

Acumulação de Capacidades Tecnológicas, Inovação e Competitividade Industrial: Alguns Resultados para a Indústria Brasileira de Siderurgia¹

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

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, que examinou alguns setores industriais, entre eles o de siderurgia³.

1.1 Por que a indústria de siderurgia?

A escolha da indústria siderúrgica esteve associada, primeiramente, à existência de informações levantadas anteriormente nos projetos realizados pelo Programa de Pesquisa em Apre-

¹ O estudo mais amplo que deu origem a este documento se encontra em Figueiredo et al. (2016).

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), e com 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) e assistentes de pesquisa Bernardo Cabral, Felipe Queiroz, Fernanda Perin e Rubia Wegner. O conteúdo deste documento reflete as ideias e perspectivas dos autores e não necessariamente as da Fundação Getúlio Vargas ou de quaisquer outras instituições.

dizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil. Também está relacionada à percepção da importância dessa indústria como fornecedora de insumos básicos para construção civil e para os setores industriais automotivo, de bens de capital, máquinas e equipamentos (incluindo agrícolas) e de utilidades domésticas e comerciais. Além disso, levou-se em consideração a sua importância para economia brasileira: (1) empregava cerca de 122 mil pessoas no país em 2014; (2) teve saldo comercial para o ano de 2015 de US\$ 2,7 bilhões; e fez do Brasil o 6º maior exportador líquido de aço do mundo em 2014.⁴

1.2 A relevância de uma pesquisa criativa

Durante os últimos anos, têm surgido 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 anteriores⁵ 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 Pesquisa e Desenvolvimento (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.

2 Método

2.1 Questões e foco da pesquisa

Com esse pano de fundo, a nossa pesquisa foi desenhada para examinar duas questões. A primeira refere-se *até que ponto e como* empresas da indústria de siderurgia no Brasil têm acumulado capacidades tecnológicas, tanto para atividades operacionais quanto para inovação; a segunda visa 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 de setores industriais) e externos, como as políticas públicas. A motivação para contribuir com a geração de novas evidências e explicações sobre a relação entre ACT e competitividade industrial no Brasil relaciona-se à situação preocupante na qual esta última se encontra e também às limitações dos estudos e abordagens existentes.

⁴Ver Instituto Aço Brasil (2016) e World Steel Association (2016).

⁵Ver Figueiredo e Pinheiro (2016).

2.2 Estratégia de pesquisa

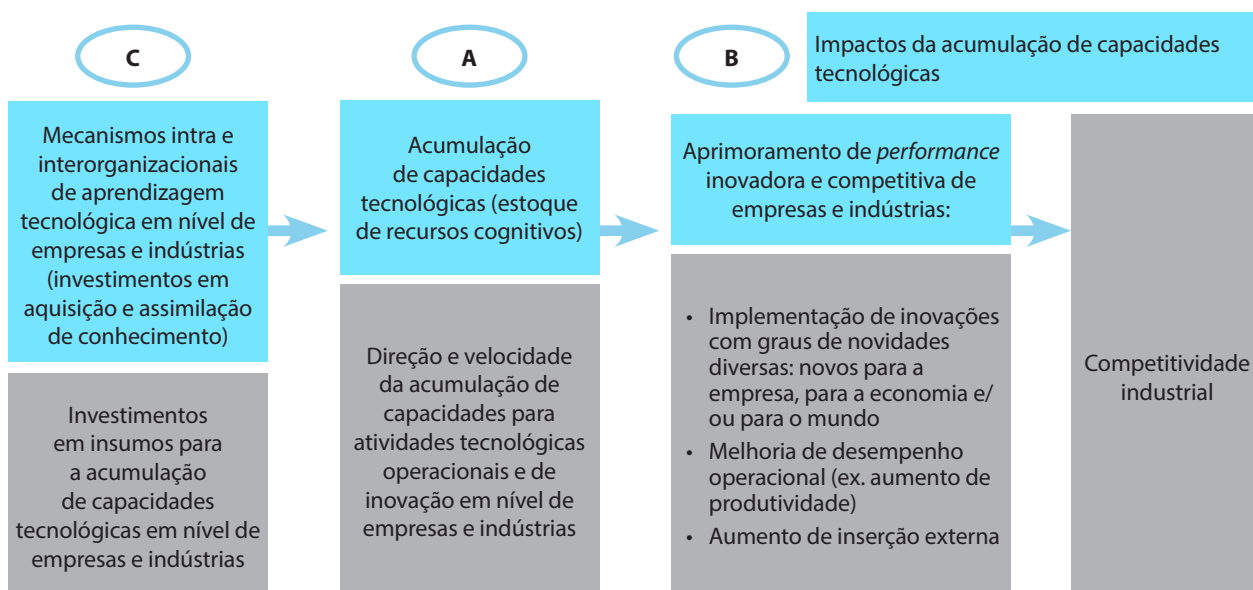
A implementação da metodologia envolveu um exame intra e intersetorial e em nível de empresas, com cobertura ao longo de quatro períodos distintos de tempo (triênios entre 2003 e 2014). Essa cobertura permitiu captar nuances e mudanças ao longo do tempo nas questões investigadas, ou seja, a dinâmica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

Como ressaltado com detalhes em publicações anteriores⁶, 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 siderúrgica. 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 em termos de impactos sobre o desempenho competitivo das empresas (produtividade do trabalho e inserção internacional).

Essas três etapas buscaram analisar não apenas diferenças e semelhanças entre as empresas pesquisadas de siderurgia, como também áreas tecnológicas distintas dentro das próprias empresas. Para esta pesquisa são analisadas as áreas de processo e organização da produção e de atividades centradas em produto.

Nossa análise vai além da empresa como um todo; capta a acumulação de capacidades para áreas ou funções tecnológicas específicas dentro de empresas.

Figura 1. Modelo analítico da pesquisa

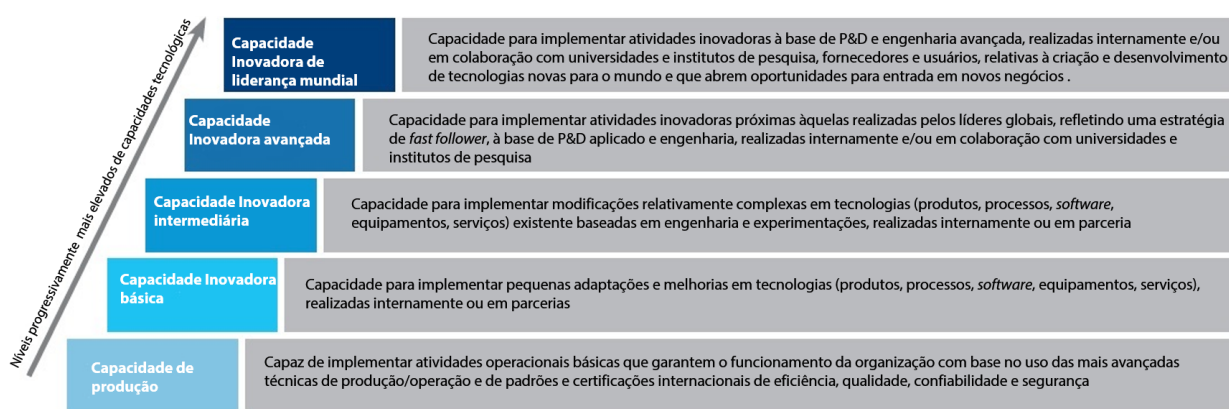


Fonte: Adaptado de Bell e Figueiredo (2012) e Figueiredo (2015).

⁶ Ver Figueiredo e Pinheiro (2016).

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 em níveis de 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 mundial⁷. Essa escala é aplicada para o exame da acumulação de capacidades para áreas tecnológicas específicas da indústria de siderurgia: processo e produto.

Figura 2. Escala de níveis de capacidades tecnológicas



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

2.3 Coleta de dados

A pesquisa foi baseada em evidências empíricas primárias colhidas diretamente da indústria de siderurgia por meio da aplicação de questionários, combinadas com trabalhos de campo. Nove empresas produtoras de aço no Brasil foram selecionadas para responder aos questionários de pesquisa. Essas empresas representavam mais de 90% da produção de aço do Brasil em 2014.

Essas evidências foram complementadas por informações secundárias de fontes oficiais industriais e governamentais. Foi realizado também um *workshop* com vinte gestores empresariais, tanto de empresas produtoras quanto fornecedoras das indústrias pesquisadas, gestores governamentais, dirigentes de associações industriais e agências reguladoras, pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa. Todos esses atores discutiram as questões principais e mais prementes e as necessidades em nível empresarial, de indústria e governamental, concernentes à inovação e à competitividade industrial. O apoio do Instituto Aço Brasil (IABr) foi fundamental para a adesão das empresas em todas as etapas da pesquisa.

⁷ Ver Figueiredo e Pinheiro (2016).

3 Principais Resultados

3.1 Padrões de acumulação de capacidades tecnológicas

Em cada triênio as empresas foram ordenadas – em cada uma das duas áreas tecnológicas – de acordo com a escala apresentada na Figura 2. Empresas com trajetórias semelhantes de ACT foram classificadas nos mesmos grupos, chamados de padrões de acumulação de capacidades tecnológicas. Diferentes padrões de ACT estão associados a distintos mecanismos de aprendizagem e a diferentes resultados em termos de desempenho competitivo. Adicionalmente, em muitos casos, a mesma empresa apresentou padrões distintos nas áreas tecnológicas de processo e produto.

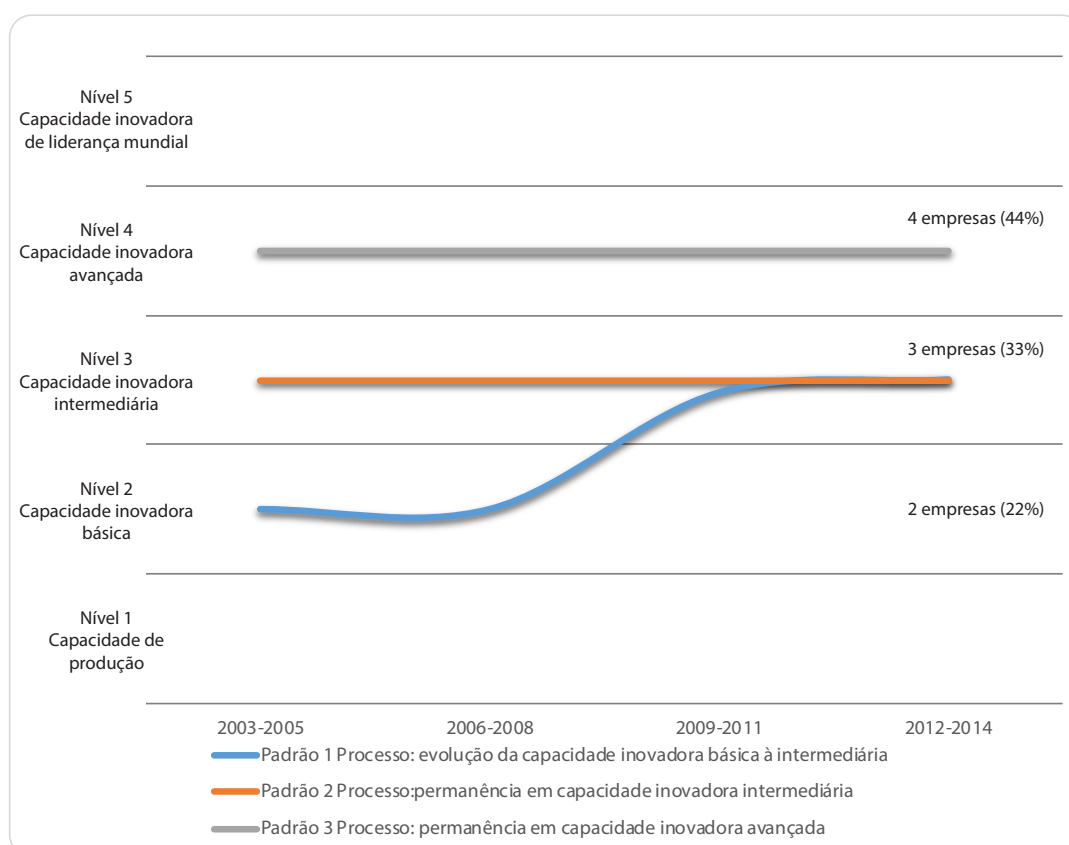
Padrões de ACT na área de processo e organização da produção⁸

i) Padrão 1 Processo: evolução da capacidade inovadora básica à intermediária, representando 22% da amostra; ii) Padrão 2 Processo: permanência em capacidade inovadora intermediária, representando outros 33% da amostra; e iii) Padrão 3 Processo: permanência em capacidade inovadora avançada, representando 44% da amostra.

Enquanto os Padrões 2 e 3 se mantiveram estáveis em todo o período analisado, o Padrão 1 teve o seu ponto de inflexão entre os triênios 2006-2008 e 2009-2011. As características principais de cada um dos três padrões são destacadas a seguir.

⁸ Para acomodar visualmente as informações sobre os diferentes padrões de ACT na área de processo e organização da produção, optou-se por incluir no nome dos padrões apenas a palavra “processo”.

Figura 3. Padrões de acumulação de capacidades tecnológicas na área de processo e organização da produção (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Padrão 1 Processo: evolução da capacidade inovadora básica à intermediária

O Padrão 1 Processo é composto por empresas que fizeram avançar suas capacidades tecnológicas de inovação básica para inovação intermediária. Essa mudança de nível ocorreu entre os triênios 2006-2008 e 2009-2011. São empresas que, entre 2003 e 2008, eram capazes apenas de realizar pequenas adaptações em tecnologias de processo e organização da produção e que, a partir daí, acumularam capacidades de implementar modificações relativamente complexas baseadas em engenharias e experimentações.

Os dados levantados pela pesquisa indicam que as empresas do Padrão 1 Processo evoluíram em algumas atividades específicas referentes à área de processo e organização da produção. A necessidade de aumentar a competitividade não só reduzindo custos, mas também aumentando a capacidade produtiva e o portfólio de produtos, pode ser considerada a característica mais importante para definir as empresas no Padrão 1 Processo. De maneira geral, começaram a adotar atividades já realizadas por seus concorrentes. É importante ressaltar, no entanto, que as empresas do Padrão 1 Processo conseguiram alcançar nível intermediário de capacidade tecnológica na área de processo e organização da produção principalmente por meio da engenharia, não havendo, para essas empresas, departamentos de P&D. Em parte dessas empresas, há uma área de tecnologia. Em outras, no entanto, não há nenhuma iniciativa nessa direção.

O salto de capacidade nível 2 para nível 3 permitiu a essas empresas iniciar algumas atividades que foram consideradas fundamentais para sua atual situação: aprimoramento de matérias-primas, automação de processo e equipamentos e modificações relativamente complexas no uso de processos de autorredução ou fusão redutora. Ainda assim, não há, para essas empresas, iniciativas de complexidade mais elevada. Nelas, o acúmulo para nível de capacidade intermediária contou tanto com esforços internos quanto com iniciativas em parceria. Apesar de as empresas nesse padrão afirmarem que isso é feito de maneira não sistemática, havendo apenas iniciativas pontuais para resolução de problemas específicos, percebe-se que elas realizam mais parcerias do que as empresa no Padrão 2 Processo, que se mantiveram estáveis no nível de capacidade tecnológica intermediária em todo o período de tempo analisado.

Padrão 2 Processo: permanência em capacidade inovadora intermediária

O Padrão 2 Processo é composto por empresas que, no período estudado nesta pesquisa, se mantiveram no nível de inovação intermediário. São empresas que em todo o período foram capazes de realizar atividades relativamente complexas baseadas em engenharia e experimentações. Embora estabilizadas no nível intermediário de inovação, em oposição às empresas do Padrão 1, mostraram iniciativas permanentes de tentativa de acúmulo de capacidades que, por diferentes motivos, se revelaram insuficientes para um salto de nível de ACT.

Por outro lado, as empresas desse padrão se mostraram suficientemente organizadas em termos de tentar otimizar seu processo produtivo. Iniciativas como consulta à literatura existente sobre processos produtivos, realização de engenharia reversa e um somatório de inovações incrementais foram realizadas. A manutenção das empresas do Padrão 2 no nível de capacidade intermediário deveu-se, principalmente, à ausência de iniciativas mais robustas para criar um departamento de P&D capaz de implementar atividades inovadoras próximas àquelas realizadas pelos líderes globais da indústria, característica que é fundamental para obtenção do nível de capacidade tecnológica avançada.

Assim como relatado para as empresas do Padrão 1 Processo, percebe-se, para as empresas do Padrão 2, um uso não sistemático e pontual de parceiros. Embora haja relatos de ganhos por meio dessas parcerias, nota-se também que não há iniciativas compatíveis com o nível de capacidade tecnológica avançada em processo e organização da produção. Assim, falta principalmente a criação de arranjos organizacionais que envolvam interações entre P&D, engenharia, produção, marketing, fornecedores e clientes para suporte às atividades de inovação em processos de produção.

Padrão 3 Processo: permanência em capacidade inovadora avançada

O último padrão para a área de processo e organização da produção é o Padrão 3 Processo, caracterizado pela permanência em nível de capacidade tecnológica avançada. Essas empresas

são aquelas que, no período estudado, se mantiveram todo o tempo capazes de implementar atividades inovadoras próximas àquelas realizadas pelos líderes globais, realizadas internamente e/ou em colaboração com universidades e institutos de pesquisa. Essa postura consiste numa estratégia de *fast follower*, à base de P&D aplicado e engenharia.

São atividades de P&D aplicado e engenharia como: desenvolvimento de processos de produção não originais nas áreas de redução, aciaria e lingotamento, relacionados a aços que combinem características de maior resistência e menor peso; melhoria da tecnologia de *thin-slab-casting* (aços planos) ou *near-net-shape casting* (NNSC, para aços longos); e criação de processos alternativos de produção de ferro primário que não alto-forno, e de arranjos organizacionais que envolvam interações entre P&D, engenharia, produção, marketing, fornecedores e clientes para suporte às atividades de inovação em processos de produção. Essas atividades, por sua vez, ocorreram especificamente em departamentos dedicados de P&D ou, como é o caso para algumas empresas, em centros de pesquisa. Esses centros, muitas vezes atuando em rede com centros parceiros de outras unidades da empresa no mundo, são o lócus principal das inovações desenvolvidas na área de processo e organização da produção.

As empresas desse padrão não só são aquelas em que a inovação mais complexa é tratada de forma dedicada, mas também as que realizam parcerias de forma mais sistemática e contínua. São empresas com iniciativas, dedicadas ao desenvolvimento de materiais, muito próximas ao cliente e também com maior apoio de universidades e institutos de pesquisa. Em relação a seus processos, percebe-se que se aproximam bastante do que é praticado pelas empresas líderes mundiais. A manutenção no nível de capacidade avançado, embora haja diversos investimentos em desenvolvimento de atividades inovadoras, deve-se, principalmente, à incapacidade, por parte dessas empresas, de implementar novas tecnologias de processo e organização da produção que constituam novidades para o mundo e que abram oportunidades para a entrada em novos negócios. Para isso, deveria haver maior aproximação do desenvolvimento de ciência básica, para a busca tanto de novos materiais e tecnologias que reduzam significativamente os impactos ambientais dos processos de produção quanto de novos insumos para produção de aço.

Padrões de ACT na área de atividades centradas em produto⁹

A Figura 4 evidencia três padrões de ACT da área de atividades centradas em produto: i) Padrão 1 Produto: permanência em capacidade inovadora básica, representando 22% da amostra; ii) Padrão 2 Produto: permanência em capacidade inovadora intermediária, também representando 22% da amostra; e iii) Padrão 3 Produto: permanência em capacidade inovadora avançada, representando 56% da amostra.

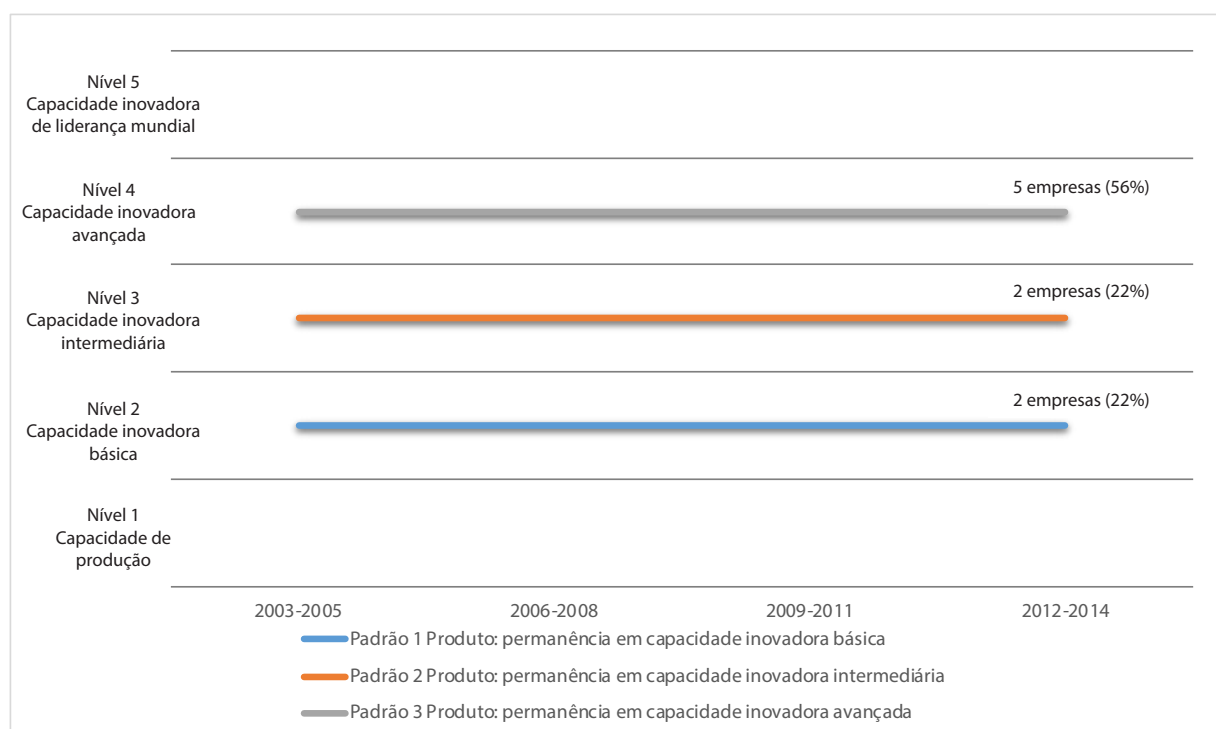
Todos os padrões demonstram que as empresas se mantiveram em seus níveis de capacidade tecnológica nos 12 anos avaliados pela pesquisa. De maneira distinta do que foi visto em

⁹ Para acomodar visualmente as informações sobre os diferentes padrões de ACT na área de atividades centradas em produto, optou-se por incluir no nome dos padrões apenas a palavra “produto”.

processo e organização da produção, nessa área não há qualquer alteração no nível de capacidade das empresas. Percebe-se, no entanto, que o número de empresas em nível de capacidade tecnológica avançada, de 56%, é maior do que na área de processo e organização da produção, de 33%.

Na área de atividades centradas em produto, as empresas brasileiras de siderurgia permaneceram com o mesmo nível de capacidade tecnológica nos últimos 12 anos.

Figura 4. Padrões de acumulação de capacidades tecnológicas na área de atividades centradas em produto (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Padrão 1 Produto: permanência em capacidade inovadora básica

O Padrão 1 Produto, da área de atividades centradas em produto, compreende aquelas empresas que, no período de 2003 a 2014, se mantiveram todo o tempo com capacidade tecnológica de nível 2 básica. São empresas que, nesse período, conseguiram realizar pequenas adaptações e melhorias em diferentes atividades centradas em produto sem, contudo, serem capazes de realizar aprimoramentos e modificações relativamente complexas nessas atividades. Inicialmente, percebe-se nessas empresas uma preocupação com a atratividade dos seus produtos em relação aos concorrentes nacionais e internacionais. Isso as levou a realizar crescentemente pequenas adaptações e melhorias nos seus produtos e, ao mesmo tempo, ampliar seu portfólio. Para as empresas desse padrão, há a percepção de que estariam de alguma forma atrás das concorrentes e que atividades desse tipo poderiam fazer com que obtivessem maior competitividade.

A busca pelo aumento de competitividade dessas empresas, no entanto, ocorre na direção de se tornarem mais eficientes no nível tecnológico em que já se encontram, realizando pequenas adaptações e melhorias em: produção de produtos isentos de elementos contaminantes (cobre, cromo, estanho e níquel etc.); produtos com especificações copiadas; e procedimentos de análise de dados e monitoramento do processamento siderúrgico. Não há (pelo menos de forma consistente e sistemática) atividades centradas em produto em níveis mais complexos de capacidade tecnológica, que compreenderiam: aprimoramentos substanciais de produtos para atender às exigências de clientes específicos e assistência técnica pré e pós-venda; aprimoramento e otimização da *performance* de produtos diretamente nos processos de produção dos clientes; modificações relativamente complexas em produtos de acordo com as especificações de clientes; e modificações relativamente complexas para recuperação de metais (cromo, manganês etc.) no processo produtivo. As inovações (incrementais) nos produtos ocorrem por iniciativa de departamentos de marketing e comercial. São também as empresas em que há menor preocupação em termos de diversificação.

Padrão 2 Produto: permanência em capacidade inovadora intermediária

O Padrão 2 da área de atividades centradas em produto é composto pelas empresas que, entre 2003 e 2014, se mantiveram estáveis no nível de capacidade intermediário. São empresas que foram capazes de realizar aprimoramentos e modificações relativamente complexos em diferentes atividades centradas em produto.

As empresas nesse padrão desenvolveram de maneira sistemática, ao longo do tempo analisado por esta pesquisa, aprimoramentos e modificações relativamente complexos em diferentes atividades centradas em produtos: melhoras substanciais de produtos para atender às exigências de clientes específicos e assistência técnica pré e pós-venda; aprimoramento e otimização da *performance* de produtos diretamente nos processos de produção dos clientes; modificações relativamente complexas em produtos de acordo com as especificações de clientes; e modificações relativamente complexas para recuperação de metais (cromo, manganês etc.) no processo produtivo.

No entanto, o esforço inovador dessas empresas foi insuficiente para fazê-las acumular nível de capacidade inovadora avançada nessa área, principalmente porque não desenvolveram atividades mais próximas dos líderes globais. Essas empresas, que não possuem departamentos de P&D, não foram capazes de realizar atividades condizentes com o nível tecnológico avançado para atividades centradas em produto, que seriam P&D e/ou engenharia em: *design* e desenvolvimento de aços não originais (para o mercado mundial); exploração de novas aplicações de aços no mercado (particularmente nacional); novos serviços pós-venda e novas formas de assistência técnica aos clientes, em termos de aprimoramento de produto; e colaboração com usuários para desenvolvimento de novos produtos e aplicações.

Padrão 3 Produto: permanência em capacidade inovadora avançada

O Padrão 3 da área de atividades centradas em produto compreende as empresas que, no período analisado por esta pesquisa, se mantiveram estáveis no nível de capacidade inovadora avançada. Em outras palavras, são empresas que conseguiram se manter sistematicamente realizando P&D aplicado e engenharia em atividades centradas em produto, desenvolvidas por conta própria ou em parceria. Essas empresas são capazes de realizar atividades inovadoras próximas do nível das atividades realizadas por empresas líderes globais, tais como POSCO (Coreia do Sul), Nippon Steel (Japão) e Thyssen Krupp (Alemanha), em termos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e engenharia.

Esse padrão de ACT para as atividades centradas em produto, que compreende a maioria das empresas presentes na amostra da pesquisa, comporta aquelas que, desde o primeiro momento, possuem departamentos específicos para desenvolvimento de produto. As empresas nesse padrão também são aquelas que mais realizam parcerias para desenvolvimento de produtos, principalmente com clientes; e também as que mais se preocupam em diversificar os produtos, especialmente pela realização de estudos de viabilidade para comercialização de coprodutos e resíduos do processo de fabricação do aço. Embora não existam esforços concretos com relação à P&D para criação de tecnologias de produtos novas para o mundo, e que abram oportunidades para a entrada em novos negócios, há uma aproximação com o que é realizado pelas líderes globais. As líderes mundiais, no entanto, se dedicam a atividades mais próximas da ciência básica e, também por escala de produção, investem em atividades mais arriscadas.

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, acumulando 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?

Nas duas áreas tecnológicas, processos e organização da produção e atividades centradas em produto, as empresas com maiores níveis de capacidade tecnológica apresentam uso de mecanismos com mais frequência que as demais.

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
3. Integração interna de conhecimento	5. Treinamento em programas educacionais formais	3. Fornecedores	5. Criação de novos processos
	6. Assistência técnica		4. Firms competidoras
4. Codificação de conhecimento	7. Aquisição de conhecimento codificado	5. Consultorias	7. Criação de novos conhecimentos científicos
		6. Clientes	8. Patentes

Fonte: Os autores (2016).

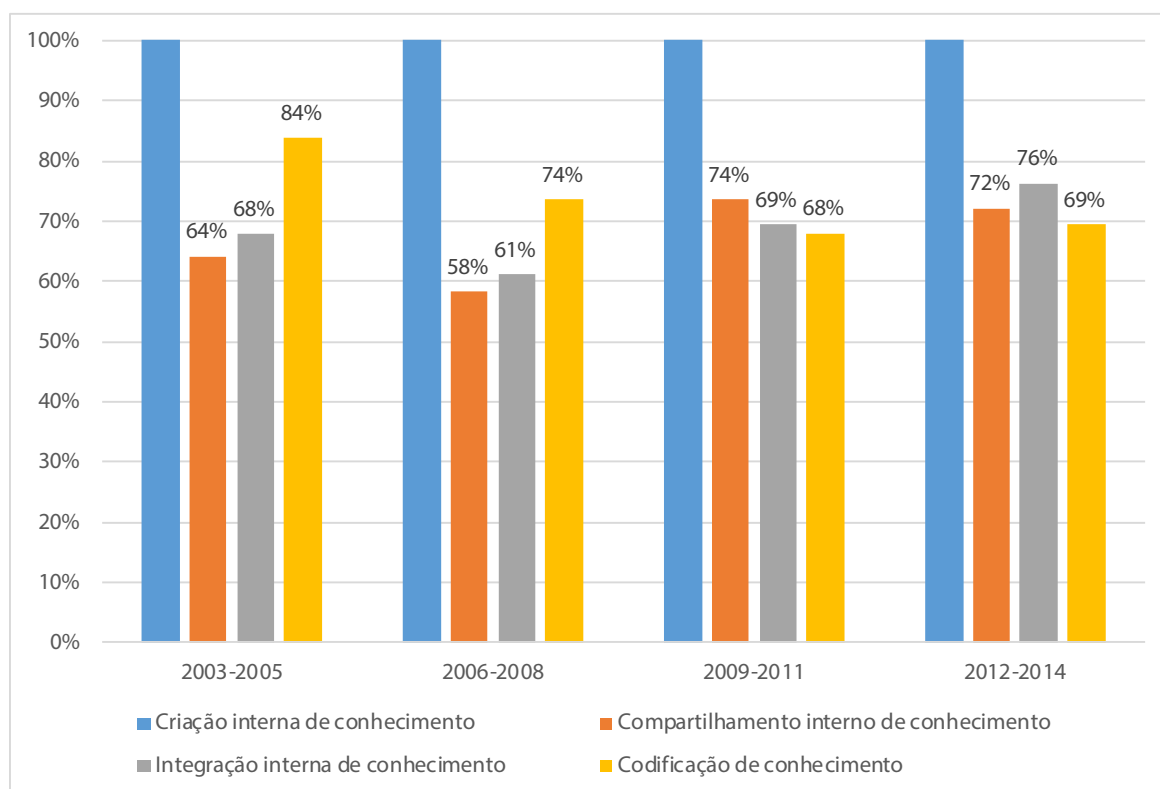
Para examinarmos o papel dos mecanismos de aprendizagem na ACT, elaboramos um índice de incidência de mecanismos de aprendizagem intra e interorganizacionais¹⁰. Após a construção desse índice, testou-se estatisticamente e com evidências qualitativas a relação entre mecanismos e padrões de ACT.

Foram encontradas pela pesquisa incidências distintas de tipos de mecanismo de aprendizagem, de tipos de parceria envolvida nesses mecanismos e de tipos de resultado gerado entre os padrões de ACT identificados. Independentemente do padrão de ACT, as empresas de siderurgia no Brasil, entre 2003 e 2014, têm usado mecanismos de aprendizagem com frequência semelhante ao longo dos últimos 12 anos.

¹⁰ 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 interorganizacionais; 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.

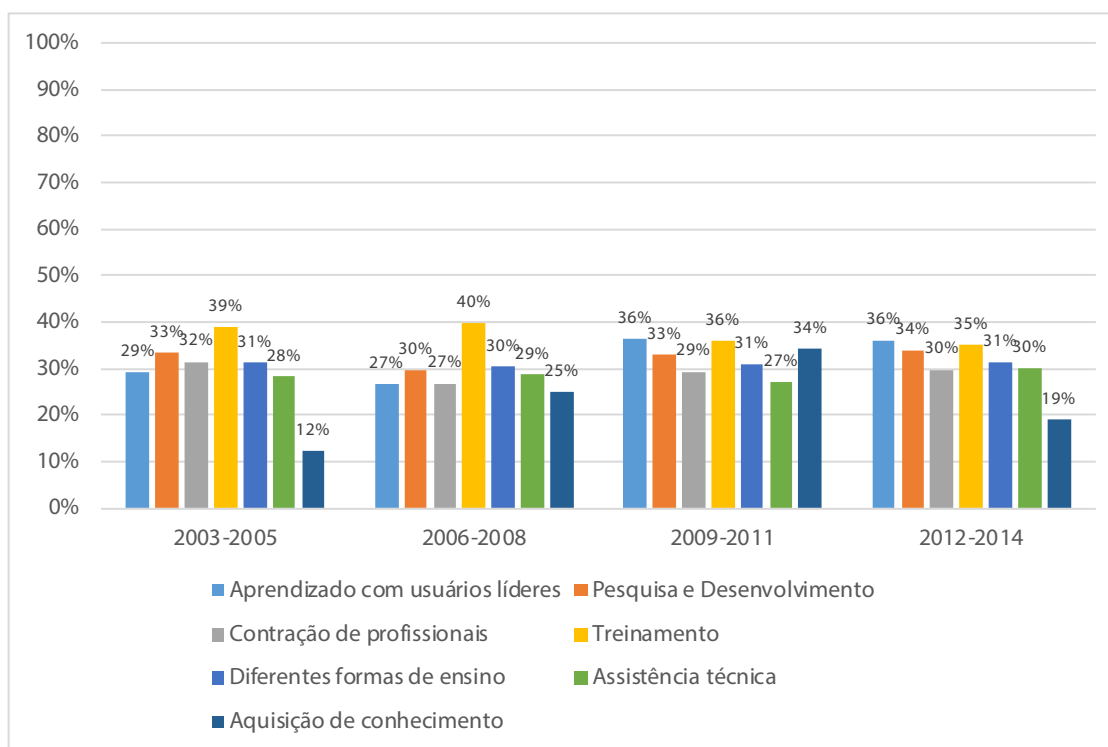
No geral, o mecanismo intraorganizacional mais utilizado pela indústria de siderurgia no período estudado foi a criação interna de conhecimento (Figura 5), enquanto os mecanismos interorganizacionais mais utilizados foram treinamento técnico com parceiros e aprendizado com usuários líderes (Figura 6), feitos em sua maioria em parcerias com universidades e institutos de pesquisa locais e fornecedores (Figura 7).

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



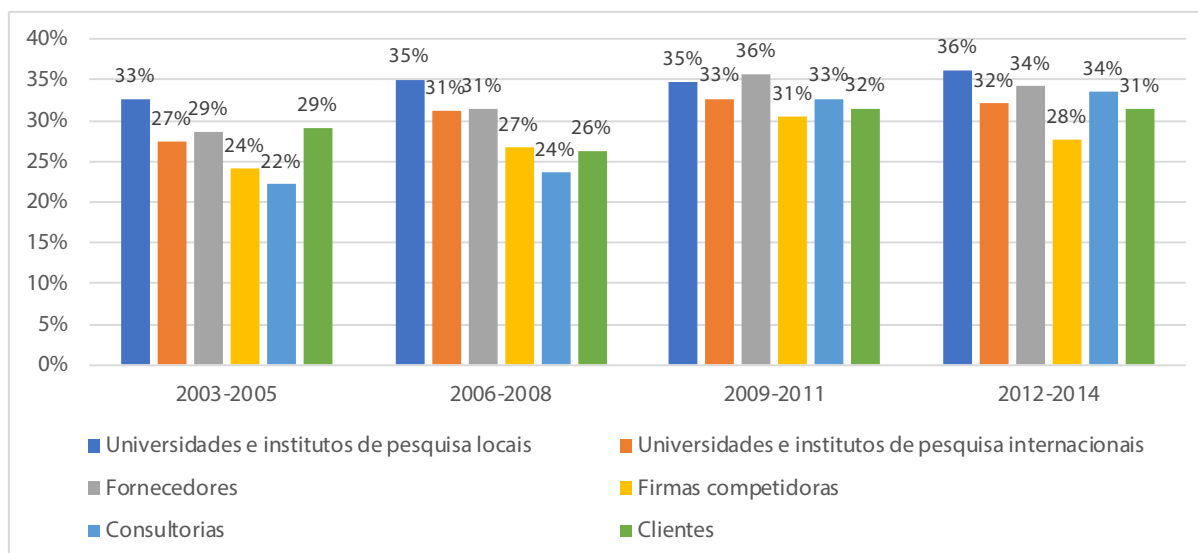
Fonte: Os autores (2016).

Figura 6. Evolução da incidência dos mecanismos de aprendizagem interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

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



Fonte: Os autores (2016).

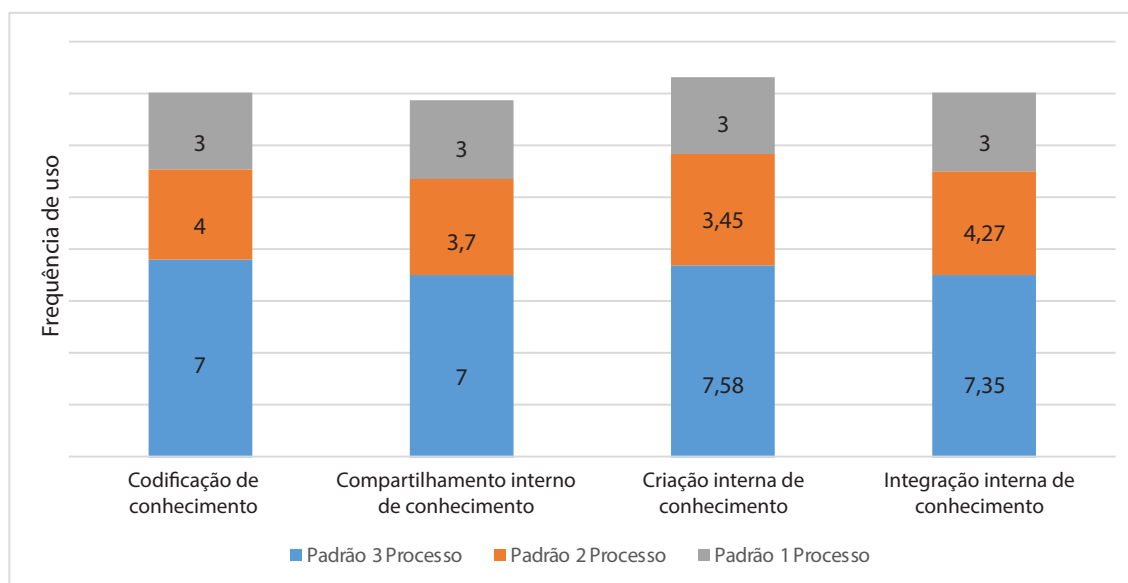
Apesar da evolução da incidência dos mecanismos de aprendizagem se manter semelhante, em média, para todos os tipos de empresa pesquisada, há diferenças de intensidades dessas incidências entre os tipos de empresa e entre empresas que compõem padrões distintos de ACT nas áreas de processo e produto.

Área de processo e organização da produção: o papel dos mecanismos de aprendizagem na ACT

Na área de processo e organização da produção, na maioria dos resultados estatisticamente significativos, as empresas que compõem os padrões com níveis menores de capacidades tecnológicas (Padrões 1 e 2) apresentaram menores frequências no uso de mecanismos intraorganizacionais do que o Padrão 3 Processo. Percebe-se, por exemplo, que a incidência desses mecanismos é, em média, duas vezes maior (Figura 8) nesse último grupo de empresas. Além disso, as empresas no Padrão 3 Processo geram resultados por meio desses mecanismos com frequência média também, aproximadamente, duas vezes maior na maioria dos casos; no caso específico das patentes, apenas as empresas no Padrão 3 Processo relataram esse tipo de resultado no período avaliado (Figura 9). Tendo em vista que, para a área de processo e organização da produção, o Padrão 1 Processo apresenta aumento do nível de capacidade tecnológica no período analisado, pode-se dizer que os mecanismos intraorganizacionais não são os responsáveis por essa ACT.

O aumento no nível de capacidade tecnológica na área de processo e organização da produção por parte das empresas pode ser explicado pelas parcerias.

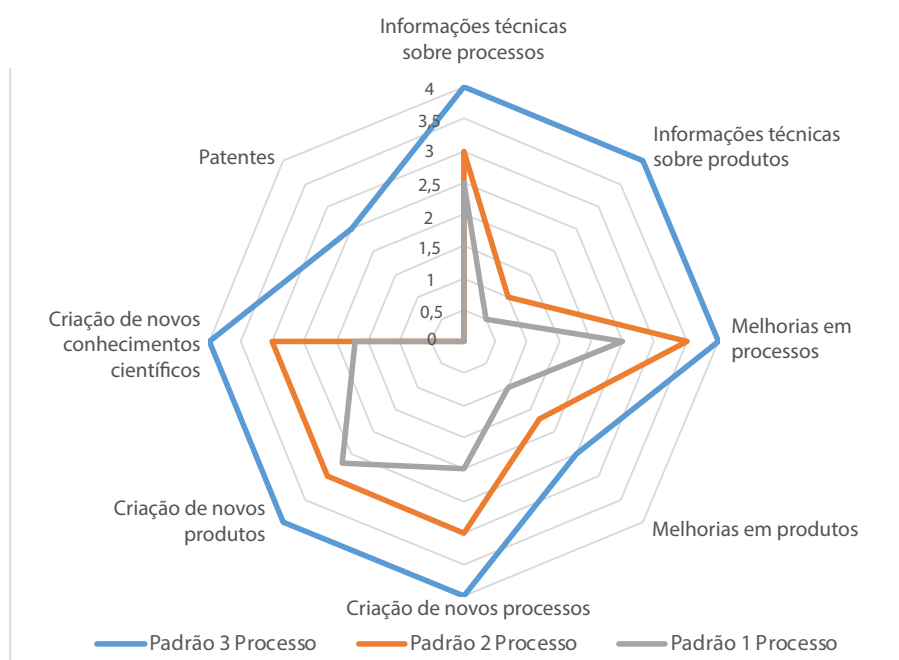
Figura 8. Diferenças entre os padrões de ACT na área de processo e organização da produção na frequência média de uso de mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias do uso de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais. Todos os mecanismos foram estatisticamente significativos a pelo menos 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

Figura 9. Diferenças entre os padrões de ACT na área de processo e organização da produção na frequência média dos resultados intraorganizacionais, valores médios % (2003-2014)

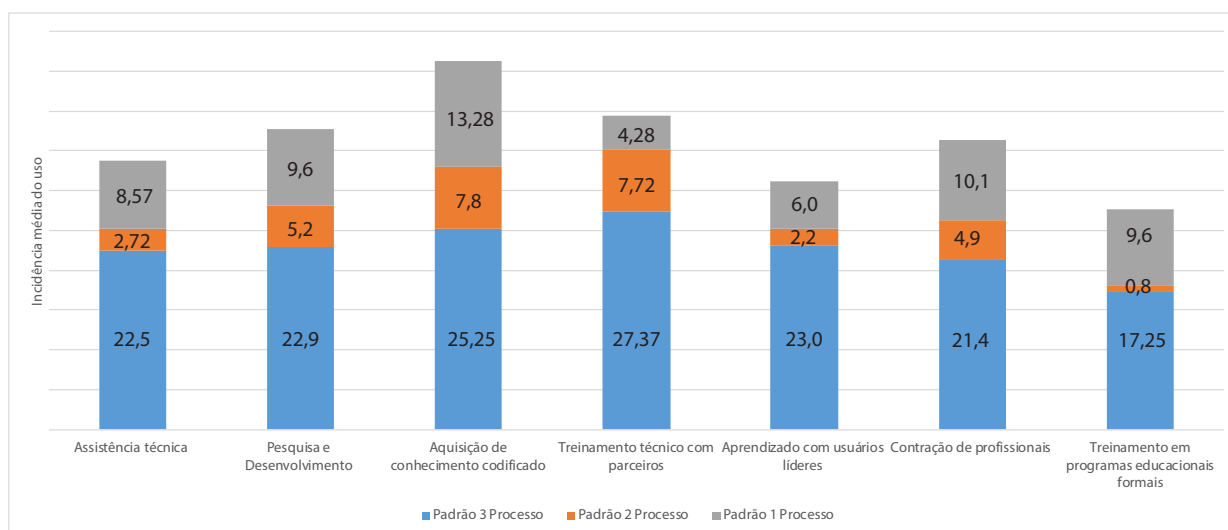


Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias do uso de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais. Apenas o resultado "melhorias e adaptações em produtos existentes" não foi estatisticamente significativo. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

O panorama para os mecanismos interorganizacionais na área de processo e organização da produção é distinto. Inicialmente, percebe-se que as médias do Padrão 3 Processo para todas as categorias (mecanismos, parceiros e resultados da parceria) são sempre maiores ou iguais às dos demais padrões, o que demonstra como as parcerias são importantes para as empresas naquele padrão. Outra evidência é de que, nos mecanismos interorganizacionais, o uso pelo Padrão 1 Processo está próximo do Padrão 3 Processo em vários casos (Figura 10); para os parceiros, embora o Padrão 3 Processo possua médias maiores que os demais padrões, o Padrão 1 Processo apresenta médias maiores que o Padrão 2 Processo (Figura 11); e, para os resultados obtidos com parcerias, foi o Padrão 2 Processo que esteve mais próximo ao Padrão 3 Processo (Figura 12). Em outras palavras, isso evidencia que, embora o uso de mecanismos e parceiros explique parte da elevação de nível de capacidade para o Padrão 1 Processo, os resultados obtidos ainda são inferiores aos demais padrões.

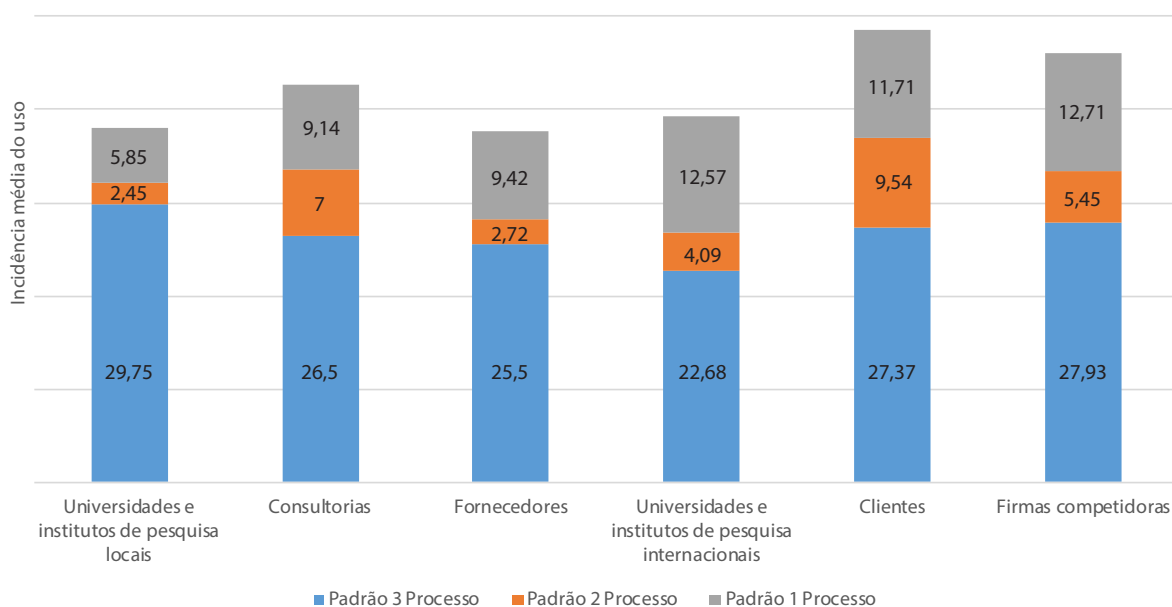
Figura 10. Diferenças entre os padrões de ACT na área de processo e organização da produção na frequência média do uso de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias do uso de mecanismos de aprendizagem interorganizacionais. Todos os mecanismos foram estatisticamente significativos a pelo menos 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

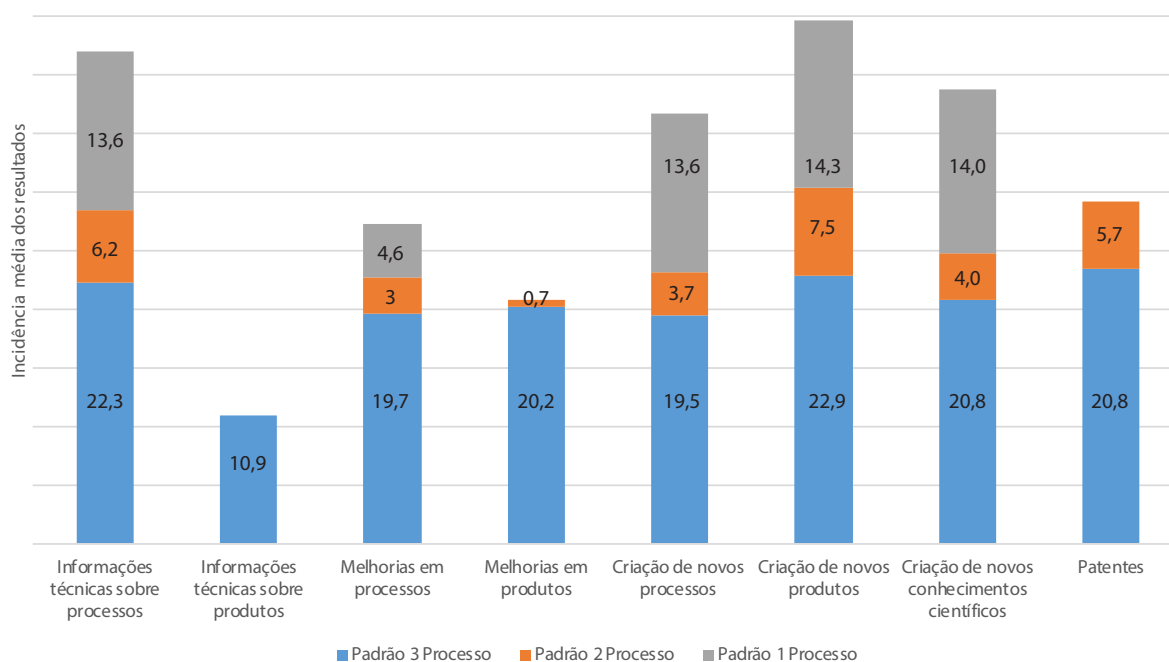
Figura 11. Diferenças entre os padrões de ACT na área de processo e organização da produção na frequência média das parcerias interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias das parcerias interorganizacionais. Todos os parceiros foram estatisticamente significativos a pelo menos 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

Figura 12. Diferenças entre os padrões de ACT na área de processo e organização da produção na frequência média dos resultados interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias dos resultados interorganizacionais. Todos os resultados foram estatisticamente significativos a pelo menos 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

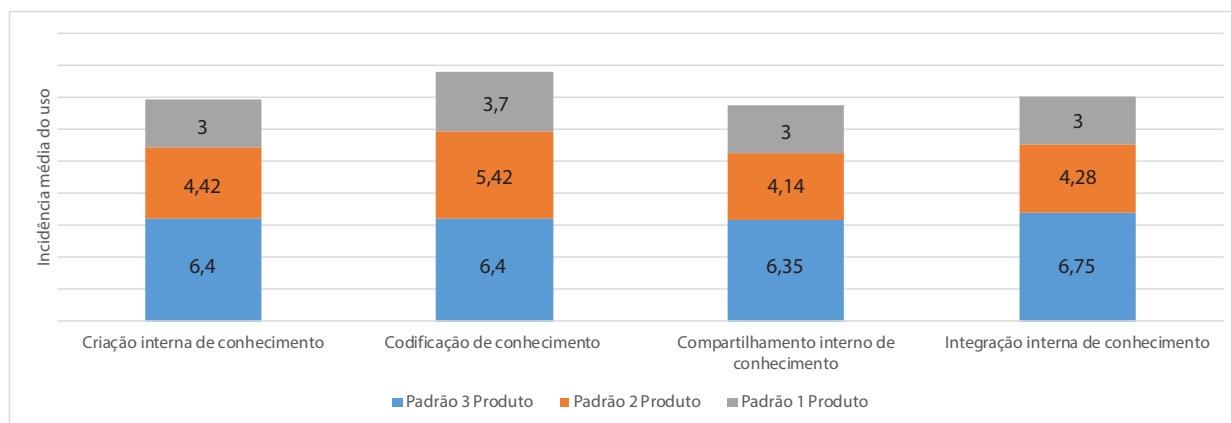
As empresas no Padrão 3 Processo estão, de maneira geral, sempre preocupadas em estabelecer parcerias com todo tipo de organização – o que é evidenciado pelas suas médias por vezes dez vezes superiores nesse quesito. Na área de processo e organização da produção, essas parcerias ocorrem principalmente para processos otimizadores da produção e redutores de consumo energético. As empresas no Padrão 1 e 2, por sua vez, apresentam iniciativas mais tímidas em relação a parcerias. No entanto, percebe-se que essas parcerias foram valiosas para o aumento de capacidade tecnológica das empresas do Padrão 1 Processo, ainda que os resultados obtidos pelo Padrão 2 Processo sejam superiores. Isso se deve principalmente ao fato de que as parcerias estabelecidas pelas empresas do Padrão 2 Processo são mais antigas, o que favorece a obtenção de um número maior de resultados. Para as empresas do Padrão 1 Processo, as parcerias, embora recentes e com resultados ainda pouco expressivos, se mostraram fundamentais, principalmente, para a redução do seu custo produtivo e consequente queda do custo dos produtos.

Área de atividades centradas em produto: o papel dos mecanismos de aprendizagem na ACT

Na área de atividades centradas em produto, na maioria dos resultados estatisticamente significativos, as empresas que compõem os padrões com níveis mais elevados de capacidades tecnológicas apresentaram maiores intensidades no uso de mecanismos intraorganizacionais do

que os padrões com níveis mais baixos. Mais uma vez, nota-se que, quanto maior o nível de capacidade das empresas, maior é a frequência média de uso dos mecanismos intraorganizacionais e da geração de resultados (Figuras 13 e 14).

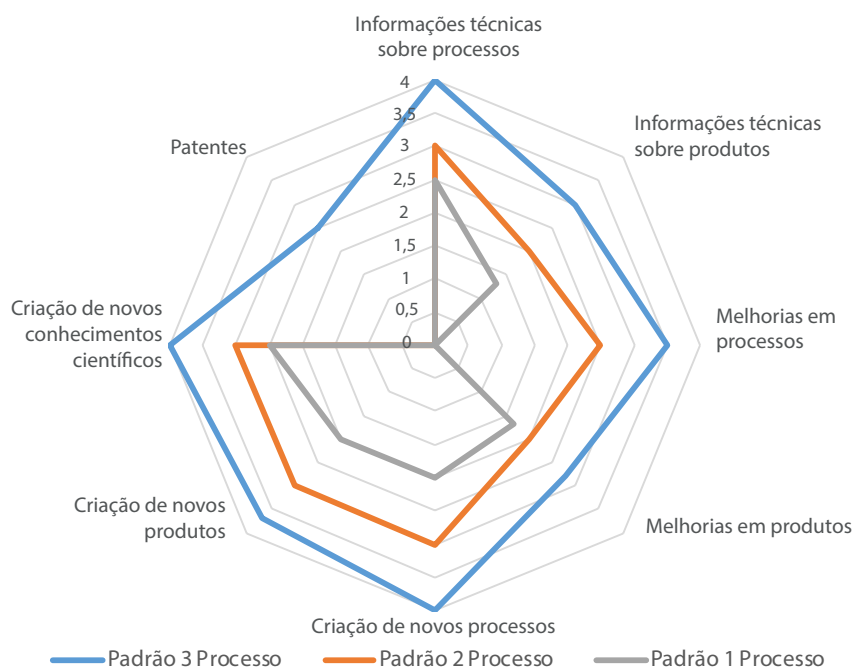
Figura 13. Diferenças entre os padrões de ACT na área de atividades centradas em produto na frequência média do uso de mecanismos de aprendizagem intraorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias dos resultados interorganizacionais. Todos os mecanismos foram estatisticamente significativos a pelo menos 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

Figura 14. Diferenças entre os padrões de ACT na área de atividades centradas em produto na frequência média dos resultados interorganizacionais, valores médios em % (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias dos resultados interorganizacionais. Apenas os resultados E e F não foram estatisticamente significativas ao menos a 10%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, todos os padrões apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

De maneira distinta do que foi encontrado para a área de processo e organização da produção, percebeu-se que, para a área de atividades centradas em produto, os esforços em parcerias são significativamente menores para todos os padrões e com pouca diferenciação entre eles. Isso é evidenciado não só pela não significância estatística das variáveis analisadas, como também pela presença de médias parecidas até nos casos onde há significância. Os únicos resultados destacados ficam por conta daqueles gerados pelas parcerias. Nesse caso, percebe-se que o Padrão 3 Produto obtém resultados mais frequentes que as empresas dos outros padrões. Embora existam relatos obtidos na pesquisa de campo de parcerias, principalmente com clientes, fornecedores e universidades, para desenvolvimento de novos (ou melhores) produtos, essa tendência é inferior ao que é visto para a área de processo e organização da produção. As evidências apontam que, para as atividades centradas em produto, os esforços são de fato mais voltados para desenvolvimento interno, por questões de confidencialidade e porque as competências para esses avanços tecnológicos estão muito restritas às empresas siderúrgicas.

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

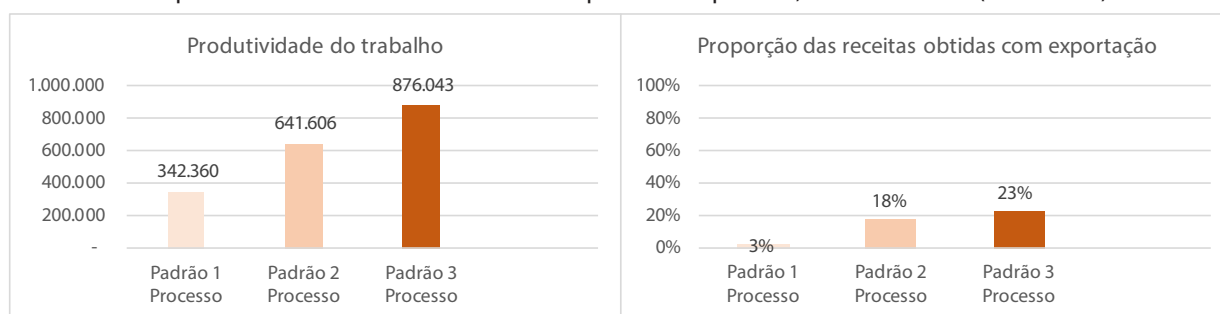
A análise do impacto da ACT sobre o desempenho competitivo nesta pesquisa também foi realizada por meio de testes estatísticos para as áreas de processo e produto. Duas variáveis de desempenho competitivo foram analisadas: produtividade do trabalho (receita bruta de vendas dividida pelo número de funcionários) e inserção internacional (proporção das receitas obtidas com exportação). Deve-se chamar atenção que, nesse caso, a divisão por áreas apenas diferencia conjuntos distintos de empresas. Não há como distinguir nos testes relações específicas de produtividade ou exportação por área tecnológica, já que esses dados se referem à empresa como um todo e não têm a área como unidade de análise.

Segundo a pesquisa, os distintos padrões de ACT nas áreas de processo e produto explicaram os diferentes desempenhos competitivos das empresas da indústria siderúrgica no Brasil no período recente. Tanto na área de processo e organização da produção quanto na de atividades centradas em produto, as empresas pertencentes a padrões mais elevados de ACT apresentaram ganhos maiores de produtividade do trabalho e maior proporção das receitas obtidas com exportação do que aquelas de padrões menos elevados.

Não há dúvida de que a acumulação de capacidades tecnológicas nas duas áreas é recompensada com um ganho na produtividade do trabalho.

Na área de processo e organização da produção, as empresas que compõem os dois padrões com níveis de capacidades tecnológicas mais elevadas (Padrões 2 e 3) apresentaram produtividade do trabalho média entre R\$ 641 mil e R\$ 875 mil por trabalhador, e uma proporção das receitas obtidas com exportação média entre 17,75% e 23,06%. Já as empresas do Padrão 1 Processo apresentaram produtividade do trabalho média de R\$ 342 mil por trabalhador e uma proporção das receitas obtidas com exportação média de 2,66% (Figura 15). Isso equivale, em média, a uma produtividade 1,5 vez menor e a uma inserção internacional 10 vezes menor.

Figura 15. Diferenças entre os padrões de ACT na área de processo e organização da produção na frequência média das variáveis de desempenho competitivo, valores médios (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias das variáveis de desempenho. Neste caso, todas as variáveis foram estatisticamente significativas ao menos a 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, os Padrões 2 e 3 não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si.

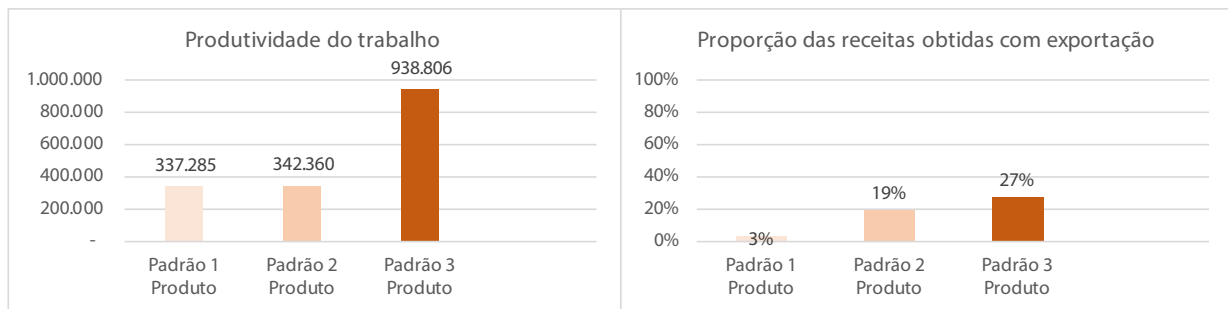
O foco em melhoramento dos processos energéticos e otimização do pessoal das empresas siderúrgicas no Brasil, muitas vezes suportado por P&D e engenharia, parece contribuir significativamente para os ganhos de produtividade e competitividade do setor. Entretanto, não se trata de inovações radicais, como a realizada pelos líderes globais nessa área. Ainda que com iniciativas de menor complexidade tecnológica, os investimentos em novos equipamentos e energia são uma tendência também para as empresas do Padrão 1 Processo e Padrão 2 Processo. Para as empresas desses padrões, os investimentos em energia normalmente são realizados com vistas à redução de custos, via contratos com subsidiárias de energia dos estados em que estão presentes, ou mesmo pela construção de subestações próprias. Na maioria dos casos, no entanto, não há esforços de soluções dentro dos próprios processos de produção ou de uso de tecnologias mais inovadoras – principalmente porque não há áreas de desenvolvimento tecnológico dedicadas a esses objetivos.

Sobre a inserção externa das empresas siderúrgicas, de maneira geral não há preferência pelo mercado externo. A maioria dos relatos dá conta de uma maior iniciativa exportadora apenas como reação a quedas na demanda interna. Deve-se dizer, entretanto, que ainda assim a média de produção exportada das empresas de maiores padrões tecnológicos é sistematicamente maior, independentemente da conjuntura interna. Isso se deve, entre outros motivos, à estrutura logística mais eficiente que essas empresas possuem e também ao fato de que seus processos

produtivos são mais baratos – já que detêm capacidades tecnológicas para processo e organização da produção mais elevadas.

Na área de atividades centradas em produto, as empresas que compõem o padrão com o nível de ACT mais elevado (Padrão 3 Produto) apresentaram uma produtividade do trabalho média de R\$ 938 mil por trabalhador e uma proporção das receitas obtidas com exportação média de 27%. Já as empresas que compõem os Padrões 1 e 2 apresentaram produtividade do trabalho média de R\$ 339 mil por trabalhador. A proporção das receitas obtidas com exportação das empresas do Padrão 2 Produto foi, em média, de 19,18%, e das empresas do Padrão 1 Produto foi, em média, de apenas 2,66% (Figura 16). Nesse caso, as empresas pertencentes aos Padrões 1 e 2 não se mostraram estatisticamente diferentes para a variável de produtividade do trabalho, enquanto as empresas pertencentes ao Padrão 3 Produto se destacaram em termos de desempenho competitivo.

Figura 16. Diferenças entre os padrões de ACT na área de atividades centradas em produto na frequência média das variáveis de desempenho competitivo, valores médios (2003-2014)



Fonte: Os autores (2016).

Nota: Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com distribuição F para o teste de diferenças entre os padrões e suas frequências médias das variáveis de desempenho. Todas as variáveis foram estatisticamente significativas ao menos a 1%. Os valores representam o teste de Duncan, no qual cada par de padrões é comparado separadamente. Por esse teste, os Padrões 1 e 2 não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si para a variável “produtividade do trabalho”.

Na área de atividades centradas em produtos, percebe-se que, para as empresas no Padrão 3, há uma preocupação constante em produzir novos tipos de aço (para o Brasil), trabalhando na maioria dos casos em parcerias com clientes, e também em melhorias dos aços já existentes. Esse tipo de engajamento permite a essas empresas fidelizar os clientes e obter produtividade muito maior que a das empresas dos outros padrões. Para as empresas do Padrão 1 Produto, com esforços basicamente em adaptações e melhorias na produção de aços já conhecidos, e do Padrão 2 Produto, com esforços de melhorias mais complexas e assistência pré e pós-venda aos clientes, os resultados inferiores para produtividade estão associados principalmente ao menor nível de capacidade tecnológica. Parece não haver dúvida de que a ACT na área de atividades centradas em produto é recompensada com um ganho na produtividade do trabalho.

Empresas com baixo nível de capacidade tecnológica nas duas áreas têm dificuldade de exportar, o que não ocorre em empresas com maiores níveis de capacidade.

Em relação à inserção internacional, para a área de atividades centradas em produto, as conclusões se aproximam do que foi encontrado para processo e organização da produção. No caso das atividades centradas em produto, no entanto, deve-se ressaltar que as empresas nos Padrões 2 e 3 possuem produtos de qualidade superior ao apresentado pelas empresas do Padrão 1 Produto. Isso possibilita que o primeiro grupo não só exporte mais, como o faça para países em que a exigência de qualidade é maior do que, por exemplo, na América Latina.

4 Reflexões e Recomendações para Políticas Públicas e Estratégias Empresariais

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, muito menos 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. Equipamentos tecnologicamente avançados exigem conhecimentos de capital humano qualificado e especializado para serem operados. Exigem também um sistema organizacional capaz de integrar as diversas especialidades profissionais e as instalações físicas num uso eficiente da tecnologia e sua posterior adaptação e aprimoramento.
- Assim como a tecnologia, a inovação também 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 varia desde a imitação duplicativa, em vários níveis de modificações com base de engenharia (como é típico das indústrias alemãs de máquinas, líderes globais em diversos segmentos), até os mais avançados níveis de P&D. A visão limitada de inovação, incorporada em diferentes estratégias empresariais e de políticas governamentais, ignora o papel das atividades inovadoras básicas, que são, em muitos casos, condições para o engajamento em atividades inovadoras mais sofisticadas.
- Essa perspectiva abrangente é de fundamental importância para compreendermos a dinâmica do processo de inovação, particularmente no contexto de economias em desenvolvimento, como a do Brasil. Nesse caso, a 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.

Perspectivas sobre capacidades tecnológicas de produção e inovadoras

- A capacidade tecnológica é um conjunto ou estoque de recursos com relação a conhecimento que permite às empresas realizarem tanto as atividades de produção ou operacionais quanto as 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 tecnologias.
- A distinção entre os dois tipos de capacidades tecnológicas é essencial para melhor entender o desempenho competitivo de uma empresa e de uma 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 compreender 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 permitir a criação de tecnologias que são mais difíceis de serem copiadas ou mesmo criar oportunidades de entrada em novos segmentos de mercado. Assim, ambos os tipos de capacidades tecnológicas devem ser nutridos em nível da empresa, embora requeiram estratégias diferenciadas.

Empresas na mesma indústria e áreas tecnológicas de uma mesma empresa são diferentes

- Os resultados da pesquisa mostram que as empresas de siderurgia no Brasil se encontram em padrões distintos de ACT para duas importantes áreas tecnológicas (processo e organização da produção e atividades centradas em produto). Isso sugere que recomendações de estratégias empresariais e de políticas públicas que tratam a indústria como um todo homogêneo escondem a complexidade e a variabilidade das atividades inovadoras e das capacidades tecnológicas relacionadas a elas. Essa constatação é importante não apenas para formuladores de políticas públicas, como também para os gestores dessas empresas, que devem possuir estratégias distintas de ACT para as áreas de processo e organização da produção e de atividades centradas em produto.
- Por exemplo, empresas que compõem o padrão de permanência em capacidade inovadora básica em atividades centradas em produto (Padrão 1 Produto) devem se esforçar para criar capacidades tecnológicas inovadoras, na busca de adaptações e melhorias mais complexas de seus produtos. Já as empresas que compõem o padrão de permanência em capacidade inovadora avançada na área de atividades centradas em produto (Padrão 3 Produto) devem aprofundar e renovar ainda mais suas capacidades inovado-

ras, na busca de se moverem para a fronteira internacional do conhecimento e desenvolverem produtos novos para o mundo.

Diversificação industrial

- Embora a indústria brasileira de siderurgia tenha acumulado níveis de capacidades tecnológicas avançados nas áreas de processo e organização da produção e de atividades centradas em produto, observa-se distância relevante em relação ao desenvolvimento produtivo das empresas líderes mundiais. Essa configuração do setor no Brasil permitiu obter bons níveis de faturamento até há alguns anos, mas se percebe que o enfraquecimento da demanda interna não foi compensado por iniciativas de exportação. A razão é que grande parte da indústria nacional não consegue competir em preço com o aço produzido por outros países do mundo.
- Reconhece-se, no entanto, que existem cenários promissores relacionados a investimentos e demanda por infraestrutura urbana. O Brasil ainda tem baixo consumo *per capita* de aço e, com a recuperação econômica do país, pode haver aumento expressivo de demanda por aço.
- Há esforços ainda muito incipientes por parte das empresas brasileiras de siderurgia de diversificação para outras atividades industriais que sejam novas para o Brasil.
- De forma semelhante, também não se verifica grande engajamento em atividades com maior valor agregado, como de serviços, construção e *trading*. Companhias siderúrgicas de liderança mundial na Ásia, por exemplo, têm diminuído a participação do aço na sua receita total com vendas, numa tentativa de reduzir a dependência de apenas um produto e diversificar para áreas em que a conjuntura atual esteja mais favorável.

Há esforços ainda incipientes para diversificação das atividades produtivas para outras atividades industriais que sejam novas para o Brasil.

Exposição à competição global

- A persistência na inserção internacional por parte das empresas brasileiras de siderurgia deve ser aprofundada e perseguida especialmente para mercados como os Estados Unidos e União Europeia. Sabe-se que a indústria atualmente vive uma realidade de superprodução, principalmente depois da expansão do

parque produtivo da China. Ainda assim, a inserção nas cadeias globais de valor confere às empresas maior grau de competitividade. A exposição à competição global pode ajudar as empresas brasileiras a enfrentar eventuais diminuições da demanda interna, assim como fomentar o acúmulo de capacidades inovadoras tanto para novos processos produtivos quanto novos produtos, mais próximo das que já foram alcançadas pelos líderes globais.

A persistência na inserção internacional por parte das empresas brasileiras de siderurgia deve ser aprofundada e perseguida especialmente para Estados Unidos e Europa.

Natureza colaborativa e sistêmica da capacidade tecnológica, da inovação e da aprendizagem tecnológica

- A nossa 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. Segundo a pesquisa, grande parte das capacidades tecnológicas inovadoras é acumulada por meio de parcerias com universidades e institutos de pesquisa locais, e consultores e agentes ao longo da cadeia produtiva (fornecedores e clientes). Empresas que acumularam níveis mais avançados de capacidades tecnológicas têm sido mais proativas no estabelecimento de vários arranjos colaborativos com esses tipos de parceiro para a realização de atividades inovadoras. No caso da área de processo e organização da produção, por exemplo, percebe-se que esse tipo de engajamento em parcerias está relacionado com o aumento da capacidade inovadora de parte das empresas.
- 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 e aprimorar suas práticas de coordenação e integração de conhecimentos externos, vindos de parceiros distintos, para a eficácia de seu processo de inovação.
- Por sua vez, a gestão dos mecanismos de aprendizagem cada vez mais demanda dos gestores desenvolvimento de capacidades gerenciais para interagir com uma gama vasta de parceiros não só em nível local, mas especialmente em nível internacional

para empresas que precisam sustentar ou alcançar níveis de capacidades tecnológicas de classe mundial.

Formação diferenciada de capital humano

- Ações para aumentar e melhorar a oferta de recursos humanos, criando massa crítica altamente qualificada, são necessárias para atingir objetivos de inovação na indústria siderúrgica. É importante que o ensino superior público e privado e o sistema de treinamento dentro das empresas forneçam conhecimentos e habilidades apropriados para o alinhamento com novas capacidades inovadoras necessárias à 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 e para o país, com a consequente diversificação industrial. É preciso que as empresas, em sintonia com as universidades, se engajem na preparação desses diferentes tipos de capital humano.

Políticas industriais e financiamento público para inovação

- Como se sabe, a indústria siderúrgica no Brasil foi deliberadamente desenvolvida pelo Estado como parte do processo de industrialização do país¹¹. Depois de um intervalo de relativa ausência de políticas industriais no final da década de 1980 e durante a de 1990, algumas políticas industriais foram implementadas no Brasil nos últimos anos. Os objetivos gerais dessas políticas eram os de fortalecer e expandir a base industrial nacional por meio da melhoria da capacidade inovadora das empresas, focando no estímulo à inovação e à produção nacional para alavancar a competitividade¹². São elas: Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE, 2004-2008), Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP, 2008-2010) e o Plano Brasil Maior (PBM, 2011-2014). Essas políticas apresentavam algumas especificidades. Por exemplo, a PITCE propunha um foco maior em opções estratégicas (semicondutores, *software*, bens de capital e fármacos) e atividades portadoras de futuro (biotecnologia, nanotecnologia biomassa/energia renováveis). Já a PDP e o PBM envolviam um conjunto muito amplo de setores industriais subdivididos em programas e blocos mais específicos. O que se verifica em todas essas políticas industriais é que as ações se voltaram muito mais para instrumentos de financiamento e incentivos fiscais para expansão produtiva do que para a inovação. As medidas voltadas à inovação se concentraram na criação de mecanismos de financiamento público, principalmente por meio do BNDES e da Finep, e de incentivos fiscais. Verificou-se também a implementação de instrumentos de proteção do

¹¹ Ver Gomes (1983).

¹² Ver ABDI (2016).

mercado doméstico para alguns setores específicos (por exemplo, reforço de políticas de conteúdo local em alguns setores industriais, proteções tarifárias de importação) e metas de curto prazo incompatíveis com melhor avaliação de uma política industrial. Até mesmo a PITCE, que na teoria se voltava para setores considerados estratégicos, na prática resultou mais em conjuntos abrangentes de iniciativas com forte predomínio de ações horizontais.

- Particularmente para a indústria siderúrgica, a PDP e o PBM explicitaram metas e objetivos específicos. A PDP tinha como objetivo para a indústria siderúrgica a liderança competitiva por meio da ampliação do porte empresarial, aumento da capacitação tecnológica e fortalecimento das redes logísticas e de fornecimento de insumos. Fixou-se como objetivo que o Brasil se mantivesse entre os cinco maiores produtores mundiais do segmento, além de aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento para 2% das vendas médias. Já o PBM visou ampliar a demanda brasileira por metais nacionais, adensar a cadeia metalúrgica, elevar sua competitividade e promover o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Para isso, sugeriu-se instituir/ampliar uma regra de conteúdo nacional para que os metais fabricados no país fossem contemplados nos regimes especiais dos setores automotivo, de petróleo e gás, naval e de energia elétrica, além das obras de infraestrutura com incentivos ou financiamentos públicos; mapear fornecedores de bens e serviços nacionais e internacionais; e viabilizar o financiamento de diferentes projetos dentro do âmbito do Projeto da Siderurgia (PJSJ)¹³. Na prática, no entanto, mais uma vez o PBM expandiu linhas de crédito e incentivos para inovação por intermédio do BNDES e da Finep. Entretanto, essas propostas não chegaram a ser consolidadas e foram descontinuadas com o fim do PBM em 2014. Deve-se chamar atenção, nesse caso, para a necessidade de continuidade e de um horizonte de longo prazo no desenho de políticas industriais voltadas à inovação.
- Verificou-se no *workshop* e nas entrevistas de campo com representantes de empresas de siderurgia, realizados por esta pesquisa, que a oferta de linhas de créditos para o investimento produtivo, principalmente do BNDES, não se constitui hoje em um problema para o setor no Brasil. O que se verifica é a dificuldade de captação de recursos destinados exclusivamente à inovação por parte de uma gama maior de empresas. Por um lado, faltam, às linhas de créditos para inovação disponíveis, processos mais ágeis e menos burocráticos. Devido às exigências financeiras, esses recursos estão disponíveis com maior facilidade apenas para empresas de grande porte e sua obtenção envolve detalhes técnicos que muitas vezes inibem a sua procura. Por outro lado, faltam às empresas conhecimento e organização na captação de recursos financeiros para inovação. Nesse aspecto, parece essencial uma maior simplificação e divulgação do acesso ao financiamento público existente destinado à inovação.

¹³ Ver ABDI (2013).

- Tanto a indústria quanto as políticas não têm realizado ações explícitas de desenvolvimento de fornecedores locais, particularmente de médias e pequenas empresas em ascensão tecnológica e com potencial para ingresso no mercado internacional. Tais empresas, tanto originadas dos grandes grupos existentes quanto *startups* provenientes de empreendedores individuais, poderiam ter um papel importante no processo de diversificação industrial, assim como na sustentação de capacidades inovadoras.
- As políticas públicas para inovação precisam balancear a sua ênfase entre os incentivos a atividades de P&D nas universidades e institutos de pesquisa, por um lado, e nas empresas (não apenas grandes, mas também nas médias e pequenas, incluindo fornecedores), por outro. Embora tenham sido criados alguns mecanismos de financiamento público para projetos de pesquisa aplicada envolvendo empresas e institutos de pesquisa e universidades (como é o caso da Funtec, do BNDES), as interações entre essas organizações devem ser ampliadas. Além disso, as universidades devem ir além da ciência e fortalecer as parcerias com as empresas para que saibam o que estas estão demandando.

Políticas públicas devem evitar o protecionismo exacerbado

- A busca por uma política pública de inovação em uma perspectiva colaborativa e sistêmica não significa, no entanto, uma postura protecionista exacerbada. Não basta reduzir o custo e o risco para inovar, é preciso também tornar a inovação um imperativo para as empresas. Nesse sentido, a pressão competitiva dos rivais é uma das principais ferramentas de incentivo à inovação no âmbito empresarial. Restrições às importações, por exemplo, dificultam o processo de aprendizagem e ACT dentro das empresas. Desse modo, por um lado, é preciso expô-las à competição internacional. Por outro, também é necessário dar a essas empresas condições de competitividade similares aos seus pares de outros países. Especificamente com relação ao setor siderúrgico, o *Instituto Aço Brasil* compartilhou dois estudos que demonstram que os custos financeiros e tributários são mais pesados para as empresas brasileiras do que para os seus competidores em outros países. Ademais, essa constatação é confirmada para a economia brasileira em geral por indicadores como o *Índice de Competitividade Global* e o *Doing Business*, que deixam claro que as empresas brasileiras são penalizadas, entre outras coisas, por um ambiente de negócios hostil, por um ambiente macroeconômico inadequado e pela infraestrutura precária. Então, o desafio em termos de política pública é caminhar na direção de reformas que melhorem as condições de competitividade de nossa economia, e que, ao mesmo tempo, gradativamente nos exponha à competição internacional.

- Apesar das dificuldades de se avaliar uma política industrial, a aferição constante dos resultados de políticas públicas é essencial para o 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 sobre a produtividade das empresas e seus gastos com inovação. No país, percebe-se que, em geral, essas avaliações carecem de uma elaboração baseada em evidências coletadas diretamente do setor produtivo a que se referem. A questão relevante é se ater a um diagnóstico crível das necessidades e das demandas do setor. Um estudo voltado para dentro de uma indústria específica (como a siderúrgica) e, mais ainda, atinente a suas áreas tecnológicas (sua cadeia produtiva, por conseguinte) pode fornecer uma perspectiva mais pormenorizada das necessidades, bem como contribuir para a racionalização de mecanismos de monitoramento e avaliação de políticas públicas.

Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Brasil Maior**: agenda estratégica setoriais. Brasília, DF, 2013.

_____. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Paginas/politica_industrial.aspx>. Acesso em: 21 out. 2016.

BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. In: CANTWELL, J.; AMANN, E. (Ed.). **Innovative firms in emerging market countries**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: HAQUE, U. (Ed.). **Trade, technology and international competitiveness**. Washington, DC: The World Bank, 1995.

FIGUEIREDO, P. N. **Technological learning and competitive performance**. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.

_____. Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 7, p. 1090-1108, 2010.

_____. Beyond technological catch-up: an empirical investigation of further innovative capability accumulation outcomes in latecomer firms with evidence from Brazil. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 31, p. 73-102, 2014.

_____. **Gestão da inovação**: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

_____. Evolution of short-fiber technological trajectory in Brazil's pulp and paper industry: the role of firm-level innovative capability-building and indigenous institutions. **Forest Policy and Economics**, v. 64, p. 1-14, 2016.

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.

FIGUEIREDO, P. N. et al. **Acumulação de capacidades tecnológicas e fortalecimento da capacidade industrial no Brasil**: breve análise empírica da indústria sucroenergética. Rio de Janeiro: EBAPE/FGV, 2016. (Technological Learning and Industrial Innovation Working Paper Series). Disponível em: <www.ebape.fgv.br/tlii-wps>.

GOMES, F. M. **História da siderurgia brasileira**. São Paulo: Edusp, 1983.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site2015/>>. Acesso em: 5 ago. 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.

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.

WORLD STEEL ASSOCIATION. Steel statistical yearbook 2015. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/bookshop/2015/Steel-Statistical-Yearbook-2015/document/Steel%20Statistical%20Yearbook%202015.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2016.