

## **Mapeando a inovação mundial: uma abordagem utilizando a clusterização de indicadores**

**LUIS FERNANDO BRITTO PEREIRA DE MELLO BARRETO**

USP - Universidade de São Paulo

[lufebarreto@usp.br](mailto:lufebarreto@usp.br)

# Mapeando a inovação mundial: uma abordagem utilizando a clusterização de indicadores

## 1. Introdução

Historicamente os avanços no estado do conhecimento têm sido responsáveis por grande parte do desenvolvimento econômico. Um novo conhecimento que leva a inovações de produtos, processos ou disruptivas desempenha um papel importante no crescimento econômico, no comércio internacional e no desenvolvimento regional (ACS et al., 2002). NO entanto, apesar de ser amplamente aceita como fator fundamental na geração de vantagem competitiva nas empresas e considerada como fator chave para sustentar o crescimento de longo prazo de um país, a inovação ainda não encontra um consenso quando se trata da melhor forma a ser utilizada na sua medição.

Entre os trabalhos que buscam quantificar a inovação, tem sido cada vez mais frequente a tentativa de capturar a multidimensionalidade do fenômeno através da elaboração de indicadores ou índices compostos que permitem a construção de rankings de classificação relativa entre diferentes países do mundo.

Na elaboração destes rankings, diferentes indicadores são agrupados em categorias de acordo com seu significado e a partir de agregações realizadas com base em algum modelo matemático subjacente. Desta forma os índices compostos diferem entre si principalmente em função da base dos indicadores selecionados e da metodologia empregada na agregação. A escolha dos indicadores a serem considerados usualmente depende do framework conceitual adotado para descrever e representar o processo inovação.

Bastante úteis na realização de análises comparativas entre diferentes países, a elaboração de rankings sofre, no entanto, de algumas limitações. A flexibilidade na escolha de indicadores e cálculos empregados em sua elaboração pode resultar em valores diferentes e até conflitantes, além de facilitar a ocorrência de manipulação de resultados.

Considerando, por exemplo, um índice de ranqueamento fictício calculado a partir da média entre um indicador representativo da infraestrutura de um país e outro indicador representativo da sua produção científica: países altamente capacitados em infraestrutura e de baixa produção científica poderiam ser classificados em posições próximas a países de infraestrutura e produção científicas medianas, induzindo uma interpretação de existência de uma possível similaridade entre eles que foge à realidade.

Outra questão é que o ranqueamento pode sugerir que a distribuição da capacidade inovadora dos países é linear, quando na verdade as diferenças de desempenho entre países vizinhos do ranking podem variar significativamente.

Neste sentido a utilização de métodos para a obtenção de clusters de variáveis apresenta vantagens no sentido de permitir a distribuição de países em grupos que representem de melhor forma a proximidade e semelhança entre eles, ainda que apresentem uma forma de classificação menos precisa de cada país isoladamente. Além disso, a classificação em clusters pode ser utilizada como determinação de diferentes estágios ou etapas de maturidade a serem alcançados por um país.

Buscando identificar um posicionamento comparativo entre países no que se refere ao desempenho de processos de inovação, a proposta deste artigo é realizar uma clusterização de indicadores que os agrupe em função de conjuntos de características semelhantes e permita identificar os diferentes estágios de avanço nesta área. Para isto será realizada primeiramente uma revisão da literatura passando pelas definições do que se entende por inovação, pelas formas utilizadas na medição da inovação e finalmente buscando identificar um conjunto de variáveis representativo que possa ser utilizado no processo de clusterização.

## **2. Definindo Inovação**

Diversas definições de "inovação" aparecem na literatura. O termo abrange um amplo espectro de diferentes atividades, podendo ser aplicado a produtos novos ou melhorados, processos, experiência ou modelos de negócios (STONE et al., 2008).

Considerado como o primeiro economista a chamar a atenção para a importância da inovação, Joseph Schumpeter elencou cinco tipos de inovação:

- Introdução de um novo produto ou uma mudança qualitativa em um produto existente;
- Inovação de processo novo para uma indústria;
- A abertura de um novo mercado;
- Desenvolvimento de novas fontes de fornecimento de matérias-primas e outros insumos;
- Mudanças na organização industrial.

As definições de inovação usualmente só consideram que ela existe quando chega a ser implementada ou comercializada de alguma forma. A criação de conhecimento abstrato, ou a invenção de novos produtos ou processos, não é normalmente considerada como inovação até que tenha sido incorporada de forma produtiva nas atividades da empresa. Isto significa que a atividade inovadora não é algo que pode ocorrer separada das atividades principais da empresa, devendo envolver a coordenação de várias habilidades de natureza inventiva, de aprendizado e de implementação (ROGERS, 1998).

As limitações de uma visão linear de inovação vêm sendo reconhecidas já há alguns anos, sendo que as abordagens mais recentes consideram que a inovação é possível de existir sem obrigatoriamente depender da realização de atividades P & D, que o ímpeto para projetos de inovação podem ser de base não tecnológica e que ela pode se originar a partir de contato com clientes e fornecedores e da análise de mercado. Esse enfoque percebe a crescente importância dos vínculos entre empresas, instituições e outros atores, assim como a importância da capacidade de absorção e aprendizado das empresas para os processos de inovação (BLOCH, 2005).

Historicamente a OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) tem desempenhado juntamente com os organismos estatísticos de seus membros um papel importante na elaboração de padrões internacionais de medição, assim como estimulado a realização de pesquisas buscando avaliar os processos de inovação de um país. Partindo de iniciativas através de discussões nos anos 1960 que buscavam distinguir o que se caracterizava como desenvolvimento através de experimentos e pesquisas de outras atividades científicas, o primeiro resultado foi publicado no Frascati Manual em 1963.

A “inovação” começou a receber uma maior atenção e a definição de P & D industrial foi sendo cada vez mais criticada por ser muito restritiva. Em particular, as pesquisas demonstraram que as atividades de design e engenharia nem sempre eram conduzidas dentro de departamentos ou grupos formalmente designados como de P & D. Tal insatisfação com indicadores de P & D acabaram por resultar em um novo conjunto de indicadores de resultados apresentados na primeira edição do Manual de Oslo em 1992 (FREEMAN; SOETE, 2009).

Em sua segunda edição, de 1997, o Manual de Oslo concentrou-se nas duas primeiras categorias estipuladas por Schumpeter considerando-as como relativamente mais fáceis de definir e medir e definindo-as como:

- A inovação tecnológica de produto pode envolver tanto um produto novo ou melhorado, cujas características diferem significativamente dos produtos anteriores devido ao uso de novas tecnologias, conhecimentos ou materiais.
- A inovação de processo tecnológico é a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega do produto.

Em cada caso, as palavras "novas" ou "melhor" se aplicam no contexto de uma empresa, com a inovação podendo envolver tanto a criação de conhecimento totalmente novo, bem como a difusão dos conhecimentos existentes (ROGERS, 1998).

Já na terceira e mais recente edição, de 2005, o manual destaca a P & D como apenas um passo no processo de inovação, que envolve também uma série de atividades tais como as fases posteriores do desenvolvimento para pré-produção, produção e distribuição, atividades de desenvolvimento com um grau menor de novidade, atividades de suporte como treinamento e preparação de mercado para inovações de produtos e atividades de desenvolvimento e implementação de novos métodos de marketing ou novos métodos organizacionais. Além disso, muitas empresas podem ter atividades de inovação que não envolvem qualquer pesquisa e desenvolvimento (EUROSTAT; OECD, 2005).

Esta nova versão do Manual de Oslo passou por uma série de revisões substanciais com o objetivo de manter a medida da inovação adequada às necessidades para elaboração de políticas e às mudanças na teoria da inovação e da economia. Entre as mudanças mais importantes no manual estão a definição ampliada de inovação utilizada em questionários de pesquisa de inovação, uma cobertura expandida dos fluxos de conhecimento e o papel das interações no processo de inovação. Além disso, foi realizada uma adaptação do manual para refletir a importância da inovação em indústrias com característica de P & D menos intensivas, tais como serviços e manufatura de baixa tecnologia.

A ampliação da definição de inovação reflete uma série de desenvolvimentos. Em primeiro lugar, a inovação é mais impulsionada pelo mercado do que no passado, colocando o foco não só na concepção e desenvolvimento de novos produtos, mas também em novas estratégias de marketing e conceitos. Em segundo lugar, há um reconhecimento crescente da importância de práticas organizacionais para a inovação das empresas, a transferência de conhecimento e o desempenho econômico geral. As inovações de marketing são definidas no Manual de Oslo como a implementação de novos métodos de marketing, envolvendo mudanças significativas na concepção do produto ou na embalagem, na colocação de produto e na promoção de produtos ou preços. Dessa forma passam a ser incluídas mudanças de design que não são consideradas inovações de produtos assim como também novas práticas de marketing em canais de vendas, de branding e de estratégias de preços. Já as inovações organizacionais são definidas como a implementação de novos métodos organizacionais em práticas de negócios,

na organização do local de trabalho ou nas relações externas. Elas incluem mudanças organizacionais destinadas a melhorar a eficiência, promover atividades de inovação na empresa, e para aumentar a troca de conhecimentos com outras empresas ou instituições (BLOCH, 2005).

Assim, em uma definição mais abrangente, a inovação pode ser a implementação de um produto novo ou significativamente melhorado (seja ele um bem ou um serviço), de um processo, de um novo método de marketing, ou de um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (EUROSTAT; OECD, 2005).

Baseando-se nas diferentes definições encontradas na literatura, Stone et al (2008) propõem uma série de atributos encontrados nas inovações:

- Atributo 1: A inovação envolve a combinação de entradas na criação de saídas.
- Atributo 2: As entradas para a inovação podem ser tangíveis e intangíveis.
- Atributo 3: O conhecimento é uma entrada fundamental para a inovação.
- Atributo 4: As entradas para a inovação são ativos.
- Atributo 5: A Inovação envolve uma atividade com o objetivo de criação de valor econômico.
- Atributo 6: O processo de inovação é complexo.
- Atributo 7: A inovação envolve riscos.
- Atributo 8: As saídas em inovação são imprevisíveis.
- Atributo 9: O conhecimento é um resultado fundamental da inovação.
- Atributo 10: A inovação envolve pesquisa, desenvolvimento, e comercialização.

### **3. Medindo a Inovação**

Embora o processo de inovação seja um aspecto crucial do crescimento econômico, o problema da sua medição ainda não foi completamente resolvido. Um problema central envolvido nesta análise é a medição de novos conhecimentos economicamente úteis. O papel do conhecimento na atividade econômica tem sido tradicionalmente orientado pelo estado da medição do conhecimento. No entanto, esses dados têm se demonstrado sempre incompletos e representando apenas uma medida substituta que reflete apenas algum aspecto do processo de mudança tecnológica (ACS et al., 2002).

Outra dificuldade inerente ao processo de medir a inovação é fato de ela por definição ser uma novidade, a criação de algo qualitativamente novo, através de processos de aprendizagem e construção do conhecimento. Trata-se de mudar as competências e capacidades, e produzir qualitativamente novos resultados de desempenho. Isso pode levar a novas características do produto que são mensuráveis de alguma forma, mas que raramente apresentam possibilidade de comparações técnicas em relação a outros produtos. Geralmente a inovação envolve aspectos multidimensionais de aprendizagem e organização do conhecimento que são difíceis de medir ou intrinsecamente não mensuráveis. Os principais problemas em indicadores de inovação se referem à conceituação subjacente do objeto a ser medido, o significado do conceito de medição, assim como a viabilidade geral da realização de diferentes tipos de medição. Problemas de comensurabilidade não são necessariamente insolúveis, mas requerem cuidados em distinguir entre o que pode e o que não pode ser medido em termos de inovação (SMITH, 2005).

Um método bastante utilizado nas tentativas de avaliar a inovação considera a distinção entre as saídas e as entradas relacionadas com atividade inovadora (ROGERS, 1998):

- Medidas de saída de inovação:

Em última análise, a medida chave de saída do processo de inovação é o sucesso da empresa, que pode ser aproximada por lucros, crescimento da receita, o desempenho das ações, o valor de mercado ou a produtividade, entre outros indicadores. Todos esses indicadores, no entanto, apresentam alguns problemas, sendo o mais importante o fato de poderem ser causados por outros fatores não relacionados com a inovação.

Medidas alternativas de saída podem levar em consideração o número de produtos novos ou melhorados introduzidos ou medidas relacionadas com estatísticas de propriedade intelectual como patentes e marcas registradas.

- Medidas de entrada da inovação:

O grau de despesas com pesquisa e desenvolvimento (P & D) tem sido o Proxy mais amplamente utilizado como medida de entrada da inovação.

No que se refere a contexto de inovação de regiões ou nações, o desempenho da inovação de regiões ou nações tem sido repetidamente investigado. No entanto a literatura contém muita discussão sobre a operacionalização correta das inovações, mas pouca discussão sobre o que desempenho da inovação significa em um contexto de regiões ou nações. Frequentemente é assumido que as regiões que mostram indicadores mais elevados de saídas em termos de inovação (por exemplo, um maior número de patentes) ou entradas de inovação (por exemplo, grandes gastos em pesquisa e desenvolvimento) são mais inovadoras. As medidas que são usadas para capturar as diferenças nestes contextos são, além disso, corrigidas para o tamanho das unidades espaciais (por exemplo, dividindo-os pelo número de habitantes). No entanto, os pressupostos subjacentes e os significados dessas abordagens para a medição da capacidade de inovação das unidades regionais são pouco discutidos (BRENNER; BROEKEL, 2011).

Em geral, as tentativas de medir a inovação seguem duas abordagens: a monetização e a utilização de índices agregados. Na abordagem monetização, a inovação é medida como um valor em dólar das atividades de inovação, como por exemplo, o lucro de uma empresa ou o PIB de um país. Já a abordagem utilizando índices agregados, se baseia na combinação de uma série de fatores buscando criar uma pontuação ou indicador global de inovação (STONE et al., 2008). É nesta segunda abordagem que se dá o foco deste trabalho.

#### **4. Indicadores e Rankings de Inovação**

A abordagem baseada em indicadores agregados é frequentemente utilizada para avaliar o nível de inovação dentro de uma nação ou outra unidade política. Esta abordagem centra-se na aplicação de uma análise do processo buscando avaliar fatores que desempenham algum papel fundamental na inovação, com ênfase especial aos aspectos que destacam o nível de competitividade internacional do país. Esta abordagem ganhou popularidade com o crescimento do reconhecimento da importância da inovação por governos, responsáveis por políticas públicas e associações da indústria (STONE et al., 2008).

Entre iniciativas buscando apresentar rankings classificando diferentes países em função de seu desempenho referente a processos de inovação podemos citar os relatórios *Global*

*Innovation Index* (Boston Consulting Group), o *Global Innovation Quotient* (Bloomberg), o *Global Innovation Index* (Cornell University, INSEAD and WIPO) e o *Global Creativity Index* (Martin Prosperity Institute).

Dentre os citados, um dos relatórios de maior destaque vem sendo *Global Innovation Index* (GII). Sendo realizado desde 2007 o GII adota a definição abrangente de inovação especificada pela última edição do Manual de Oslo, sendo um projeto em evolução, que se baseia em edições anteriores do índice, incorporando novos dados disponíveis e que procura se inspirar nas mais recentes pesquisas sobre a medição da inovação. Em 2012 o modelo GII incluiu 141 economias, que representam 94,9% da população mundial e 99,4% do PIB do mundo (DUTTA et al., 2012).

O GII conta com dois subíndices: o *Innovation Input Sub-Index* e o *Innovation Output Sub-Index*, cada um deles construído em torno de diferentes “pilares” associados a entradas do processo de inovação, no caso do primeiro, e de saída no segundo. Quatro medidas são calculadas:

1. *Innovation Input Sub-Index*: Cinco pilares de entrada são utilizados para capturar elementos da economia nacional que permitam atividades inovadoras: (1) Instituições (2), capital humano e pesquisa, (3) Infraestrutura (4), sofisticação do mercado, e (5), sofisticação de negócios. O *Innovation Input Sub-Index* é a média simples dos cinco primeiros “pilares” de apoio.
2. *Innovation Output Sub-Index*: saídas da inovação são os resultados das atividades inovadoras no âmbito da economia. Existem dois pilares de saída: (6) saídas de conhecimento e tecnologia e (7) as saídas criativas. O *Innovation Output Sub-Index* é a média simples das pontuações desses “pilares”. Embora o *Innovation Output Sub-Index* inclua apenas dois pilares, tem o mesmo peso no cálculo das pontuações gerais GII que o *Innovation Input Sub-Index*.
3. A pontuação geral GII é a média simples dos subíndices anteriores
4. O *Innovation Efficiency Index* é a razão entre o *Innovation Output Sub-Index* sobre o *Innovation Input Sub-Index*. Isso mostra o quanto a inovação de saída de um determinado país é comparável às entradas, refletindo na eficiência dos processos.

A Figura 1 apresenta a divisão de cada pilar em três sub-pilares, que por sua vez são calculados a partir da composição de indicadores individuais, resultando em um total de 84 indicadores conforme indicado no Quadro 1.

Disponibilizando os dados utilizados no seu cálculo, o GII foi escolhido como referência para o fornecimento de dados utilizados nas análises deste trabalho.

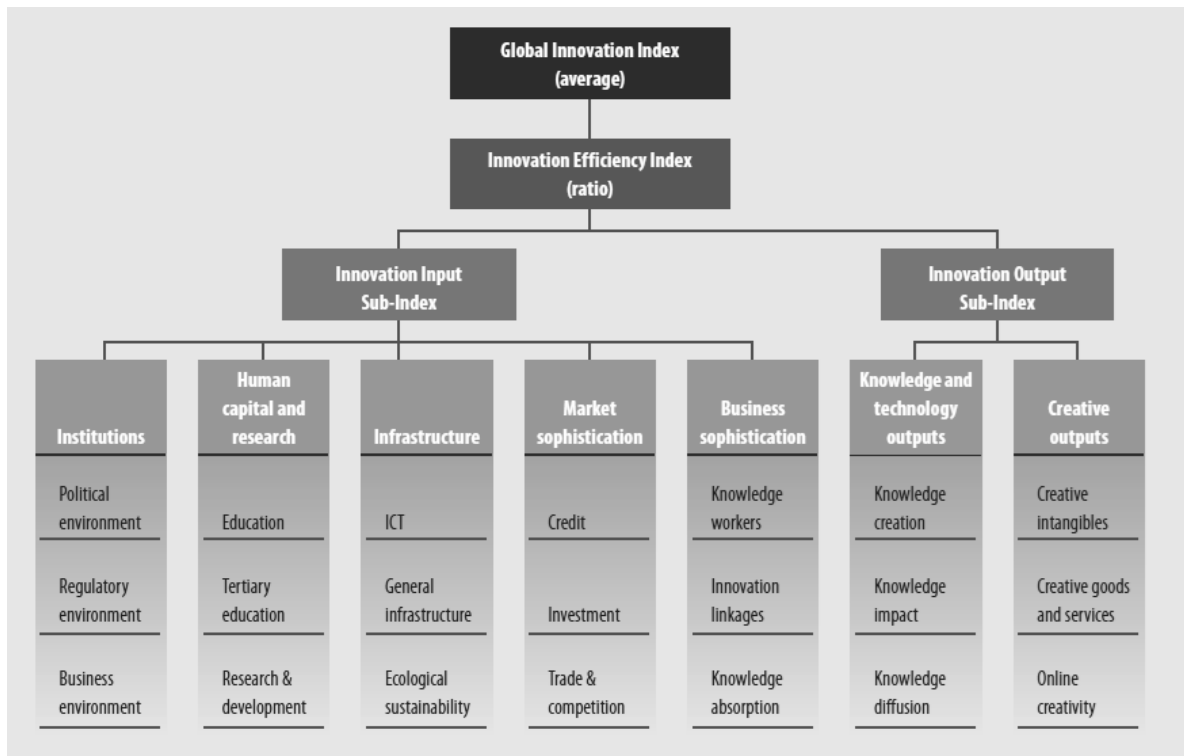


Figura 1 : Pilares e sub-pilares do *Global Innovation Index*

Fonte: DUTTA et al., 2012



|                           |  |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|--|
| Political environment     | Estabilidade política e ausência de violência / terrorismo   | Knowledge workers                                    | Emprego em serviços intensivos em conhecimento           |  |
|                           | Eficácia do governo  |  | Empresas que oferecem treinamento formal                 |  |
|                           | A liberdade de imprensa                                      |  | Despesa em P & D realizada por empresas                  |  |
| Regulatory environment    | Qualidade regulatória  |  | Despesa em P & D financiada por empresas                 |  |
|                           | Estado de Direito  |  | Pontuação média GMAT                                     |  |
|                           | Custo redundante de demissão                                 |  | Examinandos GMAT   |  |
| Business environment      | Facilidade de começar um negócio                             |  | Innovation linkages                                      | Colaboração de pesquisa entre a indústria e as universidades |
|                           | Facilidade de resolução de insolvência                       |  |  | Estágio de desenvolvimento de clusters                       |
|                           | Facilidade de pagamento de impostos                          |  |  | Despesa em P & D financiada pelo exterior                    |
| Education                 | Despesas com educação  |  |  | Acordos de joint venture / alianças estratégicas             |
|                           | Despesa pública em educação por aluno                        | Percentagem de patentes com inventor estrangeiro     |  |  |
|                           | Expectativa de vida escolar                                  | Knowledge absorption                                 | Pagamentos de royalties e taxas de licenciamento         |  |
|                           | Avaliação da leitura, matemática e ciência                   |  | Importações de alta tecnologia                           |  |
|                           | Razão Aluno-professor no secundário                          |  | Importações de serviços de comunicações e computadores   |  |
| Tertiary education        | Inscrição no terciário                                       | Entradas líquidas de investimento direto estrangeiro |  |  |
|                           | Graduados em ciência e engenharia                            | Knowledge creation                                   | Pedidos de patentes no escritório nacional               |  |
|                           | Mobilidade entrante no terciário                             |  | Pedidos no tratado de cooperação de patentes             |  |
|                           | Inscrições no terciário no exterior                          |  | Submissões de modelo de utilidade no Escritório Nacional |  |
| R&D                       | Pesquisadores  |  | Artigos de periódicos científicos e técnicos             |  |
|                           | Despesa em P & D (GERD)                                      | Knowledge impact                                     | Taxa de crescimento do PIB por pessoa empregada          |  |
|                           | Qualidade das instituições de investigação científica        |  | Densidade de novos negócios                              |  |
| ICT                       | Acesso às TIC  |  | Total de gastos com software de computador               |  |
|                           | Utilização das TIC   | Certificados de qualidade ISO 9001                   |  |  |
|                           | Serviço on-line do Governo                                   | Knowledge diffusion                                  | Recebimentos de royalties e taxas de licenciamento       |  |
|                           | E-participação on-line                                       |  | Exportações de alta tecnologia                           |  |
| General infrastructure    | Produção de eletricidade                                     |  | Exportações de serviços de comunicações e computadores   |  |
|                           | Consumo de eletricidade                                      | Saídas líquidas de investimento direto               |  |  |
|                           | Comércio e infraestrutura relacionada ao transporte          | Creative intangibles                                 | Registros no escritório nacional de registros de marcas  |  |
|                           | Formação bruta de capital                                    |  | Registros no acordo de Madrid de registros de marcas     |  |
| Ecological sustainability | PIB por unidade de consumo de energia                        |  | TIC e criação de modelo de negócios                      |  |
|                           | Desempenho ambiental   | TIC e criação de modelos organizacionais             |  |  |
|                           | Certificados ambientais ISO 14001                            | Creative goods and services                          | Consumo de lazer e cultura                               |  |
| Credit                    | Facilidade de obtenção de crédito                            |  | Produção de filmes nacionais                             |  |
|                           | Crédito interno ao setor privado                             |  | Jornais de circulação diária                             |  |
|                           | Carteira de crédito bruta das instituições de micro finanças |  | Exportações de bens criativos                            |  |
| Investment                | Facilidade de proteção dos investidores                      | Exportação de serviços criativos                     |  |  |
|                           | Capitalização de mercado                                     | Online creativity                                    | Domínios de nível superior genéricos                     |  |
|                           | Valor total das ações negociadas                             |  | Domínios de nível superior com código de país            |  |
|                           | Ofertas de capital de risco                                  |  | Edições mensais no Wikipedia                             |  |
| Trade and competition     | Média ponderada de tarifas aplicadas                         |  | Uploads de vídeos no YouTube                             |  |
|                           | Acesso ao mercado para as exportações não agrícolas          |  |  |  |
|                           | Importações de bens e serviços                               |  |  |  |
|                           | Exportações de bens e serviços                               |  |  |  |
|                           | Intensidade da concorrência local                            |  |  |  |

Quadro 1 : Componentes de cálculo dos sub-pilares do GII

Fonte : DUTTA et al., 2012

## **5. Metodologia**

Buscando segmentar o mundo em diferentes camadas no que se refere ao desempenho obtido pelos processos de inovação de cada país, foram utilizados os dados correspondentes aos valores normalizados dos três sub-pilares de cada um dos pilares utilizados no cálculo do *Global Innovation Index*.

O primeiro passo consistiu em uma clusterização hierárquica buscando determinar um número de clusters adequado para segmentação dos países constantes do relatório. Em seguida foi realizado um processo de clusterização k-means utilizando-se o número de clusters obtido no passo anterior como parâmetro, determinando a que cluster cada país pertence.

Uma vez definidos os clusters foi realizada uma análise comparativa utilizando-se os valores médios de cada cluster para cada um dos 21 sub-pilares. Nesta análise foram utilizados gráficos de radar.

## **6. Análise dos Resultados**

O resultado do processo de clusterização resultou em 8 grupos de países conforme é apresentado na tabela 1. Do total de 141 países constantes do relatório, apenas 129 são mostrados na tabela, uma vez que 12 deles não puderam ser identificados no processo por falta de valores para algum dos indicadores (Fiji, Gabão, Gâmbia, Irã, Laos, Lesoto, Malta, Níger, Catar, Ruanda, Togo e Uzbequistão).

A ordenação dos clusters na tabela seguiu como critério o ranking médio dos países constantes em cada grupo de forma a sugerir uma classificação em 8 níveis diferentes de desempenho nos processos inovadores. Neste sentido a ordem dos clusters funciona como uma alternativa ao ranqueamento pelo GII.

| País              | Cluster | Rank GII | País                   | Cluster | Rank GII | País                 | Cluster | Rank GII |
|-------------------|---------|----------|------------------------|---------|----------|----------------------|---------|----------|
| Hong Kong (China) | 1       | 8        | Bahrain                | 5       | 41       | Argélia              | 8       | 124      |
| Irlanda           | 1       | 9        | Brunei Darussalam      | 5       | 53       | Angola               | 8       | 135      |
| Cingapura         | 1       | 3        | Cazaquistão            | 5       | 83       | Bangladesh           | 8       | 112      |
| Finlândia         | 2       | 4        | Kuwait                 | 5       | 55       | Benin                | 8       | 125      |
| Israel            | 2       | 17       | Líbano                 | 5       | 61       | Bolívia              | 8       | 114      |
| Japão             | 2       | 25       | Maurício               | 5       | 49       | Burkina Faso         | 8       | 122      |
| Coréia, Rep.      | 2       | 21       | Oman                   | 5       | 47       | Burundi              | 8       | 137      |
| Suécia            | 2       | 2        | Arábia Saudita         | 5       | 48       | Camboja              | 8       | 129      |
| Suíça             | 2       | 1        | Emirados Árabes Unidos | 5       | 37       | Camarões             | 8       | 121      |
| Reino Unido       | 2       | 5        | Brasil                 | 6       | 58       | Costa do Marfim      | 8       | 134      |
| EUA               | 2       | 10       | China                  | 6       | 34       | República Dominicana | 8       | 86       |
| Austrália         | 3       | 23       | Índia                  | 6       | 64       | Equador              | 8       | 98       |
| Áustria           | 3       | 22       | Ucrânia                | 6       | 63       | Egito                | 8       | 103      |
| Bélgica           | 3       | 20       | Albânia                | 7       | 90       | Etiópia              | 8       | 131      |
| Canadá            | 3       | 12       | Argentina              | 7       | 70       | Guatemala            | 8       | 99       |
| Dinamarca         | 3       | 7        | Armênia                | 7       | 69       | Honduras             | 8       | 111      |
| Estônia           | 3       | 19       | Azerbaijão             | 7       | 89       | Indonésia            | 8       | 100      |
| França            | 3       | 24       | Belarus                | 7       | 78       | Madagáscar           | 8       | 126      |
| Alemanha          | 3       | 15       | Belize                 | 7       | 80       | Malavi               | 8       | 120      |
| Islândia          | 3       | 18       | Bósnia e Herzegovina   | 7       | 72       | Mali                 | 8       | 119      |
| Luxemburgo        | 3       | 11       | Botswana               | 7       | 85       | Moçambique           | 8       | 110      |
| Holanda           | 3       | 6        | Colômbia               | 7       | 65       | Nepal                | 8       | 113      |
| Nova Zelândia     | 3       | 13       | Costa Rica             | 7       | 60       | Nicarágua            | 8       | 105      |
| Noruega           | 3       | 14       | El Salvador            | 7       | 93       | Nigéria              | 8       | 123      |
| Bulgária          | 4       | 43       | Geórgia                | 7       | 71       | Paquistão            | 8       | 133      |
| Chile             | 4       | 39       | Gana                   | 7       | 92       | Paraguai             | 8       | 84       |
| Croácia           | 4       | 42       | Guiana                 | 7       | 77       | Filipinas            | 8       | 95       |
| Chipre            | 4       | 28       | Jamaica                | 7       | 91       | Senegal              | 8       | 97       |
| República Checa   | 4       | 27       | Jordânia               | 7       | 56       | Sri Lanka            | 8       | 94       |
| Grécia            | 4       | 66       | Quênia                 | 7       | 96       | Sudão                | 8       | 141      |
| Hungria           | 4       | 31       | Quirguistão            | 7       | 109      | Rep. Árabe da Síria  | 8       | 132      |
| Itália            | 4       | 36       | Macedônia, FYR         | 7       | 62       | Tajiquistão          | 8       | 108      |
| Látvia            | 4       | 30       | México                 | 7       | 79       | Tanzânia             | 8       | 128      |
| Lituânia          | 4       | 38       | Moldova, Rep.          | 7       | 50       | Uganda               | 8       | 117      |
| Malásia           | 4       | 32       | Mongólia               | 7       | 68       | Venezuela            | 8       | 118      |
| Montenegro        | 4       | 45       | Marrocos               | 7       | 88       | Iémen                | 8       | 139      |
| Polônia           | 4       | 44       | Namíbia                | 7       | 73       | Zâmbia               | 8       | 107      |
| Portugal          | 4       | 35       | Panamá                 | 7       | 87       | Zimbábue             | 8       | 115      |
| Romênia           | 4       | 52       | Peru                   | 7       | 75       |                      |         |          |
| Rússia            | 4       | 51       | África do Sul          | 7       | 54       |                      |         |          |
| Sérvia            | 4       | 46       | Suazilândia            | 7       | 82       |                      |         |          |
| Eslováquia        | 4       | 40       | Tailândia              | 7       | 57       |                      |         |          |
| Eslovênia         | 4       | 26       | Trinidad e Tobago      | 7       | 81       |                      |         |          |
| Espanha           | 4       | 29       | Tunísia                | 7       | 59       |                      |         |          |
|                   |         |          | Turquia                | 7       | 74       |                      |         |          |
|                   |         |          | Uruguai                | 7       | 67       |                      |         |          |
|                   |         |          | Viet Nam               | 7       | 76       |                      |         |          |

Tabela 1 : Distribuição dos países em clusters

Para avaliar as características de cada cluster foram elaborados gráficos de radar comparando a média dos 21 indicadores de cada cluster.

Analisando os gráficos verifica-se uma tendência de diminuição dos indicadores seguindo a classificação dos clusters determinada pelo ranking médio de seus componentes, com a área total dos gráficos de radar diminuindo para os clusters de maior número.

Os três primeiros clusters são compostos por países de alta renda per capita e apresentam um perfil de indicadores semelhante, conforme apresentado na figura 2.

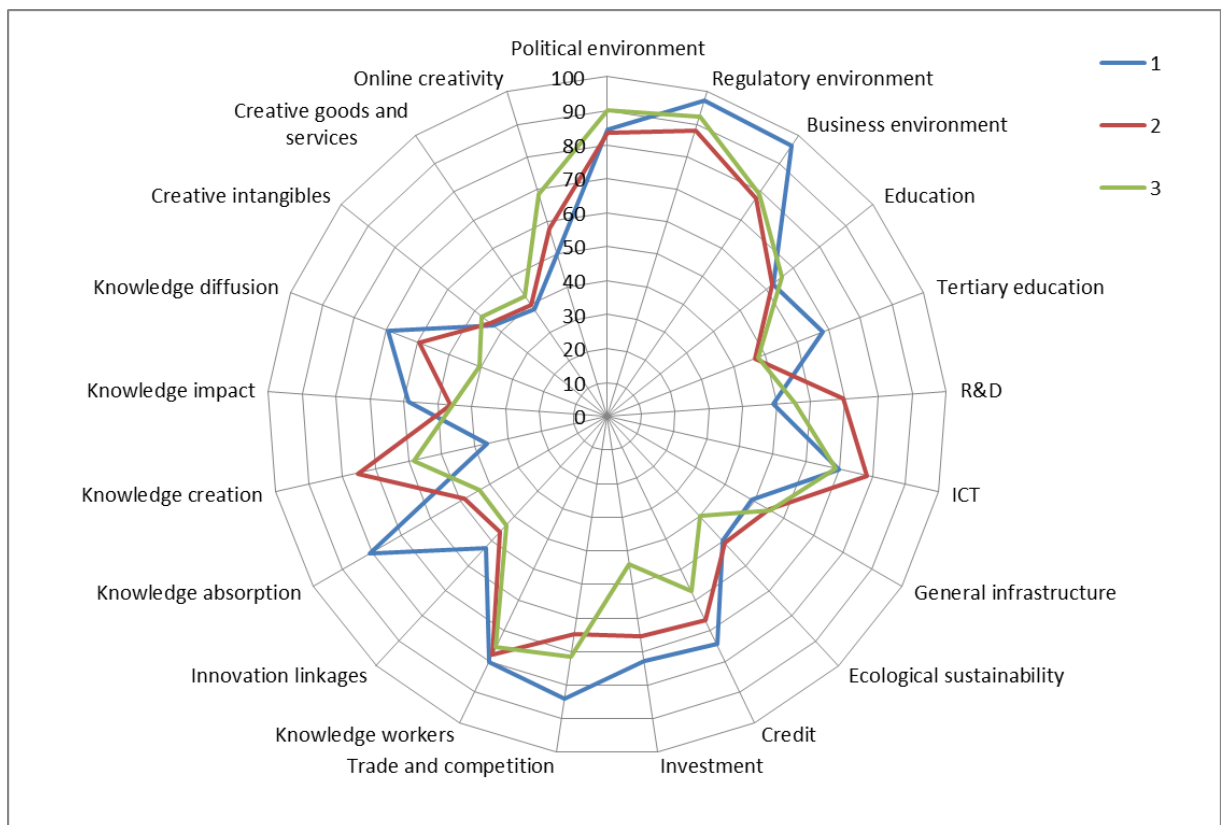


Figura 2 : Gráfico de radar com os indicadores dos clusters 1,2 e 3

O cluster 1 se destaca positivamente em relação aos 2 e 3 pelos Indicadores *Business environment*, *Tertiary education* e *Knowledge absorption*. No entanto apresenta indicadores de *Knowledge creation* e *R&D* mais baixos. A grande força de inovação neste cluster parece assim se dar em função de um ótimo ambiente político, regulatório e para negócios aliados a uma força muito grande na educação em todos os níveis. No entanto a produção de conhecimento científico ou através de patentes fica aquém dos níveis dos países dos clusters 2 e 3.

No caso do cluster 2, o destaque fica justamente nos indicadores de *R&D* e *Knowledge creation*, demonstrando um foco em pesquisa e uma força maior na geração de conhecimento científico e patentes. Composto por países tradicionalmente exportadores de tecnologia como Estados Unidos e Japão, assim como novas forças nesta área como é o caso da Coreia, os países deste cluster demonstram comparativamente uma maior capacidade de geração de

inovações, enquanto que a excelência do cluster 1 se dá mais na capacidade de absorção e aplicação de inovações geradas externamente.

Com relação aos dois primeiros, o cluster 3 fica defasado em indicadores como *Investment*, *Ecological sustainability* e *Knowledge diffusion*. Os países deste cluster apresentam fortes indicadores de inovação, mas uma capacidade menor de difusão global de suas inovações quando comparados com os membros do cluster 2.

O gráfico de radar com os indicadores dos clusters classificados em um nível intermediário (4 e 5) é apresentado na figura 3.

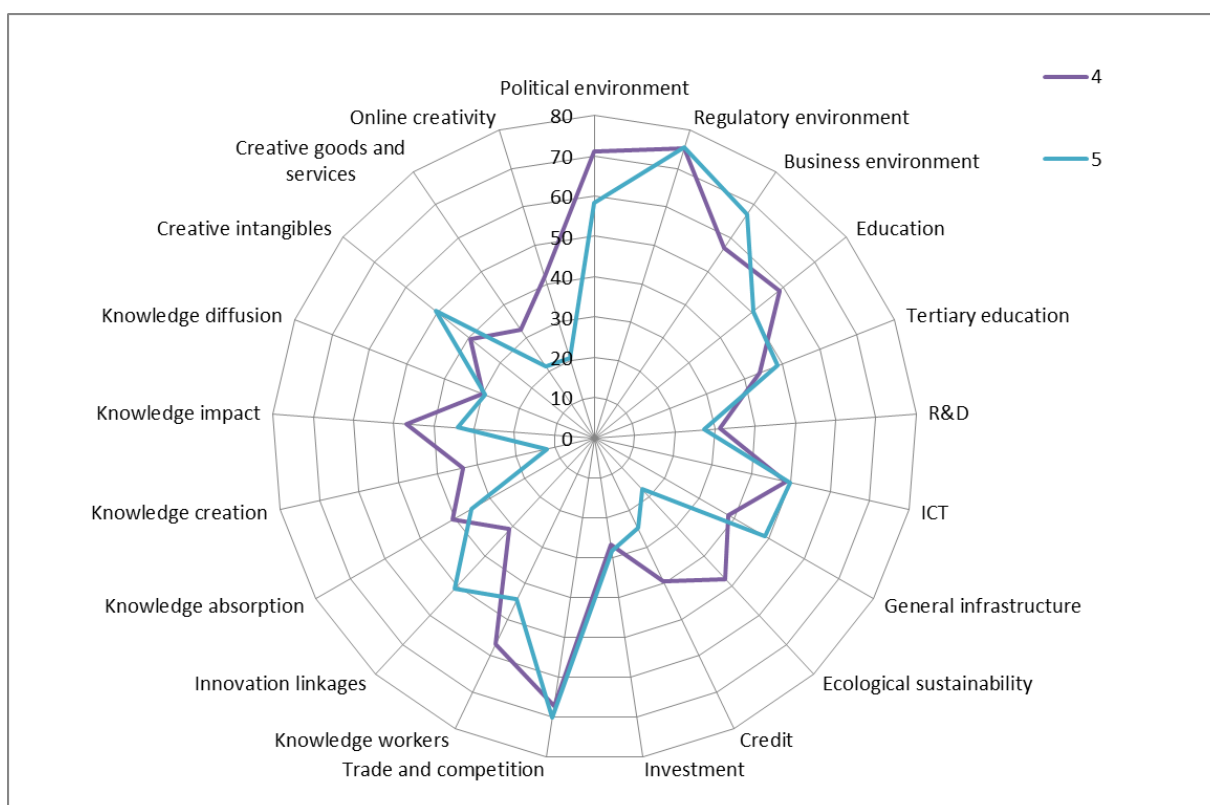


Figura 3 : Gráfico de radar com os indicadores dos clusters 4 e 5

O cluster 4 é composto por países que ainda possuem alta renda per capita, mas inferior aos membros dos clusters anteriores, apresentando indicadores de inovação também inferiores. As quedas de maior destaque se dão nos indicadores de *ICT*, *Political environment*, *Regulatory environment*, *Knowledge workers* e *Knowledge creation*. Como resultado, este cluster surge como o primeiro formado por países com baixa capacidade de geração de inovações que demonstrem força para que ocorra uma disseminação global.

O cluster 5 possui destaque negativo em indicadores como *Knowledge creation*, *Ecological sustainability*, *Online creativity* e *Creative goods and services*. Com diversos países membros com destaque na produção de petróleo, o resultado parece ser uma preocupação menor com a busca de competitividade em outras áreas e conseqüentemente com necessidade de buscar inovações.

Finalmente o gráfico de radar com os indicadores médios dos três últimos clusters é apresentado na figura 4.

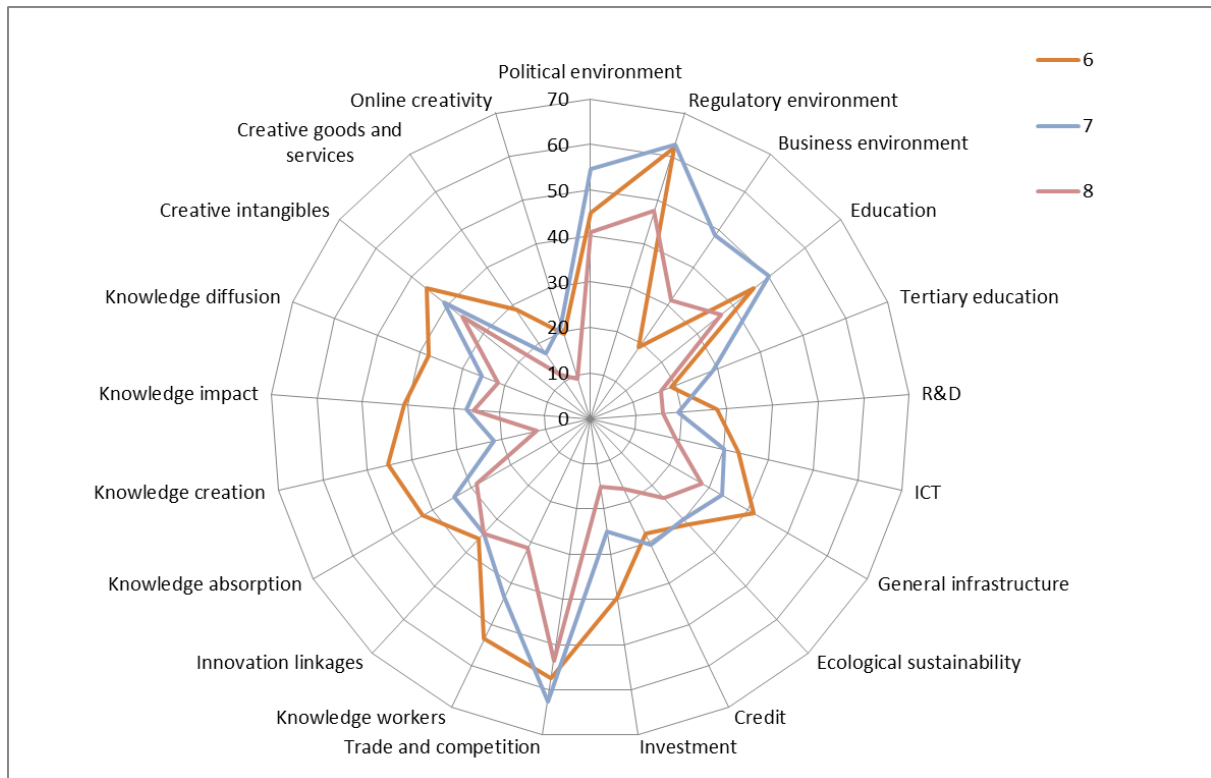


Figura 4 : Gráfico de radar com os indicadores dos clusters 6,7 e 8

Um aspecto interessante do cluster 6 é que três de seus países (Brasil, China e Índia) são também membros dos BRICS, sigla que designa um grupo de países emergentes de destaque na economia mundial. Apresentando alguns indicadores comparativamente em níveis não tão baixos como *Knowledge creation* e *Creative intangibles*, o destaque no entanto é o menor índice médio dentre todos os clusters para o indicador *Business environment*. Reflexo de problemas como a dificuldades para se abrir um novo negócio e complexidade no pagamento de impostos, este indicador representa a grande barreira à inovação a ser enfrentada por estes países.

Os membros do cluster 7 apresentam a maior parte dos seus indicadores em níveis bastante baixos, com um destaque positivo para o *Business environment* que é menos defasado em relação aos indicadores dos clusters melhor classificados do que o que acontece com o cluster 6.

Finalmente o cluster 8 composto por vários países de baixa renda per capita média fecha a classificação apresentando praticamente todos os indicadores em níveis comparativamente mais baixos e demonstrando uma força muito pequena na geração de inovações.

## 7. Conclusão

A utilização de métodos para a obtenção de clusters a partir de indicadores associados aos processos de inovação permitiu a distribuição de países em grupos de características semelhantes. Desta forma foi possível uma visualização melhor de como cada país incluído neste estudo está posicionado no que se refere ao desempenho nos processos de inovação assim como identificar os diferentes estágios de desenvolvimento existentes nesta área.

A partir deste posicionamento, a análise dos gráficos de radar com as médias dos indicadores de cada cluster demonstrou ser uma ferramenta que pode ser útil para avaliação e priorização de políticas públicas de forma a auxiliar que um país busque ganhar posições melhores em relação aos demais. Por exemplo, os países do cluster 2 podem se espelhar no melhor desempenho na absorção e aplicação de inovações dos países do cluster 1. Da mesma forma os membros do cluster 1 e 3 podem buscar melhorar seus indicadores buscando uma capacidade maior de difusão global de suas inovações, tomando o cluster 2 como exemplo.

Outro aspecto interessante é a possibilidade de identificação de distorções graves, como o caso do ambiente de negócios desfavorável existente nos países do cluster 6.

Sob o ponto de vista das limitações, este estudo compartilha da falta de consenso existente com relação aos indicadores ideais para serem utilizados na avaliação do desempenho dos processos de inovação. No entanto, estudos desta natureza com diferentes indicadores e fontes de dados podem contribuir para uma melhor compreensão destes processos e assim auxiliar na busca do consenso de como estes devem ser mensurados.

## 8. Referências

ACS, Z. J.; ANSELIN, L.; VARGA, A. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. **Research Policy**, v. 31, n. 7, p. 1069–1085, 2002.

BLOCH, C. Innovation measurement: present and future challenges. Eurostat Conference. **Anais...** p.8–9, 2005. Disponível em:

<[http://www.ebiblioteka.lt/resursai/EU%20integracija/R\\_D%20-%20Bloch.pdf](http://www.ebiblioteka.lt/resursai/EU%20integracija/R_D%20-%20Bloch.pdf)>. Acesso em: 10/6/2013.

BRENNER, T.; BROEKEL, T. Methodological Issues in Measuring Innovation Performance of Spatial Units. **Industry & Innovation**, v. 18, n. 1, p. 7–37, 2011. Acesso em: 9/6/2013.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; BENAVENTE, D.; WUNSCH-VINCENT, S. The Global Innovation Index 2012. **INSEAD, Fontainebleau**, 2012. Disponível em:

<[http://www.codespring.ro/wp-content/uploads/2012/11/GII-2012\\_Cover.pdf](http://www.codespring.ro/wp-content/uploads/2012/11/GII-2012_Cover.pdf)>. Acesso em: 22/4/2013.

EUROSTAT; OECD. **Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition**. 2005.

FLORIDA, R. L. **Creativity and Prosperity: The Global Creativity Index**. Martin Prosperity Institute, 2011.

FREEMAN, C.; SOETE, L. Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past. **Research Policy**, v. 38, n. 4, p. 583–589, 2009. Acesso em: 22/4/2013.

ROGERS, M. **The definition and measurement of innovation**. Citeseer, 1998.

SMITH, K. H. Measuring innovation. In: J. Fagerberg; D. C. Mowery; R. R. Nelson (Orgs.); **The Oxford Handbook of Innovation**. p.148–177, 2005. New York, US: Oxford University Press. Disponível em: <<http://www.oup.com/uk/catalogue/?ci=9780199264551>>. Acesso em: 22/4/2013.

STONE, A.; ROSE, S.; LAL, B.; SHIPP, S. Measuring innovation and intangibles: A business perspective. Institute for Defense Analysis, Science and Technology Policy Institute, Washington, DC, 2008. Disponível em: <<https://ida.org/upload/stpi/pdfs/ida-d-3704.pdf>>. Acesso em: 24/6/2013.