

**INDICADORES TECNOLÓGICOS PARA A CADEIA PRODUTIVA DO TOMATEIRO NO
BRASIL**

EDUARDO BUCSAN EMRICH¹, WILSON MAGELA GONÇALVES¹, LUCIANE VIELA RESENDE¹, RAFAEL GUSTAVO FERREIRA MORALES¹, ALINE DAS GRAÇAS SOUZA¹

RESUMO

A inovação é um processo atual através do qual a nação cria e transforma novos conhecimentos e tecnologias em produtos úteis, serviços e processos tanto para o mercado nacional como internacional. Entretanto o processo de inovação é de difícil mensuração e a utilização de indicadores tecnológicos é uma importante ferramenta para isso. Foram investigados diversos grupos de indicadores que pudessem determinar o grau de inovação dos componentes da cadeia produtiva do tomateiro no Brasil. Estabeleceram-se quatro gerações distintas. Dentro destes quatro grupos é possível obter diversos indicadores de tecnologia que podem ser utilizados em conjunto nas mais diversas áreas produtivas. Os indicadores apresentados estão intimamente ligados e por isso sugere-se o uso de múltiplos indicadores.

Palavras-chaves: Inovação Tecnológica, Indicadores, Tomateiro

INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico sempre ocupou papel fundamental no desenvolvimento da sociedade. A inovação tecnológica é um dos principais determinantes do desenvolvimento socioeconômico dos países (Jones e Willians, 1999). Tem se publicado uma considerável quantidade de trabalhos sobre o tema inovação. Essa literatura inclui provas de que o sucesso competitivo é dependente de gestão de uma organização do processo de inovação e propõe fatores que dizem respeito à gestão de sucesso do processo de inovação (Porter e Ketels, 2003).

A avaliação da competência deste processo é uma questão complexa e de grande importância. As colocações anteriores mostram como os processos inovativos são altamente sistêmicos e complexos que variam de acordo com cada país, nível tecnológico, mercado consumidor e tamanho das empresas. A importância da inovação para o desenvolvimento nacional faz necessária sua medição, ainda que de forma incompleta e imperfeita (Dogson e Sybille, 2000).

Na bibliografia as medidas dos aspectos da inovação e gestão devem responder às necessidades das empresas e acadêmicos para compreender a eficácia de ações de inovação. É necessário que seja criado um agrupamento de informações de forma a desenvolver uma ferramenta útil para a mensuração de processos e produtos. Os indicadores de tecnologia são índices bastante apropriados para isso.

Indicadores tecnológicos são pistas, indícios, trilhas que seguimos em busca da compreensão dos nexos que relacionam variáveis responsáveis por fenômenos econômico-sociais, políticos e culturais que afetam a vida em sociedade. Os indicadores são variáveis relativas, organizadas em grupos, e pretendem formar um conjunto coerente que represente um sistema em suas múltiplas determinações (Viotti e Macedo, 2003). Há indicadores que servem para descrever vários processos de inovação. Entretanto, é difícil o entendimento claro do conceito de medida de performance inovativa.

A cadeia produtiva do tomateiro no Brasil é formada por diversos componentes de grande importância econômica. Entretanto, não se determinou de forma sistematizada todo o processo de inovação que ocorre nos mais variados aspectos dessa cadeia produtiva. Neste trabalho foram determinadas e caracterizadas as quatro gerações de indicadores de tecnologia que possam ser adequados para a realização de uma efetiva mensuração da inovação tecnológica.

¹ DAG/ UFLA, bucsan_emrich@yahoo.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

A Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) é uma instituição internacional que publica regularmente manuais com orientações sobre a utilização de indicadores de tecnologia, a chamada Família Frascati. O Manual de Frascati (2002) e seu sucessor Manual de Oslo (2003) pautaram a base teórica para a obtenção, na literatura, de vários indicadores tecnológicos que pudessem ser adequados à análise de cadeia produtiva do tomateiro no Brasil. Foram analisados diversos trabalhos que permitiram identificar as gerações de indicadores de tecnologia e determinar a melhor maneira mensurar a inovação, no sentido amplo e estrito, dos componentes da cadeia produtiva a ser estudada.

Desta forma os indicadores que pudessem medir, de forma isômera e realista, em futuros trabalhos as inovações relacionadas ao tomateiro foram agrupadas em gerações. A afinidade estrutural e temporal destes indicadores associados às necessidades evolutivas justifica a divisão em gerações e torna mais fácil o entendimento, tanto na forma individual quanto em conjunto, dos indicadores tecnológicos. Sendo assim, a escolha dos indicadores tem grande importância na habilidade de mensurar qualquer processo inovativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vários tipos de indicadores tecnológicos foram observados na literatura. Entretanto, os que melhor retratam métricas de inovação divididos em gerações evolutivas são apresentados em tabela proposta por Milbergs e Vonortas (2004). Esta tabela representa de forma bastante significativa às propostas apresentadas nos manuais de Frascati e Oslo e da maioria dos indicadores apresentados na literatura, além de servir bem aos propósitos de se analisar a cadeia produtiva do tomateiro no Brasil. Esta tabela apresenta uma grande quantidade de indicadores que poderão em futuros trabalhos servir como forma de mensuração de processos de inovação, de forma individual ou agrupada.

Primeira Geração Indicadores de entradas (1950-60s)	Segunda Geração Indicadores de Saída (1970-80s)	Terceira Geração Indicadores de Inovação (1990s)	Quarta Geração Indicadores de Processamento (2000s)
<ul style="list-style-type: none">• Gastos com P&D• Pessoas em C&T• Capital• Intensidade tecnológica	<ul style="list-style-type: none">• Patentes• Publicações• Produtos• Mudanças de qualidade	<ul style="list-style-type: none">• <i>Surveys</i> de inovativos• Indexação• <i>Benchmarking</i> de capacidade inovativa	<ul style="list-style-type: none">• Conhecimento• Aspectos Intangíveis• Redes de conhecimento• Demandas• <i>Clusters</i>

Tabela1: Gerações de Indicadores Tecnológicos adaptada e traduzida de Milbergs e Vonortas (2004).

1. Indicadores de Primeira Geração

Segundo Tidd et al (1996), os indicadores baseados em estatísticas de pesquisa e desenvolvimento (P&D), como por exemplo gastos em P&D ou mão de obra alocada à P&D, são os mais antigos e ainda mais utilizados indicadores de inovação. Estes indicadores são relativamente consistentes, entretanto representam apenas uma pequena parte dos múltiplos indicadores necessários para determinar o grau de inovação de um processo produtivo. As publicações mais importantes sobre métricas de inovação tecnológica e que sevem como fontes de conhecimento para a obtenção de dados referentes a P&D são o Manual de Oslo e o seu antecessor Manual Frascati.

O Manual de Oslo tem o objetivo de orientar e padronizar conceitos, metodologias, construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de P&D de países industrializados. Já o Manual Frascati, com sua última atualização em 2002, originou a série de publicações da OCDE (Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento) que ficou conhecida como Família Frascati. Cada conferência de seus países membros, para a atualização de dados, toma o nome da cidade em que se realiza. São 28 os países membros da OCDE, que são, também, a base para os indicadores.

As grandes ordens de indicadores quantitativos que são pesquisados para avaliação da atividade de P&D são gastos e ocupação humana. Em relação ao primeiro, são consideradas despesas correntes e de capital e, em relação ao segundo, se contabilizam, além de pessoas responsáveis pelo desenvolvimento de conhecimento e projetos, também aquelas exercendo atividades de suporte direto e exclusivo à P&D. Segundo o Manual Frascati, P&D engloba três grandes atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental.

Tradicionalmente os dados de dispêndios em P&D baseavam-se em valores obtidos a partir de pesquisas que seguissem a metodologia proposta no Manual Frascati. Entretanto, esse manual não cobre todas as atividades inovativas de uma empresa, medindo apenas o *input* (investimentos). Desta forma, é possível registrar os gastos das atividades de pesquisa e desenvolvimento, mas não os relaciona com os resultados efetivamente alcançados pela empresa.

O Manual de Oslo identifica quantitativa e qualitativamente o fenômeno da inovação em seus diversos aspectos associando *inputs* com *outputs* (resultados). É um referencial mais completo para o estudo da inovação. A abordagem do Manual Oslo é uma evolução do Manual Frascati, mantendo as definições e parâmetros deste, sugerindo uma nova leitura para a relação entre pesquisa e inovação. A pesquisa não é vista como uma fonte de idéias inventivas, mas como uma ferramenta a ser utilizada durante qualquer etapa do processo produtivo. As empresas devem recorrer às suas bases de conhecimento para solucionar problemas que possam surgir durante o processo de inovação. Desta forma, pesquisa e inovação são processos que podem ocorrer de forma simultaneamente. No conjunto, a cobertura das pesquisas apoiadas no Manual de Oslo é mais ampla do que aquelas apoiadas no Manual Frascati (SIRILLI, 1998). Desta forma, as pesquisas sobre métricas de inovação podem ser baseadas no Manual de Oslo, sem que sejam descartadas as importantes contribuições prestadas pelo Manual Frascati.

2. Indicadores de Segunda Geração

Os indicadores de tecnologia de Segunda Geração referem-se à melhoria dos produtos de forma bastante ampla. Sabe-se que é importante medir a quantidade de produtos e serviços que são novos para um negócio. Suas características ou usos pretendidos podem diferir significativamente de seus antecessores (Milbergs, 2007).

Entretanto de nada adiantaria para os produtores se suas invenções não pudessem ser exploradas de forma a retomar os investimentos em P&D. As patentes dão uma medida da “inventividade” e uma idéia das possibilidades de inovação de um sistema (Holger, 2001). São indicadores de resultado do processo de inovação mais encontrados na literatura. Estudos de várias naturezas podem ser feitos com patentes e as conclusões são as mais diversas possíveis. Esses dados de patentes são normalmente utilizados para análises realísticas de setores, considerando-se empresas produtos e serviços dentro de um país (Galina, 2001).

As publicações científicas são fundamentais para a melhoria das características de qualidades de um determinado produto. Indicadores bibliométricos são indicadores-produtos quando se referem a resultados mais imediatos das políticas com a produção de artigos de inovação ou número de patentes. São indicadores de impacto quando se referem a desdobramentos mais em médio prazo ou a efeitos mais abrangentes e perenes do fomento às atividades de inovação, como o Fator de Impacto de Publicações e outras medidas como: a Taxa de Inovação Tecnológica, o Balanço de Pagamentos Tecnológico, etc (Mugnaini et. al., 2004).

O desenvolvimento eficaz de novos produtos tem-se tornado uma dimensão crítica da competição industrial e uma importante fonte de vantagem competitiva (Toledo, 1994). A evolução de produtos cria a competição e melhora o leque de ofertas para os mais diversos setores. Sem dúvida, indicadores baseados na capacidade evolutiva dos produtos são capazes de demonstrar o quanto aquecido e evoluído se encontra um determinado mercado consumidor.

3. Indicadores de Terceira Geração

A terceira geração de indicadores de tecnologia refere-se à capacidade das empresas e instituições em inovar a partir de parâmetros Intelectuais. É um processo que serve de alicerce para a quarta geração de indicadores.

Exemplo claro disso são os *surveys*. A aplicação dos *surveys* ou da construção dos indicadores de inovação pode ser elaborada a partir de duas abordagens de mensuração: o objeto econômico(produtos) e o sujeito econômico (empresas).

A construção de indicadores a partir do objeto tem como base a mensuração por meio da contagem e a análise dos resultados da inovação. Neste grupo incluem-se as estatísticas de P&D, as informações sobre patentes, indicadores bibliométricos, informações sobre os fluxos comerciais de produtos de alta tecnologia, balanço de pagamento tecnológico e indicadores de recursos humanos de alta qualificação.

A abordagem baseada no sujeito é basicamente a empresa. Os instrumentos de coleta são estruturados com a finalidade de investigar questões quantitativas e qualitativas sobre as atividades de inovação, abrangendo as empresas inovadoras e as não-inovadoras. Somente na década de 80, a partir das iniciativas da OECD, é que foram estabelecidos três vetores de organização para a consecução permanente deste *surveys*: periodicidade regular; padronização da metodologia estatística; e padronização dos questionários.

Indicadores de indexação representam a evolução dos indicadores bibliométricos. A chamada *cienciometria* é a ciência dedicada a estudar a evolução, a quantificação do esforço, o comportamento e o impacto social das ciências, abrangendo o sistema de pesquisa como um todo, representado por indicadores de *input* e indicadores de *output*, a fim de buscar associações de causas e efeitos dentro do sistema. Na *cienciometria*, os indicadores bibliométricos, isto é, medidas quantitativas baseadas na produção bibliográfica realizada por pesquisadores e seus grupos de pesquisa, têm um papel de destaque e passam a ter importância crescente dentro de sistemas nacionais de indicadores em Ciência e Tecnologia (C&T).

O *Benchmarking* é o meio pelo qual as empresas procuram comparar o seu desempenho com o de outra. Uma organização procura imitar outras organizações que façam algo de maneira bem feita. O próprio fato de se utilizar indicadores tecnológicos para avaliar um determinado processo produtivo leva ao *Benchmarking*, pois desta forma é possível medir a intensidade tecnológica de cada um dos envolvidos no processo e com isso realizar uma comparação dentro do próprio mercado onde as empresas atuam. O recorrente recurso a esta prática pode vir a contribuir tanto para a familiarização das empresas com os termos, conceitos e procedimentos da pesquisa de inovação, como pode a eventual criação de um ambiente que estimule empresas a emular a performance inovativa de suas melhores concorrentes (Viotti, 2005).

4. Indicadores de Quarta Geração

A quarta geração de indicadores é a mais atual é fundamentada em todos os princípios adquiridos nas gerações anteriores. Baseia-se em fatores adjacentes ao processo produtivo e reafirma a importância das técnicas administrativas.

Um bom exemplo de indicador é o que refere ao conhecimento, de nada adianta o processo produtivo funcionar de forma excepcional a P&D apresentar potencial criativo se não existir o conhecimento. O conhecimento pode ser dividido de duas formas: o conhecimento acadêmico e o conhecimento adquirido. É necessário que se conheçam não só as técnicas produtivas de um determinado processo, mas também as necessidades tecnológicas exigidas pelas constantes mudanças de mercado. O conhecimento está intimamente presente na inovação tecnológica e deve ser medido associado aos demais indicadores tecnológicos existentes.

A partir da última década do século passado têm se tornado mais relevantes os aspectos intangíveis de uma organização, em detrimento de seus ativos tangíveis (como máquinas, prédios, veículos etc). Isso deriva da modernização da economia mundial, que passou a considerar fatores como capacidade de inovação, conhecimento e perícia do quadro de funcionários, habilidades de negociação, localização geográfica, produtividade, qualidade, dentre outros itens, como indicadores da competitividade das empresas (Wernke e Bornia, 2003).

É praticamente impossível que qualquer órgão possa inovar sozinho. A informação e o conhecimento estão em todas as esferas e áreas, são considerados essenciais tanto do ponto de vista acadêmico quanto profissional e, quando transformados pelas ações dos indivíduos, tornam-se competências valorizadas, gerando benefícios sociais e econômicos que estimulam o desenvolvimento (Tomaél, 2005). A organização da rede é um arranjo institucional básico para lidar com o sistema de inovação. As redes podem ser vistas como uma forma de interpenetração de mercado e da organização. Empiricamente organizações são fracamente acoplados com um núcleo com laços entre os membros constituintes. (Rycroft, 2003). Estas redes de inovação surgiram porque o sucesso econômico do conhecimento das indústrias passou a exigir a comercialização de tecnologias que requerem aprendizagem organizacional constante e a síntese de uma grande variedade de conhecimentos, habilidades e capacidades. O centro da aprendizagem é o principal motor da economia baseada no conhecimento e coloca um prêmio sobre a cooperação de relacionamentos organizacionais. As mudanças nas redes podem levar a mudanças na inovação de tecnologias e as mudanças tecnológicas podem modificar a rede. Muitas tecnologias tornaram-se tão complexa que só pode ser inovadas em nível de complexos de redes organizacionais, em vez de empresas individuais. Portanto, avaliar as redes de conhecimento é um dos indicadores mais eficazes para se entender o processo de inovação tecnológica no momento atual, quando as firmas tendem a ser cada vez mais integradas.

As redes, normalmente, são divididas em grupos de trabalhos classificados como “clusters”. São redes de produção de empresas fortemente interdependentes (incluindo fornecedores especializados) ligadas entre si numa cadeia de produção de valor acrescentado. Podem, ainda, integrar alianças entre empresas e Universidades, institutos de investigação, serviços às empresas intensivos em conhecimento, agentes de interface e clientes (Chorincas, 2001). Outra característica relevante é que o cluster também atribui relevância à formação de uma indústria-chave numa determinada região. Essas indústrias chamadas “âncoras” estimulam indubitavelmente, o desenvolvimento da região, através da mobilização de agentes produtivos localizados no mesmo território.

Portanto, os clusters representam uma nova categoria de organização espacial, contribuindo como uma alternativa de organização da cadeia de valor que oferece vantagens em termos de eficiência, efetividade e flexibilidade.

Um bom indicador deve alertar sobre os problemas antes que eles se tornem muito graves, indicando o que precisa ser feito para resolvê-los. Dentro do contexto de aglomerados produtivos, podem-se identificar quais são seus aspectos mais fortes e quais são seus aspectos mais fracos (Marangon et al., 2004). Desta maneira é possível traduzir em importantes instrumentos para definir soluções e propor políticas e ações que gerem melhorias para o aglomerado e, por consequência, para toda a cadeia produtiva.

Uma das principais dificuldades em estudar aglomerações produtivas, recai na tarefa de se obter dados em fontes de estatísticas oficiais. A maioria destas fontes não exhibe dados em nível de aglomerado, ficando limitada ao nível municipal ou por segmento de atividades. No presente trabalho busca-se uma agregação dos diversos dados individuais de cada componente de forma a criar um conjunto de dados que sirvam como autênticos indicadores para as redes de conhecimento da cadeia produtiva do tomateiro no Brasil.

As demandas tecnológicas de uma cadeia produtiva também são indicadores de grande valia. Podem ser definidos em função dos sistemas que lhes dão origem e classificadas em três tipos básicos: Demandas tipo I, para problemas dependentes de ações de adaptação/difusão de tecnologias; Demandas tipo II, para problemas necessitando de ações de geração de tecnologias; Demandas tipo III, para problemas não dependentes de solução tecnológica, ligados a fatores conjunturais, infra-estrutura de apoio, mas com impacto indireto nos resultados da pesquisa (Castro, 1998).

No caso das cadeias e sistemas produtivos, as demandas são necessidades de conhecimentos e tecnologias, visando reduzir o impacto de limitações identificadas nos componentes da cadeia produtiva, para a melhoria da qualidade de seus produtos, eficiência produtiva, competitividade e equidade na distribuição de benefícios entre os seus componentes.

CONCLUSÃO

Foram determinadas quatro gerações distintas de indicadores tecnológicos que podem ser adaptados para a cadeia produtiva do tomateiro no Brasil. Estes grupos de indicadores denotam uma evolução de acordo com cada geração.

Entretanto, devem ser considerados múltiplos indicadores, pois cada um está intimamente ligado ao outro. A mensuração do processo evolutivo é de difícil aplicação e a utilização de indicadores se mostra solução efetiva para isso.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

CASTRO, A.M.G. de, LIMA, S. M. V., GOEDERT, W.J, FREITAS FILHO, A VASCONCELOS, J. R. P. Prospecção de demandas tecnológicas de cadeias produtivas e sistemas naturais. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia.** Brasília: Embrapa-DPD, 1998. 570 p.

CHORINCAS, J.; MARQUES, I.; RIBEIRO, J.F. “Clusters” e Política de Inovação – Conceitos, experiências europeias e perspectivas de aplicação a Portugal. **Prospectiva e Planejamento**, v. 7, p.43 – 104, 2001.

DOGSON M; SYBILLE H. Indicators used to measure the innovation process: defects and possible remedies. **Research Evaluation** 9: 101-106, 2000.

GALINA, S. Inovação no Setor de Telecomunicações, **Relatório do projeto do DIRETÓRIO DA PESQUISA PRIVADA**, Convênio FUNDUNESP / FINEP, 2003.

JONES, C. I.; WILLIAMS, J. C. Too much of a good thing? The economics of investment in R&D. **NBER Working Paper Series**, n.7283, 1999.

MARANGON, M; PRESZNHUK, R.; SORDI, R.; PERALTA AGUDELO, L.P. Indicadores de sustentabilidade como instrumento para avaliação de comunidades em crise: aplicação à comunidade de Serra Negra, APA de Guaraqueçaba. **In: Peralta Agudelo, L. P. (Org.)**, 2004.

MILBERGS, E.; VONORTAS N. Innovation Metrics: Measurement To Insight. Center for accelerating Innovation and George Washington University. **National Innovation Initiative 21st Century Working Group**, 2004.

MILBERGS, E.; KALWEIT, B.; BOEGE, R. **Innovation Vital Signs**. Report No. v.2.8. Alliance for Science & Technology Research in America, Washington, D.C., 2007.

MUGNAINI, R. et al. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ci. Inf., Brasília**, v. 33, n. 2, p. 123-131, 2004

OECD. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Frascati Manual**: proposed standard practice for surveys on research and experimental development. Paris: OECD, 2002.

OECD. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Oslo Manual**: proposed standard practice for surveys on research and experimental development. Paris: OECD, 2003.

PORTER, M.; KETELS, C.H.M. UK Competitiveness: Moving to the Next Stage. Management Research Forum, Summary Report 6. London: **Advanced Institute of Management Research**, Londres, <http://www.aimresearch.org/AIM>, acessado em 27 de junho, 2010.

RYCROFT R. Technology-Based Globalization Indicators, **in: The Centrality of innovation Network Data. Technology in Society**, vol 25, no 3, pp. 299-317, 2003.

TIDD, J.; DRIVER, C.; SAUNDERS, P. Linking technological, market and financial indicators of innovation. **Economics of Innovation and New Technology** , 4, 155–172, 1996.

TOLEDO, J. C. Gestão da Mudança da Qualidade de Produto. **Gestão & Produção**, v. 1, n. 2, p. 104-124. 1994.

WERNKE, R.; BORNIA, A. C. Estudos de Caso Aplicando Modelo para Identificação de Potenciais Geradores de Intangíveis. **Revista Contabilidade & Finanças - USP**, São Paulo, n. 33, p. 45 - 64, setembro/dezembro 2003.

VIOTTI, E. B.; MACEDO, M.M.(Org.). **Indicadores de ciência tecnologia e inovação no Brasil. Campinas**, Ed. Unicamp, 2003.

VIOTTI, E. B., Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: Um exercício no uso de indicadores de inovação e algumas propostas para seu aperfeiçoamento. **Conferência Nacional de C&T**, Brasília, DF, 2005.