

# Nota Técnica

**Índices compostos de inovação: uma  
proposta de cálculo de ratings para  
empresas e projetos**

Luiz Ricardo Cavalcante  
Fernanda De Negri

**Nº 13**

Brasília, julho de 2013

# Índices compostos de inovação: uma proposta de cálculo de ratings para empresas e projetos\*

Luiz Ricardo Cavalcante\*\*

Fernanda De Negri\*\*

## 1 Introdução

Ao longo das duas últimas décadas, o Brasil adotou um grande número de políticas de inovação cujo foco explícito é o setor produtivo. Incentivos fiscais para as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), por exemplo, foram previstos ainda na década de 1990, quando foi promulgada a Lei nº 8.661/1993. A partir do final daquela década, começaram a ser instituídos os fundos setoriais, cujo alvo, a princípio, era o setor produtivo e cujo propósito era criar condições mais estáveis de financiamento público às atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A promulgação da Lei de Inovação, em 2004 (Lei nº 10.973/2004), que visou à criação de mecanismos que permitissem intensificar a relação entre a produção do conhecimento nas universidades e centros de pesquisa e o setor produtivo, facultou a destinação de subvenções para atividades de P&D nas empresas que, até então, era controversa do ponto de vista legal. No ano seguinte, aperfeiçoou-se a legislação relativa aos incentivos fiscais para a inovação, que passaram a compor o terceiro capítulo da chamada Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005). Também a partir de meados da década de 2000, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) lançou diversos programas e chamadas públicas para apoio a empresas, e teve seu orçamento para concessão de crédito em condições mais favoráveis para atividades de inovação significativamente ampliado. Além disso, a Medida Provisória nº 495/2010, mais tarde convertida na Lei nº 12.349/2010, alterou o marco legal que rege as compras governamentais no país, visando promover o desenvolvimento de novos mercados e o apoio à inovação.

Esse conjunto de incentivos fiscais e financeiros justifica-se porque *i*) os retornos sociais dos investimentos em inovação são, em geral, superiores a seus retornos privados em virtude da impossibilidade de se apropriarem plenamente de seus resultados no interior das empresas; e *ii*) os elevados níveis de incerteza associados às atividades de inovação inibem a captação de recursos privados externos para financiar as atividades de P&D (ARROW, 1962; HALL, 1992 apud ASCHHOFF, 2009, p. 1). Nesse sentido, a adequada alocação dos recursos destinados ao setor produtivo no

---

\* Este trabalho foi originalmente elaborado a pedido da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) para subsidiar seu processo de análise de crédito a empresas. Os autores agradecem aos colegas da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea, com os quais tiveram a oportunidade de discutir versões preliminares deste trabalho, e à Finep pelas inúmeras sugestões para a elaboração dos *ratings* propostos. Em especial, agradecem a Graziela Ferrero Zucoloto pelos comentários e sugestões, e a Eric Jardim por sua inestimável contribuição para a elaboração do *rating* de projeto. Os erros e omissões são de responsabilidade dos autores.

\*\* Técnicos de planejamento e pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

âmbito dessas políticas pressupõe a aferição do potencial inovador das empresas envolvidas e dos projetos submetidos à análise dos agentes públicos. Essas análises, atualmente, apoiam-se em um conjunto de dados, informações e impressões de natureza subjetiva, uma vez que, diferentemente dos procedimentos de análise de crédito – marcados pelo uso de modelos estatísticos que visam estimar as probabilidades de inadimplência –, não há métodos de natureza quantitativa amplamente utilizados para aferir o potencial inovador das empresas e projetos submetidos à apreciação dos agentes públicos responsáveis pela implementação dessas políticas.

Seja no âmbito dos métodos de caráter mais qualitativo hoje empregados, seja no âmbito dos procedimentos predominantemente quantitativos que se pode propor, a aferição do potencial inovador de empresas e projetos envolve a ponderação de um conjunto de características previamente registradas na literatura e a experiência dos agentes públicos nesse tipo de avaliação. Com efeito, um único indicador não é capaz de captar todas as dimensões das atividades envolvidas no processo de inovação. Sabe-se que, a despeito de controvérsias em alguns setores de atividades, a inovação tende a estar associada ao porte empresarial e à magnitude dos projetos, uma vez que, via de regra, ganhos de escala e escopo são relevantes para que se possa alcançar inovações de maior impacto econômico. Da mesma forma, é amplamente documentado que a inovação é mais frequente e relevante em alguns setores do que em outros. Nesse sentido, seja com base na classificação adotada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que reúne os setores da indústria de transformação em quatro grupos principais de intensidade tecnológica (alta, média-alta, média-baixa e baixa), seja com base na taxonomia proposta por Pavitt (1984), por exemplo, é possível ordenar os setores de atividade de acordo com seu potencial inovador. Os esforços empreendidos para gerar novos produtos e processos – que envolvem, por exemplo, os dispêndios em P&D interno e externo e o número de pesquisadores e engenheiros alocados nesse tipo de atividade – são outro fator associado ao potencial inovador de empresas e projetos. Por fim, os resultados alcançados pelas empresas ou que se pretende alcançar com os novos projetos, que correspondem às taxas de inovação de produtos e processos novos para a empresa, para o mercado nacional e para o mercado mundial, por exemplo, são elementos que concorrem para a aferição do potencial inovador.

Ainda que haja um amplo consenso a respeito dos fatores associados ao potencial inovador de empresas e projetos, os métodos de análise são ainda pouco sistemáticos e frequentemente subjetivos. Isso se justifica, em parte, porque há elementos associados ao potencial inovador de empresas e projetos que não podem ser capturados apenas por dados de natureza quantitativa. Esse é o caso, por exemplo, das taxas de inovação de produtos e processos que, por sua natureza binária, frequentemente demandam algum tipo de qualificação. Ainda assim, o uso de indicadores quantitativos, quando empregados de maneira complementar às análises específicas de cada instituição, pode contribuir para uma maior padronização dos processos de análise, para uma maior transparência do processo de decisão dos agentes públicos, para a redução dos prazos de

análise dos projetos; e, portanto, para uma melhor alocação dos recursos destinados ao incentivo às atividades de inovação.

O objetivo desta nota é propor um método para a atribuição de um rating de inovação para empresas e projetos com base em indicadores de natureza quantitativa adotando um procedimento análogo ao usado para a atribuição de escores de crédito. Em particular, pretende-se contribuir para o aprimoramento do processo de análise de projetos adotado pela Finep. Os *ratings* propostos são obtidos a partir de indicadores compostos de inovação que, por sua vez, são calculados com base em fatores associados, por exemplo, ao porte das empresas, à magnitude dos projetos, aos esforços empreendidos para inovar e aos resultados alcançados ou pretendidos com esses esforços. Conforme se verá ao longo deste documento, os dados usados para o cálculo dos indicadores compostos de inovação são ponderados por dados relativos ao setor de atividade em que se enquadram as empresas e os projetos. Esses dados são obtidos na Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).<sup>1</sup> Uma vez que os indicadores são relativos aos setores de atividade, uma dimensão setorial – que permite distinguir empresas e projetos enquadrados em setores mais intensivos em tecnologia das empresas e projetos enquadrados nos setores menos intensivos – foi incluída nos indicadores compostos usados para se obter o *rating*. Esta nota está segmentada em mais seis seções além da introdução. Na seção 2, definem-se o *rating* e a composição dos indicadores de inovação de empresas e projetos. Em seguida apresenta-se uma visão geral dos procedimentos de cálculo dos indicadores específicos associados a cada indicador composto. Os indicadores compostos de inovação de empresas e projetos são os objetos das seções 4 e 5, respectivamente. Na seção 6, é apresentada uma versão adaptada do indicador composto de inovação para aplicação ao caso de empresas que ainda não estão em operação. Finalmente, na sétima seção, apresentam-se as considerações finais deste trabalho.

## 2 Definições

O *rating* de inovação é obtido a partir do enquadramento do indicador composto de inovação em faixas previamente definidas. Um exemplo é dado na tabela abaixo, que associa um total de oito *ratings* (de A+ a D) ao indicador composto de inovação que pode variar de zero a um.

---

<sup>1</sup> Optou-se por limitar as comparações setoriais aos dados disponíveis na Pintec. Com isso, aspectos como exportações, cujos dados de referência provêm da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), e número de engenheiros, cujos dados podem ser obtidos na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), não foram considerados nos *ratings* propostos. Sua eventual inclusão, no futuro, poderia seguir padrões semelhantes aos usados nas dimensões econômica e de recursos humanos alocados em atividades de inovação.

**Tabela 1: *rating* e indicador composto de inovação**

<b><i>Rating</i></b>	<b>Indicador</b>
A+	0,8500
A	0,7500
B+	0,6500
B	0,5000
C+	0,4000
C	0,2000
D+	0,1000
D	0,0000

Fonte: elaboração própria.

Na tabela proposta, o *rating* A+ é obtido pelas empresas cujo indicador composto de inovação é superior a 0,85, ao passo que o *rating* D é atribuído a empresas cujo indicador composto de inovação é inferior a 0,10. Empresas cuja pontuação é superior a 0,50 obtêm *rating* B ou superior. Naturalmente, diferentes escalas podem ser usadas para o *rating* e o indicador de acordo com as necessidades específicas da cada instituição.

Os indicadores compostos de inovação, por sua vez, resultam da ponderação de dimensões principais que, da mesma forma, são formadas por um conjunto de indicadores específicos. Definidos em conformidade com as características tipicamente associadas a empresas e projetos inovadores mencionadas na introdução deste trabalho, os indicadores compostos de empresas e projetos são, cada um deles, formados por cinco dimensões principais: *i*) dimensão econômica; *ii*) dimensão setorial; *iii*) dimensão gastos em atividades de inovação; *iv*) dimensão recursos humanos alocados em atividades de inovação; e *v*) dimensão resultados das atividades de inovação. Uma vez que cada uma dessas dimensões é formada pela ponderação de indicadores específicos que podem variar se o foco da análise são empresas ou projetos, o quadro 1 a seguir registra, para cada uma das cinco dimensões, os indicadores propostos em cada caso.

**Quadro 1: indicadores compostos de inovação: dimensões e indicadores específicos**

<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores específicos (empresas)</b>	<b>Indicadores específicos (projetos)</b>
Econômica	Receita líquida de vendas (RLV) Pessoal ocupado	Valor total do projeto
Setorial	Intensidade tecnológica do setor Intensidade em P&D do setor	Intensidade tecnológica do setor Intensidade em P&D do setor

<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores específicos (empresas)</b>	<b>Indicadores específicos (projetos)</b>
Gastos em atividades de inovação	Dispêndios totais em P&D interno e externo Relação entre dispêndios em P&D interno e externo e RLV P&D contínuo / ocasional	Distribuição dos gastos em atividades de inovação
Recursos humanos alocados em atividades de inovação	Pessoal ocupado em P&D Pós-graduados ocupados em P&D	Pessoal total em P&D Pessoal ocupado em P&D em dedicação exclusiva Percentual de pós-graduados no pessoal total ocupado em P&D
Resultados das atividades de inovação (nota 1)	Percentual da receita oriundo de produtos novos Inovação de produto Inovação de processo	Dimensão inovação produto e processo Dimensão impactos da inovação

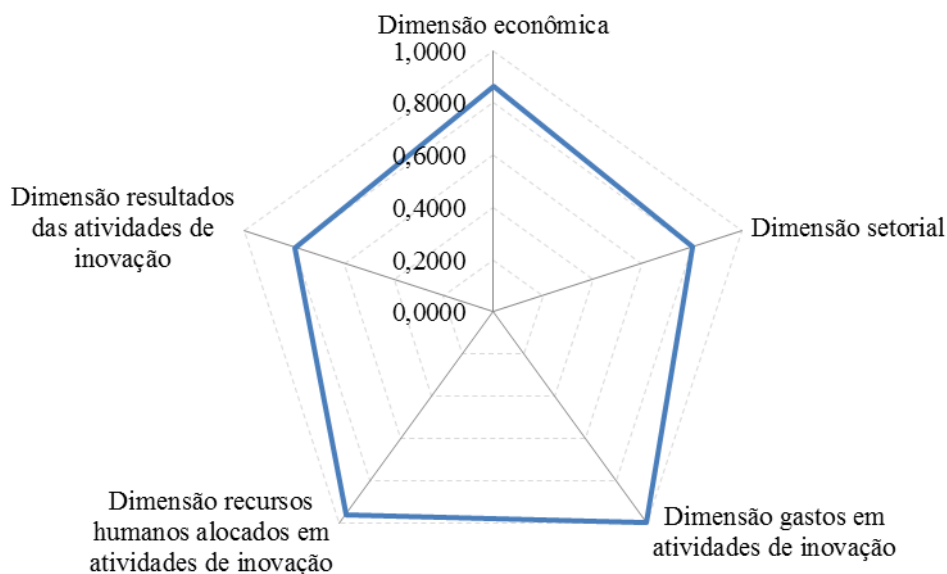
*Nota 1: pode-se também empregar, nessa dimensão, indicadores relativos às patentes concedidas às empresas disponíveis na Pintec.*

*Fonte: elaboração própria.*

No caso de empresas pré-operacionais (e que, portanto, não dispõem de dados de receita líquida de vendas), utiliza-se, conforme destacado na seção 6, uma versão simplificada do indicador composto de inovação de empresas do qual se extraem os indicadores específicos cujo cálculo dependeria dessa informação.

Conforme se pode observar no quadro 1, optou-se, neste trabalho, pelo uso de indicadores específicos que frequentemente mantêm elevados coeficientes de correlação entre si. Com isso, pretendeu-se minimizar o impacto que dados eventualmente imprecisos usados no cálculo do indicador composto tivessem uma influência muito grande sobre o resultado final. Nesse sentido, optou-se por não empregar análises fatoriais ou quaisquer outros métodos que minimizassem o número de indicadores específicos por meio da identificação de correlações entre eles.

Para facilitar a visualização dos valores alcançados por cada dimensão, pode-se utilizar um gráfico de radar que permite seu cotejo imediato (gráfico 1).

**Gráfico 1: dimensões dos indicadores compostos de inovação**

Fonte: elaboração própria.

Para cada dimensão calcula-se, com base em seus indicadores específicos, um índice que varia entre zero e um e os pesos de ponderação são atribuídos de maneira *ad hoc*. Em um exercício preliminar, considerou-se que cada dimensão tinha peso equivalente a 20% do indicador composto de inovação. Conforme indicado no quadro 1, cada uma dessas dimensões, por sua vez, é o resultado da ponderação de indicadores específicos que têm, dentro de cada dimensão, seus pesos de ponderação associados. Assim, no caso das empresas, a dimensão econômica, por exemplo, resulta da ponderação das dimensões receita líquida de vendas, pessoal ocupado e exportações, que têm pesos de ponderação também atribuídos de maneira *ad hoc*.

### 3 Cálculo dos indicadores específicos: visão geral

De forma geral, os indicadores específicos são obtidos a partir de variáveis contínuas e discretas providas pelas empresas e confrontadas com as características da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) a dois dígitos a que a empresa pertence obtidas na Pintec. A exceção é dimensão setorial, na qual o próprio setor é confrontado com a média da economia. Os procedimentos descritos a seguir pressupõem o uso de dados consistentes sobre empresas e projetos. Dessa forma, a implementação de rotinas computacionais para o cálculo dos indicadores requer a aplicação de procedimentos de validação dos dados para evitar que informações inconsistentes impliquem erros no cálculo dos indicadores.

### 3.1 Variáveis contínuas

No caso das empresas, o indicador específico  $y$  relacionado a uma variável contínua  $x$  contínua é calculado em duas etapas:

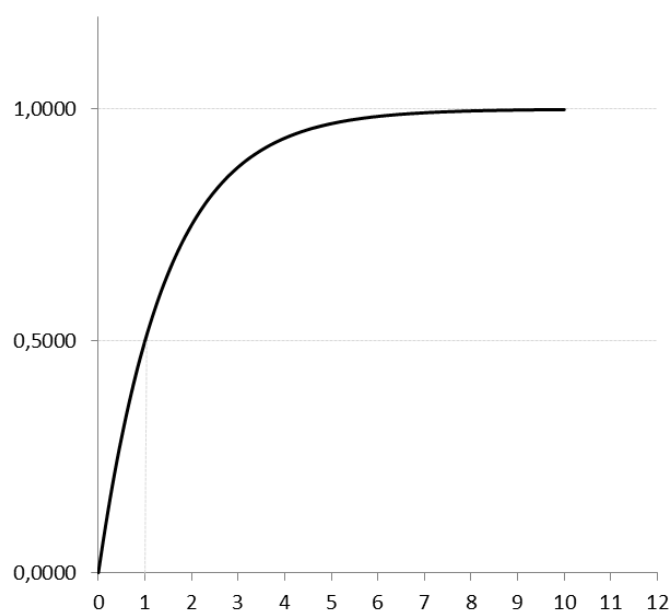
Etapa 1: calcula-se o quociente  $q_x$  entre o valor de  $x_i$  relativo à empresa e o valor de  $x_s$  relativo ao setor exclusive a empresa. A princípio, poder-se-ia pensar em definir  $q_x$  simplesmente como o quociente entre valor de  $x_i$  relativo à empresa e o valor de  $x_s$  relativo ao setor (sem excluir a empresa do total do setor). Contudo, nas circunstâncias em que a empresa é muito grande (ou muito pequena) em relação a seu setor, essa medida poderia resultar em uma normalização distorcida conforme se demonstra a seguir.

Etapa 2: normaliza-se o valor obtido por meio de uma função que garanta que  $y = 0$  quando  $q_x = 0$  e  $y = 1$  quando  $q_x \rightarrow \infty$ . Assim, optou-se por empregar a seguinte função:

$$y = 1 - e^{-kq_x}$$

Onde  $k$  é uma constante. Neste trabalho,  $k$  foi ajustado para que  $y = 0,5$  quando  $q_x = 1,0$  de modo que quando o valor de  $x_i$  relativo à empresa converge para a média do setor o indicador obtido é fixado em 0,5.

Figura 1: relação entre  $q_x$  e  $y$



Fonte: elaboração própria.



O valor de  $k$ , portanto, é calculado impondo  $y = 0,5$  e  $q_x = 1,0$ :

$$0,5 = 1 - e^{(-k)}$$

$$e^{(-k)} = 0,5$$

$$k = -\ln(0,5) = 0,6931$$

A opção por excluir a empresa do total do setor no cálculo de  $q_x$  fica mais clara com um exemplo simples. Supondo que se deseja calcular o indicador específico que confronta a relação P&D interno / RLV da empresa em relação ao setor. Assumindo os valores abaixo:

- P&D interno (empresa): 9,00
- P&D interno (total do setor): 10,00
- RLV (empresa): 81,82
- RLV (total do setor): 100,00
- P&D / RLV (empresa) =  $9,00 / 81,82 = 11,00\%$
- P&D / RLV (setor) =  $10,00 / 100,00 = 10,00\%$
- P&D / RLV (setor exclusive empresa) =  $1,00 / 18,18 = 5,50\%$

Assim, o valor de  $q_x$  calculado sem excluir a empresa do setor seria de  $11,00\% / 10,00\% = 1,10$  (isto é, porque a empresa é grande em relação ao setor, a empresa e o setor são muito parecidos). Com isso, o valor de  $y$  seria de 0,53 (porque a empresa está próxima da média do setor). Ao se excluir a empresa do total do setor, porém, o valor de  $q_x$  alcança  $11,00\% / 5,50\% = 2,00$  (porque a empresa é muito diferente do restante de seu setor) e o valor de  $y$  seria 0,75.

Já no caso dos projetos, os procedimentos são essencialmente idênticos, exceto pelo fato de que os dados são confrontados com o setor sem exclusão dos valores associados ao projetos. A intuição, nesse caso, é que o projeto é incremental em relação ao setor previamente existente, ao passo que os dados da empresa compõem – pelo menos em tese – os dados do setor disponíveis na Pintec.

### 3.2 Variáveis discretas

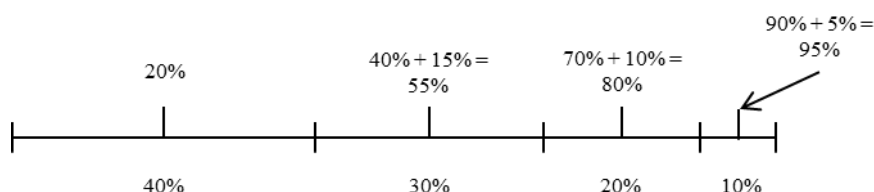
Há casos em que as informações relativas às empresas ou projetos são discretas porque a enquadram em faixas ou perfis específicos. Esse é o caso, por exemplo, da questão: “percentual da receita oriundo de produtos novos (não inovou = 0; 0-10% = 1 / 10%-40% = 2 / > 40% = 3)”. Nesse caso, a empresa informa um número inteiro entre 0 e 3. Para se obter o indicador específico em relação a essa variável, considera-se o número de empresas enquadradas, na Pintec, em cada uma dessas faixas. Supondo, por exemplo, que em um setor formado por 100 empresas,

- Não inovaram: 40 empresas
- Nº de empresas cujo percentual do RLV advindo de produtos inovadores é menor que 10%: 30 empresas
- Nº de empresas cujo percentual do RLV advindo de produtos inovadores é entre 10% e 40%: 20 empresas
- Nº de empresas cujo percentual do RLV advindo de produtos inovadores é maior que 40%: 10 empresas

Uma empresa que não inovou obteria (faixa 0), então, um indicador equivalente a  $(0\% + 40\%) / 2 = 20\%$  (isto é, estaria em uma posição mediana em relação às empresas de seu setor que se posicionaram na mesma faixa). Já uma empresa que obteve um percentual da RLV inferior a 10% advindo de produtos inovadores (faixa 1) estaria na mediana daquela faixa e acima das que não inovaram (daí porque obteria  $55\% = 40\% + 15\%$ ) e assim por diante, até que na faixa 4, o valor obtido seria 95%.

Graficamente, as empresas poderiam se posicionar nas seguintes faixas:

Figura 2



Fonte: elaboração própria.

Naturalmente, se os percentuais associados a cada faixa fossem diferentes (por exemplo, 10%, 20%, 30% e 40%, invertendo a ordem mostrada acima), uma empresa na faixa 0 obteria apenas 5% e a empresa na faixa 4 obteria 80%. A intuição é que se é mais comum naquele setor obter maiores percentuais do faturamento advindo de produtos inovadores, a pontuação obtida por uma empresa que pertence a esse conjunto deve ser menor. Opostamente, se esse é um evento mais raro, a pontuação obtida é maior.

## 4 Detalhamento das dimensões que compõem o indicador composto de empresas

### 4.1 Dimensão econômica

A dimensão econômica busca capturar aspectos relacionados à receita líquida de vendas (RLV) e ao pessoal ocupado (PO). A intuição subjacente à dimensão econômica é que empresas de maior porte (em termos de RLV e PO) devem obter indicadores de inovação maiores. Assim, os indicadores específicos que compõem a dimensão econômica são:

- Receita líquida de vendas
- Pessoal ocupado

Cada indicador específico varia entre zero e um e os pesos de ponderação são atribuídos de maneira *ad hoc*. Em um exercício preliminar, considerou-se que os indicadores tinham pesos equivalentes a 50,00% cada um.

#### 4.1.1 Receita líquida de vendas

Esse indicador é calculado seguindo o procedimento indicado no item 3.1 deste documento. Nesse caso, o quociente é calculado dividindo-se a RLV da empresa<sup>2</sup> e a RLV média do setor (obtida subtraindo-se a RLV da empresa da RLV total do setor e dividindo-se o resultado pelo número total de empresas do setor menos 1). Uma vez obtido o quociente, calcula-se o indicador com base na expressão indicada na etapa 2 da seção 3.1.

#### 4.1.2 Pessoal ocupado

Adota-se procedimento análogo ao anterior ao se dividir o PO da empresa pelo PO médio do setor exclusive a empresa. Assim,

$$q_{PO} = \frac{PO_{empresa}}{\left(\frac{PO_{total\ do\ setor} - PO_{empresa}}{N - 1}\right)}$$

Uma vez obtido o  $q_{PO}$ , calcula-se o indicador com base na expressão indicada na etapa 2 da seção 3.1.

### 4.2 Dimensão setorial

Nesse caso, atribui-se maior pontuação a empresas pertencentes a setores considerados mais intensivos em tecnologia de acordo com a classificação da OCDE e a setores mais intensivos em P&D. Assim, os indicadores específicos que compõem a dimensão setorial são:

- Intensidade tecnológica do setor
- Intensidade em P&D do setor

No exercício preliminar aqui apresentado, atribui-se, a cada um desses indicadores, um peso equivalente a 50% da dimensão setorial.

#### 4.2.1 Intensidade tecnológica do setor

Nesse caso, atribuem-se as seguintes pontuações para os setores de acordo com a classificação da OCDE:

---

<sup>2</sup> Deflacionada para 2008 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para ser diretamente comparável aos dados da Pintec.

- Alta intensidade tecnológica: 1,00
- Média-alta intensidade tecnológica: 0,80
- Média-baixa intensidade tecnológica: 0,50
- Baixa intensidade tecnológica: 0,20

Os setores de serviços classificados como “intensivos em conhecimento” recebem pontuação equivalente aos setores de alta intensidade tecnológica (1,00). Os demais setores (indústria extrativa, setores de serviços não classificados como “intensivos em conhecimento” e setores que não fazem parte da Pintec) recebem pontuação equivalente a 0,50.

#### 4.2.2 Intensidade em P&D do setor

Nesse caso, gera-se um indicador com base no quociente entre a relação P&D/RLV do setor e a relação P&D/RLV do restante dos setores que compõem a Pintec com exceção do próprio setor.

#### 4.3 Dimensão gastos em atividades de inovação

Nessa dimensão, ponderam-se os indicadores que capturam a intensidade dos gastos em atividades de inovação da empresa em relação a seu setor de atuação. Os pesos atribuídos aos três indicadores que compõem essa dimensão foram considerados iguais a 30,00% para o valor dos dispêndios em P&D da empresa; 30,00% para a relação entre P&D e receita líquida de vendas e 40,00% para o indicador que reflete o fato da empresa realizar atividades contínuas de P&D.

##### 4.3.1 Dispêndios totais em P&D interno e externo

Nesse caso, compara-se a soma dos “dispêndios internos em P&D” e dos “dispêndios externos em P&D” da empresa com uma média setorial calculada com base na relação entre essas variáveis e o número de empresas que investiram em atividades de inovação. O procedimento adotado é análogo ao descrito na seção 4.1.2. Deve-se observar que é preciso aplicar os deflatores para retroagir os dados informados pela empresa para 2008 e torná-los comparáveis aos dados da Pintec.

##### 4.3.2 Relação entre dispêndios em P&D e RLV

O procedimento é essencialmente idêntico ao indicado na seção 3.1 com o uso da relação entre os dispêndios em P&D interno e externo e a RLV. Deve-se observar que é preciso aplicar os deflatores para retroagir os dados informados pela empresa para 2008 e torná-los comparáveis aos dados da Pintec.

##### 4.3.3 P&D contínuo / ocasional

Nesse caso, consideram-se três faixas: não faz (0), P&D ocasional (1) e P&D contínuo (2) e aplicam-se os procedimento indicados na seção 3.2.

#### 4.4 *Dimensão recursos humanos alocados em atividades de inovação*

Nessa dimensão, ponderem-se dois indicadores: a participação do pessoal ocupado em P&D na empresa e a participação de engenheiros no PO total. Esses indicadores são sempre ponderados em relação ao setor exclusive a própria empresa e têm peso igual a 50% cada um.

##### 4.4.1 *Pessoal ocupado em P&D*

Aplicam-se aqui os procedimentos indicados na seção 3.1 e consideram-se o pessoal ocupado em P&D e o PO da empresa confrontando-os com esses mesmos dados setoriais reportados na Pintec.

##### 4.4.2 *Pós-graduados ocupados em P&D*

Nesse caso, seguem-se os procedimentos indicados na seção 3.1 para a relação entre o número de pós-graduados ocupados em P&D e o pessoal ocupado em P&D na empresa e no setor exclusive a empresa.

#### 4.5 *Dimensão resultados das atividades de inovação*

Nessa dimensão ponderam-se os resultados obtidos pela empresa das atividades de inovação. Os indicadores são obtidos a partir de variáveis discretas e têm o mesmo peso (33,33%) cada.

##### 4.5.1 *Receitas de inovação*

Nesse caso, adotam-se exatamente os procedimentos indicados na seção 3.2

##### 4.5.2 *Inovação de produto*

Gera-se, inicialmente, uma variável discreta a partir de duas variáveis binárias informadas pela empresa. Esse procedimento é feito da seguinte forma:

A empresa informa as variáveis binárias:

- Inovação de produto (empresa) (1 = sim; 0 = não)
- Inovação de produto (mercado nacional) (1 = sim; 0 = não)

Se ambas são zero, a empresa é enquadrada na faixa 0; se a primeira é 1 e a segunda é zero, a empresa é enquadrada na faixa 1 (isto é, a empresa inovou em produto para a empresa, mas não inovou para o mercado); se a segunda é um, a empresa é enquadrada na faixa 2.

Um procedimento análogo é usado para verificar quantas empresas do setor são enquadradas em cada faixa. Assim, subtrai-se do total de empresas do setor o número de empresas enquadradas na faixa 0. O número de empresas enquadradas na faixa 2 é

extraído da Pintec (número de empresas que inovaram para o mercado nacional). A faixa 1 é obtida por diferença.

Finalmente, aplicam-se os procedimentos indicados na seção 3.2

#### 4.5.3 Inovação de processo

Os procedimentos são idênticos aos indicados na subseção precedente exceto por se tratar aqui de inovações de processo e não de produto.

### **5 Detalhamento das dimensões que compõem o indicador composto de projetos**

#### *5.1 Dimensão econômica*

A dimensão econômica é calculada confrontando-se o valor total do projeto com o valor médio dos projetos. Esse último valor pode ser estimado dividindo-se os gastos totais em atividades de inovação das empresas do setor pelo número de empresas que efetuaram esse tipo de gasto. Os procedimentos são idênticos aos indicados na seção 3.1 deste documento. Nesse caso, não é preciso excluir o valor total do projeto do valor de referência tanto porque se trata de um valor médio (e não do valor total) quanto porque o projeto é incremental.

#### *5.2 Dimensão setorial*

Uma vez que não há distinção entre empresas e projetos nessa dimensão, adotam-se, nesse caso, os procedimentos indicados na seção 4.2 deste documento.

#### *5.3 Dimensão gastos em atividades de inovação*

Opostamente ao caso das empresas, em que se comparam as magnitudes dos gastos em atividades de inovação, no caso dos projetos – cujos gastos totais são, por definição, destinados a essas atividades, a ideia é examinar a composição desses gastos. A intuição subjacente à atribuição de um valor a essa dimensão é que os projetos cujos gastos concentram-se em atividades mais nobres (isto é, atividades de P&D *stricto sensu*) em relação à média de seu setor de atuação devem ser privilegiados. Para isso, adota-se um procedimento híbrido que envolve, em primeiro lugar a atribuição de pesos às diversas rubricas que compõem os gastos em atividades de inovação conforme indicados na tabela 2 a seguir.

**Tabela 2: pesos das rubricas que compõem os gastos em atividades de inovação**

<b>Rubrica</b>	<b>Peso</b>
Investimento em P&D interno	4
Investimento em P&D externo	4
Investimento em máquinas para inovação	2
Investimento em outros conhecimentos, exclusive software	2
Investimento em aquisição de software	2
Investimento em treinamento	1
Investimento em introdução das inovações no mercado	1
Investimento em outras preparações para produção e distribuição	1

Fonte: elaboração própria.

Assim, o indicador é calculado seguindo-se as etapas abaixo:

- Calculam-se as participações relativas de cada rubrica nos gastos totais em atividades de inovação do setor;
- Essas participações são multiplicadas por seus pesos relativos indicados na tabela 2;
- O somatório desses produtos resulta em um indicador da composição dos gastos do setor;
- Os três passos acima são repetidos para o cálculo do indicador do projeto.
- Calcula-se, em seguida, o quociente entre o indicador obtido para o projeto e o indicador obtido para o setor;
- Uma vez que esses indicadores são obtidos com base nas composições dos gastos (que, por definição, são normalizadas), a tendência é que o quociente entre eles seja um número sempre muito próximo de 1,00, mesmo quando houver diferenças significativas nas composições dos gastos. Por essa razão, o quociente obtido é elevado a uma potência maior do que 1,00 para amplificar sua variância<sup>3</sup>;
- Em seguida, o valor obtido é usado na função  $y = 1 - e^{(-kq_x)}$  para se obter o indicador;

#### 5.4 Dimensão recursos humanos alocados em atividades de inovação

Essa dimensão resulta da ponderação de três indicadores: *i*) pessoal total em P&D; *ii*) pessoal ocupado em P&D em dedicação exclusiva; e *iii*) percentual de pós-graduados em relação ao pessoal total ocupado em P&D. A esses índices foram atribuídos pesos correspondentes a 33,33%.

<sup>3</sup> Os testes elaborados sugerem que uma potência elevada (por exemplo, 10) resulta em um valor de  $q_x$  adequado para ser usado na função  $y = 1 - e^{(-kq_x)}$ .

#### 5.4.1 Pessoal total ocupado em P&D

Nesse caso, considera-se o pessoal total ocupado em P&D no projeto e o pessoal ocupado médio em P&D nas empresas do setor que investiram em atividades de inovação. Assim, somam-se os seguintes dados relativos ao setor: *i)* pós-graduados ocupados em P&D; *ii)* graduados ocupados em P&D; *iii)* pessoas com ensino médio ocupadas em P&D; *iv)* outros (suporte) ocupado em P&D. O total obtido é dividido pelo número de empresas que investiram em atividades de inovação no setor. O quociente entre o valor relativo ao projeto e o valor médio do setor é então usado para calcular o indicador de acordo com os procedimentos indicados na seção 3.1.

#### 5.4.2 Pessoal ocupado em P&D em dedicação exclusiva

O procedimento é essencialmente idêntico ao descrito na subseção anterior, usando, nesse caso, o pessoal ocupado em dedicação exclusiva.

#### 5.4.3 Percentual de pós-graduados em relação ao pessoal total ocupado em P&D

Nesse caso, os procedimentos indicados na seção 3.1 são aplicados usando-se o quociente entre o percentual de pós-graduados em relação ao pessoal total ocupado em P&D no projeto e no setor. Mais uma vez, para o cálculo do valor médio do setor, considera-se o número de empresas que investiram em atividades de inovação.

### 5.5 *Dimensão resultados das atividades de inovação*

Nessa dimensão, ponderam-se, com pesos iguais a 50,00%, os indicadores inovação de produto e de processo e impactos da inovação.

#### 5.5.1 Inovação de produto e processo

A intuição subjacente a esse indicador é que inovações para a empresa, para o mercado nacional e para o mercado mundial têm um valor progressivamente maior na aferição do potencial do projeto. Da mesma forma, as inovações apenas de processo têm um valor inferior às inovações de produto, que, por sua vez, têm um valor inferior às inovações de produto e processo. Os valores relativos atribuídos a essas situações estão indicados na tabela 3 a seguir. Pode-se observar que caso haja uma inovação para o mercado mundial (independentemente de se tratar de inovação de produto ou de processo), atribui-se, para o indicador de escopo, o valor máximo. Assim, projetos que envolvem inovações de produto e de processo não precisam que ambas mire o mercado mundial para obterem o valor máximo nesse indicador.



**Tabela 3: inovações de produto e produto**

<b>Objeto</b>	<b>Valor</b>
Produto e processo	1,00
Somente produto	0,75
Somente processo	0,50
<b>Escopo</b>	<b>Valor</b>
Novo para o mercado mundial	1,00
Novo para o mercado nacional	0,75
Novo para a empresa	0,50

Fonte: elaboração própria.

O valor obtido nesse indicador corresponde, portanto, à média do valor obtido no quesito objeto e do valor obtido no quesito escopo.

### 5.5.2 Impactos da inovação

Nesse caso, os impactos declarados no projeto (alto / médio / baixo / não se aplica) são confrontados com os valores registrados na Pintec para o setor correspondente. Os itens avaliados, que correspondem aos itens registrados na pesquisa, são:

- Melhoria qualidade
- Ampliação da gama de produtos ofertados
- Manutenção participação de mercado
- Ampliação participação de mercado
- Permitir abrir novos mercados
- Aumentar a capacidade produtiva
- Flexibilizar a produção
- Reduzir custo de produção
- Reduzir custo do trabalho
- Reduzir consumo matéria-prima
- Reduzir consumo energia
- Reduzir consumo de água
- Reduzir o impacto ambiental e/ou em aspectos ligados à saúde e segurança
- Reduzir o impacto ambiental
- Ampliar o controle de aspectos ligados à saúde e segurança
- Enquadramento em regulações e normas padrão

Para cada um desses elementos – que têm pesos equivalentes a 1/16 na composição do indicador final – enquadra-se o projeto nas categorias *i)* alta; *ii)* média; e *iii)* baixa / não se aplica. Empregam-se, em seguida, os procedimentos descritos na seção 3.2 para a obtenção dos indicadores correspondentes.

## 6 Indicador composto de empresas pré-operacionais

Empresas que ainda não entraram em operação podem ser um objeto de apoio de políticas de inovação. Esse é o caso, por exemplo, das chamadas *start ups*, que são criadas para a aplicação de tecnologias desenvolvidas em universidades e centros de pesquisa. Nesse caso, porém, as empresas não dispõem de dados de receita líquida de vendas, o que impediria a aplicação do indicador composto de empresas. Para contornar essa limitação, o indicador composto de empresas pré-operacionais corresponde a uma versão simplificada do indicador composto de empresas no qual se empregam apenas os indicadores específicos e os pesos de ponderação indicados abaixo:

- Econômica (20,00%): pessoal ocupado (100%)
- Setorial (20,00%): intensidade tecnológica do setor (50,00%) e intensidade em P&D do setor (50%)
- Gastos em atividades de inovação (20,00%): P&D contínuo / ocasional (100,00%)
- Recursos humanos alocados em atividades de inovação (20%): Pessoal ocupado em P&D (60,00%) e pós-graduados ocupados em P&D (40,00%)
- Resultados das atividades de inovação (20,00%): inovação de produto (60,00%) e inovação de processo (40,00%).

Pode-se observar, assim, que esse indicador corresponde ao indicador composto de empresas exceto pela exclusão das dimensões em cujo cálculo se usa a RLV.

## 7 Considerações finais

Neste trabalho, propôs-se um método para a atribuição de um *rating* de inovação para empresas e projetos com base em indicadores de natureza quantitativa. Os *ratings* propostos foram obtidos a partir de indicadores compostos de inovação que, por sua vez, foram calculados com base em fatores associados, por exemplo, ao porte das empresas, à magnitude dos projetos, aos esforços empreendidos para inovar e aos resultados alcançados ou pretendidos com esses esforços.

Acredita-se que *ratings* dessa natureza podem ser usados na análise de empresas e projetos por agentes públicos responsáveis pela implementação das políticas de inovação com foco no setor produtivo. A utilização dos *ratings* aqui propostos – ou de adaptações mais ajustadas às necessidades de cada instituição em particular – não somente pode tornar o processo de análise mais objetivo e reduzir os prazos da análise contribuindo, quando usados em conjunto com outras ferramentas, para uma melhor alocação dos recursos de incentivo às atividades de inovação no país.

Ao permitirem uma maior padronização dos processos de análise e a adoção de critérios transparentes, os procedimentos aqui propostos podem amparar o processo decisório dos agentes públicos envolvidos com a implementação das políticas de inovação no país. Naturalmente, os procedimentos aqui propostos requerem adaptações mais

ajustadas às necessidades de cada instituição em particular. Isso pode ser feito mediante testes estatísticos para calibração dos parâmetros dos modelos que garantam o aprimoramento contínuo dessa ferramenta com base na experiência dos agentes públicos envolvidos com a implementação das políticas de inovação.

## 8 Referências

ASCHHOFF, B. *The effect of subsidies on R&D investment and success: do subsidy history and size matter?* Centre for European Economic Research Discussion paper N. 09-032, 2009.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, p. 343-373, 1984.

## 9 Anexos

### 9.1 Setores de atividades

CNAE	Setor	Intensidade tecnológica
05 até 09	Indústria extrativa	Não classificado
10	Fabricação de produtos alimentícios	Baixa
11	Fabricação de bebidas	Baixa
12	Fabricação de produtos do fumo	Baixa
13	Fabricação de produtos têxteis	Baixa
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Baixa
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	Baixa
16	Fabricação de produtos de madeira	Baixa
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa
18	Impressão e reprodução de gravações	Baixa
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Média-baixa
20	Fabricação de produtos químicos	Média-baixa
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média-baixa
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa
24	Metalurgia	Média-baixa
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta
28	Fabricação de máquinas e equipamentos	Média-alta
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Média-alta
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta
31	Fabricação de móveis	Baixa

32	Fabricação de produtos diversos	Baixa
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-baixa
59	Atividades cinematográficas, produção de vídeos e de programas de televisão; gravação de som e edição de música	Intensivo em conhecimento
61	Telecomunicações	Intensivo em conhecimento
62	Atividades dos serviços de tecnologia da informação	Não classificado
63	Atividades de prestação de serviços de informação	Intensivo em conhecimento
72	Pesquisa e desenvolvimento científico	Não classificado
Outras	Total	Não classificado

## 9.2 Anexo 2: dados setoriais empregados no cálculo dos indicadores

Indicam-se a seguir os dados setoriais extraídos da Pintec (e a numeração da tabela correspondente na publicação do IBGE) para o cálculo dos indicadores compostos de inovação.

Variável	Tabela Pintec
Total de empresas	1.1.1
Receita Líquida de Vendas (R\$ mil)	1.1.1
Nº Firms Inovaram em Produto Novo para a Empresa	1.1.2
Nº Firms Inovaram em Produto Novo para o Mercado Nacional	1.1.2
Nº Firms Inovaram em Processo Novo para a Empresa	1.1.2
Nº Firms Inovaram em Processo Novo para o Mercado Nacional	1.1.2
Disp. realizados em ativ. inovativas / ativ. int. de P&D (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / ativ. int. de P&D (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição ext. de P&D (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição ext. de P&D (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição de outros conhecimentos externos (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição de outros conhecimentos externos (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição de software (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição de software (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição de máquinas e equip. (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / aquisição de máquinas e equip. (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / treinamento (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / treinamento (valor R\$ mil)	1.1.8

<b>Variável</b>	<b>Tabela Pintec</b>
Disp. realizados em ativ. inovativas / intr. das inov. tec. no mercado (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / intr. das inov. tec. no mercado (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / proj. ind. e outras preparações técnicas (número de empresas)	1.1.8
Disp. realizados em ativ. inovativas / proj. ind. e outras preparações técnicas (valor R\$ mil)	1.1.8
Disp. em ativ. int. de P&D / atividades contínuas (número de empresas)	1.1.10
Disp. em ativ. int. de P&D / atividades ocasionais (número de empresas)	1.1.10
Número de pessoas ocupadas em 31/12	1.1.12
Empresas que realizaram disp. em ativ. internas de P&D / Número de pessoas ocupadas em P&D	1.1.12
Pessoal Ocupado em P&D em Dedicção Exclusiva	1.1.12
Pessoal Ocupado em P&D em Dedicção Parcial	1.1.12
Pessoas ocup. nas ativ. internas de P&D das empresas que implementaram inovações / nível superior / pós-graduadas	1.1.12
Pessoas ocup. nas ativ. internas de P&D das empresas que implementaram inovações / nível superior / graduadas	1.1.13
Pessoas ocup. nas ativ. internas de P&D das empresas que implementaram inovações / nível médio	1.1.14
Pessoas ocup. nas ativ. internas de P&D das empresas que implementaram inovações / outros	1.1.15
Impacto causado e grau de importância / melhoria da qualidade dos produtos	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / ampliação da gama de produtos ofertados	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / manutenção da participação da empresa no mercado	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / ampliação da participação da empresa no mercado	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / abertura de novos mercados	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / aumento da capacidade produtiva	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / aumento da flexibilidade da produção	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução dos custos de produção	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução dos custos do trabalho	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução do consumo de matéria-prima	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução do consumo de energia	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução do consumo de água	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução do impacto ambiental e/ou em aspectos ligados à saúde e segurança	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / redução do impacto ambiental	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / ampliação do controle de aspectos ligados à saúde e segurança	1.1.13
Impacto causado e grau de importância / enquadramento em regulações e normas padrão	1.1.13
Part. percentual dos prod. novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas	1.1.14

<b>Variável</b>	<b>Tabela Pintec</b>
internas (< 10%)	
Part. percentual dos prod. novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas (10% < x < 40%)	1.1.14
Part. percentual dos prod. novos ou substancialmente aprimorados no total das vendas internas (> 40%)	1.1.14