



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO SOCIOECONÔMICO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS

XIX COLÓQUIO BRASILEIRO EM ECONOMIA POLÍTICA DOS SISTEMAS-MUNDO

Ailton Manoel Pereira Junior

**ELEMENTOS PARA UMA COMPREENSÃO HISTÓRICO-MUNDIAL
DA TECNOLOGIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA ACERCA DAS
POLÍTICAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DE CHINA E BRASIL**



PPGRI | UFSC

Florianópolis
20 a 22 de outubro de 2025

RESUMO

Este artigo analisa as interpretações predominantes sobre as políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil e na China, destacando a centralidade atribuída ao Estado como principal agente na coordenação das estratégias de desenvolvimento. A partir de uma revisão preliminar da literatura recente (2020–2025), argumenta-se que grande parte das análises permanece ancorada em uma perspectiva desenvolvimentista, que associa o progresso tecnológico à eficiência institucional e à capacidade burocrática. Embora relevantes, essas abordagens tendem a reproduzir um nacionalismo metodológico, ao tratar as experiências nacionais de forma isolada, desvinculando-as das hierarquias estruturais da economia-mundo capitalista. Para superar essa limitação, o artigo propõe uma abordagem teórica fundamentada na Perspectiva dos Sistemas-Mundo e na Economia Política marxista, compreendendo a tecnologia não como instrumento neutro de modernização, mas como mediação histórica da acumulação de capital e do poder interestatal. Nessa perspectiva, os processos de inovação são interpretados como expressões das dinâmicas globais de reprodução capitalista, nas quais cada trajetória nacional reflete sua posição estrutural nas cadeias globais de valor e nas hierarquias geopolíticas. A reflexão comparativa sobre Brasil e China evidencia que as diferenças em termos de capacidade institucional e continuidade de políticas estão intrinsecamente relacionadas à inserção desigual de ambos os países no paradigma tecnológico global. Ao reintegrar o estudo da inovação à lógica mais ampla da economia-mundo capitalista, o trabalho contribui para uma redefinição crítica da relação entre Estado, tecnologia e desenvolvimento, destacando como as estratégias tecnológicas funcionam simultaneamente como projetos de poder e como respostas às contradições do capitalismo global.

Palavras-chave: Tecnologia; Disputa Interestatal; Sistema-Mundo; Política Científico-Tecnológica; Brasil-China

Introdução:

O presente trabalho analisa a literatura recente (2020-2025) sobre as trajetórias científico-tecnológicas de Brasil e China, buscando interpretá-la “a partir da perspectiva sistêmica”. Ao tomar a tecnologia como objeto, o “desafio é considerá-lo como conjunto de funções, atividades e relações que certas pessoas (e não coisas) estabelecem com a finalidade de gerar conhecimentos, equipamentos, bens e instituições, destinados a atender interesses de diversos agentes (...) e assim modificar continuamente a vida social” (Vieira, 2025, p. 377). Com isso, objetiva-se explicitar o “significado histórico-mundial” da tecnologia (Marx e Engels, 2007, p. 40).

A tecnologia é aqui compreendida como mediação entre sociedade e natureza, reconhecendo-se que toda formação social cria técnicas e artefatos para sustentar seu modo de vida (Marx, 2013; Hui, 2020; Mariutti, 2020; Foster, 2000). Essa visão contrasta com as hierarquizações típicas do paradigma da modernização e das teorias clássicas do desenvolvimento, criticadas como formas de “evolucionismo mecanicista” (Graeber e Wengrow, 2022; Santos, 2020[2000], p. 50). Por isso, busca-se examinar o tema a partir de outras bases epistemológicas e ontológicas.

A constituição do Sistema-Mundo Moderno implicou a desarticulação de modos de vida locais (Santos, 2022; Oliveira, 2024; So e Chiu, 1985) e sua incorporação estratificada à Economia-Mundo Capitalista (Wallerstein, 1989). Nesse contexto, a inovação, entendida como novas combinações dos fatores de produção, é “o impulso fundamental que põe em movimento a máquina capitalista” (Schumpeter, 2017, p. 119), ampliando a dominação sobre trabalho e natureza necessária à acumulação incessante. Por isso, a sociedade burguesa precisa “revolucionar constantemente os instrumentos de produção” (Marx e Engels, 2008, p. 15). O processo inovativo, assim, constitui elemento estrutural da E-MC (Vieira, 2025, p. 405-408).

Como “o capitalismo tende a gerar inovações que rompem qualquer ordem costumeira”, há “alternância entre pressões competitivas mais intensas e mais refreadas” que estruturam “ondas longas de prosperidade e depressão” (Arrighi, 1998, p. 19-20). Os fatores dinamizadores dessas ondas não se limitam à luta de classes e ao domínio sobre a natureza, mas incluem também a disputa intercapitalista e interestatal (Vieira, 2025, p. 390-393). Nesse marco, formam-se diferentes “conjunturas científico-tecnológicas”, correspondentes a “paradigmas tecno-econômicos” (Vieira, 2025, p. 401-408), que definem “uma trajetória tecnológica como modelo de formulação de resolução de problemas ao longo de um paradigma” (Cárolo e Pereira,

2001, p. 87). Estados e empresas buscam se alinhar a tais modelos para alcançar maior capacidade de acumulação. Assim, políticas estatais de incentivo à inovação surgem como instrumentos de internalização de capacidades técnicas voltadas à acumulação de poder em meio à disputa interestatal (Santos, 2016).

A presente pesquisa foca justamente nesse aspecto, indagando: qual o papel da disputa interestatal na compreensão das políticas estatais voltadas à mudança tecnológica no Brasil e na China? O objetivo geral é tensionar leituras correntes com a proposta de abordagem histórico-mundial descrita. Os objetivos específicos são: (i) caracterizar os elementos centrais das políticas científico-tecnológicas de Brasil e China; (ii) identificar teorias, métodos, variáveis e bases de dados mobilizados na literatura; (iii) destacar diferenças e convergências com a abordagem adotada; (iv) caracterizar as conjunturas científico-tecnológicas da E-MC; (v) examinar como os Estados buscaram inserir-se nesses paradigmas.

A metodologia consiste em revisão bibliográfica, com análise quantitativa e qualitativa dos resultados, aliada à seleção e classificação de artigos e à síntese crítica comparativa. Diante desse quadro, espera-se demonstrar que, embora vasta e relevante, a literatura analisada tende a fragmentar a compreensão do fenômeno, negligenciando seu caráter histórico-mundial. Assim, propõe-se compreender a mudança tecnológica não apenas como resultado de políticas nacionais, mas como processo sistêmico, estruturado pela disputa interestatal que condiciona as trajetórias de Brasil e China na Economia-Mundo Capitalista.

Políticas Científico-tecnológicas de China e Brasil: uma revisão de literatura

Na busca por artigos na base de dados Google Scholar a partir de um conjunto de palavras-chave foram identificados 188 artigos na base *Google Scholar* em que os termos (*China OR Brazil AND technology OR innovation AND policy*) estivessem presentes, entre 2020 e 2025. Deles, 11,7% referem-se ao Brasil e 88,3% à China. Apenas sete autores aparecem mais de uma vez, o que indica diversidade de perspectivas na amostra. A clusterização das palavras dos títulos revelou termos centrais como *science, industrial, development, green e regional*, que apontam a forte presença de agendas relacionadas a desenvolvimento, política industrial, sustentabilidade e para a dimensão regional/internacional do fenômeno. Já palavras como *power, economy, political e transfer* são citadas menos vezes, sugerindo que a dimensão das disputas de poder interestatal é abordada de forma marginal.

Desses artigos, por meio de uma seleção a partir da leitura dos títulos e resumos, foram selecionados vinte como amostra para análise direta. No entanto, alguns trabalhos citados nestes também foram utilizados para compor a análise a seguir.

O principal elemento teórico deste conjunto de trabalhos é o conceito de capacidades estatais, que refere-se ao conjunto de ferramentas e instituições que um governo possui para formular e implementar políticas públicas (Souza e Fontanelli, 2020). A literatura, influenciada por autores como Peter Evans (1995) e Charles Tilly (1985), destaca que não se trata apenas de recursos, mas da qualidade e organização do aparato estatal. Com base em Souza e Fontanelli, (2020) e Cingolani (2013), as capacidades podem ser desagregadas em três dimensões: burocráticas, que se referem à qualidade e profissionalização da burocracia para a execução técnica das políticas; relacionais, que dizem respeito à habilidade do Estado de se articular com atores sociais e construir coalizões de apoio; e políticas, que envolvem o poder de agenda dos líderes para definir prioridades, superar pontos de veto e garantir a coesão e continuidade das políticas.

Esse arcabouço conceitual se materializa na análise dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), definidos como o conjunto de instituições que regulam a produção, difusão e uso do conhecimento (Nelson, 1993). Entende-se que para países em desenvolvimento, o fortalecimento do SNI é crucial para superar a dependência tecnológica e avançar em processos de *catching-up* (alcançar a fronteira) ou *leapfrogging* (saltar etapas tecnológicas). A forma como o Estado molda o SNI reflete sua estratégia, que pode ser enquadrada em modelos desenvolvimentistas ou neodesenvolvimentistas, nos quais o Estado assume um papel proativo na promoção da transformação estrutural (Gaitán & Boschi, 2020).

Nesse contexto, textos mais recentes apontam para a noção de Políticas de Inovação Orientadas por Missão (MOIP). Em contraste com a visão do Estado como mero corretor de falhas de mercado, as MOIPs propõem que o governo direcioneativamente a inovação para resolver grandes desafios, como a transição energética ou a autonomia em setores de fronteira (Mazzucato, 2018). Aponta-se que essa abordagem só é viável para Estados com elevada capacidade política e burocrática, capazes de sustentar o planejamento de longo prazo e coordenar múltiplos atores. Em contrapartida, Estados com baixas capacidades tendem a adotar respostas reativas e de curto prazo, como medidas protecionistas que, ao defenderem a indústria doméstica da competição imediata, acabam por desincentivar investimentos em P&D de longo prazo (Gupta et al., 2013). Este arcabouço teórico é o principal mobilizado para analisar como

as diferentes configurações de capacidades estatais no Brasil e na China que permitiram ou limitaram a formulação de política de ciência e tecnologia.

Do ponto de vista das variáveis de análise, a figura 1 abaixo sintetiza os principais indicadores mencionados nos trabalhos. De forma integrada, essas categorias constituem um quadro analítico abrangente, que permite avaliar desde o esforço financeiro e o capital humano disponível até a produção de resultados concretos e a solidez institucional dos sistemas nacionais de inovação. A articulação entre essas dimensões oferece subsídios para análises comparativas e para a identificação de padrões estruturais e dinâmicos no desenvolvimento científico e tecnológico de diferentes países. A tabela apresentada sistematiza as categorias de análise, os indicadores e as respectivas fontes empregadas na avaliação das capacidades nacionais de ciência, tecnologia e inovação. O objetivo dessa estrutura é integrar variáveis quantitativas e qualitativas que permitam compreender, de forma ampla, os determinantes institucionais e estruturais da dinâmica de inovação em diferentes contextos nacionais.

FIGURA 1 – SINTESE DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS PELA LITERATURA

Categoria de Análise	Indicadores e Fontes
Investimento em P&D	% do PIB (Fonte: World Bank, UNCTAD)
Capital Humano	Nº de pesquisadores por milhão de habitantes, graduados em STEM (Fonte: MCTI, National Science Board)
Resultados de Inovação	Nº de publicações científicas, pedidos de patentes (residentes vs. não residentes) (Fonte: USPTO, MDTI)
Estrutura Institucional	Análise de documentos de política (PITCE, PBM, Planos Quinquenais), organogramas de governança (Fonte: MCTI, MOST)
Capacidade Burocrática	Índice de Qualidade Burocrática (BQI) (Fonte: Souza, 2020)

Em geral, no que diz respeito a análise específica de políticas de Brasil e China, os trabalhos giram em torno de identificar como as capacidades estatais moldaram dois modelos distintos de governança da inovação, com implicações profundas para suas respectivas trajetórias de desenvolvimento. A análise do caso brasileiro ilustra uma configuração de baixas capacidades políticas e relacionais impede a formulação de uma resposta estratégica coesa ao

desenvolvimento tecnológico, resultando em uma política de inovação volátil e fragmentada. A trajetória brasileira é marcada por descontinuidades, dado que após as décadas perdidas das reformas neoliberais, o país retomou uma agenda industrial nos anos 2000 com iniciativas como a PITCE (2003), a PDP (2008) e o PBM (2011). Contudo, esses planos sofreram com a falta de continuidade entre governos e baixa coordenação (Delgado, 2020).

Essa fragilidade é tida como um sintoma da baixa capacidade política para impor uma agenda unificada sobre interesses ministeriais concorrentes e da baixa capacidade relacional para construir um consenso duradouro com o setor privado. A arquitetura institucional, descrita como um "mosaico de políticas" (Suzigan & Furtado, 2010), é complexa e fragmentada, envolvendo o MCTI, FINEP, CNPq e BNDES, com pouca coordenação efetiva entre eles. O principal instrumento de financiamento, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), ilustra essa disfunção. Concebido para garantir recursos estáveis, sua gestão foi "errática", sendo sistematicamente submetido a contingenciamento fiscal — um reflexo direto da baixa capacidade política de proteger metas de longo prazo de pressões fiscais de curto prazo. Pior, seus recursos foram pulverizados em "milhares de pequenos projetos [...] sem qualquer impacto estratégico" (Buainain, Corder, & Bonacelli, 2020).

As debilidades estruturais são profundas. A articulação universidade-empresa é fraca, com "mais de três quartos dos doutores" indo para a academia, onde há "pouco incentivo para alinhar seus interesses de pesquisa com a indústria" (Gupta et al., 2013). O investimento privado em P&D é baixo e, diante de choques macroeconômicos, a resposta estatal típica tem sido a adoção de "medidas protecionistas de curto prazo", que criam um "desincentivo para investir em P&D de longo prazo" (Gupta et al., 2013) — uma resposta característica de um Estado de baixa capacidade. Apesar disso, o Brasil possui ilhas de excelência em setores com forte apoio estatal histórico, como agroindústria (Embrapa), petróleo (Petrobras) e aeronáutica (Embraer), que confirmam a importância da direcionalidade estatal quando ela consegue ser sustentada.

Em nítido contraste, as análises sobre a China comprehendem como elevadas capacidades estatais, especialmente políticas e burocráticas, permitiram ao Estado atuar no sentido de desenvolver um princípio organizador para uma política de inovação coerente e de longo prazo. A partir das reformas de 1978, a PCT chinesa se caracterizou pela durabilidade e visão estratégica, formalizada em planos ambiciosos como o Plano de Quinze Anos para C&T (2006-2020), que visava a transição para a inovação autóctone (*indigenous innovation*) e a liderança tecnológica global até 2050 (Sun & Cao, 2021).

A durabilidade desses planos evidencia uma alta capacidade política, isolada de ciclos eleitorais. A arquitetura institucional é centralizada, com liderança do Conselho de Estado e do Partido Comunista Chinês (PCCh) e execução coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Ministério da Educação, refletindo uma alta capacidade burocrática (Jaguaribe, 2020). A abordagem estratégica combina planejamento *top-down* com experimentação *bottom-up*, um sistema denominado "consenso estruturado" (Heilmann & Shi, 2013). Este processo manifesta uma alta capacidade relacional (ainda que dirigida pelo Estado) para integrar a opinião de especialistas e empresas na formulação de políticas. A implementação se dá de forma flexível através de "zonas designadas" (SEZs, Parques Tecnológicos, Hubs de IA), que servem como laboratórios para "experimentar" (*tinkering*) e aprender com novas políticas antes de sua disseminação nacional (Heilmann, 2009; Brueck & Liefner, 2024).

Os instrumentos de política são diretos e eficazes, incluindo financiamento via sistema bancário estatal e fundos de orientação governamental como o InnoFund (Andreoni e Tregenna, 2019). O poder estatal se manifesta na capacidade de "criar e encerrar mercados" para impulsionar tecnologias. Um exemplo notório é o de Shenzhen, que promoveu a produção de Veículos de Energia Renovável ao banir produtos concorrentes e oferecer subsídios massivos, criando uma demanda que acelerou a adoção da tecnologia (Lauer & Liefner, 2019). Os resultados são a bem-sucedida ascensão da China como competidor tecnológico global em áreas como IA e 5G. No entanto, o desafio atual, como aponta Jaguaribe (2020), reside na complexa tarefa de "governar as escolhas e contradições" da transição de um sistema de *catching-up* para uma "economia de inovação de pleno direito".

Um conjunto de políticas específicas são comumente citados. No caso brasileiro, a partir do final da década de 1990 e início dos anos 2000, o país implementou uma série de políticas voltadas à integração da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) com a política industrial, buscando reverter o atraso tecnológico e promover a competitividade. O marco institucional brasileiro foi significativamente alterado com a criação dos Fundos Setoriais para Ciência e Tecnologia a partir de 1999, visando garantir um fluxo regular de investimentos e apoiar a inovação empresarial, representando uma convergência entre política industrial e políticas de C&T (Menezes; Moraes, 2020). Instrumentos legais cruciais incluíram a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) (2003–2006), que focava na diferenciação e inovação de produtos, com ações estratégicas em setores como semicondutores e *software*; a Lei da Inovação (Lei 10.973/04), que estabeleceu incentivos para a colaboração entre universidades, institutos de pesquisa e empresas; e a Lei do Bem (Lei 11.196/05), que ofereceu

incentivos fiscais para P&D e inovação. Tais esforços foram consolidados em planos mais amplos como o Plano Brasil Maior (PBM) (a partir de 2011) e a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) (a partir de 2012). Adicionalmente, o país utilizou instrumentos de fomento via instituições como o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), além de programas de capacitação de recursos humanos como o Programa Ciência sem Fronteiras (CsF), embora este tenha sido descontinuado posteriormente. No entanto, o sistema brasileiro, apesar de robusto e complexo, é criticado por concentrar gastos em ciência básica em detrimento do desenvolvimento tecnológico e da inovação implementada pelas empresas (Simonsen Leal; Figueiredo, 2021).

Em contraste, a China se destacou pela implementação de políticas de desenvolvimento tecnológico altamente coordenadas e centralizadas, caracterizadas por um "paradigma de política técnico-industrial" próprio, que se consolidou a partir da reforma do Sistema Nacional de Inovação iniciada em 1985 (Jaguaribe, 2020). O planejamento chinês é orientado por Planos Quinquenais, que estabelecem objetivos estratégicos de longo prazo, como focar em tecnologias emergentes e fortalecer a posição do país nas cadeias de valor globais (NAUGHTON, 2013). No enfrentamento dos desafios da "armadilha da renda média-tecnológica", Brasil e China compartilham a adoção de Políticas Seletivas de Promoção Setorial e a Construção de Campeões Nacionais (Delgado, 2020). Contudo, a eficácia chinesa é atribuída a mecanismos como o sistema de "Consenso Estruturado", que garante que as diretrizes estratégicas do Estado sejam implementadas de maneira coesa. O país asiático tem focado intensamente em setores estratégicos e no desenvolvimento tecnológico, o que é evidente em iniciativas como o incentivo à Indústria 4.0, buscando o desenvolvimento autônomo de tecnologias centrais (Diegues; Roselino, 2023). Enquanto o Brasil enfrenta desafios na coordenação e na proteção dos recursos de CT&I contra mudanças políticas e ciclos econômicos desfavoráveis, a capacidade do Estado chinês de estabelecer visões de futuro estruturadas e de implementar políticas de longo prazo permanece uma diferença fundamental na comparação de capacidades estatais (Castro, 2020).

A figura 2 abaixo busca sintetizar as leituras acerca dos modelos brasileiro e chinês. As conclusões giram em torno de compreender que a China construiu um sistema de inovação coeso e orientado por missões estratégicas, enquanto o Brasil luta com a instabilidade e a fragmentação institucional, reflexos de suas baixas capacidades estatais. A abordagem chinesa permitiu ao país não apenas alcançar a fronteira tecnológica, mas também começar a defini-la.

A trajetória brasileira, por outro lado, permaneceu reativa, com sucessos isolados que não se traduziram em uma transformação estrutural da economia

FIGURA 2 – QUADRO COMPARATIVO DAS POLÍTICAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DE BRASIL E CHINA

Característica	Brasil	China
Durabilidade da Política	Volátil, sujeita a ciclos políticos e econômicos. Planos de curto/médio prazo (PITCE, PBM) com descontinuidade.	Longo prazo, com planos decenais (e.g., Plano de 15 anos de C&T) e metas claras (e.g., 2050).
Coordenação	Fragmentada entre múltiplos ministérios e agências; baixa coordenação. "Mosaico de políticas".	Centralizada no Conselho de Estado e no PCC, com "consenso estruturado" e coordenação horizontal.
Modelo de Financiamento	Burocrático, instável, sujeito a contingenciamento fiscal (Fundos Setoriais, FNDCT).	Dirigido pelo Estado via sistema bancário, fundos de capital de risco e subsídios diretos a indústrias estratégicas.
Articulação U-E	Fraca; maioria dos PhDs na academia; baixa transição de pesquisa básica para o setor comercial.	Forte em zonas designadas; foco na comercialização e aplicação industrial da pesquisa.
Foco Estratégico	Reativo; defesa de "campeões nacionais" e medidas protecionistas de curto prazo.	Proativo e orientado por missão; foco em "inovação indígena" e liderança em setores de fronteira tecnológica (IA, 5G).
Resultados Chave	Liderança regional, forte em nichos estatais, mas baixo patenteamento e baixa exportação de alta tecnologia.	Liderança global em manufatura, rápido crescimento em patentes e P&D, competidor direto dos EUA.

Por fim, um eixo temático também explorado especificamente no caso da China é o da disputa interestatal. É comum a leitura de que a trajetória chinesa demonstra uma política de

inovação explicitamente moldada pela percepção da disputa sistêmica, visando a autonomia tecnológica e a ascensão na hierarquia global. Documentos como o "Made in China 2025" são concebidos como instrumentos de poder nacional para competir diretamente com os Estados Unidos em setores estratégicos (Zhang, 2020). O "consenso estruturado", a coordenação centralizada e a capacidade de mobilização de recursos são manifestações de altas capacidades estatais forjadas para responder a esse desafio. A disputa interestatal, nesse contexto, funciona como um vetor de coesão e direcionalidade estratégica. Em contrapartida, a política científico-tecnológica brasileira, embora também influenciada por pressões competitivas, revela uma capacidade estatal limitada de formular e sustentar uma resposta estratégica coerente. A análise sugere que as PCTs no Brasil são mais determinadas por fatores domésticos do que por uma visão de longo prazo em resposta à disputa.

Em síntese, a revisão bibliográfica realizada permite compreender que a literatura recente sobre políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil e na China tende a privilegiar uma leitura institucional centrada nas capacidades estatais, mas frequentemente descolada das determinações estruturais da economia-mundo capitalista. A análise das evidências empíricas e dos modelos de governança revela que a divergência entre ambos os países não se limita ao desenho institucional, mas expressa formas distintas de inserção no sistema internacional de produção e inovação. Enquanto o caso chinês evidencia a consolidação de um Estado dotado de elevadas capacidades burocráticas e políticas, capaz de planejar e coordenar estratégias de longo prazo orientadas por missões nacionais, o caso brasileiro ilustra a fragilidade de um Estado periférico, cuja ação é constrangida por limitações fiscais, descontinuidade institucional e dependência tecnológica. Assim, as diferenças nas trajetórias de inovação refletem não apenas escolhas internas, mas também posições desiguais na hierarquia global do capitalismo. Essa constatação conecta-se ao argumento central do artigo, segundo o qual a compreensão das políticas tecnológicas deve ultrapassar o marco desenvolvimentista e ser situada no contexto histórico-estrutural da acumulação capitalista, em que a tecnologia atua como um dos principais mecanismos de reprodução das assimetrias globais de poder e de riqueza

Ciência, Tecnologia e Inovação no Sistema-Mundo Moderno: Elementos para o estudo da tecnologia em perspectiva histórico-mundial

Vista a forma como as políticas tecnológicas de China e Brasil são tratadas pela literatura recente, a presente seção tem por objetivo propor uma outra abordagem para o problema das diferentes capacidades tecnológicas dos países, a partir de uma reflexão sobre o que é a técnica e a tecnologia, qual sua característica específica no capitalismo e no Sistema-Mundo Moderno.

Um ponto de partida, portanto, pode ser a compreensão do processo de trabalho. Este pode ser caracterizado pela transformação teleológica da natureza em valores de uso, mediado por um conjunto de ferramentas. Visto dessa maneira, são três os seus componentes: a atividade orientada a um fim, o objeto desta atividade e seus meios. Descrita de modo abstrato, a atividade laboral não se configura enquanto característica distintiva de nenhuma formação social. É o modo concreto pelo qual produzem valores de uso que as distingue. Assim, diferentes formações sociais gestaram distintas formas de metabolismo do homem com a natureza durante a história, os quais detinham suas relações específicas de produção, seus meios de produção, suas técnicas e tecnologias que constituíam as formas de reproduzir a vida social. (Marx, 2013) No interior do modo de produção capitalista, o processo de trabalho é também processo de valorização, no qual a propriedade sobre a força de trabalho e seu produto permite ao burguês se apropriar do trabalho excedente, e é a transformação do valor em mais-valor seu ponto final. Nessas relações de produção, a acumulação é a finalidade do capitalista, da qual deriva sua necessidade de aumentar o controle sobre o trabalho, e de “revolucionar constantemente os instrumentos de produção”. (Marx e Engels, 2008, p.15)

Deste modo, na longa duração, a técnica sempre foi uma mediação entre o ser humano e a natureza, um modo de organizar e transformar o mundo segundo finalidades socialmente construídas. No entanto, a modernidade capitalista promoveu uma ruptura profunda nesse metabolismo histórico (FOSTER, 2000), ao dissociar a técnica das necessidades dos modos de vida das comunidades específicas e inscrevê-la na lógica da abstração instrumental. A tecnologia passa a ser funcional à lógica de valorização do capital e ao imperativo de expansão das fronteiras da acumulação. Técnica, ciência e tecnologia se configuram como formas historicamente determinadas de organizar a mediação entre trabalho humano e natureza, e como chaves para compreender os processos de inovação no Sistema-Mundo Moderno. (MARIUTTI, 2020, p. 1-4) Essa construção conceitual é inseparável da cosmovisão moderna que opõe sujeito e objeto, espírito e matéria, homem e natureza, e que com a expansão do universalismo europeu relegou a segundo plano outras formas de metabolismo social, de formas de tecnologias existentes em sociedades não capitalistas (HUI, 2020)

Em sua gênese na Europa ocidental, uma das primeiras grandes inovações do capitalismo foi a divisão social do trabalho no interior da manufatura, que possibilitou o ganho de produtividade pela segmentação dos processos produtivos e permitiu o aumento do controle do trabalho pelo capital. A grande indústria dela decorrente torna os trabalhadores apêndices das máquinas e aprofunda este processo, dado que “a finalidade da maquinaria de modo

capitalista (...) como qualquer outro desenvolvimento da força produtiva do trabalho (...) é meio para a produção de mais-valor". (Marx, 2013, p. 548) Do lado de fora das fábricas o Estado britânico (em si uma grande inovação a partir da centralização do uso legítimo da força) desapropriava camponeses das terras comuns, processo conhecido por cercamentos, de modo a restringir as opções de subsistência e forçar o emprego de sua força de trabalho nos circuitos de valorização do capital. E o discurso filosófico do iluminismo sustentava o caráter progressista de tal ruptura com os modos de vidas pretéritos e com os limites da natureza em nome da razão e da ciência. (Vieira, 2025; Oliveira, 2024)

Desde seu surgimento, portanto, o capitalismo passa por uma série de inovações como mecanismo constante de superar crises e potencializar a acumulação, de modo que “não só não é, como não pode ser estacionário. (...) O impulso fundamental que põe em movimento a máquina capitalista é dado pelos novos bens de consumo, os novos métodos de produção ou transporte, os novos mercados e as novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista” (Schumpeter, 2017, p.119). Tais inovações não se dão de modo aleatório ou espontâneo, mas dentro de ciclos estruturais da economia mundial, definidos por longas ondas de inovação — associadas a mudanças nos paradigmas tecno-econômicos que reordenam os setores produtivos, as formas organizacionais e o próprio papel do Estado. (DOS SANTOS, 2016)

E assim como no século XVIII a aliança entre Estado e capitalistas britânicos buscou a expansão da base material para a acumulação na Inglaterra, o século XIX consolidou a dimensão global do Sistema-Mundo Moderno, com a expansão das cadeias mercantis de produção, do sistema interestatal, da sociedade de classes, do iluminismo e da ciência moderna, da geocultura capitalista, que consolidaram a incorporação de todas as áreas do globo à Economia-Mundo Capitalista. Expansão esta que ensejou todo um novo grupo de contradições, para além do capital-trabalho e Estado-capitalistas, dada a constituição hierárquica e a incorporação subordinada dessas novas zonas na Economia-Mundo Capitalista como regiões periféricas e semi-periféricas (Wallerstein, 1989; Arrighi, 1996; Vieira, 2025). Assim, pode-se destacar que o progresso técnico não é neutro nem universal: ele é seletivo, geograficamente localizado, e funcional à reprodução das desigualdades sistêmicas. A ciência e a tecnologia modernas, longe de representarem um vetor autônomo de emancipação, são conformadas historicamente pela lógica da acumulação. Disso decorre o fato de que o processo inovador é produtor de hierarquias, seja nas relações entre empresas, seja entre Estados. Ao aumentar a mais-valia apropriada a partir de uma nova combinação de fatores de produção, a capacidade

competitiva de uma firma em relação a outra aumenta devido à sua expansão da acumulação de capital. De mesmo modo, o Estado é capaz de utilizar daquele excedente apropriado para sua acumulação de poder. Assim, de mesma forma que gera potencialidades de acumulação maior em certos lugares, restringe as capacidades de outros. (DOS SANTOS, 2016; MARIUTTI, 2020)

Por isso o processo inovativo também é temporalmente delimitado, dado que necessita “romper os costumes enraizados na busca de segurança que, de maneiras diferentes, caracteriza Estados, domicílios e empresas”. Nesse contexto, o fato de que o “capitalismo tende a gerar inovações que rompem qualquer ordem costumeira (...) estabelecida” faz com que haja a “alternância entre pressões competitivas mais intensas e mais refreadas (...) que entendemos por ondas longas de prosperidade e de depressão.” (Arrighi, 1998, p.19-20). Aqui, a inovação não é apenas técnica, mas cultural e institucional, dado que implica rupturas nas formas de vida e de reprodução social. Como enfatiza Mariutti, cada nova tecnologia implica a reorganização da técnica como mediação entre a sociedade e a natureza, remodelando, portanto, os próprios sentidos de “progresso” e “racionalidade”.

Portanto, o processo inovativo pode ser configurado como uma estrutura da Economia-Mundo Capitalista, caracterizado por ondas de intensificação e ondas de arrefecimento, que são desigualmente apropriadas entre empresas e Estados, podendo dizer respeito a transformações nas técnicas empregadas para produção, nas formas de organização do trabalho, em novos produtos, ou à simples expansão dos mercados. E sendo a Economia-Mundo consolidada da forma que é, “se na Inglaterra é inventada uma máquina que na Índia e na China tira o pão a inúmeros trabalhadores e subverte toda forma de existência desses impérios, tal invenção torna-se um fato histórico-mundial.” (Marx e Engels, 2007, p. 40). A interdependência hierárquica e desigual entre os polos tecnológicos do sistema e suas periferias se mantém como marca do capitalismo histórico, e é atualizada constantemente por meio da difusão seletiva da inovação e do controle político das trajetórias tecnológicas (Santos, 2016).

Nesse sentido, da empresa colonial que fundou as Américas às Guerras do Ópio, passando pela invenção do tear e pelos modelos de linguagem, até o sistema japonês de subcontratação e o Toyotismo, é possível demonstrar o caráter histórico-mundial das inovações e da tecnologia quando analisados em sua totalidade. Isto é, pode-se apresentar as dimensões espaciais e temporais sobre as quais as transformações sociais que compõem os processos de inovação ocorrem, buscando explicitar seu “significado histórico-mundial”. (Marx, 2007)

Tomando a inovação como estrutura da Economia-Mundo capitalista, pode-se delinear as diferentes conjunturas que configuram, de modo concreto, os processos de inovação e de desenvolvimento científico e tecnológico em dados espaços e períodos. A tecnologia, no âmbito do Sistema-Mundo Moderno, constitui uma estrutura fundamental para a acumulação de capital e para a reprodução das hierarquias que caracterizam o capitalismo histórico. A perspectiva adotada aqui busca demonstrar como as trajetórias tecnológicas de ambos os países estão profundamente vinculadas aos mecanismos de disputa interestatal, às assimetrias estruturais do sistema-mundo e aos processos de internalização das mudanças nos paradigmas técnico-produtivos que marcam cada conjuntura histórica específica. As ondas longas de inovação, conforme discutido ao longo do trabalho, representam ciclos nos quais novos paradigmas técnico-produtivos emergem, redefinindo as fronteiras da acumulação de capital e as relações de poder entre os Estados. São as conjunturas científico-técnicas do S-MM a partir das quais os Estados buscam internalizar os mecanismos de dinamização da mudança técnica, com vistas ao aumento da apropriação sobre os recursos globais para acumulação.

Considerações Finais

A análise realizada ao longo deste trabalho permitiu identificar que as leituras predominantes sobre as políticas científico-tecnológicas de Brasil e China, em especial aquelas publicadas entre 2020 e 2025, concentram-se majoritariamente na dimensão estatal da governança da inovação. O Estado é concebido como ator central na formulação, coordenação e implementação de políticas voltadas à ciência e tecnologia, tendo suas capacidades políticas, burocráticas e relacionais amplamente mobilizadas como categorias explicativas. Essa centralidade reflete uma herança das teorias desenvolvimentistas e neodesenvolvimentistas, que compreendem o Estado como agente fundamental do progresso técnico e da transformação estrutural. Nesse quadro, a inovação é vista como resultado de arranjos institucionais e de estratégias nacionais de política industrial, cabendo ao Estado superar falhas de mercado e criar condições para o avanço tecnológico autônomo.

Entretanto, ainda que essas leituras ofereçam instrumentos importantes para compreender o papel da política pública e da burocracia no processo de inovação, elas permanecem ancoradas em um horizonte teórico-normativo essencialmente nacional, fragmentando o fenômeno e obscurecendo sua inserção no conjunto mais amplo das relações sistêmicas que estruturam o capitalismo histórico. Ao privilegiar o Estado enquanto unidade analítica autossuficiente, tais abordagens reproduzem o nacionalismo metodológico, isto é, tratam a inovação como produto interno das políticas e instituições nacionais, sem considerar

as determinações externas e as hierarquias globais que condicionam essas políticas. Essa limitação se manifesta, por exemplo, na ênfase na “capacidade estatal” como variável explicativa isolada, desarticulada das dinâmicas interestatais e das contradições estruturais da Economia-Mundo Capitalista.

A perspectiva teórica proposta neste trabalho buscou tensionar esse enquadramento, inserindo o estudo da tecnologia e da inovação no marco do Sistema-Mundo Moderno, conforme formulado por Wallerstein, Arrighi, Dos Santos e Vieira. Sob tal abordagem, a tecnologia deixa de ser mero instrumento de política pública ou de eficiência econômica e passa a ser compreendida como uma estrutura fundamental da acumulação capitalista, isto é, como mediação entre trabalho e natureza que organiza historicamente a produção de valor, a reprodução social e a dominação interestatal. Nesse sentido, o processo inovativo é interpretado não apenas como resultado de decisões racionais ou capacidades administrativas, mas como expressão histórica das contradições internas do capitalismo mundial, cuja reprodução depende da constante revolução dos meios de produção e da expansão das fronteiras da acumulação.

A revisão bibliográfica permitiu demonstrar que as abordagens convencionais, mesmo quando sofisticadas em seus instrumentos empíricos e categorias institucionais, tratam a inovação como variável dependente da eficiência estatal ou da capacidade de planejamento. Já a leitura sistêmica aqui proposta inverte essa relação: o Estado é, ele próprio, uma forma histórica de organização política da acumulação, e suas políticas tecnológicas expressam a posição estrutural que ocupa nas hierarquias do sistema interestatal capitalista. Assim, mais do que um ator autônomo, o Estado é um nó na rede de relações de poder e produção que conformam a Economia-Mundo. Suas políticas de ciência, tecnologia e inovação são, portanto, respostas específicas às pressões e oportunidades criadas por conjunturas técnico-produtivas globais.

Essa inflexão analítica permite compreender as trajetórias contrastantes de Brasil e China de modo mais abrangente. A literatura revisada acerta ao apontar que a China apresenta um modelo de alta capacidade burocrática e política, enquanto o Brasil sofre com descontinuidade e fragmentação institucional. No entanto, ao situar ambas as experiências no interior do sistema mundial, evidencia-se que tais diferenças não podem ser atribuídas apenas a variáveis internas como qualidade burocrática ou estabilidade política, mas à posição desigual que cada país ocupa nas cadeias de valor e no regime de acumulação contemporâneo. A capacidade chinesa de planejar a longo prazo e internalizar paradigmas tecnoeconômicos de fronteira não decorre apenas de virtudes institucionais, mas também de uma conjuntura

histórica marcada pela transição hegemônica e pela reconfiguração das hierarquias interestatais, que abriu espaço para estratégias de ascensão seletiva. Por outro lado, a limitação brasileira expressa a persistência de uma condição periférica, na qual as políticas de inovação tendem a ser reativas e subordinadas à difusão assimétrica das tecnologias globais.

Dessa forma, a tecnologia, quando observada a partir da perspectiva do Sistema-Mundo, revela-se um fato histórico-mundial no sentido marxiano: cada inovação, ainda que localizada, altera a estrutura global da produção e redistribui poder entre empresas e Estados. A mudança técnica é, portanto, simultaneamente econômica, política e geocultural. As chamadas “ondas longas de inovação”, não se restringem a flutuações econômicas, mas configuram conjunturas científico-técnicas que reorganizam o metabolismo social entre trabalho, natureza e capital. Assim, compreender as políticas tecnológicas nacionais exige situá-las em relação a essas conjunturas globais, identificando como cada Estado busca internalizar as oportunidades técnicas e proteger-se das pressões competitivas que emergem da dinâmica mundial da acumulação.

Frente ao exposto, pode-se propor uma releitura sistêmica da relação entre Estado, tecnologia e inovação, superando a visão instrumental que reduz a política tecnológica a variável de eficiência administrativa. A tecnologia é entendida aqui como mediação estruturante da reprodução do capitalismo histórico, e o Estado, como forma política dessa mediação. Ao reinserir o debate sobre inovação no plano da totalidade histórico-mundial, torna-se possível compreender que o desenvolvimento científico e tecnológico não é processo neutro nem universal, mas resultado de lutas sociais e interestatais pela apropriação do excedente e pelo controle das trajetórias técnicas.

Em síntese, as considerações finais desta pesquisa reforçam que a literatura recente sobre Brasil e China, ao enfatizar a centralidade do Estado, ilumina aspectos institucionais importantes, mas permanece presa a uma perspectiva caracterizada pelo nacionalismo metodológico. A proposta teórica apresentada, ao adotar uma abordagem fundada na Economia Política dos Sistemas-Mundo, recoloca a tecnologia como categoria crítica, articulando o plano da inovação às dinâmicas globais de acumulação e dominação. Tal perspectiva não nega a relevância do Estado, ao contrário, a reafirma como dimensão indispesável, mas o reinsere no movimento contraditório do sistema mundial, no qual cada política de inovação é simultaneamente um projeto de poder e um reflexo das hierarquias estruturais do capitalismo histórico. Assim, buscou-se demonstrar que há espaços para pesquisas futuras que buscam explorar as determinações da diferença tecnológica para além da dimensão estatal, dado que

uma longa tradição de pesquisa a partir de uma perspectiva histórico-mundial parece não representada nas discussões atuais sobre inovação e tecnologia, apesar de estar intrinsecamente ligada e ser caudatária de uma longa tradição com elaborações teóricas profundas sobre o tema.

Referências Bibliográficas:

- ANDREONI, Antonio; TREGENNA, Fiona. Escaping the middle-income technology trap: a comparative analysis of industrial policies in China, Brazil and South Africa. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 51, p. 83–95, 2019.
- ARRIGHI, Giovanni. A ilusão do desenvolvimento. Petrópolis: Vozes, 1998.
- BRUECK, C.; LIEFNER, I. China's digital and green (twin) transition: insights from national and regional innovation policies. *Regional Studies*, v. 59, 2024.
- BUAINAIN, A. M.; CORDER, S.; BONACELLI, M. B. M. State capabilities and limits to innovation funding policy in Brazil. In: CASTRO, A. C.; BOSCHI, R. R. (Eds.). State capacities and development in emerging countries. Rio de Janeiro: INCT/PPED, 2020.
- CAO, C.; SUTTMEIER, R. P.; SIMON, D. F. Success in state-directed innovation? Perspectives on China's plan for the development of science and technology. In: PARAYIL, G.; COSTA, A. P. D. (Eds.). The new Asian innovation dynamics: China and India in perspective. New York: Palgrave Macmillan, 2009.
- CÁRIO, S. A. F.; PEREIRA, F. C. B. Inovação e desenvolvimento capitalista: contribuições de Schumpeter e dos neo-schumpeterianos para uma teoria econômica dinâmica. *Revista de Ciências Humanas*, v. 7, n. 1, p. 81–102, 2001.
- CASTRO, Ana Célia. Compared innovation policies and state capabilities: Brazil, China and Argentina. In: CASTRO, Ana Célia; BOSCHI, Renato Raul (Eds.). State capacities and development in emerging countries. Rio de Janeiro: INCT/PPED; CNPq; FAPERJ; Ideia D, 2020.
- CINGOLANI, L. The state of state capacity. UNU-MERIT Working Paper Series, n. 2013-053, 2013.
- DELGADO, I. G. Dilemmas of coordination and state capabilities in industrial policy. In: CASTRO, A. C.; BOSCHI, R. R. (Eds.). State capacities and development in emerging countries. Rio de Janeiro: INCT/PPED, 2020.
- EVANS, Peter B. Embedded autonomy: states and industrial transformation. Princeton: Princeton University Press, 1995.
- EVANS, Peter B.; RAUCH, James. Bureaucracy and growth: a cross-national analysis of the effects of “Weberian” state structures on economic growth. *American Sociological Review*, v. 64, n. 5, p. 748–765, 1999.

GAITÁN, F.; BOSCHI, R. R. Predominant state actors and development coalitions: Brazil and Argentina in comparative perspective. In: CASTRO, A. C.; BOSCHI, R. R. (Eds.). State capacities and development in emerging countries. Rio de Janeiro: INCT/PPED, 2020.

GRAEBER, David; WENGROW, David. O despertar de tudo: uma nova história da humanidade. São Paulo: Record, 2022.

GUPTA, N.; WEBER, C.; PEÑA, V.; SHIPP, S. S.; HEALEY, D. Innovation policies of Brazil. Alexandria: Institute for Defense Analyses, 2013.

HALL, P. A.; SOSKICE, D. (Eds.). Varieties of capitalism: the institutional foundations of comparative advantage. Oxford: Oxford University Press, 2001.

HEILMANN, S. Policy experimentation in China's economic rise. *Studies in Comparative International Development*, v. 43, n. 1, p. 1–26, 2009.

HEILMANN, S.; SHI, L. The rise of industrial policy in China. Cambridge: Harvard Yenching Institute, 2013.

HUI, Yuk. Tecnodiversidade. São Paulo: Ubu Editora, 2020.

JAGUARIBE, A. Compared state capabilities: China and the reform of the national innovation system. In: CASTRO, A. C.; BOSCHI, R. R. (Eds.). State capacities and development in emerging countries. Rio de Janeiro: INCT/PPED, 2020.

LAUER, J.; LIEFNER, I. The role of policy for the emergence of a ‘new energy vehicle’ industry in China: a study on Shenzhen. *Journal of Cleaner Production*, v. 233, p. 563–575, 2019.

MARIUTTI, Eduardo Barros. Dinheiro, técnica, máquinas e acumulação de capital. Texto para Discussão (IE/Unicamp), n. 374, 2020.

MARX, Karl. O capital: crítica da economia política. Livro I. São Paulo: Boitempo, 2013.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. A ideologia alemã. São Paulo: Boitempo, 2007.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. Manifesto do Partido Comunista. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MAZZUCATO, Mariana. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, v. 27, n. 5, p. 803–815, 2018.

MENEZES, Daniel Francisco Nagao; MORAES, Gerson Leite de. Evolución de las políticas de ciencia y tecnología en Brasil durante el gobierno de Dilma: la incorporación de la innovación. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, v. 53, n. 159, p. 1087–1116, set./dez. 2020.

NAUGHTON, Barry. The Chinese economy: transitions and growth. Cambridge: MIT Press, 2007.

- NELSON, R. R. (Ed.). National innovation systems: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- OLIVEIRA, Pedro Rocha de. Discurso filosófico da acumulação primitiva. São Paulo: Elefante, 2024.
- RODRIK, Dani. Industrial policy for the twenty-first century. Cambridge: Harvard University, 2004.
- SANTOS, Fábio Pádua dos. Sistema-mundo moderno, economia de mercado e formação do Brasil contemporâneo. *Economia e Sociedade*, v. 33, n. 2 (81), e251714, 2024.
- SANTOS, Theotonio dos. A teoria da dependência: balanço e perspectivas. Florianópolis: Insular, 2020 [2000].
- SANTOS, Theotonio dos. Desenvolvimento e civilização. Rio de Janeiro: EdUERJ; CLACSO, 2016.
- SCHUMPETER, Joseph A. Capitalismo, socialismo e democracia. São Paulo: Editora Unesp, 2017.
- SIMONSEN LEAL, Carlos Ivan; FIGUEIREDO, Paulo N. Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 3, p. 512–537, maio/jun. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220200583>.
- SO, Alvin Y.; CHIU, Stephen W. The incorporation of China into the capitalist world-system. *Review (Fernand Braudel Center)*, v. 8, n. 1, p. 113–135, 1985.
- SOUZA, C.; FONTANELI, Flávio. Rethinking the concept and the measurement of bureaucratic capacity. In: CASTRO, A. C.; BOSCHI, R. R. (Eds.). State capacities and development in emerging countries. Rio de Janeiro: INCT/PPED, 2020.
- SUZIGAN, Wilson; FURTADO, João. Instituições e políticas industriais e tecnológicas: reflexões a partir da experiência brasileira. *Estudos Econômicos*, v. 40, n. 1, p. 7–41, 2010.
- SUN, Y. T.; CAO, C. Planning for science: China's "grand experiment" and global implications. *Humanities and Social Sciences Communications*, v. 8, n. 215, 2021.
- TILLY, Charles. War making and state making as organized crime. In: EVANS, P. B.; RUESCHEMEYER, D.; SKOCPOL, T. (Eds.). Bringing the state back in. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- VIEIRA, Pedro Antônio. Economia política dos sistemas-mundo. Florianópolis: Insular, 2025.
- WALLERSTEIN, Immanuel. The modern world-system III. San Diego: Academic Press, 1989.
- WEAVER, R. K.; ROCKMAN, B. A. (Eds.). Do institutions matter? Government capabilities in the United States and abroad. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 1993.
- ZHANG, K. H. Industrial policy and technology innovation under the US trade war against China. *The Chinese Economy*, v. 53, n. 3, p. 227–235, 2020.