

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2853

© *CATCH-UP* TECNOLÓGICO DA
CHINA: UMA ANÁLISE DAS EMPRESAS
NACIONAIS (*INDIGENOUS COMPANIES*)
FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS
DE TELECOMUNICAÇÕES

UALLACE MOREIRA



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL



**O *CATCH-UP* TECNOLÓGICO DA
CHINA: UMA ANÁLISE DAS EMPRESAS
NACIONAIS (*INDIGENOUS COMPANIES*)
FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS
DE TELECOMUNICAÇÕES**

UALLACE MOREIRA¹

1. Consultor no âmbito do Programa Executivo de Cooperação entre a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea); e professor adjunto da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia (FE/UFBA).

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional (substituto)

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia (substituta)**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

**Diretor de Estudos e Políticas
Macroeconômicas (substituto)**

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais (substituto)**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação,
Regulação e Infraestrutura (substituta)**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais (substituto)

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais (substituto)

FÁBIO VÉRAS SOARES

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social

JOÃO CLÁUDIO GARCIA RODRIGUES LIMA

OUVIDORIA: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2023

© Nações Unidas 2023

LC/BRS/TS.2023/03

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) ou as dos países que representa.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir este estudo sem autorização prévia. É solicitado, apenas, que mencionem a fonte e informem à CEPAL sobre essa reprodução.

Este estudo foi elaborado no âmbito do Programa Executivo de Cooperação entre a CEPAL e o Ipea.

JEL: L52; O3; F23.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2853>

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO..... 7

2 A ASCENSÃO DAS EMPRESAS DE EQUIPAMENTOS DE
TELECOMUNICAÇÕES DA CHINA 10

3 CONCLUSÃO 37

REFERÊNCIAS 39

SINOPSE

Este trabalho é composto de duas partes. Esta segunda parte analisa a evolução do mercado de fabricantes de equipamentos de telecomunicações na China, principalmente mostrando a essencialidade da articulação entre as operadoras de telecomunicações e as políticas públicas do governo chinês para fortalecer as empresas nacionais, as quais tiveram uma trajetória de *catch-up* tecnológico substancial no período recente, em especial usando como principal elemento para esse sucesso o investimento em inovação. O objetivo deste trabalho é analisar o *catch-up* tecnológico da China no setor de telecomunicação, utilizando o arcabouço teórico e metodológico da teoria do ciclo de vida da tecnologia e o Sistema Setorial de Inovação (SSI). Corroborando outros trabalhos, afirma-se que a China logrou um *catch-up* tecnológico no setor de telecomunicações ao adotar uma estratégia de *stage-skipping* e *path-creating*, sustentada em empresas nacionais. A contribuição deste trabalho tem três dimensões que convergem para outros trabalhos e também preenchem lacunas nessa temática: i) a primeira dimensão aprofunda as análises nas relações entre governo/operadoras de telecomunicações e as empresas produtoras de equipamentos de telecomunicações, mostrando a construção de um mercado oligopolístico no setor de operadoras de telecomunicação, em especial com China Mobile e China Telecom; ii) a segunda contribuição é empírica, incorporando indicadores até 2021 relacionados ao setor de telecomunicação, como de produção, comércio exterior, receitas das empresas e investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), os quais apontam a relevância do setor para a economia chinesa, tanto no mercado interno como no comércio exterior; e iii) a terceira contribuição preenche uma lacuna que não é abordada em outros trabalhos sobre a temática, ao analisar o cenário recente geopolítico e seus desafios para a China, onde se acentua uma conjuntura de disputa pelo domínio tecnológico e político com os Estados Unidos, que vêm impondo várias sanções a empresas chinesas.

Palavras-chave: *catch-up* tecnológico; telecomunicação; Sistema Setorial de Inovação (SSI); ciclos de vida tecnológicos.

ABSTRACT

This report is divided into two parts. In this second part, I analyze the evolution of the telecommunications equipment manufacturers market in China, mainly showing the essentiality of the articulation between Chinese telecommunications operators with the public policies of the Chinese government, with the objective of strengthening national companies, which recently had an important trajectory of technological catch-up, especially with these companies whose main dimension for their success is investment in innovation. The objective of this work is to analyze China's technological catch-up in the telecommunications sector, using the theoretical and methodological framework of the technology life cycle theory and the Sectoral Innovation System. Corroborating with other works, the hypothesis is defended that China achieved technological catch-up in the telecommunications sector through the strategy of stage-skipping and path-creating, mainly with the prominence of the role of indigenous companies/national capabilities. The contribution of this work has three dimensions that converge with other works on the telecommunications sector in China and at the same time also fill gaps in this debate: i) first dimension, a broader analysis is carried out on the relationship between government/telecommunications operators and companies telecommunication equipment producers, showing the construction of an oligopolistic market

structure in the telecommunication operators sector, especially with China Mobile, China Telecom; ii) the second contribution is in relation to the database, incorporating indicators up to 2021 related to the telecommunications sector, such as production, foreign trade, company revenues and investment in research and development (R&D), which indicate the relevance of the telecommunications sector to the Chinese economy , both for its domestic market and for its foreign trade; and iii) the third contribution of this work fills a gap that is not addressed in other works on the subject, which is to analyze the recent geopolitical scenario and its challenges for China, where an international scenario of dispute over technological dominance is increasingly accentuated. and political between the United States and China, with various sanctions imposed by the US on Chinese companies.

Keywords: technological catch-up; telecommunication; Sectoral System Innovation (SSI); technological life cycles.

1 INTRODUÇÃO

Esta é a segunda parte do trabalho sobre *catch-up* tecnológico da China no setor de telecomunicação. Na primeira parte, apresentou-se o arcabouço teórico/metodológico schumpeteriano do Sistema Setorial de Inovação (SSI) e ciclos tecnológicos; e discutiu-se a construção dos oligopólios de operadoras de telecomunicações na China, consolidando-se como empresas estratégicas para articular as políticas públicas direcionadas à construção das empresas nacionais (*indigenous companies*) no setor de fabricação de equipamentos de telecomunicações, as quais lograram o *catch-up* tecnológico, tendo como um dos principais instrumentos o investimento em inovação.

Nesta segunda parte, analisa-se a evolução do mercado de fabricantes de equipamentos de telecomunicações na China, principalmente mostrando a essencialidade da articulação entre as operadoras de telecomunicações e as políticas públicas do governo chinês para fortalecer as empresas nacionais, as quais tiveram uma trajetória de *catch-up* tecnológico substancial no período recente, em especial usando como principal elemento para esse sucesso o investimento em inovação.

Assim, sugere-se que para uma compreensão mais aprofundada do *catch-up* tecnológico do setor de telecomunicações, o leitor faça a leitura das duas partes, particularmente para ter maior clareza das hipóteses e contribuições apresentadas.

O objetivo aqui é dar continuidade a uma linha de pesquisa do projeto anterior, intitulado *Catch-up Tecnológico e Superação da Armadilha da Renda Média: o caso da China no setor de semicondutores* (Moreira, 2022), dentro da cooperação entre a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Portanto, nesta segunda parte, analisa-se o *catch-up* tecnológico da China no setor de eletroeletrônico, com foco em telecomunicação, utilizando o mesmo arcabouço teórico e metodológico – a teoria do ciclo de vida da tecnologia e o SSI – para analisar a dinâmica de *catch-up*, que pode ser explicada pela facilidade ou dificuldade associada à natureza particular dos regimes de tecnologias e mercado. Em seguida, investiga-se como os atores de um sistema nacional de inovação, tais como empresas, universidades e governos, respondem ao regime de tecnologias e mercado em relação à exploração das potencialidades ou superação dos limites impostos pelos regimes ao processo de *catch-up* da China.

Na primeira parte do trabalho, mostrou-se, por um lado, que a indústria de telecomunicações tem dois segmentos: distribuição de serviços e fabricação de equipamentos. As mudanças tecnológicas, em essência, alteraram completamente o cenário dessa indústria de alta tecnologia. Em relação ao setor de produção de equipamentos de telecomunicação, dada a sua complexidade tecnológica e os elevados investimentos exigidos, por muito tempo ele foi dominado por

multinacionais dos países desenvolvidos. Com as novas transformações tecnológicas e o surgimento da tecnologia móvel, empresas nacionais dos países em desenvolvimento conseguiram entrar nesse mercado altamente oligopolizado e dominado pelos países centrais. Por outro lado, inicialmente, o segmento de distribuição era, majoritariamente, de propriedade nacional, muitas vezes por um provedor de telefonia e telégrafo público. Entretanto, com o processo de liberalização e desregulamentação pela maioria dos países na economia global, a distribuição de serviços de telecomunicações passou pelo processo de privatização e foi aberta à concorrência, quebrando o *status* de monopólio natural que era a marca do sistema de telefonia e telégrafo.

Quando analisamos a estrutura em países em desenvolvimento, identificou-se que na maioria desses países só se encontrava uma parte da indústria – o segmento da distribuição –, enquanto o segmento da indústria de transformação de telecomunicação estava concentrado nos países desenvolvidos, o que resultava em um amplo processo de importações de equipamentos por parte dos países em desenvolvimento (Lee, Mani e Mu, 2009).

Os países asiáticos, particularmente Japão, Coreia do Sul e Taiwan, adentraram no setor de telecomunicação, construindo suas empresas nacionais tanto no segmento de distribuição de serviços como na fabricação de equipamentos. Recentemente, a China também adentrou nesse conjunto de países com o desenvolvimento do seu setor nos dois segmentos.

A evolução do setor de telecomunicação na China tem um processo de articulação entre as operadoras no país e os fabricantes de equipamentos. No início dos anos 2000, o monopólio de mercado do antigo Ministério dos Correios e Telecomunicações (Ministry of Posts and Telecommunications – MPT) foi quebrado e um mercado competitivo evoluiu. Atualmente, a China tem cinco grandes operadoras consideradas estratégicas de telecomunicações no mercado: i) China Telecom; ii) China Mobile; iii) China Unicom; iv) China Direct Broadcast Satellite Company – resultado de uma fusão em 2008 da China Satellite Communications Co. Ltd. (China Satcom) com a Sino Satellite Communications Company e a China Orient Telecommunications Satellite Company; e v) China Railcom; e muitas empresas de telecomunicações de pequeno e médio porte. Cada empresa é especializada em um ou mais tipos de negócios de telecomunicações.

Essas operadoras são articuladas com os principais fornecedores da indústria de equipamentos de telecomunicações da China (*indigenous companies*), que incluem a Datang Telecommunications Co. (Xian); China Great Dragon Telecommunication Co. Ltd. (Pequim); Zhong Xing Telecommunication Equipment Company (ZTE) (Shenzhen); Grupo de Informação Potevio (Pequim); Fenghuo Communication Co. Ltd. (Wuhan); e Huawei Technologies Co. Ltd. (Shenzhen).

TEXTO para DISCUSSÃO

Alguns trabalhos, como os de Loo (2004), Pecht (2006), Yu e Tan (2005), Lee e Mu (2005), Lee, Mani e Mu (2009), Yu (2011), Joo, Oh e Lee (2016), Tan *et al.* (2020), já discutiram e apontaram a relevância da relação entre operadoras de telecomunicações e o setor produtor de equipamentos de telecomunicações na China, inclusive mostrando que foi nesse setor que o país logrou um *catch-up* tecnológico ao adotar uma estratégia de *stage-skipping* e *path-creating*, sustentada em empresas nacionais que deram à China a condição de ultrapassar países desenvolvidos no setor, tornando-se líder na economia mundial, principalmente com as empresas Huawei e ZTE.

A contribuição deste trabalho, considerando a primeira e a segunda parte, tem três dimensões que corroboram os trabalhos citados e também preenchem lacunas nessa temática.

A primeira dimensão aprofunda as análises nas relações entre governo/operadoras de telecomunicações e as empresas produtoras de equipamentos de telecomunicações, mostrando a construção de um mercado oligopolístico no setor de operadoras de telecomunicação, em especial com China Mobile, China Telecom e China Unicom, as quais foram fundamentais para favorecer o surgimento das *indigenous companies* na fabricação de equipamentos para telecomunicação, como estratégia de internalizar tecnologia para lograr o *catch-up* tecnológico. Este trabalho atualiza o debate, mostrando que as empresas chinesas passaram a ser atores proeminentes no setor de telecomunicações no mercado mundial, consolidando assim seu potencial de inovação com elevado investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), inclusive liderando as inovações nas tecnologias 5G e já nas pesquisas voltadas para 6G com a Huawei e ZTE.

A segunda dimensão é empírica, incorporando indicadores até 2021 relacionados ao setor de telecomunicação, como de produção, comércio exterior, receitas das empresas e investimento em P&D, os quais apontam a relevância do setor para a economia chinesa, tanto no mercado interno como no comércio exterior.

A terceira dimensão preenche uma lacuna que não é abordada em outros trabalhos citados, ao analisar o cenário recente geopolítico e seus desafios para a China, onde se acentua uma conjuntura de disputa pelo domínio tecnológico e político com os Estados Unidos, que vêm impondo várias sanções a empresas chinesas – com adesão de países da Europa –, impactando a dinâmica da economia e essas empresas.

Com isso, considerando o caso da China, ao longo deste trabalho, com a adoção do arcabouço teórico e metodológico schumpeteriano de SSI e ciclos de vida tecnológicos, avaliam-se as seguintes dimensões:

- a) o desenvolvimento do setor de telecomunicação, considerando a articulação entre as operadoras de telefonia e as empresas nacionais fabricantes, com o governo chinês adotando uma política de preservação das capacidades nacionais para o *catch-up* tecnológico do país;
- b) a natureza particular dos regimes de tecnologias e mercado do setor de telecomunicações, marcados por um processo contínuo e curto de inovações;
- c) os atores envolvidos nesse processo: governo; empresas nacionais, privadas e estatais; e multinacionais;
- d) o caminho da China na estratégia de aprendizado tecnológico via aquisição externa, tais como o uso das licenças, transferência de tecnologia, formação de *joint venture*, investimento externo direto e seus limites para a construção da capacidade de absorção; e
- e) os limites impostos na estratégia de aprendizado tecnológico via aquisição externa, e como a China supera esses limites por meio da estratégia de *catch-up* tecnológico *skipping-stage* e *path-creating*.

Além desta introdução, este texto é composto pela seção (que se soma às seções da primeira parte) na qual se apresenta a evolução das principais empresas de equipamentos de telecomunicações, identificando as políticas que corroboraram o *catch-up* tecnológico dessas empresas. Na conclusão, faz-se uma síntese das principais ideias do trabalho.

2 A ASCENSÃO DAS EMPRESAS DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES DA CHINA

2.1 O período entre 1950 e 1990

Como mencionado na seção 3 da primeira parte do trabalho, o desenvolvimento das empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicação na China está estritamente associado à evolução das operadoras com o crescimento da produção no mercado interno. Ainda nos anos 1950, em uma parceria entre a Rússia e o Machine Building Ministry's Beijing Wire Communications Plant, inicia-se a produção de centrais telefônicas automatizadas. Esses dispositivos eram considerados os "cérebros" da rede que direcionam as comunicações de voz ou dados de uma fonte para outra. Sua produção doméstica significava que a China poderia aumentar mais rapidamente a capacidade de sua rede de comunicações (Harwit, 2007; Mu e Lee, 2005).

No final dos anos 1950 e 1960, Xangai tornou-se um centro de fabricação de equipamentos e sediou uma fábrica de equipamentos de telecomunicações e um instituto de pesquisa de telecomunicações. Surgiram também em outras cidades fábricas de equipamentos, incluindo Changchun, Chongqing e Tianjin. No final da década de 1970, havia 27 fábricas de equipamentos sob o controle direto do MPT e cem outras fábricas reguladas no nível provincial de telecomunicações. Além dos comutadores, essas empresas produziam equipamentos para aprimorar a transmissão e itens mais básicos, como cabos e os próprios telefones (Harwit, 2007; Mu e Lee, 2005).

Durante o período da Revolução Cultural (1966-1976) os avanços no setor de fabricação de equipamentos praticamente ficaram estagnados. Entretanto, com o fim da era Mao Tsé-Tung e o início de uma longa era de reforma econômica, alguns dos elementos básicos de uma política industrial eficaz voltam a ter maior relevância. Os líderes da reforma da China na década de 1980 promoveram ativamente as forças do mercado, permitindo que o setor desse uma importante contribuição para o impulso do país em direção à sua modernização industrial (Harwit, 2007).

Nesse período se faz relevante a articulação com as operadoras e os ministérios, dado que a Corporação Industrial de Correios e Telecomunicações (Posts and Telecommunications Industrial Corporation – PTIC) ainda era vista como parte de “uma única família” com o MPT, e a empresa permanecia administrativamente subordinada ao ministério. No entanto, a nova estrutura permitiu que a PTIC funcionasse de acordo com as regras da dinâmica do mercado, com suas fábricas tendo a capacidade de reter lucros, fato essencial para a promoção dos investimentos em inovação. Esse fator inspirou a PTIC a desenvolver novos produtos, prestar atenção à qualidade e competir ativamente com empresas rivais de equipamentos (Harwit, 2007; Mu e Lee, 2005).

No início da reforma econômica da China no final da década de 1970, a indústria de telecomunicações no país estava atrasada em tecnologia, operando em pequena escala, ineficiente em gestão e sem capital com volume suficiente de investimento. Além disso, a indústria era totalmente controlada pelo governo por meio de seu órgão monopolista, o Ministério da Indústria e Informação (Ministry of Industry and Information – MII). O governo tinha três papéis distintos simultaneamente: regulador, provedor de serviços e proprietário de empresas de fabricação de equipamentos. A estrutura foi reformada ao longo do tempo, mas a influência do MII permanecia (Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

Durante os anos 1980 o governo chinês adotou uma estratégia fundamental para o processo de aprendizado tecnológico nacional, ampliando as possibilidades de importação de máquinas e equipamentos de telecomunicação, mas utilizando políticas ativas de formação de *joint venture* como mecanismo de transferência de tecnologia. Nesse sentido, as importações de telecomunicações tiveram um impulso importante em 1986, quando o Conselho de Estado e outras comissões e

ministérios do governo aprovaram tarifas mais baixas para equipamentos de telecomunicações importados. Os direitos de importação seriam reduzidos pela metade para importações diretas e totalmente dispensados para empresas de telecomunicações que usassem empréstimos do Banco Mundial ou do Banco Asiático de Desenvolvimento para comprar as mais novas tecnologias do momento. Essa política durou até 1996. Nesse período, a China passou a depender quase completamente de importações estrangeiras para a instalação de equipamentos avançados de comutação de central de escritório controlados por programa em suas principais cidades. Importante frisar que é nesse período em que a maioria das empresas líderes globais inicia suas operações na China: Cisco, Ericsson, Lucent Technologies, Motorola, Nokia, Nortel Networks e Siemens. A presença dessas multinacionais facilitou a construção da infraestrutura de telecomunicações da China. Como resultado, na década de 1980, o país contabilizava 100% de sua aquisição de equipamentos de telecomunicações por meio de importações (Fan, 2006; 2010; Harwit, 2007; Shan e Jolly, 2011).

Aqui reside outro momento e acontecimento relevante que chamou a atenção do governo para a necessidade de internalizar tecnologia, pois importar dispositivos críticos, como *switches* digitais de centrais telefônicas, era caro: no final da década de 1980, o custo das importações variava entre US\$ 300 a US\$ 500 por porta de *switches* digitais. Isso começou a drenar a oferta de dólares, ienes e outras reservas cambiais do governo central. Para enfrentar esses impactos de aprofundamento de problemas das contas externas em decorrência do elevado volume de importações, a China decidiu acelerar o impulso para a absorção de tecnologia, convidando empresas estrangeiras a estabelecer instalações de fabricação de equipamentos com *joint venture* com empresas nacionais, com a finalidade de internalizar a produção (Harwit, 2007).

A formação de *joint venture* se deu de forma coordenada com o objetivo de proteger e fortalecer as empresas nacionais (*indigenous companies*), considerados atores fundamentais para o processo de absorção e internalização de conhecimento para acelerar a capacidade inovacional do país. Sendo assim, nessas parcerias os chineses poderiam manter o controle gerencial e os direitos de propriedade enquanto alcançavam seu objetivo de produzir equipamentos modernos na China. Ao mesmo tempo, eles poderiam absorver tecnologia para promover sua própria capacidade de fabricação com as empresas nacionais. Ou seja, havia a capacidade de o governo na década de 1980 manter o controle sobre *joint ventures* estrangeiras enquanto recebiam os benefícios do investimento de capital e da inovação tecnológica e gerencial (Harwit, 2007).

Um exemplo dessa articulação foi a *joint venture* entre a subsidiária belga da ITT Corporation, a BTM e a PTIC, em 1983. É neste momento que se cria a nova empresa, chamada Shanghai Bell. A PTIC ficou com 60% do empreendimento, a BTM com 31,65% e a Fund for

Development Corporation do governo belga adquiriu os 8,35% restantes. O governo chinês assumiu a participação majoritária na nova empresa a fim de garantir tanto o controle gerencial quanto o acesso à tecnologia para a fabricação de comutadores digitais de grande capacidade. Para promover o objetivo de aquisição de tecnologia, os chineses defendiam que o empreendimento deveria produzir tecnologia de ponta. Para a ITT, a atração era óbvia: a PTIC era a maior fabricante de equipamentos da China, e sua propriedade pelo MPT significava que a empresa teria um mercado quase garantido. O MPT não só administrava indiretamente a empresa de equipamentos, mas também controlava os serviços de operações de telecomunicações da China (Harwit, 2007; Shan e Jolly, 2011).

Outra forma de atuação do governo foi com a concessão de subsídios para as mais recentes *joint ventures*. Para impulsionar as compras domésticas, o MPT forneceu cerca de ¥ 60 milhões (aproximadamente US\$ 17 milhões) em subsídios a usuários domésticos que comprassem equipamentos da *joint venture*. A produção começou em 1985 e, em 1986, a empresa produziu cerca de 11% das cerca de 600 mil portas de *switch*¹ instaladas naquele ano, ou seja, as importações continuaram a ser a principal fonte para atender à demanda do mercado interno durante esse período (Harwit, 2007).

Essa *joint venture* passa por uma nova fase quando a Alcatel da França assumiu o controle da BTM em 1987 e tornou-se o novo parceiro estrangeiro da Shanghai Bell. De 1988 a 1990, a produção de interruptores cresceu a uma taxa anual de 50%. No final da década, a Shanghai Bell (o único produtor de *joint venture* na época) tinha cerca de um quarto do mercado de interruptores de escritório central (Harwit, 2007; Mu e Lee, 2005; Shan e Jolly, 2011).

À medida que a Shanghai Bell expandiu a produção, passou a aumentar a porcentagem de peças chinesas locais em seus produtos, internalizando assim a produção. O governo chinês incentivou tais medidas, visto que ajudaram a reduzir a dependência de importações e melhoraram a balança comercial do país. Para promover a meta de localização, em 1988 a Shanghai Bell formou uma subsidiária fornecedora de peças, a Shanghai Belling, cuja finalidade era fabricar circuitos integrados para os principais produtos da matriz. A subsidiária ajudou a aumentar o conteúdo de peças locais de 20% em 1988 para 68% em 1995 (Harwit, 2007; Mu e Lee, 2005; Shan e Jolly, 2011).

1. Porta de *switch* é um dispositivo que conecta todos os elementos da sua rede. Atua como ponte ou unidade de controle para que computadores, impressoras, servidores e todos os outros tipos de dispositivos possam se comunicar.

Em 1988, o governo chinês inicia uma nova formação de *joint venture* sino-estrangeira, com a alemã Siemens AG, com quem as negociações começaram em 1985, quando a Shanghai Bell estava iniciando a produção. A Siemens assumiu uma participação de 40% na Beijing International Switching Company (BISC). O MPT tinha uma participação na *joint venture* de 8,2%, e o Ministério da Indústria Eletrônica detinha 25% da empresa por intermédio da Beijing Wire Communications Plant, a mesma empresa que desenvolveu os primeiros sistemas de comutação da China na década de 1950. O restante da empresa era detido pela Beijing Comprehensive Investment Corporation, de propriedade municipal (Mu e Lee, 2005). De acordo com Harwit (2007), essa nova *joint venture* tinha a finalidade de promover competição no mercado interno entre a BISC e a Shanghai Bell.

No final da década de 1980, com a promulgação da Diretiva 56 pelo Conselho de Estado Nacional, o governo chinês decidiu limitar o número de empresas estrangeiras que poderiam participar da produção de *switch/comutadores*, e a razão era a preocupação com excesso de capacidade produtiva e *joint venture* que não pudessem encontrar mercado para seus produtos. Com isso, ficou limitada a participação estrangeira na fabricação de equipamentos de comutação a três empresas: Alcatel, Siemens e NEC do Japão. Esse padrão também seguiu a estratégia chinesa de colocar corporações estrangeiras, muitas vezes de diferentes nações, umas contra as outras para reduzir os preços e aumentar a qualidade, evitando conluio entre elas (Harwit, 2007; Mu e Lee, 2005).

De acordo com Mu e Lee (2005), como resultado das parcerias, a primeira tecnologia do chamado System-12 a ser transferida foi o *release-5*, que era a tecnologia de circuitos de linha de evolução, na época a versão mais atual do mercado. Essa experiência é relevante porque mostra como a construção de um sistema de inovação para absorver conhecimento e adaptá-lo à realidade local é fundamental para o *catch-up* tecnológico. No processo de adoção, assimilação e aprendizado da tecnologia estrangeira, a Shanghai Bell encontrou uma série de problemas. Estes resultaram não apenas das imperfeições técnicas do System-12, mas também da inadequação dessa tecnologia ao ambiente chinês. No entanto, a política do governo chinês e seu apoio direto à Shanghai Bell ajudaram a empresa a superar essas limitações que surgiram no início do período de produção, principalmente concedendo privilégios a *joint venture* (por exemplo, impostos baixos, autonomia na gestão, fornecimento de recursos humanos e materiais etc.) que permitiram à empresa conduzir seus negócios livre de muitas das restrições enfrentadas por outras empresas locais, cuja finalidade era buscar soluções técnicas para que o sistema fosse implementado no país. Por exemplo, para garantir à Shanghai Bell uma posição de liderança no mercado doméstico, o MPT chegou a decretar em circular interna que o System-12 era um dos principais sistemas de comutação para uso na rede de telecomunicações na China, e também ajudou a empresa a obter

fundos e empréstimos de departamentos governamentais relevantes. Assim, com a ajuda do governo chinês, ela superou a crise e acabou capturando 31% do mercado de *switches* em 1999.

A tecnologia transferida para a Shanghai Bell incluía tecnologia de fabricação e instalação, bem como de engenharia, incluindo tecnologias de *hardware* e *software*. Como mostra a próxima subseção, a transferência de tecnologia do System-12 pela BTM para a Shanghai Bell levou à disseminação do conhecimento tecnológico sobre os interruptores automáticos digitais da central em uma rede de *players* nos produtores de equipamentos de telecomunicações, usuários e institutos de pesquisa na China. Isso forneceu um trampolim para o desenvolvimento da sua primeira central de comutação (HJD-04) pelo consórcio nacional de P&D do sistema de inovação chinês (Mu e Lee, 2005).

2.2 A expansão e a consolidação do setor de equipamentos de telecomunicação a partir dos anos 1990

De acordo com Zhou, Lazonick e Sun (2016), antes da década de 1980 as multinacionais estrangeiras tinham pouco envolvimento na indústria de equipamentos de telecomunicações da China em virtude do controle rigoroso do governo. Após a reforma econômica, elas foram capazes de estabelecer *joint ventures*, e depois que a China ingressou na Organização Mundial do Comércio (OMC), subsidiárias estrangeiras de propriedade integral foram autorizadas a produzir equipamentos de telecomunicações no país. Entretanto, a entrada das empresas estrangeiras estava associada às exigências do governo chinês, que estipulava que transferência tecnológica era a pré-condição para que produtores estrangeiros entrassem no mercado chinês de equipamentos de telecomunicações. Isso aconteceu tanto por meio de *joint ventures*, que geraram *spillovers* tecnológicos para os parceiros chineses, quanto por meio de subsidiárias estrangeiras, que deram assistência tecnológica a provedores de serviços de telecomunicações.

Várias multinacionais globais, algumas com a assistência de seus respectivos governos nacionais, fizeram acordos com o governo nacional chinês nas décadas de 1980 e 1990, como Nortel (1984), Nokia (1985), Motorola (1987), Lucent (1988), Cisco (1994), e Qualcomm e Siemens (1999), para estabelecer suas bases de fabricação de propriedade integral na China. O país tornou-se assim uma importante base de receitas para as multinacionais estrangeiras. Por exemplo, em 2006, a Motorola gerou quase um quarto de suas vendas globais na China, enquanto Nokia, Qualcomm e Lucent obtiveram mais de 10% de suas vendas no país. Embora tenham facilitado o crescimento da infraestrutura de telecomunicações da China, as multinacionais estrangeiras também representaram desafios significativos para o desenvolvimento de empresas domésticas, principalmente no processo de internalização e adaptação de tecnologia à realidade da China.

Portanto, buscando o fortalecimento da produção local e nacional com as *indigenous companies*, a partir dos anos 1990 a política industrial de telecomunicações da China tem a PTIC e outras empresas domésticas tentando usar seu crescente poder financeiro para obter o controle do mercado de *switches* ou comutadores² das *joint ventures* sino-estrangeiras. Em 1995, o governo chinês decidiu promover uma fusão entre os maiores produtores domésticos de interruptores em um único fabricante, agrupando oito empresas que fabricavam o *switch* HJD-04: quatro empresas de propriedade da PTIC, três do Ministry of the Electronics Industry (MEI) e uma de propriedade dos militares. Com isso, criou a empresa Great Dragon, que montou sua sede na Beijing Wire Communications Plant, colocando-a virtualmente sob o mesmo teto da concorrente da *joint venture* Siemens (Harwit, 2007; Shan e Jolly, 2011).

Para Harwit (2007), a fusão de oito empresas para a formação da Great Dragon se constituiria em um problema para ela, uma vez que eram firmas e ministérios diferentes envolvidos na negociação. Por exemplo, a PTIC defendia maior concorrência entre as empresas, visto que tinha participações tanto na Shanghai Bell, líder de mercado, quanto na Great Dragon. O MEI havia investido tanto na Great Dragon quanto na Siemens BISC. Mesmo após a fusão do MEI e do MPT em 1998, a empresa enfrentou problemas para integrar suas divisões de pesquisa, produção e *marketing*.

Corroborando a hipótese deste trabalho da relação entre as operadoras de telecomunicação e o desenvolvimento das empresas nacionais de equipamentos de telecomunicações, Zhou, Lazonick e Sun (2016) afirmam que o governo chinês cumpriu o papel de aproximar os atores do sistema de inovação ao vincular o mercado doméstico aos produtores domésticos e, assim, ajudar significativamente o desenvolvimento dessas empresas em seus primeiros anos.

Nos anos 1990 o governo começou a oferecer apoio direto em finanças, *marketing* e exportações. Em particular, ajudou os clientes e produtores domésticos fornecendo assistência financeira e incentivando esses clientes a comprar marcas nacionais. Um mecanismo usado pelo governo chinês para disseminar o consumo das marcas nacionais foi por meio de conferências chamadas de Coordenação de Clientes-Produtores organizadas pelo MPT. Dessa forma, o Estado apoiou efetivamente o estágio inicial de desenvolvimento de várias empresas domésticas privadas, incluindo Huawei, ZTE, Datang e Great Dragon. Quando as empresas nacionais se tornaram fortes o suficiente e capazes de competir com empresas multinacionais em vários campos em meados e

2. Na tecnologia da informação (TI), os roteadores, *switches* ou comutadores, *modems* e *hubs* são aparelhos eletrônicos ou equipamentos de distribuição e conexão de redes internas e de telecomunicações, sendo considerados dispositivos fundamentais em um ambiente de rede. Um *switch* ou comutador tem várias linhas de entrada e saída que formam um padrão cruzado de linhas de interconexão entre as quais uma conexão pode ser estabelecida fechando um interruptor localizado em cada interseção, os elementos da matriz.

final da década de 1990, o governo reduziu seu apoio direto, mas permaneceu ativo na construção de infraestrutura, impulsionando o desenvolvimento de tecnologia básica para dispositivos móveis e comunicação de dados.

No início e meados da década de 1990, o mercado doméstico era dominado por multinacionais, apesar do fato de Huawei, ZTE, GDT e Datang terem desenvolvido seus próprios sistemas públicos de comutação digital. O governo encorajou os provedores de serviços de telecomunicações nacionais, particularmente as entidades estatais nos departamentos de telecomunicações de nível provincial e municipal, dando prioridade à compra de produtos domésticos quando a relação função/preço fosse semelhante. Isso ajudou os negócios das empresas nacionais, embora a maioria das compras em nível nacional continuasse a ser dominada por produtos de marca estrangeira devido aos maiores requisitos de qualidade. Além do mais, o MPT criou plataformas e canais para interligar prestadores de serviços e produtores nacionais, como duas conferências que organizou em 1996 e 1997 sobre equipamentos de comutação e móveis (Zhou, Lazonick e Sun, 2016; Shan e Jolly, 2011).

Mu e Lee (2005) também apontam a essencialidade do papel do governo, quando as empresas chinesas nacionais começaram a competir diretamente com as *joint ventures* nas áreas rurais e urbanas. O papel básico do governo chinês era fornecer proteção ao mercado e dar incentivos para adoção e uso de produtos domésticos. Em 1996, o governo parou de obter empréstimos de governos estrangeiros para importar equipamentos de comutação automática digital, e começou a impor tarifas sobre equipamentos de comunicação importados, a fim de promover a compra de equipamentos fabricados localmente. A soma da participação de mercado das empresas locais (incluindo *joint ventures* sino-estrangeiras) foi de 63,1% em 1995. Um ano após a entrada em vigor das tarifas de equipamentos de comunicação importados, o número atingiu 84,8% em 1996 e, em 1997, ultrapassou 90%, ou 94,9% (Mu e Lee, 2005).

A indústria de comunicação chinesa passou por reformas significativas para melhor atender ao mercado e desenvolver a infraestrutura de telecomunicações. O Estado deu às empresas do setor várias vantagens durante esse período: poderiam cobrar altas taxas de instalação e sobretaxas e investir o lucro, acelerar a depreciação do investimento de capital e pagar impostos reduzidos e isentos. Em meados da década de 1990, o governo interveio para incentivar a concorrência, abrindo serviços de telecomunicações para novos entrantes e adotando novos veículos de investimento e financiamento. Desde então, a ampla concorrência nos serviços liberalizados resultou na redução acentuada dos preços e na melhoria da qualidade dos serviços. Como mencionado na seção 3 da primeira parte deste trabalho, uma das principais reformas com a finalidade de aprofundar a regulação do mercado e a relação com as empresas de equipamentos

de telecomunicação no país ocorreu em 2008, quando o governo determinou promover fusões para determinar atuações específicas de cada operadora: China Telecom, China Unicom e China Netcom. Cada uma tinha um negócio de linha fixa, um negócio sem fio e uma licença padrão 3G diferente, o que promovia, inclusive, a competição entre elas (Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

A competição acirrada entre os provedores de serviços de telecomunicações como resultado da reestruturação governamental tornou o mercado de telecomunicações da China mais competitivo. Isso não apenas beneficiou os consumidores, mas também levou os provedores de serviços a buscar soluções mais inovadoras e econômicas. Eles então repassaram essa pressão competitiva para seus fornecedores, os produtores de equipamentos de telecomunicações, que, por sua vez, foram levados a inovar para atender a solicitações cada vez mais desafiadoras.

Importante observar que nesse processo, como resultado da política de construção de campeãs nacionais no setor de produção de equipamentos de telecomunicação, no início dos anos 1990, empresas rivais, como Great Dragon, ZTE e Huawei, representaram formas mais bem-sucedidas pelas quais as corporações e o governo trabalharam juntos para trazer a produção de *switches* para o mercado nacional.

A ZTE foi estabelecida como produtora de semicondutores em 1985 e ficou sob a jurisdição de outro ministério do governo industrial chinês, o Ministério da Indústria Aeroespacial (Ministry of Aerospace Industry – MAI). Como o governo chinês viu a necessidade de mais empresas domésticas para produzir *switches* de telecomunicações, a ZTE mudou no final da década de 1980 para desenvolver um produto a fim de competir com a Shanghai Bell e também com produtos importados. Em 1990, o MPT aprovou o primeiro dispositivo de comutação da empresa (o ZX500), e ela usou o apoio contínuo do MAI para se transformar em um fabricante de equipamentos de telecomunicações. Para Harwit (2007), o fato de a ZTE ter ficado apenas sob a gestão do MAI foi essencial para que tivesse mais êxitos, ao contrário da Great Dragon, que era administrada por vários atores, gerando conflitos nos processos decisórios. Além disso, após a listagem pública, a gestão da ZTE não estava mais sob controle do governo, e seu estilo de gestão foi baseado nos princípios da empresa privada; era essencialmente estatal, mas administrada de forma privada.

De acordo com esses princípios, a ZTE utilizou duas estratégias para conquistar participação de mercado. Em primeiro lugar, contribuiu para a queda dos preços dos comutadores ao oferecer seus produtos a quase metade do custo daqueles oferecidos pelas *joint ventures*. Em segundo, visava aos mercados rurais em partes do interior do país. Essas áreas estavam entre as regiões mais pobres do país, portanto não podiam arcar com os preços dos fabricantes de *joint ventures* mais sofisticados. Além do mais, os produtos da ZTE eram mais adequados às necessidades mais limitadas dessas regiões. Foi apenas em 1996 que a ZTE começou a atingir cidades maiores e

também a ter maior inserção internacional via exportações, principalmente para países em desenvolvimento como Paquistão, Bangladesh e Quênia em 1997 (Harwit, 2007; Shan e Jolly, 2011).

Para Harwit (2007), o protecionismo do governo também veio em auxílio da ZTE no final da década de 1990. Em novembro de 1998, o MII anunciou que as empresas de telefonia móvel em rápido crescimento deveriam comprar equipamentos “locais” sempre que possível. A ZTE, a Huawei e outras empresas estavam complementando sua produção de equipamentos de linha fixa com equipamentos de telefonia móvel, e a medida do MII foi um benefício natural para seus fluxos de receita maiores. A ZTE conquistou cerca de 17% do mercado doméstico naquele ano. A corporação claramente prosperou como uma empresa estatal na década de 1990, com notável apoio do governo para fornecer equipamentos de telecomunicações necessários para partes em desenvolvimento do país. O ambiente competitivo também incluiu a empresa privada Huawei, e a política industrial do Estado permitiu que o crescimento desse concorrente aguçasse ainda mais as habilidades de produção de equipamentos do país.

Um fato que precede os acontecimentos dos anos 1990 é o surgimento da Huawei em 1987, empresa privada liderada por Ren Zhengfei. Inicialmente a empresa atuou principalmente como agente de uma empresa de Hong Kong que exportava sistemas de comutação e outros equipamentos para a China continental. Os ganhos desses mercados financiaram a entrada da Huawei na fabricação de telecomunicações, quando a empresa começou a desenvolver um sistema de comutação de pequena escala – usado principalmente em áreas rurais no final dos anos 1980 – utilizando como estratégia de inovação a engenharia reversa. Interessante notar que a maioria das empresas estrangeiras que atuavam na China se concentrou no negócio altamente lucrativo de fornecer equipamentos de comutação de grande escala para os mercados urbanos, ignorando as agências de telecomunicações rurais em razão das barreiras de distribuição e das margens de lucro mais baixas em comutadores de pequena escala. Ren Zhengfei logo percebeu que poderia ganhar mais dinheiro fabricando o equipamento com sua própria empresa e, em 1990, vendeu *switches*/comutadores para redes hoteleiras a preços inferiores aos de dispositivos importados similares (Joo, Oh e Lee, 2016; Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

Outro fato relevante que atualmente é uma das principais vantagens competitivas da empresa é que o seu investimento em pessoal de pesquisa e engenharia sempre fez parte da sua estratégia de *catch-up* tecnológico, e em 1993 a empresa alcança uma das suas primeiras grandes conquistas inovacionais, quando lançou seu *switch*/comutadores de escritório central chamado de C&C08. Nesse início de aprofundamento da produção da Huawei, a articulação com demandas/compras públicas foi essencial, pois Ren Zhengfei teve que usar conexões políticas pessoais para conseguir seu primeiro cliente, um escritório municipal na cidade de Yiwu, na província

de Zhejiang. A implantação bem-sucedida na cidade levou outros escritórios estatais chineses a considerar os equipamentos da Huawei. A empresa também teve sucesso na substituição de equipamentos instalados na década de 1980 pela Fujitsu e outras empresas japonesas nas províncias costeiras (Harwit, 2007; Shan e Jolly, 2011).

De acordo com Harwit (2007), outra dimensão da articulação da Huawei com as operadoras de telecomunicação e o governo foi o sistema de acordos que pareciam incluir pagamentos ilícitos aos funcionários do departamento de telecomunicações local. Durante o final da década de 1990, a empresa criou várias *joint ventures* com seus clientes estatais de telecomunicações. Em 1998, assinou acordos com agências telefônicas municipais e provinciais para criar Shanghai Huawei, Chengdu Huawei, Shenyang Huawei e outras empresas regionais. As *joint ventures* eram, na verdade, empresas de fachada, que serviam para canalizar dinheiro para funcionários locais de telecomunicações a fim de que a Huawei pudesse obter acordos para vender equipamentos.

Essa trajetória de formação e articulação na construção do setor de produção de equipamentos de telecomunicação mostra como o governo manteve a produção industrial em mãos de empresas nacionais (*indigenous companies*), com o Estado abrindo o mercado para o surgimento de empresas privadas como a Huawei, e reduziu a participação das estatais, como a ZTE. Além do mais, o Estado também mostrou sua disposição para permitir que empresas estrangeiras se inserissem no mercado, mas como atores estratégicos para a transferência de tecnologia, que corroborassem o processo de construção da curva de aprendizagem e internalização de tecnologia, fortalecendo o potencial das empresas nacionais. A presença continuada de Alcatel e Siemens na área de equipamentos de rede, e Motorola, Nokia e outras no setor de aparelhos móveis indica que o governo chinês continuaria a incluir a concorrência estrangeira para elevar a produção nacional a níveis tecnológicos cada vez mais altos. Portanto, como Harwit (2007) chama atenção, o Estado desempenhou um papel político fundamental na construção dos atores nacionais, entrada de empresas estrangeiras, organizando o mercado e definindo as regras para uma relação dinâmica que trouxesse esses resultados positivos para o setor de telecomunicações da China.

Para Zhou, Lazonick e Sun (2016), claramente pode-se perceber a relação entre governo e empresas durante o processo de desenvolvimento do setor de telecomunicação, com mudanças estratégicas na forma de atuação do governo. Por exemplo, de acordo com os autores, desde meados dos anos 1980 até o final da década de 1990, o governo ofereceu suporte técnico indiretamente, selecionando empresas nacionais capazes para programas nacionais de ciência e tecnologia, como o Programa 863 e o Programa 973. Este foi o ponto em que as empresas domésticas estavam dominando o mercado de equipamentos de comutação da China e começando a expandir sua gama de produtos para outros subsectores de telecomunicações, como transmissão

óptica e sistemas de acesso. Desde 2000, o governo retirou grande parte da ajuda financeira direta para empresas domésticas, concentrando seu apoio no desenvolvimento de tecnologias e padrões de ponta nas áreas de comunicações móveis e de dados. O exemplo mais proeminente disso foi o forte investimento estatal em Acesso Múltiplo por Divisão de Código Síncrono por Divisão de Tempo (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access – TD-SCDMA) – o padrão 3G chinês desenvolvido pela Datang.

O apoio do governo chinês às empresas de equipamentos de telecomunicações parece ser dinâmico e seletivo, com o objetivo de nutrir empresas domésticas tecnologicamente avançadas. As empresas com maior capacidade de inovação receberam mais apoio da intervenção do governo, o que permitiu que elas se tornassem ainda mais inovadoras. Por exemplo, em um estágio inicial, Huawei, ZTE, Datang e Great Dragon se beneficiaram do apoio do governo em subsídios financeiros e assistência à demanda devido às suas tecnologias autodesenvolvidas em equipamentos de comutação de grande escala. Embora a política do governo para apoiar os *switches* domésticos pareça beneficiar todos os produtores domésticos, na realidade, apenas aqueles que desenvolveram capacidade de P&D em *switches* podem se beneficiar dela. O aumento das receitas trazidas pelo equipamento de comutação ofereceu a essas empresas nacionais mais recursos financeiros para P&D, possibilitando assim o fortalecimento da sua capacidade inovacional e ampliando as possibilidades de internacionalização, com inserção em mercados de países em desenvolvimento e desenvolvidos (Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

2.3 O investimento em P&D como principal instrumento de *catch-up* das empresas de equipamentos de telecomunicação

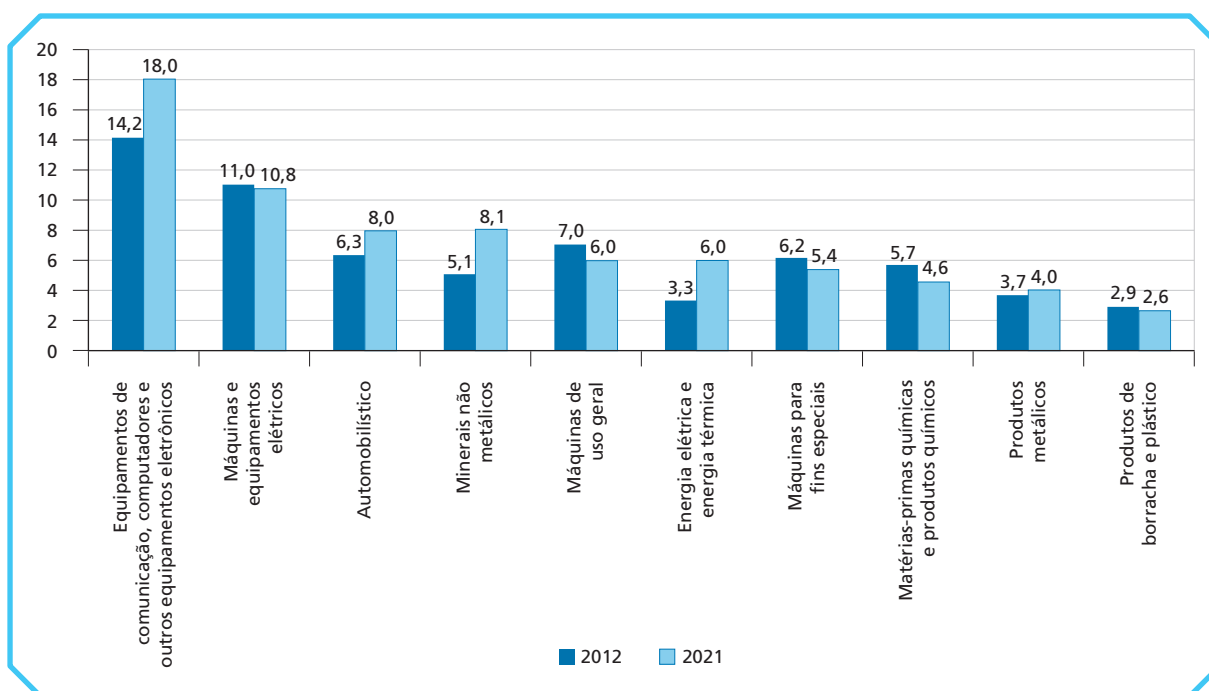
Moreira (2022) mostra que o elevado crescimento econômico da China, associado às políticas pró-industrialização e inovação no período mais recente, tem como uma das principais características a alta participação da indústria no produto interno bruto (PIB), com 40,6% em 2018. Esse elevado percentual tem como um dos principais setores responsáveis o de telecomunicações.

Um dos resultados das políticas de fortalecimento das empresas nacionais no setor de telecomunicações é o crescimento da sua participação na estrutura industrial chinesa, tornando-se assim o setor mais relevante, como mostra o gráfico 1. Entre o *ranking* de *top 10* entre os principais setores com maior participação na indústria da China em volume de receitas líquidas, o setor de equipamentos de comunicação, computadores e outros equipamentos eletrônicos lidera com participação que aumentou de 14,2% em 2012 para 18,0% em 2021. O detalhe importante é que, entre 2012 e 2021, a participação dos dez principais setores no total das receitas da indústria chinesa aumentou de 65,4% para 73,4%, principalmente com a contribuição do

crescimento da participação do setor de equipamentos de comunicação, computadores e outros equipamentos eletrônicos.

GRÁFICO 1

Top 10 dos principais setores da indústria na China em volume de receitas líquidas (2012 e 2021)
(Em %)



Fonte: National Bureau of Statistics of China/National Data.

Elaboração do autor.

Obs.: Valor líquido das empresas industriais acima do tamanho designado (¥ 100 milhões).

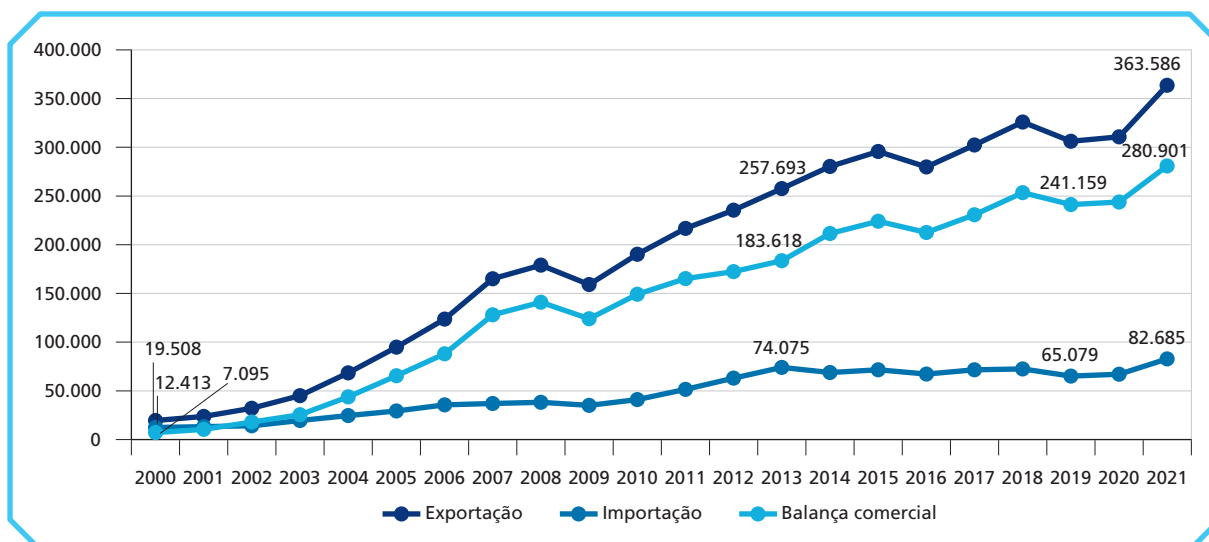
Uma das principais características do setor de telecomunicações na China é sua inserção internacional (gráficos 2 e 3). No gráfico 2, o resultado da balança comercial mostra que em 2000, mesmo com um saldo de US\$ 7.095 bilhões na balança comercial do setor de telecomunicações, havia uma distância menor entre o valor das exportações (US\$ 19.508 bilhões) e o valor das importações (US\$ 12.413 bilhões). Entretanto, ao longo do tempo, como mostra o gráfico 3, a taxa média de crescimento das exportações entre 2000 e 2021 foi de 16,8%, muito superior à taxa média de crescimento das importações (10,2%), o que irá resultar em uma taxa média de crescimento do saldo da balança comercial de 21,3%. Assim, as exportações de telecomunicações saltaram de US\$ 19.508 bilhões em 2000 para US\$ 363.586 bilhões em 2021, e o valor das importações aumentou de US\$ 12.413 bilhões em 2000 para US\$ 82.685 bilhões em 2021, resultando em um superávit da balança comercial que cresceu de US\$ 7.095 bilhões em 2000 para US\$ 280.901 bilhões em 2021.

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO 2

Balança comercial do setor de telecomunicações (2000-2021)

(Em US\$ milhões)



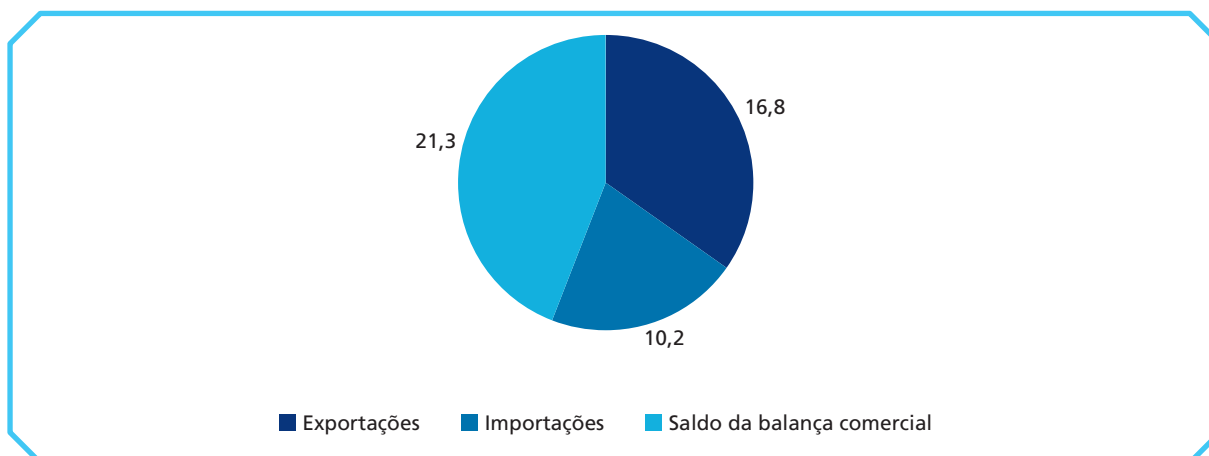
Fonte: United Nations Comtrade database.

Elaboração do autor.

GRÁFICO 3

Taxa média de crescimento do comércio exterior de telecomunicações (2000-2021)

(Em %)



Fonte: United Nations Comtrade database.

Elaboração do autor.

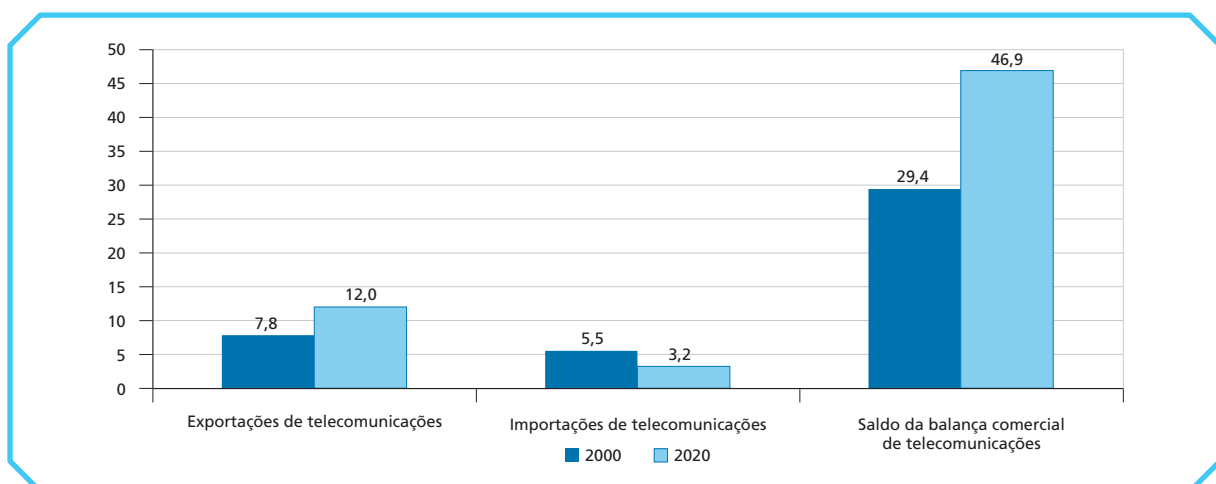
A maior taxa de crescimento das exportações do setor de telecomunicações em relação à taxa de crescimento das importações tem como reflexo a crescente participação das exportações do setor de telecomunicações nas exportações totais da China, com percentual que aumentou de

7,8% em 2000 para 12,0% em 2020, enquanto as importações apresentaram queda de 5,5% em 2000 para 3,2% em 2020, situação esta que aponta um processo de substituição de importações, com internalização de tecnologia e de capacidades de produção, principalmente com predomínio das empresas nacionais, como a Huawei e a ZTE. Por exemplo, a Huawei dobrou de 30% para 60% o percentual de insumos/componentes feitos na fabricação de seus celulares com redes de quinta geração. O aumento é atribuído principalmente a um *display* orgânico de eletroluminescência fabricado pelo grupo chinês BOE Technology, que substituiu um *display* da Samsung Electronics. O componente representa quase 30% do valor geral do *smartphone*.³ Além do mais, dados do Cyber Creative Institute mostram que, dos aproximados 20 mil pedidos de patentes relacionadas ao 6G em agosto de 2021, 40,3% se originaram da China. Os Estados Unidos ficaram em segundo lugar com 35,2%.⁴

Com o crescimento das exportações de telecomunicações maior que das importações, a participação do setor no valor total do saldo comercial da China passou a ter papel mais crucial ainda, crescendo de 29,4% em 2000 para 46,9% em 2021, ou seja, o setor de telecomunicações corresponde a quase metade do saldo da balança comercial chinesa, apontando também para a orientação exportadora das empresas chinesas.

GRÁFICO 4

Participação de telecomunicações no total da balança comercial da China (2000 e 2020)
(Em %)



Fonte: United Nations Comtrade database.
Elaboração do autor.

3. Disponível em: <<https://asia.nikkei.com/Spotlight/Huawei-crackdown/Chinese-components-double-to-60-in-new-Huawei-smartphone>>.

4. Disponível em: <<https://asia.nikkei.com/Business/Telecommunication/China-accounts-for-40-of-6G-patent-applications-survey>>.

Uma das principais razões para esse forte dinamismo do setor de telecomunicações da China, sustentado nas *indigenous companies*, é o elevado investimento em inovação. Como discutido na seção 2 da primeira parte do trabalho, um dos principais elementos do *catch-up* tecnológico é o investimento em inovação, que pode ser avaliado pelo investimento em P&D, principalmente fazendo a relação com as receitas das empresas. Nesse sentido, Fan (2006) mostra que uma das principais características das empresas chinesas no setor de equipamentos de telecomunicação é o elevado investimento em P&D como proporção das receitas, uma vez que as *indigenous companies*, privadas e estatais – como Huawei, ZTE e DTT –, geralmente gastam mais de 10% da receita em P&D a cada ano. Por exemplo, a Huawei gastou 18,8%, a ZTE, 10,3% e a DTT gastou 12,3% de suas receitas em P&D em 2002. Esse nível é comparável ao padrão internacional de gastos em P&D na indústria de equipamentos de telecomunicações, ou seja, de 10% a 20%. Além disso, Huawei, ZTE e DTT alcançaram uma proporção de pessoal de P&D/emprego total acima de 40%. A Shanghai Bell, embora grande em termos de tamanho, pode ser considerada uma exceção nessa relação, dado que tem baixa capacidade de inovação em comparação com sua liderança industrial. Ela gastou apenas 5,3% de sua receita em P&D, e a equipe de P&D foi 31% do emprego total em 2002, significativamente menor que outras empresas líderes nacionais.

Quando Fan (2006; 2010) compara os investimentos em P&D como proporção das receitas e contratação de pesquisadores em P&D entre empresas chinesas e multinacionais, verifica-se que as multinacionais de equipamentos de telecomunicações na China têm menos investimentos em P&D que as empresas nacionais chinesas. Essas multinacionais tiveram um gasto médio global em P&D de 15% da receita de vendas, com Cisco, Ericsson e Nortel como líderes (1,4%, 20,1% e 18,7%, respectivamente) e Siemens e Nokia (7,8% e 9,6%, respectivamente).

De fato, ao considerar os indicadores de investimento em P&D como proporção das receitas, observa-se que entre as maiores empresas de produção de equipamentos de telecomunicações,⁵ a Huawei (China) lidera o investimento como proporção das receitas operacionais, com percentual de 22,40% em 2021 (gráfico 5). Em 2006, esse percentual era de 10%, apresentando um crescimento contínuo ao longo do período até chegar ao recorde em 2021. A Samsung (Coreia do Sul) atualmente é a segunda colocada, com um percentual de 13,66% em 2006, aumentando para 20,49% em 2021. A Nokia (Finlândia) ocupa a terceira posição com investimento em P&D

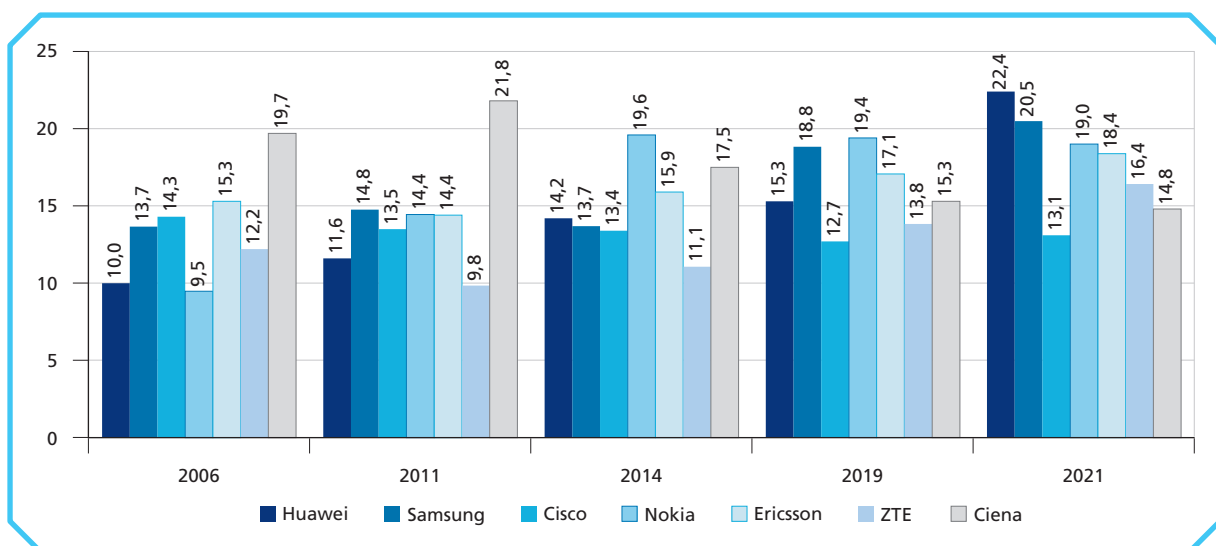
5. Esse *ranking* das maiores empresas produtoras de equipamentos de telecomunicações e investimento em P&D leva em consideração as receitas totais das empresas. No caso da Samsung, a relação é entre a receita total do setor Divisão de TI e Comunicações Móveis (IT and Mobile Communications Division). A seleção das empresas partiu de um *ranking* que foi realizado por Pongratz (2022). Nesse *ranking*, o autor considera apenas itens como acesso de banda larga, micro-ondas e transporte óptico, rede móvel principal (*mobile core network* – MCN), rede de acesso de rádio (*radio access network* – RAN) e SP *router & switch*.

como proporção das receitas em 9,48% em 2006 e 19,0% em 2021. A quarta posição é da Ericsson (Suécia) com percentual de 15,3% em 2006 e 18,4% em 2021. A quinta posição é da ZTE (China), apresentando investimento de 12,2% em 2006 e de 16,4% em 2021. Sexta posição é a Ciena (Estados Unidos) com percentual de 14,8% em 2021, e a sétima posição é a Cisco (Estados Unidos) com investimento em P&D de 13,1% em 2021. Ou seja, entre as sete maiores empresas de equipamentos de telecomunicações no mundo, a China tem duas empresas – Huawei (privada) e ZTE (estatal).

GRÁFICO 5

Investimento em P&D como proporção das receitas operacionais (2006-2021)

(Em %)



Fonte: Annual Reports de todas as empresas (vários anos).

Elaboração do autor.

Fan (2006; 2010) mostra claramente como a capacidade de inovação levou as empresas nacionais de equipamentos de telecomunicações a alcançar as multinacionais. Por exemplo, no caso da Huawei, Ren Zhenfei colocou como prioridade o investimento em inovação, o que será fundamental para a empresa usar sua vantagem local e capacidade de inovação para avançar no sistema global de comunicações móveis (*global system for mobile communications – GSM*) e em sistemas de comunicações móveis de terceira geração (3G) em estágios posteriores. Outro exemplo demonstra os desafios que a DTT enfrentou na construção de sua capacidade de inovação e como o suporte do governo foi crucial para desenvolver o próprio padrão 3G da China – TD-SCDMA.

A Huawei sempre teve como estratégia o alto investimento em P&D. Por exemplo, investiu 18,8% da receita em P&D em 2002, mais que qualquer outra empresa doméstica ou qualquer

multinacional chinesa na indústria de equipamentos de telecomunicações. Ren Zhenfei, em articulação com as garantias de demanda e subsídios do Estado, estabeleceu metas para a Huawei desde o início com o intuito de promover o desenvolvimento da indústria nacional, não estabelecer *joint ventures* com empresas estrangeiras, acompanhar de perto a tecnologia de ponta global, insistir no autodesenvolvimento, ganhar participação no mercado doméstico e explorar o mercado internacional competindo com rivais internacionais.

Na verdade, em 1990, a Huawei decidiu correr o risco de se transformar em fabricante de equipamentos de telecomunicações usando P&D interno, em vez de *joint ventures* com empresas multinacionais, como era a estratégia dos fabricantes chineses típicos. No entanto, ela não tinha conhecimento de equipamentos de telecomunicações nem dinheiro suficiente para tal desenvolvimento. Os cinco pesquisadores da Huawei sofreram repetidos fracassos e a empresa foi forçada a reinvestir todos os seus lucros. No entanto, usando engenharia reversa em um dispositivo de comutação importado e equipamentos de rede, desenvolveu o HJD48 (um comutador telefônico analógico de 512 linhas) em 1991. A sua vantagem de custo permitiu que ganhasse acesso ao mercado rural chinês, um mercado que foi negligenciado por empresas multinacionais. Ren Zhenfei pretendia transformar a Huawei em uma fabricante de equipamentos de telecomunicações de classe mundial e tecnologicamente avançada desde o início. Mesmo em seus primeiros anos, a empresa tinha um alto índice de P&D/empregado, ou seja, quinhentos funcionários de P&D e apenas duzentos de produção (Fan, 2006; 2010; Joo, Oh e Lee, 2016; Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

A partir de meados dos anos 1990, para lidar com o desafio da crescente complexidade e ineficiência como resultado do rápido crescimento dos negócios e da organização, a Huawei criou a Huawei Basic Law e conduziu a reengenharia de processos de negócios e P&D. Para alcançar um crescimento sustentável de longo prazo, com a assistência da International Business Machines Corporation (IBM), preparou um sistema de gerenciamento avançado, que incorporou o desenvolvimento integrado de produtos (*integrated product development – IPD*) e a cadeia de suprimentos integrada (*integrated supply chain – ISC*) (Fan, 2006; 2010; Joo, Oh e Lee, 2016).

Além do mais, em 1996, a Huawei começou a atingir o mercado internacional, partindo de Hong Kong e estendendo-se a países e regiões emergentes e em desenvolvimento, como Rússia, Índia, África do Sul e América Latina. As receitas do mercado internacional da empresa foram lentas durante os primeiros anos, mas aumentaram a partir do final da década de 1990, atingindo US\$ 120 milhões em 2000. Apesar dessas mudanças, as respectivas vendas representaram menos de 5% do total (Joo, Oh e Lee, 2016; Zhou, Lazonick e Sun, 2016; Fan, 2010).

Até o final dos anos 1990, embora a Huawei tenha feito avanços significativos no mercado de serviços de valor agregado GSM (por exemplo, seu centro de mensagens curtas e rede móvel

inteligente), não estava nem perto de entrar no mercado de infraestrutura central de GSM, que era dominado por empresas multinacionais, incluindo a Ericsson. Além disso, ela perdeu a oportunidade de participar do novo mercado de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (Code Division Multiple Access – CDMA) doméstico, forçando a empresa a olhar para o mercado internacional. Como resultado do investimento em P&D e da maior inserção das empresas em mercados internacionais, no início dos anos 2000 a Huawei começa a apresentar resultados mais relevantes. Em 2003, ganhou o contrato de rede GSM de banda dupla da MegaFon, a maior operadora sem fio da Rússia, e o contrato de rede Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) da Etisalat nos Emirados Árabes Unidos, o primeiro projeto desse tipo de rede no Oriente Médio e no mundo árabe. A Huawei também construiu a primeira rede óptica com comutação automática (Automatic Switched Optical Network – ASON) do mundo para Telemar e Oi no Brasil. Desde o início dos anos 2000, passou a ter maior inserção no mercado europeu e, em 2001, construiu redes de transporte óptico para PfalzKom na Alemanha e Neuf na França (Joo, Oh e Lee, 2016; Fan, 2010; Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

Como parte do processo de internacionalização, em 2004, a Huawei entrou no mercado internacional de primeira linha – a rede móvel de terceira geração da Europa – quando a empresa venceu a Ericsson para ganhar o contrato Telfort de Acesso Múltiplo por Divisão de Código de Banda Larga (Wideband Code Division Multiple Access – WCDMA) na Holanda. A solução exclusiva e inovadora da Huawei – um sistema de estação base distribuída – permitiu que a Telfort atualizasse suas estações de base existentes com tecnologias WCDMA em vez de construir novas. Com a Huawei, a Telfort não só conseguiu economizar um terço do custo total de propriedade (*total cost of ownership* – TCO) da rede, mas também evitar os problemas ambientais que impediram sua rápida implantação. Em 2005, a Huawei foi selecionada como um dos fornecedores prioritários da British Telecom para seu programa 21st Century Network. Com sua entrada bem-sucedida no mercado de primeira linha, suas receitas no exterior em 2005 excederam sua receita no mercado chinês pela primeira vez. A empresa também entrou nos mercados dos Estados Unidos e do Japão (Joo, Oh e Lee, 2016; Fan, 2010).

Para Joo, Oh e Lee (2016) e Lee (2013), o país de industrialização tardia que não segue simplesmente o caminho de desenvolvimento tecnológico dos países avançados (padrão de *catch-up path-following*), mas às vezes pula certas etapas (*stage-skipping*) ou até cria seu próprio caminho que é diferente dos precursores (*path-creating*) exemplifica o *catch-up* tecnológico. A Huawei é o típico exemplo de *catch-up* tecnológico de condição de país e empresa tardia, superando as barreiras tecnológicas e as etapas do desenvolvimento, o que caracteriza o *stage-skipping*, o *leapfrogging*. De acordo com os autores, com uma trajetória de inovação consistente, a Huawei dominou a tecnologia móvel de quarta geração e forneceu uma das primeiras redes de evolução

TEXTO para DISCUSSÃO

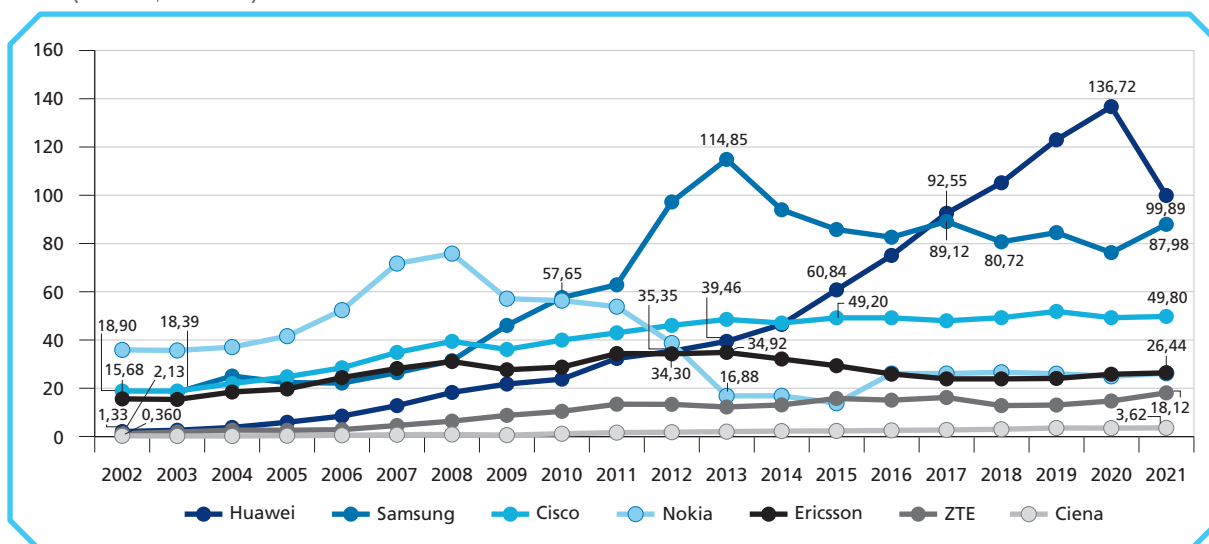
de longo prazo (Long Term Evolution – LTE) do mundo para a TeliaSonera da Noruega em 2009. A Huawei emergiu como o segundo maior fornecedor mundial de infraestrutura de telecomunicações a partir de 2009, diminuindo rapidamente a distância do líder global, a Ericsson.

Em 2012, a Huawei superou a Ericsson em termos de receitas no mercado mundial de telecomunicações, conforme mostra o gráfico 6. A Huawei teve receitas de US\$ 35,35 bilhões e a Ericsson, US\$ 34,30 bilhões. Em 2013, a Huawei com receita de US\$ 39,46 bilhões consolida sua posição no mercado mundial, ultrapassando a Ericsson, que teve US\$ 34,92 bilhões, e também superando a Nokia, com receita de US\$ 16,88 bilhões, após uma tendência contínua de queda em suas receitas desde 2008. Em 2015, a Huawei apresenta receita de US\$ 60,84 bilhões, ultrapassando agora a empresa norte-americana Cisco, que teve US\$ 49,20 bilhões. Em 2017, a Huawei com receita de US\$ 92,55 bilhões ultrapassa também a Samsung, com US\$ 89,12 bilhões na sua divisão de negócios relacionada ao setor de telecomunicações. A Huawei vai bater seu recorde em receitas em 2020, quando alcança o valor de US\$ 136,72 bilhões, consolidando assim sua posição de liderança mundial.

GRÁFICO 6

Receitas das principais empresas de telecomunicação (2002-2021)

(Em US\$ bilhões)



Fonte: *Huawei Annual Report* (vários anos); *Samsung Electronics Sustainability Report* (vários anos) – no caso da Samsung, a relação é entre a receita total do setor de Divisão de TI e Comunicações Móveis (IT and Mobile Communications Division); *Cisco Annual Report* (vários anos); *Ericsson Annual Report* (vários anos); *Nokia Business Overview* (vários anos); *ZTE Annual Report* (vários anos); *Ciena Annual Report* (vários anos).

Elaboração do autor.

O sucesso da Huawei nesse *catch-up* tecnológico tem claramente a articulação entre as operadoras de telecomunicações/governo e as empresas nacionais, como mostrado ao longo deste trabalho. De acordo com Fan (2006), produtores domésticos, incluindo a Huawei, entraram na área do sistema GSM muito depois das multinacionais. No entanto, a empresa obteve sucesso inesperado na parte de valor agregado do GSM, como *gateways* integrados, redes móveis inteligentes, General Packet Radio Service (GPRS) e centros de mensagens curtas, corroborando para que na área de comunicação de dados móveis, como mensagens curtas, os seus equipamentos alcançassem mais de 50% do mercado doméstico. A chave para o sucesso da Huawei está em sua reação rápida e precisa às solicitações dos clientes e, mais importante, em sua tecnologia autodesenvolvida, tendo o suporte das operadoras de telecomunicação como variável fundamental. Por exemplo, em 1999, a China Mobile propôs um plano de tarifas pré-pagas para telefones celulares. As multinacionais foram incapazes de fornecer o sistema ou reagiram com relutância. Com base em sua experiência acumulada em P&D em GSM, a Huawei desenvolveu o produto em muito pouco tempo. O novo produto, a rede móvel inteligente, pode ser convenientemente sobreposto às redes existentes. Em alguns meses, o equipamento de rede inteligente móvel da Huawei tinha mais de 30 milhões de usuários e monopolizou o mercado doméstico da China por um tempo. Mesmo em 2002, a empresa tinha cerca de 80%/90% do mercado interno. Mais tarde, o produto tornou-se popular também nos países do Sudeste Asiático.

O *upgrading* e *catch-up* tecnológico da Huawei se consolida em 2002, quando a empresa introduziu o CDMA 2000 1XEV-DO com velocidades de até 2,4 *megabits* por segundo (Mbps). Durante o mesmo ano, ainda promoveu mais inovação com o WCDMA. A experiência do desenvolvimento do WCDMA foi resultado de uma trajetória de investimento em P&D, com formação de profissionais altamente qualificados, principalmente absorvendo conhecimento externo e internalizando-o. Entre 1998 e 2002, a Huawei investiu ¥ 3 bilhões em WCDMA e sua equipe de P&D totalizou 3.500 especialistas, incluindo pessoas de seus centros de P&D nos Estados Unidos, Suécia e na própria China. Desde então, operou mais de vinte redes experimentais WCDMA em todo o mundo (Fan, 2006).

Assim como a Huawei, a ZTE se transformou em um importante *player* global, com base não apenas na participação de mercado, mas também no desenvolvimento de tecnologia emergente usando padrões de países avançados. Alguns exemplos disso são os telefones multimodo da ZTE, incluindo WCDMA/GSM (desenvolvido em 2004) e TDSCDMA/GSM U 350 (o primeiro no mundo, desenvolvido em 2006). Ambos ofereciam flexibilidade para os assinantes usarem telefones em redes de diferentes padrões. Outro exemplo foi a tecnologia Gogo, que oferece internet banda larga a bordo e outros serviços de conectividade. Gogo está atualmente em aeronaves comerciais e aeronaves executivas de várias companhias aéreas dos Estados Unidos, incluindo American

TEXTO para DISCUSSÃO

Airlines, Delta e US Airways. A convite da AirCell, cujo nome mudou para Gogo em 2011, a ZTE desenvolveu a tecnologia em parceria com a Qualcomm, particularmente por causa da especialidade e vantagem da ZTE em CDMA EV-DO, um equipamento de rede, um tipo de equipamento de banda larga sem fio que transmite dados em altas taxas de dados por meio de sinais de rádio. A ZTE também tem competitividade e vantagem em capacidade de inovação medida pelo número de patentes: a empresa solicitou 2.826 patentes por meio da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) (World Intellectual Property Organization – WIPO) em 2011, listada como a requerente número um de patentes no mundo, superando a líder de longo prazo Matsushita. A capacidade de inovação vem não apenas de suas sete unidades de P&D na China, mas também de suas oito instalações globais de P&D (Zhou, Lazonick e Sun, 2016).

Como mostra o gráfico 6, as receitas da ZTE saltaram de US\$ 1,33 bilhão em 2002 para US\$ 18,12 bilhões em 2021, consolidando a empresa como a sexta maior de equipamentos de telecomunicações na economia mundial. Em relação ao seu investimento em P&D, a ZTE investiu 16,4% como proporção das receitas (gráfico 5).

Outro exemplo do potencial inovacional como resultado do elevado investimento em P&D e formação de parceria tecnológica foi com a DTT, que em associação com a Siemens desenvolveu o padrão 3G chinês (TD-SCDMA), sendo, em 2000, aceito pelo Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) como um dos métodos-padrão de terceira geração de comunicações móveis. A TD-SCDMA usou novas tecnologias que representam direções futuras para comunicações sem fio, como CDMA sincronizado, antenas inteligentes, sem fio baseado em *software* e transmissão de dados em alta velocidade. Antenas inteligentes e *wireless* baseado em *software* são exclusivos do TD-SCDMA (Fan, 2006; Joo, Oh e Lee, 2016).

A DTT também foi beneficiada com a articulação entre operadoras/governo e empresas nacionais, quando em 2002 o governo estava planejando a futura expansão do TD-SCDMA. O MII anunciou que haveria uma expansão e divisão de frequência, com o uso do modelo TD-SCDMA, com o 3G chinês. Esta decisão era claramente um indicativo de que o governo beneficiaria empresas nacionais, o que de fato ocorreu, pois, respondendo a este anúncio, sete fabricantes de equipamentos de telecomunicações (Southern Hitech, Huali Group, Huawei, Legend, ZTE, China Electronics Group e China PuTian Group) juntaram-se à DTT para formar o TD-SCDMA Industrial Alliance, com o apoio de três agências governamentais: State Planning Commission, MII e National Science and Technology Department (Fan, 2006).

O desenvolvimento da tecnologia 3G foi fundamental para a maior autonomia tecnológica e econômica da China, visto que os fabricantes chineses deixaram de pagar taxa de patente para o TD-SCDMA. Para comunicações móveis de primeira e segunda geração, a China pagou bilhões de

dólares em taxas de patentes e outras taxas de propriedade intelectual relacionadas aos padrões móveis. Por exemplo, para cada telefone celular CDMA produzido por fabricantes chineses e cada cliente inicializado pela China Mobile, a China precisava pagar uma taxa de patente de US\$ 2 à Qualcomm. Após o desenvolvimento do TD-SCDMA, nove empresas da aliança WCDMA anunciaram que limitariam a taxa cumulativa de *royalties* aos detentores de patentes para seus parceiros chineses a menos de 5%, muito menor que para outros países (Fan, 2006; 2010).

Fundada em setembro de 1998 em Pequim pela China Academy of Telecommunication Technology, com o Science and Technology Research Institute, a Datang Telecom é uma empresa estatal muito menor e não é tão conhecida como Huawei ou ZTE fora da China. Na China, no entanto, a Datang desempenhou um papel muito importante no desenvolvimento da indústria de equipamentos de telecomunicações ao desenvolver o TD-SCDMA, a tecnologia móvel 3G internacional local, por meio de sua subsidiária Datang Mobile. Como já mencionado anteriormente, o TD-SCDMA foi aceito como padrão internacional de tecnologia 3G pela União Internacional de Telecomunicações (UIT) em maio de 2000 (Zhou, Lazonick e Sun, 2016; Shan e Jolly, 2011). De acordo com Fan (2006), três fatores foram essenciais para o *catch-up* tecnológico das empresas de equipamentos de telecomunicação chinesas.

Primeiro, as empresas domésticas investiram pesadamente em P&D; líderes em capacidade de inovação, como Huawei, ZTE e DTT, investiram 18,8%, 10,3% e 12,3%, respectivamente, de suas receitas em P&D em 2002, e foram listados como os três principais pelo MII em termos de gastos em P&D como porcentagem da receita das cem maiores empresas de eletrônicos da China em 2002.

Segundo, as principais empresas nacionais de equipamentos de telecomunicações (ZTE, Huawei, Datang e GDT) tinham 42%, 46%, 30% e 54% de sua força de trabalho dedicada às atividades de P&D em 2002, respectivamente. É significativamente maior que as operações da maioria das multinacionais na China durante esse período. Por exemplo, Lucent, Motorola, Nokia e Nortel tinham 10%, 6%, 4% e 4%, respectivamente, de funcionários trabalhando em P&D. Nessa dimensão é relevante notar que ao contrário de grandes empresas domésticas, como ZTE, Huawei, DTT e GDT, as empresas estrangeiras (*joint ventures* ou subsidiárias integrais) não têm pessoal de P&D de alto nível na China, mas são compostas principalmente de *marketing* e P&D de profissionais locais, assim como enquanto as empresas estrangeiras estão sofrendo a separação de seu pessoal de *marketing* da equipe principal de P&D no país de origem, as empresas domésticas têm seu pessoal de *marketing* intimamente conectado com sua equipe de P&D. Assim, uma vez que as empresas nacionais compreendam as necessidades dos provedores de serviços por meio do pessoal de *marketing* (e às vezes até mesmo do próprio pessoal de P&D), seus

departamentos de P&D podem desenvolver soluções e fornecer os produtos e serviços desejados em tempo hábil, fato que as multinacionais não conseguiam fazer.

O terceiro fator foram as parcerias com empresas estrangeiras, com o objetivo de fortalecer o sistema nacional de inovação. A Huawei liderou em cooperação com multinacionais internacionais. Realizou ativamente laboratórios conjuntos de P&D com empresas estrangeiras, como Texas Instruments (TI), Motorola, IBM, Intel, Agere, ALTERA, SUN, Microsoft e NEC, com foco em várias tecnologias de telecomunicações. Além de suas próprias instalações de P&D, a ZTE possui laboratórios conjuntos com a Universidade de Correios e Telecomunicações de Pequim (Beijing University of Posts and Telecommunications – BUPT), a Motorola e o Electronic Engineering Institute de Xi'na, na China. Da mesma forma, a DTT tem atividades conjuntas de P&D com parceiros nacionais e internacionais, como MII Beijing Design Institute, Electronics S&T University, TI, BUPT e JAS South Korea, além de seus dois centros de P&D em Pequim e Xangai.

Zhou, Lazonick e Sun (2016) afirmam que as articulações internas explicam muito mais o *catch-up* tecnológico das empresas nacionais de equipamentos de telecomunicações que a colaboração externa ou transferência de tecnologia de multinacionais por causa de sua experiência inicial de sucesso. A tecnologia desenvolvida internamente foi fundamental para impulsionar o crescimento inicial dessas empresas. Uma tecnologia como o Public Digital Switch System (PDSS) serviu a esse propósito em meados da década de 1990, como C&C08 para Huawei, ZXJ-10 para ZTE e SP-30 para Datang. Muitas empresas chinesas enfatizaram a transferência tecnológica por meio de *joint ventures*, cooperação conjunta ou importações porque parece oferecer um atalho para alcançar a fronteira tecnológica. Mas essas três empresas tiveram como principal variável do *catch-up* tecnológico o elevado investimento em P&D interno para o desenvolvimento das tecnologias consideradas essenciais para alcançar a liderança industrial. Para os autores, convergindo para as ideias de Joo, Oh e Lee (2016) sobre o *leapfrogging* da China, o desenvolvimento interno em empresas retardatárias cultiva as capacidades tecnológicas das empresas e lhes concede o controle estratégico do desenvolvimento futuro das empresas. A capacidade de inovação e as tecnologias autodesenvolvidas permitem que as empresas nacionais alcancem as multinacionais em um espaço temporal mais curto. Embora a aliança externa com as multinacionais seja importante, a eficácia de tal aliança depende da força do desenvolvimento interno de P&D, que possibilita a internalização do conhecimento/absorção, construindo as forças necessárias para a capacidade do chamado *indigenous innovation*.

Como as empresas chinesas se concentram no mercado chinês, elas transformaram sua melhor compreensão da demanda doméstica e o relacionamento próximo com os clientes em uma melhor integração de mercado e P&D. Isso geralmente pode dar a elas uma vantagem local sobre

as multinacionais estrangeiras. Enquanto as multinacionais na China geralmente contam com equipes de P&D e *marketing* com pessoal local para personalização local, as empresas domésticas desfrutam de conexões estreitas entre todas as suas equipes de *marketing* e P&D. Essa integração permite que elas reajam rapidamente para desenvolver soluções e produtos em resposta ao mercado. Isso é particularmente importante na China porque o rápido crescimento econômico e as diversas condições geográficas significam que o mercado pode mudar em um espaço temporal muito curto, exigindo das empresas um maior monitoramento e respostas mais rápidas. Essa vantagem do território doméstico foi usada pela Lenovo em sua dramática ascensão para ser a maior vendedora de computadores pessoais na China em meados da década de 1990. A Lenovo foi capaz de oferecer computadores pessoais mais baratos equipados com o sistema operacional mais recente, enquanto seus concorrentes estrangeiros estavam comercializando computadores com uma geração atrás do *mainstream* global. Em contraste com isso, as empresas estrangeiras, separadas do núcleo de P&D e sem autonomia localizada na tomada de decisões, geralmente têm dificuldade para reagir às necessidades dos clientes tão rapidamente quanto as empresas domésticas. Isso vem mudando recentemente, no entanto, uma vez que muitas multinacionais estabeleceram centros de P&D mais substanciais na China, à medida que ela cresceu para se tornar uma parcela significativa de seus mercados globais (Zhou, Lazonick e Sun, 2016; Shan e Jolly, 2011).

Shan e Jolly (2011) afirmam que existem dois padrões diferentes de *catch-up* na indústria de equipamentos de telecomunicações da China. Um deles é o padrão de *path-following* impulsionado pelo uso de novas tecnologias em um mercado de baixo custo. Por exemplo, de acordo com os autores, a Huawei se insere na área de GSM muito depois das multinacionais estrangeiras, logrando um sucesso surpreendente na parte de valor agregado do GSM, como *gateways* integrados, redes móveis inteligentes e GPRS. Além disso, as empresas chinesas são boas em inovação para o mercado de baixo custo, o que as ajuda a se tornarem globais para acessar o mercado internacional de baixo custo. O outro padrão é o *catch-up* via *stage-skipping*, pulando alguns estágios para a tecnologia de próxima geração. Esta constatação é corroborada por dois exemplos. O primeiro diz respeito ao desenvolvimento do próprio padrão 3G da China (TD-SCDMA) pela Datang. Isso mostra que as *indigenous companies* em países retardatários como a China podem superar a posição de atraso em alguns dos mercados avançados e criar um novo caminho depois de seguir o caminho do pioneiro (*path-following*). O outro *catch-up stage-skipping* ocorre no mercado de interruptores eletromecânicos; mesmo com a China tendo pouca experiência na produção de interruptores eletromecânicos, o país pulou o desenvolvimento e a produção de interruptores eletrônicos analógicos para produzir diretamente os interruptores automáticos digitais.

Além do mais, os autores afirmam que o governo desempenhou um papel importante na acumulação de ativos baseados no conhecimento e na sua difusão para áreas relacionadas, o que foi significativo para as empresas nacionais que desejavam aumentar as capacidades de inovação. Claramente as empresas nacionais como Huawei, ZTE, Datang e Shanghai Bell receberam apoio governamental ativo em um momento anterior, antes de lograrem o auge, até que foram desenvolvidas o suficiente para competir diretamente com *joint ventures* estrangeiras, inclusive chamando a atenção de outros países para os riscos da rápida expansão das empresas de telecomunicação chinesas pelo mundo. Por exemplo, de acordo com Zhou, Lazonick e Sun (2016), em 2012, o Comitê Permanente de Inteligência da Câmara dos Estados Unidos emitiu um relatório investigativo sobre As Questões Nacionais dos EUA Apresentadas pelas Empresas Chinesas de Telecomunicações Huawei e ZTE. O relatório alegou que a Huawei e a ZTE, as duas maiores fabricantes de equipamentos de comunicação da China, forneceram oportunidades para os serviços de inteligência chineses adulterarem as redes de telecomunicações dos Estados Unidos para se envolverem em espionagem.

O relatório forneceu cinco recomendações ao governo e a empresas norte-americanas, incluindo que o governo dos Estados Unidos devia bloquear aquisições ou fusões da Huawei e ZTE, que agências governamentais e contratados não deviam usar equipamentos das empresas e que as agências de inteligência do país deviam “permanecer vigilantes e focadas nesta ameaça”. Ambas as empresas negaram as alegações, e a Huawei divulgou um comunicado dizendo que o comitê havia predeterminado o resultado de sua investigação e que o relatório foi baseado em “rumores e especulações para provar as acusações inexistentes”. A audiência também mostrou que o Congresso americano não apenas considerava a Huawei e a ZTE potenciais preocupações de segurança nacional, devido ao fato de os equipamentos de telecomunicações serem infraestrutura nacional crítica na economia do conhecimento de hoje, mas também via as empresas como seriamente concorrentes para as demais empresas dos Estados Unidos em seu próprio mercado.

A “guerra comercial” entre China e Estados Unidos talvez seja o melhor exemplo da maior necessidade do domínio tecnológico e do fortalecimento das cadeias produtivas nacionais como elementos essenciais para a soberania nacional. Joe Biden (Partido Democrata) defende claramente uma política de atração das empresas norte-americanas para o país a fim de fortalecer a cadeia produtiva nacional e também gerar mais empregos.

Além de o governo dos Estados Unidos defender uma política de fortalecimento das cadeias produtivas internas e atrair as empresas norte-americanas para o país, há também a imposição de políticas de sanções contra a China, com a finalidade de impedir o desenvolvimento tecnológico do seu principal rival na economia internacional. Tudo começou em 2016 com as sanções

impostas pelos Estados Unidos à empresa chinesa ZTE de equipamentos de telecomunicações, tornando-se cada vez mais sérias à medida que Washington aumentava a pressão sobre outras empresas chinesas, com o argumento de que elas ameaçavam a segurança nacional do país. No espaço de um ano, Washington revisou suas regras de controle de exportação três vezes para atingir a Huawei,⁶ mudanças essas que afetaram os fornecedores americanos e não americanos de *microchips* e placas de circuito avançados.⁷

Esse cenário geopolítico se alia às novas transformações das fronteiras tecnológicas com a chamada Indústria 4.0, criando assim um ambiente de disputa acirrada na economia global, que tem a China e suas empresas como atores que estão sendo cada vez mais desafiados, não só do ponto de vista da competitividade tecnológica, mas também político. Do ponto de vista tecnológico, as evidências apontam a capacidade de essas empresas operarem na fronteira tecnológica, principalmente em decorrência do seu elevado volume de investimento em P&D, em inovação. Por exemplo, em relação ao 5G, a China, que tem o serviço desde novembro de 2019, lidera o *ranking* de cobertura de 5G no mundo, com 356 cidades contando com a tecnologia, segundo dados do *site* Statista. Também é o país que mais possui patentes relacionadas, com 40% delas – só a empresa Huawei, gigante tecnológica chinesa, possui 6.500. Do ponto de vista político, acentuam-se os conflitos entre China e Estados Unidos, com adesão de países na tentativa de bloquear os avanços da China e das suas empresas. Portanto, é uma dimensão que precisa ser acompanhada para analisarmos até que ponto o cenário político pode afetar a capacidade de inserção internacional das empresas chinesas.

Entretanto, mesmo diante do crescimento das empresas chinesas, em especial da Huawei, chama a atenção a forte queda em suas receitas em 2021 para US\$ 99,89 bilhões (gráfico 6), mantendo sua liderança, mas acendendo um alerta de um cenário de crise interna e externa. Internamente, a economia chinesa enfrenta uma crise no mercado imobiliário, com a empresa líder nesse mercado – Evergrande – declarando um calote em sua dívida de US\$ 300 bilhões em 2021. Outra razão para a crise interna é a política de covid zero de Pequim, com constantes *lockdowns* e restrições de isolamento que afetaram a dinâmica do mercado interno. Do ponto de vista do cenário externo, a China vem enfrentando constantes sanções no mercado internacional liderado pelos Estados Unidos. Além das sanções no cenário externo, como mostra Moreira (2020),

6. Empresas chinesas como Huawei e ZTE estão perdendo o acesso a *microchips* e placas de circuito avançados, diante dos boicotes dos Estados Unidos. As últimas regras anunciadas, em julho de 2020, pelo Departamento de Comércio proibiram efetivamente qualquer empresa, em qualquer lugar do mundo, de fornecer *chips* para a Huawei ou qualquer uma de suas subsidiárias sem primeiro obter uma licença do governo norte-americano. Disponível em: <<https://www.asiafinancial.com/chinas-semiconductor-firms-hit-hard-by-sanctions>>.

7. Disponível em: <<https://asia.nikkei.com/Spotlight/The-Big-Story/Inside-the-US-campaign-to-cut-China-out-of-the-tech-supply-chain>>.

a economia mundial vem passando por transformações desde 2008 e se intensificando com a crise da covid-19 e a guerra entre Rússia e Ucrânia, em que a lógica de cadeias globais de valor vai se transformando em um cenário no qual os países intensificaram medidas de incentivos e subsídios para fortalecer as cadeias produtivas internas nacionais, atraindo as empresas de volta para seus respectivos mercados nacionais, principalmente identificando a China como um dos principais países a serem combatidos no cenário internacional.

3 CONCLUSÃO

Este trabalho usou como referencial teórico-metodológico o SSI e sua relação com a teoria de ciclo de vida tecnológico do produto, tendo como foco central a relação entre os atores do sistema de inovação em torno de uma estratégia de *catch-up* tecnológico no setor de telecomunicação, principalmente analisando a relação entre as operadoras na China e as empresas produtoras de equipamentos.

Como mostrado, quanto às operadoras, o governo chinês passou a implementar políticas de reformas, principalmente com fusões entre operadoras, no sentido de promover um processo de maior articulação entre as operadoras de telecomunicação no país e as fabricantes de equipamentos de telecomunicações, resultando em uma estrutura na qual o monopólio de mercado do antigo MPT foi quebrado, evoluindo e consolidando um mercado competitivo no país, com a China tendo cinco grandes operadoras de telecomunicações consideradas estratégicas: i) China Telecom; ii) China Mobile; iii) China Unicom; iv) China Direct Broadcast Satellite Company; e v) China Railcom; e muitas empresas de telecomunicações de pequeno e médio porte. Cada empresa é especializada em um ou mais tipos de negócios de telecomunicações, sempre direcionada de acordo com as estratégias estabelecidas pelo governo em comunhão com os interesses das empresas nacionais (*indigenous companies*) de máquinas e equipamentos de telecomunicação.

O surgimento dessas empresas de máquinas e equipamentos de telecomunicações tem como um dos principais fundamentos a articulação do governo com empresas privadas e estatais, usando as operadoras de telecomunicações para garantir demanda para seus produtos e também estímulo ao investimento em inovação, elemento essencial e a base para o *catch-up* tecnológico em um setor que tem como uma das principais características um ciclo tecnológico de curto prazo, com inovações constantes que abrem janelas de oportunidades. Como mostrado, as principais empresas que se destacaram como fornecedores da indústria de equipamentos de telecomunicações da China (*indigenous companies*) foram Datang Telecommunications; China Great Dragon Telecommunication; ZTE Telecom; e a Huawei Technologies.

Uma das principais características dessas empresas é o alto investimento em inovação, com elevada relação entre investimento em P&D e as receitas das empresas. A prioridade dada ao investimento em inovação é responsável pelo *catch-up* tecnológico que essas empresas lograram, pois isso possibilitou a busca pela superação do *path-following* para estágios de desenvolvimento tecnológico mais avançados, como o *stage-skipping* e o *path-creating*, elementos fundamentais para o *leapfrogging* na busca pelo *catch-up*, criando condições para que a China consolide seu caminho na superação da armadilha da renda média. Aqui reside um elemento central na estratégia de *catch-up* tecnológico da China no setor de telecomunicações: a certeza de que ser apenas um *path-following* não seria o suficiente para lograr o *catch-up* tecnológico e ultrapassar as empresas líderes mundiais do setor, principalmente dos países com suas marcas estabelecidas.

A coordenação das políticas governamentais exerceu papel central em articular as ações entre operadoras de telecomunicações e as empresas fornecedoras da indústria de equipamentos, seguindo o princípio de *indigenous companies* e *indigenous innovations*, abrindo o mercado de forma estratégica para as multinacionais e formação de *joint ventures*, com o objetivo de acelerar a curva de aprendizagem que possibilitasse a internalização da tecnologia necessária para que as empresas nacionais tivessem condições de saltar etapas do desenvolvimento tecnológico.

A proeminência e alcance das empresas chinesas no mercado mundial é um fato notório, principalmente por elas atuarem hoje na fronteira tecnológica como agentes inovadores, como é o caso do 5G, mas também por ser atualmente o país que conta com o maior número de patentes relacionadas às frequências em *terahertz* para 6G, detendo 40% dos registros. Dos dez maiores detentores de patentes nesta área, seis provêm de universidades chinesas e centros de pesquisa tecnológica. De um total de 38 mil tecnologias patenteadas ao redor do mundo, 13.449 são provenientes da China, país que já tinha lançado seu primeiro satélite 6G em 2021.⁸

Possivelmente, o grande desafio é entender quais as resultantes de um cenário geopolítico em que a China passou a ser considerada uma ameaça por vários países. Com as crises de covid-19 e a guerra entre Rússia e Ucrânia, as políticas industriais e de inovação passaram a ter maior relevância na economia mundial, principalmente em uma perspectiva de necessidade de internalizar e retomar cadeias produtivas, além de medidas de proteção de mercado interno. Nesse cenário, a China e suas empresas são vistas como atores a serem "combatidos", com uma crescente escalada de boicotes e sanções, fato este que ganhou mais relevância com o setor de semicondutores, item essencial para o setor de telecomunicações.

8. Disponível em: <<https://asia.nikkei.com/Business/Telecommunication/China-accounts-for-40-of-6G-patent-applications-survey>>.

REFERÊNCIAS

BACKER, K.; MANCINI, M.; SHARMA, A. **Optimizing back-end semiconductor manufacturing through Industry 4.0**. McKinsey & Company, 16 Feb. 2017. Disponível em: <<https://mck.co/3BOoG6j>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

CHINA TELECOM. **China Telecom 5G Technology**. White Paper, 2018. Disponível em: <<http://www.chinatelecom.com.cn/2018/ct5g/201806/P020180626325685163826.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

FAN, P. Catching up through developing innovation capability: evidence from China's telecom-equipment industry. **Technovation**, v. 26, n. 3, p. 359-368, 2006.

_____. From a latecomer to a global telecom giant: the development pathway of Huawei. **Int. J. Business and Systems Research**, v. 4, n. 5/6, 2010.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. New York: Frances Printer Publisher, 1987.

FU, X. **China's path to innovation**. Cambridge: Cambridge University Press; University Printing House, 2015.

FULLER, D. B. Growth, upgrading, and limited catch-up in China's semiconductor industry. In: BRANDT, L.; RAWSKI, T. G. (Ed.). **Policy, regulation and innovation in China's electricity and telecom industries**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 262-303, 2019.

GILL, C. **CCP announces plan to take control of China's private sector**. Asia Financial, 17 Sept. 2020a. Disponível em: <<https://bit.ly/3v6sNcr>>.

_____. **China's semiconductor firms hit hard by sanctions**. Asia Financial, 26 Aug. 2020b. Disponível em: <<https://bit.ly/3LLtg9X>>.

GOLDMAN, D. P. **Huawei sanctions will destroy US chip industry**. Asia Times, 4 Sept. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3vfTwTV>>.

HARTMANN, D. *et al.* **International trade, development traps, and the core-periphery structure of income inequality**. Stuttgart: University of Hohenheim, 2019. (Hohenheim Discussion Papers in Business, Economics and Social Sciences).

HARWIT, E. Building China's Telecommunications Network: industrial policy and the role of Chinese state-owned, foreign and private domestic enterprises. **The China Quarterly**, n. 190, p. 311-332, 2007.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review**. Gallen: Business Engineering Institute St., 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3HkqfK6>>. Acesso em: 10 set. 2017.

HERRIGEL, G. The process of chinese manufacturing upgrading transitioning from unilateral to recursive mutual learning relations. **Global Studies Journal**, v. 3, n. 1, p. 109-125, 2013.

JABBOUR, E. **China socialismo e desenvolvimento: sete décadas depois**. 2. ed. São Paulo: Anita Garibaldi, 2020.

JOO, S. H.; OH, C.; LEE, K. Catch-up strategy of an emerging firm in an emerging country: analyzing the case of Huawei vs. Ericsson with patent data. **International Journal of Technology Management**, v. 72, n. 1-3, p. 19-42, 2016.

KROEBER, A. R. **Chinas' economy**. What everyone needs to know. New York: Oxford University Press, 2016.

LEAL, R. C. S.; LIMA, U. M.; FILGUEIRAS, V. A. A Indústria 4.0 e o debate acerca dos seus impactos sobre o emprego. **Revista Princípios**, n. 150, set./out. 2017.

LEE, K. **Schumpeterian analysis of economic catch-up: knowledge, path creation, and the middle income trap**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

LEE, K.; GAO, X.; LI, X. Assessing industrial catch-up in China: a sectoral systems of innovation perspective. **Cambridge Journal of Regions Economy and Society**, v. 10, n. 1, p. 59-76, 2017.

LEE, K.; JEE, M.; EUN, J.-H. Assessing China's economic catch-up at the firm level and beyond: Washington consensus, East Asian consensus and the Beijing model. **Industry and Innovation**, v. 18, n. 5, p. 487-507, 2011.

LEE, K.; LEE, J. National innovation systems, economic complexity, and economic growth: country panel analysis using the US patent data. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 30, p. 897-928, 2019.

LEE, K.; LIM, C. Technological regimes, catching up and leapfrogging: findings from the Korean industries. **Research Policy**, v. 30, n. 3, p. 459-483, 2001.

LEE, K.; LIM, C.; SONG, W. Emerging digital technology as a window of opportunity and technological leapfrogging. **Journal of Technology Management**, v. 29, n. 1-2, p. 40-63, 2005.

LEE, K.; MALERBA, F. Catch-up cycles and changes in industrial leadership: windows of opportunity and responses by firms and countries in the evolution of sectoral systems. **Research Policy**, v. 46, n. 2, p. 338-351, Mar. 2016.

LEE, K.; MANI, S.; MU, Q. Explaining divergent stories of catch-up in the telecommunication equipment industry in Brazil, China, India, and Korea. *In*: MALERBA, F.; NELSON, R. R. (Ed.). **Economic development as a learning process**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2009.

LEE, K.; MU, Q. Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: the case of the telecommunication industry in China. **Research Policy**, v. 34, p. 759-783, 2005.

LI, H. *et al.* Innovation efficiency of semiconductor industry in China: a new framework based on generalized three-stage DEA analysis. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 66, p. 136-148, 2019.

LI, L. China's manufacturing locus in 2025: with a comparison of "Made-in-China 2025" and "Industry 4.0". **Technological Forecasting & Social Change an International Journal**, v. 135, p. 66-74, Oct. 2018.

LI, L.; TING-FANG, C. **Inside the US campaign to cut China out of the tech supply chain**. Nikkei Asia, 7 Oct. 2020. Disponível em: <<https://s.nikkei.com/3HfgUDf>>.

LIN, J. Y. **Demystifying the Chinese economy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

LIU, Q. *et al.* **5G development in China**: from policy strategy to user-oriented architecture. Mobile Information Systems, Research Article, 2017.

LOO, B. P. Y. Telecommunications reforms in China: towards an analytical framework. **Telecommunications Policy**, v. 28, p. 697-714, 2004.

LUNDVALL, B.-Å. **National systems of innovation**: toward a theory of innovation and interactive learning. London: Frances Pinter, 1992.

MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation**: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MALERBA, F.; MANI, S. **Sectoral systems of innovation and production in developing countries**: actors, structure and evolution. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2009.

MALERBA, F.; NELSON, R. Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 6, p. 1645-1675, 2011.

MATSUMOTO, N.; RYUGEN, H.; KAWAKAMI, T. **Chinese components double to 60% in new Huawei smartphone**. Nikkei Asia, 31 Aug. 2021. Disponível em: <<https://s.nikkei.com/3hfqDik>>.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. N. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, n. 10, p. 1512-1528, Dec. 2007.

MOREIRA, U. Tendências da dinâmica do comércio mundial pós-covid-19. **Revista Princípios**, n. 160, nov. 2020/fev. 2021.

_____. **Catch-up tecnológico e superação da armadilha da renda média**: o caso da China no setor de semicondutores. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2789).

MU, Q.; LEE, K. Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: telecommunication industry in China. **Research Policy**, v. 34, n. 6, p. 759-783, 2005.

NELSON, R. **National innovation systems**: a comparative analysis. New York: Oxford University Press, 1993.

NONNEMBERG, M. *et al.* **Agribusiness trade between Brazil and China**: pillars and opportunities. Brasília: Ipea, 2021. (Discussion Paper, n. 259).

PECHT, M. **China's electronics industry**: the definitive guide for companies and policy makers with interests in China. Norwich, NY: William Andrew Publishing, 2006.

PEREZ, C.; SOETE, L. Catching-up in technology: entry barriers and windows of opportunity. *In*: DOSI, G. *et al.* (Ed.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, p. 458-479, 1988.

PONGRATZ, S. Huawei Loses Some Ground – Still Leads \$100 B Telecom Equipment Market. Key Takeaways – 2021 Total Telecom Equipment Market. **Dell'Oro Group**, 14 Mar. 2022. Disponível em: <<https://www.delloro.com/key-takeaways-2021-total-telecom-equipment-market/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

RASIAH, R. *et al.* Explaining variations in semiconductor catch-up strategies in China, Korea, Malaysia and Taiwan. *In*: MALERBA, F.; NELSON, R. R. (Ed.). **Economic development as a learning process**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2012.

RHO, S.; LEE, K.; KIM, S. H. Limited catch-up in China's semiconductor industry: a sectoral innovation system perspective. **Millennial Asia**, v. 6, n. 2, p. 147-175, 2015.

SHAN, J.; JOLLY, D. R. Patterns of technological learning and catch-up strategies in latecomer firms case study in China's telecom-equipment industry. **Journal of Technology Management in China**, v. 6, n. 2, p. 153-170, 2011.

SCHILLER, D.; LEE, K. Are university-industry links meaningful for catch up? A comparative analysis of five Asian countries. *In*: ALBUQUERQUE, E. *et al.* (Ed.). **Developing national systems of innovation**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2015. p. 55-92.

SHUJING, H.; YELIN, M. **In depth**: China creates new memory chip champ, but will customers come? Caixin Global, 17 Aug. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/353pecr>>.

TAN, J. *et al.* Disruptive innovation and technology ecosystem: the evolution of the intercohesive public-private collaboration network in Chinese telecommunication industry. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 57, 2020.

TING-FANG, C.; LI, L. **Huawei enlists army of European talent for 'battle' with US**. Nikkei Asia, 2 Jul. 2021. Disponível em: <<https://s.nikkei.com/3JluVuW>>.

UNITED STATES. The White House. **Fact sheet**: Biden-Harris administration announces supply chain disruptions task force to address short-term supply chain discontinuities. Washington: The White House, 8 Jun. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3veKGFx>>.

VARAS, A. *et al.* **Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era**. Washington: SIA; Boston: BCG, Apr. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3t1uXHO>>. Acesso em: 20 maio 2021.

VERWEY, J. Chinese semiconductor industrial policy: past and present. **Journal of International Commerce and Economics**. Washington: USITC, Jul. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3BN6F89>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

WANG, J.; WU, H.; CHEN, Y. Made in China 2025 and manufacturing strategy decisions with reverse QFD. **International Journal of Production Economics**, v. 224, 2020.

WANG, T. *et al.* 5G spectrum: Is China ready? **IEEE Communications Magazine**, v. 53, n. 7, Jul. 2015.

WANG, Z. The Chinese developmental state during the Cold War: the making of the 1956 twelve-year science and technology plan. **History and Technology an International Journal**, v. 31, n. 3, p. 180-205, 2015.

WHEATLEY, A. **China circulates new strategy in economic duel with US**. Asia Financial, 5 Sept. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3v4Ltrc>>.

XIA, J. China's telecommunications evolution, institutions, and policy issues on the eve of 5G: a two-decade retrospect and prospect. **Telecommunications Policy**, v. 41, p. 931-947, 2017.

XIWEI, Z.; XIANGDONG, Y. Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. **Technology in Society**, v. 29, n. 3, p. 317-325, 2007.

YEO, Y. Between owner and regulator: governing the business of China's telecommunications service industry. **The China Quarterly**, v. 200, p. 1013-1032, 2009.

YU, J. From 3G to 4G: technology evolution and path dynamics in China's mobile telecommunication sector. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 23, n. 10, p. 1079-1093, 2011.

YU, J.; TAN, K. H. The evolution of China's mobile telecommunications industry: past, present and future. **International Journal of Mobile Communications**, v. 3, n. 2, 2005.

YUAN, Y. *et al.* Xiaolingtong versus 3G in China: Which will be the winner? **Telecommunications Policy**, v. 30, p. 297-313, 2006.

ZAO, W. **China wireless**: on the road to 4G. S&P Global Market Intelligence, 2016. Disponível em: <<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/china-wireless-on-the-road-to-4g>>. Acesso em: 5 jun. 2022.

ZENGLEIN, M. J.; HOLZAMNN, A. Evolving made in China 2025: China's industrial policy in the quest for global tech leadership. **Merics Papers on China**, Berlin: Merics, n. 8, Jul. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3hbRMCT>>.

ZHOU, Y.; LAZONICK, W.; SUN, Y. **China as an innovation nation**. Oxford University Press, 2016.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Luciana Bastos Dias

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos

Vivian Barros Volotão Santos

Débora Mello Lopes (estagiária)

Maria Eduarda Mendes Laguardia (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

