

Capacidade Tecnológica Local – Uma Proposta de Método de Medição.

José Antônio Bacelar Barata (Doutorando – MCTI), joseabbarata@gmail.com;

Maria das Graças da Silva Vasconcelos (Doutoranda – MCTI), gracasy@gmail.com;

Renelson R. Sampaio (Orientador - MCTI), renelson.sampa@gmail.com;

Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *Inovação; Desempenho Inovativo; Capacidade Tecnológica Local.*

Introdução

Adam Smith, no século XVIII, apontou a relação entre a acumulação de capital e a tecnologia de manufatura. List, no século XIX, através do conceito de investimento intangível, definiu que a condição de um país é resultante da acumulação de todas as descobertas, invenções, melhoramentos, aperfeiçoamentos e esforços do seu capital intelectual. Schumpeter, na primeira metade do século XX, analisou as dinâmicas de mudança tecnológica, da empresa, dos empreendedores e os efeitos das inovações sobre o desenvolvimento econômico, e concluiu que a inovação é o principal agente das transformações estruturais do capitalismo. Fagerberg, na segunda metade do século XX, demonstrou uma relação positiva entre PIB per capita e atividade tecnológica, mensurada esta, tanto pelos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento, quanto pelo número de patentes. Em 1990, Porter, no livro “A Vantagem Competitiva das Nações”, justifica sua obra pela necessidade de introduzir uma nova teoria sobre vantagem competitiva, na qual a inovação e o melhoramento em métodos e tecnologia fossem os elementos centrais. Ele ressalta, na construção de uma base para vantagem competitiva, que o país tem o papel de criar um ambiente de estímulo à inovação [4], [7], [8], [10].

Contudo, o consenso termina neste nível conceitual. Sucede-o uma miríade de abordagens teóricas e metodológicas cuja fertilidade é proporcional ao

desenvolvimento tecnológico contemporâneo. Tal profusão acaba por dificultar uma análise de maior amplitude e profundidade sobre este tema, cuja relevância é cada dia maior [1], [2], [9], [12]. Segundo Erber [3]:

“Se os conceitos tivessem analogias urbanas, a inovação poderia ser assemelhada a uma dessas praças em forma de estrela, como a De Gaulle em Paris e a Raul Soares em Belo Horizonte, as quais aportam avenidas vindas de diversos lugares, juntam-se e, a seguir, continuam seu percurso rumo a destinações divergentes.”

Um dos mais importantes campos de estudo da inovação é a pesquisa dos fatores ambientais que favorecem a atividade inovativa, bem como, as interações sistêmicas entre estes fatores [7].

Um dos principais fatores ambientais que favorecem a atividade inovativa, especialmente na indústria de base tecnológica, é a Capacidade Tecnológica Local. Não há, entretanto, acordo estabelecido sobre qual o melhor método para medição deste fator que, na maioria das vezes, é confundido com o estoque de titulação acadêmica. Essa abordagem deixa de considerar os papéis desempenhados pelos intervenientes, na atividade inovativa, quais sejam: Produtor, difusor ou aplicador do conhecimento tecnológico. Somente a consideração do papel do interveniente, em complemento à consideração da sua titularidade acadêmica, enseja a valoração discriminada dos distintos tipos de intervenção

Seminário Anual de Pesquisa – 2017

Faculdade SENAI CIMATEC

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

III Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional.

ISSN online 2447-9640

Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional

desempenhados por cada ator no ecossistema da atividade inovativa [5], [7], [9].

Este estudo propõe o desenvolvimento de um método para medição da Capacidade Tecnológica Local que inclua a ponderação dos papéis dos portadores de títulos acadêmicos no ambiente inovativo.

Metodologia

Em conformidade com os objetivos propostos, foi escolhido para este estudo o método de pesquisa científica de caráter exploratório, cujo objetivo, segundo Gil, é familiarizar-se com um assunto pouco explorado, para, ao final da pesquisa, conhecer mais sobre os temas em estudo e estar apto a formular hipóteses. Não obstante, como em qualquer investigação, os resultados da pesquisa também serão influenciados pela intuição dos pesquisadores [6].

Este artigo explora a medição da Capacidade Tecnológica Local, com base na visão ampliada que os autores Kline e Rosenberg fazem da mesma, suportada e contraposta às abordagens de vários outros autores [7].

A revisão bibliográfica ensejou a formulação de uma proposta de modelo de medição para a Capacidade Tecnológica Local, que considera as influências do ecossistema da atividade inovativa, suas interações sistêmicas, bem como, discrimina os papéis desempenhados por cada ator envolvido.

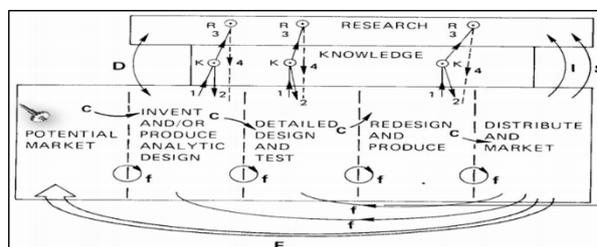
Resultados e Discussão

Quando relativizamos a quantidade de pesquisas sobre inovação no Brasil, com os possíveis recortes de campo de abordagem aplicáveis ao tema - continentes, países, regiões, indústrias, SPLs e outros -, destaca-se a firma como o recorte preferencial. Presumivelmente, pela maior disponibilidade de dados estruturados e pela maior possibilidade de aplicação dos resultados. Não obstante, essa escolha, frequentemente, implica em perda de representatividade, que decorre da desconsideração de alguns aspectos sistêmicos da atividade inovativa [5].

Normalmente, inovação demanda ambiência, ecossistemas propícios, complexos, raramente circunscritos ou lineares. A relevância das interações sistêmicas e ambientais se intensificou com a aceleração das convergências tecnológicas ocorrida na segunda metade do século XX. Desde então há uma crescente demanda pela multireferenciação dos temas e pela abordagem multidisciplinar. A atividade inovativa passa a demandar conhecimentos e competências raramente disponíveis no âmbito de uma única firma. Requer ecossistemas inovativos que abranjam às funções de produção, difusão e aplicação de tecnologia, todas funcionando de forma não-linear e altamente interativa. Envolve agentes institucionais do campo científico, governamental e da iniciativa empresarial. E toda esta macro dinâmica ocorre de forma simultânea, superposta e conectada com as dinâmicas internas de cada um desses segmentos [7].

O modelo de ligações em cadeia (figura 1) ou chain-linked model, demonstra a permanente retroalimentação que ocorre entre os elos da cadeia da inovação. Por intermédio de fluxos interativos que conectam cooperativamente às diversas etapas, seguimentos, intervenientes e patrocinadores do processo e concorrem para uma atividade aglutinante de novos desenvolvimentos e para ampliação do estoque de conhecimentos em todas as instâncias, desde a atividade científica até a sua aplicação prática, abrangendo, teoria, pesquisa, conhecimento, tecnologia, produtos e consumo. A cadeia central de inovação, a exemplo de uma espinha dorsal, é, em cada um dos seus elos internos, externamente conectada e retroalimentada por diversas cadeias de conhecimento subjacentes [7].

Figura 1. Apresentação do modelo de ligações em cadeia; Fonte - An Overview of Innovation [7].



Seminário Anual de Pesquisa – 2017

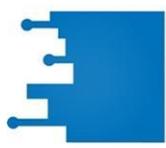
Faculdade SENAI CIMATEC

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

III Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional.

ISSN online 2447-9640



Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional

Legenda das Setas: “C” - Cadeia Central de inovação. “f” - Laços de feedback. “F” - Feedback particularmente importante. “K-R” - Ligações, pelo conhecimento, das pesquisas com seus resultados (se o problema resolvido no nó K, o nó R não é ativado. O retorno da pesquisa - link 4 - diretamente do nó R é problemático, por isso a linha é pontilhada). “D” - Link direto da pesquisa com a invenção e design (representa o apoio da investigação científica através de instrumentos, máquinas, ferramentas e procedimentos). “S” - Suporte de pesquisas em ciências subjacentes à área de conhecimento do produto (para obtenção de informações e monitoramento tecnológico. As informações podem ser aplicadas em qualquer lugar ao longo da cadeia) [7].

À inadequação de um recorte de pesquisa restrito ao âmbito da firma, do qual escapam importantes atores e interações do ecossistema da atividade inovativa, se adiciona o fato de que a inovação é um objeto de estudo relativamente recente, portador de conteúdo estruturalmente dinâmico e natureza extremamente complexa, pelo que, dista ainda de consenso sobre a maioria dos postulados existentes. De forma geral, ainda estamos empenhados em construir uma abordagem teórica que permita a comparação de medições e resultados, bem como, a validação científica das possíveis inferências resultantes. São abundantes as críticas que se contrapõem aos métodos de medição mais utilizados [5]:

- No que concerne à medição da efetividade do esforço inovativo:
 - Que as medições de desempenho por intermédio do depósito e obtenção de concessões de patentes, mais mensuram invenção que inovação e deixam escapar aspectos de enorme relevância como consequências econômicas, vantagens competitivas e até mesmo alguns tipos de inovação como, a Inovação Organizacional - prevista no manual de Oslo, ou Abertura de Novos Mercados - prevista por Schumpeter, ou as inovações de Modelos de Negócio ou Gestão - previstas pelo Fórum de Inovação da FGV-EAESP [11];
 - E que, por outro lado, a medição de desempenho da atividade inovativa com base no desempenho econômico é

umbilicalmente contaminada por outros fatores, internos e externos, que necessariamente afetam o sucedimento econômico e que são virtualmente muito difíceis de isolar.

- No que tange à capacidade inovativa existente:
 - Que a existência de uma estrutura organizacional destinada a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, ou a falta dela, não necessariamente implica em maior, ou menor, capacidade inovativa, pois, a depender da estratégia e modelo organizacional adotados, tal estrutura pode ser externalizada, no todo ou em parte;
 - Que, pela mesma razão, a quantidade de pessoas alocadas em tal estrutura não será conclusiva;
 - Que o estoque de titularidade acadêmica da comunidade (seja uma firma, SPL, região, país, etc.) não será relevante sem a consideração da natureza das atividades desempenhadas por estas pessoas;
 - Que o volume de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, é, no geral, confundido com atualização tecnológica, treinamento técnico, aumento da capacidade produtiva e diversos outros contaminantes;
 - Que, pela mesma razão, são igualmente contaminadas as parcerias com universidades, centros de pesquisa e organizações de fomento.

Este estudo propõe o desenvolvimento de um método para aperfeiçoamento da medição da Capacidade Tecnológica Local, que:

- Contemple as requisições de interação não-linear dos ambientes inovativos, proposta pelo modelo de ligações em cadeia, ou chain-linked model;
- Considere, além da titularidade acadêmica dos intervenientes, os papéis desempenhados por estes no ecossistema de inovação;
- Que seja de possível aplicação nos diversos âmbitos presumidos para análise da atividade inovativa.

Seminário Anual de Pesquisa – 2017

Faculdade SENAI CIMATEC

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

III Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional.

ISSN online 2447-9640

Conclusão

O método proposto abrange, quantitativa e qualitativamente, todas as etapas do ciclo que vai da produção do conhecimento, até a produção e oferta de bens e serviços ao mercado, ou seja, pesquisa e desenvolvimento, difusão e aplicação do conhecimento. No ponto da cadeia em que ocorram e para todos os perfis envolvidos. É baseado em uma estrutura matricial, uma das dimensões da matriz representando a natureza da atividade inovativa exercida e a outra representando o perfil dos intervenientes envolvidos. Inclui todos os intervenientes institucionais, sejam internos ou externos, desde que integrem uma interação relevante e vinculada à atividade inovativa, independentemente do recorte definido para medição (uma firma, município, SPL, etc.):

Tabela 1. Dimensões da Matriz de Medição da Capacidade Tecnológica Local.

PERFIL DOS INTERVENIENTES ENVOLVIDOS	NATUREZA DA ATIVIDADE INOVATIVA EXERCIDA

Para cada perfil e para cada papel, é definido o correspondente peso para a atividade inovativa. Aqui serão demandados critérios de detalhamento e atribuição de pesos relativos que guardem uma racionalidade robusta o bastante para serem acatadas como padrão. Esta restrição resulta da premissa de que tais critérios não poderão variar de uma para outra medição, sob pena de que não se possa relativizar às medições apuradas. No exemplo apresentado no detalhamento final da matriz, foram provisoriamente arbitrados, para fins de demonstração:

- Para os perfis escolhidos - pesos baseados na duração aproximada das trajetórias de formação acadêmica e
- Para os papéis envolvidos – pesos baseados na importância de cada papel, no âmbito das atividades inovativas.

Definidos os pesos, a apuração da Capacidade Tecnológica Local será um produto das quantidades pelos pesos de cada intercessão entre perfil e papel.

- Na dimensão que representa a natureza da atividade inovativa exercida - foram

considerados os papéis de Produção; Difusão ou Aplicação do Conhecimento.

- Na dimensão que representa o perfil dos intervenientes envolvidos, os papéis de Técnico, Graduado, Mestre ou Doutor.

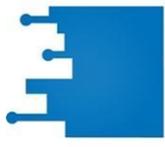
Tabela 2. Dimensões e Subdimensões da Matriz de Medição da Capacidade Tecnológica Local.

MATRIZ DE MEDIÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA LOCAL		NATUREZA DA ATIVIDADE INOVATIVA EXERCIDA		
		Produção (Peso)	Difusão (Peso)	Aplicação (Peso)
PERFIL DOS INTERVENIENTES ENVOLVIDOS	Técnico (Peso)	QUANTITATIVOS DE INTERVENIENTES ENVOLVIDOS		
	Graduado (Peso)			
	Mestre (Peso)			
	Doutor (Peso)			
APURAÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA LOCAL		CAPACIDADE TECNOLÓGICA LOCAL		

Neste exemplo, não haverá inclusão de alguns perfis considerados pelo mercado, por duas principais razões:

- Por se tratar de titulações não reconhecidas oficialmente pelo sistema educacional brasileiro - Pós-doutores, MBAs e Especialistas;
- E por entender que, abaixo do grau de técnico a relevância estatística da quantidade de intervenientes envolvidos com a atividade inovativa é pouco significativa.

Já é possível apresentar a matriz completa para o caso hipotético, no qual se quer mensurar a Capacidade Tecnológica Local de uma determinada Empresa A, que externalizou sua Pesquisa e Desenvolvimento para o Centro de Pesquisas B e que forma seus quadros de desenvolvimento de produtos em um núcleo de engenharia domiciliado na Universidade C.



Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional

Tabela 3. Matriz de Medição da Capacidade Tecnológica Local Completa.

MATRIZ DE MEDIÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA LOCAL		NATUREZA DA ATIVIDADE INOVATIVA EXERCIDA		
		Produção (Peso 4)	Difusão (Peso 2)	Aplicação (Peso 1)
PERFIL DOS INTERVENIENTES ENVOLVIDOS	Técnico (Peso 12)	Vlr. 01 = $(A+B+C)*12*4$	Vlr. 05 = $(A+B+C)*12*2$	Vlr. 09 = $(A+B+C)*12*1$
	Graduado (Peso 16)	Vlr. 02 = $(A+B+C)*16*4$	Vlr. 06 = $(A+B+C)*16*2$	Vlr. 10 = $(A+B+C)*16*1$
	Mestre (Peso 18)	Vlr. 03 = $(A+B+C)*18*4$	Vlr. 07 = $(A+B+C)*18*2$	Vlr. 11 = $(A+B+C)*18*1$
	Doutor (Peso 22)	Vlr. 04 = $(A+B+C)*22*4$	Vlr. 08 = $(A+B+C)*22*2$	Vlr. 12 = $(A+B+C)*22*1$
APURAÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA LOCAL		Capacidade Tecnológica Local = Vlr. 01 + Vlr. 02 + Vlr. 03 + Vlr. 04 + Vlr. 05 + Vlr. 06 + Vlr. 07 + Vlr. 08 + Vlr. 09 + Vlr. 10 + Vlr. 11 + Vlr. 12		

No exemplo os valores de A, B e C, em cada célula, correspondem a quantidade de intervenientes da Empresa A, do Centro de Pesquisas B e da Universidade C, envolvidos com interações relevantes para as atividades inovativas da Empresa A, da qual está sendo mensurada a Capacidade Tecnológica, em cada papel e atividade previstos. Resta, portanto, demonstrada a possibilidade de utilização dessa estratégia como base para o aperfeiçoamento para os atuais processos de medição da Capacidade Tecnológica Local, desde que, em trabalhos futuros, sejam criteriosamente definidos os perfis e papéis genéricos que representam a atividade inovativa, bem como, seus correspondentes critérios para atribuição de pesos relativos.

[5] FERREIRA, Lopes Santos, David; CRUZ BASSO, Leonardo Fernando; KIMURA, Herbert. *A Estrutura da Capacidade de Inovar das Empresas Brasileiras: Uma Proposta de Construto* - RAI - Revista de Administração e Inovação, vol. 9, núm. 3, julho-setembro, 2012.

[6] GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 - ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[7] KLINE, S; ROSENBERG, N. *An overview of innovation* - In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Org.) *The positive sum strategy*. Washington: National Academy of Press, 1986.

[8] MAYR, O. *Adam Smith and the concept of the feedback system* - Technology and culture, 12(1): 1-22, 1971.

[9] PINTO, Jefferson de Souza; ANHOLON, Rosley. *A Inovação nas empresas e a necessidade de novos paradigmas em indicadores de desempenho* - In: Seminários em Administração FEA-USP, SP: VII SEMEAD, 2006, p. 1-10.

[10] PORTER, M. E. *A Vantagem Competitiva das Nações* - Rio de Janeiro: Campus, 1993

[11] SCHUMPETER, J. *A teoria do desenvolvimento econômico* - São Paulo: Nova Cultural, 1985.

[12] TIGRE, Paulo Bastos. *Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma* - Revista Brasileira de Inovação. Campinas-SP, v. 4, n. 1, jan/jun, 2005, p. 187-223.

Referências

[1] CAINELLI, Giulio; EVANGELISTA, Rinaldo; SAVONA, Maria. *The impact of innovation on economic performance in services* - The Services Industries Journal, London, v. 24, n. 1, 2004, p. 116-130.

[2] CAMPANARIO, Milton de Abreu. *Tecnologia, Inovação e Sociedade* - Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/milton.html>>. Acesso em: 30 dezembro 2002.

[3] ERBER, Fabio. *Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira no passado recente: Uma Resenha da Literatura Econômica* - In: Textos para Discussão CEPAL-IPEA - no 17, 2010.

[4] FAGERBERG, J. *Why growth rates differ* - In: Dosi, G., Technical Change and Economic Theory, pp. 433-457, London: Pinter Publishers Limited, 1988.

Seminário Anual de Pesquisa – 2017

Faculdade SENAI CIMATEC

Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

III Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional.

ISSN online 2447-9640