta mais ao ambiente pré-existente, pois as estruturas econômicas e técnicas já não são mais as mesmas, as mudanças tornam-se irreversíveis e os agentes estarão dependentes das suas escolhas tecnológicas. Assim, o progresso técnico afeta o processo de crescimento econômico e também modifica as estratégias produtivas das empresas (La Rovere, 2006, p. 286). Tendo por base esse referencial teórico, passaremos a entender o ambiente em que se insere a indústria de telecomunicações, por meio da sua trajetória tecnológica.

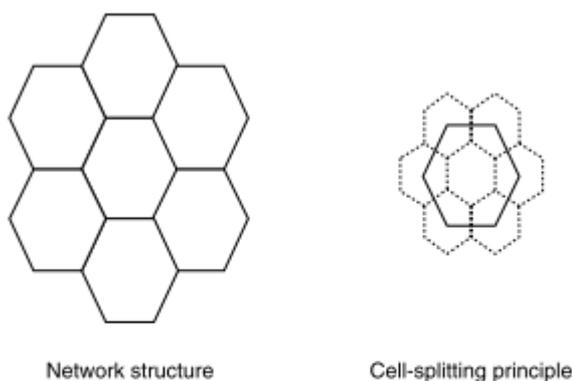
Também, uma vez que a inovação está condicionada ao ambiente no qual a empresa se insere, a evolução das tecnologias e padrões são, por assim dizer, macro-estabelecidos. Por vezes, como se verá adiante, as empresas fazem parte do estabelecimento desse padrão. Partimos assim de uma descrição que coloca a inovação em um processo historicamente circunscrito. Para Freeman e Soete (1997, p. 456), a “firma atua dentro de um espectro de possibilidades tecnológicas e de mercado, derivadas do crescimento da ciência, da tecnologia

e do mercado mundiais”. Para essa pesquisa, a dinâmica tecnológica do padrão analógico de telefonia celular à Internet Móvel, é fundamental.

### 1.1. O conceito de celular

As primeiras idéias sobre “redes de telefonia celular” foram desenvolvidas nos Laboratórios Bell em 1947, mas a sua utilização efetiva teve de aguardar a década de 1980. A visão geral, nos anos 1970 e no início dos anos 1980, era de que as comunicações por telefonia móvel não tenderiam a se transformar num segmento de alto crescimento, o que fez com que a Bell Labs minimizasse a importância da pesquisa sobre comunicações móveis neste período (Fransman, 2005).

**Figura 1 – Sistema Celular**



*Figure 2.1 The basic working principle of a cellular network*  
*Note: The cellular mobile network may be represented as a web of cells. A frequency channel is allocated to each cell which is different from that of adjacent cells. To increase subscriber handling capacity, each cell can be split into smaller subcells and frequency channels are reattributed accordingly.*

Para se ter uma idéia, no começo da década de 1980, a AT&T pediu à empresa de consultoria McKinsey que previsse quantos telefones móveis existiriam na virada do século XXI, sendo que a resposta dada (900 mil) nem se comparava aos mais de 400 milhões existentes em 2000. Foi só em 1993, através da fusão com a McCaw Cellular Communications por 12,6 bilhões de dólares, que a AT&T entrou no campo da telefonia celular (Fransman, 2005, p. 495). Diferentemente da abordagem tradicional de telecomunicações móveis, mas semelhante ao rádio ou televisão, o sistema celular é baseado em transmissores de baixa potência, mas muitos deles operam em áreas menores especificamente chamados de células. Suponha um tapete de hexágonos perto uns dos outros,

tal como indicado no lado esquerdo da Figura 1. Um hexágono é, portanto, rodeado por outros seis hexágonos. Cada uma destas sete células é servida por um transmissor, chamado de estação base, e trabalha em frequências diferentes.

As frequências utilizadas em uma célula podem ser reutilizadas em células não-adjacentes por outros usuários, pois não há interferência direta. Este princípio de reuso de frequência permite capacidade em proporção ao tamanho da célula. Se uma célula existente atingiu os seus limites de capacidade, ela pode ser subdividida em células adicionais, conhecidas como células não contíguas. Portanto, são aumentadas as possibilidades de reutilização de frequência e isso permite um aumento do tráfego de capacidade de manipulação, naturalmente à custa de um investimento adicional nas estações de base. O tamanho da célula depende de um conjunto de parâmetros, em particular a frequência utilizada: quanto maior a frequência menor a célula.

**Tabela 1 - O sistema celular de comunicações móveis**

<b>Princípios</b>	<b>Componentes</b>
1. Baixo consumo de energia de transmissores e pequenas zonas de cobertura ou de células	1. As estações de rádio base ou air interface (a frequência de rádio parte do circuito entre o celular e estação base ativa)
2. Reutilização de frequências	2. Um ou mais switches para controlá-los e encaminhar chamadas
3. Células não contíguas para aumentar a capacidade	3. A base de dados do assinante
4. Hand-off e controle central	4. Uma rede de telecomunicações que conecta as estações de base e interruptores com a rede pública de telecomunicações
	5. Um terminal de assinantes móveis

Fonte: Gruber (2005)

O conceito de celular foi desenvolvido para alcançar uma utilização mais eficiente do espectro e, com isso, suportar mais assinantes. Em contraste com os primeiros sistemas, o celular faz uso de transmissores de baixa potência, operando na frequência de níveis mais elevados, normalmente na faixa dos 400-900mhz. A estes níveis de frequência, os sinais não vão tão longe, fazendo com que as estações de base tenham um alcance limitado, sendo que

elas são necessárias para obter a cobertura completa de uma grande área geográfica pretendida. Isto implica um investimento considerável. A principal vantagem, no entanto, é que os canais de frequência para apoiar conversas telefônicas estão bloqueados apenas sobre uma área limitada de células: os canais de frequência podem ser reutilizados para apoiar conversas telefônicas em outras células. Esse sistema não iria funcionar com frequências abaixo de 400mhz, já que teria que viajar muito longe para a reutilização de frequências. À medida que a frequência aumenta, há atenuação dos aumentos de sinais. Isso afeta tanto o máximo quanto o mínimo do tamanho das células viáveis. Por exemplo, um sistema de 450mhz não é adequado para áreas urbanas com tráfego intenso porque o raio da célula mínima não pode ir abaixo de 2km. Da mesma forma, um sistema de 1800mhz é bom para áreas urbanas, mas não se justifica economicamente para as áreas rurais com pouco trânsito, pois o tamanho máximo de células de um sistema de 1800mhz é cerca de 7km.

Tomadas em conjunto, as estações de base formam o sistema de rádio, as estações rádio base (ERBs). Este é o bloco de construção mais crítico de um sistema celular. No topo do transporte de tráfego, o sistema de rádio deve monitorar continuamente a posição do usuário, de modo a rotear o tráfego para a estação de base em cujo intervalo o usuário está localizado. Quando um usuário cruza um limite de células, um novo canal deve ser atribuído rapidamente, a fim de manter uma comunicação contínua. Isto requer equipamentos dedicados, capazes de processar grandes quantidades de dados. A coordenação da atividade de comunicação dentro de cada célula e, eventualmente, o controle de um terminal móvel que se desloca através de células, são tarefas assustadoras em termos de processamento de dados, que não estavam disponíveis nas décadas de 1940 e 1950. Foi necessário esperar até que os avanços na eletrônica permitissem criar switches com capacidade suficiente para lidar com as tarefas computacionais para a tecnologia celular.

A tecnologia eletromecânica de comutação era demasiado lenta para permitir a troca de usuários que se deslocavam entre as células durante uma conversa. Os avanços tecnológicos na microeletrônica, em particular o aperfeiçoamento das tecnologias de semicondutores nas décadas de 1960 e 1970, criaram a base para a construção mais rápida de interruptores eletrônicos adequados aos terminais móveis. Durante este período, a tecnologia de rádio frequência também havia se desenvolvido o suficiente para permitir a necessária utilização econômica de maiores frequências. A produção em grande escala e a diminuição drástica dos preços dos semicondutores, como microprocessadores e memórias, tornaram o celular economicamente viável na década de 1970. No entanto, um obstáculo à sua introdução permaneceu. As frequências na faixa 400-900mhz precisavam ser limpas, as frequências mais

baixas utilizadas na época pelos sistemas de telefonia móvel eram demasiado baixas para a reutilização de frequência, o princípio sobre o qual o conceito de celular se baseia. Reformas regulamentares para remover os usuários anteriores (por exemplo, na transmissão) a partir do intervalo de 400-900mhz do espectro tomaram vários anos. As primeiras licenças para operadores de telecomunicações móveis celulares foram eventualmente concedidas apenas no início da década de 1980. Embora os principais avanços tecnológicos da microeletrônica, que foram fundamentais para a indústria das telecomunicações móveis celulares, tenham ocorrido principalmente no EUA, os primeiros sistemas de celulares foram realmente postos em prática em outros lugares, devido aos atrasos na regulamentação de atribuição de frequências deste país. A primeira implantação e lançamento de serviços ocorreu no Japão em 1979 e nos países escandinavos em 1981, enquanto no EUA somente em 1983.

Desde então, ao longo do tempo, diferentes sistemas de telecomunicações móveis celulares têm sido desenvolvidos. Várias características técnicas têm sido usadas para classificar estes sistemas. Podem-se distinguir dois tipos de tecnologias de acordo com a maneira pela qual os sinais são transmitidos: analógica e digital. Os analógicos são ondas de rádio que variam em frequência e amplitude, os sinais digitais consistem de uma seqüência de pulsos descontínuos que correspondem aos bits digitais utilizados em computadores. Os sinais digitais são divididos em pacotes que são transmitidos simultaneamente a partir de outras conversas (chamado de "multiplexação"). Este processo conduz a uma utilização significativamente mais eficiente do espectro, melhorando assim sua capacidade. A tecnologia digital não só melhora a capacidade de transmissão, mas tem também várias outras vantagens. Por exemplo, protege a integridade da transmissão, pois os pulsos são mais facilmente regenerados por computadores. Além disso, uma transmissão de alta integridade permite que operadoras de telefonia celular ofereçam uma gama crescente de novos serviços de dados (por exemplo, de Short Message Services, SMS). Finalmente, a tecnologia digital garante privacidade, pois os sinais digitais não podem ser interceptados.

Os sistemas móveis celulares podem ser classificados por gerações, de acordo com a capacidade de transmissão do sistema. Todos os sistemas analógicos são de primeira geração (1G), sistemas digitais são divididos em segunda geração (2G) e terceira geração (3G). Isto será tratado mais detalhadamente a seguir.

## **1.2. A evolução dos padrões na indústria de telefonia móvel: operadores e fabricantes**

As teorias evolucionistas tratam da interação entre tecnologia, instituições e estrutura da indústria. Do ponto de vista dos países, dá ênfase ao comportamento das instituições e da estrutura da indústria que viabiliza taxas diferenciais de crescimento econômico entre empresas, setores e países (Schumpeter, 1942; Rosenberg, 1976; Nelson e Winter, 1982). Na indústria de telefonia móvel, o estabelecimento de normas é considerado o principal elemento institucional. Funk (2009a) constata que o estabelecimento de normas e o número de instituições que apóiam o estabelecimento de normas têm aumentado dramaticamente nos últimos 50 anos em uma ampla gama de indústrias. Em particular, na indústria de telefonia móvel tem havido várias mudanças tecnológicas nos últimos 25 anos e as normas têm um papel crítico em cada uma dessas mudanças. Para Nelson (1995) as “rotinas sociais” (instituições) relacionadas às economias de escala e gestão profissional só se tornaram produtivas no final do século XIX, pois eram necessárias, pelo lado físico, novas rotinas de produção em massa. O que implica que deve haver co-evolução e interação entre o meio físico e as tecnologias sociais. Assim, as instituições de normalização têm o papel de criadores de normas e, por consequência, de rotinas sociais, particularmente importantes na indústria de telecomunicações móveis. Por conseguinte, é crescente a necessidade das empresas desenvolverem ativos complementares (no sentido de Teece e Pisano, 1994, a ser discutido na próxima seção) para sobreviverem ao ambiente competitivo em mudança.

As mudanças na tecnologia têm permitido novas formas de resolução de problemas e a evolução na definição de padrões, por meio da solução de tais problemas, tem se mostrado um processo circular, ao invés de uni-direcional. Observando a evolução tecnológica da indústria de comunicações móveis, Funk (2009b) constata que, no que concerne à interação entre operadores e fabricantes, na tecnologia de comutação eletromecânica (telefonia fixa), o modelo de concorrência era de quase-integração vertical. Durante a evolução das gerações de telefonia, esse modelo foi contestado, assistindo-se a vários modelos abertos de concorrência. Contudo, na era da Internet Móvel, o modelo de quase integração vertical volta a ganhar importância, dada a maior necessidade de integração entre fabricantes e operadores no que este autor denomina “rede de valor” (como será visto na próxima seção).

Este ambiente de mudança tem implicações do ponto de vista das empresas. Por um lado a visão evolucionista, que neste ponto se apóia em Penrose (1959), diz que a estrutura organizacional deve corresponder à tecnologia subjacente, o que denota a capacidade das empresas em mudar, a sua capacidade de adaptação ao ambiente (Nelson e Winter, 1982).

Outra vertente de autores (principalmente na literatura de gestão da inovação) focaliza mais o que eles chamam de “núcleo de rigidez”, dos processos que as firmas desenvolvem em apoio às suas inovações arquiteturais, por exemplo, inovações modulares e incrementais (Funk, 2009b, pp. 75-76).

### **1.2.1. Primeira Geração (1G)**

Juntamente com os EUA, os escandinavos foram os primeiros países a definirem processos abertos de definição de padrão e resolução modular de problemas em sistemas móveis analógicos. Prestadores de serviços nacionais começaram a definir as interfaces entre a rede fixa e de telefonia móvel e outros blocos de construção chaves da rede, bem como requisitar equipamentos de múltiplos fornecedores em 1960. Com base nas propostas dos fabricantes, a FCC definiu, em 1983, uma interface aberta entre telefones móveis e estações de base chamada de Advanced Mobile Phone System (AMPS). A definição dessa interface coincidiu com a dissolução da AT&T nos EUA e facilitou a introdução da concorrência entre os prestadores de serviços e os fabricantes. Na Escandinávia, a concorrência entre os países incentivou os prestadores de serviços e agências reguladoras a implementar processos abertos de definição de padrão modular (Fransman, 2002). Também colaboraram na criação de um sistema de telefonia móvel analógico chamado de Nordic Mobile Telephone (NMT), que começou a ser usado em 1981. Mas não havia ainda concorrência entre os prestadores de serviços e entre fabricantes de telefones até o início da década de 1990, quando foram introduzidos os serviços digitais (Gruber, 2005).

O contraste ficava por conta de países como Japão, Alemanha, França e Itália que só apresentaram seus sistemas únicos em 1985 e onde não havia padrões abertos; ao contrário, o controle das normas era estabelecido por prestadores de serviços nacionais integrados aos fabricantes. Até o final de 1986, mais de 80% do total mundial de assinantes de telefones celulares eram baseados em NMTS, AMPS ou variação do AMPS, e a maioria era da América do Norte, Escandinávia ou Grã-Bretanha. Entre as diferenças mais importantes entre os sistemas analógicos estão a gama de frequências atribuídas para a transmissão e a largura de banda de um canal. A faixa de frequência e a largura da banda determinam o número de canais de voz. A taxa de bit de canal (em kbits por segundo) indica a densidade do fluxo de transmissão. A eficiência espectral é o número de bits que podem ser enviados por segundo ao longo de um canal de uma dada largura de banda - ou seja, a taxa de bits do canal dividida

pela largura de banda do canal. Esta relação pode ser utilizada como uma medida muito aproximada da eficiência de um sistema (Gruber, 2005).

### **1.2.2. Segunda Geração (2G)**

O sucesso dos escandinavos e estadunidenses encorajou outros países a introduzirem processos abertos de definição de padrão e resolução modular de problemas para sistemas digitais. Os países escandinavos desempenharam papel importante, através de seus governos e de suas agências e, em menor medida, os prestadores de serviços e fabricantes como a Ericsson e a Nokia, que agiram como os mecanismos de transmissão da atitude de abertura na fixação de normas na Europa Ocidental. Movidos por um desejo de integração econômica e para fazer frente à concorrência dos EUA e Japão, os fabricantes se tornaram atores dominantes na definição de normas para o Global System for Mobile Communications (GSM). Esta unidade particular, em torno de um padrão, da Europa explica a quantidade relativamente menor de padrões na segunda geração tecnológica de comunicações móveis. Além disso, os escandinavos foram importantes na criação do European Telecommunications Standards Institute (ETSI), em janeiro de 1988, que teve como decisão-chave o uso do cartão SIM que continha a informação de assinantes. A troca de qualquer provedor de serviços GSM requer apenas a troca desses cartões entre os telefones, reforçando a forma modular de resolução de problemas. Essa mudança reflete o crescente poder dos fabricantes que há muito vinham aumentando as suas despesas em pesquisa e desenvolvimento (P&D), enquanto o dos prestadores de serviços ia se reduzindo (Fransman, 2002). Além disso, as proteções de patentes se tornaram ainda mais úteis, tornando os fabricantes os agentes da difusão global do padrão GSM (Funk, 2009b).

EUA, Japão e Coréia não adotaram como padrão nacional o GSM. Nos EUA prevalecia a idéia de que a criação de normas deveria ser feita pelo mercado, pelo mecanismo de leilões de espectros, diferentemente da atribuição do espectro com base em um “concurso de beleza” feito na Europa. Após os leilões, os serviços foram baseados em diversos padrões, incluindo GSM, TDMA e CDMA, este último baseado na tecnologia da Qualcomm (tecnologia de segunda geração, cdmaOne; a de terceira geração é o CDMA 2000), ao todo foram adotados três padrões incompatíveis de segunda geração. A Coréia aprovou o cdmaOne como padrão digital em meados da década de 1990, enquanto o Japão deixou inicialmente a cargo da NTT DoCoMo a definição de normas nacionais para sistemas analógicos e digital. O aspecto comum desses dois países é que, ao não usarem GSM, não usavam os cartões SIM,

retardando a introdução de *roaming* global. Os prestadores de serviços coreanos e japoneses continuaram a definir especificações para os telefones como antes da década de 1980, em que prevalecia a quase-integração vertical, ao contrário do Ocidente onde este sistema de integração tinha sido praticamente destruído através dos processos abertos. O padrão pan-europeu GSM, no final da década de 1990, havia alcançado sucesso significativo em termos de maior número de assinantes do que qualquer outro, sendo adotado inclusive pelos países em desenvolvimento (Funk, 2009b).

**Tabela 2 – Características dos padrões 2G e 3G mais usados**

Sistemas	Ano da primeira adoção	Origem do padrão	Modo de acesso	Frequência da transmissão (MHz)	Largura do canal da banda (kHz)	Nº de canais de falas	Taxa de bit no canal (Kb/s)	Eficiência do espectro (b/s/HZ)
Nordic Mobile Telephone (NMT)	1981	Escandinávia	FDMA	450-470	25	180	1.2	0.048
Advanced Mobile Phone System (AMPS)	1983	EUA	FDMA	824-845	30	832	10	0.333
Global System Mobile (GSM)	1992	Europa	TDMA	1710-1880	200	1500	270.8	1.35
D-Advanced Mobile Phone System (D-AMPS)	1992	Estados Unidos	TDMA	824-894	30	1666	48.6	1.62
Personal Digital Cellular (JDC)	1993	Japão	TDMA	800-1500	25	1920	14	1.68
Code Division Multiple Access One (CDMAone)	1994	Qualcomm	CDMA	824-894	1250			1.75

Fonte: Gruber (2005) e Funk (2009b).

### 1.2.3. Terceira Geração (3G)

A tecnologia 3G era vista como uma atualização necessária. Enquanto as telecomunicações de voz foram projetadas para a transmissão de voz, o próximo passo seria a transmissão de dados, o que causou uma busca por parte dos agentes da indústria a um novo padrão. A 3G ofereceria uma maneira mais eficiente de transmissão de dados sem fios, pois usa a tecnologia de pacotes, na qual a transmissão de dados é dividida em unidades menores ou pacotes que são reagrupados no arquivo destino. A utilização do espectro é mais eficiente porque o canal fica disponível para outros usuários durante a conexão entre dois usuários. Em contraste, a tecnologia 2G (comutação de circuitos centrada em voz) estabelece uma conexão

dedicada entre duas chamadas para toda a duração da comunicação, criando ineficiências na utilização do espectro (Funk, 2009b).

A experiência positiva do padrão GSM trouxe a convicção de que bastaria recriar essa experiência positiva no contexto de terceira geração para que esta se tornasse um padrão global. O sucesso do GSM foi reforçado a partir das políticas de abertura, o modo modular de resolver problemas, a concorrência, o desenvolvimento dos fabricantes e a proteção de patentes no processo de ajuste do padrão de terceira geração. Até o final da década de 1990, a GSM Alliance se tornou uma organização com um processo de definição de padrão global que foi integrado com os processos do International Telephone Union (ITU). O desejo da Qualcomm de promover sua versão do CDMA, o cdmaOne, concorrendo com o padrão GSM, culminou na formação do CDMA Development Group, que também filiou-se ao ITU e passou a desempenhar o papel de uma aliança não-GSM. Note-se que foram fabricantes e prestadores de serviços os mecanismos de transmissão da configuração padrão através do GSM Alliance e do CDMA Development Group (Funk, 2009b).

O grande número de patentes da Qualcomm em tecnologia CDMA e sua decisão de não oferecer infra-estrutura de telefone celular ou aparelhos aumentou ainda mais a importância das patentes, onde havia grandes conflitos entre Qualcomm e os fabricantes tradicionais, como a Ericsson e Nokia no final da década de 1990 e início dos anos 2000. O sucesso do GSM também teve um impacto sobre a configuração padrão no Japão, pois as insatisfações de alguns fabricantes japoneses por estarem isolados do mercado global, bem como fabricantes estrangeiros, como Motorola, Nokia e Ericsson e prestadores de serviços, tais como a Vodafone, funcionaram como fontes de pressão para uma maior abertura, a fim de facilitar as suas participações no mercado japonês. Estes fatores levaram o governo japonês, em meados da década de 1990, a demandar a adoção ou criação de um padrão global para sistemas de terceira geração através da NTT DoCoMo e aprovar o uso de um sistema digital não japonês, que o segundo maior fornecedor de serviços do Japão (KDDI) aprovou (Funk, 2009b).

Na NTT DoCoMo tentou-se criar um padrão global de tecnologia, o Wide-Band CDMA (W-CDMA), que foi aceito por Nokia e Ericsson em troca de ter a interface de rede GSM (entre as estações de base e os equipamentos de comutação/sistema de telefonia fixa) incluídos na terceira geração do padrão europeu. As duas empresas fizeram isso, em parte, porque não havia um consenso no final dos anos 1990 sobre se a tecnologia da Qualcomm, CDMAOne, era tecnologicamente superior ao GSM e poderia ser escolhida como a terceira geração de interface aérea padrão da Europa. Esta era uma grande ameaça para elas, uma vez

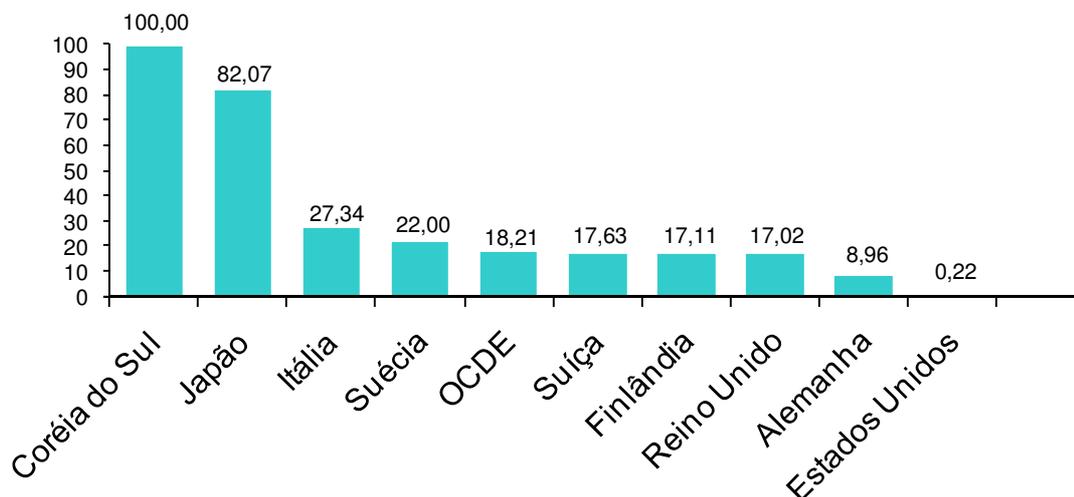
que não fizeram parte do fornecimento de infra-estrutura da cdmaOne. Assim, elas usaram a concessão do NTT DoCoMo relativo à interface de rede para convencer os fornecedores de serviços europeus a adotarem o W-CDMA no European Telecommunications Standards Institute (ETSI), em janeiro de 1998. Posteriormente, os prestadores de serviços que mais utilizavam o GSM introduziram o W-CDMA, enquanto os adotantes iniciais do cdmaOne e cdma2000 criaram suas versões melhoradas (Funk, 2009b).

Em 19 de abril de 2000, o governo do Reino Unido realizou o primeiro leilão de espectro de 3G na Europa. O total de receitas provenientes da venda de licenças para tecnologias móveis 3G somaram mais de US\$ 100 bilhões. Nem todos os países escolheram o mecanismo de leilões para atribuição de licenças de espectro, a Finlândia e a Suécia, por exemplo, atribuíram licenças através de um mecanismo conhecido como “concurso de beleza”, no qual as licenças eram atribuídas aos candidatos (operadoras móveis) que as merecessem, obrigados a fazer investimentos adicionais no desenvolvimento de redes 3G (Ansari e Garud, 2009). A decisão dos governos de vender ou adjudicar este espectro valioso tinha suscitado a criação de um novo mercado para a próxima geração de comunicações móveis. Porém, o entusiasmo para a 3G não foi o mesmo no que concerne aos consumidores destes países. Após cinco anos do seu lançamento, o uso de produtos e serviços baseados em tecnologia 3G ficou bem abaixo das expectativas. Apesar do otimismo, até 2005, dos quase 2 bilhões de clientes móveis apenas 2% migraram para a plataforma 3G – muito abaixo das estimativas iniciais. Desde então, as operadoras ofereceram funcionalidades 3G para quase um quarto da sua base de assinantes, mas os usuários se mostraram pouco interessados no uso específico da “largura da banda” baseada em serviços de dados (por exemplo, telefonia de vídeo) que a 3G oferece. Nesse ínterim, muitos operadores decidiram centrar-se sobre a atualização da geração anterior (a 2G), o que veio a ficar conhecido como 2.5G, um híbrido que tinha elementos de ambas as redes, 2G e 3G.

As redes 3G poderiam mudar as regras de engajamento, fazendo as comunicações móveis de voz centrada em dados. Com isso, os telefones se tornariam dispositivos híbridos (com voz, vídeo, TV móvel, acesso à internet e assim por diante) e os limites da plataforma móvel iriam se tornando cada vez mais fluídos, com as comunicações móveis entrando no domínio da eletrônica de consumo e entretenimento. Isso exigiu não só tecnologias de base nova, mas também vários ativos co-especializados (Teece, 1986). Entre esses ativos estavam novas gerações de aparelhos móveis ofertados pelos fabricantes (que precisavam ser compatíveis com a geração anterior), novas estações de base e mastros provedores de infra-

estrutura para a transmissão de sinais 3G e aplicações de conteúdo móveis (vídeo games, sites, etc) por desenvolvedores de aplicativos para a plataforma 3G.

**Gráfico 1 - Assinantes 3G como % do total de assinantes móveis (dados de 2009)**



Fonte: OCDE (2009)

O novo mercado da plataforma 3G foi pensado em torno de dois tipos de usuários – os provedores de conteúdo (como bancos e companhias de entretenimento desenvolvendo novos tipos de serviços móveis) e os utilizadores finais que se beneficiaram com as novas funcionalidades sendo oferecidas. A plataforma 3G estava tornando as comunicações móveis um mercado “multi-sided” onde os operadores móveis terão de servir a múltiplos conjuntos complementares de usuários.

Três acontecimentos frustraram a euforia das redes 3G, o primeiro foi o grande número de operadoras de telefonia móvel que se recusaram a adotar o W-CDMA como padrão, optando pelas tecnologias aperfeiçoadas de 2G; segundo, o surgimento de um serviço de “fototelefone” inovador acompanhado por aparelhos munidos de câmera embutida que usavam tecnologia aperfeiçoada de 2G no Japão, o i-mode (que será tratado no próximo item) e; por fim, o aparecimento de uma nova tecnologia na indústria vizinha, as redes sem fios WLANs, ou Wi-Fi que dispõem de maior velocidade para enviar e receber dados. Porém, é preciso qualificar que estas tecnologias Wi-Fi possuem duas limitações, uma é o fato do limitado alcance, somente próximo aos pontos de acesso (ou estação base), a outra por não terem uma função de transferência que permita ao usuário passar da área de alcance de um ponto de acesso para outra, dificultando o tráfego. A primeira limitação é resolvida à medida

que as empresas vão ampliando a cobertura oferecida pelas antenas dos pontos de acesso que já somam alcance de quilômetros, a segunda tem sido objeto de pesquisa.

#### **1.2.4. Internet Móvel**

Como observado na tecnologia 3G, a ênfase agora recaía sobre a transmissão de dados, em particular o funcionamento da internet nos telefones celulares começou a ganhar peso. O sucesso alcançado pelos fabricantes na criação de padrões abertos nas primeiras três gerações de sistemas de telefone móvel, inicialmente fortaleceram as políticas de abertura e o desenvolvimento do fabricante na configuração do padrão para Internet Móvel. Nokia, Motorola e Ericsson agiram como mecanismos de transmissão quando criaram o WAP Forum, em junho de 1997 (Ansari e Garud, 2009). Havia cerca de 100 membros no início de 1999 e mais de 500 em meados de 2001 (Fransman, 2005). No entanto, apesar da ênfase na abertura, os fabricantes não chegaram a um acordo sobre as normas de internet móvel. A falta de acordo sobre as normas levou a uma exibição inconsistente de menus e conteúdos em diferentes telefones e exigiu que os usuários configurassem seus próprios serviços. Entre as desvantagens dos serviços estavam a falta de conteúdo e de programas adequados aos aparelhos celulares, o preço elevado e o mecanismo de carga, no qual os usuários eram conectados por circuitos a uma rede móvel pagando pelo tempo utilizado para baixar determinado conteúdo, o que acontecia de maneira relativamente longa. Esses dois problemas reduziram substancialmente o interesse pelos serviços e, segundo Fransman (2005, p. 507), o WAP tornou-se um dos maiores desapontamentos da indústria de comunicações móveis da Europa na virada do século.

Por outro lado, os prestadores de serviços coreanos e japoneses continuaram a definir as especificações de telefone e mantiveram um sistema parcial de quase-integração vertical. No Japão, a NTT DoCoMo definiu seus próprios padrões de Internet Móvel, os fabricantes tiveram que desenvolver seus telefones em conformação com essas normas e introduziram o i-mode, sistema de fototelefonía, em fevereiro de 1999 que obteve amplo sucesso, instando outros prestadores de serviços a introduzir serviços similares em 1999 e 2000. O segundo e terceiro maiores do Japão, KDDI e J-Phone e os três maiores coreanos, SK Telecom, KT Freetel e LG Telecom também definiram seus próprios padrões e os fabricantes deveriam fornecer telefones aptos à personalização dos seus serviços de Internet Móvel. O êxito da implantação do i-mode no Japão oferece algumas lições úteis. Parte do sucesso do i-mode foi devido à criação de um feedback positivo, através de normas e coordenação. Outra

característica do i-mode é que os terminais e os dispositivos eram fáceis de usar. Esta é uma questão-chave não só para os deficientes e os idosos, mas também para os consumidores em geral, que muitas vezes têm dificuldade para começar a utilizar novas tecnologias ou são desencorajados pelo fato de terem aprendido a usar um dispositivo e recomeçar do zero quando quiserem adquirir um novo.

Ainda, a diferença de desempenho entre o Japão, Coréia e o resto do mundo reflete a mudança no método adequado de solução de problemas e, portanto, a necessidade de um método diferente de configuração padrão. Enquanto as abordagens ocidentais de definição de normas funcionaram bem com a resolução modular de problemas, a Internet Móvel requeria formas integrais de resolução de problemas. Em oposição a um padrão de interface chave (air interface), que foi tratada como processo único de padrão aberto de definição, existem várias interfaces na Internet Móvel, cada uma envolvendo uma aplicação diferente e a importância de uma aplicação deve ser reconhecida antes de uma norma ser definida para a aplicação. É bem reconhecido que as empresas individuais podem identificar essas oportunidades de mercado melhor do que os de comitês de fixação de padrões. Inicialmente o Wap Forum nem sequer tentou definir padrões para aplicativos de entretenimento, como sistemas de toques, protetores de tela e jogos, e eles vieram a se tornar fundamentais para as aplicações na Internet Móvel.

Além disso, a coerência entre normas de interface múltipla é necessária e esta consistência deve ser mantida com mudanças na tecnologia que exigem atualizações para os padrões diversos. Por exemplo, tons de toque, proteções de tela e jogos exigem métodos específicos de formatá-los, estes formatos devem ser compatíveis com o software do telefone, tais como navegadores, máquinas virtuais, Java, e-mail/clientes de mensagens e pacotes e pagamentos de micro-sistemas, e estes formatos e outros softwares são atualizados como melhorias, processadores e outros chips são implementados em novos telefones (Bohlin et al, 2007).

Embora o processo de mudança ainda esteja em andamento, o maior sucesso dos prestadores de serviços coreanos e japoneses motivou prestadores de serviços ocidentais a também definir as especificações do telefone, ordem de telefones personalizados e, assim, reintroduzir uma forma parcial de quase-integração vertical. A NTT DoCoMo já licenciou seu serviço i-mode a mais de dez japoneses prestadores de serviços de terceiros, a Vodafone usou sua posição como terceiro maior fornecedor de serviços no Japão, a J-Phone (chamada Vodafone até a aquisição da Softbank em 2006) para entender as especificações necessárias para a Internet Móvel e introduziu um serviço mundial chamado Vodaphone Live! em muitos

países. Fabricantes de celulares japoneses e coreanos foram os primeiros a oferecer telefones personalizados para Vodafone e outros prestadores de serviços ocidentais, como a Sprint PCS, Telecom Hutchison e a Verizon Wireless, onde a Nokia e a Motorola não forneceram estes telefones personalizados em grandes volumes até 2004 (Bohlin et al, 2007). Isto talvez explique o impulso de aquisições das empresas a partir de 2005.

## **2. O setor de teleequipamentos: características e elementos da dinâmica tecnológica**

Nelson e Winter (1982, p. 40) definem duas ações conjuntas pelas quais a firma evolui ao longo do tempo: os processos de *busca* e *seleção*. O primeiro é guiado por rotinas e modificadores de rotinas, que são padrões comportamentais regulares e previsíveis das firmas. O segundo processo diz respeito à seleção da firma pelo mercado, tal como nos modelos biológicos de evolução das espécies, em que os mais aptos sobrevivem, assim é no ambiente concorrencial (neste caso, porém, “mais apto” significa apenas maior sucesso comercial, não necessariamente “mais adequado” ou “superior”). Para sobreviver e crescer a firma não pode ignorar as limitações do ambiente externo, ela deve ser capaz de adaptar-se a este ambiente externo e também de modificá-lo.

A implicação é que as atividades inovativas das firmas não são livres, ou arbitrárias, mas historicamente circunscritas. É dentro desse ambiente histórico-competitivo em mudança, marcado pelo anseio das firmas em alterá-lo, que surge a incerteza no processo de busca por inovações das empresas. Estes termos são úteis para a caracterização de um setor intensivo em inovação como o de teleequipamentos, na qual as empresas realizam busca inovativa incessante para passarem pelo filtro seletivo do mercado e o ambiente técnico em que se inserem é altamente dinâmico, como descrito no capítulo anterior.

### **2.1. Caracterização do setor de teleequipamentos**

A indústria de telecomunicações, juntamente com a de transportes, tem um papel relevante na história econômica mundial. Os equipamentos originários desta indústria têm um caráter redutor de distâncias, que é caro a um sistema mundialmente integrado como havia no final do século XIX. Ao lado de navios a vapor e ferrovias, os telégrafos e telefones foram importantes novas tecnologias que expandiram o mercado efetivo de uma ampla gama de produtos comercializados no período, ampliando os fluxos de comércio (Frieden, 2008, p. 20). No final do século seguinte, as inovações resultantes dessa indústria reduziram os custos de trocas internacionais e aumentaram amplamente a quantidade de fluxo de informações entre agentes: satélites e cabos de fibra óptica, internet<sup>2</sup> e telefones celulares são exemplos de fatores que tornaram as relações econômicas internacionais vantajosas e ágeis (Frieden, 2008, p. 421).

---

<sup>2</sup> “Até 2001, mais informação podia ser transmitida, por segundo, através de um único cabo, do que era enviada em um mês em 1997” (Frieden, p. 421, 2008).

A indústria de teleequipamentos até a década de 1970 era caracterizada por uma estrutura de monopólios, que se configurava por um processo de inovação lento. Isto se deve ao fato de que os principais centros de pesquisa eram detidos pelas operadoras, através de laboratórios ligados a elas, como o Bell Labs da AT&T, o CNET da France Telecom e o CPqD no Brasil, este último um dos únicos casos de sucesso em países não desenvolvidos. Estes laboratórios “eram responsáveis pela pesquisa inicial, pelo desenvolvimento e testes de protótipos, passando então para os fabricantes, que desenvolviam para fabricação” (GALINA, 2005, p. 3-4). A lentidão ficava por conta de que este processo inovativo possuía duas, ou mais, estruturas organizacionais (operadora e fabricante de equipamento).

A partir da década de 1970 esse setor passa por mudanças significativas, decorrentes principalmente de três processos distintos (i) liberalização comercial e financeira da década de 1980; (ii) desregulamentação e privatização das telecomunicações e o (iii) advento do paradigma tecnológico de base microeletrônica (Dosi, 1984). A estrutura industrial anterior foi contestada. Além das operadoras e fornecedoras de equipamentos de telecomunicações, ocorreu a entrada de novas empresas com tecnologias de outras áreas que eram incorporadas aos equipamentos e operações, como semicondutores, *software*, internet e comércio eletrônico, e multimídia (Galina e Plonski, 2005, p. 4). Em especial, o paradigma microeletrônico foi fonte de transformações relevantes que abrangem quatro dimensões:

a) *Internet e telefonia móvel* (bem substituo e complementar em relação à telefonia fixa): a tecnologia TCP/IP fez com que Fransman (2002) propusesse um modelo de camadas (ver Tabela 3) para o setor de telecomunicações, com uma organização mais complexa, chamando-o assim de setor de *infocomunicações* (informação + comunicação). Nesta configuração o setor conta com mais atores e funções divididas entre estes, além de um componente fundamental, a concepção e uso de *software* para os produtos.

b) A *convergência de padrões tecnológicos* imposta pelo novo paradigma diminuiu as barreiras à entrada<sup>3</sup> do setor e padronizou relativamente os equipamentos de hardware.

c) *Aumento do investimento em P&D* como fator de competitividade. No modelo de camadas, os agentes das camadas inferiores funcionam como base de provisão tecnológica para as empresas das camadas superiores, o que implica uma concentração da P&D nos

---

<sup>3</sup>A estrutura de desenvolvimento tecnológico mantida pela configuração anterior (monopólio público e oligopólio privado) “impunha barreiras ao processo de inovação, já que o acesso às redes de telecomunicações era restrito apenas às operadoras e seus parceiros na fabricação de equipamentos. Além disso, a base de conhecimento era fragmentada, uma vez que cada ‘par’ nacional tinha sua própria tecnologia e não adotava padrões internacionais” (Galina, 2005, p. 4).

fabricantes de equipamentos e software, a despeito da pulverização do processo inovativo em todos os elos da cadeia.

**Tabela 3. Cadeia de Infocomunicações**

<b>Camada</b>	<b>Atividade</b>	<b>Empresas</b>
VI	Consumidor	-
V	Aplicações e empacotamento de conteúdo (informação processada)	Reuters, MSN, Google, Skype
IV	Navegação e Middleware (disponibilização de informação)	Yahoo, AOL, Terra, Uol
III	Conectividade (provedor de conexão ou de acesso)	Provedores de internet e empresas da camada II
<b>Interface TCP/IP</b>		
II	Rede	NTT, Vodafone, BT, Telecom Italia, Telefônica, AT&T
I	Equipamento e software (fornecedores de tecnologia específica para a rede)	Nokia, Motorola, Cisco, Ericsson, Alcatel-Lucent

Fonte: Adaptado a partir de Fransman (2002), Leal (2007) e Szapiro (2008).

d) A *Miniaturização* dos aparelhos, resultante de microchips, uma camada de silício na qual os transistores e outros componentes são dispostos na forma de circuitos integrados, de especial importância para os telefones celulares.

O setor de teleequipamentos passou por um processo de concentração/consolidação, ainda em curso, principalmente depois das transformações institucionais (Gutierrez e Crossetti, 2003) e da crise ocorrida em 2001<sup>4</sup>. Houve, então, aceleração na expansão dos novos serviços prestados pelas operadoras privadas e a reconfiguração das relações entre o operador monopolista e os seus fornecedores tradicionais, ao mesmo tempo em que a P&D foi repassada aos fornecedores de equipamentos e as operadoras passaram a competir em serviços.

Como consequência dessa reestruturação organizacional, houve um aumento do IDE, num primeiro momento limitado aos países do eixo EUA-Europa. No início da década de 2000, a indústria chinesa recebeu um considerável fluxo de IDE e atividades de P&D (UNCTAD, 2005, p. 143) por parte das empresas de teleequipamentos, consolidando-se como um player global no setor. Somada à concorrência chinesa (que possui custos 40% mais baixos que seus concorrentes) a crise dos anos 2000 promoveu, também, um aumento

<sup>4</sup>“A crise internacional do setor de telecomunicações atingiu todos os segmentos e camadas da indústria e teve impactos sobre praticamente todas as empresas que operavam no setor. A perda de valor das empresas no mercado de ações fornece a dimensão de tal crise. Em março de 2000 o valor total no mercado de ações de todos os operadores e fornecedores de equipamentos era de US\$ 6.300 bilhões. Em setembro de 2001, este valor já havia caído para US\$ 3.800 bilhões, contabilizando uma perda de US\$ 2.500 bilhões”. (Szapiro, 2008, p.14).

significativo da rivalidade em escala global, o que desencadeou um processo de reestruturação patrimonial no setor, tendo como exemplo a joint-venture Nokia Siemens Network, na área de infra-estrutura de redes, e a joint-venture Sony-Ericsson, na fabricação de aparelhos móveis (Szapiro, 2008), dentre outras. A tabela 4 procura captar o tamanho do mercado desse setor. Como pode ser observado, em 2007 as cinco primeiras empresas em termos de receita total, ocupam quase quatro quintos do mercado total das dez primeiras empresas.

Além disso, os gastos em P&D, totalizando em média quase 10% do total das receitas, mostram a importância das atividades tecnológicas nessa indústria. Pavitt (1984) desenvolveu uma taxonomia para classificar as fontes mais importantes de inovação segundo setores. Segundo a sua pesquisa, nos setores *baseados em ciência*, como é o caso deste setor, as fontes de inovação tecnológica são, principalmente, as atividades de P&D. Isto explica, em parte, os elevados gastos destes fabricantes tanto em termos absolutos, como relativos. As *trajetórias tecnológicas*, entendidas como o conjunto de direções específicas tomadas pela firmas de acordo com a base de conhecimentos existente, diferem de acordo com o setor e seus determinantes (fontes de tecnologia, tipos de usuário e mecanismos de apropriação). Um corolário possível destas considerações é que padrões inter-setoriais de progresso técnico e as diferentes trajetórias tecnológicas também têm influência sobre as atividades tecnológicas das empresas.

**Tabela 4 – Tamanho da indústria de teleequipamentos (em 2000 e 2007)**

	País	Participação (%) de mercado na receita total das 10 maiores empresas		Gastos em P&D (US\$ milhões)		P&D como % da Receita	
		2000	2007	2000	2006	2000	2006
Nokia	Finlândia	15,5	28,7	2.371	4.896	8,5	9,5
Motorola	EUA	17,8	15,0	3.426	4.106	10,7	9,6
Cisco Systems	EUA	10,5	14,3	2.704	4.067	14,3	14,3
Ericsson	Suécia	16,6	11,4	4.577	3.787	15,3	15,7
Alcatel-Lucent	França	16,0	10,0	2.610	1.842	9,1	11,9
L-3 Communications	EUA	1,0	5,7	24	86	1,3	0,7
Nortel Networks	Canadá	15,5	4,5	3.663	1.939	13,1	17,0
Huawei Technologies	China	1,0	4,5	193	850	10,0	10,0
Qualcomm	EUA	1,8	3,7	340	1.538	10,6	20,4
Avaya	EUA	4,3	2,2	468	428	6,1	8,3
Total (US\$ milhões)		180.303	243.641	20.376	23.539		

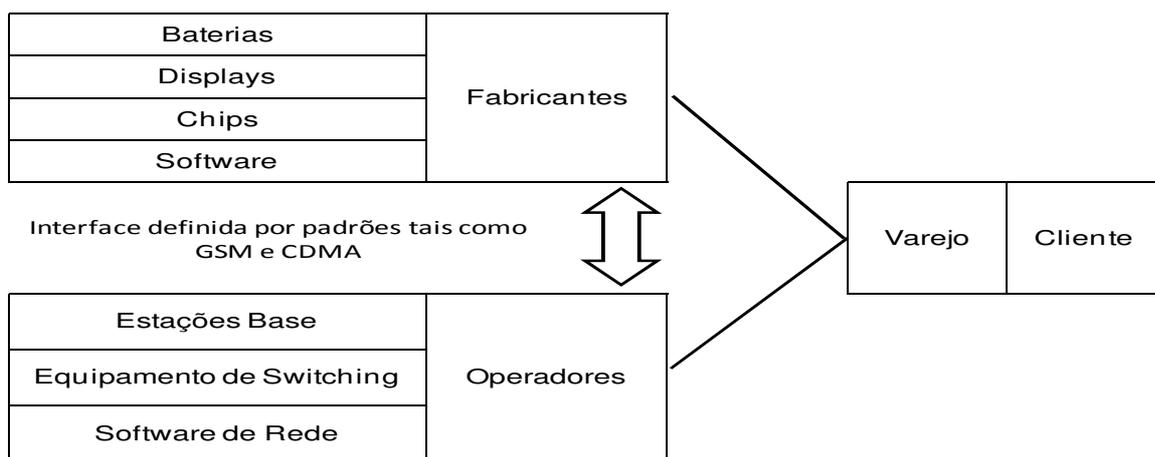
Fonte: Elaborado a partir de OECD (2008).

Cabe ressaltar o caráter “instável” do ranking de faturamento – as empresas desse setor alternam suas posições de mercado – dependendo do segmento priorizado pelas empresas. Por exemplo, informações recentes dão conta de que a Motorola já não ocupa o posto de segunda maior empresa *vendedora de telefones celulares* no mundo, sendo ultrapassada pelas coreanas Samsung e LG, respectivamente na segunda e terceira posição, que figuram no ranking de maiores empresas eletrônicas.

### 2.1.1. As comunicações móveis

As empresas analisadas nesta pesquisa ancoram suas receitas no setor de telefonia móvel – em especial a indústria de *handset*<sup>5</sup>. Face a esse cenário de intensa convergência no setor de tecnologias de informação e comunicação (TICs) é difícil conceituar a indústria de comunicações móveis em termos de cadeia de valor, ou seja, uma seqüência de atividades que geram valor. Funk (2009a) propõe que o processo produtivo interno dessa indústria é menos importante do que o modo pelo qual as empresas e os consumidores estão conectados uns aos outros: indústria, bancos, seguradoras, agências de publicidade e a internet. Conforme mostra a figura 3, música, animação, vídeo e jogos já são parte importante da indústria de telefonia móvel.

**Figura 2 – Cadeia de valor das telecomunicações móveis**



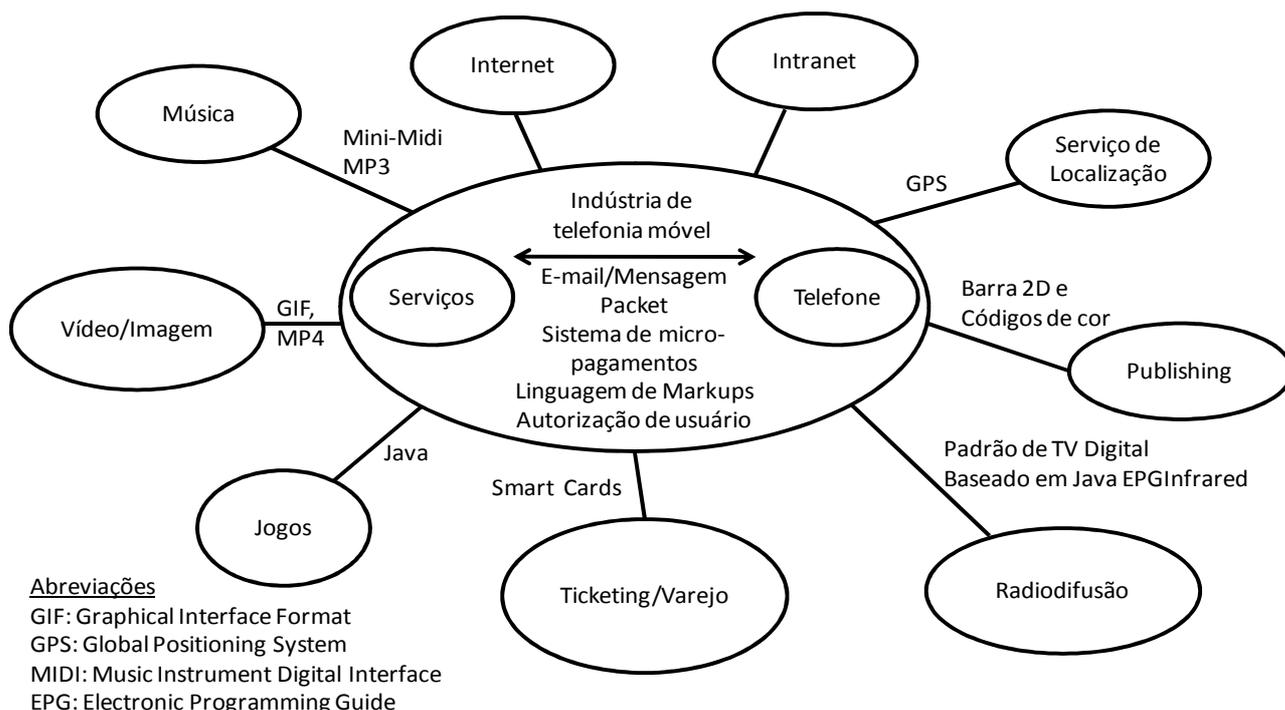
Fonte: Funk (2009a).

Segundo o autor, o conceito de rede de valor é particularmente relevante para as indústrias de rede, tais como as de PC e a de internet. Ao contrário da cadeia de valor que se

<sup>5</sup> Termo usado para se referir, em conjunto, a aparelhos celulares, dispositivos móveis e terminais móveis.

conecta por múltiplas atividades, no interior da empresa ou com outras, as redes de valor conectam múltiplos compradores e vendedores em um único nó e este pode ser parte de uma cadeia de valor ou de uma rede maior.

**Figura 3 – Rede de valor das telecomunicações móveis**



Fonte: Funk (2009a).

As empresas individuais devem, muitas vezes, interagir com uma ampla gama de compradores, vendedores e fornecedores de produtos complementares através de múltiplas plataformas. Essas redes resultam de características intrínsecas das tecnologias (dentro da indústria de telefonia móvel) existentes dentro de uma indústria e de fatores institucionais (abordagens diferentes quanto às especificações e normas de interface para os telefones). A estrutura de redes de empresas possui uma regra de participação que está em rápida evolução, por conta da mudança evolutiva do ambiente. Outra questão interessante é a maior existência de externalidades de rede e, portanto, maior necessidade de criar uma massa crítica de usuários. Neste ponto, o que é interessante não é só o número de usuários, mas sim o relacionamento entre estes – nos estágios iniciais da Internet Móvel, uma comunidade virtual de tom de toque, proteção de tela e os usuários de jogos eram necessários para apoiar as redes de valor de conteúdos compatíveis. Há uma interação entre as necessidades e atributos do

produto para cada uma das conexões da indústria, que é semelhante à interação entre mercados e produtos. A figura 3 mostra a combinação de necessidades básicas dos usuários de telefones móveis e as dos utilizadores da indústria (Funk, 2009a).

Essa configuração se deve a um aspecto das TICs que, segundo Corrocher *et al.* (2007), são tecnologias de uso geral e sua característica principal é a difusão do uso e o potencial inerente para melhoria e dinamismo, assim como um número crescente de tecnologias e aplicações. Os autores afirmam que a indústria possui uma base de conhecimento diversificada; no entanto, o grau de diversificação da base do conhecimento é muito diferente em todos os aplicativos. No âmbito internacional, é possível constatar diferentes bases organizacionais e arranjos institucionais, bem como características diversas da base de conhecimento de atividades inovadoras, o que, por sua vez, implica em diversas fontes de informação, como se verá na análise de novas tecnologias através dos dados de patentes e artigos científicos, e diferentes procedimentos na solução de problemas.

Como visto no capítulo anterior, isso se deve à dinâmica das telecomunicações que culminou nos padrões 3G (coexistência de GSM e CDMA) e, recentemente, com o advento da internet móvel, lojas, restaurantes, empresas de transporte, de radiodifusão, outros sites e qualquer tipo de empresa que usa essa tecnologia pode gerenciar suas operações internas. Em especial, na indústria de *handsets*, que tem demandas diferentes (as de usuários e as corporativas), a tendência à miniaturização descrita anteriormente tratou de concentrar em um só aparelho uma gama de aplicações existentes em diferentes objetos de mídia. Não é exagero dizer que hoje em dia um telefone celular *também* possibilita fazer ligações. O acompanhamento de reportagens sobre tecnologias dessa indústria é algo instigante, dada a possibilidade de inovações incrementais que ela oferece, despontando o caráter de objeto indispensável e concentrador de recursos, outrora dispersos, em que o aparelho vem se tornando.

A seguir, analisaremos as diferentes motivações das empresas para se internacionalizarem nesta indústria, de acordo com o arcabouço teórico evolucionista.

## **2.2. As estratégias das firmas**

Penrose (1959, p. 176) denomina base produtiva ou tecnológica o conjunto de recursos desenvolvidos ao longo do tempo, entre eles, máquinas, formas específicas de organizações de processos, qualificações e matérias-primas que são complementares entre si e se interligam uns aos outros no processo produtivo. Os recursos podem ser utilizados e combinados de

diferentes maneiras, além de poderem mudar também os serviços produtivos, gerando novos produtos. Com isso, a empresa tem ampliada a sua base tecnológica, tanto do ponto de vista quantitativo, quanto do qualitativo, o que possibilita sua expansão. Chandler (1962) estabelece que tipos diferentes de expansão decorrem de formas de organização de diferentes. Para o autor, isto só é entendido se “considerarmos que o planejamento e a execução dessa expansão são uma estratégia, e a organização criada para gerir as novas atividades e recursos, uma estrutura” (p. 136).

A competitividade das empresas depende de seus esforços e inovação, bem como das suas competências e da gestão dos ativos (tecnológicos, em particular, para o setor de telecomunicações) fundamentais ao seu *core business*. Diante disso, as empresas adotam diferentes estratégias segundo seu grau de esforço tecnológico. A capacidade de inovar (ou de acompanhar inovações), segundo Freeman e Soete (1997), depende da competência da firma em usar todo o seu conjunto de conhecimento, seja velho ou novo. Assim, os autores estabelecem uma tipologia de diferentes estratégias das quais, para os nossos propósitos, servem duas, a ofensiva e a defensiva.

A *estratégia ofensiva* é aquela que tem por objetivo atingir a liderança técnica e de mercado, colocando-se à frente dos concorrentes na introdução de novos produtos e processos. Isto implica que a firma será altamente intensiva em pesquisa, resultando em altos gastos de P&D. É interessante ressaltar aqui os riscos incorridos nesta estratégia a partir das considerações feitas por Rosenberg (1982). Segundo ele, em razão da natureza contínua da mudança tecnológica, a decisão de inovar é cercada por expectativas e incertezas quanto ao momento de se introduzir uma nova tecnologia e quanto às possibilidades de melhorias futuras engendradas por ela. Assim, o padrão de comportamento das firmas difere por conta das diferentes expectativas e graus de aversão ao risco na tomada de decisão para inovar. Os inovadores são prudentes ao esperar a melhor oportunidade para introduzir uma inovação no mercado, aquela que diminui os riscos, principalmente financeiros, decorrentes dessa introdução. Com isso, eles reduzem a imprevisibilidade e certificam-se de que a tecnologia atenderá às expectativas. Isso explica o aperfeiçoamento freqüente de velhas tecnologias (inovações incrementais ou adaptações de produtos) como freqüente alternativa ao risco de introduzir um produto radicalmente novo.

A *estratégia defensiva* é a dominante e parece incluir as considerações da incerteza já que o principal fator de retardo são os riscos decorrentes do processo inovativo. Isto não quer dizer que as empresas investem pouco em P&D, mas sim que o *timing* da introdução das inovações é diferente. Muitas vezes esta estratégia tem caráter involuntário, por conta de ter

perdido a oportunidade de ser a primeira a inovar, como aconteceu com a Motorola na década de 2000 que apostou na estratégia de miniaturização de aparelhos celulares analógicos e não antecipou a tendência do novo paradigma da terceira geração (3G) de telefonia móvel, fato que lhe custou a liderança do mercado deste setor.

Essas estratégias e buscas por aperfeiçoamento tecnológico das empresas são viabilizadas pelo acúmulo de conhecimentos específicos e de competências para desenvolver produtos e serviços inteiramente novos, bem como pela capacidade de transformar os recursos existentes. Pode-se dizer que este processo engendra novos aprendizados e novas capacitações inovativas nas firmas, incorporadas em conhecimento tácitos, mão-de-obra, *know-how*, máquinas e equipamentos, dentre outros ativos importantes no interior da firma.

Como visto, essa indústria pode ser analisada a partir da idéia de rede de valor. Entretanto, para descrever o processo de internacionalização das atividades, a seqüência do processo de concepção do produto seja importante: o hardware, sendo cada vez mais comoditizado, é passível de terceirização, o que não quer dizer que seja uma atividade trivial para as empresas fabricantes. Há uma externalização da manufatura. Sturgeon (1997) explica que esta estratégia permite às empresas uma redução dos custos fixos, relacionados à produção, liberando recursos para financiar atividades de P&D e marketing, por exemplo, que em um mercado concentrado e volátil como o da indústria de telecomunicações é imprescindível como fator de competitividade e obtenção de mercados. Isto é evidente, por exemplo, na Nokia, que tem como fornecedores de chipsets (a parte de “hardware”) a Broadcom, a Infineon Technologies, Qualcomm e ST-Ericsson. Segundo a empresa, ela interrompeu seu desenvolvimento próprio de chipset em 2007 a fim de aumentar a eficiência dos esforços de P&D, dando ênfase às atividades inovativas.

No que diz respeito à internacionalização para fins de ganhos de competitividade via inovação, a busca feita pelas empresas analisadas nesta pesquisa está concentrada em países desenvolvidos, tanto através das fusões e aquisições, quanto na instalação de laboratórios e centros de pesquisa em países cujos sistemas de inovação são mais desenvolvidos.

Uma outra tipologia de investimentos externos a ser considerada é a de Dunning (1994), que estabelece quatro tipos de motivações das ETNs para a internacionalização através do IDE: busca de mercado (*market-seeking*), procura por recursos (*resource-seeking*), busca de eficiência (*efficiency-seeking*) e busca de ativos estratégicos (*asset-seeking*). Segundo o autor, os dois primeiros motivos (*market-seeking* e *resource-seeking*), são os mais importantes para uma entrada inicial da ETN num país, em qualquer setor. Os dois últimos (*efficiency-seeking* e *asset-seeking*) são os principais modos de adensar as atividades da ETN

no país. O *efficiency-seeking* é um investimento seqüencial que visa aumentar a eficiência das atividades regionais e globais da ETN, integrando ativos, produção e mercados. O principal objetivo do *asset-seeking* é adquirir recursos e capacidades que uma empresa considera que irá sustentar ou melhorar o seu núcleo de competências regionais ou inseri-la nos mercados globais. Estes ativos contribuem para aumentar a vantagem competitiva da empresa através da melhora na capacidade inovadora e da obtenção de estruturas organizacionais que melhorem os canais de distribuição externos e, além disso, proporcionem melhor satisfação aos consumidores em mercados desconhecidos com adaptações do produto à demanda local. Faz-se necessário dizer que esse último é uma característica de setores com dinâmica tecnológica acelerada, como é o caso do setor equipamentos para telecomunicações em que as empresas da pesquisa estão inseridas.

Segundo Cantwell (1995), a internacionalização é resultado de uma conduta estratégica da firma a fim de criar, ou ampliar, vantagens de propriedade tecnológicas e inovativas. O autor formula sua hipótese através do estudo de patentes em países desenvolvidos, contrariando a teoria do ciclo do produto. Segundo Cantwell (1995), a teoria do ciclo de vida do produto (Vernon, 1966) é baseada em duas hipóteses principais 1) a inovação está quase sempre concentrada no país de origem da EMN e; 2) o investimento internacional é guiado por empresas líderes a fim de aumentar a participação nos mercados globais. Com base em seu estudo de patentes, Cantwell rejeita a primeira hipótese e aceita (ou melhor, revisa) a segunda. As empresas procuram tecnologia em centros de excelência mundiais. Constata que, historicamente, a internacionalização foi conduzida por empresas líderes tecnologicamente nos seus países de origem, ou seja, pelas empresas que alcançaram sucesso através da acumulação tecnológica como fonte de vantagem competitiva. Entre o final da Segunda Guerra Mundial e meados da década de 1980 tais agentes eram as empresas européias no complexo químico e as estadunidenses no complexo eletrônico. Firms inovadoras bem-sucedidas tendem a investir em atividades inovativas em diversos centros/países. Com isso, há transferência de conhecimento entre subsidiárias e entre países. Seus investimentos geram efeitos econômicos, como os transbordamentos e economias de aglomeração e cada centro de pesquisa é uma fonte direta ou indireta de aprendizado para as EMNs – isso implica que a inovação torna-se dispersa em diversos países<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> A ressalva importante é que o estudo de Cantwell se baseia em sete países desenvolvidos, o que exige certo cuidado ao tratar a dispersão globalizada de atividades tecnológicas – o estudo deveria ser ampliado para outros países desenvolvidos e em desenvolvimento. Uma vez mais, cabe ressaltar o que recentes estudos mostram: o setor de telecomunicações ainda tem uma dispersão hierarquizada, na qual os países desenvolvidos estão na ponta, sendo relegados aos países em desenvolvimento papéis secundários, com algumas exceções, nas etapas de

A UNCTAD (2005) apresenta uma taxonomia das formas de internacionalização da inovação. Em todas as categorias as ETNs têm função relevante, visto terem como imperativo a renovação de seus ativos tecnológicos para manterem sua competitividade. As subsidiárias estrangeiras em países hospedeiros podem adaptar produtos locais à demanda específica interna e depois exportá-lo, ou mesmo patenteá-lo, caso obtenham sucesso com o modelo adaptado. As trocas de informações técnicas e equipamentos ajudam a ETN a monitorar a tecnologia desenvolvida em outros países por firmas locais e adaptá-la ao seu processo produtivo. As subsidiárias, munindo-se das competências do sistema de inovação local, podem desenvolver novas tecnologias que complementem as competências da corporação e ampliem o escopo de novas tecnologias potencialmente promissoras, o que as prepara para as rodadas competitivas vindouras (Stopford, 1995). A aquisição de ativos existentes ajuda na renovação contínua do aparato tecnológico que a empresa possui, necessário para o desenvolvimento de inovações.

Teece e Pisano (1994) observam que os estudiosos da indústria notaram que as corporações podem acumular um grande estoque de ativos de tecnologia valiosa e ainda assim não ter muitas capacitações úteis. Essa acumulação é fonte de vantagem competitiva, tratadas como “capacitações dinâmicas” (*dynamic capabilities*). O termo “dinâmicas” refere-se ao caráter mutável do ambiente, caro ao setor de telecomunicações, exigindo certas respostas estratégicas ao ritmo de inovação acelerado e o caráter incerto na competição futura. O termo “capacitações” enfatiza o papel chave da administração estratégica em adaptar, integrar e reconfigurar adequadamente qualificações organizacionais, recursos e competências funcionais internas e externas em face de este ambiente mutável.

Na abordagem de Teece (1986), as inovações tecnológicas requerem o uso de certos ativos relacionados, para a produção e a entrega de novos produtos e serviços. Estes ativos são divididos em genéricos, especializados e co-especializados. Ativos genéricos de propósitos gerais, que não precisam ser adaptados para a inovação em questão. Ativos especializados são aqueles nos quais há dependência unilateral entre a inovação e o ativo complementar. Ativos co-especializados são aqueles para os quais há uma dependência bilateral, são dependentes de uma tecnologia de núcleo. Este último, de extrema importância para as empresas na dinâmica tecnológica ocorrida no setor, descrita no capítulo anterior.

Segundo Teece e Pisano (1994), em mercados competitivos, é a facilidade da imitação que determina a sustentabilidade da vantagem competitiva. Imitação fácil implica rápida

dissipação dos retornos, porém quando o componente tácito é elevado, a imitação é dificultada, a não ser que a firma empregue indivíduos-chaves ou se há a transferência de processos organizacionais (de uma empresa a outra). Para elevar a apropriabilidade, as firmas valem-se do sistema legal de propriedade intelectual, como patentes, segredos comerciais, marcas, ou mesmo o “estilo” relacionado à marca (“*trade dress*”<sup>7</sup>).

**Tabela 5 – Patentes das fabricantes de teleequipamentos**

Fabricantes	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Out. 2008
Cisco	11	9	17	34	46	53	66	54	33
Nokia	36	39	51	51	68	41	58	36	33
Samsung Electronics	34	26	31	19	21	29	26	28	29
Lucent	106	84	68	60	67	35	58	23	26
Fujitsu	25	32	24	26	37	21	21	17	22
Siemens	48	36	52	51	65	47	67	40	22
NEC	36	39	38	38	42	31	43	33	16
Nortel	69	64	45	53	74	36	34	28	12
Ericsson	80	73	63	62	49	34	44	15	11
Motorola	52	18	38	19	21	15	30	22	8
Alcatel	44	50	35	39	38	25	31	12	8
LG Electronics	1	0	0	4	11	17	21	11	7
Matsushita Communications <sup>3</sup>	14	22	26	23	25	25	22	21	5
Qualcom	7	8	14	8	8	9	9	2	2
<b>Total</b>	574	518	521	509	606	429	540	348	236
<b>Média</b>	35,9	32,4	32,6	31,8	35,6	25,2	31,8	20,5	13,9

Fonte: OCDE (2008)

No setor de telefonia móvel, a patente adquire um importante papel. Uma vez que as atividades tecnológicas dessas empresas são altamente dinâmicas e o ambiente é incerto e mutável, proteger-se é um imperativo. Há várias formas de proteção, como o segredo industrial e o *lead-time*<sup>8</sup>. Recentemente se veiculou uma notícia sobre a perda, por um engenheiro, do protótipo do iPhone 4G, lançado recentemente, em um bar no Vale do Silício e, também, sobre as brigas entre a Nokia e esta empresa com acusações mútuas de violações de patentes, mostrando como esse setor é extremamente instável no que diz respeito à

<sup>7</sup> "Trade dress" refere-se ao "olhar e sentir" de um estabelecimento varejista, e.g. o marketing e o estilo diferenciados dos produtos da Nature Company" (Teece e Pisano, 1994, nota 23).

<sup>8</sup> Tempo decorrido entre a concepção de uma inovação e sua introdução no mercado.

imitação. À luz da discussão das estratégias tecnológicas em face de um ambiente em mudança, passamos a analisar as empresas.

### 2.3. Motorola

A Motorola é uma empresa sediada nos EUA. Segundo o *site* Teleco, a Motorola é a principal exportadora e importadora de telefones celulares no mundo, em 2008 os valores das exportações e importações desta empresa foram de US\$ 1,17 bilhões e US\$ 1,66 bilhões, respectivamente. A empresa registrou queda de vendas no período 2006-2007. Segundo analistas, isso se deve a deficitária iniciativa da empresa de elevar sua participação em mercados emergentes, tendo que vender celulares a preços menores que os concorrentes.

Além disso, em reportagem veiculada pelo *Financial Times*, em março de 2009, George Brown, co-executivo-chefe da Motorola, atribui ao fracasso de resultados da empresa a não antecipação das tendências de celulares móveis, como a tecnologia 3G, além de erros de estratégias com fornecedores de software que culminaram numa redução da participação relativa da empresa no mercado de telefones móveis sem-fio.

**Tabela 6. Motorola: desempenho em dados selecionados, 2003-2009**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Vendas (US\$ milhões)	21718	29680	35310	42847	36622	30146	22044
Empregados (mil)	88	68	69	66	66	64	53
Gastos em P&D (US\$ milhões)	2849	3316	3600	4106	4429	4109	3183
P&D como % das vendas	13	11	10,2	9,5	12,1	13,6	14,4

Fonte: Relatórios Anuais da Motorola.

Inicialmente, como fabricante de eliminadores de baterias, dispositivo que permitia que os rádios e pilhas funcionassem na corrente elétrica, a empresa tinha o nome de *Galvin Manufacturing Corporation*, fundada em 25 de setembro de 1928. No decorrer dos anos 1930, a empresa se destacou como fabricante de rádio e de receptores de rádio. Em 1947 a empresa mudou seu nome para Motorola Inc., por conta do sucesso de um produto fabricado na década de 1930. Ainda no mesmo ano, fabrica sua primeira TV, que vendeu mais de 100 mil unidades. Durante os anos 1950, a empresa fabricou o primeiro transistor de alta potência comercial, inaugurando sua primeira fábrica de semicondutores. A década de 1960 foi marcada pela sua expansão para mercados ao redor do mundo, inaugurando uma fábrica no México e atividades de comercialização em oito diferentes países, como o escritório do Japão

que se tornou especializado no design e venda de circuitos integrados. Também destacou-se nesse período a prioridade dada pela empresa aos componentes de alta tecnologia.

Nos anos 1970, com a estratégia de se ajustar e definir próximos mercados a serem explorados, a Motorola vendeu seu segmento de televisores e iniciou um amplo movimento de aquisições de outras empresas, e desde então se concentrou no segmento de sistemas de comunicação pessoal, e também para comércio, indústrias e governos. A empresa sustentou o posto de líder de vendas em telefones móveis no início dos anos 1990, com cerca de 45% do mercado mundial, fato que lhe garantiu o posto de principal empresa na área de comunicação sem fio. Ao lado da Intel e da Nec, foi considerada também uma das maiores fornecedoras de semicondutores do mundo. Ao final da década, a empresa enfrentou sérias dificuldades diante da redução na demanda dos seus produtos e pela intensificação da concorrência nas suas principais áreas de atuação: aparelhos móveis e semicondutores.

No decorrer daquela década a empresa centrou seus esforços na miniaturização de aparelhos analógicos, acreditando que a transição destes para os digitais seria feita de forma lenta e gradual. Isto fez com que, entorpecida pela liderança no mercado, a empresa deixasse de lado a pesquisa e o acompanhamento das novas tendências tecnológicas em voga e ainda por vir, especializando-se somente no aperfeiçoamento da sua produção. Esta falha estratégica permitiu aos seus concorrentes passarem à frente da empresa. Isto se deu através da introdução de aparelhos digitais atrativos e simplificados no mercado, que proporcionariam a esses rivais parcelas de mercado maiores, às custas da Motorola. A evidência do erro desta estratégia é exemplificada pela perda de participação no mercado estadunidense, seu mercado de origem, para concorrentes como a Lucent e a Nortel, e, também, a perda da liderança mundial de vendas de aparelhos celulares para a Nokia em 1998. Um agravante da situação enfrentada pela Motorola é o fato de que seu segmento de semicondutores enfrentava uma grande crise ao final dos anos 1990, devido à relativa inferioridade tecnológica da empresa frente a seus concorrentes nesses produtos. Isto levou a empresa a comprar externamente parte dos *chips* necessários para os telefones móveis, bem como o abandono das atividades de fabricação de semicondutores, para dedicar-se a segmentos específicos, dado o alto custo destas atividades (CEPAL, 2007, p. 110)<sup>9</sup>. O principal mercado da empresa é os EUA, que representa cerca de metade das vendas totais. Além disso, o país sede da companhia concentra

---

<sup>9</sup> Deste movimento nasceu a Freescale, um *spin-off* da Motorola, fabricante de semicondutores (entre as três maiores do segmento e fornecedora global de *chipsets* para os setores automotivo, de eletrônica de consumo e telecomunicações para as plataformas de 2G e 3G), que tem preferência no fornecimento de *chipsets*, bem como prevê o fornecimento de tecnologias nas áreas de transmissão de radiofrequência, gerenciamento de energia, amplificador de energia e *baseband* a serem incorporadas ao *design* dos terminais da Motorola (Telecom Online, 2007a).

a maioria das suas atividades produtivas e tecnológicas, bem como a coordenação dos seus centros mundiais de pesquisa.

A empresa possui três segmentos: Mobile Devices com 32% das vendas em 2009, a Home and Networks Mobility com 36% e Enterprise Mobility Solutions Segment com 32%. Seu segundo maior mercado é o chinês, sendo as atividades produtivas e tecnológicas cada vez mais direcionadas para esse país, a despeito da queda ocorrida na participação relativa deste mercado, de 2006 (10,89%) para 2007 (7,19%). A mão-de-obra chinesa tem uma grande participação relativa no emprego total da empresa. Além disso, o centro de pesquisas em *software* da China é o terceiro na hierarquia corporativa da empresa, atrás de EUA e Índia, comercializando localmente e exportando esse produto. A presença de Cingapura como um dos maiores mercados é uma evidência da dispersão das atividades corporativas da empresa em direção a países asiáticos. Junto com este país, a Malásia possui centro de P&D da empresa desde 1970, concentrada mais em desenvolvimento do que em produto.

A Motorola investe um percentual elevado de suas receitas em P&D. Em 2007, foram gastos 12,1% das receitas de vendas nestas atividades, o que equivale a um montante de aproximadamente US\$ 4,4 bilhões. Em 2007, aproximadamente 27 mil empregados (% do total) estiveram envolvidos nas atividades de P&D. A Motorola operava centros de P&D em 19 países, até o final de 2004, sendo seis em países em desenvolvimento (Brasil, China, Índia, Coréia, Malásia e Cingapura). Segundo informações levantadas por Leal (2007, p. 44), a Motorola possui “um processo global de P&D que conta com 21 mil engenheiros, sendo 13 mil na área de software”. Na empresa, as atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos são distintas. A divisão é feita por tipos de laboratórios de P&D: *Motorola Labs*, com atividades de P&D de médio e longo prazo, com foco em clientes e unidades de negócio; *Motorola Software Group* e *Development Centers*, com pesquisas de horizonte de tempo mais curto, focadas em demandas mais imediatas. A atividade de pesquisa é realizada apenas em cinco países, sendo apenas dois em desenvolvimento, Índia e China. Das 54 unidades de P&D da empresa, apenas 11 estão nos EUA e quase a metade (24) está localizada em países em desenvolvimento, sendo que Índia e China, juntas, possuem 10 destas unidades. Até o final de 2004, a Motorola montou 15 centros de P&D local e global na China. A transição da empresa para uma carteira mais competitiva começou no quarto trimestre de 2009 com a introdução de novos smartphones baseados no sistema operacional Android e MOTOBLUR™. Segundo a empresa, em 2010, um número significativo dos seus dispositivos móveis serão smartphones. Uma parceria importante da Motorola foi com a Nextel: a empresa irá fabricar aparelhos com o sistema Android e com a tecnologia iDEN, base da rede de telefonia da Nextel e contendo

serviços como a Conexão Direta (Push to Talk), que permite realizar chamadas entre dois aparelhos iDEN com o toque de um único botão. No negócio de redes, a empresa investe na próxima geração de tecnologias sem fio, o WiMAX e LTE, em particular com a solução de rede de acesso de rádio (RAN).

#### 2.4. Nokia

A empresa finlandesa Nokia é a líder global no segmento de telefones celulares seguida por Samsung, LG e Motorola. Em 2008 1 em cada 3 celulares em uso no planeta era da Nokia, que vende diariamente 1 milhão de telefones nos 150 países onde atua. A expansão nas vendas, que vinha ocorrendo desde 2004, sofreu um impacto, em 2008 (ano em que as vendas não cresceram, como mostra a tabela 5), decorrente da crise financeira deflagrada pelos créditos sub-prime dos Estados Unidos. Ainda assim, neste último ano a empresa manteve seu percentual de gastos em P&D, configurando 11,8% do total da sua receita. Com a recente crise européia, somada à concorrência dos iPhones e iPads da Apple, a empresa já revisou para baixo suas receita de vendas para 2010.

**Tabela 7. Nokia: desempenho em dados selecionados, 2003-2009**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Vendas (EURm)	29533	29371	34191	41121	51058	50710	40984
Empregados (mil)	52	53,5	57	65	112,2	125,8	123,5
Gastos em P&D (EURm)	3788	3776	3825	3897	5647	5968	5909
P&D como % das vendas	12,8	12,8	11	9,5	11,1	11,8	14,4

Fonte: Relatórios Anuais da Nokia.

As estratégias aparentemente mais utilizadas pela empresa são os processos de aquisições para incorporar tecnologias aos aparelhos já existentes, como é o caso da fabricante de softwares norueguesa Trollteche; e parcerias para o desenvolvimento de novos celulares, como o feito com a Qualcomm para celulares 3G.

A Nokia começou suas atividades no século XIX como uma usina de papel e nos anos 1960 entrou na telefonia, passando para celulares nos anos 1990. Em 1967, teve início a forma atual da Nokia Corporation que foi o resultado da fusão de três empresas finlandesas: Nokia AB, fábrica de celulose fundada em 1865; Finnish Rubber Works Ltd., fabricante de botas de borracha, pneus e outros produtos de borracha fundada em 1898 e; a Cable Works Ltd, fabricante de telefone e cabos de alimentação fundada em 1912. A empresa entrou no mercado de equipamentos de telecomunicações em 1960, quando um departamento de eletrônica foi criado na Cable Works para se concentrar na produção de equipamentos de

transmissão de rádio. A desregulamentação das indústrias européias de telecomunicações desde a década de 1980 estimulou a concorrência e impulsionou a demanda.

Em 1991, a Nokia ganhou contratos para fornecimento de redes GSM em outros países europeus. No início da década de 1990, a empresa tomou uma decisão estratégica de tornar as telecomunicações seu núcleo de negócios, com o objetivo de estabelecer uma liderança em todos os principais mercados globais. As indústrias de outras operações, papel, computador pessoal, borracha, calçados, produtos químicos, plantas de energia, cabo de alumínio e as empresas de televisão, foram alienadas durante o período de 1989-1996. Nos anos 2000, com a intensa convergência digital nas telecomunicações, a Nokia iniciou um conjunto de aquisições com vistas a aumentar sua participação de mercado mundial e complementar seu portfólio tecnológico.

Embora um percentual relativamente menor do que o da estadunidense Motorola, a empresa investe um valor substancialmente maior do que a rival. A Nokia é líder mundial do setor de equipamentos de telecomunicações e possui três segmentos Devices & Services, Nokia Siemens Networks e NAVTEQ, este último corresponde à aquisição por US\$ 8,1 bilhões da empresa estadunidense produtora de mapas digitais Navteq Corp. A empresa possui instalações produtivas na Alemanha, Brasil, China, Finlândia, Reino Unido, Hungria, Índia, México, Romênia e Coréia do Sul. Seus principais centros de P&D (Nokia Research Center) estão concentrados em países desenvolvidos, sendo que três estão localizados em países em desenvolvimento, China, Índia e Quênia, embora o foco de pesquisa dos dois últimos esteja destinado à atividade New User Interface que consiste na pesquisa de padrões culturais para adaptá-los aos produtos. O processo de internacionalização da Nokia se deu recentemente, nos anos 1990. A empresa tem dado destaque a alguns países que revelam potencial de expansão do mercado doméstico para as tecnologias 3G (China, Índia e Brasil<sup>10</sup>). Também tem dado atenção especial a parcerias produtivas e tecnológicas locais nos países para os quais se internacionalizou. O seu mercado de origem representa uma pequena parcela do total de suas vendas, embora as atividades principais da empresa se mantenham concentradas neste país e, sobretudo, nos países desenvolvidos da Europa como pode ser observado no Quadro 3, abaixo.

Em 2009, a empresa anunciou parceria com a Qualcomm para desenvolver dispositivos móveis no padrão Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) e com a Intel para desenvolver uma plataforma de sistemas, o MeeGo, para telefones celulares que

---

<sup>10</sup> Segundo o IDC, os telefones 3G respondem atualmente por 1,2% da base de celulares no Brasil.

rodarão em uma vasta gama de dispositivos móveis, dos celulares aos sistemas embarcados, passando pelos PDAs, MIDs, TVs Digitais e netbooks, fabricados pela Nokia e também por outros clientes Intel. O centro de pesquisas da Nokia inclui parcerias com universidades, como Massachusetts Institute of Technology (MIT), Stanford University, a University of California, Berkeley e a University Southern California (USC) nos EUA; Cambridge University no Reino Unido; Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL) e Eidgenossische Technische Hochschule Zurich (ETHZ) na Suíça; Aalto University, Tampere University of Technology and University of Tampere na Finlândia e; Tsinghua University and the Beijing University of Post and Telecommunication (BUPT) na China. A empresa desenvolve pesquisas em nanotecnologia e no fluxo de tráficos de dados em tempo real através do sistema GPS. A empresa também dispõe de parcerias em software e serviços, por exemplo, para oferecer um catálogo de conteúdo digital - como música, através da Nokia Music Store - e conteúdo e editores de guia de viagens através do Ovi Maps.

**Quadro 1. Ativos tecnológicos adquiridos pela Motorola: 2005-2008.**

<b>Aquisições</b>	<b>Data</b>	<b>Origem</b>	<b>Descrição</b>
Kreatel Communications AB	fev/06	Suécia	Empresa de soluções para IPTV
TTP Communications plc	ago/06	Inglaterra	Desenvolve chips, protocolo de integração para plataforma de silício e peças para celular de baixo custo
Broadbus Technologies	set/06	EUA	Provedora de soluções de tecnologia para televisão sob demanda (Television On-Demand, ou TOD)
Symbol Technologies	jan/07	EUA	Fabricante de handhelds que podem ler códigos de barras, RFID e Wi-Fi
Good Technology	jan/07	EUA	Desenvolve software e serviços para a área de mobilidade corporativa
Netopia	fev/07	EUA	Fabricante de equipamentos de DSL para usuários
Terayon Communication Systems	jul/07	EUA	Desenvolvedora de software para redes e processamento de vídeos digitais
Vertex Standard	2008	Japão	Fabricante de rádios de comunicações
Zhejiang Dahua Digital Technology e Hangzhou Image Silicon	2008	China	Empresa centrada em comercialização, investigação e desenvolvimento de serviços set-top box para TV digital
Soundbuzz Pte	2008	Singapura	Distribuidora de músicas digitais
Air Defense Inc	2008	EUA	Provedor de segurança para LAN sem fio (WLAN)

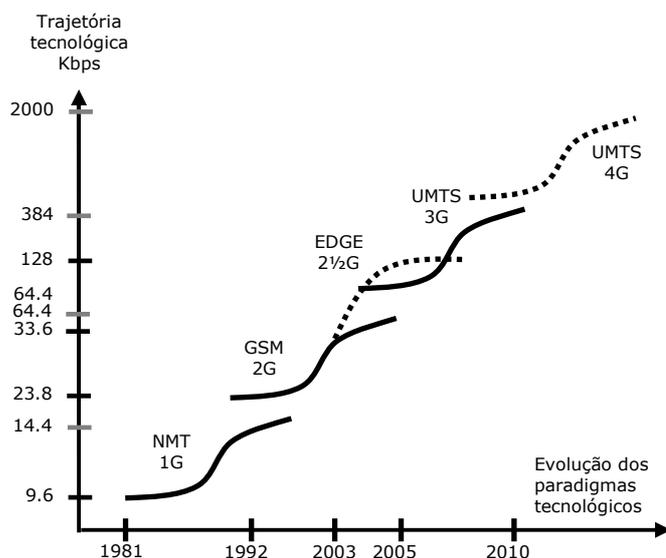
**Quadro 2. Ativos tecnológicos adquiridos pela Nokia: 2005-2008.**

<b>Aquisições</b>	<b>Data</b>	<b>Origem</b>	<b>Descrição</b>
Intellisync	fev/06	EUA	Desenvolvedora de soluções de e-mail sem fio, sincronização e gerenciamento de dispositivos
LCC International's U.S. deployment business	jun/06	EUA	Líder global em voz e design de dados, desdobramento e soluções de gerência para a indústria de telecomunicações sem fios
gate5 AG	out/06	EUA	Software de mapas
Loudeye	out/06	EUA	Música digital
Twango	jul/07	EUA	Fornecedora de serviço de rede social
Enpocket	out/07	EUA	Desenvolvedora de Software para acesso móvel a arquivos baseados em PC
Avvenu	dez/07	EUA	Desenvolve software para acesso móvel a arquivos baseados em PC, incluindo iTunes
Atrica	jan/08	Israel	Empresa de tecnologia de rede para áreas metropolitanas
Apertio	fev/08	Inglaterra	Desenvolve software para gerenciar assinantes de telefonia móvel
Trolltech	jun/08	Noruega	Desenvolve os frameworks Qtopia e Qt, usados para criar interfaces de celulares e aplicações para plataformas múltiplas
Navteq	jul/08	EUA	Especializada em serviços de navegação GPS
Plazes AG	jul/08	Alemanha	Desenvolve plataforma que é usada para planejar, compartilhar e armazenar atividades sociais, usando PCs - com Windows ou Mac OS X - ou celulares, via SMS (short message service).
OZ Communications	nov/08	Canadá	Especializada em soluções de mensagens instantâneas e e-mail
Symbian	dez/08	EUA	Desenvolve o sistema operacional para dispositivos móveis homônimos

### 3. Tendências tecnológicas e novas tecnologias

A figura 4 mostra a evolução das tecnologias de rede de telecomunicações ao longo do tempo, no qual a passagem do padrão analógico para o digital se deu em um período pouco superior a 20 anos. Ela será importante para as próximas seções em que se procurará analisar os aspectos tecnológicos do setor aqui estudado, pois, de maneira geral, esses padrões tecnológicos condicionam a indústria de teleequipamentos, como se procurou mostrar anteriormente. Cabe um comentário, porém. As curvas seguem um padrão schumpeteriano (curva-S) do desenvolvimento tecnológico com períodos de difusão, crescimento e maturação dos paradigmas tecnológicos<sup>11</sup> com suas respectivas trajetórias.

**Figura 4 - Evolução dos paradigmas tecnológicos das telefonias móveis**



Fonte: Elaborado a partir de Ansari e Garud (2009).

Fai & von Tunzelman (2001) descrevem que o formato dessa curva sugere um período de crescimento rápido do avanço tecnológico do setor, seguido de um crescimento mais lento.

<sup>11</sup> A história dessa indústria é marcada pelo surgimento e aperfeiçoamentos de paradigmas tecnológicos. Para Dosi (1988, p. 1127), um paradigma constitui-se em uma convenção de solução de problemas que define padrões característicos de uma diversidade de mercadorias. Sendo assim, é um artefato bem desenvolvido e melhorado – que envolve uma “tecnologia da mudança tecnológica” específica. Para o autor, um paradigma estabelecido determina a trajetória tecnológica das empresas, o que implica em diferenças setoriais (ligadas às restrições técnicas e econômicas específicas aos setores). Cada paradigma envolve determinadas características tanto ligadas à inovação como ao processo de competição e acumulação tecnológica das firmas e estão relacionadas às diferentes oportunidades tecnológicas, modos de apropriabilidade e cumulatividade.

Porém, ressalta que no momento em que a tecnologia estiver no ponto da curva onde denota retornos decrescentes poderá haver uma maior difusão tecnológica para outros setores. No que diz respeito a países, isso pode se aplicar ao Brasil: quando a partir dos processos de padronização destas tecnologias outros países começaram a testar os avanços da tecnologia 4G, o país avançava, de maneira lenta, na implantação de redes 3G a partir de 2007. Essa discussão serve de base para as próximas discussões, na medida em que os paradigmas econômicos possuem trajetórias que precisam ser captadas pelas empresas para que estas se mantenham competitivas. No caso, veremos as tecnologias que derivaram da evolução dos padrões 3G e 4G. Para isso, no item 3.1 veremos como a dinâmica e as estratégias tecnológicas, com as aquisições das empresas estudadas, tornaram as empresas multi-tecnológicas, faremos isso com os dados de patentes das empresas. No item 3.2, introduziremos o conceito de ecossistema das tecnologias de informação e comunicação, buscando as características das relações que permeiam o setor estudado, evidenciando suas interações no sentido de desenvolver tecnologias. No item 3.3, apresentaremos a metodologia que iremos utilizar para analisar as tecnologias e os resultados obtidos a partir disso.

### **3.1. Empresas multi-tecnológicas**

Segundo Patel & Pavitt (1997), a característica mais marcante das competências tecnológicas<sup>12</sup> das grandes corporações é a ampla gama ou diversidade das áreas tecnológicas em que elas são ativas. Essa conclusão deriva de um estudo feito a partir de dados das patentes de empresas estadunidenses, através de cinco grandes famílias tecnológicas. Por exemplo, 71% das patentes das empresas químicas estavam alocadas nas tecnologias químicas, ao passo que as empresas deste setor tinham substanciais competências, dentre os 29% restantes, fora daquilo que parecia ser seu núcleo de competência (e.g. maquinaria não elétrica, com 16,9% das patentes). Além disso, um indicador usado é o de diversidade tecnológica, que visa mostrar concentração das quantidades de patentes em determinada área técnica. Assim, a empresa que concentrasse um número de patentes distribuído em um número expressivo de diferentes competências poderia ser considerada uma empresa multi-

---

<sup>12</sup> A definição de competência tecnológica usada aqui é a de Fai e von Tunzelman (2001, p. 142): “a capacidade de criar e usar um campo específico da tecnologia de forma eficaz, adquirida através de extensa experimentação e aprendizagem na sua investigação, desenvolvimento e emprego na produção”.

tecnológica, ou seja, sua base tecnológica é, geralmente, muito maior do que sua base de produto.

Outro estudo empírico é o de Garcia-Veja (2006) que mostra que as patentes e a alta intensidade de P&D aumentam o grau de diversificação da empresa. Este estudo se baseia em 544 empresas da União Européia no período 1995-2000. A autora afirma que as empresas que estão tecnologicamente mais diversificadas podem ter certas vantagens em mercados competitivos. Para embasar isto ela lista três motivos. Primeiro, as empresas podem obter ganhos a partir de tecnologias independentes da que ocorre dentro da empresa, ficando susceptíveis de beneficiarem-se de novas oportunidades tecnológicas. Segundo, os investimentos em P&D acarretam alguns riscos para a empresa, pois não é todo o projeto tecnológico da empresa que se revela bem sucedido. Além disso, há outros riscos relacionados à crescente concorrência, à mudança tecnológica, à taxa de imitação, à depressão econômica ou mesmo à rápida obsolescência da tecnologia da empresa. Diversificada, a empresa pode reduzir seus riscos inerentes à P&D. Em terceiro lugar, a diversificação pode impedir um lock-in, ou seja, o aprisionamento de uma determinada tecnologia que pode se revelar mal sucedida posteriormente, podendo sustentar um processo de renovação e evolução dos negócios da firma.

Nesse sentido, duas características da diversificação tecnológica devem ser ressaltadas, com base na revisão sobre o assunto feita por Björkdahl (2009). A primeira diz respeito ao produto. Mesmo se uma determinada tecnologia não é parte do núcleo distintivo da empresa, pode ser necessário desenvolver alguma competência em áreas associadas à produção de seus produtos para que ela possa coordenar seu sistema de produção e cadeia de abastecimento, bem como avaliar e tratar oportunidades tecnológicas. Quando o produto engloba componentes interdependentes ou subsistemas, ou quando há taxas irregulares de mudança, cuja interação não pode ser prevista, é importante que a empresa desenvolva ou adquira competências tecnológicas nas áreas que não fazem parte de seu “núcleo distintivo”. As grandes empresas tendem a alargar suas competências para abranger ciência nova que está constantemente em mudança e, também, adquirir engenharia de base para incorporá-los em seus produtos já existentes ou mesmo melhorar seu desempenho e funcionalidade. A segunda relaciona-se à fertilização cruzada. Este processo é referido como diversificação de tecnologias relacionadas ao produto, no qual a adição de novas tecnologias para a base tecnológica de um determinado produto é associada a um processo de pesquisa em

que novas tecnologias são exploradas e, em seguida, integradas à base tecnológica, o que resulta em melhor desempenho técnico ao longo da trajetória tecnológica existente e adição de novas funcionalidades ao produto. Claramente, esse é o caso do setor de teleequipamentos aqui estudado, no que tange à produção de *handset*.

Essa base metodológica tem respaldo teórico na teoria da diversificação da firma de Edith Penrose (1959), a qual pode ocorrer dentro da área de especialização da firma, quanto em outras áreas, onde a empresa busque mercado. Quando olhamos a dinâmica do setor de telecomunicações, em especial da indústria de equipamentos aqui estudadas, é possível perceber que a base tecnológica de concentração das firmas sofreu considerável expansão, isso é evidente no modelo de rede de valor de Funk (2009). Nele podemos notar que a indústria de *handset* precisou adquirir novas aptidões dinâmicas específicas (Teece, 1994), externalizando as atividades de fabricação de semicondutores, a manufatura (Sturgeon, 1999), por exemplo, e se concentrando nas áreas tecnológicas mais ligadas aos aspectos internos do telefone celular<sup>13</sup>. Nisto, é ainda expressiva a atualidade de Penrose, a qual trata três maneiras de se diversificar, que aqui trataremos como adquirir uma nova competência, quais sejam i) com novos produtos, utilizando a base tecnológica existente; ii) com novos produtos, utilizando uma base tecnológica diferente e; iii) com novos produtos, ganhando novos mercados, com base tecnológica diferente. Essa diversificação tecnológica foi observada também em estudo recente do IPEA, que analisa as principais tendências em patentes das empresas líderes mundiais do setor de fabricação de equipamentos de comunicação. Abrangendo três períodos, 1990, 1998 e 2006, os dados mostram que os domínios tecnológicos de semicondutores vêm perdendo participação ao passo que vem crescendo a importância da informática (De Negri e Ribeiro, 2010).

No caso das F&As aqui estudadas, assume-se que a empresa, ao adquirir outra, incorpora um ativo tecnológico ao seu portfólio de tecnologias, portanto, diversifica sua base tecnológica. Do ponto de vista das áreas científicas, as empresas adquiridas pela Nokia e Motorola concentram-se em *Engineering, Computer Science e Communication*, embora possuam patentes em outras áreas<sup>14</sup>. Cabe ressaltar que nem todas as empresas listadas são

---

<sup>13</sup> Evidente que estas empresas devem ter capacidade de assimilação para combinar as tecnologias incorporadas com as já existentes e uma estrutura gerencial para a inovação propícia, isto é objeto do artigo “Managing innovation in multi-technology corporation” de Granstrand & Sjölander (1988).

<sup>14</sup> Nokia: Chemistry, Energy & Fuels, General & Internal Medicine, Instruments & Instrumentation, Optics, Polymer Science, Sport Sciences, Transportation e; Motorola: Agriculture, Chemistry, Energy e Fuels, General

grandes patenteadoras, nesse sentido a única que se destaca é a Symbol Technologies (com mais de mil patentes, segundo a base *ISI Web of Knowledge*) adquirida pela Motorola. Com isso, podemos analisar dois momentos de patenteamento das empresas, segundo a classificação das patentes. Os dados serão exibidos pela sua classificação no IPC (ver tabela em Anexo) por conta da análise da dinâmica feita anteriormente que, em síntese, mostra que a indústria de equipamentos de telecomunicações amplia sua base tecnológica, porém dentro das áreas científicas compreendidas dentro das TICs. Essa classificação nos permitirá ver a diversificação e/ou concentração da firma em tipos de tecnologias específicas.

Dois períodos serão separados, compreendidos em quatro anos no primeiro e de 2007 até a data da consulta (24/11/2010) à base de dados. O primeiro período é iniciado em 2003, pois o ano anterior 2002 aconteceu à crise das telecomunicações que engendrou certo reposicionamento dos grandes oligopólios do setor, através de aquisições, fusões, falências que, acredita-se, desvirtuaria a análise, já que queremos captar a influências das aquisições com fins tecnológicos. O segundo começa dois anos depois do que assumimos ser o “boom” de aquisições das empresas, um tempo considerável, embora não se saiba se suficiente, para a assimilação da estrutura organizacional e tecnológica da empresa adquirida. Os dados das tabelas abaixo compreendem as dez classificações principais das empresas, segundo a sua participação no total. Cabe salientar que a patente pode ser classificada em mais de um código, o que explica a contagem total dos quadros excederem 100%, às vezes.

**Quadro 3 - As 10 primeiras classificações com maior participação (%) nas patentes citadas da Motorola, por período**

2003-2006		2007-2010	
H04Q-007/20	13,91%	H04Q-007/20	11,08%
H04Q-007/38	8,45%	H04B-007/26	5,46%
H04B-007/26	6,70%	H04M-001/00	5,33%
H04M-001/00	6,54%	H04L-012/56	5,25%
H04L-012/28	5,86%	H04Q-007/00	5,22%
H04L-012/56	5,59%	H04L-012/28	5,15%
H04B-001/38	5,32%	G06F-015/16	5,04%
H04B-007/00	5,28%	H04B-007/00	4,65%
H04Q-007/00	4,75%	H04B-001/38	4,54%
G06F-015/16	3,91%	H04Q-007/38	4,20%
Total de patentes	4758	Total de patentes	3809

Fonte: Elaboração própria a partir da base ISI Web of Knowledge (Derwent World Patent Index®) acesso em 24/11/2010.

No quadro 3, está contida a distribuição das patentes da Motorola. É possível observar, no primeiro período, uma concentração no H04Q-007/20 (14%), que tem a ver com redes de busca, redes celulares, WLAN, seguido de H04Q-007/38 (8,45%), protocolos de redes sem fio ou adaptações de protocolos para operação sem fio, por exemplo, WAP. No segundo período, permanece uma concentração no H04Q-007/20 (11%), porém menor, seguida de uma distribuição relativamente homogênea entre as outras classificações, com alterações no “ranking”, porém não aparece nenhuma classificação nova entre os dez primeiros no segundo período.

Já no quadro 4, em qual estão os dados da Nokia, é possível observar comportamento substancialmente diferente tanto no primeiro período, quanto no segundo. No período 2003-2006 é possível perceber uma concentração nos seis primeiros códigos superiores à 10%, sendo que a categoria G06F-015/16 (10,54%) que está compreendida no processamento elétrico de dados digitais, tem notável importância vis-à-vis à dada pela Motorola. No segundo período, a concentração diminui e a distribuição tende a ser mais homogênea, porém destaca-se a importância dos códigos G06F que não apareciam anteriormente.

**Quadro 4 - As 10 primeiras classificações com maior participação (%) nas patentes citadas da Nokia, por período**

2003-2006		2007-2010	
H04Q-007/38	15,33%	H04L-029/06	8,56%
H04Q-007/20	14,09%	H04L-012/56	7,78%
H04L-012/56	13,63%	H04Q-007/38	7,60%
H04L-029/06	11,26%	G06F-015/16	7,06%
H04L-012/28	10,82%	G06F-017/30	6,79%
G06F-015/16	10,54%	G06F-003/048	6,16%
H04M-001/00	8,00%	H04L-012/28	5,94%
H04Q-007/22	6,55%	H04Q-007/20	5,85%
H04Q-007/32	6,33%	H04L-029/08	4,48%
H04B-007/26	6,23%	H04M-001/00	4,06%
Total de patentes	5010	Total de patentes	4461

Fonte: Elaboração própria a partir da base ISI Web of Knowledge (Derwent World Patent Index®) acesso em 24/11/2010.

Isto é um fator importante de distinção das duas empresas, por conta das características dessas patentes, pois, embora as aquisições das duas tenham tido uma característica parecida, a Nokia aparentemente teve mais resultados em termos de patenteamento com a tecnologia adquirida por essa via. Isso talvez corrobore, somados aos resultados obtidos anteriormente, as trajetórias distintas das empresas em termos de competitividade desde 2006, pelos quais a Nokia ascende e rivaliza com grandes fabricantes de *smartphones* e a Motorola, depois de sofrer quedas consecutivas em termos de receita, perde lugar para fabricantes como LG e Samsung, e vem tentando se restabelecer como grande *player* no mercado global. Mas, embora essas diferenças, não é possível estabelecer uma previsão da trajetória dessas empresas, dado que a característica instável desse setor, eminentemente tecnológica, produz um ambiente de incertezas não-desprezíveis. A tecnologia WAP é um exemplo. Além disso, a evolução do setor não se dá somente pela ação das empresas, mas sim de maneira co-evolutiva com as demais instituições, como observado no estudo da dinâmica tecnológica. Assim, passaremos a analisar as tecnologias que são apontadas como tendências.

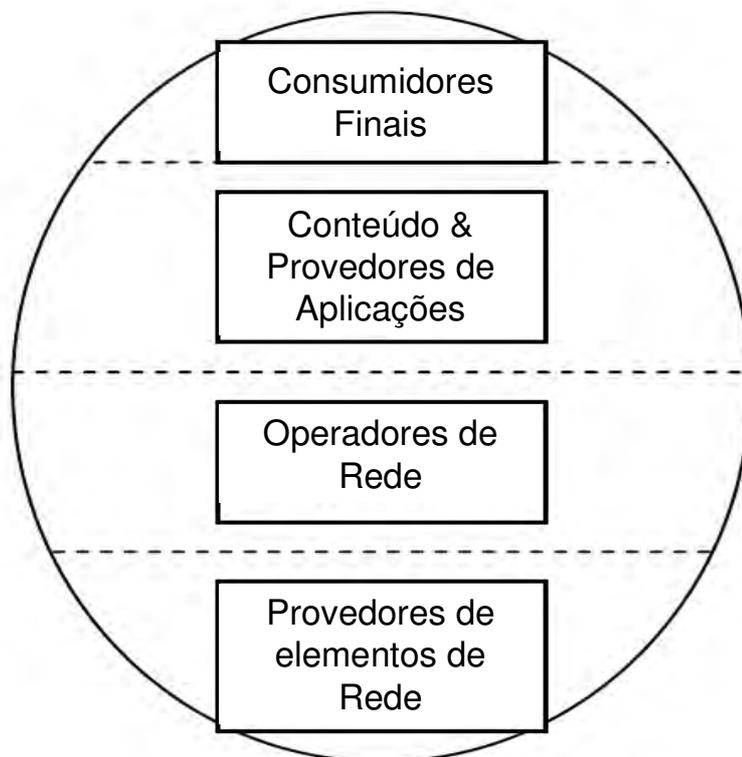
### 3.2. Ecossistema das Tecnologias de Informação e Comunicações

Segundo Fransman (2007), no setor das TICs existem quatro grupos de agentes fundamentais. Na figura 4, podemos ver os agentes divididos em camadas, constituindo quatro grupos: i) na camada 1 estão os provedores de elementos de rede, roteadores, switches, computadores e computadores com seus próprios sistemas operacionais, são produzidos por empresas como a Alcatel-Lucent, Microsoft e Cisco; ii) na camada 2, esses elementos de rede são ligados pelos operadores de rede de modo a formar redes convergentes, através de cabos, satélites e redes de radiodifusão, são as conhecidas operadoras, tais como a Telefónica, France Telecom, Deutsche Telekom, etc; iii) as empresas da camada 3, não por acaso se assentam acima das camadas 2 e 1, pois utilizam-nas como plataforma para produção de conteúdos e aplicações, são exemplos a Google, Yahoo e Facebook e; iv) na camada 4, os consumidores finais podem ser divididos em empresas, famílias, governos e outros.

É importante notar, na figura 4, que as linhas que separam essas camadas estão pontilhadas para indicar que a fronteira que as separam não é rígida, ou seja, as empresas podem estar envolvidas em mais de uma atividade, através de um processo de integração vertical, como o caso das empresas aqui estudadas, que demonstram estarem ampliando sua base de conhecimento através das suas aquisições e com isto, reunindo capacitações para venderem conteúdos, aplicações e serviços sem abandonar totalmente a fabricação de equipamentos, dentre outras. Outra característica interessante é que, segundo o autor, trata-se de um modelo de engenharia e arquitetura que, ao mesmo tempo, pode ser um modelo econômico-institucional.

Para entender isto é preciso tomar o sentido da metáfora biológica que comporta esse modelo. Os grupos contidos nas camadas constituem um ecossistema, uma comunidade de organismos que interagem no contexto de seu ambiente. Neste ambiente também estão incluídas as instituições, que formam as regras do jogo, responsáveis por influenciar e nortear o comportamento desses agentes e as organizações que têm o poder de mudar as instituições, que por sua vez são influenciados pela primeira. Ademais, o recente movimento das empresas de teleequipamentos estudadas reforça, ainda que em menor medida do que em outros setores baseados em ciência, como a indústria farmacêutica, a interação entre ciência e tecnologia com as universidades e centros de pesquisa.

**Figura 5 – Modelo simplificado do novo ecossistema de TICs**



Fonte: Elaborado a partir de Fransman (2007).

A figura 6 faz uma comparação entre os ecossistemas europeu e brasileiro. As características do mercado europeu são i) saturação, exigindo das empresas novos caminhos a todo o momento; ii) indústria proativa, muito competitiva; iii) a inovação é uma constante fundamental, além disso, as empresas precisam de tempo, visão de longo prazo, paciência, tolerância a erros, forma diferente de se estruturar, doutores (PhDs) (Kubota *et al*, 2009, p. 26). O mercado brasileiro é marcado por diferenças estruturais. Como visto anteriormente, o setor passou por um amplo processo de reestruturação na década de 1990 através da abertura de mercado e da privatização, marcado por forte entrada de empresas estrangeiras que usam, em grande medida, o mercado brasileiro como plataforma de exportação. Apesar de ter um dos índices de inovação e de esforço tecnológico maior do que a média da indústria brasileira, o setor, segundo Kubota *et al* (2010), tem duas deficiências estruturais, a saber, é fortemente dependente da importação de componentes eletrônicos e as firmas brasileiras não participam da definição de novos padrões tecnológicos. Com isso, o mercado brasileiro é caracterizado por uma indústria reativa ao que acontece lá fora, ou seja, ela primeiro analisa, filtra e, por fim, verifica a aplicabilidade para o Brasil. Também, a indústria é pouco tolerante a erros, tem

uma visão de curto prazo, geralmente, e seu foco é principalmente em gestão, recursos, custo e gestores (MBA).

**Figura 6 - Comparação entre os ecossistemas de telecomunicações**



Fonte: Extraído de Kubota *et al* (2010).

Estas descrições mostram a importância das idéias, uma vez que os melhoramentos das tecnologias existentes são fontes importantes para futuras inovações; ou seja, no contexto de um ecossistema como o descrito, o processo cognitivo é fundamental e envolve experimentos e conjecturas. Isto pode ser observado nas inovações incrementais advindas da Internet, que é tipicamente um exemplo de destruição criativa na concepção schumpeterina, segundo Schumpeter (Fransman, 2007). A Internet, por conta das suas propriedades específicas (interativa, agregadora, ampla disponibilidade, baixo custo e facilidade de uso), criou novas formas para os consumidores finais tornarem-se parte do processo de inovação, isso pode ser observado na tabela 9. Além disso, o consumidor final tem importância fundamental para o teste (experimentos) e chancela (conjecturas) de algumas inovações que ocorrem no setor, funcionam como a parte seletiva do processo de evolução, depois da existência de inovações. Afora os consumidores, há a seleção natural do mercado e outros pré-orientados pelo mercado, bem como a orientação dos governos quanto à infra-estrutura de telecomunicações.

**Tabela 9 – Mudança no papel dos consumidores finais, novas atribuições**

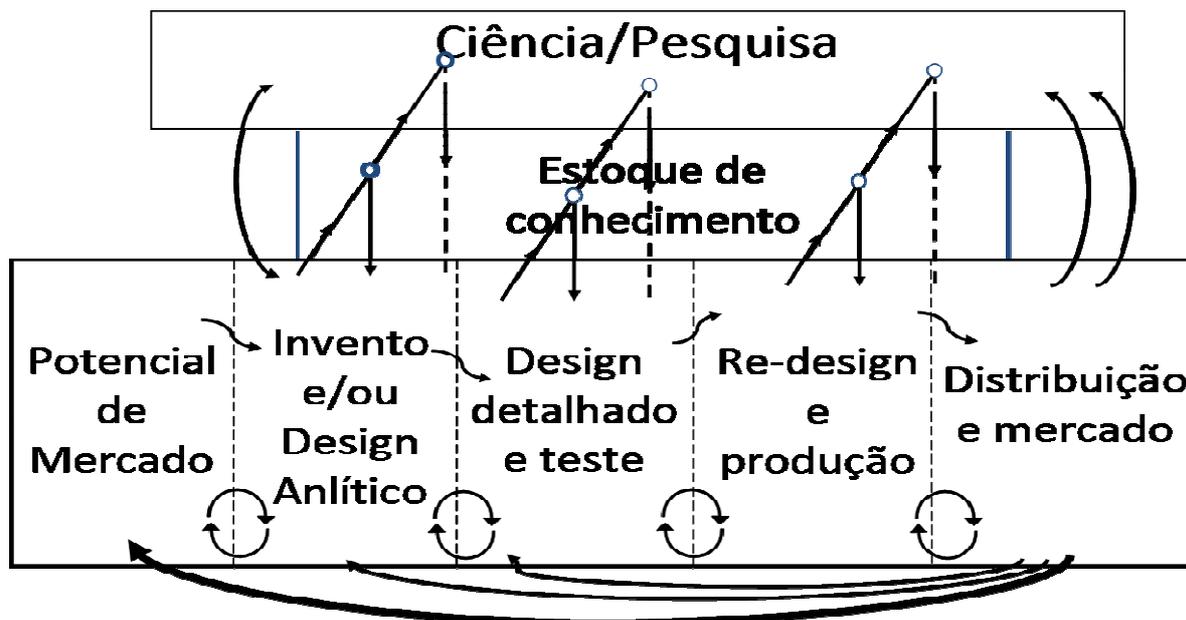
Fontes de receitas
Provedores de <i>feedback</i> pelo uso (e.g. von Hippel)
Fonte de conhecimento (e.g. Wikipedia)
Fonte de informação (e.g. Web 2.0)
Criadores de conteúdo
Conversadores (e.g. redes sociais, blogueiros)
Cidadões ativistas

Fonte: Elaborado a partir de Fransman (2007).

Enfim, esse ecossistema se aproxima do modelo de sistemas setoriais de inovação, que segundo Malerba (2002), se caracterizam por possuírem uma base de conhecimentos, tecnologias, insumos e demanda. Neste sistema os agentes são indivíduos e organizações, em vários níveis de agregação. Os indivíduos podem ser consumidores, empresários, cientistas e as organizações podem ser empresas (usuárias, produtores e fornecedores de insumos) e organizações não empresariais (universidades, instituições financeiras, agências governamentais, sindicatos, associações técnicas), incluindo as subunidades das organizações de maior porte (departamentos de produção e P&D) e grupos de organizações (associações da indústria). Todos estes agentes têm processos específicos de aprendizagem, competências, estrutura organizacional, dimensões cognitivas (crenças, objetivos e expectativas que por sua vez são afetadas pela aprendizagem e experiência anteriores e pelo ambiente em que os agentes agem), que interagem entre si através da comunicação, do intercâmbio, cooperação, competição e comando, sendo moldados por instituições (normas, regulamentos, mercados de trabalho, etc). Além disso, o sistema setorial passa por um processo de mudança e transformação através da co-evolução de seus vários elementos. Há aqui a idéia de que no processo de inovação, as empresas interagem com outras, bem como organizações não-empresariais, tais como universidades, centros de investigação, agências governamentais, instituições financeiras e assim por diante.

Uma abordagem útil para entender o papel da pesquisa no processo de inovação, através da interação, é a do “modelo do elo da corrente” de Kline e Rosenberg (1986), publicado pelo Manual de Oslo (2005), mostrado na figura 7. Esse modelo nos é útil, pois

Figura 7 - Modelo do elo da corrente



Fonte: Elaborado a partir de OECD (2005).

concebe a inovação em termos da interação entre oportunidade de mercado e a base de conhecimento e capacidades da empresa, teoria com a qual o trabalho vem sendo desenvolvido. Cada função geral descrita neste modelo envolve vários sub-processos com resultados altamente incertos, contrariando as abordagens que tratam o processo de inovação como um processo linear simples. O principal foco do modelo que adotamos é a existência de *feedbacks* no processo inovativo entre a ciência e pesquisa, representada, no nosso caso, pelas afiliações (universidades, centros de pesquisa, institutos de regulamentação) e as empresas. Além disso, a pesquisa é tratada como uma atividade diferenciada internamente, com uma grande variedade de funções. Ela é um adjunto da inovação e não o trabalho que precede a inovação, pois ela é um conjunto amplo de atividades. Uma pesquisa feita em um local pode ser fruto de idéias inovadoras geradas em outro local, sendo assim, ela é uma forma de soluções de problemas a ser utilizada em qualquer ponto.

### 3.3. Metodologia para novas tecnologias na indústria de teleequipamentos

Através de uma análise das empresas estudadas, nessa parte do trabalho passaremos a analisar as novas tecnologias ou tendências tecnológicas que são apontadas pelo setor. Para

isso, usaremos como metodologia a análise bibliométrica (Watts e Porter, 1997; Porter, 1999), em uma base de dados selecionada<sup>15</sup>, buscando identificar as relações com universidades, institutos e centros de pesquisa, como teorizado no sistema setorial de inovação e no modelo do elo da corrente.

A empresa de consultoria em TI, Gartner, listou ano passado oito tendências no mercado de mobilidade para os anos de 2009 e 2010. São elas o Bluetooth 3.0, tecnologia de transmissão de dados a distâncias curta; Interfaces móveis de usuário; Tecnologias de localização, como o GPS; 802.11n, padrão de comunicação Wi-Fi; Tecnologias de Displays, possibilitando tela em diversos tamanhos, formatos, fragilidade e duração da bateria do dispositivo; Internet móvel e Widgets (pequenas aplicações de web móvel); Banda larga no celular, com a utilização da tecnologia HSPA (High Speed Packet Access) que é uma junção dos dois protocolos HSDPA e HSUPA (High Speed Uplink Packet Access); Near Field Communication (NFC). Foram selecionadas três tecnologias das citadas, com quantidades de artigos e períodos de maturação distintos, que também tiveram como critério os movimentos tecnológicos das empresas descritos em seus relatórios: CDMA, IPv6, HSDPA, 802.11n e Near Field Communication.

A tecnologia CDMA foi selecionada a fim de servir de parâmetro de tecnologia difundida, característica que pode ser notada na sua quantidade expressiva de artigos frente às outras, bem como no estudo da dinâmica tecnológica feito anteriormente. A partir disso, as tecnologias, além do número de artigos, foram analisadas segundo quatro critérios, quais sejam i) a distribuição e concentração dos artigos ao longo dos anos; ii) as áreas de concentração científica; iii) a linguagem de publicação dos artigos e; iv) as principais afiliações (universidades, centros de pesquisa, institutos, empresas, etc).

#### **Quadro 5 - Tecnologias analisadas e quantidade de artigos**

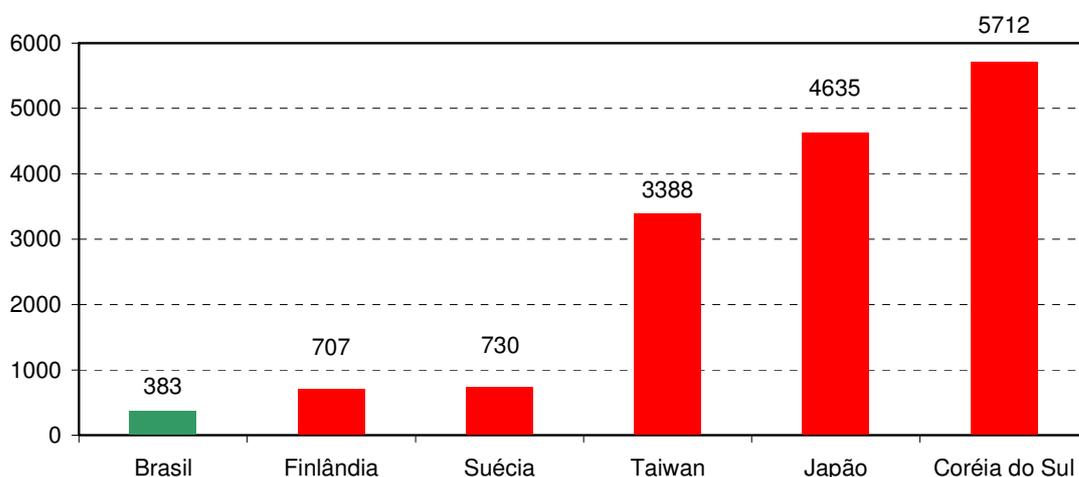
CDMA	23191
IPv6	3450
HSDPA	1166
802.11n	619
Near field communication	215

Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

<sup>15</sup> Base SCOPUS, na área de conteúdo *Physical Sciences*.

Juntos, estes critérios nos orientarão quanto ao caráter de novidade das tecnologias selecionadas comparadas umas às outras e, com isso, confirmar sua dispersão (ou não) global. Também servem ao propósito de analisarmos qual é a participação das empresas da amostra e das instituições brasileiras na pesquisa básica destas tecnologias. O estudo do IPEA (2010) ressalta que vem se tornando relativamente mais influente a produção de artigos brasileiros na área de telecomunicações, embora a produção de artigos brasileiros seja relativamente marginal, quando comparado aos países com maior investimento privado em P&D no setor de TIC, como se pode notar no gráfico 3 abaixo.

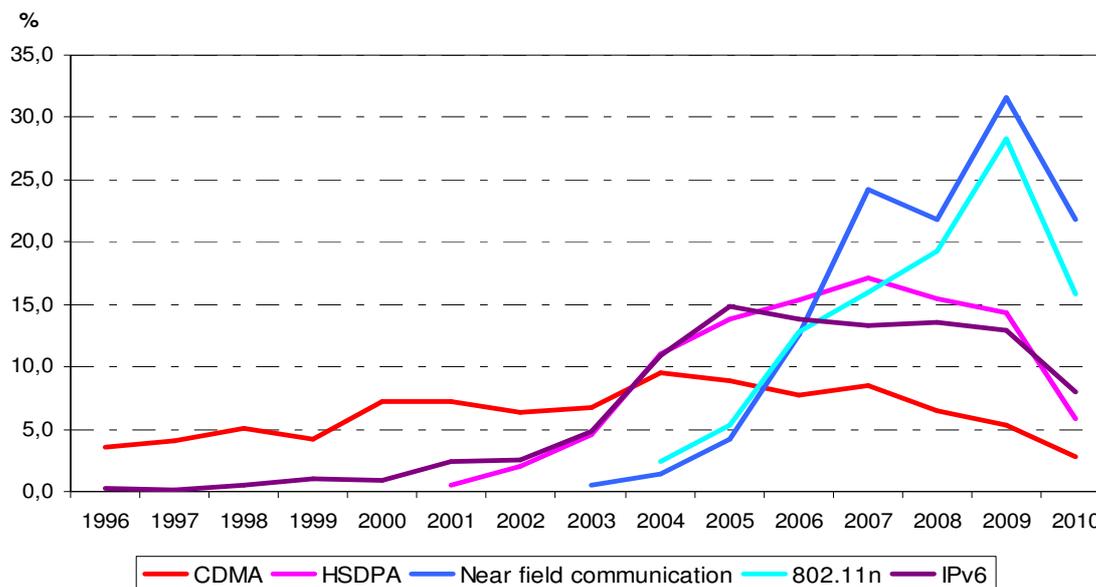
**Gráfico 3 - Número de artigos sobre telecomunicações publicados entre 2000 e 2010 - Brasil e Países de maior investimento privado em P&D no setor de TIC (% do PIB)**



Fonte: Elaborado a partir de Nascimento (2010).

A partir do gráfico 4, nota-se a evolução do número de artigos através da sua distribuição ao longo dos anos desde a data da primeira publicação contendo o termo da tecnologia pesquisada. Fica evidente a novidade das duas tecnologias, 802.11n e Near Field Communication *vis-à-vis* a maturidade iminente das demais tecnologias a partir de 2007, quando, por exemplo, HSDPA, atinge seu pico.

**Gráfico 4 - Distribuição (%) dos artigos publicados com o termo das tecnologias analisadas ao longo dos anos (1996-2010)**



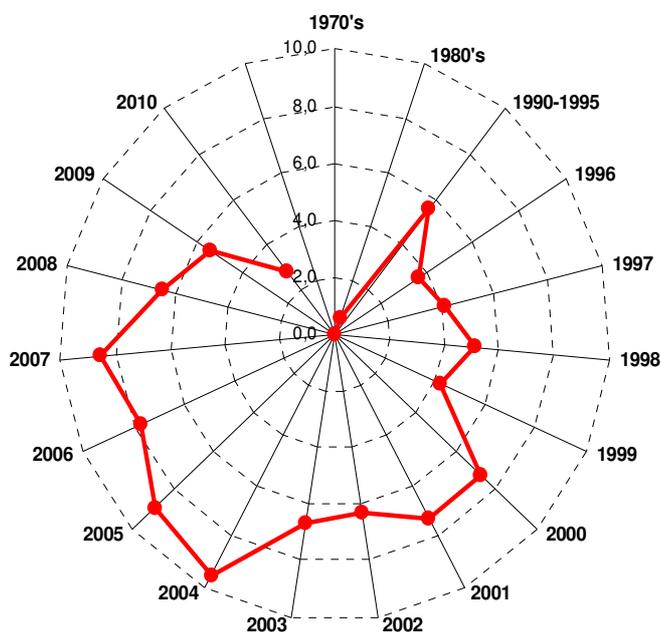
Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

### 3.3.1. Code Division Multiple Access (CDMA)

O CDMA é uma tecnologia de transmissão digital sem fio que permite o acesso a um único canal de rádio por uma grande quantidade de usuários. Ele tem uma forma de multiplexação que permite que os sinais numéricos possam ocupar um único canal de transmissão. O CDMA usa uma abordagem de espalhamento espectral de transmissão digital de dados ou voz sobre frequências de rádios: os sons são digitalizados e, em seguida, a informação é dividida em pacote de dados que são codificados com um código de identificação únicos. Em seguida, todos os pacotes são enviados através de uma ampla disseminação de frequências de rádio.

A tecnologia é uma contraposição às anteriores técnicas de acesso múltiplo, uma vez que permite que um grande número de chamadas possa ocorrer simultaneamente e uma maior quantidade de tráfego para um número finito de frequências disponíveis. Essa tecnologia é uma evolução do padrão analógico anterior onde existiam as tecnologias TDMA e FDMA. A primeira referência encontrada na base de dados quanto a “Code Division Multiple Access” data de 1974, porém a sua primeira aplicação comercial, como padrão de telefonia móvel, data de 1995 pela Qualcomm.

**Gráfico 5 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “Code Division Multiple Access”**



Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

Como se nota nos dados abaixo, trata-se de uma tecnologia difundida com concentração nos de 2004 a 2007, período que compreende os padrões 2G e 3G. Com o advento das tecnologias sem fio e a evolução de outros padrões como o UMTS, a tecnologia começa a entrar em declínio a partir de 2007, sendo que alguns analistas prevêem seu desaparecimento iminente. As áreas tecnológicas dos artigos concentram-se dentro do campo das TICs, com a principal ciência básica sendo a Física e Astronomia. A linguagem mostra, mais uma vez, como é disperso o conhecimento acerca desta tecnologia ao redor do mundo, contendo artigos majoritariamente em inglês, porém conta tanto com artigos de países em desenvolvimento da Ásia, como do Leste Europeu. No entanto, as dez primeiras afiliações se concentram em países desenvolvidos, como os EUA e a Coréia do Sul, mas Cingapura e China garantem forte presença neste ranking. Além disso, aparece uma universidade brasileira, a PUC-RJ como um número substancial de publicações. Entre as empresas da amostra, a Nokia demonstra certa vantagem, em termos desta tecnologia, em relação à Motorola, uma vez que publica em dois países distintos.

- As três principais áreas científicas de concentração: i) Engineering (20.192); ii) Computer Science (9.931); e iii) Physics and Astronomy (1.649).

- Linguagem dos artigos: Inglês (22.174); Chinês (859); Russo (62); Turco (31); Italiano (17); Japonês (16); Francês (10); Alemanha (9); Tailandês (5); Coreano (3); Português (3); Croata (2). Espanhol (2); Polonês (1); Esloveno (1); e Ucraniano (1).

#### Quadro 6 - As dez principais afiliações (número de artigos) - CDMA

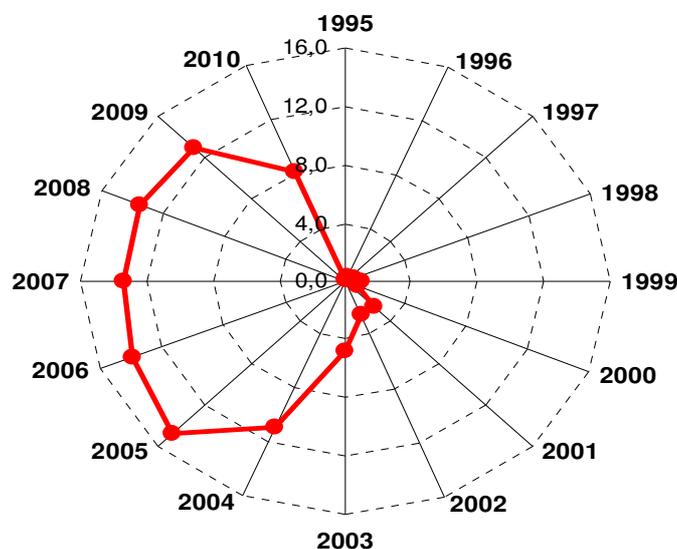
1	IEEE (975)	EUA
2	Beijing University of Posts and Telecommunications (407)	China
3	Electronics Telecommunication Research Institute (279)	Coréia do Sul
4	Nippon Telegraph & Telephone (266)	Japão
5	Korea Advanced Institute of Science & Technology (266)	Coréia do Sul
6	Princeton University (250)	EUA
7	University of California, San Diego (250)	EUA
8	Nanyang Technological University (245)	Cingapura
9	Southeast University (238)	China
10	Qualcomm Incorporated (222)	EUA
21	Nokia (150)	Finlândia
25	Motorola (143)	EUA
83	Nokia USA (75)	EUA
137	Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro (52)	Brasil

Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

### 3.3.2. Internet Protocol v6 (IPv6)

O IPv6, também chamado de IPng (Internet Protocol next generation) é o protocolo de próxima geração de redes de internet. Ele é um avanço em relação ao IPv4, o protocolo atual, oferecendo mais segurança, melhor suporte a serviços (como o VoIP) e maior mobilidade entre redes pelos utilizadores. Sua criação é fruto do esforço do Internet Engineering Task Force (IETF) e suas linhas mestras foram descritas por Scott Bradner e Allison Marken, em 1994. O IPv6 foi projetado para funcionar em redes de alto desempenho (e.g. Gigabit Ethernet) e, ao mesmo tempo, continuar a ser eficiente para redes de banda larga baixa (e.g. wireless). O principal benefício desse protocolo é o número exponencialmente maior de endereços de IP que pode suportar em relação ao protocolo anterior, isso é fundamental uma vez que alguns países sofrem escassez de endereços de IP. Além disso, por ter, como característica, a escala e a extensão na sua concepção, estes permitirão que dispositivos diferentes, como celulares e eletrodomésticos, além de PCs, possam aderir mais amplamente à internet no futuro.

**Gráfico 6 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “IPv6”**



Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

O IPv6 compreende um período de concentração maior, suas publicações são distribuídas ao longo dos anos de 2005 a 2009, como se nota nos dados abaixo. As áreas tecnológicas dos artigos concentram-se dentro do campo das TICs, sendo que a principal ciência básica é a Matemática. A linguagem mostra uma limitada dispersão da investigação acerca desta tecnologia, compreendendo, além inglês como principal idioma, idiomas de países da Europa e o japonês. As afiliações concentram-se em instituições da Coreia do Sul e da China, com o aparecimento de uma universidade de um país em desenvolvimento (Taiwan). Quanto às empresas da amostra, somente a Nokia aparece com publicação nessa área, o que lhe auferiu vantagem em um setor que tem sua base tecnológica ampliada principalmente por conta das tecnologias de internet.

- As três principais áreas científicas de concentração: i) Computer Science (2159); Engineering (2078); e iii) Mathematics (394).
- Linguagem dos artigos: Inglês (3186); Chinês (254); Espanhol (4); Francês (3); Alemão (2); Japonês (2); Italiano (1); e Russo (1).

### Quadro 7 - As dez principais afiliações (número de artigos) – IPv6

1	Electronics Telecommunication Research Institute (137)	Coréia do Sul
2	Tsinghua University (108)	China
3	Beijing University of Posts and Telecommunications (88)	China
4	Sungkyunkwan University (70)	Coréia do Sul
5	Korea University (67)	Coréia do Sul
6	Beijing Jiaotong Daxue (64)	China
7	IEEE (53)	EUA
8	Soongsil University (53)	Coréia do Sul
9	Institute of Computing Technology Chinese Academy of Sciences (51)	China
10	National Dong Hwa University (49)	Taiwan
45	Nokia (16)	Finlândia

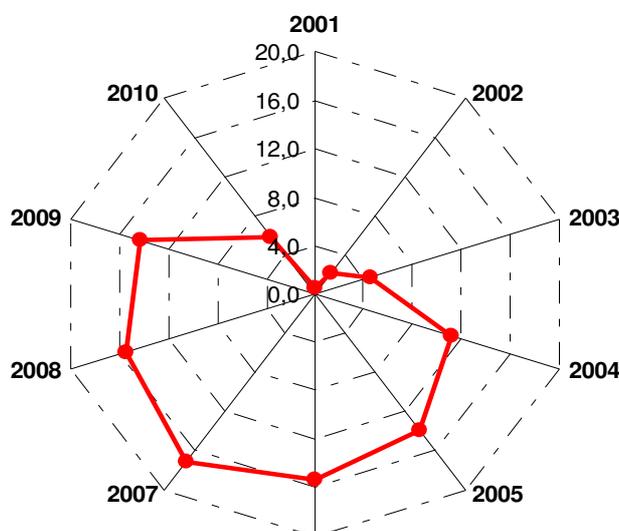
Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

#### 3.3.3. High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA)

O HSDPA é um protocolo para transmissão e recepção de dados sem fio de alta velocidade. Aprovado pelo 3GPP em 2002 é também conhecido como 3.5G, 3G+ ou 3G turbo. Foi concebido originalmente com o objetivo de melhorar a evolução da tecnologia GSM, o WCDMA, atingindo taxas de transmissão de até 14mbps, com uma banda de 5MHz, para aplicações com alta demanda de dados, como streaming de vídeo e música. A melhora consiste em usar diferentes técnicas de modulação e codificação, criando um novo canal no WCDMA de alta velocidade que permite maiores velocidades de downlink (os dados são enviados da origem para o telefone) e maior capacidade de transferência de dados.

O período de maior concentração desta tecnologia se dá em 2008-2009, embora tenha que ser levado em conta o surgimento do HSPA, a tecnologia de melhoria para aparelhos móveis que faz uso deste protocolo. Mais uma vez, as áreas de concentração são as das TICs, com a Matemática como principal ciência básica. Embora haja uma publicação em linguagem eslovena, é pouco para dizer que se trata de uma tecnologia difundida. Isso é possível notar nas afiliações, concentradas em países desenvolvidos somente, como sempre à exceção da China. A Universidade Federal do Ceará aparece como uma das afiliações, denotando uma participação relativamente marginal do Brasil na investigação da tecnologia. Desta vez, as duas empresas aparecem com publicações, sendo que é evidente a vantagem da Nokia sobre a Motorola, tanto em termos quantitativos, quanto qualitativos, pois faz uso de três sistemas de inovação distintos: Alemanha, Dinamarca e Finlândia.

**Gráfico 7 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “High-Speed Downlink Packet Access”**



Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

- As três principais áreas científicas de concentração: i) Engineering (950); ii) Computer Science (554); e iii) Mathematics (89).
- Linguagem dos artigos: Inglês (1145); Chinês (15); Alemão (2); Francês (3); Russo (1); e Esloveno (1).

**Quadro 8 - As dez principais afiliações (número de artigos) - HSDPA**

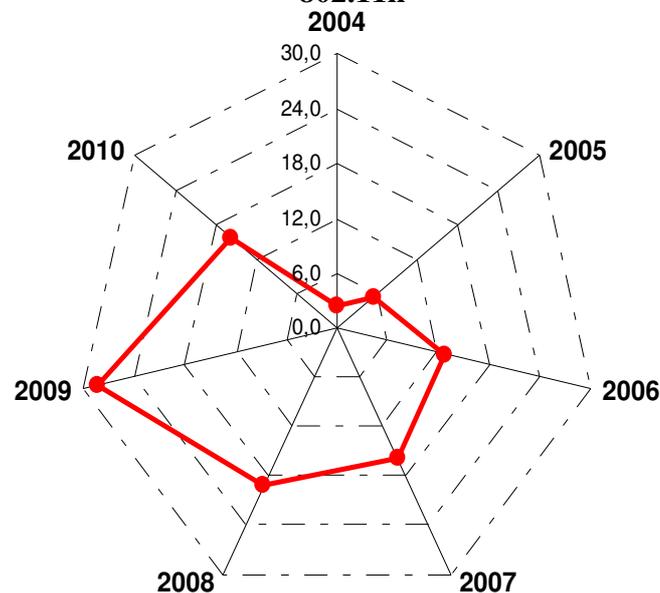
1	Nokia (50)	Finlândia
2	Beijing University of Posts and Telecommunications (46)	China
3	IEEE (30)	EUA
4	France Télécom Division Recherche et Développement (22)	França
5	Technische Universitat Wien (22)	Áustria
6	Korea Advanced Institute of Science & Technology (21)	Coréia do Sul
7	Nokia Siemens Networks (21)	Finlândia
8	Alcatel-Lucent Bell Labs (20)	EUA
9	L.M. Ericsson (19)	Suécia
10	Nippon Telegraph & Telephone (19)	Japão
13	Nokia Danmark AS (18)	Dinamarca
24	Motorola (12)	EUA
59	Universidade Federal do Ceará (6)	Brasil
82	Nokia GmbH (5)	Alemanha

Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

### 3.3.4. 802.11n

O padrão 802.11n faz parte de uma família de padrões de rede sem fio IEEE 802.11, provedores de mobilidade para os usuários, numa determinada área de alcance. Aprovado pelo IEE em setembro de 2009, o 802.11n proporciona redes Wi-Fi mais rápidas, com taxas de transferência entre 100mbps e 300mbps, de maior alcance e mais seguras. Para se ter uma idéia, o padrão 802.11g obtinha taxas entre 25mbps e 54mps, isto motivou a criação de um grupo de trabalho em 2003 com o objetivo de aumentar as taxas de transferência ao nível das redes locais. A tecnologia é baseada em uma tecnologia chamada MIMO (multiple-input multiple-output) que utiliza várias antenas para resolver de forma coerente mais informações do que seria possível com uma única antena. Isso é proporcionado através da multiplexação espacial (SDM), capaz de multiplexar simultaneamente vários fluxos de dados (streams) espacialmente independentes e separados por suas múltiplas antenas.

**Gráfico 8 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “802.11n”**



Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

O padrão 802.11n tem nítida concentração em 2009, data de sua aprovação. Os artigos estão concentrados nas áreas científicas das TICs, tendo como principal ciência básica a matemática. A linguagem dos artigos é restrita, como se nota, ao inglês e marginalmente ao chinês, evidenciando, seu caráter de novidade e concentração. Isso também pode ser notado

pela concentração das afiliações em países desenvolvidos, à exceção de Taiwan. Também, é interessante a participação do Brasil, através da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, uma vez que se trata de uma tecnologia recente, muito embora seja a evolução de tecnologias anteriores. Aqui é a Motorola que tem vantagem, mesmo sendo baixo o número de artigos que a diferencia da Nokia em comparação com as outras empresas, porém, mesmo assim, por se tratar de uma tecnologia nova, é possível indicar uma vantagem a ela.

- As três principais áreas científicas de concentração: i) Engineering (488); ii) Computer Science (345); e iii) Mathematics (51).
- Linguagem dos artigos: Inglês (611); e Chinês (7)

**Quadro 9 - As dez principais afiliações (número de artigos) – 802.11n**

1	Information and Communications University (15)	Coréia do Sul
2	National Taiwan University (13)	Taiwan
3	IEEE (12)	EUA
4	Intel Corporation (12)	EUA
5	The University of British Columbia (11)	Canadá
6	National Chiao Tung University Taiwan (11)	Taiwan
7	University of Texas at Austin (11)	EUA
8	Toshiba Corporation (10)	Japão
9	Samsung Electronics (9)	Coréia do Sul
10	STMicroelectronics (9)	França-Itália
45	Motorola (4)	EUA
59	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (3)	Brasil
144	Motorola France (2)	França
155	Nokia (1)	Finlândia

Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

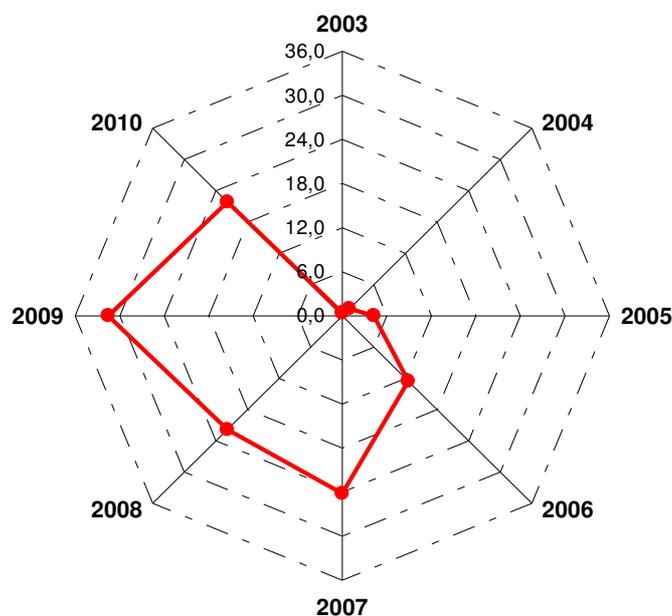
### 3.3.5. Near field communication (NFC)

O NFC é uma tecnologia sem fio de curto intervalo de alta frequência, ou seja, de transmissão de dados e informações de maneira instantânea entre dispositivos a cerca de dez centímetros de distância. É uma extensão do cartão de proximidade RFID (Radio-frequency Identification), que combina a interface de um cartão inteligente e um leitor em um único dispositivo.

Trata-se de uma tecnologia que começou a ser desenvolvida em 2004, através de um fórum estabelecido pela Nokia, Philips e Sony, com o fim de encontrar uma tecnologia que

possibilitasse uma interação baseada no toque com aparelhos eletrônicos de consumo, dispositivos móveis, PCs, objetos inteligentes e para operações de pagamento.

**Gráfico 9 - Distribuição (%) do total de artigos ao longo dos anos contendo o termo “Near field communication”**



Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

Sua concentração se dá em 2009, evidenciando seu caráter de novidade. Além disso, suas publicações concentram-se nas áreas das TICs, mas há uma diferença interessante em relação às outras, qual seja, o surgimento das ciências sociais como terceira área importante. Isso coaduna com a proposta de interatividade da tecnologia. A linguagem dos artigos é concentrada em inglês, aparecendo apenas um artigo em chinês. Assim também as afiliações, que estão concentradas nos países desenvolvidos, com a participação do México em terceiro. O surgimento de um país até então ausente nas outras tecnologias pode corroborar a idéia de maior oportunidade no período inicial do surgimento de uma tecnologia. A Nokia aparece unicamente, dentre as empresas da amostra, com publicação na área.

- As três principais áreas científicas de concentração: i) Computer Science (170); ii) Engineering (151) e iii) Social Sciences (31).
- Linguagem dos artigos: Inglês (249); Alemão (3); Chinês (1) e; Coreano (1).

### Quadro 10 - As dez principais afiliações (número de artigos) - NFC

1	VTT Technical Research Centre of Finland (18)	Finlândia
2	Universidad de Castilla-La Mancha (16)	Espanha
3	Universidad Autónoma de Tamaulipas (9)	México
4	Johannes Kepler Universitat Linz (9)	Áustria
5	DoCoMo Communications Laboratories Europe GmbH (9)	Alemanha
6	Lancaster University (8)	Inglaterra
7	Technische Universität Graz (6)	Áustria
8	Oulun Yliopisto (5)	Finlândia
9	Swiss Federal Institute of Technology, Zurich (5)	Suíça
10	Ludwig-Maximilians-Universität München (5)	Alemanha
22	Nokia (3)	Finlândia

Fonte: Elaborado a partir de dados da base Scopus, acesso em 24/11/2010.

## Conclusões

Podemos concluir com três considerações importantes que se relacionam mutuamente. Em primeiro lugar, é quanto à dinâmica da indústria. O estudo nos possibilitou perceber o caráter co-evolutivo e, em certa medida, complexo, do desenvolvimento tecnológico do setor. O desenvolvimento tecnológico torna necessário, para as empresas que pretendem se manter na liderança desse mercado, ser agente do processo de evolução do setor, como pode ser visto nos padrões de telefonia móvel. Um dos resultados importantes foi quanto ao advento do i-mode: pode-se dizer que ele altera de maneira fundamental a dinâmica do setor; e as empresas, para incorporarem as inovações compreendidas por ele, procuram adquirir outras empresas que possuem tecnologias que não faziam parte de seu core tecnológico.

Em segundo lugar, o movimento de aquisições propiciou uma importante fonte de diversificação e manutenção de competitividade para as empresas em um ambiente altamente mutável, por conta das inovações incessantes que nele ocorrem. Neste cenário, deve ser ressaltado o advento dos smartphones (celulares inteligentes) da Apple, como o iPhone e o iPad, que colocam uma fronteira tecnológica a ser perseguida por essas empresas, já que as vendas destes aparelhos há tempo ultrapassaram os telefones celulares comuns em termos de crescimento.

Em terceiro lugar, a pesquisa básica nesse setor se mostra importante. Isso pode ser observado na pesquisa sobre novas tecnologias: as empresas publicam e fazem parcerias com universidades para se manterem atualizadas tecnologicamente. São fundamentais os conhecimentos básicos da física e da matemática, como ciência básica e as áreas científicas de engenharia e ciência da computação. Neste ponto, é importante notar que as empresas também diversificaram sua pesquisa dando particular importância à ciência da computação.

A partir destes três blocos de considerações finais, podem-se fazer inferências quanto à trajetória distintas das empresas e quanto às possibilidades do Brasil. A Motorola com vendas em queda antes da crise (por conta de erros estratégicos anteriores), vem tentando se reerguer através da divisão quase equitativa do foco em seus segmentos de negócio – sua última grande aquisição está na área de segurança. Além disso, ela revela desempenho em pesquisa básica relativamente inferior à da Nokia, no que concerne à publicação de artigos. Diferentemente, a Nokia vem fazendo aquisições e parcerias com o propósito de incorporar tecnologias novas a seus aparelhos inteligentes, brigando com os grandes concorrentes do

mercado, como a Apple, Samsung, LG e Sony-Ericsson. Também, tem substancial presença na publicação de artigos referentes às novas tecnologias, relativamente à Motorola.

As implicações para o Brasil e as possibilidades de inserção tecnológica mundial no setor são difíceis de ser empreendidas sem um estudo mais aprofundado. Podemos notar, no entanto, que o país tem dificuldades quanto à sua inserção por não ter uma empresa que participe da formulação de padrões mundiais, contribuição marginal das universidades brasileiras na pesquisa sobre tecnologias e em termos de publicação nesse setor. Isto, à primeira vista, constitui um paradoxo, uma vez que o setor é um dos que mais inovam no país. Porém, esse setor é altamente importador de componentes para a fabricação de telefones celulares e outros equipamentos de telefonia e, se levarmos em conta a tendência recente de apreciação cambial da economia brasileira, dificilmente esse quadro muda. Ainda assim, o país tem grandes instituições de pesquisa e pólos tecnológicos importantes na área de telecomunicações, o que pode dar ao país possibilidades importantes se tiver uma política científica e tecnológica adequada. Isto se constitui importante fonte de pesquisas futuras.

## Referências Bibliográficas

- ANSARI, S. e GARUD, R. Inter-generational transitions in socio-technical systems: The case of mobile communications. *Research Policy*, v. 38, n. 2, p. 382-392, mar. 2009.
- BJÖRKDAHL, J. Technology cross-fertilization and the business model: The case of integrating ICTs in mechanical engineering products. *Research Policy*, v. 38, n. 9, p. 1468-1477, nov. 2009.
- BOHLIN, E., BURGELMAN, J., CASAL, C. R. The future of mobile communications in the EU, *Telematics and Informatics*, v.24 n.3, p.238-242, ago. 2007.
- CANTWELL, J. The globalization of technology: what remains of the cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n.1, p. 155-74, fev. 1995.
- CEPAL. *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe*. Documento Informativo, 2007.
- CHANDLER, Alfred D. “Introdução a *Strategy and Structure*” in: McCraw, T. (org.) *Alfred Chandler: ensaios para uma teoria histórica da grande empresa*. Rio de Janeiro: FGV, [1962] 1998.
- CHESNAIS, F. *A mundialização do capital*. São Paulo: Xamã, 1996.
- CORROCHER, N., MALERBA, F., MONTOBBIO, F. Schumpeterian patterns of innovation activity in the ICT field. *Research Policy*, v.36, p. 418-432, 2007.
- DE NEGRI, F.; RIBEIRO, L. C. Tendências tecnológicas mundiais em telecomunicações índice de medo do desemprego. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio*, n. 10, Brasília: Ipea, p. 7-12, out. 2010.
- DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, set. 1988.
- DOSI, G. *Technical change and industrial transformation*. New York: St. Martin's Press, 1984.
- DUNNING, J. H. Re-evaluating the benefits of foreign direct investment. *Transnational Corporations*, v.3, n.1, p. 23-51, fev. 1994.
- FAI, F.; VON TUNZELMANN, G. Industry-specific competencies and converging technological systems: evidence from patents. *Structural Change and Economic Dynamics*.v. 12, n. 2, p. 141-170, jul. 2001.
- FRANSMAN, M. Mapping the evolving telecoms industry: the uses and shortcomings of the layer model. *Telecommunications Policy*, v. 26, n. 9-10, p. 473-483, out-nov 2002.
- FRANSMAN, M. Conhecimento e evolução industrial: a indústria de comunicações móveis evoluiu sobretudo através de suposições equivocadas. In: CASTRO, A. C. et al. (orgs.). *Brasil em Desenvolvimento I: economia, tecnologia e competitividade*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, v. 1, p. 489-516, 2005.
- FRANSMAN, M. Innovation in the New ICT Ecosystem. *Communication & Strategies*, n. 68, 4th quarter, p. 89-110, 2007.
- FREEMAN, C. e SOETE, L. *A economia da inovação industrial*. Campinas: Editora Unicamp, 2008 [1997].
- FRIEDEN, J. *Capitalismo Global: história econômica e política do século XX*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.
- FUNK, J. L. The Emerging Value Network in the Mobile Phone Industry: the case of Japan and its Implications for the Rest of the World. *Telecommunications Policy*. v. 33, No. 1, fev-mar. 2009a.

- FUNK, J. L. The Co-Evolution of Technological Change and Methods of Standard Setting: the case of the mobile phone industry. *Journal of Evolutionary Economics*. v. 19, p. 73-93, fev. 2009b.
- GALINA, S. V. R. *Desenvolvimento global de produtos: o papel das subsidiárias brasileiras de fornecedores de equipamentos do setor de telecomunicações*. Tese de Doutorado, POLI/USP, São Paulo, 2003.
- GALINA, S. V. R., PLONSKI, G. A. Inovação no Setor de Telecomunicações no Brasil: Uma análise do comportamento empresarial. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 4, n. 1, p. 129-155, jan-jun 2005.
- GARCIA-VEGA, M. Does technological diversification promote innovation? An empirical analysis for European firms. *Research Policy*, v. 35, n. 2, pp. 230–246, mar. 2006.
- GARTNER. *Eight Mobile Technologies to Watch in 2009 and 2010*. Gartner Inc., Feb.. 2009. Disponível em: <<http://www.gartner.com>>.
- GARTNER. *10 Mobile Technologies to Watch in 2010 and 2011*. Gartner Inc., Apr. 2010. Disponível em: <<http://www.gartner.com>>.
- GOMES, R. *Empresas transnacionais e a internacionalização da P&D: elementos de organização industrial da economia da inovação*. São Paulo: Editora UNESP, 2006.
- GRANSTRAND, O., PATEL, P. and PAVITT, K.. Multi-technology corporations: why they have “distributed” rather than “distinctive core” competencies. *California Management Review*, v. 39, p. 8–25, 1997.
- GRANSTRAND, O; SJÖLANDER, S. Managing innovation in multi-technology corporation. *Research Policy*, v. 19, n. 1, p. 35–60, sep. 1990.
- GRUBER, H. *The Economics of Mobile Communications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- GUTIERREZ, R. M. V. e CROSSETTI, P. A. *A Indústria de Teleequipamentos no Brasil: Evolução Recente e Perspectivas*. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, 2003.
- KLINE, S.J. e ROSENBERG, N. An Overview of Innovation, in R. Landau e N. Rosenberg (eds.) *The Positive Sum of Strategy Harnessing Technology for Economic Growth*, Washington, DC: National Academy Press, p.289, 1986.
- KUBOTA, L. C.; DOMINGUES, E.; MILANI, D. Diferenças de escala no mercado de equipamentos de telecomunicações. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio*, n. 10, Brasília: Ipea, p. 25-30, out. 2010.
- LA ROVERE, R. L. Paradigmas e trajetórias tecnológicas. In: PELAEZ, Victor; SZMRECSÁNYI, Tamás (orgs.). *Economia da Inovação Tecnológica*. São Paulo: Hucitec, p. 285-301, 2006.
- LEAL, R. L. V. *A internacionalização da P&D nas telecomunicações: os limitantes da atração de investimentos nas subsidiárias brasileiras das empresas*. Dissertação de mestrado, IG/UNICAMP, Campinas, 2007.
- MORAES, G. Telecomunicações e Poder Global dos EUA. In: FIORI, J. L. (org.). *O poder americano*. Rio de Janeiro: Vozes, p. 347-392, 2005.
- NASCIMENTO, P. A. Capacitações científicas do Brasil em telecomunicações: o que se pode depreender da evolução recente da produção de artigos na área? *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio*, n. 10, Brasília: Ipea, p. 13-24, out. 2010.
- NELSON, R. Co–evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage. *International Journal of the Economics of Business*. v. 2, p. 171-184, 1995.
- NELSON, R.R., WINTER, S.G. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Editora Unicamp: Campinas, 2006 [1982].

- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *OECD Information Technology Outlook*. Paris: OECD, 2008.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *OECD Information Technology Outlook*. Paris: OECD, 2009.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. The Measurement of Scientific and Technological Activities: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. *Oslo Manual (3rd ed.)*. Paris: OECD, 2005.
- PATEL, P., PAVITT, K. The technological competencies of the world's largest firms: Complex and path-dependent, but not much variety. *Research Policy*, v. 26, n. 2, p. 141-156, may. 1997.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-73, dez. 1984.
- PORTER, A. Tech Forecasting: An Empirical Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 62, n. 1-2, p. 19-28, ago-set. 1999.
- POSSAS, M. L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neoschumpeteriana. In: AMADEO, E. J. (ed.). *Ensaio sobre economia política moderna: Teoria e História do Pensamento Econômico*. São Paulo: Marco Zero, p. 157-78, 1989.
- POSSAS, S. Concorrência e Inovação. In: Pelaez, V. e Szmrecsányi, T. (orgs.). *Economia da Inovação Tecnológica*. São Paulo: Hucitec, p. 13-40, 2006.
- ROSENBERG, N. *Perspectives of Technology*. Cambridge: Cambridge University Press. 1976
- ROSENBERG, N. *Por Dentro da Caixa Preta*. Campinas: Editora Unicamp, 2006 [1982].
- SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1984 [1942].
- SCHUMPETER, J. A. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997 [1934].
- STOPFORD, J. M. Competing Globally for Resources. *Transnational Corporations*, v. 4, n. 2, p. 34-57, ago. 1995.
- STURGEON, T. J. *Does Manufacturing Still Matter? The Organizational Delinking of Production from Innovation*. BRIE Working Paper 92B, Berkeley, CA: Berkeley Roundtable on the International Economy, Aug/1997.
- SZAPIRO, M. H. S. *Uma agenda de competitividade para a indústria paulista - Indústria de Equipamentos de Telecomunicações*. IPT (UNICAMP - UNESP - USP). São Paulo, 2008.
- TEECE, D., PISANO, G. The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. *Industrial and Corporate Change*. v. 3, n. 3, p. 537-556, 1994.
- TEECE, D. Profiting from technological innovation. *Research Policy*. v. 15, 1986.
- UNITED NATIONS CENTRE ON TRADE AND DEVELOPMENT. *World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D*. Geneva: UNCTAD, 2005 (Internet edition).
- VERNON, R. Investimento externo e comércio internacional no ciclo do produto. In SAVASINI A. et all (orgs.). *Economia Internacional*. Série Anpec de Leituras de Economia, São Paulo, Saraiva, 1979 [1966].
- WATTS, R.; PORTER, A. Innovation forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 56, n. 1, p. 25-47. 1997
- YEUNG, H. W., LIU, W., DICKEN, P. Transnational corporations and network effects of a local manufacturing cluster in mobile telecommunications equipment in China. *World Development*, v. 34, n. 3, p. 520-40, mar. 2006.

ZANATTA, M. N. *Políticas brasileiras de incentivo à inovação e atração de investimento Direto Estrangeiro em Pesquisa e Desenvolvimento*. Tese de Doutorado, IG/UNICAMP, Campinas, 2006.

### **Sítios e jornais consultados**

*Financial Times*. <http://ft.com/>  
*IDG Now!* <http://idgnow.uol.com.br>  
*Link*. <http://blogs.estadao.com.br/link/>  
*Motorola*. <http://motorola.com>  
*Nokia*. <http://nokia.com>  
*Teleco*. <http://teleco.com.br/>  
*Telecom Online*. <http://telecomonline.com.br/>  
*Valor Econômico*. <http://valoronline.com.br>

### ANEXO – Classificação das patentes

<b>G - FÍSICA</b>	<b>G06F - PROCESSAMENTO ELÉTRICO DE DADOS DIGITAIS</b>	Técnicas de interação para interfaces gráficas de usuário (GUI), por ex., interação com janelas, ícones e menus	G06F-003/048
		Combinações de dois ou mais computadores digitais tendo cada qual pelo menos uma unidade aritmética, uma unidade de programa e um registro, por ex., para processamento simultâneo de vários programas	G06F-015/16
		Recuperação das informações; Respectivas estruturas de banco de dados	G06F-017/30
<b>H - ELETRICIDADE</b>	<b>H04B - TRANSMISSÃO</b>	Transceptores, i.e., dispositivos em que o transmissor e o receptor formam uma unidade estrutural e em que pelo menos uma parte é utilizada para as funções de transmissão e recepção	H04B-001/38
		Sistemas de radiotransmissão, i.e., utilizando um campo de radiação	H04B-007/00
		dos quais pelo menos um é móvel	H04B-007/26
	<b>H04L - TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO DIGITAL</b>	Caracterizado pela configuração da via, por ex., LAN [redes de área local] ou WAN [redes de área larga]	H04L-012/28
		Sistemas de comutação por pacotes (packet)	H04L-012/56
		caracterizados por um protocolo	H04L-029/06
		Procedimento de controle da transmissão, por ex., procedimento de controle da camada de ligação dos dados (data link level)	H04L-029/08
	<b>H04M - COMUNICAÇÃO TELEFÔNICA</b>	Equipamentos de subestação, por ex., para utilização por assinantes	H04M-001/00
	<b>H04Q - SELEÇÃO (H04W - REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO)</b>	H04W 4/00 - Serviços ou facilidades especialmente adaptados para as redes de comunicação sem fio	H04Q-007/00
		H04W 84/02 - Redes pré-organizadas hierarquicamente, por ex., redes de busca, redes celulares, WLAN [Redes Locais Sem Fio] ou WLL [Acesso Remoto Sem Fio]	H04Q-007/20
		H04W 72/00 - Gerenciamento de recurso local, por ex., seleção ou locação de recursos sem fio ou agendamento de tráfego sem fio	H04Q-007/22
		H04W 8/18 - Processamento de dados de usuário ou assinante, por ex., serviços de assinantes, preferências de usuários ou perfil de usuários; Transferência de dados de usuário ou assinante	H04Q-007/32
		H04W 80/00 - Protocolos de redes sem fio ou adaptações de protocolos para operação sem fio, por ex., WAP [Wireless Application Protocol - Protocolo de Aplicação Sem Fio]	H04Q-007/38

Fonte: Elaboração com base na Classificação Internacional de Patentes (IPC), versão 2010.01, disponível no site do INPI.