

VI ENEI Encontro Nacional de Economia Industrial

Indústria e pesquisa para inovação: novos desafios ao desenvolvimento sustentável

30 de maio a 3 de junho 2022

Um mapeamento das capacidades tecnológicas nos principais estados industriais brasileiros a partir de um índice multivariado (2008-2017)

Lázaro Cezar Dias*;
Orlando Martinelli Júnior**

Resumo: A formação econômica do Brasil atuou no último século distribuindo assimetricamente as atividades manufatureiras e concentrando-as no eixo Sudeste-Sul do país. Por meio de abordagem multivariada de análise de componentes principais, e seguindo principalmente referencial teórico neo-schumpeteriano, o objetivo deste artigo é construir indicadores sintéticos que possam mapear capacidades tecnológicas, produtivas e inovativas, nos estados brasileiros mais industrializados (2008-2017). Foram observadas relativas desigualdades e distância significativa entre os índices resultantes. Destaca-se: i) as capacidades tecnológicas relativas permanecem imutáveis em São Paulo, ii) relativamente estáveis em Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, iii) e instáveis nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Ceará, Pernambuco Bahia e Espírito Santo. O estudo possui limitações, haja vista a indisponibilidade de informações para o recorte estadual, que inviabilizam a utilização de mais indicadores na geração dos índices. Contudo, contribui para a compreensão meso-agregada de pormenores geográficos, produtivos e inovativos, da economia brasileira. **Palavras-chave:** Capacidades Tecnológicas; Sistema de Inovação; Desenvolvimento Regional.

Código JEL: O3; O12; C.

Área Temática: 5.7 Indicadores de Ciência, Tecnologia, Inovação

Mapping technological capabilities of the most industrialized states of Brazil: a multivariated index proposal (2008-2017)

Abstract: The Brazil's economic formation, in the last century, distributed manufacturing activities asymmetrically, concentrating them in the Southeast-South regions of the country. Using a multivariate approach, through principal component analysis, following mainly the neo-Schumpeterian theoretical contributions, the objective of this article is to build synthetic indexes that map technological capabilities, productive and innovative, of the most industrialized Brazilian states (2008-2017). It was detected relative inequalities and significant distance between the results. According to the them, technological capabilities have remained unchanged in São Paulo, relatively stable in Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul, and unstable in the states of Amazonas, Pará, Mato Grosso, Ceará, Pernambuco Bahia and Espírito Santo. The study has limitations, given the unavailability of information for state desaggregation, which limits the use of more indicators in the composition of the index. However, it contributes to the understanding of states capabilities, productive and innovative, in the Brazilian economy. **Keywords:** Technological Capabilities; System of Innovation; Regional Development.

* Pós-graduando em Data Science e Analytics na Universidade de São Paulo (USP/Esalq). E-mail: lsr.cezar@gmail.com

** Professor na Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: orlando.martinelli@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Na era da sociedade ou economia do conhecimento, a atividade inovativa torna-se também ainda mais “localizada” e específica, sendo os recursos intangíveis – conhecimento, inovação, cooperação, habilidades e competências – centrais e estratégicos. Salienta-se a ocorrência de “desmaterialização” da economia, processo no qual novos produtos e processos são utilizados e amplamente consumidos sem necessariamente criar novos materiais. A expansão das tecnologias da informação e comunicação (TICs) nas últimas décadas foi crucial nesse processo. Ademais, quando habilidades e competências são subutilizadas, estimula-se o fenômeno da evasão de cérebros (*brain drain*), que tendem a se concentrar nas regiões mais urbanizadas e/ou industrializadas, no caso do Brasil, as regiões metropolitanas dos estados das regiões Sul e Sudeste (CASSIOLATO; LASTRES, 2001; LASTRES; CASSIOLATO, 2007).

No que diz respeito à proximidade geográfica da produção e à divisão do trabalho, as empresas estimulam desdobramentos da cadeia produtiva a montante, principalmente pelo surgimento de fornecedores de matérias-primas, máquinas e equipamentos, peças de reposição e assistência técnica, além de serviços especializados (técnicos, administrativas, financeiros e contábeis). Esta mesma lógica estimula, por outro lado, o desenvolvimento da cadeia produtiva a jusante, através da atração de empresas especializadas nos elos prospectivos e do surgimento de agentes comerciais que levam os produtos para mercados distantes. A sinergia cruzada entre os agentes é estimulada em decorrência, por exemplo: de menores custos de transação e difusão de informações, devido ao contato direto e frequente entre os agentes; da intensificação do processo de inovação tecnológica vinculada tanto ao adensamento quanto aos desdobramentos da cadeia; das externalidades positivas que reforçam a competitividade da indústria local.

No tocante às fontes para a inovação, a depender das características do regime tecnológico, isso pode impactar: i) a própria indústria, via especialmente pela estratégia imitadora; ii) fontes externas à indústria, seja através de investimento em aprendizado e habilidades, para que os funcionários identifiquem e cooptem o conhecimento necessário, seja pela compra de máquinas e equipamentos os quais passarão internamente por pequenos aprimoramentos; iii) os fluxos internos, na própria empresa, na organização de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento ou apreendendo, via *feedbacks* do pessoal ligado à produção.

Uma série de índices a nível empresarial, setorial, local, são apresentados pela literatura (SANTOS, 2012; SANTOS; BASSO; KIMURA, 2012; FASOLIN; PLETSCH; BRIZOLLA; SILVA, 2014; BAPTISTA; PARGA, 2019). Os constructos – por vezes inspirados no Índice Brasileiro de Inovação (IBI) – exploram indicadores em diferentes dimensões inovativas, tendo em conta a heterogeneidades dos *inputs* e *outputs tecnológicos*, mas faz-se latente a necessidade de proposições que possam mensurar a nível regional as atividades econômicas geradoras de inovação e desenvolvimento.

Alternativamente à Pesquisa de Inovação (Pintec), objetiva-se construir indicador agregado que possa mapear capacidades, produtivas e inovativas, nos estados brasileiros mais industrializados, para os anos de 2008, 2011, 2014 e 2017, que faz uso de indicadores ligados a três dimensões, quais sejam: i) Ocupacional, produtiva e setorial da mão de obra, ii) Geração de conhecimento científico e capacitações, iii) Produtiva, industrial e Inovacional. Preponderam-se homogeneidades e/ou dissimilaridades nas capacidades das unidades federativas? Em que estágio se encontram as capacidades acumuladas pelas UFs, em termos dos indicadores mapeados? Há ocorrência de mudança relativa em termos dessas capacidades ao longo do tempo? Entender tais questionamentos faz-se relevante e esse artigo empreende tal esforço.

Apesar das limitações encontradas de indisponibilidade de informações a nível estadual, o artigo contribui na compreensão desagregada dos pormenores geográficos, produtivos e inovativos que quando agregados e interagem criativamente, arranjam sistemas de inovação. Adota-se como grupos geográficos de análise: o estado de São Paulo como o “centro” da atividade industrial nacional, estados “semi-periféricos” (Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul), e os estados da “periferia” (Amazonas, Pará, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Goiás e Mato Grosso). Por meio de abordagem multivariada e da análise de componentes principais (ACP) são construídos índices estaduais a partir dos quais apresenta-se um ranking para cada recorte geográfico e temporal.

O artigo está dividido em 4 seções, a primeira revisita os conceitos a partir de um arcabouço majoritariamente neo-schumpeteriano, na segunda a metodologia para a construção do índice é descrita e a terceira seção apresenta e analisa os resultados. Por fim, uma seção de discussão encerra o artigo.

1.1. CAPACIDADES TECNOLÓGICAS E A PERSPECTIVA SISTÊMICA DA INOVAÇÃO

Ambos Joseph Schumpeter e Karl Marx trataram o progresso tecnológico como fundamentais e necessários à dinâmica evolucionária do capitalismo. O conceito de inovação, tal como as teorias econômicas escritas por autores que revisitaram esses clássicos, modificam e desenvolvem os conceitos – que a princípio tratavam os processos inovativos como função do empresário ou aconteceriam nos laboratórios das grandes empresas. Essa interpretação, tratada como *Tecnology Push* na literatura, transforma-se e a partir de autores como Richard Nelson e Richard Freeman, abrem espaço para uma abordagem não linear dos processos de aprendizado e inovação (SZAPIRO; MATOS; CASSIOLATO, 2021). Essa abordagem entende que a ciência, tecnologia e inovação (CT&I) são geradas e difundidas a partir de uma perspectiva sistêmica – isto é, por um conjunto complexo de diferentes agentes, com funções distintas e com funcionamento guiado pelas características político-institucionais que afetam a dinâmica inovativa e, portanto, o progresso tecnológico.

Essa perspectiva analítica foi introduzida inicialmente para a aplicação em Sistemas Nacionais de Inovação, mas também pode ser utilizada em Sistemas Setoriais, Tecnológicos e Sistemas Locais de Inovação, de acordo com o interesse da aplicação empírica e analítica. O sistema regional de inovação é dessa forma, um arranjo institucional de agentes como empresas, institutos de educação e pesquisa, governo, instituições financeiras que de um ponto de vista geográfico agregativo impulsionam o desenvolvimento das capacidades tecnológicas pré-existentes na região. As diferentes dimensões de variáveis insumo e produto que compõem o índice proposto na próxima seção corroboram as trajetórias dos estados. Como explica Diniz (2009), *spillovers* (transbordamentos) inovativos em países de grande extensão territorial tendem a concentrar-se assimetricamente nas regiões primeiramente industrializadas – para o caso do Brasil, Sudeste e Sul. Ademais, “a questão do diferencial de crescimento deve ser mediatisada não só pela possibilidade de realização do *catching up* tecnológico, mas também pela capacidade de endogeneização do processo inovativo” (CASALI; SILVA; CARVALHO, 2010, p. 530).

A partir de Martinelli e Ruffoni (2020), se observa que, os limites geográficos e territoriais são importantes aspectos que afetam e delineiam a atuação dos diversos atores econômicos em processos inovativos. A literatura nessa perspectiva constata que com a proximidade geográfica, diversos fatores tecnológicos e institucionais, coevoluem a partir de processos de aprendizagem formais e informais, facilitando a elevação do estoque de conhecimento das firmas e o fluxo de inovações.

A partir da referência cultural, das normas sociais de conduta e tradição, a proximidade física entre os agentes permite que os laços de confiança e cooperação se estreitem. Possibilita, assim, a criação de parcerias entre as empresas por meio de associações, compartilhando a qualificação de mão-de-obra, da compra de matérias-primas, máquinas e equipamentos, serviços especializados de logística etc., gerando acesso a competências – que individualmente as firmas não alcançariam – e proporcionando maior eficiência, diferenciação, qualidade, competitividade e lucratividade. Kupfer (1996, p. 8) entende como competitividade “a capacidade de a empresa formular e implementar estratégias concorrentiais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”. As capacitações variam e alteram-se ao longo tempo, explica autor, tendo em vista o caráter limitado dos recursos e a mutação que ocorre internamente à cada empresa de uma indústria.

Outro aspecto relevante no que tange aos sistemas regionais de inovação em níveis de maior agregação, estadual ou regional por exemplo, está atrelado à característica não-linear e multidimensional dos *inputs* e *outputs* inovativos, que perpassam as barreiras geográficas e acessam tecnologias e aprendizados inscritos e dominados por agentes externos ao recorte em questão. Garcia (2017) explica como treinamentos e capacitações *online* (cursos técnicos, graduação, Pós-graduação) revolucionam essas linhas invisíveis territoriais e criam uma realidade no qual o recorte local ou setorial interage constantemente com outras redes internacionais de intercâmbio de informações e conhecimentos.

O estudo pioneiro da lógica da geografia da inovação vem de Alfred Marshall (1890 *apud* KERSTENETZKY, 2004) em Princípios de Economia, quando aborda o contexto da concentração de indústrias especializadas (os “distritos industriais”) em certas localidades como um tipo de organização industrial. Kerstenetzky (2004) explica que na obra *Industry and Trade*, Marshall aprofunda a discussão sobre “distritos industriais” e da geração de economias externas, e tipifica a organização industrial a partir

de um tratamento histórico e institucional das firmas, mercados – estes povoados por firmas heterogêneas em idade e capacitações –, e economias nacionais, ambiente nos quais competição e cooperação coexistem; onde empresas de diferentes tamanhos podem obter vantagens, evitando uma simplória competição com intuito único de expulsão das menores firmas.

O distrito industrial marshalliano configura-se assim como um recorte socioterritorial, onde agentes e firmas atividades realizam trocas de conhecimento e informações. Três economias são comumente observadas, a saber: (i) existência de concentração de mão de obra qualificada com características específicas; (ii) a presença de fornecedores especializados de bens e serviços aos produtores locais, que tendem a reduzir os custos de produção e estimular o desenvolvimento de produtos diferenciados; (iii) *spillovers* ou transbordamentos de novos produtos, de processos e de conhecimento (MARSHALL, 1985; GARCIA, 2006; SUZIGAN, FURTADO, GARCIA e SAMPAIO, 2006; GARCIA, 2017).

A perspectiva sistêmica dos processos inovativos e de desenvolvimento, preconizados por Freeman e que culminaram no conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), tratam de forma interativa e co-evolutiva as atividades produtivas e de inovação, impulsionadas ou travadas pelas instituições vigentes. Estratégias de desenvolvimento que levam em conta essa perspectiva passam, portanto, por compreender que as diversas e heterogêneas capacidades tecnológicas naturalmente interagem nas diversas cadeias econômicas e arranjam sistemas setoriais, locais, regionais e por fim, globais (JOHNSON; EDQUIST; LUNDVALL, 2003).

Nelson e Winter (2005) diferenciam dois ambientes de regime tecnológico, definido como um arranjo de condições de apropiabilidade e oportunidade, conhecimento base relevante e seus respectivos graus de cumulatividade. O primeiro, de base científica, ocorre na presença de oportunidades tecnológicas mais acessíveis. Nesse modelo, as inovações são mais bem apropriadas pelas firmas, o que tende a implicar em ganhos de produtividade e crescimento da firma. Por outro lado, o regime de tecnologia de base cumulativa carece de maior esforço para que as tecnologias sejam acessadas, ligado ao processo de inovação tecnológica incremental. Nesse contexto há uma tendência maior à concentração de mercado, comparado ao caso anterior (GUIDOLIN, 2007).

No plano analítico da firma, Kerstenetzky (2004) explica que para Marshall (1985), para além de acumular capital, a firma é acumuladora de capacitações, de conhecimento, desenvolve sua organização interna (divisão e hierarquia do trabalho), estabelece e amplia sua clientela. Trata-se de uma aproximação na qual o ambiente empresarial é tratado como em permanente mudança. A inovação é elemento transformador estrutural (DOSI, 1982). Diferentes capacidades de produção e de inovação por parte das firmas são determinadas a partir das assimetrias, que mais fortemente determinam o sentido e a temporalidade das transformações estruturais. A dinâmica das estruturas industriais está relacionada tanto às assimetrias existentes, quanto àquelas que surgirão a partir das mudanças técnicas futuras (DOSI, 1984; HELLER, 1991).

A concentração e a acumulação de recursos físicos e sociais, capacita e dinamiza o processo inovativo, tendendo simultaneamente à competição e ao monopólio. À competição porque novos produtos tendem, como reiterado por diversos autores, à imitação, cópia, adaptação e, ao monopólio porque garantidos os lucros inovativos, as empresas maiores tenderão a assimilar menores firmas, já que possuem maior margem e caixa para guerras de preços e estratégias de investimento em P&D (FIGUEIREDO, 2004; GUIDOLIN, 2007).

A contribuição de Lazonick (2001) ao debate vai no sentido de identificar os meios pelos quais capacidades dinâmicas orientam a empresa para responder estrategicamente na presença de concorrentes em potenciais e outras barreiras inerentes ao mercado e ao ambiente social. No tocante às condições sociais, o argumento do autor parte do princípio que as firmas são estruturas sociais incorporadas, por sua vez apensadas em ambientes institucionais amplificados. As condições industriais o autor subdivide em grupos: i) condições tecnológicas: capacidades produtivas, incorporados em ambos capital social e físico; ii) condições de mercado (em termos de quantidade, qualidade e preço), atreladas à demanda existente para produtos de uma indústria e a oferta existente de insumos e fatores de produção na economia; iii) condições competitivas, nesse caso, referem-se à capacidade diferencial das firmas (medido em termos de produtividade e custos) em uma indústria para transformar recursos produtivos [incluídas aqui as condições de mercado] em produtos geradores de receitas. Há uma trifurcação no tocante às condições

organizacionais: i) condições estratégicas, estrutura de controle interno à empresa sobre a alocação de recursos financeiros, físicos e humanos; ii) condições cognitivas, conhecimento e habilidade acumulados; iii) condições comportamentais, conjunto de incentivos e motivações aos participantes na empresa para usar seu conhecimento e habilidades no desenvolvimento e utilização dos recursos produtivos (LAZONICK, 2001).

No que diz respeito às condições institucionais, o autor as subdivide em financeiras, de emprego e regulamentares. A primeira determina as maneiras pelas quais uma sociedade aloca e distribui recursos financeiros aos estados, empresas e indivíduos para investimento e consumo. As condições de emprego determinam como uma sociedade desenvolve as capacidades das forças de trabalho no presente e no futuro (educação, pesquisa e sistemas de formação), incluindo a disponibilidade de emprego, regime trabalhista e remuneração. Por último, mas não menos importante, as condições regulamentares determinam como uma sociedade atribui direitos e responsabilidades para diferentes grupos de pessoas sobre a gestão de recursos da sociedade produtiva, incluindo recursos humanos, e como ela impõe restrições sobre o desenvolvimento e utilização destes recursos (LAZONICK, 2001).

Ainda sobre a perspectiva da firma, a proposta de Lall (1992 apud Reichert et al., 2011) para a mensuração de capacidades tecnológicas é amplamente difundida. Três são os níveis de capacidades propostos: i) básico, atrelada à capacidade de adaptação tecnológica, na busca pela eficiência no processo produtivo, por meio de aprendizados informais e que colaboram na resolução de entraves rotineiros no nível empresarial; ii) intermediário, estágio no qual aprimoramentos são viabilizados por conhecimento científico e rotinização de processos e; iii) avançado, onde a inovação é constantemente buscada, e os empregados se envolvem em atividades de pesquisa básica e P&D na criação de novos produtos e novos processos, mais sofisticados, complexos e utilizando alta tecnologia.

Segundo Fransman e King (1987, *apud* Reichert et al., 2011, tradução nossa), as capacidades tecnológicas envolvem as seguintes atividades: a) busca por alternativas de tecnologias viáveis; b) seleção das tecnologias que melhor se adequam; c) domínio da tecnologia; d) adequação da tecnologia às condições produtivas específicas; e) desenvolvimento de tecnologia por meio inovações incrementais; f) busca institucionalizada das inovações radicais (*major innovations*) e; g) realização de pesquisa básica.

Quadro 1 – Matriz de capacidades tecnológicas de Lall (resumida)

GRAU DE COMPLEXIDADE		CONEXÕES DENTRO DA ECONOMIA
BÁSICO	SIMPLES ROTINEIRO (BASEADO NA EXPERIÊNCIA)	AQUISIÇÃO LOCAL DE BENS E SERVIÇOS, TROCA DE INFORMAÇÕES COM FORNECEDORES
INTERMEDIÁRIO	ADAPTATIVO, DUPLICATIVO	TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DOS FORNECEDORES LOCAIS, PROJETO COORDENADO, CONEXÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AVANÇADO	INOVATIVO, ARRISCADO	CAPACIDADE DE MUDANÇA, COOPERAÇÃO EM P&D, LICENCIAMENTO DE TECNOLOGIA PRÓPRIA PARA OUTROS

Elaboração própria. Fonte: Adaptado de Lall (1992).

A experiência recente de industrialização dos países periféricos ao importarem máquinas e equipamentos de outros países mais desenvolvidos, ajudaram inclusive a alicerçar o conceito de aprendizado adaptativo, já que evidencia o caráter tácito da tecnologia. O Quadro 1 apresenta a matriz de capacitações de Lall (1992), quanto ao grau de complexidade e nível de esforço desprendido em cada nível. Queiroz (2006) salienta o discernimento da capacidade operacional, muito mais ligada ao *know-how* (saber como) da capacidade inovadora, mais relacionada ao conceito de *know-why* (saber porquê).

É comum que os países periféricos demonstrem apenas o primeiro grau de complexidade. Um esforço importante citado pelo autor, mas também por outros (EVANS, 1995; ZUCOLOTO, 2010) está no esforço protecionista, tal como empreitado pela Coréia do Sul entre 1970-190, de acumular capacidades e

gerar vantagens competitivas em empresas de setores estratégicos como tecnologia da informação (TI), investindo massivamente concomitantemente em educação, básica e superior, e desenvolvimento tecnológico. É preciso compreender, segundo esses autores, que o acúmulo de conhecimento e capacidades pelos países depende de um esforço conjunto entre empresas, governo e demais instituições públicas e privadas. Ademais, o investimento por si só não é capaz de garantir que a etapa avançada da matriz de capacitações de Lall seja alcançada (QUEIROZ, 2006). Configura uma condição necessária, mas não suficiente, na forma desse célebre jargão economês.

Os países em desenvolvimento têm, em geral, nas multinacionais estrangeiras – que internalizam nos países ricos os laboratórios de P&D e mantêm plantas industriais em países pobres ou menos desenvolvidos – uma das formas centrais de acesso à tecnologia industrial. Para o contexto brasileiro, tendo em vista a maior presença das subsidiárias nas UFs central (São Paulo) e semiperiféricas (Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul), tais empresas e, portanto, tais estados têm vantagens nos processos de aprendizagem e cumulatividade de capacidades (COSTA, 2003). Ademais, as investidas desenvolvimentistas do Estado brasileiro no último século focaram mais na importação de tecnologias e, por conseguinte, no aprendizado adaptativo, negligenciando políticas para consolidar grupos nacionais fortes e a aprendizagem voltada para o desenvolvimento regional e local (COSTA, 2003).

Costa (2003) mensura duas dimensões das capacidades tecnológicas, as funcionais e as metacapacidades. A primeira está associada às capacidades de operação, de melhoria e de geração, já a segunda às capacidades para aprender, para interagir e para monitorar. Para a autora, “as capacidades funcionais influenciam a realização de atividades associadas ao sistema de produção, e as metacapacidades influenciam a dinâmica do sistema de conhecimento” (COSTA, 2003, p. 131). Para o contexto da indústria manufatureira brasileira, o estudo identifica processo moderado de capacitação tecnológica, níveis baixos de capacidade de melhoria, de geração e de intenção e, acumulação razoável de capacidade de operação, estando o aprendizado tecnológico concentrado e sendo conduzido nas subsidiárias estrangeiras.

Fonseca e Figueiredo (2014) e Figueiredo, Andrade e Britto (2010) diferenciam capacidades de produção e de inovação. A primeira relaciona-se com atividades rotineiras e operativas da firma, e busca uma otimização de tecnologias físicas e sociais disponíveis à firma. A segunda atrela-se ao caráter de busca e geração inovativas, associando-se mais intimamente às mudanças de paradigma tecnológico. Opta-se por não utilizar tal diferenciação no índice proposto, já que as capacidades em nível regional agregam os dois grupos em um emaranhado capacitacional e institucional o qual embrionariamente relaciona-se ao processo de desenvolvimento regional. A discussão dos resultados, todavia, utiliza da diferenciação proposta por esses autores para qualificar a análise dos resultados.

A capacidade de aprendizado das economias de mercado é o ponto de intersecção entre os níveis micro da firma e o nível agregado, seja em um sistema de inovação ou acordos internacionais para depósito e concessão de patentes. Ademais, não é suficiente desenvolver somente novos aprendizados, é necessário reciclar ao longo do tempo habilidades enrijecidas e fomentar *skills* adaptativas. Lundvall e Nielsen (1999) explicitam a íntima relação bi causal entre aprendizagem e mudança. Nesse contexto, há agentes ativos no caso da promoção da mudança e passivos, para os quais a mudança é imposta. Os transbordamentos e interações, dinâmicos e inerentes aos sistemas, transportam o novo aos contextos de atuação passiva na caminhada tecnológica, distribuindo simétrica ou assimetricamente – a segunda forma para o caso do Brasil – os custos dessas transformações.

A variabilidade das capacidades tecnológicas estaduais podem estar, consoante Bell e Pavitt (1993), relacionadas a três aspectos: i) profundidade e a intensidade da acumulação nas empresas industriais, ii) estrutura de acumulação em termos de capacidades intra-firms e de infraestrutura, e a interação entre as duas; iii) complementaridade entre as tecnologias importadas e acumuladas localmente. Ou seja, deve ser construído um arcabouço político-institucional direcionado à mudança, vinculado às políticas setoriais e regionais de estímulo ao *catching-up* tecnológico.

A partir desse painel teórico geral, uma ressalva deve ser levada em conta. As abordagens de capacidades tecnológicas e sistemas de inovação, desde sua concepção, apresentam limitações quando a análise se trata de países em desenvolvimento, tal como os links e interações entre arranjos produtivos locais e regionais mencionados, entendendo que o arcabouço político-institucional dessas economias é prematuro quando comparado ao de países avançados, centrais ou mais desenvolvidos. A literatura tem

adoptado abordagens comparativas ou de caráter *ex-ante*, identificando fragilidades das economias menos desenvolvidas em comparação aos sistemas de inovação já consolidados, com enfoque na construção dessas capacidades tecnológicas e promoção de sistemas de inovação (LUNDVALL; JOHNSON; ANDERSEN; DALUM, 2002).

Como se pôde perceber, o *locus* principal da literatura que trata o tema das capacidades tecnológicas parte da firma, mas não se limita a ela. A análise mesoeconômica pleiteada nesse artigo, visa contribuir de forma complementar às abordagens analíticas no nível empresarial e às que tratam dos sistemas regionais ou nacionais de inovação. São utilizados um conjunto heterogêneo de indicadores na construção dos índices. Como resultantes, os índices constituem *proxies* que, de forma comparativa, buscam identificar: i) capacidades tecnológicas, operacionais e inovativas; ii) assimetrias regionais, em termos relativos, das capacidades mensuradas pelos indicadores em questão.

1.2. FONTES E BASE DE DADOS E METODOLOGIA

Esta seção subdivide-se em momentos. Primeiramente, o recorte ocupacional e setorial para as atividades da dimensão Ocupacional, produtiva e setorial da mão-de-obra é apresentada na subseção 1.2.1. Fontes e base dos indicadores mapeados são apresentadas na 1.2.2. A metodologia da análise de componentes principais é descrita na seção 1.2.3.

As fontes para os dados coletados são a Relação Anual de Informações Sociais, a Pesquisa Industrial Anual (PIA-Empresa), o Censo da Educação Superior, o Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovações e o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Válido dizer que todos os indicadores foram ponderados pelo desvio padrão, antes da operacionalização que por fim geraram os índices. Médias e desvios-padrão das variáveis estão dispostas no Anexo B.

1.2.1. O recorte ocupacional e setorial

Duas são as propostas de constructo, que exploram o caráter sistêmico e a interdependência das dimensões consideradas, tendo em vista inclusive, a literatura teórica e empírica que verificam essas relações. A partir da padronização de Cavalcante (2014) para a indústria de transformação, selecionam-se empregos conforme a classificação da OCDE. Consoante Garcia, Silva e Righi (2011), são elencados empregos qualificados de todos os setores econômicos, indústria, comércio, serviços, agropecuária e construção civil. Os demais indicadores são mantidos para os dois índices. Dessa forma, o índice gerado a partir da OCDE tem um caráter mais setorial – para as atividades da indústria de transformação – quando comparado ao índice gerado a partir dos empregos qualificados. A relação das atividades e códigos na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) ou na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) para cada classificação está disponível nos textos-base citados.

A classificação da OCDE tem como fundamento a noção de regime de aprendizagem tecnológica, e os parâmetros são obtidos pela razão entre as despesas em pesquisa e desenvolvimento e o valor adicionado, incluso compras de bens intermediários e de capital. Em outros termos, mede a intensidade de P&D (gasto em P&D/valor adicionado ou gasto em P&D/produção), e elenca as atividades em quatro grupos, os quais baixa, média-baixa, média alta e alta (CAVALVANTE, 2014).

Garcia, Silva e Righi (2011) selecionam famílias identificadas na CBO 2002, que possuem perfil técnico-científico, ocupações nas quais os trabalhadores desenvolvem atividades relacionadas à CT&I. Esses empregos reúnem profissionais detentores de conhecimentos tácitos essenciais ao processo inovativo (GARCIA, SILVA, RIGHI, 2011) e estão distribuídos em três categorias, operacionais, técnicos e tecnológicos.

1.2.2. Fontes e Base dos Dados

O Quadro 2 resume o conjunto das 15 variáveis utilizadas na construção dos índices propostos. Para os anos de 2008, 2011, 2014 e 2017 opta-se, por meio de análise fatorial (AF) por componentes principais, compreender as capacidades tecnológicas das unidades da federação mais industrializadas, tendo como resultantes índices que podem ser interpretados como a variação total das variáveis originais. Conforme

ressaltado em Tolentino, Silva e Rocha (2016), a combinação entre as diferentes dimensões e suas variáveis concernentes é extraída da própria estrutura dos dados, fazendo dessa uma técnica menos arbitrária quando comparada a outros métodos e abordagens econométricas.

Quadro 2 – Indicadores (variáveis) para mensuração dos índices

Dimensão	Variável	Descrição	Fonte
Ocupacional, produtiva e setorial da mão de obra	Baixa	Número total de empregos em indústrias de baixa intensidade tecnológica (OCDE)	RAIS
	Mbaixa	Número total de empregos em indústrias de média-baixa intensidade tecnológica (OCDE)	RAIS
	Malta	Número total de empregos em indústrias de média-alta intensidade tecnológica (OCDE)	RAIS
	Alta	Número total de empregos em indústrias de alta intensidade tecnológica (OCDE)	RAIS
	operacionais	Número total de empregos operacionais do estado no ano em questão (GARCIA; SILVA; RIGHI, 2011)	RAIS
	Técnicos	Número total de empregos técnicos do estado no ano em questão (GARCIA; SILVA; RIGHI, 2011)	RAIS
	tecnologicos	Número total de empregos tecnológicos do estado no ano em questão (GARCIA; SILVA; RIGHI, 2011)	RAIS
Geração de conhecimento científico e capacitações	Univ	Número total de instituições de ensino superior no estado (Federais, Estaduais, Municipais e Privadas)	Censo da Educação Superior (INEP)
Produtiva, industrial e inovacional	empresas	Número de unidades locais (Indústria da Transformação)	PIA-EMPRESA
	Transf	Valor da transformação industrial (Mil Reais)	PIA-EMPRESA
	Bruto	Valor bruto da produção industrial (Mil Reais)	PIA-EMPRESA
	Receita	Receita líquida de vendas de atividades industriais (Mil Reais)	PIA-EMPRESA
	Patentes	Patente de Invenção	INPI; Ministério da CT&I/INPI
	utilidade	Modelo de Utilidade	INPI; Ministério da CT&I/INPI
	Adição	Certificado de Adição	INPI; Ministério da CT&I/INPI

Fonte: Elaboração própria.

Os dados foram obtidos de forma secundária, conforme cada base descrita na terceira coluna do quadro de variáveis. O método privilegiado, a ACP é capaz de resumir uma série de indicadores associados e correlacionados e dessa forma, facilita a análise do conjunto de variáveis em questão. Três são as dimensões que comportam os indicadores, (i) Ocupacional, produtiva e setorial da mão de obra, ii) Geração de conhecimento científico e capacitações e, iii) Produtiva, industrial e inovacional. Após as estimativas,

os índices são apresentados ranqueados e cartograficamente, a partir de mapas elaborados no *software Quantum-Gis* (Q-Gis), na próxima seção.

As informações da RAIS, disponibilizadas na plataforma Dardo, para além de sua utilização em políticas públicas de Estado, são amplamente utilizadas em pesquisas acadêmicas, nacionais e internacionais, devido à sua robustez informacional, grau de abrangência territorial e desagregação (IJSN, 2019). A base de dados oferece estatísticas para o mercado formal de trabalho tais como número total de empregos ativos por atividade econômica, por códigos da Classificação Brasileira Ocupações (CBO), por municípios etc., dentre outras informações como remunerações, escolaridade, sexo do trabalhador, idade.

Realizado anualmente, o Censo da Educação Superior reúne informações das instituições de ensino superior brasileiras, as quais: cursos ofertados presencialmente ou à distância, vagas oferecidas, ingressantes e concluintes, para além de indicadores associados à atividade docente e administrativa. As universidades públicas e privadas são instituições fundamentais de apoio na capacitação da mão de obra e na atividade inovativa. A inclusão desses indicadores na dimensão Geração de conhecimento científico e capacitações explícita e reforça essa importância.

De acordo com IBGE (2017), a PIA-Empresa tem por objetivo identificar as características estruturais básicas do segmento empresarial da atividade industrial no País. Seus resultados constituem referência para a análise das atividades que compõem este segmento, para além de oferecer subsídios para o Sistema de Contas Nacionais em estimativas de valor da produção, consumo intermediário, valor adicionado, formação de capital e pessoal ocupado. A dimensão Produtiva, industrial e inovacional também abrange indicadores do Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI), órgão vinculado ao Ministério da Economia cuja missão é estimular a inovação e a competitividade e que oferece serviços tais como registros de marcas, desenhos industriais, programas de computador, as concessões de patentes etc. Patentes são direitos concedidos ao criador de um produto ou processo útil, inventivo e novo, que permite a exclusão de outros agentes em sua produção, utilização, venda ou importação (ZUCOLOTO, 2010).

Esmiúça-se as dimensões: i) **Dimensão ocupacional, produtiva e setorial da mão de obra:** se beneficia da desagregação por atividades econômicas (CNAE e CBO, pelas quais foram filtrados os empregos) da Plataforma Dardo para a análise produtiva/setorial das UF's. Com isso, atribui-se mais margem analítica à primeira dimensão, criando proxies que sublinham os fenômenos do aprendizado, dotação e geração de *skills* e capacidades e regime tecnológicos, e o papel do conhecimento na dinâmica inovativa; ii) **Dimensão geração de Conhecimento científico e capacitações:** os indicadores ligados à distribuição de instituições de ensino superior (IES), públicas e privadas brasileiras desempenham múltiplas funções na espiral inovativa, capacitando a mão de obra regional, realizando atividade de incubação de empresas no entorno do *campus*, ou desenvolvendo patentes através de pesquisas científicas básicas e aplicadas, financiadas pelo Estado e/ou iniciativa privada. Essa interação entre governos, universidades e indústria é tratada na literatura no conceito de Tripla Hélice (HT), conceito que pode aparecer em outras contribuições teóricas como Hélice Quadrupla, ou Hélice Quíntupla, a depender dos agentes envolvidos (RUFFONI; MELO; SPRICIGO, 2021). iii) **Dimensão Produtiva, Industrial e Inovacional:** As informações obtidas através da Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA), do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações completam o banco de dados da análise. O setor industrial, como frisado pelos neo-schumpeterianos é *lócus* onde ocorrem inovações radicais (*major innovations*) e inovações incrementais.

São reconhecidas as limitações das proxies como patentes e modelos de utilidade ou adição em economias em desenvolvimento ou de capitalismo periférico no dimensionamento de capacidades tecnológicas, tal como apontado por Figueiredo (2005). Entretanto, o esforço empírico empreendido pelo artigo é exitoso ao comportar indicadores de diferentes dimensões das capacidades de produção e de inovação, compreendendo o caráter sistêmico da inovação e do desenvolvimento. Ademais, o uso de diferentes recortes temporais e geográficos permite, para além de fotografias conjunturais, resultados que podem sugerir alternâncias.

1.2.3. O modelo estatístico multivariado

Os processos inovativos são complexos e multidimensionais. Os conceitos explorados na seção

anterior, tal como as habilidades dos trabalhadores, os resultados inovativos na forma de patentes, a presença ou ausência de universidades relacionam-se e ajudam a compor as capacidades tecnológicas regionais das unidades da federação. Os índices construídos, tal qual propõe-se, exploram essa relação de interdependência, e colaboram para o entendimento dos fenômenos. Os índices explorados pela literatura utilizam métodos agregativos distintos. As propostas metodológicas alinharam-se às teorias privilegiadas pelos pesquisadores. O método multivariado de CP explora a interdependência de um conjunto amplo e heterogêneo de variáveis, nesse caso específico, faz uso de variáveis insumo e produto na dinâmica produtiva e inovativa dos estados. Essa seção se dedica a explicar o passo a passo metodológico dos índices gerados e expostos na próxima seção.

A priori, é montada uma matriz de covariância entre as variáveis, a partir da qual uma matriz de correlação é obtida. Determinam-se os autovalores e os auto-vetores da matriz de covariância, de modo que os autovetores são normalizados. Por fim, a partir de ponderação das componentes dos autovalores são obtidos os componentes principais e a variância explicada de cada componente matricial (FÁVERO; BELFIORE, 2017). A técnica viabiliza a redução de muitas variáveis em um menor número de fatores, conforme Manly (2008):

$$X_p = l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pj}F_j + \varepsilon_p \quad (1)$$

onde X_p indica a p -ésima variável do modelo; l_p representa o produto da raiz quadrada dos autovalores da matriz de correlações pelos autovetores da raiz de correlações; F_j indica os j -ésimos fatores e ε_p indica a p -ésima combinação linear dos componentes principais z_{j+1} a Z_p .

As 15 variáveis dispostas no Quadro 2 foram submetidas aos procedimentos generalizados da AF, pelos quais foram gerados escores fatoriais e os índices construídos. Tais procedimentos podem ser representados na forma, conforme Mingoti (2005):

$$I_m = \sum_{j=1}^p \left(\frac{\sigma_j^2}{\sum_{j=1}^p \sigma_j^2} F_{jm} \right) \quad (2)$$

em que I_m é o índice das capacidades tecnológicas da m -ésima Unidade de Federação brasileira, σ^2 é a variância explicada pelo fator j ; p é o número de fatores selecionados; $\sum_{j=1}^p \sigma_j^2$ representa o somatório das variâncias explicadas pelos p fatores extraídos e F_{jm} é o escore fatorial da UF m , do fator j .

Kubrusly (2001) explica que a solução é qualificada pela proporção da variância total contida na primeira componente C_i , tanto melhor quanto maior a proporção (comunalidade). As comunalidades são ajuntamentos das variâncias (correlações) de cada variável explicada pelos fatores. Quanto maior a comunalidade maior é o poder de explicação daquela variável pelo fator. O primeiro componente é o mais significativo em ordem de relevância em comparação às demais. Fávero e Belfiore (2017) apresentam dois testes que são comumente utilizados para testar a significância estatística da matriz de correlação, os quais, a estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o Teste de Esfericidade de Bartlett (BTS). O KMO fornece a proporção de variância considerada comum às variáveis na amostra, conforme:

$$KMO = \frac{\sum_{l=1}^k \sum_{c=1}^k \rho_{lc}^2}{\sum_{l=1}^k \sum_{c=1}^k \rho_{lc}^2 + \sum_{l=1}^k \sum_{c=1}^k \varphi_{lc}^2} \quad (3)$$

onde l são as linhas e c as colunas da matriz de correlações ρ das variáveis do modelo, já φ correspondem aos coeficientes de correlação de ordem superior das variáveis do modelo. Para a aprovação do método no teste KMO, é indicado que o valor seja superior a 0,6. No entanto, conforme a literatura especializada (MINGOTI, 2005; FÁVERO; BELFIORI, 2017), o KMO pode variar entre 0 e 1, de modo que quanto mais próximo de 1, mais adequado é o modelo.

O Teste de Esfericidade de Bartlett pode ser expresso conforme a equação 4 (FÁVERO;

BELFIORE, 2017):

$$X_{Bartlett}^2 = \left[(n - 1) - \left(\frac{2k + 5}{6} \right) \right] \ln|D| \quad (4)$$

onde n representa o tamanho da amostra, k o número de variáveis, $|D|$ representa o módulo do determinante da matriz de correlações ρ das variáveis que compõem o índice. O teste, que segue distribuição Qui-quadrada, verifica se a matriz de correlações é igual à uma matriz identidade, e testa as hipóteses:

$$\begin{cases} H_0: P_{pXp} = I_{pXp} \\ H_1: P_{pXp} \neq I_{pXp} \end{cases} \quad (5)$$

onde P_{pXp} é a matriz de correlação e I_{pXp} é a matriz identidade. Para que os dados sejam adequados, deve-se rejeitar H_0 , hipótese que indica que a matriz de correlações é uma matriz identidade.

A grande maioria dos índices construídos são apresentados com valores no intervalo de 0 a 1. Destarte, confirmada a adequabilidade do método a partir dos testes expostos, e da geração do (s) fator (es), os resultados dos índices podem ser padronizados conforme:

$$I_m = \frac{I_m - I_{min}}{I_{máx} - I_{min}} \quad (6)$$

em que I_{min} e $I_{máx}$ são, respectivamente, os índices mínimo e máximo calculados. Os índices propostos, que mapeiam as capacidades tecnológicas dentro de recortes geográficos estaduais, são gerados a partir da combinação linear das variáveis de maior variância. Quanto mais se aproxima de 1, maior o nível de capacitações, produtivas e tecnológicas da UF. Ao aproximar-se de 0, o oposto ocorre.

Na geração dos fatores deste artigo em questão foi utilizada a rotação fatorial ortogonal *varimax*. Segundo Hair Jr. et al (2009), essa técnica possibilita visualização mais clara da associação entre as variáveis.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção subdivide-se em duas partes. As estimativas análise de componentes principais, que resultaram nos índices anuais para as capacidades tecnológicas na subseção 1.3.1. Na sequência, utiliza-se os resultados na construção de um *ranking* e mapas, que dão um panorama geral e sistêmico da dinâmica das capacidades das UFs mais industrializadas.

1.3.1. Resultados da análise de componentes principais

Os valores obtidos no teste KMO (overall), superiores a 0,70, e as estatísticas do teste de Bartlett (Tabela 1), explicitam resultados estatisticamente significativos para todos os índices calculados.

Tabela 1 – Estatística KMO e Teste de Bartlett

Ano	Estatística KMO							
	2008		2011		2014		2017	
	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE
Overall	0,8085	0.7259	0.7016	0.7454	0.7421	0.7144	0.7104	0.6684
Teste Bartlett	482.97	558.31	503.28	534.12	497.35	543.94	509.50	533.50
P-valor	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da ACP. Nota: a sigla CT&I se refere aos empregos qualificados e OCDE ao grupo de empregos ligados à classificação da OCDE.

Rejeitou-se a hipótese nula de matriz identidade e a correlação entre as variáveis foi confirmada. Em outros termos, a análise fatorial de componentes principais é adequada ao estudo. Após essa etapa, prosseguiu-se para as estimativas dos fatores comuns.

Fazendo uso do método de rotação *varimax*, que maximiza a variância do fator, foi obtido um componente único que compôs o I_m (equação 6), que resumiu o conjunto de indicadores, tanto no índice construído a partir da seleção da OCDE quanto para a seleção de empregos qualificados. Na ACP, quanto mais indicadores se utiliza, mais fatores costumam ser gerados, sendo que o primeiro fator agrupa a maior parte do escore fatorial dos indicadores. Para o índice de capacidades tecnológicas, o primeiro e único fator gerado explica a variância total dos dados, em média, nas estimativas que fizeram uso dos empregos qualificados ligados à CT&I, 96,34% e, nas estimativas que fizeram uso da classificação da OCDE, 95,53%. Os valores das comunalidades estimadas estão dispostas na Tabela 2. Após essa etapa, os dados foram padronizados e geraram o índice. A coluna Proporção indica a proporção da variância explicada pelos índices, todas superiores a 0,95.

Tabela 2 – Autovalores e comunalidades

		Autovalor	Proporção (comunalidade)
Fator 1 (I_m)	2008	CT&I OCDE	10,6113 11.53441
	2011	CT&I OCDE	10.53785 11.40231
	2014	CT&I OCDE	10.57317 11.42717
	2017	CT&I OCDE	10.66728 11.49071

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da ACP. Nota: a sigla CT&I se refere aos empregos qualificados e OCDE ao grupo de empregos ligados à classificação da OCDE.

A análise de componentes principais gerou dois casos em dois limites opostos. O Pará teve como resultados 0,0 para os dois índices construídos, e São Paulo 1,0. Na semiperiferia os melhores resultados foram para o estado de Minas Gerais, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina. Analisando o ranking apresentado na sequência, se nota o destaque da Bahia e Ceará dentro do grupo de estados periféricos à dinâmica industrial ou de industrialização incipiente (Quadro 3).

Tabela 3 – Resultados da análise factorial por componentes principais

Grupo	UF	2008		2011		2014		2017	
		CT&I	OCDE	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE
Centro	São Paulo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Minas Gerais	0,2565	0,2349	0,2469	0,2392	0,2526	0,2475	0,2661	0,2666
Semi-periferia	Rio de Janeiro	0,1640	0,1291	0,2008	0,1572	0,1746	0,1399	0,1624	0,1333
	Paraná	0,1666	0,1765	0,1798	0,1902	0,1780	0,1902	0,2003	0,2118
Periferia	Santa Catarina	0,1116	0,1349	0,1255	0,1488	0,1344	0,1594	0,1323	0,1612
	Rio Grande do Sul	0,2005	0,2043	0,1930	0,2021	0,2085	0,2152	0,2100	0,2175
Periferia	Amazonas	0,0162	0,0310	0,0176	0,0392	0,0173	0,0386	0,0099	0,0309
	Pará	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Periferia	Ceará	0,0339	0,0286	0,0141	0,0270	0,0149	0,0283	0,0184	0,0315
	Pernambuco	0,0283	0,0264	0,03581	0,0340	0,0359	0,0371	0,0340	0,0383
Periferia	Bahia	0,0645	0,0557	0,0616	0,0555	0,0648	0,0601	0,0644	0,0618
	Espírito Santo	0,0118	0,0155	0,0131	0,0181	0,0114	0,0186	0,0091	0,0180
Periferia	Mato Grosso	0,0013	0,0057	0,0059	0,0107	0,0073	0,0125	0,0013	0,0090
	Goiás	0,0192	0,0320	0,0274	0,0429	0,0350	0,0510	0,0408	0,0544

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da ACP.

A partir da classificação de ocupações qualificadas (CT&I), Minas Gerais teve seu melhor resultado em 2017 (0,2661), Rio de Janeiro em 2011 (0,2008), Paraná em 2017 (0,2118), Santa Catarina em 2014 (0,1344), Rio Grande do Sul em 2017 (0,2100), Amazonas em 2014 (0,0173), Ceará em 2011 (0,0339), Pernambuco em 2014 (0,0359), Bahia em 2014 (0,0648), Espírito Santo em 2011 (0,0131), Mato Grosso em 2014 (0,0073) e Goiás em 2017 (0,0408). Para a classificação da OCDE, os melhores resultados concentraram-se no ano de 2017. Minas Gerais em 2017 (0,2666), Rio de Janeiro em 2011 (0,1572), Paraná em 2017 (0,2118), Santa Catarina em 2017 (0,1612), Rio Grande do Sul em 2017 (0,2175), Amazonas em 2014 (0,0386), Ceará em 2017 (0,0315), Pernambuco em 2017 (0,0383), Bahia em 2017 (0,0618), Espírito Santo em 2014 (0,0186), Mato Grosso em 2014 (0,0125), Goiás (0,0544).

Conforme exposto na Tabela 3, para os quatro recortes temporais, e a partir das estimativas realizadas para cada uma das distintas classificações, de empregos qualificados e da OCDE, os dois índices agregados apresentaram similaridades de grandeza nos estados, para além dos limites extremos e opostos, o caso do Pará e o de São Paulo. Os principais resultados são discutidos a seguir.

1.3.2. As capacidades tecnológicas dos estados mais industrializados

A partir dos resultados da Tabela 1, com os resultados da ACP, elaborou-se o Quadro 3, com um ranking do índice das capacidades tecnológicas, construído para as quatorze unidades da federação mais industrializadas. Os resultados dos dois índices calculados demonstram uma significativa concentração das capacidades produtivas e inovativas no eixo Sudeste-Sul do país. São Paulo ocupando a primeira posição, vide o resultado máximo dos índices obtidos para esse estado. Na semiperiferia da dinâmica produtiva e inovativa nacional, Minas Gerais ocupa o 2º lugar e o Paraná o 4º. Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Santa Catarina transitam entre a terceira e a sexta colocação. A magnitude dos resultados dos índices e disposição dos estados das seis primeiras colocações reafirma a adequabilidade dos grupos grupo de análise – centro, semiperiferia e periferia – utilizados analiticamente nesse estudo.

Quadro 3 – Ranking elaborado a partir dos resultados obtidos na ACP

Ranking	2008		2011		2014		2017	
	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE	CT&I	OCDE
1º	SP							
2º	MG							
3º	RS	RS	RJ	RS	RS	RS	RS	RS
4º	PR	PR	RS	PR	PR	PR	PR	PR
5º	RJ	SC	PR	RJ	RJ	SC	RJ	SC
6º	SC	RJ	SC	SC	SC	RJ	SC	RJ
7º	BA							
8º	CE	GO	PE	GO	PE	GO	GO	GO
9º	PE	AM	GO	AM	GO	AM	PE	PE
10º	GO	CE	AM	PE	AM	PE	CE	CE
11º	AM	PE	CE	CE	CE	CE	AM	AM
12º	ES							
13º	MT							
14º	PA							

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da ACP. Nota: a sigla CT&I se refere aos empregos qualificados e OCDE ao grupo de empregos ligados à classificação da OCDE.

Também é possível notar que, no grupo de estados periféricos, os destaques são Bahia, ocupando o sétimo lugar, e Ceará, Goiás, Pernambuco e Amazonas, que transitam da oitava à décima primeira colocação. A relativa e significativa distância – tal como a visível estagnação desses estados no ranking construído – entre os estados do Espírito Santo, do Mato Grosso e do Pará, que ocupam respectivamente a

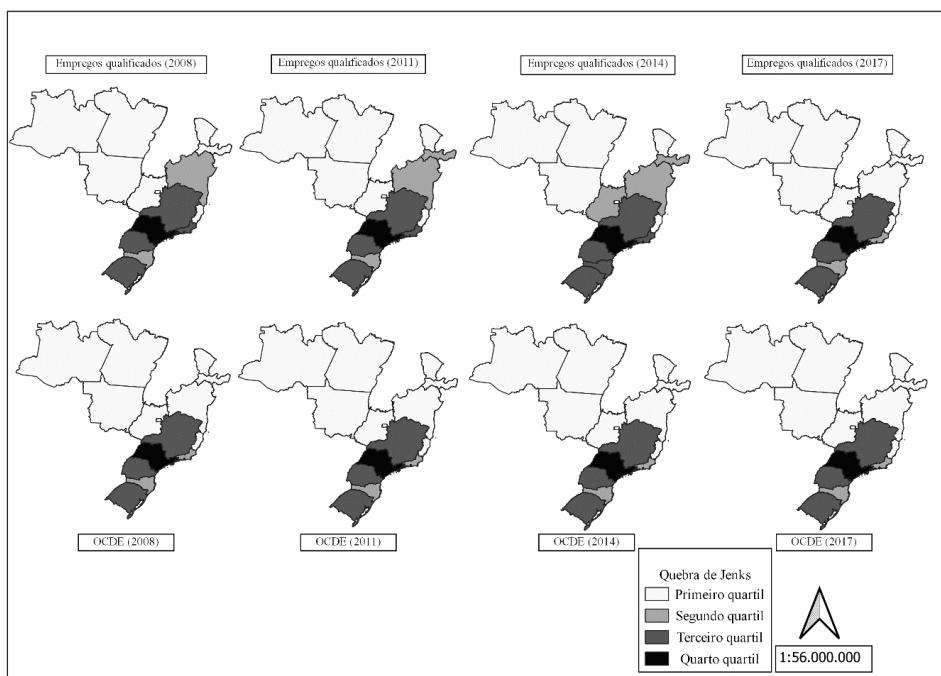
décima segunda, décima terceira e décima quarta colocações, reitera a extrema dificuldade dos estados brasileiros e do país como um todo, no fortalecimento de suas capacidades produtivas e inovativas e realização do *catching-up*, subindo degraus na escada tecnológica, diminuindo a distância entre as UFs, e mitigando os efeitos das desigualdades industriais inerentes à sua formação histórico-econômica.

Além do ranking exposto, os mapas elaborados (Figura 1) esboçam cartograficamente o comportamento do processo de concentração regional no entorno de São Paulo, apesar de que, mesmo Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul têm índices muito abaixo dos resultados do estado central. Amazonas, Ceará, Pará, Mato Grosso e Espírito Santo, estados periféricos e com índices no primeiro e no segundo quartis, reiteram as assimetrias tecnológicas presentes desde o início da substituição de importações iniciada no século passado. Há significativa distância, *a priori*, entre os estados da periferia e semiperiferia, ocorre *gap* entre UFs da semiperiferia e o centro inovativo e existe, ademais, um longo caminho a ser percorrido entre as trajetórias dos estados da periferia e o estado de São Paulo.

A expansão das habilidades dos trabalhadores ao longo das últimas duas décadas com ampliação da infraestrutura e oferta educacionais no país, básica, técnica e superior, e a implementação de políticas públicas direcionadas foram fundamentais para fortalecer a dimensão geração de conhecimento científico e capacitações. É notório o grande contingente de trabalhadores qualificados, principalmente do ponto de vista técnico ou intermediário nas atividades produtivas, vide que o grupo ocupacional técnico é o que mais soma postos de trabalho nos 14 estados, 1.947.858 em 2008, 2.257.161 em 2011, 2.405.154 em 2014 e 2.235.433 em 2017. A títulos comparativos, os grupos operacional e tecnológico somaram, para o ano de 2017 em todas as UFs, 899.248 e 1.600.614 empregos, respectivamente.

Tal como identificado por Figueiredo, Andrade e Britto (2010), foram alcançadas no país relevantes capacidades produtivas, o grande gargalo persistente ainda parece ser criação de pontes para a geração e fortalecimento das capacidades inovativas, principalmente em estados da semiperiferia e periferia, ainda muito distantes do que São Paulo hoje representa. O capital social é um dos motores mais relevantes das máquinas industriais em uma economia em desenvolvimento. É a partir das *skills* dos empregados, atreladas aos processos imitativos, tais como engenharia reversa ou importação de máquinas e equipamentos que, as rotinas e capacidades organizacionais são recicladas e podem garantir ganhos de produtividade e competitividade, no nível da firma e para o contexto estadual ou regional.

Figura 1 – Geografia das capacidades tecnológicas dos estados mais industrializados



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da ACP.

Nota: a sigla CT&I se refere aos empregos qualificados e OCDE ao grupo de empregos ligados à classificação da OCDE. Os mapas foram elaborados utilizando a ferramenta Quebra de Jenks do Q-Gis, para cada recorte temporal o programa gerou intervalos específicos, embora os intervalos apresentem grandezas similares, dada a estabilidade relativa dos índices. A título de exemplo, a partir dos resultados médios dos índices (2008-2017), obtém-se os seguintes intervalos no grupo de empregos qualificados, o primeiro quartil está compreendido entre 0,0 e 0,02; o segundo entre 0,02 e 0,126; o terceiro quartil entre 0,126 e 0,256 e o quarto, do qual apenas São Paulo participa, entre 0,256 e 1,0. Para a classificação da OCDE, o primeiro está compreendido entre 0,0 e 0,058; o segundo quartil entre 0,058 e 0,151, o terceiro entre 0,151 e 0,247; e o quarto quartil entre 0,247 e 1,0.

As crises econômicas e políticas recentes e os efeitos da desindustrialização, localizada setorialmente ou regionalmente, parecem ter afetado fortemente a dimensão ocupacional, produtiva e setorial da mão-de-obra em estados de capacidades tecnológicas incipientes como é o caso do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Goiás, Ceará, Pernambuco, Bahia, e Espírito Santo. A partir de 2014 principalmente ocorre no país uma escalada de demissões que afetaram os estados citados. É a partir dessa dimensão que conhecimento e aprendizados acumulados na economia são empregados e garantem as variáveis resultado inovativas da terceira dimensão, produtiva, industrial e inovacional. Do ponto de vista da aprendizagem tecnológica, essa é a principal dimensão viabilizadora das implementações das inovações incrementais e eventualmente radicais (*major innovations*).

Na terceira dimensão verifica-se que as assimetrias são mais significativas. O grande contingente de grandes empresas nos estados do centro e semiperiferia favorecem a construção de acordos entre empresas, instituições de pesquisa e ensino e governo. Os transbordamentos diversos da proximidade geográfica acontecem de forma mais intensiva em UFs desses grupos, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, conforme discutido exposto na seção teórica. Essa geografia, gravitacionalmente, parece favorecer nesses estados a apropiabilidade tecnológica e corroboram a cumulatividade inovativa. Por outro lado, a extensão territorial e a distância desses estados com os demais da periferia industrial, pode atuar no sentido oposto, inviabilizando maiores interações e troca por parte dos agentes econômicos e podem ter gerado, ao longo do processo de substituição de importações no século passado, situações de aprisionamento (*lock-in*) tecnológico por parte dessas regiões.

As atividades de P&D têm pelo menos duas faces, da inovação e da aprendizagem, ou absorção tecnológica. Partindo do pressuposto que as atividades de pesquisa ocorrem a partir dos transbordamentos gerados pela capacitação da mão de obra formal, a principal carência das capacidades tecnológicas dos principais estados industriais brasileiros está no desenvolvimento setorialmente direcionado de novos produtos e processos, vinculada à dimensão Produtiva, industrial e inovativa. No contexto dessa década de estagnação relativa das capacidades tecnológicas entre as unidades da federação, a capacitação dos recursos humanos não tem sido capaz de gerar acumulação e produtividade suficiente para mudança dos padrões de vantagem comparativa entre os estados e competitividade doméstica, quiçá internacionalmente. Ademais, o baixo crescimento econômico das décadas passadas desaquece a economia e a geração de postos de trabalho formais qualificados (KALDOR; 1966; 1970 *apud* BRITTO; ROMERO, 2011) ligados à aprendizagem e à geração de conhecimentos tácitos, distintos daqueles gerados nas instituições de educação tradicionais.

1.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou mapear as capacidades tecnológicas dos principais estados industriais brasileiros, a partir de abordagem teórica evolucionária e metodologicamente usando análise multivariada. A construção do índice proposto se deu a partir da análise de componentes principais, ferramenta muito útil na construção de agregados sintéticos que ajudam na compreensão de processos sistêmicos e complexos. São reconhecidas as limitações de pensar a realidade brasileira no recorte estadual, dada a indisponibilidade de informações para essa desagregação, as particularidades histórico-econômicas de cada contexto e as entrelinhas da divisão assimétrica de poder intra e entre as regiões, que embora de extrema relevância, fogem do escopo analítico empreitado pelo artigo.

Ademais, e como salientado por Coco e Archibugi (2004), a agregação das capacidades tecnológicas torna-se mais complexa e intangível à medida que a unidade de análise é expandida. Apesar dessa limitação, indicadores sintéticos se fazem extremamente úteis para a compreensão da estrutura empresarial, industrial

ou estadual, como no caso do índice exposto. Tendo em vista os estudos teóricos e empíricos demonstrados e a interconexão das variáveis, a abordagem comparativa proposta, colabora no entendimento da dinâmica recente das capacidades tecnológicas das unidades da federação mais industrializadas em busca de respostas para os questionamentos: preponderam-se homogeneidades e/ou dissimilaridades nas capacidades produtivas e inovativas das unidades federativas? Em que estágio se encontram as capacidades acumuladas pelas UFs, em termos dos indicadores mapeados? Há ocorrência de mudança relativa em termos dessas capacidades ao longo do tempo?

Destaca-se como resultados (i) importante discrepância entre os índices resultantes, que corroboram teses e argumentos de inerentes assimetrias regionais, tratadas em outros textos (CASALI; SILVA; CARVALHO, 2010; BARQUERO, 2014) (ii) o cenário de desigualdades de capacidades tecnológicas permanece estável no centro (São Paulo), relativamente estável na semiperiferia (Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), mas se mostra instável para os estados periféricos, os quais Amazonas, Pará, Mato Grosso, Ceará, Pernambuco, Bahia e Espírito Santo, que a partir de 2014 distanciam-se ainda mais dos outros dois grupos (iii) a concentração dos melhores resultados em estados no entorno de São Paulo sugerem transbordamentos e interconexões produtivas e inovativas significativas entre esses estados, as quais a proximidade geográfica seria capaz de viabilizar, consoante o estudo seminal de Marshall (1985) entre outros trabalhos empíricos sobre o tema (SUZIGAN; FURTADO; GARCIA; SAMPAIO, 2006; GARCIA; SILVA, RIGHI, 2011; GARCIA, 2017).

A abordagem sistêmica da inovação parte do pressuposto de que agentes e instituições relacionam-se ativa ou passivamente nos processos de crescimento econômico. Pensar o desenvolvimento dos estados brasileiros, partindo dessa premissa, é pensar as diferentes dimensões que alicerçam as estruturas sociais e econômicas. A construção de sistemas inovativos, setoriais, locais, regionais ou globais, naturalmente envolve o aprimoramento e a geração de capacidades tecnológicas mais competitivas e produtivas. As dimensões privilegiadas nesse artigo são vitais nessa empreitada, mas não são as únicas. À medida que pesquisas básicas e aplicadas sobre o tema sejam desenvolvidas, tais conhecimentos criam janelas de oportunidade, para *catching-up* gradual por parte dos estados periféricos e semiperiféricos ante São Paulo, UF central na dinâmica produtiva e inovativa brasileira.

As capacidades tecnológicas são adquiridas a partir de esforço consciente e contínuo por empresas em atividades especializadas e geradoras de mudança técnica. Um mesmo conjunto de tecnologias físicas tende a diferentes *outputs* em recortes geográficos distintos. O esforço de redução dos hiatos interestaduais em relação à fronteira tecnológica deve vir acompanhando por arcabouço institucional e político coerente e estratégia industrial adequada aos contextos, voltados à acumulação de capacidades produtivas e inovativas locais e regionais, criativamente pensadas para a sustentabilidade do modelo de crescimento e idealmente vinculadas à um projeto nacional de desenvolvimento.

Referências bibliográficas

- AREVALO, J. L. S.; ANDRADE, A. M. F.; SILVA, G. A. B. Uma nota sobre modelos gravitacionais aplicados à exportação de café de Brasil, Colômbia e Peru. **Revista Brasileira de Economia**, vol. 70, n. 3, p. 271-280, 2016.
- BAPTISTA, M. I. B. D. G.; PARGA, J. P. F. A. Atributos e Oportunidades do Sistema Mineiro de Inovação: um estudo a partir de análise multivariada. **Anais do XVIII ENANPUR**, 2019. Natal, Brasil. Disponível em: <<http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1192>>. Acesso em 10/05/2021.
- BARQUERO, A. V. Os territórios inovadores: espaços estratégicos do desenvolvimento. **Crítica e Sociedade**: revista de cultura política. Dossiê: pensamento social, desenvolvimento e desafios contemporâneos, v. 4, n. 2, 2014.
- BIELSCHOWSKY, R. **Pensamento econômico brasileiro**: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo. Rio de janeiro: Ipea; Inpes, 1988.
- BONELLI, R.; PESSOA, S. Desindustrialização no Brasil: um resumo da evidência. São Paulo: FGV/Ibre, **Texto para Discussão**, n. 7, mar. 2010.

BRITTO, G., ROMERO, J. P. **Modelos Kaldorianos de crescimento e suas extensões contemporâneas**. Texto para discussão n. 449. UFMG, 2011.

CASALI, G. F. R.; SILVA, O. M. da. Sistema regional de inovação: estudo das regiões brasileiras, **Revista de Economia Contemporânea (online)**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 515-550, 2010.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Arranjos e sistemas produtivos locais na indústria brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 5, número especial, p. 103-136, 2001.

CAVALCANTE, L. R. **Classificações tecnológicas**: uma sistematização. Nota Técnica Diset 17, IPEA, Brasília, março, 2014.

COCO, A.; ARCHIBUGI, D. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. **Research Police**, v. 34, p. 175-194, 2004.

CONCEIÇÃO, O. A. Instituições e crescimento econômico: da "tecnologia social" de Nelson à "causalidade vebleniana" de Hodgson. **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia** (Proceedings of the 37th Brazilian Economics Meeting), 2009.

COSTA, I. **Empresas multinacionais e capacitação tecnológica na indústria brasileira**. Tese de Doutorado. (2003). Instituto de Geociências. Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica. Unicamp, Campinas, abr, 2003.

DINIZ, C. C. Celso Furtado e o desenvolvimento regional. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 19 n. 2, p. 227-249, 2009.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, Amsterdam, n. 11, p. 147-162, 1982.

DOSI, G. **Technical Change and Industrial Transformation**. Londres: Macmillan e Nova York: St. Martin Press, 1984.

FASOLIN, L. B; PLETSCH, C. S.; BRIZOLLA, M. M. B.; SILVA, A. Ranking Inovação da Indústria Extrativa, de Transformação e de Serviços, pelo Índice Brasileiro de Inovação. **Revista GEINTEC**. v. 4, n.3, p.1046-106, 2014.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**: Estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: uma Breve Contribuição para o Desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 323-361, 2004.

FIGUEIREDO, P. N. Acumulação Tecnológica e Acumulação Industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 54-69, 2005.

FONSECA, M.; FIGUEIREDO, P. N. Acumulação de capacidades tecnológicas e aprimoramento de performance operacional: evidências de um estudo de caso em nível de empresa. **Revista Brasileira de Inovação**, n. 13, v. 2, p. 311-343, 2014.

GARCIA, R. Geografia da Inovação. In RAPINI, M. SILVA, L. ALBUQUERQUE, E. (Org.) **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação**: fundamentos teóricos e a economia global. Editora Prismas. Curitiba, 2017.

GARCIA, R. C. Economias externas e vantagens competitivas dos produtores em sistemas locais de produção: as visões de Marshall, Krugman e Porter. **Ensaios FEE**, Porto Alegre, v. 27, n. 2, p. 301-324, out. 2006.

GARCIA, R.; SILVA, C. F.; RIGHI, H. M. Dimensão regional dos esforços de ciência, tecnologia e inovação no Estado de São Paulo. In: BRENTANI, R. R.; BRITO CRUZ, C. H. (Orgs.). **Indicadores de ciência, tecnologia e**

inovação em São Paulo 2010. São Paulo: FAPESP, 2011.

GUIDOLIN, S. M. **Inovação, estrutura e dinâmica industrial:** um mapeamento empírico de regimes tecnológicos da indústria brasileira. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J. ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados.** Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

HELLER, C. Diversificação Tecnológica: a tecnologia como elemento de unidade do conceito de indústria, **Revista IMES**, S. B do Campo, 1991.

JOHNSON, B.; EDQUIST; C.; LUNDVALL, B. A. **Economic development and the national system of innovation approach.** In: FIRST GLOBELICS CONFERENCE. 1, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Redesist, 2003, p.1-24.

KERSTENETZKY, J. Organização empresarial em Alfred Marshall. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 369-392, abr/jun, 2004.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, 2001.

KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. **Revista Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.17, n. 1, p. 355-372, 1996.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: Pesquisa Industrial Anual: PIA. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-empresa/tabelas/brasil/2018>. Acesso em 30/06/2020.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS: Censo da Educação Superior. Disponível em <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>>. Acesso em 30/07/2020.

INPI: Patentes. Disponível em <<https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/Patentes/INPI/6.1.6.html>>. Acesso em 28/08/2020.

LALL, S. Technological Capabilities and Industrialization. **World Development**, v. 20 n. 2, 165-186, 1992.

LAZONICK, W. **The Theory of Innovative Enterprise.** INSEAD, The European Institute of Business Administration, 2001.

LUNDVALL, B. A.; NIELSEN, P. Competition and transformation in the learning economy-Illustrated by the Danish case. **Revue d'économie industrielle**, v. 88 n. 1, 67-89, 1999.

LUNDVALL, B.; JOHNSON, B.; ANDERSEN, E. S.; DALUM, B. National systems of production, innovation and competence building. **Research Policy**, v. 31, p. 213-231, 2002.

MANLY B. F. J. **Métodos estatísticos multivariados:** uma introdução. Porto Alegre: Bookman, 3^a ed ,2008.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia.** 2. ed. São Paulo: Nova Cultura, 1985.

MARTINELLI, O.; RUFFONI, J. O processo de inovação: características e dimensões analíticas. In: CASTELLANO DA SILVA, I.; ROHENKOHL, J. E. (Orgs.). **Polos de Defesa e Segurança:** Estado, Instituições e Inovação. Editora UFSM, 2020. 360 p.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada:** uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NELSON, R; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Editora da Unicamp: Campinas/SP, 2005.

OREIRO, J. L.; FEIJÓ, C. Desindustrialização: causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 2 (118), abr./jun. 2010.

PEREIRA, A. J.; DATHEIN, R. Processo de aprendizado, acumulação de conhecimento e sistemas de inovação: a “co-evolução das tecnologias físicas e sociais” como fonte de desenvolvimento econômico. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. 1, p. 137-166, jan./jun. 2012.

QUEIROZ, S. Aprendizado Tecnológico. In: V. PELAEZ & T. SZMRECSÁNYI (org.) **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006.

RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES ECONÔMICAS (RAIS): Plataforma Dardo, Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <<https://bi.mte.gov.br/bgcaged/>>. Acesso em 10 de novembro de 2020.

REICHERT, F. M.; BELTRAME, R. S.; CORSO, K. B.; TREVISON, M.; ZAWISLAK, P. A. Technological Capability's Predictor Variables. **Journal of Technology Management & Innovation. Journal of Technology Management and Innovation**, v. 6, n. 1, 2011.

RUFFONI, J.; MELO, A. A de.; SPRICIGO, G. Universidade: trajetória e papel no progresso tecnológico (cap. 5). In: **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. RAPINI, M. S.; RUFFONI, J. SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. (organizadores). Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2. ed., 711 p., 2021.

SAMPAIO, D. P. A desindustrialização em marcha no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, São Paulo, nº 34, p. 33-55, 2013. Disponível em:
<http://revista.sep.org.br/index.php/SEP/article/view/2/75>. Acesso em 20 jun. 2020.

SANTOS, D. F. L. O Perfil Da Inovação Na Indústria Brasileira. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 3, 2012.

SANTOS, D. F. L.; BASSO, L. F. C.; KIMURA, H. (2012). A estrutura da capacidade de inovar das empresas brasileiras: uma proposta de construto. **Revista de Administração e Inovação**, v. 9 (3), 103-128.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. K. Inovação e conhecimento: indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 10, n. 2, p. 323-356, 2006.

ZUCOLOTO, G. **Propriedade intelectual, origem de capital e desenvolvimento tecnológico: a experiência brasileira**. Brasília, Ipea: Texto para Discussão, n. 1475, mar. 2010.