

**CONTEXTO DA INOVAÇÃO NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS  
BRASILEIRAS NA PERSPECTIVA DE INDICADORES DE CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA**

**THE CONTEXT OF INNOVATION IN FEDERAL BRAZILIAN  
UNIVERSITIES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS  
PERSPECTIVE**

**Rafael Morais Pereira\*** – Universidade Federal de Viçosa (UFV) -  
[rafael.morais12@hotmail.com](mailto:rafael.morais12@hotmail.com)

**Humberto Rodrigues Marques** – Universidade Federal de Lavras (UFLA) –  
[hbetorm@hotmail.com](mailto:hbetorm@hotmail.com)

**Sabrina Olimpio Caldas de Castro** – Universidade Federal de Viçosa (UFV) –  
[sabrinadekastro@hotmail.com](mailto:sabrinadekastro@hotmail.com)

**Fernanda Maria de Almeida** – Universidade Federal de Viçosa (UFV) –  
[fernanda.almeida@ufv.br](mailto:fernanda.almeida@ufv.br)

**Rodrigo Gava** – Universidade Federal de Viçosa (UFV) – [rgava@ufv.br](mailto:rgava@ufv.br)

**Resumo**

Os sistemas de inovação no âmbito brasileiro estão sendo estimulados por diversas ações governamentais, visando a sua consolidação. Diante disso, dado os recentes incentivos para legitimação da estrutura da inovação nas universidades federais e o potencial inerente a essas instituições para o desenvolvimento de pesquisa, este artigo objetivou analisar o potencial de produção científica e tecnológica das universidades federais brasileiras, delineando as instituições que se destacam e se há uma relação entre as dimensões científica e tecnológica. Adotou-se uma abordagem quantitativa, com coleta de dados secundários em *sites* governamentais e nos sítios eletrônicos de todas as 63 universidades federais brasileiras. Os resultados, subsidiados pela Análise Fatorial e pela Regressão Linear Simples, demonstraram que três universidades, sendo elas a UFRJ, a UFMG e a UFRGS, apresentaram um desempenho superior às demais instituições analisadas, refletindo as carências estruturais do Brasil, em termos de sua política científico-tecnológica. Ademais, constatou-se que o potencial científico influencia positivamente o potencial tecnológico, reiterando que ao atingir o seu fim último, de cunho científico, a universidade constrói uma base para o avanço tecnológico. Por fim, como contribuições, ressalta-se a ampliação do conhecimento sobre a relação científico-tecnológico no escopo das universidades empreendedoras e dos sistemas de inovação em uma economia emergente.

**Palavras-Chave:** Capital Científico, Capital Tecnológico, Universidades Federais Brasileiras.

**Abstract**

Innovation systems in the Brazilian context are being stimulated by various government actions aimed at its consolidation. Therefore, given the recent incentives to legitimize the structure of

---

\* Autor de Correspondência

innovation in federal universities and the potential inherent in these institutions to develop research, this article aims to analyze the potential for scientific and technological production of Brazilian federal universities, outlining the institutions that stand out and if there is a relationship between the scientific and technological dimensions. It adopted a quantitative approach, with secondary data collection on government websites and in electronic sites of all 63 Brazilian federal universities. The results, subsidized by the Factor Analysis and the Simple Linear Regression showed that few universities, which were the UFRJ, UFMG and UFRGS showed far superior performance to other institutions analyzed, reflecting structural deficiencies in Brazil, in terms of its scientific and technological policy. Moreover, it was found that the scientific potential influences positively the technological potential, reiterating that to reach its ultimate end, of a scientific nature, the university builds a foundation for technological advancement. Finally, as contributions, it emphasizes the expansion of knowledge about scientific and technological relationship in the scope of entrepreneurial universities and innovation systems in an emerging economy.

**Keywords:** Scientific Capital, Technological Capital, Brazilian Federal University.

**Recebido:** Novembro 2015

**Aprovado:** Julho 2016

## 1 Introdução

A busca pelo desenvolvimento das nações implica na construção de um conjunto articulado de ações que visem direcionar os esforços internos e atrair os aspectos relevantes do ambiente externo. O fim do século XX, marcado por profundas transformações na sociedade, impulsionou o processo de desenvolvimento de diversos países, sobretudo, daqueles menos desenvolvidos. Atualmente, a competitividade acirrada em âmbito global, numa época que preconiza a gestão do conhecimento, reitera a importância de um ambiente de inovação, caracterizado, principalmente, por uma rede de interações entre diversas instituições, constituindo-se em um sistema dinâmico (Nelson & Rosenberg, 1993; Schumpeter, 1982).

Nessa perspectiva, um sistema de inovação (SI), para Cassiolato e Lastres (2005, p. 37), consiste num “conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade”. A perspectiva dos SI, mas especificamente a abordagem hélice tríplice (governo, empresa e universidade) de Etzkowitz e Leydesdorff (2000), evidencia as universidades, que assumem um papel central na dinâmica de inovação em sociedades cada vez mais baseadas no conhecimento (Calderan & Oliveira, 2013). Desse modo, a nova visão que se adota na literatura é da universidade empreendedora, cujo papel transcende apenas a função de transmissão de saberes, mas a torna

responsável pelo processo de criação e disseminação tanto de novos conhecimentos quanto de novas tecnologias (Chiarini & Vieira, 2012).

A discussão acerca do papel das universidades nos contextos de inovação implica considerar um aspecto de análise mais amplo, que assevera questões sobre o capital científico e o capital tecnológico dos países (Albuquerque, Simões, Baessa, Campolina, & Silva, 2002; Helene & Ribeiro, 2011; Perucchi & Garcia, 2011). A interação entre capital científico e tecnológico deve ser considerada no âmbito dos estudos do processo de desenvolvimento, dada a relação entre esses fatores e melhores condições econômicas de países (Bernardes & Albuquerque, 2003). Contudo, a interação científico-tecnológica e desenvolvimento não é resultante de um processo linear e de responsabilidade exclusiva das políticas governamentais, mas condicionado por aspectos diversos e pela atuação de diferentes atores (Chiarini & Vieira, 2012). Nesse ponto, que o presente estudo pretende contribuir, ao dimensionar a relação de ciência e tecnologia ao contexto das universidades empreendedoras, a partir de indicadores (Albuquerque, Baessa, Kirdeikas, Silva, & Ruiz, 2005).

O contexto de uma economia emergente, o Brasil, é tomado como recorte do estudo para análise da relação proposta, haja vista que a disseminação da inovação nas políticas públicas no país se reforçou a partir de todo um arcabouço legal que foi construído ao longo das últimas décadas. Dentre as principais ações instituídas pelo legislativo brasileiro, destacam-se a Lei de Informática nº 8.248 (Brasil, 1991), a Lei Federal de Inovação nº 10.973 (Brasil, 2004) e a Lei do Bem nº 11.196 (Brasil, 2005). Essas leis objetivaram, principalmente, estimular sistematicamente o desenvolvimento de novas pesquisas, abrangendo tanto o âmbito público quanto o setor privado (Suzuki, 2012).

Desse modo, as universidades federais brasileiras, com a instituição de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) frente ao processo de desenvolvimento científico e tecnológico, ganharam destaque e se tornaram atores importantes nesse cenário. Segundo a Thomson Reuters (2013), o Brasil foi, no ano de 2012, o 14º maior produtor de pesquisa científica no mundo, de modo que mais de 90 por cento dos artigos produzidos no país foram gerados por universidades públicas. Já os resultados obtidos em relação a novas tecnologias são evidenciados pelos pedidos de patentes, que é crescente no país, e as universidades também se destacam nesse quesito, uma vez que 27 por cento de todas as patentes no Brasil pertencem às universidades (THOMSON REUTERS, 2013).

Ademais, dado os recentes incentivos para legitimação da estrutura da inovação nas universidades federais brasileiras (Suzuki, 2012), o reconhecimento da importância de universidades empreendedoras no âmbito dos sistemas de inovação (Chiarini & Vieira, 2012)

e a relevância da associação entre capital científico e tecnológico para ao desenvolvimento das nações (Albuquerque et al., 2002; Helene & Ribeiro, 2011), indagou-se: há uma relação entre potencial científico e tecnológico no âmbito das universidades federais brasileiras? Delineou-se como objetivo principal deste artigo analisar o potencial de produção científica e tecnológica das universidades federais brasileiras, considerando os resultados que têm sido obtidos por suas políticas específicas, de modo a delinear as instituições que mais se destacam e se há uma relação entre produção científica e tecnológica.

A partir de uma abordagem quantitativa, considerando como unidades de análise todas as 63 universidades federais brasileiras e por meio da técnica de análise fatorial, os resultados demonstraram que poucas universidades apresentem um desempenho científico e tecnológico superior às demais instituições analisadas. Além disso, constatou-se que o potencial científico tem uma influência positiva sobre o potencial tecnológico, reiterando que ao atingir o seu fim último, de cunho científico, a universidade constrói uma base determinante para o sucesso tecnológico. Os resultados corroboram outros estudos da área (Bernardes & Albuquerque, 2003; Rapini, 2000) e contribuem com a corrente teórica que analisa a relação científico-tecnológico (Albuquerque et al., 2002; Helene & Ribeiro, 2011), ao considerá-la no âmbito das universidades empreendedoras (Chiarini & Vieira, 2012; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), literatura com recente desenvolvimento, em uma economia emergente.

O artigo compreende, além desta introdução, a seguinte estrutura: o referencial teórico apresenta os aspectos centrais sobre os sistemas de inovação e universidade empreendedora assim como a relação entre capital científico e tecnológico. A metodologia contempla as unidades de análise, base de dados, construtos utilizados e técnica de análise dos dados. A seção de análise e discussão dos resultados aborda a construção dos indicadores de potencial científico e competência tecnológica, seguida pela análise da relação entre esses indicadores. Nas duas últimas seções, seguem as considerações finais e as referências do artigo.

## **2 Referencial teórico**

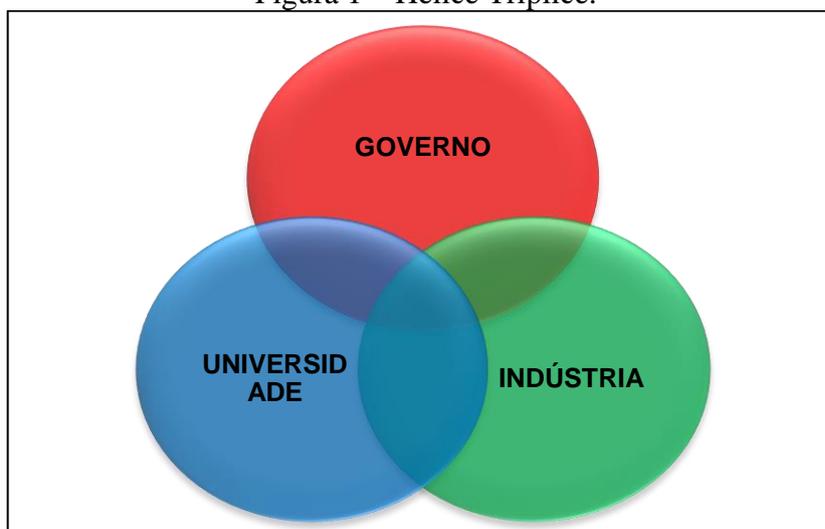
Esta seção está subdividida em duas subseções. Inicialmente, é apresentado o contexto a universidade nos sistemas de inovação e, em seguida, são discutidos o capital científico e o tecnológico.

## 2.1 Sistemas de inovação e universidade empreendedora

A inovação tecnológica, assim como a sua abordagem sistêmica, tem sido reconhecida por diversos autores da área como um impulso necessário para o processo de desenvolvimento de países e regiões, tanto internacionalmente, sobretudo, em países desenvolvidos (Edquist, 1997; Lundvall, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993; Schumpeter, 1982), quanto em países emergentes (Cassiolato & Lastres, 2005, 2007; Ribeiro, Andrade, & Zambalde, 2005). Os Sistemas de Inovação (SIs) nacionais, regionais ou locais se caracterizam, portanto, como uma rede de instituições distintas que interagem visando ao desenvolvimento científico e/ou tecnológico (Cassiolato & Lastres, 2005).

Na ótica dos SIs, ressalta-se o modelo desenvolvido por Etzkowitz e Leydesdorff em 1996, denominado Hélice Tríplice, o qual determina que o governo, a indústria e a universidade (Figura 1) são os principais atores do processo de inovação, de modo que as relações entre eles devem ser articuladas e sistêmicas (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Figura 1 – Hélice Tríplice.



Fonte: Etzkowitz; Leydesdorff (2000)

Para Calderan e Oliveira (2013, p. 15), “essa abordagem tem seu foco na universidade, atribuindo a ela um papel central no processo de inovação em sociedades cada vez mais baseadas no conhecimento”. Desse modo, a nova perspectiva que se adota na literatura especializada é da universidade empreendedora, “cujo papel social vai além de formar uma sociedade mais ‘iluminada’, mas é responsável pelo processo de criação e disseminação, tanto de novos conhecimentos quanto de novas tecnologias, através de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento e engenharia” (Chiarini & Vieira, 2012, p. 118). A criação de diversos grupos de pesquisa, uma estrutura que propicie a transferência de tecnologia para o

mercado, a criação de empresas oriundas da universidade, a constituição de centros de pesquisa compartilhados com diferentes empresas e a atuação mais direta no desenvolvido socioeconômico da região onde está localizada são elementos que caracterizam uma universidade empreendedora (Guaranys, 2010).

A estruturação da inovação no Brasil, economia emergente foco deste artigo, vem sendo estimulada por ações instituídas pelo legislativo brasileiro, como a Lei de Informática (Brasil, 1991), a Lei Federal de Inovação (Brasil, 2004) e a Lei do Bem (Brasil, 2005). Neste cenário, as instituições de ensino e pesquisa, principalmente as universidades, ganharam notoriedade, de modo que o Brasil se destaca mundialmente em termos de pesquisa científica, oriunda, primordialmente das universidades (Caldarelli, Perdigão, Câmara, Santos, & Souza, 2014; THOMSON REUTERS, 2013). Nessa perspectiva, Albuquerque et al. (2005, p. 618) asseveram que “as universidades, instituições de pesquisa e o conjunto da estrutura educacional são cruciais para a manutenção de um sistema de inovação”. Chiarini e Vieira (2012, p. 131) defendem ainda “a atuação das universidades como agentes estratégicos não apenas na política educacional, mas também na política de CT&I”.

Dada as especificidades estruturais inseridas dentro do próprio contexto brasileiro, a atuação das diferentes universidades ocorre de forma distinta no processo de inovação, visto que embora “as universidades cumpram funções muito semelhantes nos sistemas inovativos da maioria dos países industrializados e em industrialização, a relevância de seu papel varia consideravelmente. Além disso, a produção de conhecimento não tem a mesma intensidade intra e inter economias” (Chiarini & Vieira, 2012, p. 118).

Estudos empíricos têm constatado essa nova percepção da universidade brasileira, como o trabalho desenvolvido por Caldarelli et al. (2014) a respeito das universidades estaduais paranaenses, que reiterou pressupostos correntes em outros estudos da área assim como sinalizou novos desafios. Entre as contribuições destaca-se o apontamento das universidades analisadas como os principais atores na geração de produção científica, com a concentração da maioria dos recursos humanos de alta qualificação. Por outro lado, ressaltou-se, também, como desafio a ser superado, “a relativa assimetria entre as instituições, com o que, pode-se observar que as mais antigas absorvem mais recursos e apresentam indicadores relacionados à geração do conhecimento mais positivos” (Caldarelli et al., 2014, p. 332).

No Brasil, portanto, as “universidades não formam um grupo homogêneo de criação de conhecimento, havendo universidades mais intensivas na geração e produção de conhecimento científico e tecnológico que outras” (Chiarini & Vieira, 2012, p. 118). Considerando, assim, a diferenciação entre públicas e privadas, as primeiras assumem a vanguarda na geração e difusão

da pesquisa científica, mas até mesmo no âmbito das universidades públicas há certa diferenciação, como argumenta Chiarini e Vieira (2012, p. 118), “nem mesmo as instituições de ensino superior públicas são passíveis de generalizações: as instituições de ensino superior federais são o principal *locus* de produção de conhecimento”.

A discussão acerca do papel das universidades nos contextos de inovação implica considerar um aspecto de análise mais amplo, que assevera questões sobre o capital científico e o capital tecnológico. Estes, atrelados diretamente ou indiretamente ao contexto de geração de conhecimento das universidades, apresentam também interações entre si e implicações diretas sobre o desenvolvimento de ciência e da tecnologia no país.

## **2.2 Capital científico e capital tecnológico**

Na literatura especializada dos sistemas de inovação, estudos sobre a interação das dimensões científica e tecnológica têm se destacado, delineando novas perspectivas de análises (Albuquerque et al., 2002; Helene & Ribeiro, 2011; Perucchi & Garcia, 2011). A relação entre essas dimensões e a articulação de políticas públicas para desenvolvê-las consistem em fatores considerados chave para a promoção do desenvolvimento, no seu sentido mais amplo, visto que “a criação de estratégias que promovam o desenvolvimento científico é um desafio que deve ser levado muito a sério por qualquer sociedade que visa a emergir do estado de uma nação subdesenvolvida” (Helene & Ribeiro, 2011, p. 678).

Nessa perspectiva, Bernardes e Albuquerque (2003, p. 882), após um estudo sobre as relações entre ciência e tecnologia e desenvolvimento, com dados de 120 países, concluíram que “a interação entre ciência e tecnologia pode ser tomada em conta para o estudo do processo de desenvolvimento, pois os níveis de produção científica e tecnológica estão correlacionados com os níveis de renda”. Desse modo, tanto a pesquisa científica quanto a tecnológica devem ser concebidas visando a função social, ou seja, devem contribuir para o desenvolvimento da sociedade, independentemente de sua área de conhecimento (Perucchi & Garcia, 2011).

Por outro lado, a interação científico-tecnológica e desenvolvimento, não é resultante de um processo linear e de responsabilidade exclusiva das políticas governamentais, mas condicionado por aspectos diversos e pela atuação de diferentes atores. Nesse contexto, Chiarini e Vieira (2012, p. 118) afirmam que “o progresso técnico é essencial para o desenvolvimento e crescimento econômico”, mas alertam que “sua particularidade remete às atividades que o produz – conhecimento científico-tecnológico – e não é como um ‘maná milagroso vindo dos céus’, mas deve ser gerado endogenamente e sua produção, logo, deve ser fomentada por

agentes públicos de forma efetiva” (Chiarini & Vieira, 2012, p. 118). Por fim, os autores complementam ainda que:

o conhecimento científico-tecnológico é um fator competitivo e *conditio sine qua non* para a capacidade inovativa; seu desenvolvimento é um processo dinâmico e resulta da interação entre diferentes agentes econômicos, especialmente, pois os novos paradigmas tecnológicos estão permeados por conhecimentos científicos de fronteira, em ambiente de incerteza radical (Chiarini & Vieira, 2012, p. 118).

Em relação aos agentes dos sistemas de inovação, que interagem entre si, articulando os processos de inovação, estão as firmas, com suas redes de cooperação, as instituições de ensino, os centros de pesquisas, o sistema financeiro, os órgãos de ciência e tecnologia, as incubadoras de empresas, os condomínios empresariais, os parques tecnológicos e as organizações não-governamentais, entre outros (Cunha, 2010; Ribeiro et al., 2005).

As universidades federais, sobretudo, como mencionado, se destacam perante o contexto apresentado e são consideradas como agentes estratégicos para o processo conhecido na literatura especializada como *catch-up*, que define que “a infraestrutura científica atua como um ‘instrumento de focalização’ e como uma ‘antena’ para identificar oportunidades tecnológicas e para constituir a capacidade de absorção do país” (Chiarini & Vieira, 2012, p. 621). Esse processo sugere que a dinâmica das atividades inovativas devem ocorrer com maior intensidade no âmbito do setor produtivo, pois, dessa forma, impulsiona a própria atividade científica, haja vista que questões, problemas e perguntas que alimentam a infraestrutura científica em sistemas de inovação mais completos e articulados são encontradas, principalmente, no setor produtivo, onde de fato a inovação acontece (Albuquerque et al., 2005). No caso brasileiro, o cenário ainda não se encontra sólido, pois uma:

comparação elementar entre dados relativos à dimensão científica e tecnológica sugere que o Brasil pode estar desperdiçando oportunidades tecnológicas geradas pela presente acumulação científica nacional. O setor produtivo parece não utilizar de forma intensiva os conhecimentos disponibilizados pela infraestrutura científica existente no país (Albuquerque et al., 2005, p. 617).

Nesse sentido, no estudo desenvolvido por Rapini (2000), o qual analisou comparativamente as relações entre as dimensões científica e tecnológica em países em processo de *catching up*, como Coréia do Sul e Taiwan, e o cenário brasileiro, constatou-se que nos países em *catching up* há uma causalidade estatística entre a produção científica e a produção tecnológica e vice-versa, diferentemente do que ocorre no Brasil, que verificou-se uma causalidade em apenas um sentido, da produção científica para a produção tecnológica e não recíproca (Rapini, 2000). Diante disso, uma vez identificadas as deficiências do contexto

científico-tecnológico brasileiro, Albuquerque et al. (2002, p. 230) ressaltam que “o caráter continental e federativo do País exige uma análise das diferenças regionais, ao mesmo tempo que é uma introdução para o papel potencial da construção de sistemas locais e estaduais de inovação no País”.

No tocante às formas de se mensurar o capital científico e o capital tecnológico, não há consenso geral na literatura especializada sobre quais seriam os melhores indicadores a serem utilizados, mas a relevância destes tem ganhado notoriedade em estudos recentes (Barros, 2000; Faria, Gregolin, Hoffmann, & Quoniam, 2011; Pinto & Matias, 2011). A dificuldade em torno das construções de indicadores se justifica, na visão de Pinto e Matias (2011, p. 13), porque o “desenvolvimento, a geração e a análise destes indicadores demandam organização, representação e registros padronizados e adequados do conhecimento para a geração de informações precisas e úteis aos gestores das universidades e das áreas estratégicas de educação e de C&T”. E no cenário nacional, especialmente, “na esfera da ciência e tecnologia, o país ainda não possui um instrumento de informação capaz de caracterizar e dimensionar os sistemas estaduais de ciência, tecnologia e inovação” (Rocha & Ferreira, 2004).

Portanto, corrobora-se com a visão de Pinto e Matias (2011) de que os indicadores científicos e tecnológicos são uma ferramenta importante de avaliação de cenários e de orientação de políticas de desenvolvimento. Nesse sentido, acrescenta-se como referência principal Albuquerque et al. (2005), que delinea o número de artigos científicos publicados assim como o número de pesquisadores como *proxies* de indicadores de produção científica. Enquanto como *proxies* de produção tecnológica, o número de patentes depositadas ou concedidas pelos escritórios de propriedade industrial ou intelectual (Albuquerque et al., 2005).

Haja vista a carência de estudos consolidados sobre indicadores para a medição de ciência e tecnologia, sobretudo, no âmbito das universidades, adaptou-se os estudos de Archibugi e Coco (2004), Filippetti e Peyrache (2011) e Khayyat e Lee (2015), que analisaram a capacidade tecnológica de diversos países, a partir de indicadores, esses trabalhos, mesmo usando diferentes indicadores, inclusive em termos de quantidade, tiveram como base três dimensões principais, elucidadas pela literatura como determinantes para medir a capacidade tecnológica.

A primeira dimensão, Criação da tecnologia, compreende os indicadores de inovação, dentre os quais se destacam a patente. A segunda, Conhecimento e habilidades, delinea a capacitação dos recursos humanos, contemplando total de pesquisadores e investimentos em treinamento. Por fim, a terceira dimensão, Infraestrutura, mede a estrutura por meio do uso de

novas tecnologias de comunicação e informação (Archibugi & Coco, 2004; Filippetti & Peyrache, 2011; Khayyat & Lee, 2015).

Portanto, a partir desses estudos, definiu-se dois constructos como norteadores deste artigo: o primeiro, denominado Competência Científica, formado por variáveis que representam a produção científica, e o segundo, denominado Potencial Tecnológico, caracterizado por variáveis de cunho tecnológico. Ambos foram construídos com base na literatura da área e são apresentados nos procedimentos metodológicos na seção seguinte.

### 3 Procedimentos metodológicos

O objetivo proposto foi analisar o potencial de produção científica e tecnológica das universidades federais brasileiras, considerando os resultados que têm sido obtidos por suas políticas específicas, e se há uma relação entre produção científica e tecnológica. Para tanto, delineou-se como unidades de análise as universidades federais brasileiras, pois como apresenta Chiarini e Vieira (2012), elas são consideradas como o principal *locus* de produção de conhecimento no país. Todas as 63 instituições, segundo o MEC (2014), foram consideradas no artigo (Quadro 1).

Quadro 1 – Universidades Federais Brasileiras.

Universidade	Sigla	Universidade	Sigla
Fundação Universidade Federal de Rondônia	UNIR	Universidade Federal do ABC	UFABC
Fundação Universidade Federal do Rio Grande	FURG	Universidade Federal do Acre	UFAC
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira	UNILAB	Universidade Federal do Amapá	UNIFAP
Universidade de Brasília	UNB	Universidade Federal do Amazonas	UFAM
Universidade Federal da Bahia	UFBA	Universidade Federal do Cariri	UFCA
Universidade Federal da Fronteira Sul	UFFS	Universidade Federal do Ceará	UFC
Universidade Federal da Grande Dourados	UFGD	Universidade Federal do Espírito Santo	UFES
Universidade Federal da Integração Latino-Americana	UNILA	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	UNIRIO
Universidade Federal da Paraíba	UFPB	Universidade Federal do Maranhão	UFMA
Universidade Federal de Alagoas	UFAL	Universidade Federal do Oeste da Bahia	UFOB
Universidade Federal de Alfenas	UNIFAL	Universidade Federal do Oeste do Pará	UFOPA
Universidade Federal de Campina Grande	UFCG	Universidade Federal do Pampa	UNIPAM PA
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	UFCSPA	Universidade Federal do Pará	UFPA
Universidade Federal de Goiás	UFG	Universidade Federal do Paraná	UFPR
Universidade Federal de Itajubá	UNIFEI	Universidade Federal do Piauí	UFPI
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	UFRB
Universidade Federal de Lavras	UFLA	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	Universidade Federal do Sul da Bahia	UFESBA
Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	UNIFESS PA
Universidade Federal de Pelotas	UFPEL	Universidade Federal do Tocantins	UFT
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	UFTM
Universidade Federal de Roraima	UFRR	Universidade Federal do Vale do São Francisco	UNIVASF
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFVJM
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	Universidade Federal Fluminense	UFF
Universidade Federal de São Carlos	UFSCAR	Universidade Federal Rural da Amazônia	UFRA
Universidade Federal de São João Del Rei	UFSJ	Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE
Universidade Federal de São Paulo	UNIFESP	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ
Universidade Federal de Sergipe	UFS	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	UFERSA
Universidade Federal de Uberlândia	UFU	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR
Universidade Federal de Viçosa	UFV		

Fonte: MEC (2014).

A abordagem adotada foi quantitativa, cujo objetivo precípua é representar e sistematizar numericamente determinados fenômenos ou características. Para tanto, utilizou-se o programa estatístico *Stata® Statistics/Data Analysis 11.2* para estimar as equações dos modelos propostos. Nesse sentido, os constructos Competência Científica e Potencial Tecnológico foram dimensionados a partir dos pressupostos de Albuquerque et al. (2005), Archibugi e Coco (2004), Filippetti e Peyrache (2011), Khayyat e Lee (2015) e Helene e Ribeiro (2011) e as variáveis com suas respectivas fontes, referentes ao ano de 2014, são apresentadas no Quadro 2.

**Quadro 2** – Variáveis utilizadas para classificação das universidades.

	Variável	Código	Fonte
Competência Científica	Total de Publicações Científicas indexadas no <i>Web of Science</i>	PUB	<i>Web of Science</i>
	Total de Grupos de Pesquisa	GPQ	CNPq
	Total de Professores Mestres	PRM	CNPq
	Total de Professores Doutores	PRD	CNPq
	Total de Bolsas de Produtividade em Pesquisa	BPP	CNPq
	Total de Bolsas de Iniciação Científica	BIC	CNPq
	Total de Cursos de Mestrado	CME	CAPES
	Total de Cursos de Doutorado	CDO	CAPES
Potencial Tecnológico	Total de Bolsas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial	BDTI	CNPq
	Total de Bolsas de Iniciação Tecnológica e Industrial	BITI	CNPq
	Total de Bolsas de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora	BDTEI	CNPq
	Existência de Núcleo de Inovação Tecnológica	NIT	Site das instituições
	Existência de Incubadora de Empresas	INC	Site das instituições
	Existência de Parque Tecnológico	PARQ	Site das instituições
	Total de Pedidos de Patentes	PAT	INPI

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise fatorial foi utilizada como método de análise, visto que permitiu analisar o relacionamento entre as variáveis selecionadas, e, posteriormente, a construção de fatores. A análise fatorial pode ser definida como:

uma técnica estatística que busca, através da avaliação de um conjunto de variáveis, a identificação de dimensões de variabilidade comuns existentes em conjunto de fenômenos; o intuito é desvendar estruturas existentes, mas que não são observáveis diretamente. Cada uma dessas dimensões de variabilidade comum recebem o nome de fator (Bezerra, 2014).

O modelo matemático da análise fatorial é expresso pela equação:

$$X = A \cdot F + \varepsilon \quad (1)$$

Em que:  $X$  = vetor das variáveis padronizadas, conforme definições do Quadro 2;  $A$  = matriz de cargas fatoriais;  $F$  = vetor de fatores comuns não relacionados entre si e  $\varepsilon$  = vetor de erros aleatórios.

Como modalidade de análise fatorial, optou-se pela exploratória, em função do não conhecimento do relacionamento entre as variáveis. Em relação ao método de extração dos fatores, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (APC), cujo objetivo principal é determinar “uma combinação linear entre as variáveis, de forma que o máximo de variância seja explicado por essa combinação” (Bezerra, 2014, p. 81). Em função do agrupamento de variáveis pretendido o tipo de análise foi o *R-mode factor analysis* e o critério de extração de fatores foi o método do autovalor, que determina que sejam considerados apenas os fatores que apresentem autovalores superiores a 1 (Bezerra, 2014).

Ademais, segundo Hair Jr., Black, Babin, Anderson e Tatham (2009), para testar a confiabilidade da análise fatorial é necessário verificar se as variáveis são suficientemente correlacionadas, para a geração de fatores representativos. Para tanto, utilizou-se a Medida de Adequação da Amostra (MAS) ou Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que consiste em um índice que varia de 0 a 1, de modo que o valor 1 representa que a variável é perfeitamente prevista pelas outras variáveis. Para esses autores o nível mínimo aceitável para os valores de KMO é 0,50 (Hair Jr. et al., 2009). Além disso, para criar os indicadores, científico e tecnológico de cada universidade, foram calculados os escores fatoriais, que “são valores calculados para cada fator em cada observação, com o objetivo de situá-las no espaço dos fatores comuns” (Rosado, Rossato, & Lima, 2005, p. 5).

Por fim, após estimados os escores fatoriais (indicadores) para cada unidade de análise, realizou-se uma Regressão Linear Simples (RLS), com o objetivo de mensurar a relação

funcional entre o Indicador Potencial Científico (variável independente) e o Indicador Inovação Tecnológica (variável dependente). A equação da RLS é expressa por

$$IIT_i = \alpha + \beta \cdot IPC_i + e_i \quad (2)$$

Em que:  $IIT_i$  = Indicador Inovação Tecnológica de cada universidade  $i$ ;  $\alpha$  = coeficiente linear;  $\beta$  = coeficiente angular;  $IPC_i$  = Indicador Potencial Científico de cada universidade  $i$  e  $e_i$  = erro aleatório.

Com a realização da RLS pretendeu-se avaliar o quão a competência científica das universidades analisadas influi sobre o potencial de desenvolvimento tecnológico delas, retificando ou refutando a literatura da área. Ressalta-se que o modelo de RLS considerou o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que visa à minimização das diferenças entre os valores estimados e os valores reais. Quanto à significância do modelo de RLS, realizou-se o teste P-valor, para avaliar os coeficientes estimados isoladamente, e o teste F, para avaliar o poder de explicação do modelo como um todo.

#### **4 Análise e discussão dos resultados**

Esta seção compreende duas subseções. A primeira compreendeu a construção dos indicadores de Potencial Científico (IPC) e de Inovação Tecnológica (IIT) para cada universidade, a partir dos procedimentos da Análise Fatorial. Na subseção seguinte, analisou-se a influência do potencial científico sobre o tecnológico da população analisada, por meio de Regressão Linear Simples.

##### **4.1 Indicadores de Potencial Científico (IPC) e de Inovação Tecnológica (IIT)**

A primeira etapa do processo de Análise Fatorial consiste em analisar a correlação entre as variáveis selecionadas. A Tabela 1 apresenta a matriz de correlação para as variáveis componentes do Indicador de Potencial Científico (IPC), que são o total de Publicações Científicas indexadas no *Web of Science* (PUB), de Grupos de Pesquisa (GPQ), de Professores Mestres (PRM), de Professores Doutores (PRD), de Bolsas de Produtividade em Pesquisa (BPP), de Bolsas de Iniciação Científica (BIC), de Cursos de Mestrado (CME) e de Cursos de Doutorado (CDO).

Tabela 1 – Matriz de Correlação para o IPC.

	PUB	GPQ	PRM	PRD	BPP	BIC	CME	CDO
<b>PUB</b>	1,0000							
<b>GPQ</b>	0,8150	1,0000						
<b>PRM</b>	0,7482	<b>0,9132</b>	1,0000					
<b>PRD</b>	0,8883	<b>0,9517</b>	<b>0,9199</b>	1,0000				
<b>BPP</b>	<b>0,9573</b>	0,8507	0,8121	<b>0,9203</b>	1,0000			
<b>BIC</b>	0,8547	0,8802	<b>0,9020</b>	<b>0,9289</b>	<b>0,9097</b>	1,0000		
<b>CME</b>	0,8011	0,8960	<b>0,9181</b>	<b>0,9572</b>	0,8417	<b>0,9307</b>	1,0000	
<b>CDO</b>	<b>0,9031</b>	0,8742	0,8617	<b>0,9614</b>	<b>0,9387</b>	<b>0,9300</b>	<b>0,9465</b>	1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

A matriz de correlação das variáveis do Indicador de Inovação Tecnológica (IIT), total de Bolsas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (BDTI), de Bolsas de Iniciação Tecnológica e Industrial (BITI), de Bolsas de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (BDTEI), Existência de Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), Existência de Incubadora de Empresas (INC), Existência de Parque Tecnológico (PARQ) e Pedidos de Patentes (PAT), é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de Correlação para o IIT.

	BDTI	BITI	BDTEI	NIT	INC	PARQ	PAT
<b>BDTI</b>	1,0000						
<b>BITI</b>	<b>0,7278</b>	1,0000					
<b>BDTEI</b>	<b>0,6524</b>	<b>0,7192</b>	1,0000				
<b>NIT</b>	0,2195	0,3337	0,3343	1,0000			
<b>INC</b>	0,3248	0,4402	0,4620	0,5986	1,0000		
<b>PARQ</b>	0,4205	0,4418	0,5705	0,2501	0,2946	1,0000	
<b>PAT</b>	<b>0,7119</b>	0,4274	<b>0,6267</b>	0,2313	0,3530	0,4352	1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

A correlação entre as variáveis dos indicadores contemplou os pressupostos mínimos da análise fatorial, visto que a maioria das correlações entre as variáveis estão acima de 0,30, o que é considerado satisfatório, segundo Bezerra (2014). A fim de testar a adequabilidade do modelo de análise fatorial proposto, realizou-se o teste KMO, de modo que, para as variáveis componentes do IPC o valor médio obtido foi de 0,8799 e para as variáveis componentes do IIT foi de 0,8325. Esses coeficientes são satisfatórios, pois apresentam valores superiores a 0,50, que é o mínimo aceitável segundo Hair Jr. et al. (2009).

Com o propósito de extrair fatores significativos, considerou-se o método do Autovalor, selecionando apenas os fatores que apresentaram autovalores superiores a um. Para ambos os indicadores, identificou-se que apenas um fator atendeu a esse requisito, com autovalores de 7,25713 para o IPC e de 5,15619 para o IIT. Verificou-se, ainda, que os fatores selecionados apresentaram um percentual representativo para o modelo, pois o Fator 1 do IPC explica 90,71% da variância e o Fator 1 do IIT explica 73,66% da variância, como exposto na Tabela 3 e na Tabela 4.

Tabela 3 – Autovalores, variância explicada e comunalidades para o IPC.

Fator	Autovalores	% de Variância	% Acumulada	Variável	Fator1	Comunalidade
<b>Fator1</b>	7,25713	0,9071	0,9071	<b>PUB</b>	0,9141	0,836
<b>Fator2</b>	0,37566	0,0470	0,9541	<b>GPQ</b>	0,9426	0,889
<b>Fator3</b>	0,14630	0,0183	0,9724	<b>PRM</b>	0,9288	0,863
<b>Fator4</b>	0,09925	0,0124	0,9848	<b>PRD</b>	0,9884	0,977
<b>Fator5</b>	0,05696	0,0071	0,9919	<b>BPP</b>	0,9489	0,900
<b>Fator6</b>	0,03934	0,0049	0,9968	<b>BIC</b>	0,9632	0,928
<b>Fator7</b>	0,01472	0,0018	0,9987	<b>CME</b>	0,9577	0,917
<b>Fator8</b>	0,01065	0,0013	0,1000	<b>CDO</b>	0,9738	0,948

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4 – Autovalores, variância explicada e comunalidades para o IIT.

Fator	Autovalores	% de Variância	% Acumulada	Variável	Fator1	Comunalidade
<b>Fator1</b>	5,15619	0,7366	0,7366	<b>BDTI</b>	0,8407	0,707
<b>Fator2</b>	0,73530	0,1050	0,8416	<b>BITI</b>	0,9039	0,817
<b>Fator3</b>	0,38449	0,0549	0,8966	<b>BDTEI</b>	0,9215	0,849
<b>Fator4</b>	0,35346	0,0505	0,9471	<b>NIT</b>	0,8416	0,708
<b>Fator5</b>	0,18575	0,0265	0,9736	<b>INC</b>	0,8644	0,747
<b>Fator6</b>	0,10262	0,0147	0,9883	<b>PARQ</b>	0,8262	0,683
<b>Fator7</b>	0,08219	0,0117	0,1000	<b>PAT</b>	0,8032	0,645

Fonte: Dados da pesquisa.

Ademais, as tabelas representadas também expõem as cargas fatoriais de cada variável no fator selecionado e as suas respectivas comunalidades. Todas as cargas fatoriais obtidas pelas variáveis nos dois indicadores estão acima de 80%, o que determina que o Fator 1 de cada indicador é representativo para explicar essas variáveis. Em relação às comunalidades, que se refere à capacidade de o fator explicar uma variável, verificou-se que todas as comunalidades apresentaram valores satisfatórios. As variáveis do IPC apresentaram um valor médio de 90,73% nas comunalidades, enquanto que no IIT as variáveis demonstraram um valor médio de 73,66% nas comunalidades.

Por fim, os escores fatoriais estimados pela análise fatorial foram utilizados para ordenar as universidades analisadas, de acordo com o seu potencial científico (IPC) e a sua aptidão para a inovação tecnológica (IIT). Para construir a classificação, os escores de cada universidade foram normalizados, sendo conferidos os valores 1 e 0 para o maior e o menor escore, respectivamente. Os escores intermediários foram estimados por meio de interpolação.

Em relação ao IPC, a classificação obtida é expressa na Tabela 5. Destaca-se, principalmente, o desempenho demonstrado pela UFRJ, uma vez que apresentou um indicador aproximadamente 30% superior em relação à segunda colocada. Dentre as principais variáveis significativas que explicam esse desempenho estão o total de publicações, de grupos de pesquisa, de professores doutores e de bolsa de produtividade em pesquisa, que apresentaram valores superiores à 40% em relação à segunda colocada. Ademais, ressalta-se que esta estrutura consolidada da UFRJ é resultado de seu pioneirismo na educação superior, visto que

foi a primeira universidade federal do país. Tal aspecto converge com as conclusões de Caldarelli et al. (2014), as quais associam que as diferenças entre as instituições de ensino e pesquisa estão relacionadas ao seu tempo de existência, de modo que as mais antigas apresentam indicadores científicos mais positivos (Caldarelli et al., 2014).

Tabela 5 – Classificação das IFES segundo o IPC.

IFES	IPC	IFES	IPC	IFES	IPC	IFES	IPC
1 UFRJ	1.000	17 UFU	0.167	33 UFOP	0.072	49 UFCSPA	0.021
2 UFRGS	0.711	18 UFPA	0.162	34 UFAM	0.067	50 UNIR	0.020
3 UFMG	0.671	19 UFES	0.139	35 UFMA	0.066	51 UFAC	0.020
4 UNIFESP	0.580	20 UFPEL	0.136	36 UFABC	0.064	52 UNIVASF	0.018
5 UFSC	0.391	21 UFLA	0.135	37 FURG	0.064	53 UFRR	0.017
6 UFPE	0.363	22 UFRN	0.126	38 UNIRIO	0.039	54 UFRA	0.016
7 UNB	0.341	23 UFJF	0.106	39 UFSJ	0.038	55 UFFS	0.015
8 UFPR	0.337	24 UFMT	0.096	40 UFT	0.036	56 UNIFAP	0.012
9 UFF	0.310	25 UFS	0.089	41 UNIPAMPA	0.032	57 UFOPA	0.010
10 UFSCAR	0.294	26 UFAL	0.087	42 UFTM	0.031	58 UNILA	0.006
11 UFC	0.268	27 UTFPR	0.083	43 UNIFEI	0.031	59 UNILAB	0.004
12 UFV	0.259	28 UFMS	0.079	44 UFGD	0.029	60 UNIFESSPA	0.002
13 UFBA	0.236	29 UFRRJ	0.078	45 UNIFAL	0.027	61 UFCA	0.002
14 UFSM	0.234	30 UFCG	0.077	46 UFERSA	0.027	62 UFOB	0.001
15 UFPB	0.203	31 UFRPE	0.074	47 UFVJM	0.027	63 UFESBA	0.000
16 UFG	0.177	32 UFPI	0.072	48 UFRB	0.026		

Fonte: Dados da pesquisa.

Complementando o grupo das IFES mais bem posicionadas, estão a UFRGS, a UFMG e a UNIFESP, que, juntamente com a primeira colocada, são as únicas que apresentaram indicadores superiores à 0,50, reiterando uma certa discrepância em termos de estrutura científica em relação às demais classificadas. Constatou-se que 40 IFES apresentaram IPC menor que 0,10 e, dentre estas, as últimas posições foram assumidas pelas universidades que ainda não consolidaram sua base científica, visto que foram recentemente criadas, como UNILA e UNILAB, criadas em 2010, e UNIFESSPA, UFCA, UFOB e UFESBA, criadas em 2013, fato elucidado na literatura (Caldarelli et al., 2014).

No tocante ao IIT, conforme Tabela 6, verificou-se que as três melhores universidades posicionadas no IPC se mantiveram entre as três primeiras colocações, contudo a UFRJ, que assumia a primeira posição no IPC, mostrou um menor desempenho nesse indicador, situando-se em terceiro lugar. Por outro lado, no que se refere a um maior desempenho tecnológico, destaca-se a UFMG, uma vez que seu IIT foi aproximadamente 30% maior que o indicador da segunda colocada. Seu destaque refere-se, principalmente, à quantidade de patentes que é 2,34 vezes superior à da UFRGS, segunda colocada. Dado que a patente é o principal mensurador de desenvolvimento tecnológico (Albuquerque et al., 2005; Rocha & Ferreira, 2004), a posição de destaque da UFMG, assumida nesse indicador, reitera a filosofia da instituição no que se refere à inovação.

Tabela 6 – Classificação das IFES segundo o IIT.

IFES	IIT	IFES	IIT	IFES	IIT	IFES	IIT
1 UFMG	1.000	17 FURG	0.194	33 UFMA	0.077	49 UFRR	0.018
2 UFRGS	0.688	18 UFSM	0.189	34 UNIFEI	0.071	50 UNIFAP	0.016
3 UFRJ	0.656	19 UFAL	0.185	35 UFERSA	0.044	51 UNIFAL	0.015
4 UNB	0.445	20 UFPB	0.180	36 UFRB	0.043	52 UNIPAMPA	0.012
5 UFSC	0.435	21 UTFPR	0.176	37 UFTM	0.043	53 UFCA	0.010
6 UFPR	0.419	22 UFS	0.167	38 UFMT	0.040	54 UFCG	0.008
7 UFPE	0.415	23 UFF	0.145	39 UFRRJ	0.037	55 UNIRIO	0.007
8 UFC	0.338	24 UFPEL	0.138	40 UFGD	0.036	56 UFOPA	0.006
9 UFBA	0.282	25 UFOP	0.124	41 UFT	0.034	57 UFAC	0.006
10 UFV	0.254	26 UFLA	0.123	42 UFSJ	0.033	58 UFCSPA	0.003
11 UFG	0.222	27 UFJF	0.115	43 UFABC	0.028	59 UFVJM	0.003
12 UFRN	0.222	28 UFPI	0.106	44 UFRA	0.027	60 UNILA	0.000
13 UFPA	0.211	29 UFMS	0.100	45 UFFS	0.027	61 UFOB	0.000
14 UFSCAR	0.208	30 UFES	0.091	46 UNIVASF	0.023	62 UFESBA	0.000
15 UFAM	0.202	31 UNIFESP	0.090	47 UNIR	0.021	63 UNIFESSPA	0.000
16 UFU	0.200	32 UFRPE	0.078	48 UNILAB	0.019		

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise das universidades com os piores desempenhos nesse indicador, constatou-se que quatro instituições se mantiveram entre as piores posições em comparação com o outro indicador, sendo elas a UNILA, UFOB, UFESBA e UNIFESSPA. Ressalta-se que no IIT os valores assumidos por estas instituições foram iguais a zero, o que implica que a deficiência constatada em termos de capacidade científica também é verificada no que se refere ao potencial tecnológico. As carências em termos de capacidade científica assim como em potencial tecnológico da maioria das universidades em comparação com o destaque positivo de poucas universidades refletem as deficiências estruturais do Brasil, enquanto país em desenvolvimento, pois como sustentam Albuquerque et al. (2002, p. 230), “além do atraso relativo, o Brasil apresenta duas outras particularidades importantes: sua dimensão continental e as disparidades e diferenças regionais existentes”, que implicam diretamente no contexto científico-tecnológico. Assim, na subseção seguinte analisou-se a relação entre o IPC e o IIT.

#### 4.2 Relação entre produção científica e inovação tecnológica

Diante dos dados obtidos após o desenvolvimento da análise fatorial, realizou-se uma análise de regressão linear simples, com o objetivo de verificar se o indicador IPC, enquanto variável independente, está associado ao indicador IIT, variável dependente, conforme vários estudos sugerem (Albuquerque et al., 2005; Bernardes & Albuquerque, 2003; Faria et al., 2011; Helene & Ribeiro, 2011; Rapini, 2000).

Os resultados da regressão estimada são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Modelo de Regressão Linear Simples.

Modelo - IIT	Coefficiente	Erro Padrão	Est. T	Sig.
Constante	0,0248910	0,0152585	1,63	0,108
IPC	0,8446242	0,0643261	13,13	0,000

Fonte: Dados da pesquisa.

De posse dos dados da regressão apresentados, a equação de regressão linear simples pode ser representada da seguinte forma:

$$\hat{IIT}_i = 0,0248910 + 0,8446242.IPC_i$$

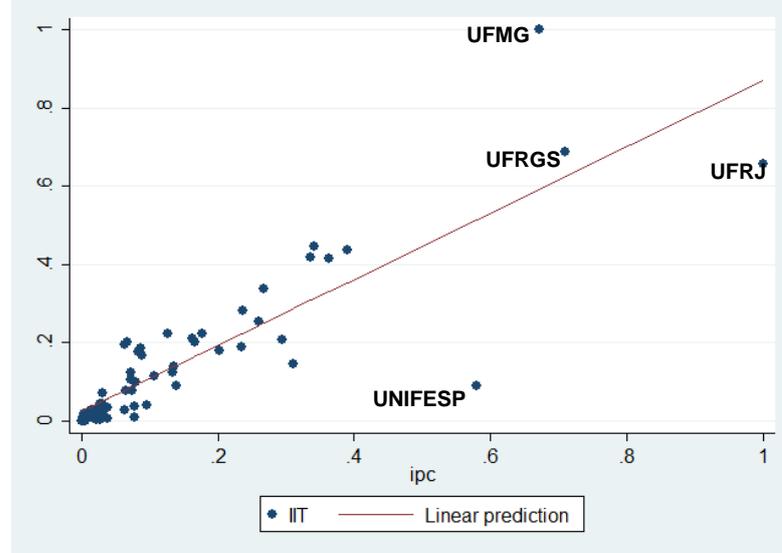
Como exposto, o indicador de potencial científico apresenta relação direta com o indicador de inovação tecnológica, de modo que o aumento de uma unidade no IPC, resulta em um aumento de 0,8446242 no IIT. Apesar da relação direta identificada, a proporção de aumento no IIT, em função do IPC, é inferior a uma unidade, o que demonstra que um alto potencial científico não implica, necessariamente, em um potencial tecnológico de mesma magnitude. Esses resultados obtidos reiteram os achados de Rapini (2000), que asseverou que no Brasil as relações entre as dimensões científica e tecnológica se caracterizam pela influência da primeira sobre a segunda. Nesse sentido, alerta-se para a necessidade da construção de uma reciprocidade neste processo, como já ocorre em outros países que vivenciam o processo de *catch up*, que associa mutuamente ciência e tecnologia com vistas ao desenvolvimento (Chiarini & Vieira, 2012).

O coeficiente estimado para o IPC é estatisticamente significativo a um nível de confiança de 99%, conforme apresentado na Tabela 7. Considerando o poder de explicação da variável independente (IPC), aferiu-se um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,7387, ou seja, 73,87% das variações no IIT são explicadas pelas variações no IPC. No que tange à significância estatística conjunta das variáveis, após a aplicação do teste F, considerou-se a equação estatisticamente significativa a um nível de confiança de 99%.

A reta estimada a partir da equação de regressão é representada na Figura 2.

Como observado, algumas universidades merecem destaque, dentre as quais estão UFRJ, UFMG, UFRGS e UNIFESP. Em relação às duas primeiras, verificou-se que mesmo a UFRJ possuindo um potencial científico consideravelmente superior às demais, este não é refletido em seu potencial tecnológico, uma vez que a UFMG apresentou melhor indicador de inovação tecnológica. Ainda, dentre as IFES que se destacaram com os maiores indicadores, a UFRGS foi a que apresentou maior uniformidade na relação entre IPC e IIT.

Figura 2 – Representação Gráfica da Regressão Linear Simples.



Fonte: Dados da pesquisa.

A UNIFESP apresentou um comportamento peculiar, visto que mesmo apresentando um dos maiores IPCs, de 0,580, obteve um IIT relativamente baixo, de 0,090, não refletindo uma forte relação entre potencial científico e tecnológico para esta instituição. Verificou-se, ainda, que a maior parte das IFES está concentrada em uma região com baixos valores tanto de IPC quanto IIT, fato resultante do alto nível de capacidade científica e tecnológica apresentado por poucas universidades, que implica num parâmetro comparativo alto para as demais instituições, assim como reitera os diferentes níveis de desenvolvimento estrutural das diversas universidades federais brasileiras (Albuquerque et al., 2002; Caldarelli et al., 2014; Chiarini & Vieira, 2012).

## 5 Considerações finais

A relevância da inovação para o desenvolvimento de empresas, assim como de países, em sido reiterada. Contudo, o desenvolvimento tecnológico deve ser entendido como um processo integrado e não dissociado de outras formas de conhecimento, dentre as quais torna-se relevante a base científica estabelecida por determinada instituição ou região. O Brasil, com toda a sua extensão territorial e enquanto país majoritariamente constituído por micro e pequenas empresas deficientes de recursos, reconhece as universidades como atores fundamentais para a consolidação dessa dinâmica de inter-relações para promoção da inovação (Albuquerque et al., 2005; Marques, Garcia, Scalioni, & Bermejo, 2016; THOMSON REUTERS, 2013).

A partir das variáveis de potencial científico e tecnológico consideradas, constatou-se que três universidades (UFRJ, UFMG e UFRGS) apresentaram um desempenho superior às demais instituições analisadas, reiterando as ilações de Chiarini e Vieira (2012), de que embora as universidades cumpram papéis muito semelhantes nos sistemas inovativos da maioria dos países industrializados e em industrialização, as suas contribuições podem variar consideravelmente em função da intensidade de produção de conhecimento intra-economias. Por outro lado, algumas universidades se mantiveram nas últimas posições em ambos os indicadores, evidenciando uma deficiência tanto no que se refere a uma estrutura científica quanto tecnológica, característica do sistema universitário latino-americano, que ainda apresenta uma lacuna entre a produção científica e a inovação tecnológica (Rodríguez, Dahlman, & Salmi, 2008).

Além disso, a partir da regressão estimada, constatou-se que o potencial científico tem uma influência positiva sobre o potencial tecnológico, reiterando que ao atingir o seu fim último, de cunho científico, a universidade constrói uma base determinante para o sucesso tecnológico, corroborando a perspectiva de outros estudos da área (Bernardes & Albuquerque, 2003; Rapini, 2000). Ressalta-se ainda, que, além de uma infraestrutura científica consolidada, torna-se um imperativo, entre as universidades atualmente, a construção de ambientes específicos para a inovação, permitindo que elas incorporem de fato sua missão empreendedora de alta relevância socioeconômica.

Por fim, este artigo contribuiu para a ampliação do conhecimento no que tange a atuação da universidade no processo de inovação, devido à sua abrangência, visto que foram consideradas todas as universidades federais brasileiras e, além disso, referendou a base científica da universidade como essencial para o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, o reforço da integração entre as universidades e o setor produtivo é importante, haja vista os benefícios dessa relação (Gonçalo & Zanluchi, 2011; Marques et al., 2016; Noveli & Segatto, 2012). Tal proposta torna-se fundamental para a consolidação de uma forte base científico-tecnológica nacional e com perspectivas de atuação competitiva futura no âmbito mundial, como preconiza corrente teórica que analisa a relação científico-tecnológico e desenvolvimento (Albuquerque et al., 2002; Helene & Ribeiro, 2011).

Como limitação, reconhece-se que, apesar de as variáveis escolhidas serem significativas para representar as estruturas científicas e tecnológicas das unidades de análise, outras variáveis poderiam ser incluídas no modelo. Desse modo, como sugestão para futuras pesquisas, recomenda-se a aplicação desse modelo com um número maior de variáveis, que mensurem a interação entre universidades e empresas (Calderan & Oliveira, 2013; Gonçalo &

Zanluchi, 2011), assim como perspectivas de análises qualitativas, a fim de consolidar as proposições aqui delineadas, sobretudo, da relação entre capital científico e tecnológico no âmbito da universidade empreendedora.

## Referências

- Albuquerque, E. d. M., Baessa, A. R., Kirdeikas, J. C. V., Silva, L. A., & Ruiz, R. M. (2005). Produção Científica e Tecnológica das Regiões Metropolitanas Brasileiras. *R. Econ. Contemp.*, 9(3), 615-642. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-98482005000300006>
- Albuquerque, E. d. M., Simões, R., Baessa, A. R., Campolina, B., & Silva, L. A. (2002). A Distribuição Espacial da Produção Científica e Tecnológica Brasileira: uma Descrição de Estatísticas de Produção Local de Patentes e Artigos Científicos. *Revista Brasileira de Inovação*, 1(2), 225-251.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2004). A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). *World Development*, 32(4), 629-654. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.10.008>
- Barros, F. A. F. d. (2000). Os desequilíbrios regionais da produção técnico-científica. *São Paulo em Perspectiva*, 14, 12-19. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000300004>
- Bernardes, A. T., & Albuquerque, E. d. M. e. (2003). Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*, 32(5), 865-885. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00089-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00089-6)
- Bezerra, F. A. (2014). Análise Fatorial. In L. J. Corrar, E. Paulo & J. M. Dias Filho (Eds.), *Análise Multivariada: para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia* (pp. 541). São Paulo: Atlas.
- Brasil. (1991). *Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991. Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências*. Brasília: Diário Oficial da União.
- Brasil. (2004). *Lei nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências*. Brasília: Diário Oficial da União.
- Brasil. (2005). *Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPEs, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras -*

*RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica; e dá outras providências.* Brasília: Diário Oficial da União.

Caldarelli, C. E., Perdigão, C., Câmara, M. R. G. d., Santos, J. P. A. d., & Souza, S. d. C. I. d. (2014). Análise de indicadores de produção científica e geração de conhecimento nas universidades estaduais paranaenses. *Teoria e Evidência Econômica*, 20(43), 313-336.

Calderan, L. L., & Oliveira, L. G. d. (2013). *A inovação e a interação Universidade-Empresa: uma revisão teórica*. Brasília: CEAG UNB Retrieved from <http://site.ceag.unb.br/ceagarquivos/public/arquivos/biblioteca/f400c87291ab6c49eb437b7ac1e6ac90.pdf>.

Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2005). Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 34-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392005000100003>

Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2007). Inovação e sistemas de inovação: relevância para a área de saúde. 2007, 1(1). doi: <http://dx.doi.org/10.3395/reciis.v1i1.890>

Chiarini, T., & Vieira, K. P. (2012). Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. *Revista Brasileira de Economia*, 66(1), 117-132. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71402012000100006>

Cunha, P. M. (2010). *Políticas de apoio à Inovação: uma análise do estado de Minas Gerais*. (Mestrado em Economia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter/Cassell Academic.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)

Faria, L. I. L. d., Gregolin, J. Â. R., Hoffmann, a. A. M., & Quoniam, L. (2011). Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In R. R. Brentani, C. H. d. B. Cruz, W. Suzigan, J. E. d. M. P. Furtado & R. d. C. Garcia (Eds.), *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010* (Vol. 1). São Paulo: FAPESP.

Filippetti, A., & Peyrache, A. (2011). The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis. *World Development*, 39(7), 1108-1121. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.12.009>

Gonçalo, C. R., & Zanluchi, J. (2011). Relacionamento entre empresa e universidade: uma análise das características de cooperação em um setor intensivo em conhecimento. *BASE* –

*Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos*, 8(3), 261-272. doi:

10.4013/base.2011.83.05

Guarany, L. R. d. (2010). Universidade empreendedora: Conceito em evolução, universidade em transformação. In R. M. A. Lopes (Ed.), *Educação Empreendedora: conceitos, modelos e práticas* (pp. 93-121). Amsterdam: Elsevier Editora Ltda.

Hair Jr., J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise Multivariada de dados* (6 ed.). Porto Alegre: Bookman.

Helene, A. F., & Ribeiro, P. L. (2011). Brazilian scientific production, financial support, established investigators and doctoral graduates. *Scientometrics*, 89(2), 677-686. doi:

10.1007/s11192-011-0470-2

Khayyat, N. T., & Lee, J.-D. (2015). A measure of technological capabilities for developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 210-223. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.003>

Lundvall, B.-A. (1992). *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.

Marques, H. R., Garcia, M. d. O., Scalioni, D. L., & Bermejo, P. H. d. S. (2016). Cooperation for Technological Development: An Analysis in the Context of Federal Universities of Minas Gerais State. *Revista de Administração e Inovação - RAI*, 13(1), 20.

MEC. (2014). Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados. Retrieved 20 out. 2014, from e-MEC <http://emec.mec.gov.br/>

Nelson, R., & Rosenberg, N. (1993). *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press.

Noveli, M., & Segatto, A. P. (2012). Processo de Cooperação Universidade-Empresa para a Inovação Tecnológica em um Parque Tecnológico: Evidências Empíricas e Proposição de um Modelo Conceitual 2012, 9(1), 25. doi: 10.5773/rai.v9i1.610

Perucchi, V., & Garcia, J. (2011). Autoria da produção científica e tecnológica dos grupos de pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. *Ciência da Informação*, 40(2), 244-255.

Pinto, A. L., & Matias, M. (2011). Indicadores Científicos e as Universidades Brasileiras. *Informação & Informação*, 16(3), 1-18. doi: 10.5433/1981-8920.2011v16n3p1

Rapini, M. S. (2000). *Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil*. (Monografia em Ciências Econômicas), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- Ribeiro, S. A., Andrade, R. M. G. d., & Zambalde, A. L. (2005). Incubadoras de empresas, inovação tecnológica e ação governamental: o caso de Santa Rita do Sapucaí (MG). *Cadernos EBAPE.BR*, 3(especial), 1-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-39512005000500010>
- Rocha, E. M. P., & Ferreira, M. A. T. (2004). Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. *Ciência da Informação*, 33(3), 61-68. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652004000300008>
- Rodríguez, A., Dahlman, C., & Salmi, J. (2008). *Knowledge and Innovation for Competitiveness in Brazil*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Rosado, P. L., Rossato, M. V., & Lima, J. E. d. (2005). *Hierarquização e Desenvolvimento Sócio-Econômico das Microrregiões de Minas Gerais: Uma Análise Regional* Paper presented at the XLIII Congresso da SOBER Ribeirão Preto - SP.  
<http://www.sober.org.br/palestra/2/594.pdf>
- Schumpeter, J. A. (1982). *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Abril Cultural.
- Suzuki, J. A. (2012). *Dinâmica da Universidade Federal de Viçosa para a inovação tecnológica*. (Mestrado em Administração), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- THOMSON REUTERS. (2013). Brasil: atuais desafios e tendências da inovação. Retrieved 15 set. 2014  
[http://www.inpi.gov.br/images/docs/brazil\\_current\\_innovation\\_trends\\_and\\_challenges\\_final\\_091313\\_pt-br.pdf](http://www.inpi.gov.br/images/docs/brazil_current_innovation_trends_and_challenges_final_091313_pt-br.pdf)