



CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA BRASILEIRA

RICARDO LOBATO TORRES

Departamento de Gestão e Economia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

rltorres@utfpr.edu.br

LIA HASENCLEVER

Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

lia@ie.ufrj.br

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo do nível de competências tecnológicas de empresas farmacêuticas nacionais com o objetivo de avaliar a sua capacitação tecnológica para absorver a tecnologia externa de produção de medicamentos biológicos. A pesquisa coletou dados primários através de entrevistas com 24 empresas farmacêuticas brasileiras, classificados em três categorias: laboratórios farmacêuticos oficiais, laboratórios farmacêuticos privados e empresas *startups*, que responderam a um questionário fechado sobre capacidades tecnológicas e estratégias de aprendizado. Os dados foram analisados por estatística descritiva de acordo com o tipo de organização, o nível de competência tecnológica (básico, intermediário e avançado) e a natureza da competência tecnológica (operacional e inovativa). Os resultados mostram que os laboratórios farmacêuticos privados possuem maior capacidade de absorção da tecnologia externa, devido a sua experiência prévia com inovação incremental, enquanto os laboratórios farmacêuticos oficiais carecem de competências tecnológicas no âmbito da produção e da P&D, o que implica a necessidade de verdadeiros “saltos tecnológicos” para que consigam atender às demandas do Ministério da Saúde. Já as *startups* se destacam pelo grau de novidade de suas inovações tecnológicas, mas carecem de ativos complementares para explorar economicamente os resultados da sua P&D, sendo dependentes da indústria local para lançamento de novos produtos no mercado. Com relação ao aprendizado tecnológico, que depende de um posicionamento estratégico mais ativo das empresas, a maioria das organizações se mostrou dependente das políticas públicas para investir em capacitação tecnológica, focando estritamente na incorporação da tecnologia de produção dos medicamentos, sem procurar avançar em inovações tecnológicas, com a exceção de alguns laboratórios farmacêuticos privados.

Palavras-chave: capacitação tecnológica, indústria farmacêutica, catching up.



1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um estudo do nível de capacidade tecnológica das empresas farmacêuticas brasileiras. O principal objetivo do estudo foi avaliar a capacidade dessas empresas de gerar inovações e de absorver tecnologia externa. O interesse pelo tema decorre da política industrial e tecnológica instituída pelo Ministério da Saúde a partir de 2008. Com a criação do Grupo Executivo do Complexo Industrial da Saúde (GECIS), foram firmadas, até 2014, 104 parcerias público-privadas, denominadas de Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP), entre laboratórios públicos da rede oficial e laboratórios privados nacionais e estrangeiros com o objetivo de nacionalizar a produção e reduzir os preços de aquisição de medicamentos considerados estratégicos para o Sistema Único de Saúde (SUS). Essas parcerias consistem na transferência da tecnologia de produção de medicamentos cujas patentes estão prestes a expirar para os laboratórios nacionais e cujos preços de venda no Brasil são extremamente elevados. Trata-se de produtos de maior complexidade tecnológica quando comparados à maioria dos produtos farmacêuticos industrializados no país.

As parcerias aprovadas têm duração de até dez anos, período em que a tecnologia de produção do componente tecnológico crítico (princípio ativo e/ou medicamento) deve ser incorporada pelos parceiros brasileiros. A política dá margem para uma divisão de tarefas entre os laboratórios públicos e privados em algumas categorias de produtos, isto é, a formulação final do medicamento pelo laboratório público e a produção do farmoquímico pelo laboratório privado nacional. Para convencer as empresas detentoras das tecnologias, em sua maioria estrangeiras, a firmar essas parcerias, o governo federal garante a aquisição, através de compras públicas, durante a vigência da PDP. Isso significa que, até a incorporação completa da tecnologia de produção, os medicamentos continuam sendo fornecidos pela empresa detentora da tecnologia, atuando os laboratórios nacionais apenas como intermediários de venda. Nesse ínterim, os laboratórios públicos podem iniciar o projeto trabalhando apenas como distribuidores do produto importado e os laboratórios privados, quando envolvidos, como fabricantes de produtos semiacabados, responsabilizando-se pela embalagem ou pela formulação final do medicamento.

A PDP prevê, assim, um processo progressivo de incorporação da tecnologia. À medida que os laboratórios nacionais avançam na integração vertical da produção do medicamento, reduzem-se as vantagens da empresa detentora da tecnologia. De qualquer maneira, como se tratam de produtos com patentes por vencer, a estratégia de colaborar parece interessante às empresas multinacionais, dado o acesso direto ao mercado público previsto na PDP, o que as evitaria de enfrentar uma possível concorrência com produtores de medicamentos genéricos ao término da vigência das patentes.

Dentre as categorias de produtos alvo das PDP, escolheram-se os produtos biológicos como objeto de pesquisa, uma vez que são os medicamentos de maior complexidade tecnológica e de maior custo para o SUS. Tendo como pano de fundo a política supracitada, este estudo procurou avaliar a capacidade dos laboratórios nacionais para absorver a tecnologia externa, com ênfase em medicamentos biológicos baseados na tecnologia de DNA recombinante. A incorporação da tecnologia de produção desses medicamentos não é trivial,



principalmente para uma indústria que se caracteriza pela formulação de medicamentos genéricos e importação de insumos farmacêuticos ativos (IFA). O baixo perfil inovador e a experiência centrada em atividades de menor complexidade tecnológica na produção (formulação de genéricos) impõem grandes desafios aos laboratórios nacionais para incorporar a tecnologia de produção dos medicamentos biológicos.

O artigo está estruturado, além desta introdução, da seguinte maneira: a seção dois apresenta uma breve revisão teórica sobre capacidade de absorção e aprendizado tecnológico; a seção três apresenta a metodologia empregada para coleta de dados e avaliação da capacidade tecnológica das empresas farmacêuticas nacionais; enquanto a seção quatro exibe e discute os resultados e a seção cinco as traz conclusões do trabalho.

2. CAPACIDADE DE ABSORÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Apresenta-se nesta seção um apanhado geral da literatura sobre os temas deste artigo (capacidade de absorção e aprendizado tecnológico) com o objetivo de guiar a pesquisa de avaliação das capacidades tecnológicas em empresas farmacêuticas brasileiras. Nesse sentido, destaca-se a diferença entre os conceitos de *capacidades tecnológicas operacionais*, associado à produção e à comercialização de produtos, e o de *capacidades tecnológicas inovativas*, associado à mudança tecnológica. A distinção entre estes conceitos correspondem, respectivamente, às mesmas diferenciações entre capacidade produtiva e capacidade tecnológica propostas nos trabalhos de Bell e Pavitt (1993) ou às rotinas operacionais e rotinas de busca nos trabalhos de Nelson e Winter (2005).

Destaca-se também a importância das atividades de P&D para criar uma base prévia de conhecimento para as organizações de forma a lhes proporcionar uma capacidade de absorção, isto é, uma capacidade para identificar, assimilar e explorar o conhecimento externo, conforme teorizado por Cohen e Levinthal (1990). Assim, a realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) apresenta um objetivo dual: de um lado, buscam um desenvolvimento interno e imediato de novas tecnologias, traduzidas em inovações de produtos ou de processos; e de outro, representam um esforço interno de aprendizado para capacitar a organização para a absorção de conhecimento e/ou tecnologia externa.

A literatura sobre a capacitação tecnológica nos países em desenvolvimento mostra que as empresas retardatárias tendem a seguir um processo de aprendizado reverso àquele das empresas inovadoras, conforme ciclo de inovação de Utterback e Albernathy (1975). Essa trajetória “da imitação à inovação”, como proposto por Kim (2005), sugere um aprendizado tecnológico sequencial, iniciando com as atividades de menor complexidade tecnológica. No entanto, essa linearidade nem sempre é necessária. Conforme o estudo de Lee e Lim (2001), é possível criar caminhos de capacitação tecnológica através do desenvolvimento próprio de novas tecnologias, como foi o caso da indústria de telefonia celular coreana com a tecnologia CDMA, ou mesmo saltar etapas de capacitação tecnológica, como o fez a indústria coreana de memórias de computadores (DRAM) ao ingressar nas etapas mais avançadas de produção sem repetir a trajetória das empresas já estabelecidas. No entanto, esses casos tendem a ser menos frequentes na literatura do que o processo de aprendizado reverso e gradual.

A intensidade do aprendizado e a trajetória de capacitação tecnológica, por sua vez, são determinadas pela ação combinada dos incentivos oriundos do ambiente e do



comportamento das empresas. Como sugerido por Amendola e Bruno (1990), as empresas podem adotar estratégias mais passivas ou mais ativas com relação à mudança tecnológica. As trajetórias de aprendizado tecnológico são, em grande medida, o resultado de ações deliberadas de investimento em capacitação tecnológica, através de múltiplas estratégias de aprendizado, como a transferência de tecnologia, contratação de pessoal com expertise, engenharia reversa, P&D colaborativa e assim por diante. Como sugerido por Figueiredo (2003b), o aprendizado organizacional tende a ser mais efetivo quanto maior o número de mecanismos de aprendizagem adotado pela organização. E a multiplicidade de mecanismos de aprendizado só são implementados mediante uma tomada de decisão consciente por parte das organizações, um posicionamento estratégico e discricionário em relação à tecnologia.

A chave da tomada de decisão por capacitação tecnológica está na forma como as empresas percebem o ambiente. O ambiente competitivo não é dado apenas pela percepção dos fatores externos, mas esta percepção é condicionada pelo nível de competências das próprias organizações, conforme sugerido por Amendola e Bruno (1990). A percepção de cada empresa é afetada por seu grau de competências de busca. Logo, de acordo com Cohen e Levinthal (1989), empresas que mais investem em P&D têm melhor percepção das oportunidades oriundas do ambiente e são as mais propensas a responder ativamente a esses incentivos.

Assim, os achados da literatura apontados acima serviram de referência para a análise do momento da indústria farmacêutica brasileira, em que, por um lado, tem a P&D como condição básica para inovação tecnológica em uma indústria baseada em ciência, conforme sugerido por Pavitt (1984), de outro, e talvez mais importante, refere-se à capacidade de absorção da indústria nacional, principalmente no que tange à biotecnologia farmacêutica, que pode ser considerada um novo paradigma tecnológico de pesquisa, desenvolvimento e produção de medicamentos, nos moldes do trabalho de Dosi (1982), uma vez que se utilizam da biologia molecular, da engenharia genética e do cultivo de células vivas (principalmente microrganismos ou células animais) como tecnologia de busca e de produção de tais medicamentos, tecnologias estas muito distintas das competências necessárias para a fabricação de produtos ou processos na área de síntese química.

3. METODOLOGIA¹

3.1 Amostra e seleção

A pesquisa coletou dados primários através de entrevistas com empresas farmacêuticas brasileiras, classificados em três categorias: laboratórios farmacêuticos oficiais (LFO), laboratórios farmacêuticos privados (LFP) e pequenas empresas de base tecnológica (*startups*), que responderam a um questionário fechado sobre capacidades tecnológicas e estratégias de aprendizado. Os dados foram analisados por estatística descritiva de acordo com o tipo de organização (LFO, LFP e Startups), o nível de competência tecnológica (básico, intermediário e avançado) e a natureza da competência tecnológica (operacional e inovativa).

A pesquisa focou nas empresas farmacêuticas brasileiras com potencial de incorporação da rota biotecnológica em seus processos produtivos, seja na produção de

1 Para um melhor detalhamento da metodologia, ver Torres (2015).



farmoquímicos, seja na produção de produtos biológicos, como vacinas, proteínas recombinantes e anticorpos monoclonais. A primeira etapa da pesquisa consistiu justamente na identificação dessas empresas.

Para esse levantamento, foram utilizadas três fontes de dados: a primeira foi a Lista de PDP do Ministério da Saúde divulgada em dezembro de 2013, que continha 25 parcerias público-privadas de transferência e desenvolvimento tecnológico para produtos biológicos.² Nessa lista foram consultados os LFO e os LFP participantes. Com relação às empresas *startups*, foi realizada uma busca nos diretórios de empresas da Anprotec, da Biominas e da Bio-Rio. A relação final de empresas potenciais foi complementada com uma consulta à lista de produtos biológicos registrados no Brasil, cedidos gentilmente pela Anvisa em 2012.³

Os critérios de inclusão como empresa de interesse foram: empresas com capital controlador majoritariamente nacional e com capacidade efetiva ou potencial para a produção de medicamentos biológicos. As empresas transacionais (ETN) foram deliberadamente excluídas da pesquisa por dois motivos: primeiro porque se considera que o desenvolvimento de uma indústria nacional, à luz da experiência internacional, se realiza principalmente através do crescimento e fortalecimento de empresas genuinamente nacionais; e segundo porque as ETN praticamente não investem em P&D no Brasil, concentrando essas atividades em suas matrizes ou filiais em outras localidades do mundo.

Todas as empresas participantes das PDP de produtos biológicos, enquadradas nos três subconjuntos, foram convidadas a participar da pesquisa. As demais empresas foram selecionadas aleatoriamente ou mediante indicação dos próprios entrevistados, desde que possuíssem atividades produtivas ou de P&D em medicamentos biológicos ou fossem fabricantes de medicamentos genéricos de grande porte e experiência no mercado com intenção declarada publicamente de investir em biotecnologia.

A Tabela 1 resume o total de empresas identificadas em cada subconjunto, o número de empresas convidadas a participar da pesquisa e quantas efetivamente responderam o questionário. Como se pode observar, a taxa média de sucesso foi 65% de respostas válidas sobre o total das empresas efetivamente convidadas.

Tabela 1: Número de empresas de interesse, convidadas e entrevistadas na pesquisa de campo.

| Dados | LFP | LFO | Startup | Total |
|--------------------------------|-----|------|---------|-------|
| Empresas de interesse | 15 | 8 | 21 | 44 |
| Empresas convidadas | 12 | 8 | 17 | 37 |
| Empresas entrevistadas | 9 | 8 | 9 | 26 |
| Respostas válidas ⁴ | 7 | 8 | 9 | 24 |
| Taxa de sucesso | 58% | 100% | 53% | 65% |

Fonte: Elaboração própria.

2 Conforme documentos publicados pelo Departamento do Complexo Industrial da Saúde do Ministério da Saúde, disponíveis em: <www.saude.gov.br/deciis> Acesso em 25 mai. 2015.

3 Por motivo de confidencialidade dos dados, essa lista não pode ser reproduzida aqui.

4 Para os dois casos excluídos da análise obtiveram-se apenas respostas parciais por e-mail, não sendo possível incluí-los na apresentação dos resultados finais.



3.2 Operacionalização de conceitos e análise dos dados

É importante deixar claro que o interesse da pesquisa não residiu apenas sobre a aquisição de capacidades produtivas por parte das empresas farmacêuticas, mas também sobre a aquisição de capacidades tecnológicas inovadoras e de outras competências organizacionais, que no caso da indústria farmacêutica são fundamentais para o seu sucesso, como a capacidade de lidar com assuntos regulatórios e *marketing*.

O Quadro 1 foi inspirado nos trabalhos de Lall (1992), Bell e Pavitt (1993), Figueiredo (2003a, 2012), e contém a estrutura analítica utilizada para inferir o nível de capacitação tecnológica das empresas entrevistadas. Basicamente, buscou-se em avaliar o grau de profundidade das competências (dimensão vertical), que pode ser entendido como o nível de complexidade das competências que as empresas possuem, e a diversidade de capacidades (dimensão horizontal), que corresponde às *funções* desempenhadas pelas empresas.

Sob o título de *capacidades tecnológicas inovativas*, as organizações foram indagadas sobre a realização da P&D, a natureza dessa atividade e o grau de novidade dos resultados, tanto os resultados esperados, quanto os já realizados, em termos de inovação tecnológica. O conjunto de competências avaliadas nesse item refere-se explicitamente às competências tecnológicas definidas por Bell e Pavitt (1993). Diferentemente de trabalhos similares aplicados a outros setores de atividade econômica⁵, optou-se por manter a simplicidade do quadro analítico, conforme Figueiredo (2012), uma vez que esta pesquisa envolveu várias empresas e seria inviável um estudo detalhado de cada organização a fim de poder classificar com mais rigor os níveis de competências tecnológicas e a trajetória de acumulação de competências de cada uma delas, conforme realizado em alguns dos referidos estudos.

Quadro 1: Matriz de avaliação das competências organizacionais da pesquisa de campo.

| Nível de capacidade | Capacidades tecnológicas inovativas | Capacidades tecnológicas operacionais |
|---------------------|--|---|
| Básico | P&D, novos produtos e processos, grau de novidade, propriedade intelectual, etc. | Produção industrial, integração vertical, complexidade dos produtos fabricados, <i>marketing</i> , etc. |
| Intermediário | | |
| Avançado | | |

Fonte: Elaboração própria.

Já as *capacidades tecnológicas operacionais*, ainda no Quadro 1, referem-se à produção industrial e atividades afins, que correspondem à mesma distinção feita no trabalho de Bell e Pavitt (1993). Sob esse título foram avaliados o grau de integração vertical, a diversificação da linha de produção e o domínio técnico sobre a planta produtiva. Além disso, também foram avaliadas algumas competências complementares, relacionadas ao conceito de *ativos complementares* de Teece (1986), e trata-se de outras capacidades organizacionais necessárias para colocar um novo produto ou processo no mercado e obter lucros dessa novidade. Nesse sentido, entende-se que organizações que já possuam uma marca, canais de distribuição desenvolvidos, equipes de representação e vendas, etc., têm vantagens

5 Veja-se por exemplo ARIFFIN; FIGUEIREDO (2004), CASTRO; FIGUEIREDO (2005), FERIGOTTI; FIGUEIREDO (2005), FIGUEIREDO (2003a, b, 2005, 2009a, b) e TACLA; FIGUEIREDO (2003).



competitivas em relação às empresas *startups*, que podem ser extremamente competentes em P&D e, eventualmente, lançar um novo medicamento para o mercado mundial, mas que não possuem competência nem experiência em sua comercialização, por exemplo.

Para classificar os níveis de capacidades tecnológicas, contou-se com a colaboração de profissionais da indústria, que esclareceram as competências que podem ser consideradas básicas, intermediárias ou avançadas na indústria farmacêutica.

Os critérios de classificação das capacidades tecnológicas em nível *básico*, *intermediário* e *avançado* foram definidos conforme os critérios descritos nos Anexos 1 e 2. No Anexo 1, encontram-se os critérios para pontuação nas *capacidades tecnológicas inovativas*. No total, foram utilizados doze indicadores, cada um com uma regra específica de determinação do nível de capacidade das empresas. O Anexo 2 apresenta os critérios de pontuação nas *capacidades tecnológicas operacionais*. Da mesma forma, foram utilizados sete indicadores com algoritmos próprios para classificação do nível de capacidade de cada empresa. A seleção desses indicadores foi uma maneira encontrada para sintetizar a avaliação das capacidades tecnológicas, uma tarefa complexa já que o questionário aplicado continha muitas questões e variáveis.

A determinação do nível de capacidade tecnológica de cada indicador foi feita por um algoritmo, conforme descrição básica no Anexo 1 e 2. No caso de variáveis como *número de inovações* e *número de depósitos de patente* (indicadores 1 a 10), optou-se pela classificação de acordo com a própria amostra, isto é, através de estatísticas descritivas (quartil).

Optou-se ainda pelo uso de indicadores combinados para evitar a sobrestimação da capacidade tecnológica das empresas. A sobrevalorização das capacidades foi observada no decorrer da pesquisa e esse problema ocorreu em função do formato enxuto e fechado do questionário, bem como da ambiguidade de algumas questões que geraram diferentes interpretações pelos respondentes. Assim, com o objetivo de controlar essas influências subjetivas, adotou-se algumas combinações de respostas a fim de obter uma classificação mais adequada à realidade das organizações entrevistadas. Por exemplo, a capacidade de realizar estudos pré-clínicos e clínicos foi ponderada pela efetiva introdução de novos produtos nos últimos 5 anos e pelo grau de novidade das inovações esperadas pelas empresas. Além disso, pesquisas clínicas com medicamentos biológicos foram consideradas mais complexas do que as realizadas com medicamentos de base química, em função, por exemplo, dos riscos de imunogenicidade. Assim, buscou-se avaliar não apenas as capacidades que as empresas declararam possuir em perguntas binárias (sim ou não), mas também o que elas efetivamente fazem como evidência de suas capacidades.

Os resultados finais são apresentados em percentuais atingidos, em média, pelas empresas de cada subconjunto, das capacidades tecnológicas básicas, intermediárias e avançadas, conforme definido na seguinte fórmula:

$$C_k^g = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i^g}{P_{máx}^g} \times 100 \right)}{N_k}$$

Onde:



C_k^g : percentual médio de capacidades tecnológicas de nível g obtido pelas empresas do subconjunto k .

p_i^g : pontos obtidos pela empresa i no nível g .

$p_{máx}^g$: pontuação máxima no nível g de capacidades tecnológicas.

N_k : total de empresas entrevistadas no subconjunto k .

g : nível de capacidade tecnológica (básico, intermediário, avançado e total).

i : índice da empresa entrevistada.

n : índice da última empresa entrevistada da subconjunto k .

k : subconjuntos (LFO, LFP, Startup e Total).

A Tabela 2 apresenta a pontuação máxima em cada nível e tipo de capacidade tecnológica analisada na pesquisa.

Tabela 2: Pontuação máxima na avaliação das capacidades tecnológicas.

| Nível | Capacidades tecnológicas inovativas | Capacidades tecnológicas operacionais |
|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Básico | 19 | 19 |
| Intermediário | 19 | 16 |
| Avançado | 16 | 9 |
| Total | 54 | 44 |

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, os resultados obtidos devem ser interpretados estritamente como o grau de atendimento às capacidades selecionadas nos Anexo 1 e 2.⁶ A comparação dos dados da amostra com os dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, fonte oficial de estatísticas da indústria, mostrou-se inviável (por exemplo, o questionário desta pesquisa indagou sobre novos produtos lançados nos últimos 5 anos, enquanto a Pintec abrange 3 anos, além da diferença no ano-base), a comparação com dados oficiais da indústria mostrou-se inviável. Tampouco foi possível a comparação com padrões de empresas farmacêuticas líderes mundiais, em função da indisponibilidade de dados sistematizados para essa comparação.

Portanto, é importante observar que a interpretação dos resultados é comparativo entre as empresas da própria amostra. Nesta etapa não se buscou uma avaliação das empresas brasileiras frente a outras estratégias bem-sucedidas de *catching up*⁷ tecnológico. Desta forma, as organizações foram avaliadas tanto em termos de variedade de competências quanto em termos de complexidade das competências, isto é, o questionário avaliou tanto a

6 Nos Anexos 1 e 2, alguns critérios permitem pontuar apenas nos níveis intermediário e avançado. Nesses casos, se uma organização obtivesse o nível intermediário, considerou-se também que ela dominaria o básico naquela competência tecnológica específica. O mesmo raciocínio foi aplicado no caso de ter pontuado em nível avançado em uma determinada competência tecnológica, pontuando tanto no nível básico como no nível intermediário. Esse critério explica a pontuação máxima em cada nível na Tabela 2.

7 Termo inglês utilizado para denominar o processo de alcance ou equiparação tecnológica de empresas retardatárias às empresas pioneiras ou mais desenvolvidas.



diversificação da organização e o grau de integração vertical (por exemplo, a linha de produtos fabricados pode ir de intermediários químicos e farmoquímicos a medicamentos e produtos biológicos), quanto o nível de complexidade tecnológica dominado pela organização (por exemplo, se a organização realiza P&D para novos medicamentos de base química e de base biológica). Disso decorre a possibilidade de resultados incompletos nos níveis *básico*, *intermediário* e *avançado*, ou seja, em nossa classificação, não se faz necessário obter 100% das competências básicas para a organização possuir algum grau de competências intermediárias, e assim sucessivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da amostra

A Tabela 3 apresenta as características gerais das empresas entrevistadas. No total foram 24 empresas, sendo 8 LFO, 7 LFP e 9 *startups*. Os LFO são as organizações mais antigas, com média de 60 anos de existência, enquanto os LFP têm 25 anos de idade e as *startups* 6 anos, em média.⁸

Tabela 3: Características gerais das empresas entrevistadas

| Dados | LFO | LFP | Startups | Total |
|---|---------|---------|----------|---------|
| Idade da organização (anos, média) | 60 | 25 | 6 | 29 |
| Número de pessoas ocupadas (média) | 862 | 809 | 14 | 529 |
| Receita anual (R\$ 1.000, média) ⁹ | 409.633 | 281.014 | 2.065 | 219.281 |
| Número de organizações | 8 | 7 | 9 | 24 |

Fonte: Elaboração própria.

Os LFO têm também, em média, um maior número de pessoas ocupadas, 862 pessoas, seguidos proximamente pelos LFP, 809 pessoas, enquanto as *startups*, como era de se esperar, empregam, em média, 14 pessoas. Em relação à receita anual, os LFO faturam em média quase R\$ 410 milhões ao ano. Convém ressaltar, porém, que parte dessa receita refere-se, em muitos casos, ao repasse orçamentário do governo federal ou estadual. Isso reflete, e refletirá em outros resultados adiante, a diversidade de naturezas jurídicas dos LFO, que vão desde autarquias federais até departamentos de universidades, passando por fundações e empresas públicas. Os LFP possuem receita anual de pouco mais de R\$ 280 milhões e as *startups* de R\$ 2 milhões, em média. Convém ressaltar que no subconjunto das *startups* muitas das empresas entrevistadas ainda não possuem receita de vendas, sendo as atividades de P&D ou de produção atualmente custeadas por recursos próprios dos sócios ou por subvenção econômica.

Em resumo, os dados da amostra apresentam os LFO como as empresas mais antigas e com o maior faturamento médio. O número de pessoas ocupadas mostra que LFO e os LFP

8 Apesar de a média ser uma medida limitada e da dispersão apresentada na amostra desta pesquisa, o uso das médias para comparação dos dados entre os subconjuntos se mostrou suficiente para os propósitos da nossa análise.

9 Conforme questionário no Apêndice 2, foi solicitada a Receita Líquida de Vendas. No entanto, nem todos os entrevistados dispunham dessa informação ou quiseram divulgá-la. Em alguns casos foi informada a Receita Bruta de Vendas, em outros a Receita Total Bruta. Assim a Receita Anual refere-se à receita informada pelos entrevistados, que contém diferentes definições.



são de grande porte e as *startups* como empresas jovens de base tecnológica que ainda não possuem receita própria e dependem do sucesso de seu desenvolvimento tecnológico e da colaboração de parceiros comerciais para viabilizar seus negócios. São na maioria dos casos empresas incubadas ou recém-graduadas, cujos projetos são financiados por órgãos de fomento. Considerando este perfil de cada subconjunto (tipos de empresa), apresenta-se a seguir os principais resultados relacionados às capacidades tecnológicas das empresas entrevistadas.

A Tabela 4 apresenta indicadores selecionados de P&D das empresas entrevistadas. É interessante notar que no subconjunto dos LFP todos os entrevistados possuem atividades internas de P&D, enquanto que os LFO apresentam frequência equivalente à média geral e as *startups* abaixo disso. Este último resultado reflete o fato que, na amostra, havia *startups* focadas em outras atividades, como produção ou comercialização, em vez de desenvolvimento tecnológico.

Como se pode observar, os gastos médios anuais com as atividades internas de P&D são da ordem de R\$ 26 milhões nos LFO e R\$ 20 milhões nos LFP, ambos acima da média geral. No entanto, analisando-se com os gastos de aquisição externa de P&D, a média dos LFO sobe para quase R\$ 34 milhões, o dobro do gasto médio de toda a amostra, enquanto a dos LFP é de apenas R\$ 7 milhões ao ano. Ou seja, como a contratação externa de P&D dos LFO é bastante superior, isso implica um total de gastos com P&D muito elevado quando comparados aos LFP.

Tabela 4: Indicadores selecionados de P&D das empresas entrevistadas

| Indicadores | LFO | LFP | Startups | Total |
|--|--------|--------|----------|--------|
| Organizações com P&D interno contínuo (%) | 88 | 100 | 78 | 88 |
| Gastos anuais com P&D interno (R\$ 1.000, média) | 25.786 | 20.219 | 2.286 | 15.243 |
| Experiência com P&D interno (anos) | 58 | 21 | 4 | 28 |
| Organizações com P&D externo contínuo (%) | 88 | 86 | 56 | 75 |
| Gastos anuais com P&D externo (R\$ 1.000, média) | 33.768 | 7.188 | 489 | 12.656 |
| Número de projetos de P&D em andamento (média) | 20 | 53 | 9 | 26 |
| Pessoal com dedicação exclusiva em P&D (média) | 208 | 51 | 7 | 69 |
| Doutores com dedicação exclusiva em P&D (média) | 65 | 10 | 6 | 21 |

Fonte: Elaboração própria.

No caso das *startups*, o gasto médio anual com atividades internas de P&D é de pouco mais de R\$ 2 milhões, o que excede, o valor médio das receitas anuais, enquanto os gastos com P&D externa são da ordem de R\$ 490 mil.¹⁰

Os LFO destacam-se também com relação ao tempo de experiência em P&D e ao

10 O cálculo do percentual dos gastos com P&D com base na Receita Líquida de Vendas não foi possível, pois, como já mencionado, os dados informados pelas organizações foram divergentes. Nem todas possuíam a informação da Receita Líquida de Vendas, sendo informada em alguns casos a Receita Total Bruta ou a Receita Operacional Bruta.



número de pessoas (doutores e não doutores). Por outro lado, chama a atenção o fato de os LFP possuírem, em média, um número bastante elevado de projetos em execução, mais que o dobro do que os LFO (53 contra 20). Esse resultado pode estar associado a uma maior eficiência das atividades de P&D do setor privado. Como veremos adiante, essa mesma diferença é observada com relação aos resultados da P&D, medidos pelo número de patentes e pelo número de inovações implementadas nos últimos cinco anos.

A Tabela 5 mostra a composição de linha de produtos das empresas entrevistadas. Note-se que apenas entre as *startups* existem empresas não industriais, isto é, empresas focadas exclusivamente em P&D ou em atividades puramente comerciais.¹¹

Tabela 5: Linha de produtos das empresas com produção industrial (%).

| Dados | LFO | LFP | Startups | Total |
|--|-----|-----|----------|-------|
| Organizações com produção industrial (%) | 100 | 100 | 33 | 75 |
| Farmoquímico (IFA) | 0 | 43 | 0 | 13 |
| Biofármaco (IFA) | 63 | 43 | 44 | 50 |
| Intermediários químicos | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Outro insumos para produção farmacêutica | 13 | 43 | 11 | 21 |
| Insumos para a pesquisa farmacêutica | 0 | 29 | 0 | 8 |
| Medicamentos (formulações) | 100 | 71 | 22 | 63 |
| Embalagens e recipientes | 0 | 14 | 0 | 4 |
| Outros | 63 | 57 | 56 | 58 |

Fonte: Elaboração própria.

Nenhum dos LFO entrevistados produz farmoquímicos e todos eles realizam a formulação final dos medicamentos. Entre os LFP encontram-se algumas empresas especializadas em farmoquímicos, o que justifica o fato de apenas 71% dos entrevistados produzirem medicamentos (formulações). Essas organizações foram incluídas na pesquisa porque possuem projetos de incorporação de rota biotecnológica em seus processos produtivos, sendo alvo, portanto do interesse da nossa pesquisa. As *startups* também apresentam maior frequência em biofármacos, sendo que a maioria das empresas que responderam positivamente a esse item trabalha com produtos biológicos e sua capacidade industrial reflete, portanto, a “vocação” e, ao mesmo tempo, o “viés” da seleção da pesquisa. No geral, metade das empresas entrevistadas já possui ou está em vias de iniciar sua produção de biofármacos, que são “biossimilares” em sua totalidade.¹²

No item “outros”, estão os soros hiperimunes, vacinas e *kits* para diagnósticos de doenças. Algumas vacinas, porém, produzidas com tecnologia de DNA recombinante, foram incluídos no item “biofármaco (IFA)” da tabela acima. Assim, o perfil da capacidade industrial das organizações entrevistadas é, em ordem de importância: medicamentos (formulação), outros (destaque para vacinas e soros) e biofármacos, este último em função, principalmente, da política de produção local de produtos biológicos do MS através das PDP.

11 Por exemplo, empresas que procuram introduzir novos produtos farmacêuticos no mercado nacional, via obtenção de registro junto à Anvisa e importação, operando como intermediadores de farmacêuticas estrangeiras com pouca ou nenhuma participação no mercado nacional.

12 No Brasil, a Anvisa não usa o termo “biossimilares”, mas produtos biológicos e produtos biológicos novos, sendo o primeiro correspondente ao termo “biossimilar”.



4.2 Avaliação das capacidades tecnológicas

Apresenta-se, a seguir, uma avaliação síntese das capacidades tecnológicas das empresas farmacêuticas entrevistadas, de acordo com o nível de complexidade (básico, intermediário e avançado) e com a natureza das competências (inovativas e operacionais). Iniciamos a exposição com os resultados das capacidades tecnológicas inovativas, conforme Tabela 6.

Tabela 6: Níveis de capacidades tecnológicas inovativas das empresas entrevistadas (% , média, mínimo e máximo).

| Nível | LFO | LFP | Startups | Total |
|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Básico | 63 (47-84) | 74 (42-100) | 56 (16-89) | 64 (16-100) |
| Intermediário | 34 (16-63) | 63 (32-84) | 38 (0-84) | 44 (0-84) |
| Avançado | 12 (0-22) | 36 (0-63) | 24 (0-50) | 23 (0-63) |
| Total | 38 (22-59) | 59 (35-78) | 40 (6-76) | 45 (6-78) |

Nota: Os valores em destaque referem-se à média, enquanto os valores em parênteses denotam os valores mínimo e máximo, respectivamente, todos em termos percentual do total de empresas enquadradas em cada categoria.

Fonte: Elaboração própria.

Como se pode observar, os LFP apresentam, em média, os maiores níveis de capacidade tecnológica inovativa em todos os níveis. Em média, eles atingem 74% das capacidades básicas, 63% das intermediárias e 36% das avançadas. Ao final, apresenta-se a média do total de capacidades avaliadas. Assim, em média, os LFP possuem 59% das capacidades avaliadas na pesquisa, de básico a avançado. De uma maneira geral, as *startups* apresentam mais capacidades tecnológicas inovativas totais do que os LFO (40% contra 38% no total), com destaque para o maior percentual médio de capacidades intermediárias (38% vs. 34%) e avançadas (24% vs. 12%).

Convém ressaltar que, embora os LFP apresentem melhores resultados, quando analisadas as capacidades inovativas avançadas, que são aquelas necessárias em um processo de *catching up* tecnológico, eles atendem, em média, a apenas 36% das competências avaliadas, enquanto as *startups* atendem 24% e os LFO apenas 12%. Esses dados revelam os níveis ainda incipientes de capacidades tecnológicas inovativas das empresas farmacêuticas entrevistadas. Além disso, é interessante notar a grande variabilidade nos níveis de competências conforme percentuais mínimos e máximos apresentados entre parênteses na Tabela 6. Novamente destacam-se os LFP e se pode observar que neste subconjunto se encontram empresas que atingiram até 100% das capacidades básicas, 84% das capacidades intermediárias e 63% das capacidades avançadas. Isso revela que, apesar do baixo nível médio de competências observado na pesquisa, existem algumas empresas entrevistadas com alto nível de capacidade inovativa. Por outro lado, os percentuais mínimo e máximo são ainda mais reveladores das deficiências inovativas dos LFO, observando que há laboratórios sem nenhuma capacidade inovativa avançada e que o melhor atingiu no máximo 22% das



competências avançadas avaliadas.

Considerando ainda esses valores mínimos e máximos, observa-se novamente um quadro mais favorável às *startups* em relação aos LFO, o que reflete um pouco o perfil dessas empresas. São geralmente *spin-offs*¹³ de universidades e orientadas ao desenvolvimento tecnológico, que contam com a *expertise* de pesquisadores renomados e parcerias com empresas privadas que colaboram em suas atividades tecnológicas.

Um panorama é apresentado na última coluna da Tabela 6 que mostra o percentual médio de todas as empresas. Verifica-se que, em média, as empresas entrevistadas possuem 64% das capacidades inovativas básicas, 44% das intermediárias e 23% das avançadas. Há, portanto, uma série de lacunas a serem preenchidas pelas empresas entrevistadas rumo às atividades inovativas de maior complexidade tecnológica e de maior impacto socioeconômico.

Na Tabela 7 apresentamos os mesmos resultados para as *capacidades tecnológicas operacionais*. Novamente, os LFP apresentam melhores condições que os demais subconjuntos em todos os níveis de capacidades operacionais. Em média, os LFP possuem 53% das capacidades operacionais básicas, 42% das intermediárias e 30% das avançadas, enquanto os LFO têm, em média, 47% das capacidades básicas, 30% das intermediárias e apenas 10% das avançadas. As *startups* apresentam resultados bem abaixo da média dos outros dois grupos, com apenas 26% das capacidades operacionais básicas, 13% das intermediárias e 5% das avançadas, em média.

Tabela 7: Nível de capacidades tecnológicas operacionais das empresas entrevistadas (% , média, mínimo e máximo)

| Nível | LFO | LFP | Startups | Total |
|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| Básico | 47 (32-68) | 53 (21-68) | 26 (5-58) | 41 (5-68) |
| Intermediário | 30 (6-56) | 42 (6-63) | 13 (0-38) | 27 (0-63) |
| Avançado | 10 (0-22) | 30 (0-44) | 5 (0-33) | 14 (0-44) |
| Total | 33 (18-55) | 44 (11-61) | 17 (2-45) | 30 (2-61) |

Nota: Os valores em destaque referem-se à média, enquanto os valores em parênteses denotam os valores mínimo e máximo, respectivamente, todos em termos percentual do total de empresas enquadradas em cada categoria.

Fonte: Elaboração própria.

Comparando o total das capacidades tecnológicas operacionais, de básico a avançado, os LFP apresentam, em média, 44% das competências avaliadas, os LFO 33% e as *startups* 17%. De maneira semelhante, podemos comparar os valores mínimos e máximos para auxiliar a avaliação dos níveis de capacidades tecnológicas operacionais entre as empresas entrevistadas. Novamente, se vê que é no grupo dos LFP que se encontram as empresas que mais pontuaram em todos os níveis de complexidade, em que há empresas com até 68% das capacidades operacionais básicas, 63% das capacidades intermediárias e 30% das capacidades avançadas avaliadas na pesquisa. Por outro lado, constam, na amostra, organizações com

13 Empresas que derivaram de pesquisas tecnológicas em universidades.



nenhuma capacidade operacional avançada nos três subconjuntos. Em resumo, há uma grande variedade de organizações no que diz respeito ao nível de capacidades tecnológicas operacionais, sendo que, em média, elas possuem competências limitadas (veja-se o último quadrante, cuja média geral de atendimento às capacidades operacionais avaliadas foi de apenas 30%).

Os principais pontos que justificam a baixa capacidade tecnológica operacional são o foco no mercado nacional e as exportações limitadas aos países em desenvolvimento. Praticamente não há, na amostra, empresas com exportações para UE e EUA, que são os mercados mais regulados e mais concorridos pelas empresas farmacêuticas globais. Esse dado é sugestivo da limitação das capacidades tecnológicas operacionais da indústria farmacêutica brasileira para adequar suas plantas produtivas aos requisitos regulatórios daqueles países e produzir com um nível de eficiência suficiente para competir no exterior.

Convém ressaltar que a forma de apresentação dos resultados em cada uma das tabelas anteriores é mais classificatória do que um número para ser analisado em absoluto, isto é, serve para comparar os subconjuntos. Assim, os percentuais mais elevados nas capacidades inovativas não significam que as empresas entrevistadas sejam mais competentes em atividades inovativas do que são em atividades operacionais. Isso porque os critérios de avaliação são muito distintos em cada dimensão e sua comparação direta pode ser enganosa.

Para que se tenha uma visão geral das capacidades tecnológicas das empresas entrevistadas, devemos analisar os dados da Tabela 8, que apresenta o somatório das capacidades tecnológicas inovativas e operacionais.

Tabela 8: Níveis de capacidades tecnológicas inovativas e operacionais das empresas entrevistadas (% , média, mínimo e máximo).

| Dados | LFO | LFP | Startups | Total |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Básico | 55 (42-76) | 61 (47-84) | 38 (13-58) | 50 (13-84) |
| Intermediário | 32 (17-46) | 51 (34-71) | 24 (0-51) | 35 (0-71) |
| Avançado | 11 (0-28) | 33 (12-52) | 14 (0-32) | 19 (0-52) |
| Total | 35 (22-35) | 50 (36-70) | 27 (5-27) | 37 (5-70) |

Nota: Os valores em destaque referem-se à média, enquanto os valores em parênteses denotam os valores mínimo e máximo, respectivamente, todos em termos percentual do total de empresas enquadradas em cada categoria.

Fonte: Elaboração própria.

Como se pode observar, os LFP apresentam, em média, 61% das capacidades operacionais e inovativas básicas, 51% das capacidades intermediárias e 33% das avançadas, enquanto essa média é de 55%, 32% e 11% para os LFO, respectivamente. A avaliação geral é desfavorável para as *startups*, que apresentaram apenas 38% das capacidades tecnológicas básicas, 24% das intermediárias e 14% das avançadas, em média. Embora possuam capacidades inovativas superiores às dos LFO, quando analisadas em conjunto as competências inovativas e operacionais, constata-se as limitações dessas empresas, principalmente no âmbito da produção e do *marketing*.



Analisando os valores mínimos e máximos, o quadro se repete, com os LFP mais bem capacitados que os LFO e estes melhores que as *startups*, como era de se esperar. É interessante notar, porém, que no subconjunto dos LFP encontram-se os maiores valores máximos de capacidade tecnológica em todos os níveis de complexidade, havendo empresa que atingiu 70% no total das capacidades avaliadas, o que mostra a existência de empresas com potencial operacional e inovativo para realização de *catching up* tecnológico na indústria farmacêutica brasileira, apesar da baixa frequência de empresas com esse perfil na amostra.

Assim, a Tabela 8 sintetiza a avaliação geral das capacidades tecnológicas operacionais e inovativas. Os LFO destacam-se com capacidades básicas (55) em relação ao total (50). Os LFP em nível básico, intermediário e avançado. E as *startups* com baixa capacidade tecnológica operacionais, mas com um importante potencial inovador, que pode ser complementar à indústria farmacêutica nacional, principalmente à iniciativa privada, conforme dados da Tabela 6.

5. CONCLUSÕES

Apesar dos resultados da pesquisa sugerirem a existência de uma potencialidade para o desenvolvimento da indústria “biofarmacêutica” brasileira, eles levantam, ao mesmo tempo, uma série de dúvidas sobre uma possível capacitação tecnológica. Os LFO possuem uma lacuna importante na capacidade produtiva: alguns ainda sequer possuem o Certificado de Boas Práticas de Fabricação da Anvisa, que é condição básica e necessária para o registro de medicamentos. Além disso, ainda que alguns deles detenham uma boa estrutura de P&D, os resultados inovativos se mostraram aquém dos observados no setor privado.

Entre os LFP, observou-se maior maturidade nas capacidades tecnológicas, principalmente na produção e no *marketing*, mas, salvo exceções, carecem de experiência e competência na produção de IFA, e muito do seu sucesso se deve à ascensão de Índia e China como produtores mundiais de farmoquímicos de baixo custo, o que junto com a Lei de Genéricos no país permitiu o crescimento dessas empresas nos últimos quinze anos. As atividades de P&D dos LFP se mostraram mais eficientes em termos de geração de patentes e novos produtos e processos, embora o grau de novidade geralmente seja em nível nacional, com raros casos de novos medicamentos em nível mundial.

Entre as *startups*, o *gap* em competências produtivas e complementares é marcante em função, justamente, de serem iniciativas incipientes, geralmente associadas às iniciativas de pesquisadores de universidades que resolveram levar seus projetos de pesquisa ao mercado. Por outro lado, foi apenas entre essas empresas que se observou um desenvolvimento tecnológico mais radical, isto é, a pesquisa de novos medicamentos por rota biotecnológica de nível mundial.

As empresas entrevistadas apresentam, no geral, 37% das competências tecnológicas avaliadas, conforme Tabela 8, que inclui as atividades inovativas e operacionais e mostra os níveis destas capacitações agregadas. Os LFO apresentaram uma baixa capacidade tecnológica inovativa, enquanto os LFP se mostraram mais eficientes na geração de resultados a partir de seus departamentos de P&D. Por outro lado, foi entre as *startups* que se verificou um maior grau de novidade, embora isso tenha sido observado em um número bastante reduzido de empresas. Os LFP apresentam também uma melhor estrutura produtiva, os LFO



apenas capacidades tecnológicas básicas e as *startups* capacidades operacionais praticamente nulas, principalmente na produção industrial. Da mesma maneira, os maiores níveis de competências complementares, como capacidade de lidar com assuntos regulatórios e *marketing*, foram observados entre os LFP, que parecem estar mais bem preparados para absorver a tecnologia externa.

Mas, como os percentuais acima sugerem, há muitas lacunas a serem preenchidas pelas empresas entrevistadas para que possam atingir um nível semelhante de competências tecnológicas ao das empresas líderes mundiais. A estratégia básica das PDP para transferência de tecnologia marca uma forma de aprendizado voltado à produção, ao mesmo tempo em que pode propiciar a geração de receitas, via poder de compra do Estado, para que as empresas nacionais possam reinvestir em P&D inovadora em um segundo momento. Os LFO parecem estar confortáveis nesta estratégia, enquanto os LFP e *startups* têm procurado outras ações para melhorar seu posicionamento estratégico. Neste sentido, parece que estes últimos poderão aproveitar melhor a oportunidade que a PDP está oferecendo às empresas farmacêuticas nacionais.

Assim, a pesquisa permitiu identificar os potenciais e as limitações ou obstáculos para o *catching up* tecnológico da indústria farmacêutica nacional. Convém ressaltar que os processos de desenvolvimento industrial, como nas experiências asiáticas, envolveram um longo prazo de maturação de investimentos e de acumulação de competências tecnológicas, algo obtido, porém, de maneira ativa e não automática, passiva. Assim, a política das PDP pode ser vista como uma fase inicial de capacitação produtiva, mas para ser bem-sucedida, precisará migrar para outras frentes se se almeja a capacitação tecnológica inovativa. A conjugação dos esforços públicos e privados, à luz da experiência internacional, parece condição *sine qua non* para o *catching up* tecnológico.

A transferência tecnológica nos moldes das PDP induz um tipo específico de aprendizado, o *learning by doing*¹⁴, que não conduz necessariamente à capacitação tecnológica, no sentido de Bell e Pavitt (1993). Esta só será possível com outras formas de aprendizado, como o *learning by (re)searching*¹⁵, que implica inevitavelmente a capacitação de condução de projetos de P&D para novos produtos e novos processos do novo paradigma tecnológico da indústria farmacêutica, a biotecnologia, área mais promissora do que a tradicional pesquisa de novos medicamentos por síntese química. Isso porque a biotecnologia permite a produção de moléculas mais complexas, visando tratamento de novas doenças ou mesmo podendo oferecer tratamento mais eficiente do que os medicamentos já existentes.

O presente artigo traz duas principais contribuições: o desenvolvimento de uma metodologia para levantamento e análise de dados acerca das capacidades tecnológicas, que lida com as dificuldades de operacionalização de conceitos teóricos, e dados inéditos acerca da política industrial do Ministério da Saúde, que podem servir de insumo para futuras análises críticas de uma política pública ainda em curso no país.

Sua principal limitação é que os seus resultados não são generalizáveis para a indústria farmacêutica brasileira já que eles derivaram de uma amostra reduzida de empresas, ainda que representativas das empresas farmacêuticas que tem se envolvido com PDP de

14 Literalmente, aprender fazendo, isto é, pela prática, geralmente através de tentativa e erro.

15 Literalmente, aprender pesquisando, isto é, através de atividades internas e externas de pesquisa e desenvolvimento.



biotecnológicos. Além disso, recomenda-se fortemente para pesquisas futuras o uso de um instrumento estatístico mais robusto, como análise de *cluster*, que seja capaz de agrupar as empresas por suas características principais e não por subconjuntos *a priori*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMENDOLA, Mario; BRUNO, Sergio. The behaviour of the innovative firm: Relations to the environment. *Research Policy*, v. 19, n. 5, p. 419–433, out. 1990.

ARIFFIN, Norlela; FIGUEIREDO, Paulo N. Internationalization of innovative capabilities: counter evidence from the electronics industry in Malaysia and Brazil. *Oxford Development Studies*, v. 32, n. 4, p. 559–583, 1 dez. 2004.

BELL, Martin; PAVITT, Keith. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 1, p. 157–210, 1 jan. 1993.

CASTRO, Eduardo C.; FIGUEIREDO, Paulo N. Does technological learning pay off? Implications of capability accumulation for technno-economic performance improvement in a steelmaking unit in Brazil (1997-2001). *Revista de Administração Contemporânea*, v. 9, n. SPE1, p. 87–108, 2005.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128, mar. 1990.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Innovation and learning: the two faces of R & D. *The Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569–596, 1989.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, p. 147–162, jun. 1982.

FERIGOTTI, Cristina; FIGUEIREDO, Paulo N. Managing learning in the refrigerator industry: Evidence from a firm-level study in Brazil. *Innovation: Management, Policy & Practice*, v. 7, n. 2-3, p. 222–239, 1 abr. 2005.

FIGUEIREDO, Paulo N. Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 54–69, mar. 2005. Acesso em: 17 dez. 2014.

FIGUEIREDO, Paulo N. Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: uma Breve Contribuição para o Desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 2 jul/dez, p. 323–361, 17 ago. 2009a.

FIGUEIREDO, Paulo N. *Aprendizagem tecnológica e performance competitiva*. Tradução Luiz Alberto Monjardim. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003a.

FIGUEIREDO, Paulo N. Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 3, p. 607–643, 6 jan. 2003b.

FIGUEIREDO, Paulo N. Capacidade Tecnológica e Inovação em Organizações de Serviços Intensivos em Conhecimento: evidências de institutos de pesquisa em Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 5, n. 2 jul/dez, p. 403–454, 18 ago. 2009b.



FIGUEIREDO, Paulo N. *Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil*. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

KIM, Linsu. *Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico na Coreia*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005.

LALL, Sanjaya. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, v. 20, n. 2, p. 165–186, fev. 1992.

LEE, Keun; LIM, Chaisung. Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, v. 30, n. 3, p. 459–483, 1 mar. 2001.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005.

PAVITT, Keith. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343–373, dez. 1984. Acesso em: 24 maio 2013.

TACLA, Celso L.; FIGUEIREDO, Paulo N. Processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 7, n. 3, p. 101–126, set. 2003.

TEECE, David J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, v. 15, n. 6, p. 285–305, dez. 1986.

TORRES, Ricardo L. Capacitação tecnológica na indústria farmacêutica brasileira. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. 212 f.

UTTERBACK, James M; ABERNATHY, William J. A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, v. 3, n. 6, p. 639–656, dez. 1975.

Anexo 1 – Critérios de classificação das capacidades tecnológicas inovativas

| Indicadores | Descrição básica do algoritmo |
|--|---|
| 1 – Resultados inovativos: nº de inovações de produtos | Até mediana = básico Mediana a 3º quartil = intermediário Maior que 3º quartil = avançado |
| 2 – Resultados inovativos: nº de inovações de processos | Até mediana = básico Mediana a 3º quartil = intermediário Maior que 3º quartil = avançado |
| 3 – Resultados inovativos: nº de depósitos de patente | Até mediana = básico Mediana a 3º quartil = intermediário Maior que 3º quartil = avançado |
| 4 – Eficiência da P&D: Gastos / nº de inovações de produtos | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário Acima da mediana = básico |
| 5 – Eficiência da P&D: Gastos / nº de inovações de processos | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário |



| Indicadores | Descrição básica do algoritmo |
|---|--|
| | Acima da mediana = básico |
| 6 – Eficiência da P&D: Gastos / nº de patentes | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário Acima da mediana = básico |
| 7 – Eficiência da P&D: Pessoas / nº de inovações de produtos | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário Acima da mediana = básico |
| 8 – Eficiência da P&D: Pessoas / nº de inovações de processos | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário Acima da mediana = básico |
| 9 – Eficiência da P&D: Pessoas / nº de patentes | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário Acima da mediana = básico |
| 10 – Eficiência da P&D: Pessoas / nº de projetos | Até 1º quartil = avançado 1º quartil a mediana = intermediário Acima da mediana = básico |
| 11 – Escopo da P&D: produto + grau de novidade | Algoritmo: Farmaquímico + novo para a empresa = básico Farmaquímico + novo para o mercado nacional: intermediário Farmaquímico + novo para o mundo: avançado Biofármaco + novo para a empresa = básico Biofármaco + novo para o mercado nacional: intermediário Biofármaco + novo para o mundo: avançado Formulações + novo para a empresa = básico Formulações + novo para o mercado nacional = básico Formulações + novo para o mundo = intermediário |
| 12 – Pesquisas clínicas: produto + grau de novidade | Algoritmo: Pré-clínicos + farmaquímico + novo para mercado nacional = básico Pré-clínicos + farmaquímico + novo para mercado mundial = intermediário Pré-clínicos + biofármaco + novo para mercado nacional = intermediário Pré-clínicos + biofármaco + novo para o mundo = avançado Pré-clínicos + formulações + novo para o mercado nacional = básico Pré-clínicos + formulações + novo para o mundo = intermediário Clínicos + farmaquímico + novo para mercado nacional = intermediário Clínicos + farmaquímico + novo para o mundo = avançado Clínicos + biofármaco + novo para mercado nacional = intermediário Clínicos + biofármaco + novo para o mundo = avançado Clínicos + formulações + novo para mercado nacional = básico Clínicos + formulações + novo para o mundo = intermediário |

Fonte: Elaboração própria.

Anexo 2 – Critérios de classificação das capacidades tecnológicas operacionais

| Indicadores | Descrição básica do algoritmo |
|---|---|
| 1 – Capacidade industrial: tecnologia + BPF | Algoritmo: Farmaquímico + BPF = intermediário Farmaquímico – BPF = básico Biofármacos + BPF = avançado Biofármacos – BPF = intermediário Formulações + BPF = intermediário Formulações – BPF = básico |



| Indicadores | Descrição básica do algoritmo |
|--|--|
| 2 – Produtos biológicos: produto + grau de novidade | <p>Algoritmo: Anticorpos Monoclonais ou Biomedicamentos + produto biológico novo = avançado Anticorpos Monoclonais ou Biomedicamentos + produto biológico = intermediário Outros produtos + produto biológico novo = intermediário Outros produtos + produto biológico = básico</p> |
| 3 – Domínio da planta: tecnologia + competências | <p>Algoritmo: Farmoquímico + tecnologia de 3º = intermediário Farmoquímico + tecnologia própria = avançado Biofármacos + tecnologia de 3º = intermediário Biofármacos + tecnologia própria = avançado Formulações + tecnologia de 3º = básico Formulações + tecnologia própria = intermediário</p> |
| 4 – Assuntos regulatórios: competências + certificações | <p>Algoritmo: Equipe interna + Anvisa/CTNbio = básico Equipe interna + Outras agências no exterior – exportações = básico Equipe interna + Outras agências no exterior + exportações = intermediário Equipe interna + FDA/EMA – exportações = intermediário Equipe interna + FDA/EMA + exportações = avançado</p> |
| 5 – Propriedade intelectual: competências + depósitos | <p>Algoritmo: Equipe interna + depósitos no BR = básico Equipe interna + depósitos no exterior = intermediário Equipe interna + depósitos no exterior + nº depósito > 3º quartil = avançado</p> |
| 6 – Marketing: canais de distribuição + equipe de vendas | <p>Algoritmo: Clientes institucionais / Outros = básico Hospitais / Atacado / Varejo + equipe de vendas = intermediário Todos os canais de distribuição + equipe de vendas + exportações = avançado</p> |
| 7 – Classe mundial: destino das exportações | <p>Algoritmo: América Latina, África, Oriente Médio = básico Ásia, Oceania, Outros = intermediário EUA e UE = avançado</p> |

Fonte: Elaboração própria.