

# 2299

**INFRAESTRUTURA DE PESQUISA E  
DIVERSIFICAÇÃO TECNOLÓGICA RELACIONAL**

**TEXTO PARA DISCUSSÃO**

**João Renato Falcão  
Luís Fernando Tironi**





### INFRAESTRUTURA DE PESQUISA E DIVERSIFICAÇÃO TECNOLÓGICA RELACIONAL

João Renato Falcão<sup>1</sup>  
Luís Fernando Tironi<sup>2</sup>

---

1. Estatístico.

2. Técnico de planejamento e pesquisa da Diretoria de de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

## Governo Federal

### Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Ministro Dyogo Henrique de Oliveira

# ipea

**Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

#### **Presidente**

Ernesto Lozardo

#### **Diretor de Desenvolvimento Institucional, Substituto**

Carlos Roberto Paiva da Silva

#### **Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia**

Alexandre de Ávila Gomide

#### **Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

#### **Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais**

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

#### **Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura**

João Alberto De Negri

#### **Diretora de Estudos e Políticas Sociais**

Lenita Maria Turchi

#### **Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais**

Sérgio Augusto de Abreu e Lima Florêncio Sobrinho

#### **Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação**

Regina Alvarez

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

## Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2016

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.  
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: C1; D02; O31; O32.

# SUMÁRIO

---

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 DESTAQUES DA LITERATURA, ASPECTOS TEÓRICOS, HIPÓTESES .....	9
3 VARIÁVEIS UTILIZADAS NO ESTUDO.....	13
4 TESTES ESTATÍSTICOS APLICADOS NO ESTUDO.....	14
5 RESULTADOS.....	22
6 CONCLUSÃO .....	35
REFERÊNCIAS .....	37



## SINOPSE

Este trabalho busca avaliar a diversificação tecnológica relacional dos serviços técnico-científicos prestados pelas infraestruturas de pesquisas brasileiras, por meio da exploração de métodos e critérios estatísticos. Pode-se dizer que há diversificação relacional quando os referidos serviços possuem afinidades tecnológicas entre si, resultando em sinergias potencialmente positivas.

Inicialmente, o estudo investiga a diversificação relacional de quatro serviços tecnológicos pertencentes à Infraestrutura da Qualidade (IQ)<sup>1</sup> (metrologia, calibração, certificação e inspeção) tendo-se em conta a sua afinidade com dois outros serviços diretamente voltados para inovação. Em seguida, a análise é estendida para todos os serviços técnico-científicos prestados pelas infraestruturas de pesquisas, tendo-se em conta ainda a inovação.

Para esta pesquisa, utilizam-se os dados levantados no projeto de mapeamento das infraestruturas de pesquisas brasileiras, desenvolvido pelo Ipea em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), em 2014.<sup>2</sup> As informações do referido mapeamento foram úteis no sentido de que destacaram várias características importantes dos laboratórios, incluindo os diferentes tipos de serviços por eles prestados.

Os resultados obtidos a partir das análises indicam a validade da abordagem estatística dos dados e das informações sobre os serviços técnico-científicos prestados pelos laboratórios de pesquisa, tendo em vista uma análise da diversificação relacional. Em perspectiva maior, esta abordagem pode ser tomada como um primeiro esforço no sentido de se construir metodologias para avaliar esse tipo de diversificação tecnológica. O resultado aqui exposto poderia beneficiar processos decisórios como os que tratam de investimentos nestas infraestruturas, tanto ao nível da sua gestão quanto de políticas públicas voltadas para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico.

**Palavras-chave:** inovação tecnológica; diversificação tecnológica; diversificação tecnológica relacional; infraestrutura de pesquisa; análise de correspondência; razão de chances.

---

1. Termo desenvolvido pela International Organization for Standardization (ISO), em 1994, para uniformizar a terminologia que compreende um conjunto de atividades que recebiam denominações, tais como metrology, standardization, testing and quality (MSTQ), messen, normen, prüfen, qualität (MNPQ) – em alemão –, tecnologia industrial básica (TIB) – criado em 1984 no Brasil pelo governo federal –, e infraestrutura de la calidad (IC) – na América Latina (Soares, 2014).

2. Metrologia, calibração, certificação, inspeção, acesso a bancos de células, análise de materiais, análise de propriedades físico-químicas, consultoria técnico-científica, desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos, desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos, elaboração de testes e protótipos, exames laboratoriais, informação tecnológica, manutenção de equipamentos, escalonamento (*scale up*), serviços ambientais, outros (De Negri e Squeff, 2016).

## ABSTRACT

The purpose of this work is the exploration of statistical methods and evaluation criteria of relational technology diversification of technical-scientific services provided by the infrastructure of Brazilian scientific and technological research. The technical and scientific services of a research infrastructure present relational diversification when technology have affinities with each other resulting in potentially positive synergies.

The results of the analysis indicate the validity of the statistical analysis of data and information on the technical and scientific services for research infrastructure, with a view to analysis of relational diversification. In larger perspective, this approach can be taken as a first effort to build methodologies to assess the relational technological diversification of technical-scientific services provided by the infrastructure of research. This result benefits decision-making processes as those dealing with investment in infrastructure, both in terms of its management as of public policies for the promotion of scientific and technological development.

**Keywords:** : technological innovation; technological diversification; related technological diversification; infrastructure of scientific and technological research ; correspondence analysis; odds ratio.



## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo de 2013 e 2014, a Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea desenvolveu o projeto de pesquisa *Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisa*, em parceria com o Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica (CNPq) do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), para mapear e caracterizar as infraestruturas de pesquisa brasileiras. As infraestruturas de pesquisa acessadas são laboratórios das universidades, dos centros e dos institutos de pesquisas, governamentais e paragovernamentais. Coube ao Ipea não somente auxiliar no desenho da pesquisa, mas também analisar os dados obtidos com vistas a sugerir ações que contribuam para orientar políticas de desenvolvimento daquelas infraestruturas (De Negri e Squeff, 2016).

Os responsáveis pelas respostas ao questionário da pesquisa indicaram quais serviços técnico-científicos são prestados pelos respectivos laboratórios, a partir de uma relação de dezesseis serviços oferecidos pelo questionário da pesquisa.<sup>1</sup> Das 1.760 infraestruturas pesquisadas, 1.208 declararam prestar entre um e dezesseis serviços. Trabalho anterior realizado por Tironi (2016) investigou a afinidade dos laboratórios prestadores de um subconjunto de serviços técnico-científicos (metrologia, calibração, certificação e inspeção) com inovação. Isto foi feito pelo confronto entre as características deste subconjunto de laboratórios e as características de todas as infraestruturas acessadas e do subconjunto das que realizam serviços técnico-científicos.

O quadro 1, extraído de estudo anterior realizado por Tironi (2016), examina os serviços prestados pelas infraestruturas de pesquisas segundo as atividades econômicas de sua aplicação. Assim, 31,65% dos serviços da intitulada Infra B são destinados à indústria de transformação, percentual superior ao do conjunto das infraestruturas de pesquisas (Infra G) e ao do total das que prestam serviços tecnológicos (Infra A).<sup>2</sup>

1. Os serviços técnico-científicos selecionados são os da *pesquisa Mapeamento de infraestruturas de pesquisas*: metrologia, calibração, acesso a banco de células, microrganismos etc., análise de materiais, análise de propriedades físico-químicas, ensaios e testes, exames laboratoriais, desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos DAP, desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos DA\_PROC, certificação, inspeção, elaboração de testes de protótipos, consultoria e assessoria técnico-científicas, informação tecnológica, serviços ambientais, *scale up* (escalonamento), manutenção de equipamentos científicos, outros.

2. Infra G correspondem ao total das 1.760 infraestruturas pesquisadas, na pesquisa mapeamento, Infra A corresponde ao subconjunto das 1.208 infraestruturas que declaram prestar serviços técnico científicos, Infra B a 195 infraestruturas que declaram prestar serviços de metrologia, calibração, certificação e inspeção, e Infra C a 48 infraestruturas acreditadas (Tironi, 2016).

Por sua vez, a Infra C corresponde ao subconjunto dos laboratórios acreditados. A acreditação é uma atividade da infraestrutura da qualidade. O número de laboratórios acreditados, segundo dados da pesquisa *Mapeamento da infraestrutura de pesquisa*, é significativamente menor, mas a distribuição segundo atividade econômica a que são destinados acompanham os da Infra B.

Este trabalho busca, então, explorar a possibilidade do uso de métodos ou critérios estatísticos para investigar possíveis afinidades entre os serviços técnico-científicos prestados pelas infraestruturas de pesquisa. Para tal, teve-se como base os dados da pesquisa *Mapeamento da infraestrutura de pesquisa*. Esta análise é um primeiro passo no sentido de se construir metodologias para avaliar a diversificação tecnológica nas infraestruturas de pesquisas. Há interesse dos gestores das políticas públicas e dos gestores das infraestruturas de pesquisa neste tipo de análise, na medida em que contribui para melhorar o desempenho das infraestruturas de pesquisa.

Usam-se os serviços técnico-científicos dos laboratórios, elege-se a inovação como meta da infraestrutura de pesquisa e destacam-se os serviços de desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos (DAP), e desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos (DA\_PROC) como *proxy* da vocação da infraestrutura de pesquisa para a inovação. A escolha dos dois serviços DAP e DA\_PROC para a aplicação dos critérios estatísticos com vistas a avaliar a diversificação relacional deveu-se ao interesse de fundo das pesquisas da Diset em investigar os fatores determinantes da inovação.

QUADRO 1  
**Atividade econômica de aplicação das pesquisas**  
(Em %)

	Infra G	Infra A	Infra B	Infra C
Atividades profissionais, científicas e técnicas	28,11	26,7	23,02	19,44
Indústrias de transformação	21,69	22,43	31,65	33,33
Agricultura, pecuária, produtos florestais, pesca e aquicultura	10,85	11,03	6,47	6,94
Saúde humana e serviços sociais	9,41	9,36	1,8	4,17
Educação	7,9	6,2	3,96	1,39
Indústrias extrativas	7,03	8,43	7,91	9,72
Eletricidade e gás	3,99	3,72	4,68	6,94
Informação e comunicação	3,38	3,72	4,32	6,94

Fonte: Tironi (2016).

## **2 DESTAQUES DA LITERATURA, ASPECTOS TEÓRICOS, HIPÓTESES**

A análise dos dados obtidos na pesquisa é feita na perspectiva da diversificação relacional dos laboratórios tendo como referência teórica a literatura sobre a diversificação da firma. O interesse pela dimensão relacional da diversificação da firma tem como fundamento as sinergias que se estabelecem ou podem se estabelecer entre as suas diversas atividades, produtivas, mercadológicas e tecnológicas, bem como os recursos empregados. A firma desenvolve um escopo de atividades que geram e se beneficiam de sinergias que levam a um melhor desempenho. Há décadas a literatura explora a diversificação produtiva e mercadológica das firmas e busca nexo causal com o seu desempenho. Controvérsias sobre o nexo causal subsistem em boa medida relacionadas a questões de mensuração da diversificação. Importante vertente de estudos sobre diversificação da firma trata da diversificação relacional ou relacionada, com o que se espera haver mais sinergias positivas a partir do escopo de competências da firma.

As vantagens de escopo das atividades produtivas e mercadológicas ou de desenvolvimento tecnológico da firma residem na existência de complementariedade entre os recursos, tangíveis e intangíveis, disponíveis na firma ou no laboratório. As instalações, os equipamentos e as máquinas e as competências das equipes de colaboradores de uma organização prestadora de serviços técnico-científicos, considerados em uma perspectiva dinâmica, estão na base das sinergias geradas e exploradas.

A distância que separa os universos da firma dos da infraestrutura de pesquisa, quanto aos objetivos, o perfil institucional, os modos de gestão, é bastante grande. As diferenças entre a firma e a infraestrutura de pesquisa são radicais no tocante ao contexto institucional, especialmente no caso do Brasil, em que as infraestruturas de pesquisa são predominantemente públicas ou vinculadas a ente público, e como tal regidas por normas de administração pública.

Não obstante, as infraestruturas científicas são também provedoras de serviços entre elas próprias e para o setor produtivo, e alguns elementos e requisitos de gestão comuns a ambos – firmas e infraestrutura de pesquisas – estão presentes. Firms produzem bens e serviços, inclusive tecnológicos, enquanto infraestruturas de pesquisas produzem exclusivamente serviços, científicos e tecnológicos, mas ambas dependem de uma base de competências tecnológicas para operar.

A diversificação da firma é tema central dos estudos sobre os determinantes das suas estratégias de crescimento. O marco seminal do interesse sobre o tema é o artigo de Ronald Coase *The nature of the firm*, de 1937 (Coase, 1937). Por diversificação da firma, entende-se sua atuação em mais de uma indústria. As principais vantagens na diversificação são: as possibilidades de empregos alternativos dos seus recursos, as sinergias e economias de escopo e a curva de aprendizado daí derivada e a possibilidade de melhor gestão da capacidade excedente decorrentes de flutuações dos mercados.

Uma das questões mais investigadas no campo da diversificação da firma diz respeito à relação entre diversificação e resultados obtidos pela firma (Rumelt, 1982; Robins e Wieserma, 1995). A investigação sobre a relação entre diversificação e desempenho se desdobra em várias linhas, entre elas as que têm o foco do interesse nos métodos e critérios empregados para caracterizar e mensurar a diversificação, algo essencial especialmente para as abordagens econométricas (Robins e Wieserma, 2003).

À investigação sobre a diversificação da firma também interessa examinar as formas pelas quais a firma se diversifica. Pode ser de modo orgânico, a partir de recursos acumulados pela firma, como pode ser por meio de fusões e aquisições com outras firmas. Uma importante vertente investigativa das vantagens da diversificação para a firma reside na teoria de custos de transação.

Os estudos sobre a diversificação da firma evoluíram grandemente na temática da diversificação relacional ou relacionada. Os estudos sobre esta questão buscam explicar se e como a diversificação relacional contribui para um melhor desempenho da firma em comparação à firma não diversificada e à firma diversificada não relacional.

Este artigo parte do pressuposto de existência de dois tipos de correspondências. A correspondência entre os serviços prestados e os recursos e ativos físicos, tangíveis – instalações, aparelhos, equipamentos – e os recursos e ativos intelectuais, intangíveis, o que permite definir uma função de produção da infraestrutura de pesquisa. A segunda correspondência, dos serviços prestados entre si, modula aquela função de produção e a torna mais sensível, no curto e no longo prazo, às decisões estratégicas dos seus gestores e de outras instâncias intervenientes, como a política pública.

As pesquisas sobre a diversificação relacional podem ter foco de interesse nas linhas de produtos, atividades e mercados nos quais a firma atua, ou nos recursos. As pesquisas sobre a diversificação relacional com foco em recursos vêm ganhando interesse na literatura, inclusive devido ao papel da tecnologia para o crescimento e

desempenho da firma. Os recursos tecnológicos, como o conhecimento, são passíveis de aprendizado e acumulação.

As vantagens da diversificação relacional com base nos recursos decorrem de poderem ser os recursos substitutos ou complementares entre si. As duas situações são geradoras de vantagens para a firma diversificada. A literatura com base na complementariedade dos recursos ganha expressão a partir de trabalhos de Teece e Rumelt, entre outros (Klein e Lien *apud* Teece *et al.*, 1994).

A diversificação tecnológica relacional com base em recursos tecnológicos implica a existência de afinidades entre competências que possam ser transferidas entre linhas ou áreas de atuação da firma a custos mais baixos. Possibilita ainda o compartilhamento da pesquisa e o desenvolvimento tecnológico entre diferentes unidades, setores e linhas de produção, reduzindo os custos de inovação. Assim, em função do escopo de competências, há sinergias que resultam em melhor desempenho do conjunto.

A vantagem da firma diversificada relacional sobre a firma singular e ou firma diversificada não relacional (Klein e Lien, 2009) está na complementariedade com base nos recursos. Economias de escopo são fontes das sinergias que contribuem para melhorar o desempenho da firma. A dimensão relacional com base nos recursos, um conceito analítico no âmbito das análises da diversificação da firma, tem como contrapartida real a complementariedade tecnológica e produtiva.

A diversificação relacional proporciona à firma aprendizados e competências que beneficiam a firma de modo equivalente aos acréscimos de recursos, portanto da capacidade produtiva. Há limites para a diversificação da firma? Poderá a curva de aprendizado da firma com base na diversificação apresentar uma forma – de um U invertido – definindo um limite às vantagens da diversificação?

Os estudos da diversificação da firma estendem-se para além da diversificação produtiva ou mercadológica, alcançando a diversificação tecnológica. Os resultados financeiros da firma (Miller, 2004) devem refletir a aquisição de competências tecnológicas e as inovações, mas estudos há que buscam nexos de causalidade diretamente entre diversificação tecnológica e dinamismo tecnológico e inovação, – patentes, inovações em produtos e processos (Garcia-Vega, 2006). O aspecto relacional da diversificação tecnológica também é estudado a partir da complementariedade tecnológica entre competências e inovação (Miller, 2006; Chiu *et al.*, 2008; Alonso-Borrego e Forcadell, 2010; Chen, Shih e Chang, 2012).

Não há conhecimento de investigações econômicas ou de gestão estratégica (*strategic management*) sobre a diversificação de uma infraestrutura de pesquisa. É perfeitamente razoável, porém, supor-se que alguns elementos que justificam o interesse pela pesquisa da diversificação da firma, particularmente a relacional, possam estar presentes também em infraestruturas de pesquisa.

A infraestrutura de pesquisa, diferentemente da firma, especialmente no caso brasileiro, não busca resultados financeiros. A grande maioria é instituída pelo poder público com a finalidade de ensino, pesquisa e prestação de serviços tecnológicos. A infraestrutura de pesquisa vinculada a uma entidade pública tem seu processo de gestão sujeito a normas legais que podem inibir a possibilidade de que sua trajetória de crescimento possa ser definida segundo uma estratégia de diversificação relacional.

De todo modo, é de se esperar da infraestrutura de pesquisa que, embora com autonomia decisória sujeita a fatores inibidores, busque o cumprimento de suas finalidades com o melhor desempenho e eficiência. Nesta perspectiva, uma infraestrutura de pesquisa tem objetivos convergentes com os da firma. *Este trabalho investiga a propriedade de se aplicar, às estratégias de crescimento da infraestrutura de pesquisa, conceitos da diversificação da firma, em especial a relacional.*

Também como a firma, a infraestrutura de pesquisa tem crescentemente buscado ser um agente de inovação. O compromisso de uma infraestrutura de pesquisa com a inovação pode se dar por meio da realização de pesquisa, autodeterminada<sup>3</sup> ou por demanda externa, e da prestação de serviços tecnológicos às empresas. Uma infraestrutura de pesquisa com autonomia relativa no seu processo decisório pode perfeitamente eleger a inovação como uma meta estratégica e a partir dela definir sua estratégia de crescimento e diversificação (Garcia-Vega, 2006).

Assim como em estudos sobre diversificação da firma, também neste trabalho a respeito da diversificação das infraestruturas de pesquisa, parte-se da noção de recursos

---

3. Uma infraestrutura de pesquisa é considerada autodeterminada ou relativamente autônoma em função da fração da sua receita que provém da venda ou prestação de serviços tecnológicos ou outras formas de cooperação que a remunerem. As prioridades das políticas governamentais impactam fortemente as trajetórias de crescimento das infraestruturas de pesquisas, particularmente as vinculadas às ICTs.

e competências. Considera-se que os estudos sobre diversificação das firmas são válidos como referência para o estudo da diversificação tecnológica relacional das infraestruturas de pesquisas. Segundo um destes estudos (Chen, Shih e Chang, 2012), “A diversificação tecnológica relacional é definida como a diversificação das capacidades tecnológicas em áreas relevantes para a firma”.

A abordagem empírica neste trabalho usa os dados dos serviços técnico-científicos prestados nos laboratórios das infraestruturas de pesquisas obtidos na pesquisa *Mapeamento da infraestrutura de pesquisa*. Na perspectiva teórica metodológica deste estudo, a aplicação do conceito de diversificação relacional, com base nos recursos aos 1.208 laboratórios que se apresentaram como prestadores entre um e dezesseis serviços tecnológicos, demanda a seguinte hipótese de trabalho, adotada neste trabalho.

- 1) A correspondência e correlação estatística dos serviços prestados pelas infraestruturas de pesquisa é medida da complementariedade produtiva e tecnológica com base nos recursos e, por isso, é uma medida da diversificação tecnológica relacional DTR das infraestruturas. Ou seja, a significância da análise de correspondência e correlações entre serviços tecnológicos prestados pelas infraestruturas de pesquisa corresponde à dimensão relacional da sua diversificação com base nos recursos.

Nessa perspectiva, este estudo busca respostas para as questões:

- É possível reconhecer a presença da diversificação relacional nas infraestruturas de pesquisas como base em dados sobre os serviços tecnológicos prestados pelos laboratórios?;
- Se a infraestrutura de pesquisa presta serviços diretamente voltados para inovação, a dimensão relacional está presente na sua diversificação?; e
- O vínculo de um laboratório a uma Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT) intensifica a dimensão “relacional” dos seus serviços tecnológicos?

### **3 VARIÁVEIS UTILIZADAS NO ESTUDO**

A amostra de infraestruturas de interesse inicialmente era de 1.760. Contudo, o intuito deste estudo era de analisar somente as infraestruturas que prestam algum tipo de serviço tecnológico, e a base foi filtrada de modo a se chegar ao número total de 1.208 infraestruturas.

Levando-se em conta que este trabalho teve como foco os serviços tecnológicos, utilizaram-se da base de dados original apenas as variáveis referentes ao tipo de serviço prestado pelos laboratórios respondentes. Estas são definidas de acordo com a tabela 1.

TABELA 1  
Dicionário de variáveis

Variável	Tipo de serviço prestado
DAP	Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos
METROLOGIA	Metrologia
CALIBRACAO	Calibração
CERTIFICACAO	Certificação
INSPECAO	Inspeção
ACESSO_BANCO_CELULAS	Acesso a banco de células, microrganismos etc.
ANALISE_MATERIAIS	Análise de materiais
ANALISE_PROP_FISQUIM	Análise de propriedades físico-químicas
CONSULTORIA_TECNICIEN	Consultoria e assessoria técnico-científicas
DA_PROC	Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos
ELAB_TEST_PROT	Elaboração de testes de protótipos
ENSAIOS_TESTES	Ensaio e testes
EXAM_LAB	Exames laboratoriais
INF_TECN	Informação tecnológica
MANUT_EQUIP	Manutenção de equipamentos científicos
ESCALONAMENTO	Scale up (escalonamento)
SERV_AMBIENTAIS	Serviços ambientais
OUTROS	Outros

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).  
Elaboração dos autores.

## 4 TESTES ESTATÍSTICOS APLICADOS NO ESTUDO

A verificação da presença de DTR na infraestrutura de pesquisas foi realizada por meio de testes estatísticos com base nos serviços tecnológicos de que é prestadora. Segundo os dados da pesquisa *Mapeamento de infraestruturas de pesquisa*, os testes buscam indicar quão relacionáveis entre si são a prestação de diversos serviços com base na frequência com que estão conjuntamente presentes nas infraestruturas pesquisadas.

É pressuposto metodológico dos testes que a variedade dos serviços que produz uma infraestrutura reflete a diversificação de suas capacidades tecnológicas. A ocorrência de correspondências – presença de um par de serviços em uma mesma infraestrutura – indica a presença de competências relacionais, por sua vez a frequência com que isto acontece indica a intensidade desta correspondência.



Diversas alternativas de testes estatísticos foram avaliadas, tendo sido selecionados análises de correspondência e regressão e razão de chances. A análise de correspondência foi escolhida como recurso visual exploratório da base de dados. O objetivo neste caso foi verificar a associação entre as ocorrências dos diferentes serviços entre si. Não deve, portanto, ter seus resultados estendidos para todo o universo de infraestruturas. Os testes de regressão e razão de chances são ferramentas inferenciais úteis quando se trata de estabelecer conexões entre as variáveis estudadas. Tais conexões podem estar presentes no universo da prestação de serviços pelos laboratórios, sempre com uma confiança e significância estatísticas adequadas. Os resultados foram obtidos primeiramente via análise exploratória de correspondência, cuja função é investigar, na amostra, por meio de visualização gráfica, a distância entre as diferentes categorias analisadas. Em seguida, são expostas análises inferenciais de regressão logística, buscando uma relação matemática entre a atividade de desenvolver e aperfeiçoar produtos e processos e os demais serviços prestados pelos laboratórios. Foram ajustados dois modelos principais: logístico e logístico hierárquico, em que o primeiro não leva em conta o efeito hierárquico das instituições sobre o laboratório e o segundo, chamado também de modelo misto, incorpora esse efeito na análise. Para cada modelo, com o intuito de se verificar a robustez das estimativas resultantes, foram estimados os parâmetros utilizando a função de ligação tanto *logit* quanto *probit*.

#### 4.1 Análise de correspondência

A análise de correspondência é uma técnica descritiva/exploratória da análise multivariada. Ela permite obter uma representação gráfica multidimensional da dependência, de uma tabela de contingência de duas entradas, entre as linhas e/ou colunas, em que estas representam categorias, modalidades, de variáveis categóricas. Em outras palavras, representa graficamente o padrão de associação entre variáveis.

Considerando a tabela como uma matriz, os seus vetores linha e os vetores coluna são então visualizados como pontos em um espaço vetorial. Os eixos do gráfico são chamados de *coordenadas principais*.

A representação gráfica é obtida pela distribuição de *scores* das categorias de linhas e colunas e marcando estas categorias como pontos, os quais os *scores* são utilizados como as coordenadas destes pontos. As conclusões a partir dos resultados não podem ser generalizadas para a população, pois nenhum modelo é formulado e não se assume nenhuma distribuição de probabilidade.

## 4.1.1 Medindo a associação entre as variáveis

O interesse nessa análise de dados é determinar se as categorias agrupadas – linhas da tabela – podem ser distinguidas de cada outra com base nas variáveis observadas – colunas da tabela. Com isso, define-se  $P$  como matriz de correspondência de dimensão  $p \times q$ , de forma que seus elementos são definidos genericamente como  $P_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$ , em que  $n_{ij}$  é o número de observações na  $i$ -ésima linha e  $j$ -ésima coluna da tabela de contingência e  $n = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q n_{ij}$ . Com isso, tem-se:

$$P_2 = P - rc' . \quad (1)$$

Em que  $r$  é o vetor definido como  $r' = \left( \frac{n_{.1}}{n} \dots \frac{n_{.p}}{n} \right)$ , e  $c$  o vetor  $\left( \frac{n_{1.}}{n} \dots \frac{n_{q.}}{n} \right)$ . Os termos da matriz definida na equação (1) representam uma comparação da proporção observada no interior de cada casela da tabela, com aquela esperada sob um modelo no qual as variáveis em questão são independentes (Mingoti, 2005).

Sejam então  $D_r$  e  $D_c$  as matrizes diagonais formadas pelos elementos dos vetores  $r$  e  $c$ , respectivamente, pode-se decompor a matriz  $P_2$  e, seus autovalores e autovetores, obtendo-se o resultado exposto em (2).

$$P_2 = AAB' . \quad (2)$$

Em que  $A = D_r^{-1/2}U$  é uma matriz  $p \times k$ ,  $B = D_c^{-1/2}V$  é uma matriz  $q \times k$ ,  $U$  e  $V$  são matrizes ortogonais e  $\Lambda$  é a matriz quadrada de dimensão  $k$  contendo os autovalores da matriz  $P_2$  em ordem decrescente (Mingoti, 2005).

Como consequência dessa decomposição, as linhas e as colunas da matriz  $p$  podem ser escritas como combinações lineares das linhas da matriz  $B'$  e das colunas da matriz  $A$ , respectivamente. Com isso, definem-se as coordenadas principais das linhas e das colunas de  $P_2$  em (3) e (4), respectivamente.

$$Y = D_r^{-1}AA . \quad (3)$$

$$Z = D_c^{-1}BA . \quad (4)$$

Com base no exposto, tem-se então o conceito de *inércia total*, uma medida da variação total existente no sistema e calculada como a soma dos quadrados dos autovalores não nulos presentes na matriz  $\Lambda$ . O cálculo é exposto na equação (5).

$$INERCIA = \sum_{i=1}^k \lambda_i^2 \quad (5)$$

Essa variação está associada proporcionalmente a estatística qui-quadrado – a mesma utilizada no teste qui-quadrado para tabelas de contingência –, de forma que quanto maior for a inércia, maior o indício de dependência entre as variáveis. Isso pode ser observado na equação (6).

$$INERCIA = \frac{1}{n} \chi^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}. \quad (6)$$

Em que  $E_{ij}$  é o número esperado de observações na  $i$ -ésima linha e  $j$ -ésima coluna da tabela de contingência, calculado sob a hipótese de independência das variáveis analisadas. Dessa forma, se as variáveis são de fato independentes – ou possuem dependência muito próxima de zero – o número observado em cada casela será muito próximo do número esperado, de modo que a estatística qui-quadrado será muito próxima de zero. Daí, com base na equação (6), temos a afirmação de que a *inércia total* pode ser utilizada como uma medida de associação entre as variáveis.

#### 4.1.2 Gráfico de correspondência

De posse do que foi dito até aqui, o *gráfico de correspondência* pode ser definido como um gráfico de dispersão das coordenadas principais das linhas e das colunas, a fim de analisar visualmente a associação entre elas. Os pontos se distribuem no gráfico de forma que os valores – pontos bidimensionais observados no gráfico – são obtidos a partir dos elementos contidos nas matrizes  $Y$  e  $Z$  definidas em (3) e (4), respectivamente.

## 4.2 Modelo linear generalizado

Um modelo linear generalizado (em inglês GLM) é todo aquele pertencente à família de distribuições exponencial. Em outras palavras, um modelo cuja função densidade de probabilidades pode ser descrita de acordo com a equação (7).

$$f(y) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b\theta}{\varphi} + c(y, \varphi) \right\}. \quad (7)$$

Em que  $y$  é a variável aleatória analisada,  $\theta$  é dito ser o parâmetro natural ou canônico e  $\varphi$  é um parâmetro de escala. Para algumas distribuições, incluindo a de resposta binária, o valor de  $\varphi$  é igual a 1 (Dobson, 2001).

#### 4.2.1 Modelo logístico hierárquico

Diz-se que um modelo é linear misto generalizado *GLMM* quando, além de sua densidade de probabilidade pertencer à família exponencial, exposta na equação (7), possui um ou mais fatores aleatórios ou até fixos que influenciam em sua resposta, de modo que a esperança condicional do modelo é definida pela equação (8).

$$E[Y|\gamma] = g^{-1}(X\beta + Z\gamma) = \mu. \quad (8)$$

Em que  $E[Y|\gamma]$  – esperança condicional de  $Y$  dado  $\gamma$  – é o valor esperado do vetor observacional  $Y$ , constituído pelo conjunto das respostas de interesse, dado o vetor de efeitos aleatórios  $\gamma$ . A função  $g^{-1}()$  é a inversa de uma função de ligação (*link function*) monotônica e diferenciável  $g()$ , denominada *logit*, quando  $g(\mu) = \ln\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$  ou *probit* no caso em que  $g()$  é a inversa da normal padrão acumulada e a matriz  $X$  é uma matriz  $(n \times p)$  de posto  $k$  e  $Z$  é a matriz de delineamentos dos efeitos aleatórios.

O *GLMM* deste estudo trata-se de um modelo logístico – aquele em que a variável resposta representa valores binários como 1 ou 0, sim ou não etc. – que leva em consideração um fator hierárquico nas observações. Entende-se por fator hierárquico aquele que conduz a uma correlação entre os valores expostos dentro de cada grupo de observações. A hierarquia produzirá então um efeito aleatório no modelo.

De forma genérica, um exemplo prático de utilização de um modelo hierárquico seria no estudo de certas características das folhas de determinada espécie de árvore em uma floresta. Se for coletada uma amostra da espécie em questão e, para cada árvore amostrada, retirada uma subamostra de suas folhas, mesmo sendo estas as unidades observacionais do estudo, há que se levar em conta o fato de que as que foram retiradas da mesma árvore tendem a ter características semelhantes, conduzindo a uma possível correlação dessas observações. Logo, diz-se que os resultados observados estão hierarquizados pelas diferentes árvores, o que deverá ser considerado na análise.

Assume-se que os efeitos aleatórios são normalmente distribuídos de média 0 e variância  $G$ . Com isso tem-se que a variância dos dados a serem observados, dado o vetor de efeitos aleatórios é definida pela equação (9).

$$\text{Var}[Y|\gamma] = A^2 RA^{1/2}. \quad (9)$$

Em que  $A$  é uma matriz diagonal e contém as funções de variância do modelo. A função de variância expressa a variabilidade de uma resposta em função de sua média. A matriz  $R$  é a matriz de variâncias do vetor de efeitos aleatórios especificados no modelo.

No estudo em questão, a resposta binária, de que a infraestrutura presta ou não serviços de DAP ou DA\_PROC, está hierarquizada pela instituição na qual está inserida. Com isso, laboratórios pertencentes a uma mesma instituição tendem, teoricamente, a possuir respostas semelhantes. Sendo assim, a variável dependente  $Y$  neste caso é um vetor ( $n \times 1$ ) no qual  $n$  é o número de laboratórios analisados e cujos elementos são as respostas *presta* ou *não presta*, dadas pelos laboratórios no questionário referindo-se ao serviço de DAP ou DA\_PROC. Do mesmo modo, a matriz  $X$  possui como colunas as variáveis explicativas – no caso, os demais serviços analisados no modelo – e suas linhas são as respostas, também binárias, das infraestruturas para cada serviço.

#### *Coefficiente de associação – $R^2$ generalizado*

Conhecido como coeficiente de determinação, utiliza-se o  $R^2$  como medida de ajuste de um modelo estatístico relacionado aos valores observados. Seu valor varia entre 0 e 1, de modo que quanto mais próximo de um, mais as variáveis independentes, ou covariáveis, explicam a resposta, indicando que o modelo escolhido se ajusta bem à amostra. Em linhas gerais, se o  $R^2$  for algo em torno de 0,5, por exemplo, isso implica que cerca de 50% da variável resposta é explicada pelas variáveis independentes.

Aqui, por se tratar de um modelo de regressão logística, utiliza-se uma generalização do coeficiente de determinação, proposta por Cox e Snell, definida na equação (10).

$$R^2 = 1 - \left\{ \frac{L(0)}{L(\lambda)} \right\}^{2/n}. \quad (10)$$

Em que  $L(\lambda)$  é a função de verossimilhança do modelo,  $L(0)$  é a função verossimilhança levando em conta apenas o intercepto e  $n$  é o tamanho da amostra.

A principal vantagem desse coeficiente é que ele pode ser estendido para outros modelos lineares generalizados, tais como aqueles com dados de contagem como resposta. Porém é sabido que o coeficiente  $R^2$  de Cox e Snell tem como limite superior um valor menor que 1. Isso implica que mesmo que o nível de explicação do modelo

seja máximo, o valor do  $R^2$  será inferior a 1, levando a uma subestimação do coeficiente de determinação. Por isso, um coeficiente inferior a 50% não indica necessariamente que o modelo está mal ajustado.

### *Coeficiente AIC*

O critério de informação de Akaike (AIC) é útil quando se quer comparar vários modelos. Ele oferece uma estimativa relativa à informação perdida quando um determinado modelo é usado para representar o processo que gera os dados. Com isso, entre vários modelos testados, aquele com o menor AIC seria o mais razoável. Seu cálculo é definido pela equação (11).

$$AIC = -2\text{Ln}(L) + 2p. \quad (11)$$

Em que  $L$  é a função de verossimilhança do modelo e  $p$  o número de parâmetros.

### *Estatística de Hosmer e Lemeshow (H-L)*

Além dos coeficientes citados antes, a estatística de Hosmer e Lemeshow (H-L) é outra maneira de se medir a qualidade de ajuste de um modelo. Assim como o AIC, quanto menor o seu valor melhor será o ajustamento. Seu cálculo é exposto na equação (12).

$$\chi_{HL}^2 = \sum_{i=1}^g \frac{(O_i - N_i \bar{\pi}_i)^2}{N_i \bar{\pi}_i (1 - \bar{\pi}_i)}. \quad (12)$$

Em que  $g$  é o número de grupos a serem comparados – cada grupo é formado por valores das probabilidades preditas ordenadas –,  $N_i$  é a frequência total no  $i$ -ésimo grupo,  $O_i$  é a frequência total de ocorrências do evento de interesse no  $i$ -ésimo grupo e  $\bar{\pi}_i$  é a estimativa da probabilidade predita média no  $i$ -ésimo grupo. Se o modelo estiver ajustado, a estatística  $\chi_{HL}^2$  pode ser aproximada por uma qui-quadrado com  $(g - 2)$  graus de liberdade (Hosmer Junior e Lemeshow, 2004).

### *Razão de chances (odds ratio)*

Sejam  $\pi$  e  $1 - \pi$  as probabilidades de ocorrência e não ocorrência, respectivamente, de um evento dentro de determinado grupo ou categoria. É definida como chance de sucesso

a razão entre a probabilidade de sucesso e a probabilidade de fracasso desse evento, ou seja,  $\frac{\pi}{1-\pi}$ . Sejam então duas categorias diferentes de interesse no estudo, a razão de chances (em inglês, *odds ratio* – *OR*) do evento de interesse entre essas duas categorias será calculada como a razão entre a chance de sucesso da primeira categoria e a chance de sucesso da segunda categoria, como expresso na equação (13).

$$OR = \frac{\frac{\pi_1}{1-\pi_1}}{\frac{\pi_2}{1-\pi_2}}. \quad (13)$$

Em que *OR* é a razão de chances,  $\pi_1$  é a probabilidade de sucesso do evento na categoria 1 e  $\pi_2$  a probabilidade de sucesso na categoria 2.

Com isso, se o *odds ratio* de um evento for igual a 1, significa que as duas variáveis comparadas são independentes. Caso *OR* seja maior que 1, a chance de sucesso é maior para a categoria 1 do que para a categoria 2 e se estiver entre 0 e 1, o sucesso na primeira categoria é menor que na segunda. Quanto mais afastado de 1 estiver a razão de chances, maior será a associação entre as variáveis (Agresti, 2010).

Para melhor entendimento da aplicação do *odds ratio* neste estudo, pode-se utilizar como exemplo o serviço de calibração. De modo que, considerando como categoria 1 o laboratório prestar esse serviço e categoria 2 o laboratório não o prestar, a razão de chances de a infraestrutura desenvolver e aperfeiçoar produtos – ou desenvolver e aperfeiçoar processos – é calculada como a razão entre a chance de sucesso da infraestrutura desenvolver e aperfeiçoar produtos ou processos na primeira categoria e a chance de sucesso desta desenvolver e aperfeiçoar produtos ou processos na segunda. Em outras palavras, as categorias comparadas são presença e ausência do serviço e o evento de interesse é a prestação dos serviços de DAP ou DA\_PROC.

### *Seleção de variáveis*

Uma maneira de estabelecer o melhor ajuste de modelo possível é filtrando quais variáveis independentes devem de fato ser inseridas nele. Com isso, é possível obter o máximo de informação por meio de um modelo com o mínimo de variáveis independentes e dessa forma minimizar a variância da estimativa.

Dentre os diversos métodos de seleção, os três mais utilizados são *forward*, *backward* e *stepwise*. Cada método é definido a seguir.

- 1) *Forward*: partindo da suposição de que não há variável no modelo além do intercepto, o procedimento seleciona a variável independente que possua a maior correlação com a variável resposta, inserindo-a no modelo. Verifica-se então sua significância. Em caso afirmativo, a variável então permanece e seleciona-se a próxima variável utilizando o mesmo critério, com a ressalva de que a correlação entre a nova variável e a resposta é calculada dada a presença da primeira no modelo (correlação parcial). Da mesma forma, se a variável for significativa ela permanecerá, caso contrário, seleciona-se outra variável. O processo é então repetido até que nenhuma variável seja selecionada.
- 2) *Backward*: funciona de forma oposta ao *forward*. Inicia-se com todas as covariáveis incorporadas no modelo. Em seguida, retira-se aquela que possua menor estatística do teste – em relação à estimação pontual de seu coeficiente – que não for significativa. Ajusta-se novamente o modelo com as covariáveis que restaram e repete-se o processo até que não haja mais variáveis a serem eliminadas.
- 3) *Stepwise*: segue os mesmos passos do *forward*. A diferença é que a cada variável adicionada, avalia-se a estatística do teste de forma análoga ao *backward*, de modo que a cada seleção, retira-se ou não uma variável independente redundante. Em outras palavras, a cada passo, aplica-se o método *backward* no modelo.

## 5 RESULTADOS

Os resultados são apresentados aqui em duas partes. Primeiramente, analisando a influência somente dos serviços de metrologia, calibração, certificação e inspeção sobre as respostas de interesse e, em seguida, verificando a influência de todos os demais serviços. Tal abordagem se faz necessária para critério de comparação dos resultados, principalmente nas análises gráficas, visto que é visualmente inviável interpretar o gráfico de correspondência utilizando os dezesseis serviços, como poderá ser observado na subseção 5.2.

Ambas as seções mostram resultados obtidos via análise exploratória de correspondência, cuja função é investigar, na amostra, por meio de visualização gráfica, a distância entre as diferentes categorias analisadas. Em seguida, são expostas análises inferenciais de regressão logística, buscando uma relação matemática entre a atividade de desenvolver e aperfeiçoar produtos e processos e os demais serviços prestados pelos laboratórios. Foram ajustados dois modelos principais: logístico e logístico hierárquico, em que o



primeiro não leva em conta o efeito hierárquico das instituições sobre o laboratório e o segundo, chamado também de modelo misto, incorpora esse efeito na análise. Para cada modelo, com o intuito de se verificar a robustez das estimativas resultantes, foram estimados os parâmetros utilizando a função de ligação tanto *logit* quanto *probit*.

### 5.1 Resultados com apenas os quatro serviços selecionados

Neste caso, a base de dados a ser analisada precisa de duas entradas e cada uma deve possuir mais de duas categorias – por conta dos algoritmos do SAS – (Littell, 2006). Com isso, foi criada uma terceira categoria das variáveis DAP chamada DAP PRESENTE E TODOS PRESENTE, na qual, não somente o serviço de DAP é prestado pela infraestrutura mas também os outros quatro serviços analisados aqui e analogamente para DA\_PROC chamada DA\_PROC PRESENTE E TODOS PRESENTE, que resume quando a infraestrutura presta conjuntamente serviço de DAP/DA\_PROC e os outros quatro serviços analisados.

Como dito anteriormente, as análises foram feitas comparando, separadamente, ambos os serviços de desenvolvimento e aperfeiçoamento com calibração, certificação, inspeção e metrologia e posteriormente comparou-se com esses e os demais serviços.

#### 5.1.1 Análise de correspondência – DAP e DA\_PROC

Ao utilizar somente as quatro variáveis mais a resposta – DAP ou DA\_PROC –, houve um corte de 1.013 observações na amostra de 1.208 infraestruturas, pois essas não prestavam nenhum desses serviços, logo não entraram na amostra, totalizando assim, na primeira análise, 195 observações. Com isso, a amostra ficou significativamente menor, podendo, assim, prejudicar a interpretação dos dados, visto que a análise de correspondência não é uma análise inferencial, mas exploratória. Na segunda análise, que leva em consideração os dezesseis serviços, o tamanho da amostra sobe para 1.191 observações, pois dezessete infraestruturas não prestam nenhum dos serviços analisados.

A tabela 2 exhibe o número de infraestruturas obtidas nas categorias em questão. A tabela 3 explicita os valores esperados sob a hipótese de independência das categorias e a tabela 4 mostra os valores das coordenadas dos pontos no gráfico de correspondência.

TABELA 2  
Tabela de contingência

	Calibração	Certificação	Inspeção	Metrologia	Total
DAP AUS	48	16	24	15	<b>103</b>
DAP PRES	24	24	36	5	<b>89</b>
DAP PRES E DEMAIS	0	0	3	0	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>20</b>	<b>195</b>
DA_PROC AUS <sup>1</sup>	37	24	25	12	<b>98</b>
DA_PROC PRES <sup>2</sup>	35	16	35	8	<b>94</b>
DA_PROC PRES E DEMAIS	0	0	3	0	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>20</b>	<b>195</b>

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> AUS = ausente.

<sup>2</sup> PRES = presente.

A inércia total do sistema foi de 0,11529, fazendo com que a estatística qui-quadrado fosse de 22,482. Dado que o valor crítico da distribuição qui-quadrado com seis graus de liberdade é 12,59, o valor obtido é significativo ao nível de significância de 5%, o que indicaria haver uma possível associação entre a prestação dos serviços DAP e os outros quatro serviços. Porém, mais de 25% dos valores esperados são menores que cinco, o que acarreta a uma má interpretação do teste qui-quadrado e, assim, impede que a inércia total seja usada como medida de inferência para este caso.

TABELA 3  
Valores esperados sob hipótese de independência

	Calibração	Certificação	Inspeção	Metrologia
DAP AUSENTE	38,031	21,128	33,277	10,564
DAP PRESENTE	32,862	18,256	28,754	9,128
DAP PRESENTE E TODOS PRESENTE	1,108	0,615	0,969	0,308
DA_PROC AUSENTE	361,846	20,103	31,662	10,051
DA_PROC PRESENTE	347,077	19,282	30,369	9,641
DA_PROC PRESENTE E TODOS PRESENTE	11,077	0,615	0,969	0,308

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

A tabela 3 mostra os valores esperados das frequências sob a hipótese de independência. Em outras palavras, quanto menor for a associação entre as variáveis das colunas com as variáveis das linhas, mais as frequências se aproximarão dos valores expostos na tabela 3. Note que mais de 25% dos valores são menores que cinco, logo, o teste qui-quadrado, para esse caso, não seria o mais adequado (Hosmer Junior e Lemeshow, 2004).

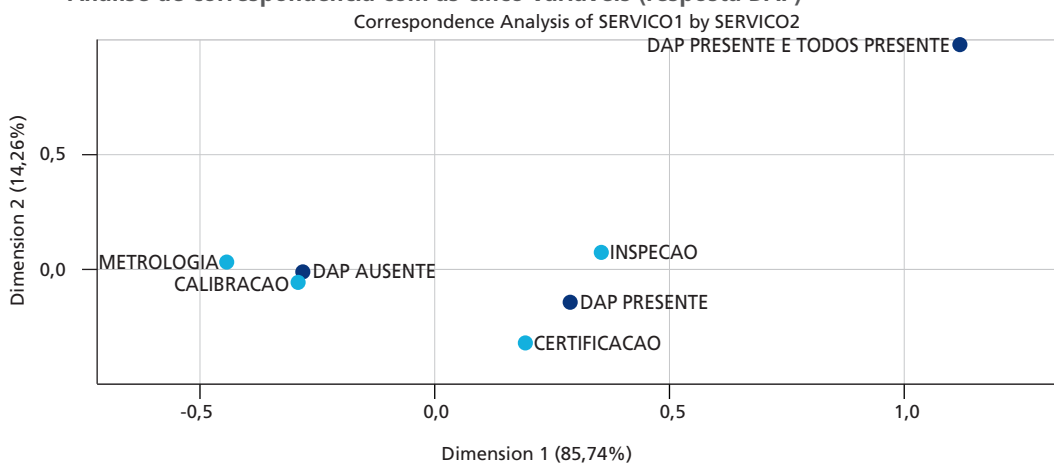
TABELA 4  
Coordenadas das colunas

	Dimensão 1		Dimensão 2	
	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC
Calibração	-0,291	-0,104	0,005	-0,07
Certificação	0,191	-0,209	-0,235	0,068
Inspeção	0,352	0,317	0,118	0,016
Metrologia	-0,442	-0,209	0,08	0,068

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).  
Elaboração dos autores.

A tabela 4 exibe as coordenadas dos pontos dos gráficos de correspondência expostos nos gráficos 1 e 2. Nela, é possível quantificar a distância entre os pontos, complementando a informação visual extraída do gráfico 1, representada pelos valores das colunas de DAP, e do gráfico 2, representada pelos valores das colunas de DA\_PROC.

GRÁFICO 1  
Análise de correspondência com as cinco variáveis (resposta DAP)



Fonte: De Negri e Squeff (2016b).  
Elaboração dos autores.

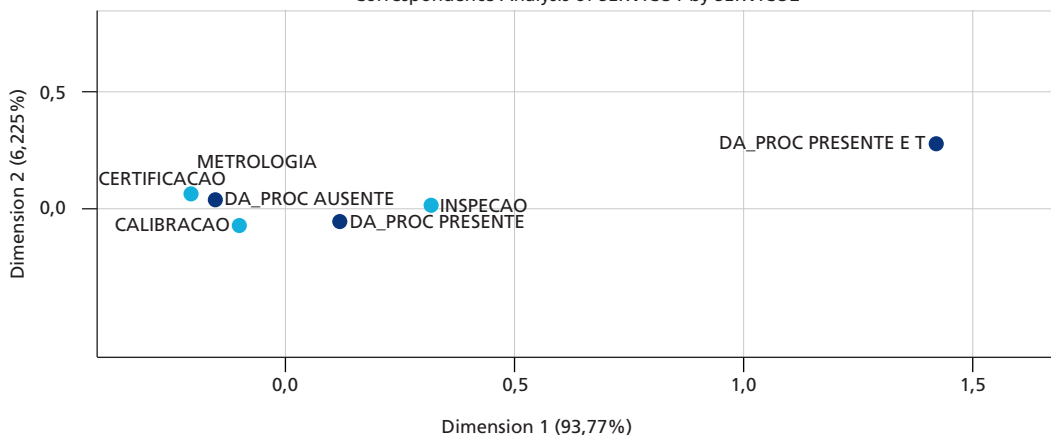
O gráfico 1 mostra que a presença dos serviços de metrologia e calibração indica uma maior ausência do serviço de desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos. A presença dos serviços inspeção e certificação está, na amostra de 195 infraestruturas, mais associado à presença do serviço DAP.

Uma possível interpretação para isso poderia ser de que a presença dos serviços de DAP indica a presença dos dois serviços mencionados anteriormente, assim como a ausência daquele indicaria a prestação de metrologia e calibração.

GRÁFICO 2

**Análise de correspondência com as cinco variáveis (resposta DA\_PROC)**

Correspondence Analysis of SERVICIO1 by SERVICIO2



Fonte: De Negri e Squeff (2016b).  
Elaboração dos autores.

No gráfico 2, pode-se observar que os serviços de metrologia, certificação e calibração, conjuntamente, estão, na amostra, mais próximos da ausência do serviço de desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos, indicando que a presença daqueles está associada a ausência deste. Para a presença do serviço de DA\_PROC, apenas o serviço de inspeção está associado.

A partir do gráfico 2, pela proximidade entre os pontos, pode-se afirmar que apenas as infraestruturas que prestam serviço de inspeção prestariam, necessariamente, serviço de desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos.

Apesar disso, como salientado anteriormente, o gráfico de correspondência serve apenas para uma análise exploratória dos dados, cuja interpretação não deve ser extrapolada para o universo estudado. Além disso, a amostra utilizada para a geração dos gráficos 1 e 2 está restrita a 195 observações, muito pequena para interpretações inferenciais.

### 5.1.2 Modelo logístico

A tabela 5 expõe os resultados que partem do modelo logístico – sem considerar fatores aleatórios, tais como hierarquia – com função de ligação (*link function*) *logit* e *probit*, respectivamente. Os valores expostos referentes às estimativas das variáveis explicativas indicam a intensidade da influência destas na probabilidade de o laboratório prestar serviços de desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos em cada modelo.

TABELA 5  
Características que afetam os serviços DAP/DA\_PROC

Parâmetro	Análise com função <i>logit</i>				Análise com função <i>probit</i>			
	Estimativas		Erro-padrão		Estimativas		Erro-padrão	
	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC
Intercepto	0,586***	0,203	0,21	0,191	0,366***	0,13	0,126	0,117
METR	0,273*	-0,0003	0,149	0,145	0,166*	0,002	0,091	0,089
CALIB	0,168	0,394***	0,13	0,122	0,102	0,243***	0,078	0,075
CERTIF	0,759***	0,187	0,159	0,151	0,468***	0,117	0,096	0,093
INSP	0,620***	0,537***	0,142	0,138	0,383***	0,333***	0,087	0,086
AIC	1337,045	1514,156	–	–	1336,855	1514,156	–	–
R <sup>2</sup> (%)	6,24	3,27	–	–	6,25	3,27	–	–
H-L	0,907	1,296	–	–	0,963	0,703	–	–

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: \* Significativo ao nível de 10%.

\*\* Significativo ao nível de 5%.

\*\*\* Significativo ao nível de 1%.

Com relação ao ajuste, nota-se que, em ambos os modelos, houve pouca explicação da resposta por parte das covariáveis, visto que os valores do coeficiente  $R^2$  foram 6,24 e 6,25 nas regressões *logit* e *probit*, respectivamente. O critério de Akaike, apesar de menor no modelo *probit*, também não sofreu muita alteração. Quanto à estatística de Hosmer e Lemeshow, esta, apesar de pequena, foi satisfatória quanto à hipótese de ajuste do modelo em ambos os casos.

Os serviços relacionados a metrologia, certificação e inspeção foram estatisticamente significativos em ambas regressões. Contudo, no modelo *probit* os valores de seus coeficientes foram menores, mostrando uma menor interferência na probabilidade de prestação de serviço de DAP por unidade acrescida em cada uma dessas variáveis.

### 5.1.3 Modelo logístico hierárquico

No modelo hierárquico, investigou-se a relação das covariáveis com a resposta da mesma forma como foi feito no modelo anterior. A tabela 6 mostra os resultados dos coeficientes da regressão e a covariância.

TABELA 6  
Características que afetam os serviços DAP/DA\_PROC

Parâmetro	Análise com função logit				Análise com função probit			
	Estimativas		Erro-padrão		Estimativas		Erro-padrão	
	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC
Intercepto	-1,170***	-0,865***	0,098	0,094	-0,723***	-0,539***	0,057	0,057
METR	0,472	-0,027	0,309	0,303	0,289	-0,012	0,187	0,185
CALIB	0,381	0,860***	0,267	0,252	0,231	0,532***	0,161	0,155
CERT	1,496***	0,358	0,323	0,309	0,927***	0,226	0,195	0,19
INSP	1,171***	1,026***	0,289	0,282	0,728***	0,638***	0,177	0,174
Covariância								
Instituições	0,179	0,189	0,114	0,102	0,06	0,07	0,039	0,038

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: \* Significativo ao nível de 10%.

\*\* Significativo ao nível de 5%.

\*\*\* Significativo ao nível de 1%.

De acordo com o exposto na tabela 6, manteve-se a mesma significância para as covariáveis de Certificação e Inspeção em comparação ao modelo exibido na tabela 5, com exceção do serviço de Metrologia. Porém, os valores de seus coeficientes aumentaram, indicando que ao considerar a correlação existente entre laboratórios de uma mesma instituição, o efeito de cada serviço significativo na propensão de o laboratório desenvolver e aperfeiçoar produtos aumenta.

#### 5.1.4 Razão de chances

A tabela 7 expõe os resultados das estimativas de *odds ratio*. Nela, é possível inferir que, em ambos os modelos logístico e logístico hierárquico, os laboratórios que prestam serviços de certificação e inspeção possuem mais chance de desenvolver e aperfeiçoar produtos em relação àqueles que não prestam esses serviços. Note que, ao considerar o efeito hierárquico das instituições sobre os laboratórios, as chances se mantêm próximas daquelas obtidas ao desconsiderar esse fator, havendo alteração apenas na significância da variável metrologia.

TABELA 7  
Estimativas da razão de chances

Efeito	Modelo com função logit					
	DAP			DA_PROC		
	Estimativa	Limites de confiança		Estimativa	Limites de confiança	
METR	1,727*	0,963	3,095	0,999	0,566	1,765
CALIB	1,398	0,841	2,323	2,201	1,366	3,545
CERT	4,561***	2,449	8,497	1,452	0,805	2,62
INSP	3,452***	1,976	6,03	2,925	1,702	5,029

(Continua)

(Continuação)

Efeito	Modelo Logístico Hierárquico					
	DAP			DA_PROC		
	Estimativa	Limites de confiança		Estimativa	Limites de confiança	
METR	1,602	0,874	2,939	0,973	0,537	1,763
CALIB	1,464	0,867	2,471	2,364	1,442	3,874
CERT	4,462***	2,369	8,402	1,43	0,78	2,621
INSP	3,224***	1,829	5,682	2,79	1,606	4,848

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: \* Significativo ao nível de 10%.

\*\* Significativo ao nível de 5%.

\*\*\* Significativo ao nível de 1%.

Em suma, a tabela 7 mostra que laboratórios que prestam serviço de certificação têm mais de quatro vezes mais chance de desenvolver e aperfeiçoar produtos que outros laboratórios, e aqueles que prestam serviços de inspeção possuem mais de três vezes mais chance de prestar serviço de DAP do que laboratórios que não prestam esse serviço. Metrologia e calibração não só mostraram pouca ou nenhuma significância como apresentam chances próximas de um, o que indica pouca alteração na chance de prestar serviço de DAP.

## 5.2 Resultados com os demais serviços

De forma análoga à subseção 4.1, primeiramente fez-se uso da análise gráfica de correspondência como forma exploratória dos dados. Em seguida, testaram-se os modelos *logit* e *probit* em cada análise sem e com os efeitos hierárquicos das instituições no modelo. Para um melhor aproveitamento dos dados e evitar problemas de multicolinearidade por serem muitas variáveis, utilizou-se o método *stepwise* para seleção de variáveis nas regressões. Note que, após esse filtro, restaram somente oito das dezesseis covariáveis analisadas inicialmente.

Por conta da dificuldade na visualização dos resultados gráficos da análise de correspondência com todos os serviços, optou-se por omitir os resultados gráficos neste trabalho, mantendo apenas os valores das dimensões e inércia obtidos. Apesar disso, ainda se tem os resultados inferenciais das relações entre tais variáveis por meio das regressões.

### 5.2.1 Análise de correspondência

Nesta seção, os resultados da análise de correspondência não são expostos por visualizações gráficas, pois os diferentes pontos ficam sobrepostos tornando inviável a interpretação. Com isso, expõe-se aqui as frequências por meio de tabela de contingência e os valores das coordenadas no gráfico e inércia total do sistema.

Os dados relativos ao quantitativo de laboratórios por serviços prestados são expostos na tabela 8.

TABELA 8  
Tabela de contingência

	DAP AUS1	DAP PRES2	DAP PRES e demais	Total
ACESSO_BANCO_CELULAS	52	10	0	62
ANALISE_MATERIAIS	228	77	0	305
ANALISE_PROP_FISQUIM	73	21	0	94
CALIBRACAO	48	24	0	72
CERTIFICACAO	16	24	0	40
CONSULTORIA_TECNCIEN	193	73	0	266
ELAB_TEST_PROT	22	5	0	27
ENSAIOS_TESTES	86	3	0	89
EXAM_LAB	24	1	0	25
INF_TECN	28	0	0	28
INSPECAO	24	36	3	63
MANUT_EQUIP	4	1	0	5
METROLOGIA	15	5	0	20
OUTROS	29	0	0	29
SERV_AMBIENTAIS	6	0	0	6
	DA_PROC AUSENTE	DA_PROC PRESENTE	DA_PROC PRES E DEMAIS	Total
ACESSO_BANCO_CELULAS	45	17	0	62
ANALISE_MATERIAIS	200	105	0	305
ANALISE_PROP_FISQUIM	63	31	0	94
CALIBRACAO	37	35	0	72
CERTIFICACAO	24	16	0	40
CONSULTORIA_TECNCIEN	191	75	0	266
ELAB_TEST_PROT	22	4	0	26
ENSAIOS_TESTES	86	13	0	99
EXAM_LAB	24	1	0	25
INF_TECN	28	3	0	31
INSPECAO	25	35	3	63
MANUT_EQUIP	4	0	0	4
METROLOGIA	12	8	0	20
OUTROS	29	1	0	30
SERV_AMBIENTAIS	6	1	0	7
<b>Total</b>	<b>823</b>	<b>369</b>	<b>3</b>	<b>1.195</b>

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> AUS = ausente.

<sup>2</sup> PRES = presente.

Como dito anteriormente, o tamanho da amostra analisada foi de 1.195, visto que muitos laboratórios não prestam nenhum dos serviços listados. Esses não entraram no quantitativo.



Em seguida, a tabela 9 mostra as coordenadas principais dos serviços supostamente associados à DAP e DA\_PROC.

TABELA 9  
Coordenadas principais dos serviços

	Dimensão 1		Dimensão 2	
	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC
ACESSO_BANCO_CELULAS	-0.2173	-0.0915	0.0493	-0.0028
ANALISE_MATERIAIS	-0.0290	0.0379	0.0418	-0.0820
ANALISE_PROP_FISQUIM	-0.0890	0.0112	0.0128	-0.0657
CALIBRACAO	0.1381	0.2999	0.1226	-0.2424
CERTIFICACAO	0.6889	0.1408	0.3891	-0.1451
CONSULTORIA_TECNCIEN	0.0164	-0.0772	0.0638	-0.0116
DA_PROC	0.2758	0.2712	0.1892	-0.2249
ELAB_TEST_PROT	-0.1679	-0.3138	0.0254	0.1333
ENSAIOS_TESTES	-0.4808	-0.3554	0.1768	0.1588
EXAM_LAB	-0.4678	-0.5241	0.1705	0.2621
INF_TECN	-0.5505	-0.4192	0.2104	0.1979
INSPECAO	1.0687	0.9523	0.4825	0.4739
MANUT_EQUIP	-0.1373	-0.5980	0.0106	0.3073
METROLOGIA	-0.0341	0.1408	0.0394	-0.1451
OUTROS	-0.5505	-0.5364	0.2104	0.2696
SERV_AMBIENTAIS	-0.5505	-0.3341	0.2104	0.1457

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).  
Elaboração dos autores.

A inércia total do sistema para a variável DAP foi de 0,15027, fazendo com que a estatística qui-quadrado fosse de 178.974. Para o serviço de DA\_PROC, o valor da inércia total foi de 0,11936 e a estatística qui-quadrado 142.641. Dado que o valor crítico da distribuição qui-quadrado com trinta graus de liberdade é 53,672, o valor obtido é significativo ao nível de significância de 5%, indicando assim haver uma possível associação entre a prestação dos serviços DAP e os outros quatro serviços. Porém, mais de 25% dos valores esperados são menores que cinco, o que acarreta a uma má interpretação do teste qui-quadrado. Em outras palavras, nesse caso, o valor da inércia total não é suficiente para afirmar se há ou não associação entre os serviços prestados.

As tabelas 4 e 9 mostram coordenadas de dois gráficos em contextos totalmente diferentes, a começar pelo número de pontos que aumenta substancialmente de uma para outra, visto que passamos a usar todos os serviços. Uma outra diferença é o tamanho da amostra que passou de 195 para 1.195 observações. Com isso, é perfeitamente compreensível as duas tabelas apresentarem resultados diferentes.

## 5.2.2 Modelo logístico

A tabela 10 exibe os resultados do modelo logístico adotando as funções *logit* e *probit*, respectivamente. Percebe-se que em ambos os modelos, a significância manteve-se, juntamente com seu ajuste, de acordo com as medidas AIC,  $R^2$  e H-L, as quais sofreram pouca alteração. Assim como na subseção 4.1, as estimativas diminuem com a função de ligação *probit*. Note que o modelo com essas variáveis ficou mais bem ajustado em comparação ao modelo com apenas os quatro serviços.

TABELA 10  
Características que afetam o serviço DAP e DA\_PROC

Parâmetro	Modelo com função logit				Modelo com função probit			
	Estimativas		Erro-padrão		Estimativas		Erro-padrão	
	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC	DAP	DA_PROC
Intercepto	0,697**	1,520***	0,303	0,338	0,416**	0,727***	0,174	0,174
DAP	–	0,757***	–	0,083	–	0,456***	–	0,049
CERTIF	0,806***	–	0,176	–	0,467***	–	0,103	–
FISQUIM	0,232**	0,406***	0,092	0,084	0,130**	0,240***	0,053	0,049
TECNCIEN	0,289***	0,258***	0,082	0,075	0,162***	0,143	0,046	0,043
DA_PROC	0,770***	–	0,084	–	0,448***	–	0,048	–
PROTOTIP	0,813***	0,205**	0,9	0,094	0,477***	0,135**	0,053	0,055
INF_TECN	0,207**	0,497***	0,096	0,089	0,118**	0,294***	0,056	0,052
ESCALON	0,549**	1,05***	0,234	0,298	0,330**	0,568***	0,135	0,161
SERV_AMB	-0,361***	0,26**	0,137	0,114	0,206***	0,152**	0,077	0,066
CALIB	–	0,262**	–	0,129	–	–	–	–
AIC	1041,451	–	–	1041,882	1196,137	–	–	–
$R^2$ (%)	27,07	24,4	–	–	27,05	24,03	–	–
H-L	8,205	6,579	–	–	8,96	11,016	–	–

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: \* Significativo ao nível de 10%.

\*\* Significativo ao nível de 5%.

\*\*\* Significativo ao nível de 1%.

As variáveis CERTIF, FISQUIM, TECNCIEN, PROTOTIP, INF\_TECN e ESCALON referem-se, respectivamente aos serviços de certificação, análise de propriedades físico-químicas, consultoria técnico-científica, elaboração de testes de protótipos, informação tecnológica e escalonamento.

## 5.2.3 Modelo logístico hierárquico

De forma análoga à subseção 5.1.3, ajustou-se também um modelo hierárquico às variáveis expostas na tabela 11. Isso permite ter uma melhor percepção dos fatores mais influentes no desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos comparando-se vários modelos diferentes.

Note que, de acordo com o exposto na tabela 11, o serviço de maior influência na propensão de prestação de DAP é a elaboração de testes de protótipos. Serviços ambientais parecem influenciar negativamente a probabilidade de resposta.

TABELA 11  
Características que afetam os serviços DAP e DA\_PROC

Parâmetro	Modelo com função logit				Modelo com função probit			
	Estimativa		Erro-padrão		Estimativa		Erro-padrão	
Intercepto	-2,587***	-2,136***	0,163	0,148	-1,506***	-1,269***	0,086	0,083
CALIB	–	0,576**	–	0,268	–	0,333**	–	0,157
CERTIF	1,595***	–	0,353	–	0,926***	–	0,207	–
FISQUIM	0,473**	0,797***	0,187	0,172	0,264**	0,470***	0,107	0,101
TECNCIEN	0,600***	0,508***	0,166	0,154	0,343***	0,292***	0,094	0,089
DAP	–	1,523***	–	0,169	–	0,920***	–	0,101
DA_PROC	1,545***	–	0,169	–	0,901***	–	0,098	–
PROTIP	1,607***	0,402**	0,183	0,193	0,946***	0,238**	0,107	0,114
INF_TECN	0,417**	0,999***	0,193	0,181	0,241**	0,588***	0,112	0,107
ESCALON	1,093**	2,192***	0,474	0,615	0,659**	1,201***	0,274	0,333
SERV_AMBIENTAIS	-0,741***	0,538**	0,276	0,233	0,430***	0,316**	0,156	0,136
Covariância								
Instituições	0,119	0,177	0,095	0,126	0,039	0,067	0,031	0,046

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: \* Significativo ao nível de 10%.

\*\* Significativo ao nível de 5%.

\*\*\* Significativo ao nível de 1%.

Assim como para o caso de quatro variáveis na subseção 5.1.3, ao incorporar a influência das instituições na análise, os valores dos coeficientes tiveram um aumento expressivo. Isso demonstra, mais uma vez, a importância de considerar a hierarquia no modelo. Além disso, os resultados não apenas das estimativas, mas também da significância das variáveis em ambos os modelos se mantiveram coerentes com os da tabela 10, com exceção do intercepto que passou a ser negativo no modelo hierárquico.

#### 5.2.4 Razão de chances

A tabela 13 mostra os resultados de *odds ratio* para as variáveis inseridas nos modelos logístico e logístico hierárquico, tanto para a resposta de aperfeiçoamento de produtos quanto de serviços. Os modelos estão separados horizontalmente na tabela enquanto as análises para as diferentes respostas estão separadas no sentido vertical.

TABELA 12  
Estimativas da razão de chances

Efeito	Modelo com função logit			Modelo logístico hierárquico		
	Resposta DAP			Resposta DAP		
	Estimativa	Limites de confiança		Estimativa	Limites de confiança	
CERTIFICACAO	5,012***	2,512	10,001	4,930***	2,464	9,864
ANALISE_PROP_FISQUIM	1,592**	1,109	2,283	1,605**	1,113	2,315
CONSULTORIA_TECNCIEN	1,782***	1,293	2,457	1,822***	1,315	2,526
DA_PROC	4,666***	3,364	6,472	4,686***	3,364	6,529
ELAB_TEST_PROT	5,080***	3,57	7,227	4,989***	3,481	7,151
INF_TECN	1,513**	1,039	2,202	1,517**	1,039	2,215
ESCALONAMENTO	2,996**	1,198	7,495	2,982**	1,176	7,564
SERV_AMBIENTAIS	0,486***	0,284	0,832	0,476***	0,277	0,819

Efeito	Modelo com função logit			Modelo logístico hierárquico		
	Resposta DA_PROC			Resposta DA_PROC		
	Estimativa	Limites de confiança		Estimativa	Limites de confiança	
CALIBRACAO	1,688**	1,017	2,801	1,779***	1,051	3,01
ANALISE_PROP_FISQUIM	2,251***	1,617	3,134	2,218**	1,583	3,109
CONSULTORIA_TECNCIEN	1,676***	1,25	2,247	1,662***	2,229	2,247
DAP	4,547***	3,285	6,293	4,586***	3,291	6,39
ELAB_TEST_PROT	1,507**	1,042	2,181	1,495**	1,024	2,184
INF_TECN	2,701***	1,904	3,833	2,716***	1,905	3,872
ESCALONAMENTO	8,160***	2,534	26,279	8,951***	2,678	29,924
SERV_AMBIENTAIS	1,682**	1,077	2,629	1,712**	1,084	2,704

Fonte: De Negri e Squeff (2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: \* Significativo ao nível de 10%.

\*\* Significativo ao nível de 5%.

\*\*\* Significativo ao nível de 1%.

Especificamente com relação à resposta DAP, para o primeiro modelo, o maior valor da razão de chances está relacionado à elaboração de testes de protótipos. A partir desses resultados, pode-se inferir que laboratórios que prestam tal serviço têm cerca de cinco vezes mais chance de prestar serviço de DAP do que aqueles que não o fazem. Em contrapartida, laboratórios que desenvolvem atividades relacionadas ao meio ambiente parecem ter quase duas vezes mais chance de não prestar serviço de DAP. Comparando o segundo modelo com o primeiro, não há alteração significativa nos resultados, sendo que, por exemplo, para certificação, no caso da resposta DAP, a razão de chances decresce de 5,012 para 4,93. Levando em consideração o intervalo de confiança, os dois *odds ratio* permanecem tecnicamente iguais, pois ambos se encontram dentro da interseção dos intervalos (2,512 a 9,684).

Observando os resultados da análise sobre o serviço de DA\_PROC, tem-se como maior valor de *odds ratio* o serviço de escalonamento. O menor valor apresentado foi o de elaboração de testes de protótipos. A interpretação desses valores é de que infraestruturas

que prestam serviço de escalonamento possuem cerca de oito vezes mais chance de desenvolver e aperfeiçoar processos que laboratórios que não o prestam. Mais uma vez, não houve alterações significativas quando se utilizou o modelo levando em conta a hierarquia das instituições sobre os laboratórios.

Infere-se, portanto, da tabela 10, que laboratórios que fazem certificação, desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos ou elaboração de teste de protótipos possuem cerca de cinco vezes mais chance de desenvolver e aperfeiçoar produtos que aqueles que não prestam nenhum desses serviços. Laboratórios que prestam consultoria técnica e científica possuem cerca de duas vezes mais chance e os que prestam serviços de escalonamento, cerca de três vezes. Aqueles que prestam serviços ambientais possuem cerca de duas vezes mais chance de não prestarem serviços de DAP. Um fato curioso observado a partir dessa tabela é o de que a elaboração de testes de protótipos influencia significativamente o serviço de DAP, porém praticamente não altera o serviço de DA\_PROC.

## 6 CONCLUSÃO

Primeiramente, a análise exploratória foi útil para que se pudesse ter uma ideia do comportamento dos elementos estudados. Seus resultados podem ser vistos nos gráficos 1 e 2 e nas tabelas 8 e 9. Eles indicam, num primeiro momento, tanto uma proximidade maior dos serviços de inspeção e certificação com a presença do serviço de desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos (DAP) como de metrologia e calibração com a ausência de DAP. O gráfico 2 mostra o serviço de inspeção mais próximo da presença de desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos (DA\_PROC), enquanto os outros serviços aparecem mais próximos de sua ausência. Contudo, apesar de serem bons recursos visuais, esses gráficos servem apenas como medida exploratória, ou seja, não se pode obter análises inferenciais a partir deles.

A partir, então, das análises inferenciais, conclui-se que a correlação entre os serviços prestados pelas infraestruturas mostra-se condizente com a expectativa da presença do fator relacional entre as atividades de prestação de serviços dos laboratórios. Em relação à expectativa assumida no trabalho, que foi o ponto de partida para esta análise, quando se escolheu para investigação os serviços de metrologia, calibração, certificação e inspeção, as discrepâncias (tabela 12) são a ausência de metrologia entre

os serviços correlacionáveis com DAP e DA\_PROC, e de calibração entre os serviços correlacionáveis com DAP.

Os modelos utilizados para inferir a relação entre as variáveis estudadas e os serviços de DAP e DA\_PROC mostraram-se satisfatórios, podendo-se afirmar que o modelo mais indicado é aquele cujos resultados encontram-se na tabela 12. Consequentemente, essa tabela mostrou-se ser a melhor com relação ao objetivo do estudo. Isso se deve ao fato de que, por ser um modelo não linear em que todas as variáveis envolvidas são binárias, a melhor maneira de buscar uma relação entre elas é analisando as razões de chances.

Os resultados da referida tabela mostram que laboratórios que fazem certificação, DA\_PROC e elaboração e teste de protótipos possuem cerca de cinco vezes mais chance de prestar serviços de DAP que aqueles que não prestam nenhum desses serviços. Laboratórios que prestam consultoria técnica e científica possuem cerca de duas vezes mais chance e os que prestam serviços de escalonamento, cerca de três vezes. Laboratórios que prestam serviços de escalonamento possuem cerca de oito vezes mais chance de prestar DA\_PROC.

O trabalho mostra que a exploração empírica, com critérios estatísticos, dos dados da pesquisa *Mapeamento das infraestruturas de pesquisa* na perspectiva de evidenciar aspectos relacionais da sua diversificação é viável. Este indicativo é importante para justificar o desenvolvimento conceitual com foco na diversificação tecnológica relacional de infraestruturas de pesquisa, e o aperfeiçoamento da base de dados e da ferramenta estatística. Com algum desenvolvimento, o exercício apresentado neste trabalho poderá ser considerado um instrumento de gestão, tanto para o gestor e formulador de políticas governamentais de desenvolvimento científico, tecnológico e inovação quanto para o gestor da infraestrutura de pesquisa.

Apesar da distância entre as motivações do gestor de uma organização pública sem fins lucrativos, como é o caso de grande parte e a rigor a relevante infraestrutura de pesquisa no Brasil, e a do gestor de uma firma voltada para resultados financeiros, a utilização de conceitos explorados neste trabalho oferece opções analíticas a processos decisórios de organizações que almejem uma diversificação relacional como forma de melhorar seu desempenho.

Algumas questões que devem ser objeto de investigações mais profundas são: *i*) a dimensão relacional entre os serviços prestados pelo conjunto das infraestruturas de pesquisa do estudo *Mapeamento das infraestruturas de pesquisas* (De Negri e Squeff, 2016b) é um padrão válido para uma infraestrutura individualmente?; *ii*) a investigação da fundamentação tecnológica, produtiva administrativa da complementariedade e da sinergia no uso dos recursos que leva à diversificação tecnológica relacional; e *iii*) qual a influência que variáveis relativas ao perfil da infraestrutura como porte, área de atuação, perfil institucional, composição do seu quadro de colaboradores, exerce sobre a diversificação relacional da infraestrutura de pesquisa?

O estudo suscita possibilidades de desenvolvimento em diversas linhas. Uma delas é clarificar as distinções entre a firma de fins lucrativos e a organização governamental ou paragovernamental, em termos tanto do processo de tomada de decisões dos seus gestores quanto aos investimentos para expansão das suas capacidades e competências. Outra linha a ser explorada diz respeito à relação entre as capacidades em ativos tangíveis – equipamentos, instalações – e competências em ativos intangíveis – capacitação do quadro de colaboradores – das infraestruturas de pesquisa, aprofundando a explicação da natureza e papel das complementariedades e sinergias.

Recomenda-se ainda, para o desenvolvimento das investigações sobre a diversificação da infraestrutura de pesquisa: *i*) aperfeiçoamento da coleta de informações com base na pesquisa do Ipea e parceiros sobre as infraestruturas de pesquisa, de modo a garantir maior cobertura e consistência nos dados reportados pelos laboratórios; e *ii*) generalização da aplicação do método buscando identificar as situações em que a diversificação relacional possa se fazer presente nas infraestruturas de pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- AGRESTI, A. **Analysis of ordinal categorical data**. US: Wiley, 2010. v. 656.
- ALONSO-BORREGO, C.; FORCADELL, F. J. Related diversification and R&D intensity dynamics. **Research Policy**, v. 39, n. 4, p. 537-548, 2010.
- CHEN, Y.-S.; SHIH, C.-Y.; CHANG, C.-H. The effects of related and unrelated technological diversification on innovation performance and corporate growth in the taiwan's semiconductor industry. **Scientometrics**, v. 92, n. 1, p. 117-134, 2012.

CHIU, Y.-C. *et al.* Technological diversification, complementary assets, and performance. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 75, n. 6, p. 875-892, 2008.

COASE, R. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, p. 38, 1937.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. O Mapeamento da infraestrutura científica e tecnológica no Brasil. *In: \_\_\_\_\_*. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea, 2016a.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (Orgs.). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea, 2016b.

DOBSON, A. J. **An introduction to generalized linear models**. US: CRC press, 2001.

GARCIA-VEGA, M. Does technological diversification promote innovation?: an empirical analysis for european firms. **Research Policy**, v. 35, n. 2, p. 230-246, 2006.

HOSMER JUNIOR, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. US: Wiley, 2004.

KLEIN, P. G.; LIEN, L. B. Diversification, industry structure, and firm strategy: an organizational economics perspective. **Economic Institutions of Strategy Advances in Strategic Management**, v. 26, p. 289-312, 2009.

LITTELL, R. C. **SAS for mixed models**. North Carolina: SAS institute, 2006.

MILLER, D. J. Firms' technological resources and the performance effects of diversification: a longitudinal study. **Strategic Management Journal**, v. 25, n. 11, p. 1097-1119, 2004.

\_\_\_\_\_. Technological diversity, related diversification, and firm performance. **Strategic Management Journal**, v. 27, n. 7, p. 601-619, 2006.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Minas Gerais: Editora UFMG, 2005.

ROBINS, J. A.; WIERSEMA, M. F. A resource-based approach to the multibusiness firm: empirical analysis of portfolio interrelationships and corporate financial performance. **Strategic Management Journal**, v. 16, p. 277-299, 1995.

\_\_\_\_\_. The measurement of corporate portfolio strategy: Analysis of the content validity of related diversification indexes. **Strategic Management Journal**, v. 24, n. 1, p. 39-59, 2003.

RUMELT, R. P. Diversification strategy and profitability. **Strategic management journal**, v. 3, n. 4, p. 359-369, 1982.

SOARES, C. F. dos S. **Modelagem conceitual do domínio infraestrutura de qualidade (IQ): proposta metodológica para construção de um sistema de organização do conhecimento (SOC)**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://migre.me/v4RDe>>.



TEECE, D. J. *et al.* Understanding corporate coherence: Theory and evidence. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 23, n. 1, p. 1-30, 1994.

TIRONI, L. F. Serviços tecnológicos. *In*: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (Orgs.). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea, 2016.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

MONTGOMERY, C. A. The measurement of firm diversification: Some new empirical evidence. **Academy of Management journal**, v. 25, n. 2, p. 299-307, 1982.

## **EDITORIAL**

### **Coordenação**

Cláudio Passos de Oliveira

### **Supervisão**

Everson da Silva Moura

Leonardo Moreira Vallejo

### **Revisão**

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Marco Aurélio Dias Pires

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Alessandra Farias da Silva (estagiária)

Lilian de Lima Gonçalves (estagiária)

Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza (estagiário)

Paulo Ubiratan Araujo Sobrinho (estagiário)

Pedro Henrique Ximendes Aragão (estagiário)

### **Editoração**

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Danilo Leite de Macedo Tavares

Herllyson da Silva Souza

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

### **Capa**

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

### **Projeto Gráfico**

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.*

### **Livraria Ipea**

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)







### **Missão do Ipea**

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO  
**PLANEJAMENTO,  
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**

