

Acumulação de Capacidades Tecnológicas, Inovação e Competitividade Industrial: Alguns Resultados para Indústrias Selecionadas Relacionadas a Recursos Naturais no Brasil¹

Mauricio C. Pinheiro, Paulo N. Figueiredo, Bernardo Cabral, Felipe Queiroz, Fernanda Perin e Rubia Wegner

1 Introdução

O desenvolvimento industrial e tecnológico é um dos fatores decisivos para que os países avancem para a categoria de alta renda *per capita*. Não se trata de uma panaceia, mas a história ensina que nações que se desenvolveram industrialmente, por meio da Acumulação de Capacidades Tecnológicas (ACT) para inovação, também obtiveram significativo desenvolvimento socioeconômico. Tornaram-se países de alta renda, transformaram-se em líderes no mercado global e em fornecedores de tecnologia para vários tipos de indústria².

Nesse sentido, este documento é parte integrante de um projeto de pesquisa mais amplo sobre o tema da acumulação de capacidades tecnológicas e competitividade industrial no Brasil. O projeto examinou cinco indústrias relacionadas a recursos naturais – mineração, papel e celulose, petróleo e gás, siderurgia e sucroenergética³.

¹ O estudo mais amplo que deu origem a este documento se encontra em Pinheiro et al. (2017).

² Ver Pinheiro et al. (2015) e Pinheiro e Figueiredo (2015).

³ Trata-se de pesquisa financiada pela Rede de Pesquisa e Conhecimento Aplicado (RPCAP) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), com o envolvimento de pesquisadores de duas unidades da FGV: a Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE) e o Instituto Brasileiro de Economia (IBRE). A pesquisa está sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Pesquisa em Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil, da EBAPE/FGV, pela equipe: Paulo N. Figueiredo e Mauricio Canêdo Pinheiro (coordenadores), Bernardo Cabral, Felipe Queiroz, Fernanda Perin e Rubia Wegner (assistentes de pesquisa). O conteúdo deste documento reflete as ideias e perspectivas dos autores e não necessariamente as da Fundação Getúlio Vargas ou de quaisquer outras instituições.

1.1 Por que indústrias relacionadas a recursos naturais?

A escolha de indústrias relacionadas a recursos naturais justifica-se pela sua importância econômica e tecnológica na indústria brasileira. Estudos mostram que os países em desenvolvimento com abundância de recursos naturais têm a oportunidade de obter benefícios dessas indústrias e, assim, superar as restrições de crescimento. Indústrias relacionadas a recursos naturais oferecem vantagens, tais como: formação de recursos humanos, desenvolvimento de fornecedores intensivos em tecnologia, incremento de *backward linkages* e construção de capacidades inovadoras⁴. Os recursos naturais também possuem potencial de inovação, por meio das oportunidades para diversificação, por exemplo⁵.

A tecnologia é muito importante para indústrias relacionadas a recursos naturais, pois tem papel deflagrador no processo de criação de valor. Assim, faz com que o recurso natural não se esgote em si mesmo, mas seja uma base para os recursos produtivos mobilizados para a sua exploração⁶. As indústrias relacionadas a recursos naturais apresentam quatro categorias de encaideamento de produção em relação ao restante da economia: i) produtiva para frente (insumos); ii) produtiva para trás (demanda de insumos); iii) fiscal; e iv) demanda final, o efeito exportador⁷. Dessa forma, o potencial de crescimento e desenvolvimento tecnológico e econômico a partir de recursos naturais está relacionado à capacidade de gerar conhecimentos científicos e tecnológicos, os quais facilitarão a exploração desses recursos e irão se permear em outras atividades do sistema econômico⁸.

1.2 Algumas informações sobre as indústrias analisadas

As cinco indústrias selecionadas para a pesquisa tiveram uma participação no valor adicionado total da indústria brasileira superior a 18% em 2014⁹. Os produtos dessas indústrias são de grande relevância na pauta exportadora, uma vez que respondem por mais de 30% do total exportado pelo Brasil em 2014¹⁰. Além disso, são grandes empregadoras de mão de obra. Os cinco setores estudados possuem trajetórias tecnológicas importantes para a evolução da indústria brasileira, e foram capazes de desenvolver empresas com capacidades tecnológicas de destaque internacional.

Mais especificamente, as indústrias estudadas nesta pesquisa têm passado por processos associados a diferentes oportunidades de diversificação. Por exemplo, a indústria sucoenergética encampou mudanças contemporâneas relevantes, como a introdução da matriz energética limpa. O relatório *Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source*, elaborado e divulgado

⁴ Ver Figueiredo e Piana (2016).

⁵ Ver Hausmann e Rodrik (2003).

⁶ Ver Furtado e Urias (2013).

⁷ Ver Cicantell e Smith (2005).

⁸ Ver Piana (2016).

⁹ Ver IBGE (2016).

¹⁰ Ver Brasil (2016).

pela International Energy Agency (IEA), informa que, na matriz energética primária mundial, a bioenergia responde por 13%. Dessa parcela, apenas 9% é bioenergia agrícola e o restante representa a biomassa a partir da madeira. A indústria mundial de celulose e papel também tem apresentado novas oportunidades de inovação e diversificação. Além do tradicional uso da celulose de madeira para a fabricação de papéis, a celulose é usada em outras indústrias, tais como cosméticos, medicina e farmacêutica, alimentação veterinária, fraldas descartáveis, sedas, ésteres, lentes de contato, nylon e explosivos¹¹. Outras oportunidades tecnológicas em processo de exploração ou que são potencialmente exploráveis envolvem geração de energia por biomassa, biocombustíveis, bioplásticos, fibras de carbono a partir de lignina, químicos de alto valor, fitoterápicos, fitocosméticos e celulose nanocristalina ou nanocelulose¹². Os nanocristais, por exemplo, são cristais de celulose que podem ser utilizados como matérias-primas renováveis para fabricação de bioplásticos, substituindo fibras como os nanotubos de carbono e outros materiais de origem fóssil; os nanocristais podem ser usados para fabricação de equipamentos de segurança na indústria de defesa (coletes de segurança, capacetes, óculos), assim como podem ser aplicados na indústria automobilística (painéis, paralamas) e aeroespacial (nanocompósitos)¹³.

Por sua vez, a indústria de mineração também apresenta processo de acumulação de capacidades tecnológicas com oportunidades de diversificação, a julgar pelo caso de países como África do Sul e Chile. A partir da década de 1990, essa indústria de mineração passou por significativa reestruturação, com desverticalização de suas atividades, ampliando o *outsourcing* de várias atividades, como engenharia e serviços especializados e até mesmo Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com envolvimento de diferentes parceiros¹⁴. A renovação tecnológica da indústria de mineração em nível global expôs a possibilidade de um maior dinamismo em termos de produtividade e competitividade nos distintos elos da cadeia. Melhorias e inovação tecnológica em pesquisa e prospecção, lavra e processamento mineral têm induzido o desenvolvimento da indústria de mineração. Podem ser citados como exemplos: desenvolvimento e uso de métodos de imagem via satélite, de sistemas de informação e de adequação geológica, bem como de engenharia mecânica, química e de biotecnologia. Tornou-se factível, em termos de inovação e tecnologia de exploração, que as mineradoras se instalassem em regiões mais remotas. A Tecnologia de Informação (TI) tem possibilitado a integração entre as operações da mineração, facilitando P&D e o estabelecimento de uma rede global de pesquisa e inovação. Assim, a indústria passou de *low-innovating* para intensiva em P&D e inovação¹⁵.

A indústria siderúrgica, por sua vez, pode ser descrita a partir da divisão de pelo menos dois grupos de atividades tecnológicas: uma área de processo e organização da produção e outra de atividades centradas em produto¹⁶. Em muitas empresas, como é o caso de algumas das que foram estudadas nesta pesquisa, existem departamentos distintos dedicados para cada um desses

¹¹ Ver Ibá (2015).

¹² Ver Schwarzbauer e Stern (2010), Pätäri, Kyläheiko e Sandström (2011), Hurmerkoski e Hetemaki (2013) e Martin (2013).

¹³ Ver Figueiredo, Cohen e Gomes (2013).

¹⁴ Ver Urzúa (2013) e Scott-Kemmis (2013).

¹⁵ Ver Urzúa (2013).

¹⁶ Ver Castro e Figueiredo (2005) e Figueiredo (2015).

grupos de atividades, ainda que o diálogo entre eles seja constante. Enquanto a área de processo e organização da produção está dedicada a atividades relacionadas ao processo produtivo do aço, a área de atividades centradas em produto está estritamente relacionada à fabricação do produto aço. Na maioria dos casos, a demanda de clientes por novos tipos de aço acaba por forçar as empresas a desenvolver novos processos produtivos, ocorrendo também casos em que o desenvolvimento de novos processos permite às firmas a criação de novas especificações de aço à frente até do que é exigido *a priori* pelo mercado.

Por fim, na indústria de petróleo e gás, o Brasil alcançou uma posição de liderança tecnológica mundial por meio da tecnologia de exploração em águas ultraprofundas. Pesquisas anteriores indicam que essa posição de destaque vem sendo atingida pelo desenvolvimento de trajetórias de ACT em nível de empresas, em que a Petrobras foi a principal indutora das inovações. Por exemplo, os trabalhos de Dantas e Bell¹⁷ demonstram a existência de relações acumulativas e retroalimentares entre as capacidades da operadora Petrobras e a rede de conhecimento. Da mesma forma, o surgimento e o desenvolvimento das redes de conhecimento dentro do sistema de inovação e de aprendizagem da indústria de petróleo e gás foram objeto de análise de alguns trabalhos¹⁸. O processo de inovação comandado pela Petrobras na indústria brasileira de petróleo e gás, em que a companhia alcançou a fronteira tecnológica por meio do desenvolvimento de capacidades que a permitiram tomar riscos tecnológicos¹⁹, é outro tópico de interesse para a literatura.

1.3 A relevância de uma pesquisa criativa

Durante os últimos anos têm emergido diversos estudos que objetivam examinar a relação entre inovação e competitividade industrial no Brasil, muitos deles com dados em nível da empresa. Não obstante os méritos desses trabalhos, temos argumentado em publicações anteriores²⁰ que eles possuem algumas limitações: (i) boa parte utiliza *proxies* ou medidas inadequadas para examinar atividades inovadoras, como é o caso de indicadores de gastos em P&D, número de laboratórios e estatísticas de patentes, que representam apenas uma pequena fração (quando muito) das reais atividades inovadoras; (ii) normalmente os estudos tendem a focar a empresa individual como unidade de observação e deixam de captar nuances internas do processo de ACT – por exemplo, uma empresa pode inovar de maneiras diferentes em áreas tecnológicas distintas; e (iii) raramente essas pesquisas combinam evidências quantitativas com evidências qualitativas, o que dificulta o entendimento do intrincado processo de desenvolvimento tecnológico dentro das empresas.

¹⁷ Ver Dantas e Bell (2011).

¹⁸ Ver Dantas e Bell (2009; 2011).

¹⁹ Ver Oliveira e Rubiano (2011).

²⁰ Ver Figueiredo e Pinheiro (2016).

2 Método

2.1 Questões e foco da pesquisa

A partir do que foi apresentado, esta pesquisa foi desenhada para examinar duas questões. A primeira refere-se *até que ponto e como* empresas das indústrias relacionadas a recursos naturais no Brasil, selecionadas na pesquisa, têm acumulado capacidades tecnológicas, tanto para atividades operacionais quanto para inovação; a segunda objetiva explicar *como* esse processo de ACT tem influenciado o alcance e o fortalecimento (ou enfraquecimento) da competitividade industrial.

A investigação desta pesquisa abrange não apenas a ACT em si, mas também os seus fatores internos (dentro das empresas) e externos. A motivação para a busca de novas evidências e explicações sobre a relação entre ACT e competitividade industrial no Brasil relaciona-se não apenas à situação preocupante na qual esta última se encontra, mas também às limitações dos estudos e abordagens existentes.

2.2 Estratégia de pesquisa

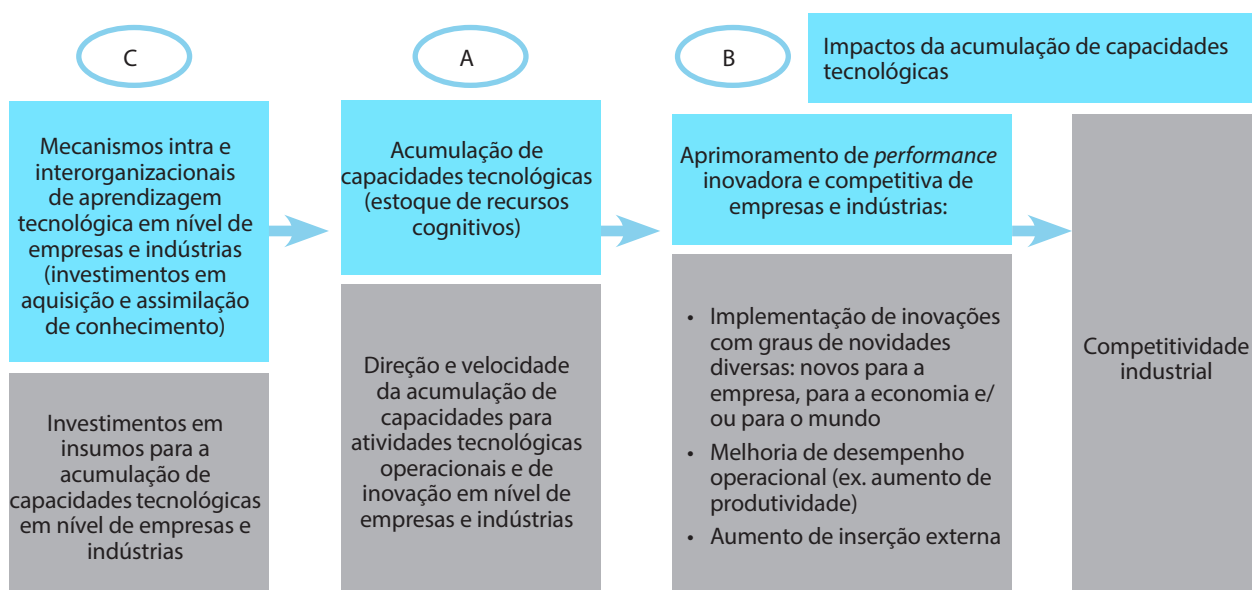
À luz das questões a serem investigadas, a implementação da metodologia envolveu um exame intra e intersetorial e em nível de empresas, com cobertura ao longo de quatro períodos distintos de tempo (triênios entre 2003 e 2014). Essa cobertura permitiu captar nuances e mudanças ao longo do tempo nas questões investigadas, ou seja, a dinâmica do processo de ACT e seu impacto na competitividade industrial.

Como ressaltado com detalhes em publicações anteriores²¹, a estratégia de pesquisa seguiu as três etapas do modelo analítico representado na Figura 1. Na etapa A, identificou-se ao longo do tempo padrões de ACT de empresas da indústria relacionada a recursos naturais. Na etapa B, analisou-se o que influenciou os níveis e padrões de ACT, por meio da incidência de diferentes mecanismos de aprendizagem implementados pelas empresas. Na etapa C, testou-se quais foram os resultados gerados pela ACT por meio de impactos sobre o desempenho competitivo das empresas (produtividade do trabalho).

Essas três etapas buscaram analisar não apenas diferenças e semelhanças entre as empresas pesquisadas de indústrias relacionadas a recursos naturais, como também áreas tecnológicas distintas dentro das próprias empresas.

²¹ Ver Figueiredo e Pinheiro (2016).

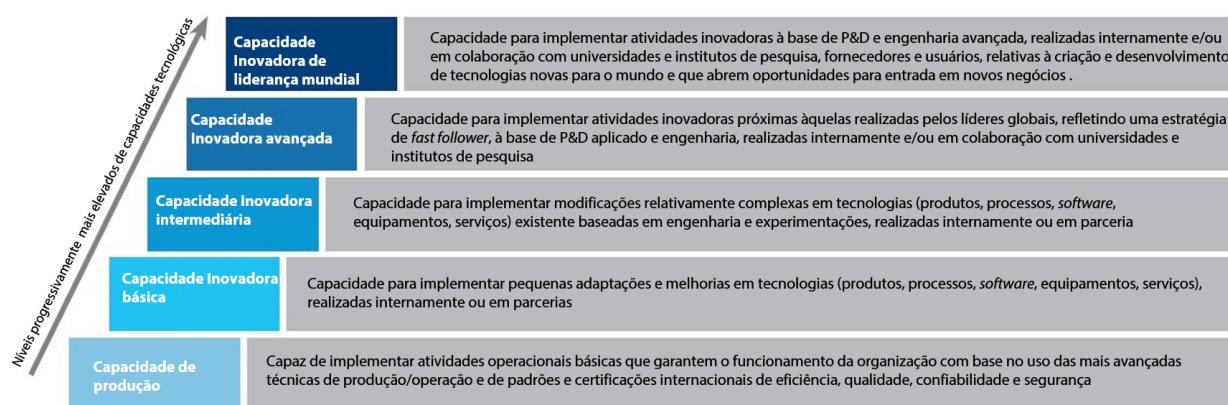
Figura 1. Modelo analítico da pesquisa



Fonte: Adaptado de Bell e Figueiredo (2012) e Figueiredo (2015).

A análise da pesquisa se baseou em observações quantitativas e relações estatísticas entre as três etapas do modelo analítico da Figura 1, e também em evidências qualitativas com o intuito de enriquecer a interpretação das relações. A Figura 2 apresenta um exemplo ilustrativo da escala utilizada nesta pesquisa para examinar a ACT no nível das empresas. Essa escala faz uma distinção fundamental entre capacidades tecnológicas de produção (para operar tecnologias e sistemas de produção existentes) e capacidades tecnológicas inovadoras (para mudar e/ou criar tecnologias e sistemas de produção). As capacidades tecnológicas inovadoras são, por sua vez, desagregadas em quatro níveis: do básico à liderança mundial²².

Figura 2. Escala de níveis de capacidades tecnológicas



Fonte: Adaptado de Bell e Figueiredo (2012) e Figueiredo (2001, 2015).

²² Ver Figueiredo e Pinheiro (2016).

2.3 Coleta de dados

A pesquisa foi baseada em evidências empíricas primárias colhidas diretamente de cada indústria relacionada a recursos naturais, por meio da aplicação de questionários combinados com trabalhos de campo. Um total de 63 empresas produtoras das indústrias relacionadas a recursos naturais no Brasil, selecionadas para este trabalho, responderam aos questionários da pesquisa. Destas, 33 empresas também foram entrevistadas. A escolha das empresas partiu de um direcionamento deliberado a partir da sua disponibilidade e teve o objetivo de captar informações que refletiam a variabilidade necessária para o entendimento do fenômeno estudado na pesquisa²³. Além dos questionários e entrevistas, foram realizados cinco *workshops* – um para cada indústria –, que contaram com a presença de empresas produtoras e fornecedoras, universidades, institutos de pesquisa e especialistas.

3 Principais Resultados

3.1 Padrões de acumulação de capacidades tecnológicas

Foram identificadas pela pesquisa significativas diferenças em termos de capacidade tecnológica entre as empresas da indústria relacionada a recursos naturais no Brasil. É com base na capacidade tecnológica acumulada que as empresas se tornam capazes de realizar atividades de produção e de inovação.

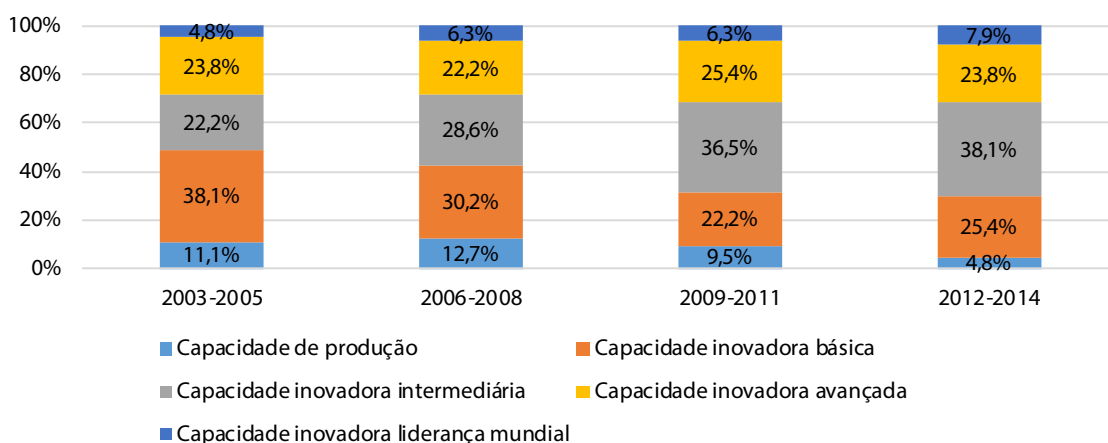
Perfil da ACT entre as empresas da indústria relacionada a recursos naturais

A Figura 3 exibe a distribuição das empresas das indústrias relacionadas a recursos naturais por nível de capacidade tecnológica, ao longo dos quatro triênios analisados (2003 a 2005; 2006 a 2008; 2009 a 2011; 2012 a 2014). A indústria relacionada a recursos naturais é aqui representada por 63 empresas.

A proporção de empresas em capacidade de produção foi se reduzindo ao longo de 2003 a 2014, bem como a proporção de empresas em capacidade inovadora básica. Ao mesmo tempo, a proporção de empresas em capacidade inovadora intermediária aumentou – 22,2% das empresas da amostra acumularam capacidades até esse nível em 2003-2005, proporção que aumentou para 38,1% em 2012-2014. A proporção de empresas que atingiram capacidade inovadora de liderança mundial também cresceu, passando de 4,8% em 2003-2005 para 7,9% em 2012-2014. As empresas da amostra da pesquisa seguiram um movimento de evolução ascendente na ACT entre 2003 e 2014.

²³ Ver Eisenhardt (1989).

Figura 3. Número de empresas por nível de capacidade tecnológica na indústria relacionada a recursos naturais (2003-2014)

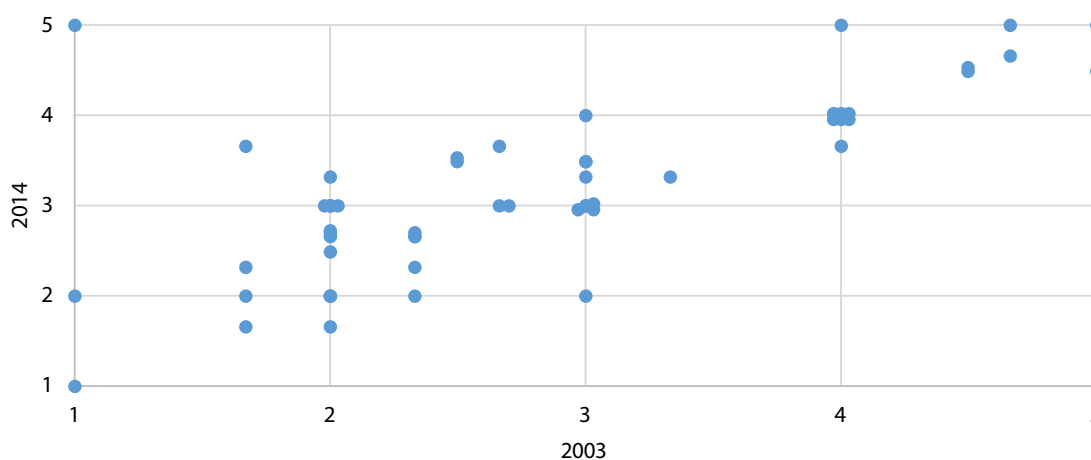


Fonte: Os autores (2017).

Evolução da ACT das empresas da indústria relacionada a recursos naturais

A evolução de 2003 a 2014 na ACT para cada uma das 63 empresas produtoras pode ser visualizada na Figura 4. Em 2014, um maior número de empresas da indústria relacionada a recursos naturais atingiu o nível de capacidade inovadora avançada (4) e de liderança mundial (5). Tomando o período como um todo, um número maior de empresas produtoras dessa indústria acumulou capacidades tecnológicas até nível inovador intermediário (3). Já o número de empresas em capacidade de produção (1) diminuiu entre 2003 e 2014. Nessa perspectiva empresa a empresa, é possível visualizar que, no período analisado, algumas empresas experimentaram mudanças robustas em seus níveis de ACT, isto é, partiram do nível de capacidade de produção (1) e atingiram o nível de capacidade inovadora de liderança mundial (5).

Figura 4. Indústria relacionada a recursos naturais: evolução do nível de capacidade das empresas produtoras (2012-2014)



Fonte: Os autores (2017).

3.2 O que explica as diferenças entre os padrões de ACT? O papel dos mecanismos de aprendizagem

Os mecanismos de aprendizagem referem-se aos esforços e investimentos feitos pelas empresas para adquirir e assimilar conhecimento tecnológico. É por meio deles que as empresas acumulam suas capacidades tecnológicas tanto para atividades de produção quanto para atividades inovadoras. Nesse sentido, a seguinte pergunta se impõe: empresas que usam mais intensamente determinados mecanismos acumulam mais capacidades tecnológicas?

O Quadro 1 mostra os tipos de mecanismo de aprendizagem examinados nesta pesquisa. Os mecanismos intraorganizacionais representam a geração interna de conhecimento por parte da empresa, enquanto os mecanismos interorganizacionais representam os fluxos e as ligações de saber tecnológico entre empresas e demais organizações. Tanto os mecanismos intra quanto os interorganizacionais podem também gerar vários tipos de resultado.

Quadro 1. Mecanismos intra e interorganizacionais de aprendizagem

Mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais	Mecanismos de aprendizagem interorganizacionais		Resultados
	Mecanismos interorganizacionais	Parceiros	
1. Criação interna de conhecimento	1. Aprendizado com usuários líderes	1. Universidades e institutos de pesquisa locais	1. Informações técnicas sobre processos existentes
	2. Pesquisa e desenvolvimento (P&D)		2. Informações técnicas sobre produtos existentes
2. Compartilhamento interno de conhecimento	3. Contratação de profissionais	2. Universidades e institutos de pesquisa internacionais	3. Melhorias e adaptações em processos existentes
	4. Treinamento técnico com parceiros		4. Melhorias e adaptações em produtos existentes
Mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais	Mecanismos de aprendizagem interorganizacionais		Resultados
	Mecanismos interorganizacionais	Parceiros	
3. Integração interna de conhecimento	5. Treinamento em programas educacionais formais	3. Fornecedores	5. Criação de novos processos
	6. Assistência técnica	4. Firms competidoras	6. Criação de novos produtos
4. Codificação de conhecimento	7. Aquisição de conhecimento codificado	5. Consultorias	7. Criação de novos conhecimentos científicos
		6. Clientes	8. Patentes

Fonte: Os autores (2017).

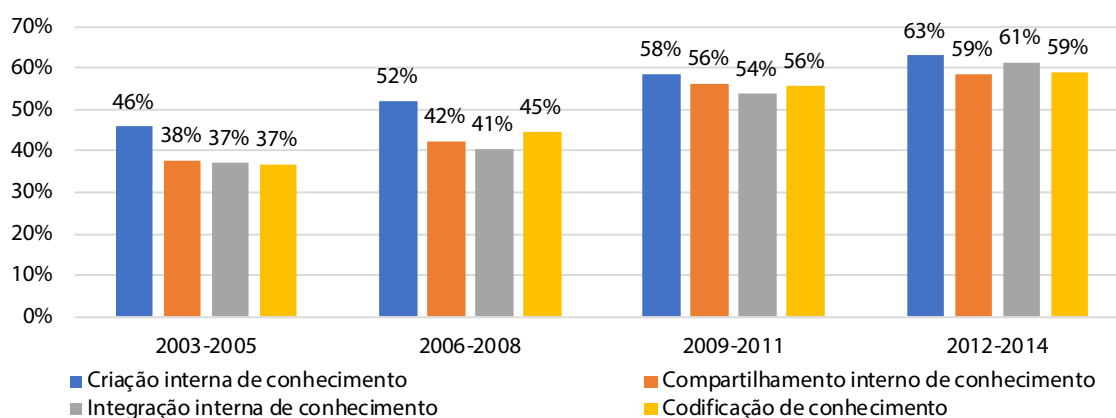
Para examinarmos o papel dos mecanismos de aprendizagem na ACT, elaboramos um índice de incidência de mecanismos intra e interorganizacionais²⁴. Após a construção desse índice, testou-se estatisticamente e com evidências qualitativas a relação entre mecanismos e padrões de ACT. Portanto, as diferenças entre as empresas produtoras da indústria relacionada a recursos naturais no Brasil, em termos de padrões de ACT, podem ser explicadas pelas diferentes fontes de mecanismos de aprendizagem intra e interorganizacionais que foram utilizadas pelas empresas da amostra desta pesquisa.

Foram encontradas incidências distintas de tipos de mecanismo de aprendizagem, tipos de parceria envolvidos nesses mecanismos e tipos de resultado gerados entre as empresas produtoras da amostra da pesquisa.

Evolução da incidência dos mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais e dos seus resultados

As empresas da indústria relacionada a recursos naturais (amostra da pesquisa) usaram com maior frequência média o mecanismo de criação interna de conhecimento. De modo geral, o uso dos mecanismos internos aumentou sistematicamente ao longo dos períodos analisados (Figura 5). Assim como para o uso dos mecanismos, a obtenção de resultados por meio de engajamento em atividades de aprendizagem intraorganizacionais também aumentou sistematicamente nos períodos analisados pela pesquisa. A Figura 6 mostra que os resultados mais complexos são aqueles de menor frequência, como patentes, criação de novos conhecimentos científicos e novos produtos.

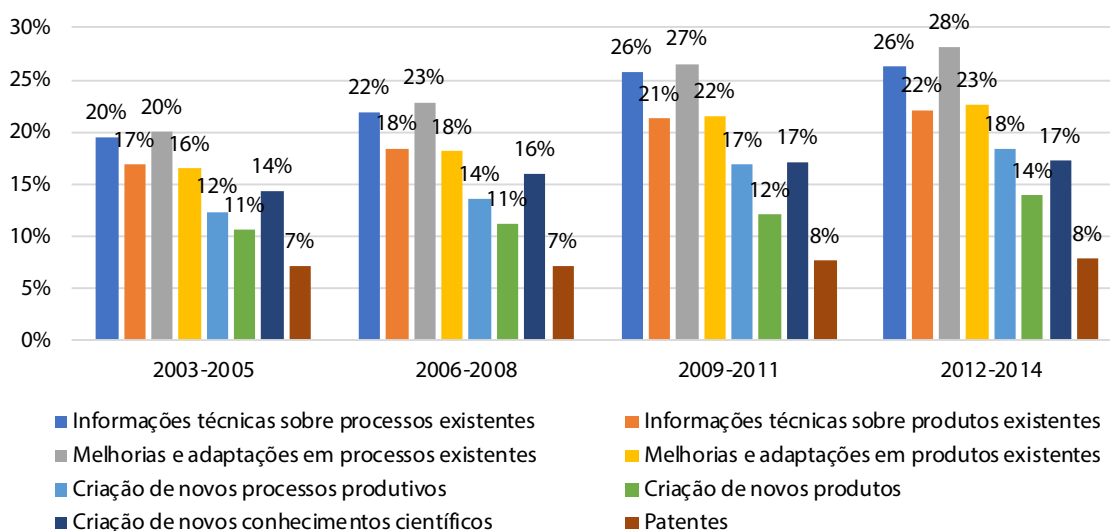
Figura 5. Evolução da incidência de mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2017).

²⁴ A incidência pela qual o i -ésimo mecanismo de aprendizagem é utilizado por uma empresa é definido por: $y_{it} = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{ijkt}}{JK}$. Onde i indica o tipo de mecanismos intra ou interorganizacional; j indica resultado; k indica parceiro; t denota período; e Y é uma função indicadora, que assume valor unitário se a empresa usou o mecanismo i , em parceria com agente do tipo k , para atingir o objetivo j no período t , e zero caso contrário. Ademais, J e K denotam o total de resultados e de parceiros possíveis, respectivamente. Para mecanismos intraorganizacionais o valor de k é zero e de K igual a 1.

Figura 6. Evolução dos tipos de resultados dos mecanismos de aprendizagem internos, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2017).

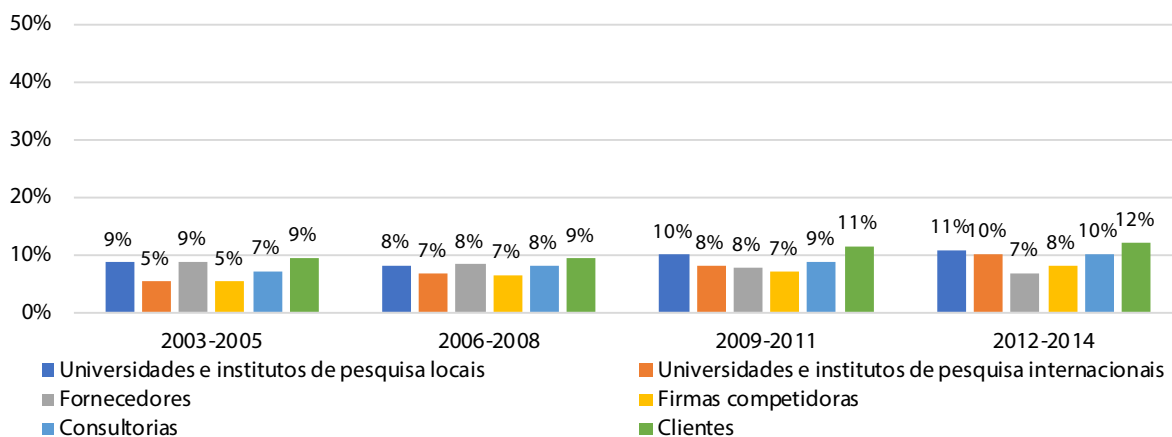
Evolução da incidência dos mecanismos de aprendizagem interorganizacionais e dos seus resultados

A frequência de uso de mecanismos interorganizacionais cresceu sistematicamente ao longo dos anos estudados pela pesquisa, principalmente aqueles mais complexos. Por exemplo, o mecanismo de aprendizado com usuários líderes passou de uma frequência média de uso de 13% para 18% entre o primeiro e o último triênio, o que representa um crescimento de cinco pontos percentuais (5 pp). No mesmo sentido, o mecanismo de P&D em parceria aumentou sua frequência média de uso em oito pontos percentuais (8 pp) (Figura 7).

Esses mecanismos foram acionados, sobretudo, em colaboração com universidades e institutos de pesquisa locais, com consultoria e com fornecedores. A Figura 8 mostra que todos os tipos de parceria passaram a ser usados mais frequentemente pelas empresas pesquisadas. As parcerias com universidades e institutos de pesquisa locais se tornaram mais recorrentes no período observado, uma vez que passaram de uso de frequência de 19% em 2003-2005 para 28% em 2012-2014. Por sua vez, as firmas competidoras e as universidades e institutos de pesquisa internacionais foram os parceiros menos frequentes.

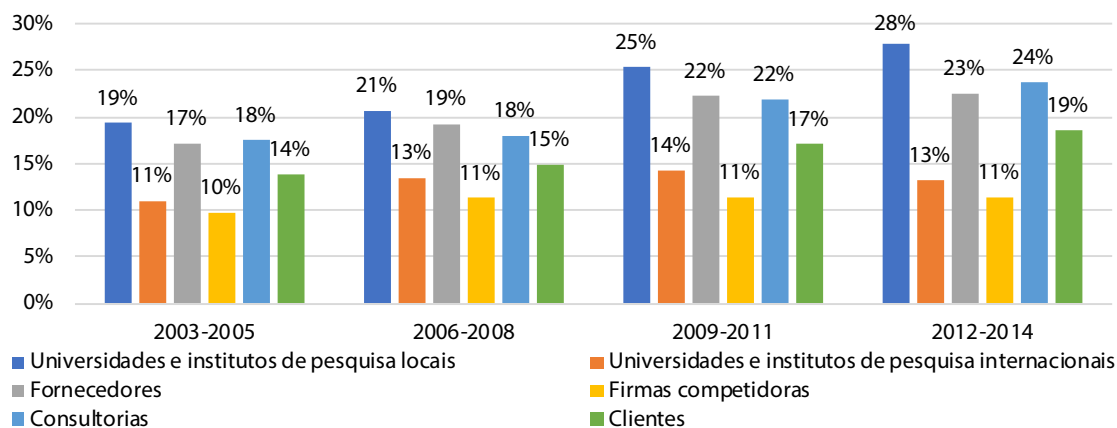
No que diz respeito aos resultados dessas parcerias, a Figura 9 evidencia que os mais frequentes são aqueles menos complexos. O resultado com maior incidência e maior crescimento foram as melhorias e adaptações em processos existentes, o qual elevou-se de uma ocorrência média de 20% em 2003-2005 para 28% em 2012-2014. As informações técnicas sobre processos e produtos existentes e as melhorias e adaptações em produtos existentes também foram resultados mais recorrentes. Já as patentes não tiveram muita incidência no período observado.

Figura 7. Evolução da incidência das parcerias interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



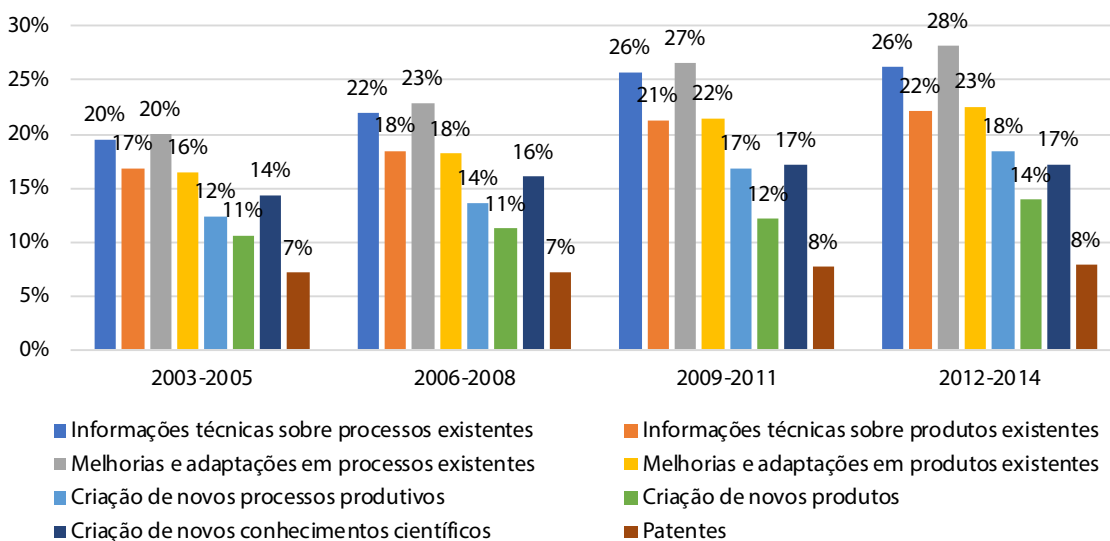
Fonte: Os autores (2017).

Figura 8. Evolução da incidência dos parceiros de aprendizagem interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2017).

Figura 9. Evolução dos tipos de resultado dos mecanismos de aprendizado externos, valores médios (2003-2014)



Fonte: Os autores (2017).

Influência dos mecanismos de aprendizagem sobre ACT das empresas da indústria relacionada a recursos naturais (2003-2014)

Para analisar a relação dos mecanismos intra e interorganizacionais de aprendizagem com a ACT das empresas estudadas de indústrias relacionadas a recursos naturais, foram estimadas algumas regressões. Nessas regressões, as variáveis dependentes são os níveis de capacidades tecnológicas e as variáveis explicativas são os tipos de mecanismo intra e interorganizacionais e tipos de parceiro.

Verificou-se nas estimações que, no geral, a grande maioria dos mecanismos intra e interorganizacionais e dos tipos de parceiro apresentou uma relação positiva e estatisticamente significativa com os níveis de capacidades tecnológicas quando estimados individualmente. Porém, quando esses mecanismos foram estimados em conjunto, as variáveis deixaram de ser significativas em sua maioria. Devido à alta correlação entre os vários tipos de mecanismo de aprendizagem, o problema descrito pelas regressões é um indicativo de multicolinearidade, o que exige indicadores ou fatores únicos capazes de agrupar o número grande de mecanismos de aprendizagem.

O agrupamento das variáveis de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais em fatores únicos é útil não apenas para evitar os problemas de multicolinearidade, como também para evidenciar a inter-relação dinâmica entre os mecanismos de uma empresa, já que estes podem estar associados entre si. Para a construção desses fatores foi aplicada a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP). Essa análise, geralmente, é aplicada para a redução do número de variáveis a fim de descrever uma série de combinações lineares não correlacionadas que contém a maioria da variância. A utilização da ACP é recomendada quando se tem um conjunto de dados correlacionados em que não se possa postular, com base nos dados disponíveis, uma estrutura particular dessas variáveis. Essa operação gera um novo conjunto de dados não correlacionados entre si, ao contrário do que ocorre com os dados originais.²⁵

Para a construção dos fatores de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais por meio da técnica de ACP, utilizou-se os quatro tipos de mecanismo de aprendizagem intraorganizacionais e as 42 combinações possíveis entre os sete tipos de mecanismo de aprendizagem interorganizacionais e os seis tipos de parceiro. O Quadro 2 apresenta o agrupamento dos tipos de mecanismo para cada um dos seis fatores encontrados pela ACP, no qual o fator 1 possui uma maior variância do que o fator 2, e assim sucessivamente.

²⁵ Detalhes da técnica de ACP podem ser vistos em Jackson (1991).

Quadro 2. Fatores de mecanismos de ACP

Fatores da ACP	Tipos de mecanismo intra e interorganizacionais agrupados
Fator 1	• Todos os mecanismos, exceto os destacados nos outros fatores.
Fator 2	• P&D, em parceria com consultoria.
Fator 3	• Mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais.
Fator 4	• Treinamento, diferentes formas de ensino, assistência técnica, aquisição de conhecimento e aprendizado com usuários líderes em parcerias com universidades e institutos de pesquisa locais. • Treinamento em parceria com consultoria.
Fator 5	• P&D, em parceria com universidades e institutos de pesquisa locais.
Fator 6	• Assistência técnica em parceria com consultoria.

Fonte: Os autores (2017).

O Quadro 2 mostra que a realização de assistência técnica em parceria com consultores (fator 6) foi o tipo de mecanismo de aprendizagem de menor variabilidade nas empresas estudadas, ou seja, foi a interação mais frequente observada entre 2003 e 2014. O fator 5, representado pelo mecanismo de P&D em parceria com universidades e institutos de pesquisa locais, apresentou uma variabilidade um pouco maior do que o fator 6, mas menor do que os outros fatores. Já o fator 4 reuniu um conjunto grande de mecanismos de aprendizagem, envolvendo diferentes interações com universidades e institutos de pesquisa e treinamento com consultores. Por outro lado, o fator 3 envolveu os quatro tipos de mecanismo de aprendizagem intraorganizacionais, enquanto o fator 2 foi representado pelo mecanismo de P&D em parceria com consultores. Por fim, o fator 1 agregou todos os outros mecanismos não citados anteriormente.

A partir dos fatores de mecanismos de aprendizagem, algumas estimativas foram testadas para a análise do impacto desses fatores nos níveis de acumulação de capacidades tecnológicas (variável dependente). A Tabela 1 apresenta essas estimativas, em que os dados dos quatro períodos de tempo foram empilhados. A coluna 1 mostra uma regressão de dados em painel estimado pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQOs), enquanto as colunas 2 a 4 revelam regressões quantílicas nos percentis 25%, 50% e 75%. Essas regressões são úteis por produzirem estimativas aproximadas da mediana de qualquer quantil da variável dependente. Nesse caso, verificam-se as diferenças na frequência de uso dos mecanismos de aprendizagem para faixas distintas de ACT.

Tabela 1. Relação entre níveis de capacidade tecnológica e fatores de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Total	q.25	q.50	q.75
Fator 1	0,166** (0,073)	0.077 (0.081)	0.062 (0.078)	0.176** (0.0866)
Fator 2	0,124** (0,065)	0.354*** (0.109)	0.282*** (0.090)	0.242** (0.102)
Fator 3	0,311*** (0,081)	0.210** (0.106)	0.302*** (0.091)	0.264** (0.120)
Fator 4	0,144** (0,060)	0.182** (0.0916)	0.099 (0.068)	0.026 (0.064)
Fator 5	0,292** (0,116)	0.258** (0.113)	0.242** (0.106)	0.335*** (0.092)
Fator 6	0,043 (0,098)	0.038 (0.0924)	0.081 (0.090)	0.047 (0.074)
Nº observações	185	185	185	185

Fonte: Os autores (2017).

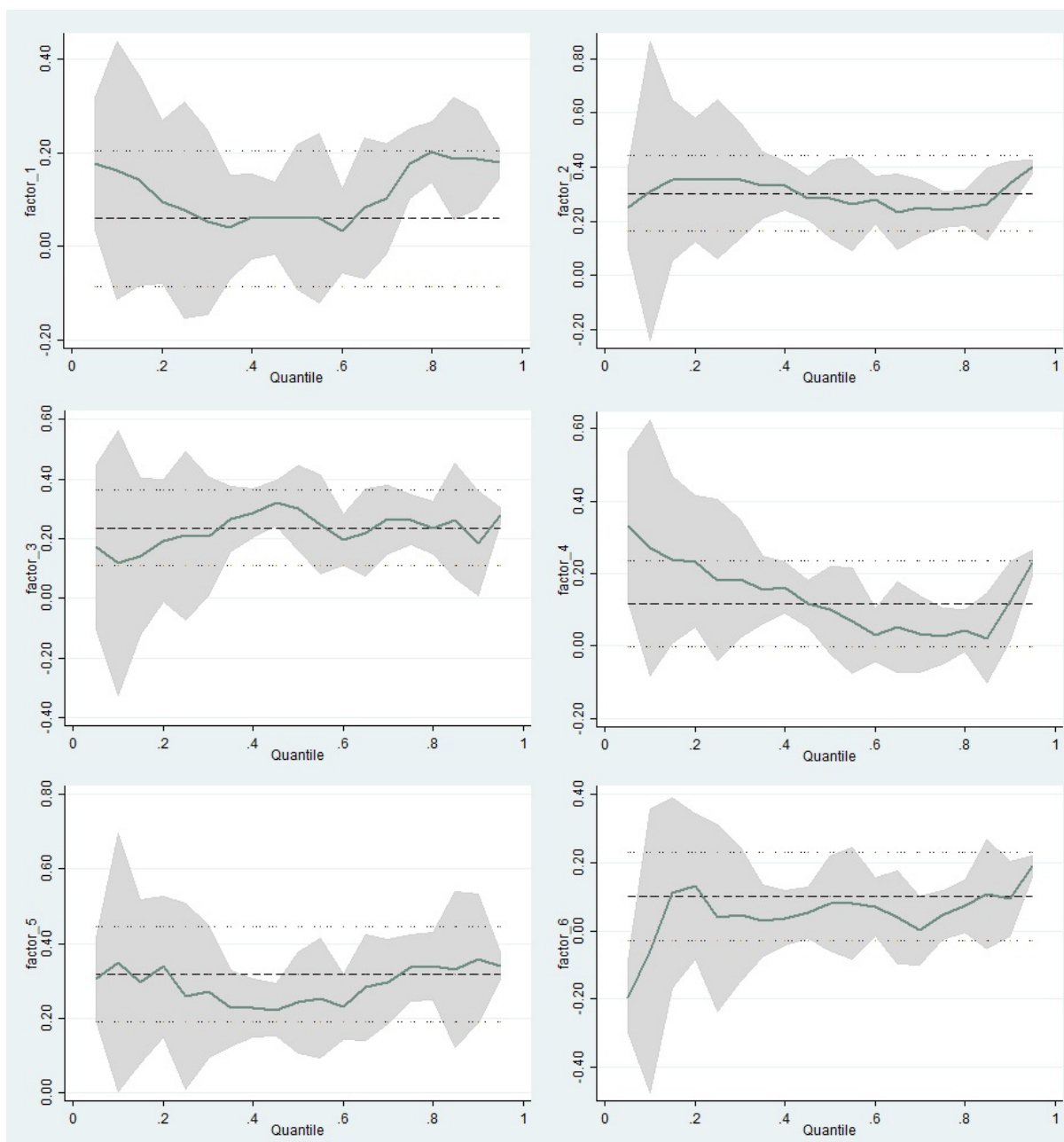
Notas: Os símbolos *, ** e *** indicam *p*-valores menores do que 10%, 5% e 1%, respectivamente. Entre parênteses, estão os desvios padrões das estimativas (robustos à heterocedasticidade e autocorrelação serial). Todos os modelos incluem efeitos aleatórios por empresa. Constantes não foram reportadas. Foram inseridas as seguintes variáveis de controle: *dummies* para os quatro períodos de análise; *dummies* para as cinco indústrias selecionadas; número de funcionários; e *dummy* se a empresa possuía maioria do capital controlador nacional.

A maioria dos modelos estimados apresentou uma relação positiva e estatisticamente significativa a 1% ou 5% entre os níveis de capacidade tecnológica das empresas e os fatores de mecanismos de aprendizagem. De maneira geral, houve diferenças de intensidade entre os seis fatores de mecanismos de aprendizagem. Por exemplo, no modelo (1), que compreende a média da amostra total, pode-se dizer que, a cada aumento da intensidade de uso dos mecanismos de aprendizagem que compreendem o fator 1, a capacidade tecnológica aumentou, em média, 16%. Essa mesma relação para o mesmo modelo apresentou um aumento de 31% da capacidade tecnológica em decorrência de um aumento do fator 3 e de 29% resultante de um aumento do fator 5. Já o fator 6 não apresentou uma relação estatisticamente significativa em nenhum dos modelos. Os mecanismos que compõem os fatores 3 e 5, representados, respectivamente, pelos mecanismos internos e P&D em parceria com universidades e institutos de pesquisa locais (ver Quadro 5.2), parecem ter sido as principais fontes para a acumulação de capacidades tecnológicas das empresas estudadas.

Já a análise dos diferentes percentis de níveis de ACT (colunas 2 a 4 da Tabela 1) mostra que os fatores 2, 3 e 5 impactaram na ACT para todos os quantis e em proporções semelhantes. O fator 2, representado pelo mecanismo de P&D em parceria com consultores, impactou um pouco mais nas empresas com níveis menores de capacidade tecnológica (quantil de 25%), enquanto o fator 5 (P&D em parceria com universidades e institutos de pesquisa locais) influenciou um pouco mais as empresas com níveis maiores de capacidade tecnológica (quantil de 75%).

Por outro lado, o fator 1, representado por um conjunto muito amplo de mecanismos, influenciou apenas o conjunto de empresas com níveis maiores de ACT (quantil de 75%). Já o fator 4, representado principalmente por interações com universidades e institutos de pesquisa locais, exceto P&D, impactou apenas no conjunto de empresas com níveis menores. A Figura 10 apresenta de forma gráfica as estimativas para as regressões quantílicas da Tabela 1 para cada um dos seis fatores.

Figura 10. Regressões quantílicas: evolução dos fatores de mecanismos de aprendizagem por quantis de capacidade tecnológica



Fonte: Os autores (2017).

De maneira geral, percebem-se algumas especificidades dos tipos de mecanismo para níveis distintos de ACT. Diferentes tipos de mecanismo foram fontes importantes para empresas que apresentaram distintos níveis em termos de capacidades tecnológicas. No entanto, realizar P&D em parceria com universidades e institutos de pesquisa locais (fator 5) parece ter impactado ainda mais a capacidade tecnológica das empresas, estando o fator mais presente em 75% das empresas com níveis maiores de capacidade tecnológica. Já mecanismos com graus tecnológicos menos complexos, como P&D com consultoria (fator 2) e interações com universidades e institutos de pesquisa envolvendo aquisição de conhecimento codificado, assistência técnica e treinamento (fator 4), estiveram mais presentes em 25% das empresas com níveis menores de capacidade tecnológica.

3.3 Qual é o impacto da ACT sobre o desempenho competitivo?

A análise do impacto da ACT sobre o desempenho competitivo nesta pesquisa também foi realizada por meio de testes estatísticos para o conjunto de indústrias analisadas. Uma variável de desempenho competitivo foi analisada: produtividade do trabalho (receita bruta de vendas dividida pelo número de funcionários). Como foi discutido anteriormente, as diferentes trajetórias de ACT nas empresas explicaram os diferentes desempenhos competitivos nas indústrias relacionadas a recursos naturais no Brasil no período recente. Empresas com mais elevados níveis de ACT apresentaram ganhos maiores de produtividade do trabalho do que as empresas com níveis menos elevados.

A Tabela 2 apresenta a relação entre os níveis de capacidade tecnológica e uma variável dependente de resultados dos mecanismos de aprendizagem (coluna 1) e a receita de vendas em logaritmo (colunas 2 a 5). A variável de resultados dos mecanismos é discreta e possui valores entre 1 e 5. Nesse caso, a empresa possui valor 1 se apenas obteve resultados de informações técnicas de processos ou produtos a partir de seus mecanismos de aprendizagem; valor 2 se obteve resultados em melhorias de processos e produtos; valor 3 se obteve resultados em criação de novos processos e produtos; valor 4 se obteve resultados em criação de novos conhecimentos científicos; e valor 5 se obteve resultados em registros de patentes. Essa variável possui a lógica de complexidade do resultado tecnológico obtido, ou seja, quanto mais próximo de 5 for o valor, mais a empresa apresentou resultados complexos. Já a variável de receita de vendas foi estimada por quantis de 25%, 50% e 75%, de modo semelhante à Tabela 1.

Tabela 2. Relação entre capacidade tecnológica, resultados dos mecanismos de aprendizagem e receita de vendas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Resultados mecanismos	Total (ln)Receita	q.25 (ln)Receita	q.50 (ln)Receita	q.75 (ln)Receita
Capacidade tecnológica	0,501*** (0,118)	0,343** (0,141)	0,552*** (0,177)	0,447*** (0,163)	0,386*** (0,113)
Nº observações	189	191	191	191	191

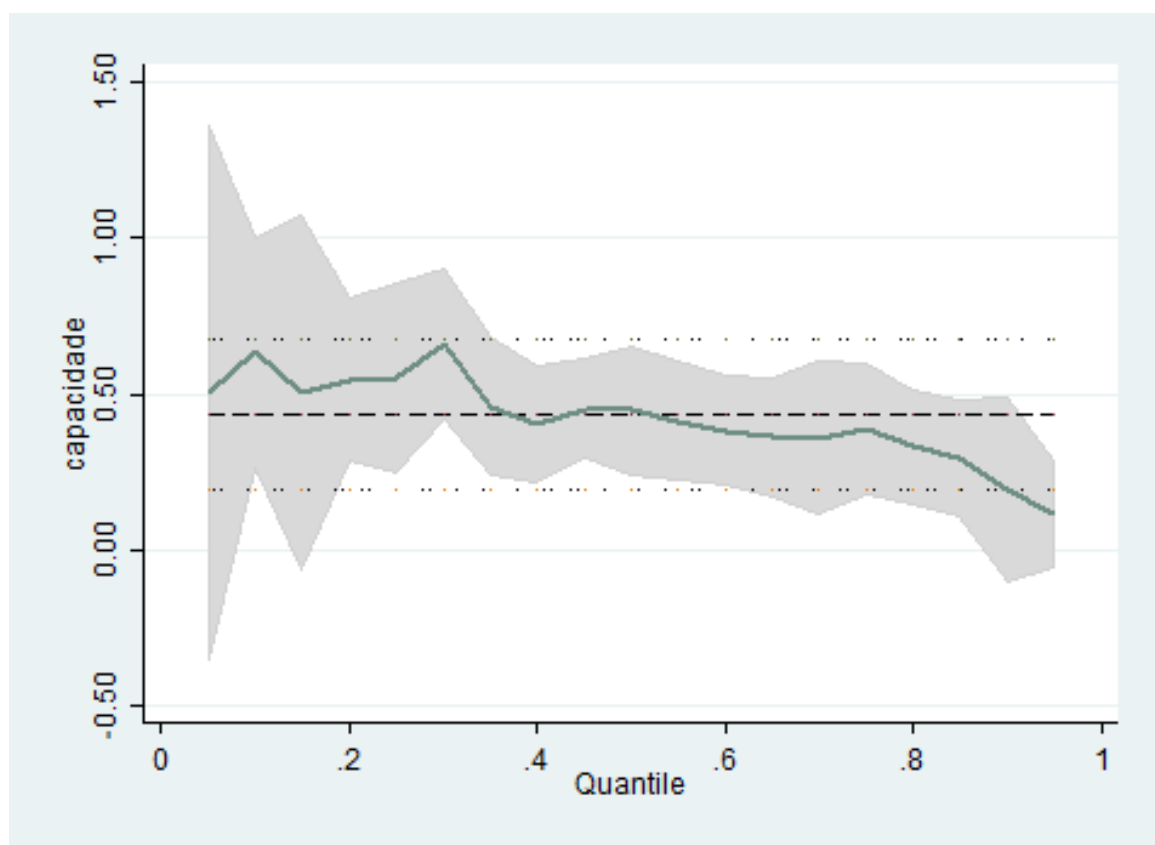
Fonte: Os autores (2017).

Notas: Os símbolos *, ** e *** indicam *p*-valores menores do que 10%, 5% e 1%, respectivamente. Entre parênteses, estão os desvios padrões das estimativas (robustos à heterocedasticidade e autocorrelação serial). Todos os modelos incluem efeitos aleatórios por empresa. Constantes não foram reportadas. Foram inseridas as seguintes variáveis de controle: *dummies* para os quatro períodos de análise; *dummies* para as cinco indústrias analisadas; número de funcionários; e *dummy* se a empresa possuía maioria do capital controlador nacional.

A Figura 11 mostra que a relação entre capacidade tecnológica e complexidade dos resultados dos mecanismos de aprendizagem foi positiva, ou seja, empresas com níveis maiores de ACT possuem, em média, resultados tecnológicos mais complexos. Da mesma forma, a relação entre capacidade tecnológica e receita de vendas também foi positiva e estatisticamente significativa. A regressão com a amostra total (coluna 2) revela que, a cada aumento de nível de capacidade tecnológica, a receita de vendas aumentou, em média, 34%. As regressões quantílicas (colunas 3 a 5) mostram que esse efeito foi ainda maior para empresas com produtividade do trabalho menor. Por exemplo, um aumento no nível de capacidade tecnológica para 25% das empresas estudadas menos rentáveis (coluna 3) proporcionou aumento de 55% na receita de vendas, enquanto, para 75% das empresas estudadas mais rentáveis (coluna 5), acarretou um aumento menor (38%) na receita de vendas.

Esses resultados indicam que a relação entre níveis de capacidade tecnológica e receita de vendas foi positiva e estatisticamente significativa, mas ainda maior para empresas com produtividade do trabalho menor, evidenciando a importância de empresas com valores menores de receita de vendas buscarem um maior acúmulo de capacidades tecnológicas para alcançar um maior desempenho competitivo. A Figura 11 apresenta de forma gráfica as estimativas para as regressões quantílicas da Tabela 2, ou seja, a relação entre capacidade tecnológica e receita de vendas.

Figura 11. Regressões quantílicas: evolução da capacidade tecnológica por quantis de receita de vendas



Fonte: Os autores (2016).

Sobre esses resultados, percebe-se que, para as empresas com menores níveis de capacidade tecnológica média, um aumento nesse sentido gerou retorno em produtividade muito maior do que o encontrado para empresas com níveis mais elevados. Nesse caso, cabe destacar que, se a elevação de todas as empresas de uma indústria para o nível máximo possível é uma tarefa árdua, a simples elevação de um nível para outro maior já traz retornos que justificam sua dedicação em atividades inovadoras mais complexas.

4 Reflexões e Recomendações para Políticas Públicas e Estratégias Empresariais

Verifica-se que algumas ações de políticas públicas ou empresariais não geram os efeitos desejados por incorporarem conceitos estreitos ou limitados de tecnologia e inovação. Sendo assim, torna-se necessário levar em consideração os seguintes pontos.

Esclarecimentos sobre a perspectiva ampla de tecnologia e inovação

- A tecnologia não é somente maquinaria ou equipamentos, tampouco apenas instalações físicas e laboratórios. Embora essa associação seja comum, sabe-se que, em muitos casos, a mera aquisição de equipamentos mais modernos não implica necessariamente

avanços. A compra de equipamentos tecnologicamente avançados exige conhecimentos de capital humano qualificado e especializado para serem operados, além de um sistema organizacional capaz de integrar as diversas especialidades profissionais e as instalações físicas, em um uso eficiente da tecnologia e sua posterior adaptação e aprimoramento.

- Assim como a tecnologia, a inovação deve ser compreendida de maneira abrangente, ou seja, muito além do tradicional *high-end* à base de P&D. Inovação também envolve um contínuo de atividades que variam desde a imitação duplicativa em vários níveis de modificação à base de engenharia (como é típico das indústrias alemãs de máquinas, líderes globais em vários segmentos) até os mais avançados níveis de P&D. Sua visão limitada, incorporada a diferentes estratégias empresariais e de políticas governamentais, ignora o papel das atividades inovadoras básicas, que são, em muitos casos, precondições para o engajamento em atividades inovadoras mais sofisticadas.
- Essa perspectiva abrangente é de fundamental importância para compreender a dinâmica do processo de inovação, particularmente no contexto de economias em desenvolvimento, como a do Brasil, cuja maioria das empresas ainda se encontra no processo de evoluir de níveis de capacidade de produção para níveis progressivos de capacidades tecnológicas inovadoras, especialmente de níveis básicos para níveis superiores.

Financiamento público para inovação

- Políticas públicas de financiamento para produção são diferentes de políticas públicas de financiamento para inovação. A oferta de linhas de crédito para investimento produtivo, principalmente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), não constitui um problema atualmente. O que se verifica é a dificuldade de captação de recursos destinados exclusivamente à inovação. Por um lado, faltam às linhas de crédito para inovação disponíveis processos mais ágeis e menos burocráticos. Devido às exigências financeiras, esses recursos estão disponíveis apenas para empresas de grande porte e exigem detalhes técnicos que muitas vezes inibem sua procura. Por outro, faltam às empresas conhecimento e organização na captação de recursos financeiros para inovação. Nesse aspecto, parece essencial a necessidade de uma maior simplificação e divulgação do acesso ao financiamento público existente destinado à inovação.

Perspectivas sobre capacidades tecnológicas de produção e inovadoras

- A capacidade tecnológica é um conjunto ou estoque de recursos à base de conhecimento que permite às empresas realizar tanto atividades de produção quanto operacionais e de inovação. Enquanto as capacidades de produção estão relacionadas a

atividades de uso/operação de tecnologias e de sistemas de produção existentes, a capacidade inovadora permite realizar modificações em tecnologias existentes ou mesmo gerar novas.

- A distinção entre os dois tipos de capacidade tecnológica é essencial para melhor entender o desempenho competitivo de uma empresa e indústria. É possível produzir milhões de toneladas de determinado produto com alta eficiência, sem, no entanto, ter capacidade para realizar mudanças no seu processo produtivo. Nesse caso, uma empresa pode ter capacidade tecnológica de produção avançada, sem ter nenhuma capacidade tecnológica de inovação.
- As capacidades tecnológicas são elementos importantes para entender o desempenho competitivo de uma empresa ou indústria. Maior capacidade tecnológica de produção pode permitir ganhos no desempenho técnico de uma empresa, enquanto maior capacidade tecnológica inovadora pode possibilitar a criação de tecnologias mais difíceis de ser copiadas ou mesmo criar oportunidades para entrada em novos segmentos de mercado. Assim, ambos os tipos devem ser nutridos em nível da empresa, embora requeiram estratégias diferenciadas para sua diferenciação.

Empresas na mesma indústria são diferentes

- As empresas das indústrias relacionadas a recursos naturais no Brasil ocupam diferentes níveis de capacidade inovadora, bem como distintos níveis de capacidade de produção. Isso sugere que recomendações de estratégias empresariais e de políticas públicas comuns para todas essas indústrias podem esconder a complexidade e a perspectiva ampla de inovação e dos diferentes estágios de ACT. Da mesma forma, gestores de empresas produtoras devem observar planos de estratégias distintas de ACT para essas áreas.
- Especificamente quanto à elaboração de políticas, é necessário que os gestores aprofundem seu conhecimento e perspectiva sobre a indústria relacionada a recursos naturais para reconhecer que ela oferece oportunidades para aprendizado e inovação.

Diversificação industrial

- A diversificação produtiva ao longo da cadeia em atividades intensivas em conhecimento representa uma das oportunidades a ser oferecidas pela indústria de recursos naturais. Ela deve ser conduzida de modo a identificar tecnologias emergentes (como biotecnologia, nanotecnologia, *big data*) que possam adicionar valor à base de recursos naturais já existentes.

Natureza colaborativa e sistêmica de aprendizagem tecnológica

- Esta pesquisa corrobora a ideia de que se foi o tempo em que as empresas eram autossuficientes em capacidades tecnológicas e realizavam atividades inovadoras de forma individual. Verificou-se que grande parte das capacidades tecnológicas inovadoras é acumulada por meio de parceria com universidades e institutos de pesquisa locais, consultores e agentes ao longo da cadeia produtiva (fornecedores e clientes). Empresas que acumularam níveis mais avançados de capacidades tecnológicas foram mais proativas no estabelecimento de vários arranjos colaborativos com esses tipos de parceiro para a realização de atividades inovadoras. Portanto, a distribuição das capacidades tecnológicas para além dos muros das empresas, assim como o envolvimento de parceiros externos no processo de inovação, é irreversível e confirma a fragmentação das atividades inovadoras.
- Isso impõe novos desafios aos gestores, que precisam diariamente criar mecanismos de interface com parceiros diversos, assim como aprimorar suas práticas de coordenação e integração de conhecimentos externos vindos de parceiros distintos, para a eficácia de seu processo de inovação.
- O desenvolvimento de redes de aprendizagem e seu suporte às atividades inovadoras no âmbito da indústria relacionada a recursos naturais no Brasil guardam relação direta com as interações que ocorrem entre empresas produtoras nacionais e estrangeiras, bem como empresas fornecedoras e universidades.
- O aprendizado não ocorre de forma automática, mas requer esforços deliberados²⁶. Esses esforços poderiam passar pela atuação de gestores de políticas públicas, em conjunto com empresas, desenhando políticas de apoio para implementação de redes de aprendizado mais sólidas. No Brasil, as políticas existentes (por exemplo, a Lei da Inovação) poderiam ser simplificadas quanto aos parâmetros para solicitação pelas empresas de financiamento e, ao mesmo tempo, incluir diretrizes para uma abordagem de inovação que não a associe apenas à P&D e favoreça uma participação maior de pequenas empresas²⁷. Programas de desenvolvimento de fornecedores locais implementados por empresas e governo atuando em conjunto também são iniciativas consideradas promissoras.

Formação diferenciada de capital humano

- Ações para aumentar e melhorar a oferta de recursos humanos qualificados e criar massa crítica altamente qualificada são necessárias para atingir objetivos de inovação na indústria relacionada a recursos naturais. É importante que o sistema de ensino superior público e privado e o sistema de treinamento dentro das empresas forneçam

²⁶ Ver Bell (2009).

²⁷ Ver Figueiredo e Piana (2016).

conhecimentos e habilidades apropriados para se alinhar com as novas capacidades inovadoras necessárias para a diversificação industrial.

- É importante fazer distinção entre capital humano relacionado a uma tecnologia existente cujo *mindset* vem sendo preparado desde os bancos das universidades e aprofundado pelas empresas e capital humano para se engajar em atividades tecnológicas novas para a indústria, o país e, como consequência, a diversificação industrial. Por isso, é preciso que as empresas, em sintonia com as universidades, engajem-se na preparação desses diferentes tipos de capital humano.

Políticas públicas devem evitar o protecionismo exacerbado

- A busca por uma política pública de inovação que abranja a coordenação do Estado e das empresas em uma perspectiva colaborativa e sistêmica não significa um controle protecionista exacerbado. Uma política de inovação deve possuir uma coordenação estratégica do Estado e, ao mesmo tempo, fornecer um ambiente de pressão competitiva. Um ambiente econômico competitivo sistêmico é importante para o desenvolvimento de capacidades inovadoras, pois somente ele estimula o esforço contínuo por parte das empresas em inovar. Restrições às importações, por exemplo, dificultam o próprio processo de aprendizagem e ACT dentro das empresas.

Políticas públicas devem ser avaliadas

- Apesar das dificuldades de avaliar uma política industrial, a avaliação constante de políticas públicas é essencial para seu aperfeiçoamento. No Brasil, alguns estudos têm buscado a avaliação de políticas públicas, principalmente no que se refere à inovação. Essa avaliação ocorre em termos do impacto de uma dada política na produtividade das empresas e seus gastos com inovação. No país, percebe-se que, em geral, essas políticas carecem de uma elaboração baseada em evidências coletadas diretamente da indústria a que se referem, isto é, que se atenham a um diagnóstico crível das necessidades e demandas da indústria.
- Especificamente para a indústria de recursos naturais, as políticas públicas devem ser cada vez mais pensadas (por consequência, avaliadas) quanto às oportunidades que os recursos naturais de fato podem oferecer. É necessário, portanto, construir uma agenda de política que contemple aspectos como: incentivos ao fortalecimento de esforços de inovação em recursos naturais e iniciativas para adicionar a diversificação em todos os elos da cadeia produtiva, bem como dar suporte às empresas no cumprimento de direitos de propriedade intelectual.

Referências

- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Secretaria de Comércio Exterior**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior>>. Acesso em: 15 maio 2016.
- CASTRO, E. C.; FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem tecnológica compensa? Implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento de performance técnico-econômica em uma unidade de aciaria no Brasil (1997-2001). **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, ed. esp., p. 109-133, 2005.
- CICANTELL, P.; SMITH, D. Nature, raw materials, and political economy: an introduction. In: CICANTELL, P.; SMITH, D.; SEIDMAN, G. **Nature, raw materials, and political economy**. London: Elsevier, 2005.
- DANTAS, E.; BELL, M. Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. **Research Policy**, v. 38, n. 5, p. 829-844, 2009.
- _____. The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil. **World Development**, v. 39, n. 9, p. 1570-1591, 2011.
- EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.
- FIGUEIREDO, P. N. **Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- FIGUEIREDO, P. N.; COHEN, M.; GOMES, S. **Firms' innovation capability-building paths and the nature of changes in learning mechanisms: multiple case-study from an emerging economy**. Maastricht: UNU-MERIT, 2013. (Working Papers, n. 2013-007).
- FIGUEIREDO, P. N.; PINHEIRO, M. C. **Competitividade industrial brasileira e o papel das capacidades tecnológicas inovadoras: a necessidade de uma investigação criativa**. Rio de Janeiro: EBAPE/FGV, 2016. (Technological Learning and Industrial Innovation Working Paper Series). Disponível em: <www.ebape.fgv.br/tlii-wps>. Acesso em: out. 2016.
- FURTADO, J.; URIAS, E. **Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira**. São Paulo: Ed. dos Autores; IBRAM, 2013.
- HAUSMANN, R.; RODRIK, D. Economic development as self-discovery. **Journal of Development Economics**, v. 72, n. 2, p. 603-633, 2003.
- HURMEKOSKI, E.; HETEMAKI, L. Studying the future of the forest sector: review and implications for long-term outlook studies. **Forest Policy and Economics**, v. 34, p. 17-29, 2013.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). O Brasil vai dobrar sua produção de madeira plantada. E o mundo também! **Ibá**, 9 dez. 2015. Disponível em: <<http://iba.org/pt/convidados/o-brasil-vai-dobrar-sua-producao-de-madeira-plantada-e-o-mundo-tambem>>. Acesso em: 7 jun. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de contas nacionais**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 1 dez. 2016.
- JACKSON, J. E. **A user's guide to principal components**. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- MARTIN, C. Biorrefinaria se aproxima do setor. **Revista O Papel**, São Paulo, p. 24-30, fev. 2013.
- OLIVEIRA, A.; RUBIANO, D. Innovation in Brazilian oil industry: from learning by using to prospective capacity to innovate in the technological frontier. In: GLOBELICS INTERNATIONAL CONFERENCE, 9., 2011, Buenos Aires. **Anal...** Buenos Aires: Globelics, 2011. Disponível em: <<http://www.ungs.edu.ar/globelics/wp-content/uploads/2011/12/ID-496-Rubiano-De-Oliveira-Innovation-Policies.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- PÄTÄRI, S.; KYLÄHEIKO, K.; SANDSTRÖM, J. Opening up new strategic options in the pulp and paper industry: case biorefineries. **Forest Policy and Economics**, v. 13, n. 6, p. 456-464, 2011.

PIANA, J. **Variações em trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas em nível intra-empresarial: uma análise empírica da Vale S.A.** 2016. 448 f. Tese (Doutorado em Administração) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2016.

PINHEIRO, M. C. et al. **A urgente necessidade do fortalecimento da competitividade industrial brasileira: reflexão inicial sobre o papel da produtividade e da acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras.** Rio de Janeiro: EBAPE/FGV, 2015. (Technological Learning and Industrial Innovation Working Paper Series). Disponível em: <www.ebape.fgv.br/tlii-wps>. Acesso em: out. 2016.

_____. **Acumulação de capacidades tecnológicas e fortalecimento da capacidade industrial no Brasil: breve análise empírica de diferentes indústrias relacionadas a recursos naturais.** Rio de Janeiro: EBAPE/FGV, 2017. Disponível em: <www.ebape.fgv.br/tlii-wps>. Acesso em: fev. 2017.

PINHEIRO, M. C.; FIGUEIREDO, P. N. **Por que é tão necessário o fortalecimento da competitividade industrial do Brasil? E qual é o papel da produtividade e da capacidade tecnológica inovadora?** Rio de Janeiro: EBAPE/FGV, 2015. (Technological Learning and Industrial Innovation Working Paper Series). Disponível em: <www.ebape.fgv.br/tlii-wps>. Acesso em: out. 2016.

SCHWARZBAUER, P.; STERN, T. Energy vs. material: economic impacts of a 'wood-for-energy scenario' on the forest-based sector in Austria. **Forest Policy and Economics**, v. 12, n. 1, p. 31-38, 2010.

SCOTT-KEMMIS, D. **How about those METS?** Leveraging Australia's mining equipment, technology and services sector. Sydney: Minerals Council of Australia, 2013.

URZÚA, O. **The emergence and development of knowledge intensive mining service suppliers in the late 20th century.** 2013. Tese (Doutorado) – University of Sussex, United Kingdom, 2013.