

METRIFICAÇÃO DE PATENTES: UMA ANÁLISE ENTRE QUALIDADE, COMPLEXIDADE E ESFORÇO

Alisson Antônio de Oliveira (IFPR)

Charles Way Hun Fung (Uninter)

Ezequiel Burkarter (IFPR)

Luiz Alberto Pilatti (UTFPR)

Celso Bilynkievycz dos Santos (UEPG)



Este estudo tem por objetivo apresentar os resultados de testes estatísticos de correlação entre as variáveis internas e externas de patentes de propriedade intelectual. Essa análise estatística é fundamental para as avaliações e geração de indicadores administrativos de produtividade dos depositantes das patentes. Para a mensuração das patentes foi criado um dataset diversificado com informações dos principais escritórios de patentes do mundo. Na WIPO foram selecionadas patentes “estranhas” e pouco usadas, na EPO foram selecionadas patentes vencedoras de prêmios internacionais, e na USPTO foram selecionadas as patentes mais citadas entre 1996 e 2000. Com este dataset, quatro métricas de mensuração de patentes foram aplicadas, e pelo teste de correlação de Spearman análises estatísticas foram apresentadas e discutidas. Constatou-se com os testes de correlação que as variáveis internas encontradas nas patentes podem, em certa medida, fazer uma inferência sobre o preço das patentes. Além disso, que o Índice Interno de Esforço em sua versão simplificada (IIEa) teve o melhor resultado entre as métricas por dois motivos: (i) não usar dados externos das patentes, (ii) apresentar no final uma distribuição normal com os dados selecionados. Como conclusão, os autores observam que o IIEa é o indicador mais robusto entre os testados, podendo ser usado na avaliação de desempenho dos servidores públicos, como um indicador determinístico e automatizado para o processo de depósitos de patentes.

Palavras-chave: Patentes, Métricas Científicas, Esforço Intelectual, Qualidade, Serviço Público.

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (*World Intellectual Property Organization*, WIPO, 2022) uma patente é o direito de uso com exclusividade sobre uma invenção. Como o desenvolvimento desta invenção demanda um esforço intelectual, uma patente é tecnicamente uma Atividade Intelectual Explicitada (AIE).

No Manual de Oslo (OCDE, 1997), que trata da inovação tecnológica e indicadores bibliométricos entre outros itens, os principais indicadores de ciência e tecnologia são: os recursos direcionados à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), e as estatísticas das patentes. Desta forma, uma mensuração precisa das patentes é importante para comparações, tomada de decisões administrativas, bem como, na avaliação eficaz do desempenho dos autores (inventores ou titulares) das patentes. Entretanto, conforme indicado por Oliveira e Ribeiro (2020) a avaliação de desempenho é um tema complexo que deve levar em consideração a área, o nível de atuação e as condições do ambiente, caso contrário, sistemas de avaliação de desempenho simplistas possuem uma tendência natural ao insucesso.

A discussão sobre o que é a “qualidade” de uma patente, passa inicialmente pela discussão genérica do que é qualidade. Qualidade consiste na representação não objetiva que traz o sentimento de “o melhor”. Entretanto, a qualidade não possui padrão e depende das métricas ou variáveis previamente acordadas entre todas as partes envolvidas (*stakeholders*) para que ela se torne um indicador tangível (FRANCESCHINI, GALETTO e MAISANO, 2019). Segundo o INMETRO (2023) a norma ISO 9001 que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da “Qualidade” (SGQ), na verdade é um padrão a ser seguido e não um indicador.

Não apenas na área de patentes, mas de forma geral, existe uma relação entre complexidade, esforço e dificuldade (ou facilidade) para se alcançar um “padrão de qualidade”. Para Murmann (1994) a complexidade de um sistema mecânico é diretamente proporcional a quantidade de peças ou partes que o compõem. Seguindo por esta linha industrial, Bahill e Chapman (1995) indicam que a dificuldade de um projeto (*design*) pode ser inferida levando-se em consideração as variáveis: i) Tipo de *design*; ii) Complexidade do conhecimento necessário para criar o projeto; iii) Número de etapas necessárias para completar o projeto; iv) Qualidade do produto; v) Quantidade a se construir a partir do projeto, e; vi) Preço de venda esperado do produto.

Para Groover (2016), no contexto da manufatura, a complexidade do produto fabricado é uma questão complicada, pois existem aspectos qualitativos e quantitativos. Para um produto montado, uma aproximação da complexidade do produto é o número de componentes (np).

Outra medida possível de complexidade da peça é o número de operações de processamento (no) necessárias para produzi-la. A qualidade da peça (Q) produzida também é um fator que demanda custos de produção e investimentos. Este autor não propõe de forma clara uma função para calcular a complexidade final do produto, entretanto, levando-se em consideração a variedade das peças produzidas (P) pela fábrica, o autor propõe um “esforço” de produção (\hat{E}) dado por: $\hat{E} = P \cdot Q \cdot np \cdot no$.

Para Oliveira e Pilatti (2021) a avaliação de atividades intelectuais pode ser mais difícil que outras atividades, uma vez que aos olhos do usuário do produto, todos os testes e dificuldades no desenvolvimento estão ocultas, o que normalmente esconde o esforço aplicado para se alcançar o produto ou resultado observado. Os autores demonstraram que o *framework* genérico de mensuração de atividades intelectuais chamado de Índice Interno de Esforço (IIE) contido no software Measures (2016), em sua função de aproximação da complexidade (IIEa), possui correlação significativa com métodos clássicos de mensuração da complexidade de códigos de programação, como, a complexidade ciclomática, o número de linhas de código (*Lines of Cod*) ou a avaliação humana.

Este artigo pretende responder a seguinte pergunta: qual é o nível de correlação encontrado entre as variáveis internas contidas nas patentes, e as métricas de mensuração que estão dentro do contexto da qualidade, complexidade ou esforço na produção de uma patente?

2. As propostas de mensuração das patentes

O documento intitulado *Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value*, publicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2013), possui um estudo com treze variáveis (indicadores) que possuem alguma importância específica na avaliação das patentes. Entretanto, o estudo tem uma proposta aberta onde são selecionadas entre quatro e seis variáveis para calcular a “qualidade” de uma patente.

Com um mínimo de quatro variáveis a OCDE (2013) propõe um indicador da qualidade das patentes (*Patent quality: composite index*), que é alcançado com: (i) número de citações recebidas por outras patentes em até 5 anos; (ii) tamanho da família, que é a quantidade de escritórios onde a patente foi depositada; (iii) número de reivindicações contidas na patente, e; (iv) índice de generalidade, que não é um cálculo trivial, pois é uma adaptação do indicador *Hirschman-Herfindahl Index* (HHI), usando-se do número e a distribuição de citações

recebidas (*forward citations*), acompanhado das classes de aplicação das patentes (*IPC - International Patent Classification*).

Dentro do estudo da OCDE (2013) é indicado que existem diferenças na qualidade média encontrada em patentes semelhantes, mas de empresas diferentes, e isso pode ser associado ao valor que o mercado “afere” para cada empresa, desta forma o método precisa de um refinamento. Ao final, para se obter a “qualidade das patentes” deve ser feita uma normalização de cada variável usada, para que todas fiquem entre 0% e 100%. Esta normalização é feita tendo como referência de cada variável o maior número encontrado naquela variável. Por fim, uma média simples é feita entre as quatro variáveis selecionadas para ser encontrada a qualidade da patente.

De forma similar ao trabalho da OCDE (2013), Cattivelli (2020) propõem dentro do contexto das patentes verdes (da área ambiental), que um “indicador do valor” das patentes pode ser alcançado com as variáveis: (i) tamanho da família; (ii) anuidades pagas para manter o direito de uso da patente; (iii) número de citações recebidas por patentes posteriores. Para o cálculo do indicador final, basta normalizar as variáveis dentro de uma escala simples que vai de 0% a 100% e depois fazer a média entre elas.

Fischer e Leidinger (2014) realizaram uma pesquisa sobre as patentes leiloadas pela plataforma Ocean Tomo e concluíram que as variáveis mais importantes na precificação das patentes são três, e fizeram uma estimativa do valor de cada patente com base nestas variáveis. Cada citação recebida pela patente (i) aumentará seu valor em US\$14.224, cada depósito da patente em um novo escritório de patentes (ii) incrementa seu preço em US\$ 750, e cada reivindicação da patente (iii) incrementará seu preço em US\$1.744. É importante ressaltar que estes são valores aproximados, o cálculo não é determinístico e está limitado as patentes internacionais comercializadas no estudo de caso de Fischer e Leidinger (2014).

No escopo desta pesquisa, não foi encontrada na literatura uma técnica para a mensuração da complexidade de uma patente. Entretanto, para se alcançar dados mais precisos em suas entrevistas sobre os reais motivos pelos quais as indústrias patenteiam seus produtos, Cohen, Nelson e Walsh (2000) definiram como tecnologias "complexas" aquelas compostas por numerosos elementos patenteáveis ou com várias partes interdependentes, enquanto que tecnologias simples ou “discretas” são aquelas com poucos elementos. Além disso, os autores indicam que as indústrias de produtos complexos geralmente não têm controle proprietário sobre todos os componentes complementares e essenciais do seu processo ou produto.

Equacionando a proposta de Cohen, Nelson e Walsh (2000), uma inferência sobre a complexidade de uma patente seria a quantidade de citações que cada patente faz desconsiderando as patentes da própria empresa, indústria ou instituição. Contudo, Van Burg, Du e Kers (2021) indicam que o número de reivindicações da patente pode capturar o nível de complexidade do projeto que levou ao depósito da patente. Desta forma, não existe uma definição clara na literatura sobre o que é a complexidade de uma patente.

As métricas apresentadas anteriormente são específicas da área de patentes, e devido as diferenças de amplitude entre os resultados dos métodos de metrificação, estes itens serão comparados usando-se do teste de correlação oriundo da estatística, desta forma, minimizando algum possível viés dos pesquisadores.

O Índice Interno de Esforço (IIE) é um *framework* de mensuração de Atividades Intelectuais Explicitadas (AIE) que é genérico e foi desenvolvido especialmente para melhorar a avaliação de desempenho no serviço público. Sua estrutura está registrada no software *Mensures* (2016) e ele possui três métricas, sendo o IIEa uma aproximação sobre a complexidade da atividade e tem em seu fundamento a mensuração da entropia de um sistema de informação, conforme proposto por Shannon (1948), mas sem os itens probabilísticos (estocásticos), e sim, dados estruturais da complexidade conforme a Tipologia da Complexidade de Sheard e Mostashari (2010). As variáveis usadas na metrificação (V_n) devem ter correlação com a dificuldade ou esforço no desenvolvimento do produto, ou com as suas saídas, como impacto social ou resultado comercial. A função do IIEa é apresentada na Função 1 e devido a seu modelo tetraédrico a quantidade mínima de variáveis no cálculo são 4, sendo encontrado ao final um indicador adimensional.

$$IIE a = 1 + \sum_{n>3} \left(\frac{2}{\sqrt[n]{V_n}} \right) \quad (1)$$

3. As patentes usadas como estudo de caso e seus dados

O processo de seleção das patentes para o estudo de caso é um problema à parte, pois dados sobre os custos do projeto não são disponibilizados no momento do depósito das patentes, e dados sobre o resultado científico ou financeiro das patentes dependem de *sites* e escritórios de terceiros, como, por exemplo, o Google Patents.

Por estes motivos, optou-se pela criação de um *dataset* baseado em extremos. No extremo inferior foram selecionadas patentes definidas como “estranhas” pela WIPO (2023, *Patent Picks – Weird and Wonderful*) e encontradas em seu *site*. Por uma questão de organização dos

dados, estas patentes receberam um indicador hipotético de disrupção, com valor igual a zero (0).

No extremo positivo foi selecionado um conjunto de patentes vencedoras ou finalistas do prêmio do Inventor 2018 do Escritório Europeu de Patentes (EPO, 2022). Esta instituição separa o prêmio em cinco categorias: indústria, pesquisa, países não europeus, pequenas e médias empresas, e realização em vida. Estas patentes premiadas receberam o hipotético índice de disrupção com valor igual a 10, pelo entendimento que estas patentes foram avaliados por um grupo de especialistas no assunto e foram as melhores. Para este grupo, o ano de 2018 foi selecionado para existir um tempo máximo de cinco anos de citações usadas como métricas de avaliação, conforme orientação no estudo da OCDE (2013). Entretanto, este é o ano do prêmio e as patentes são anteriores a esta data, não existindo um ano padronizado para todas as patentes.

Como dados centrais para o índice hipotético de disrupção, será usado o trabalho de Glänzel e Meyer (2003), no qual, são apresentadas as 10 patentes mais citadas em periódicos pelo *Science Citation Index (SCI)* do *Institute for Scientific Information (ISI)* entre 1996 e 2000, e que foram depositadas no escritório USPTO entre 1980-2000. Estas patentes podem estar limitadas as citações do seu nicho de estudo, e por este motivo receberam um índice hipotético de disrupção igual a 5. O *dataset* com os dados apresentados neste artigo é disponibilizado pelos autores em um *link* no final do artigo.

Baseado na seleção indicada acima, o *dataset* criado possui 37 patentes com uma triangulação entre extremos, e com isso, evidenciando tendências do mercado, da academia e da própria evolução no processo de metrificação das patentes. Exemplos dos títulos das patentes do nível 0 são “Banheira de balanço” e “Protetor de olhos para galinhas”. Já para as patentes do nível 5 são “Material cristalino mesoporoso sintético” e “Composto homogêneo altamente ramificado macromolecular”. Exemplos de patentes do nível 10 são “Laser de emissão de superfície com um absorvente integrado” e “Entrega de informação graduada entre real e mista”, para os óculos de realidade aumentada, criado pelo brasileiro Alex Kipman.

4. As variáveis e métodos de cálculo usados na metrificação das patentes

As variáveis selecionadas para o teste de correlação são aquelas diretamente coletadas dentro das patentes ou as variáveis indicadas na literatura como sendo importantes para uma avaliação, podendo estar em bases de dados de terceiros quando o escritório de patentes não possuir o dado buscado. Abaixo segue a lista de variáveis usadas neste estudo:

- Id (V1): este indicador de disrupção é apenas um controle interno do artigo sobre as patentes, sendo usado nos testes de correlação para posicionar as patentes dentro de seus grupos;
- Nr (V2): número de reivindicações encontradas em cada patente;
- Npc (V3): número de peças citadas (partes numeradas) e explicadas na patente;
- Nt (V4): número de titulares da patente (inventores), que em certa medida, indica quantas pessoas foram necessárias para o seu desenvolvimento;
- Npg (V5): número de páginas de cada patente;
- Nct (V6): número de patentes citadas dentro da patente sob análise, similar a uma revisão sobre o estado da técnica;
- IPC (V7): número de itens indicados como áreas de aplicação da patente segundo o *International Patent Classification (IPC)*;
- Cr (V8): citações recebidas, ou *Forward citations*. Esta variável é a mais diversificada entre as selecionadas, pois cada base de dados pode ter um valor diferente de citações para a mesma patente, desta forma, sendo uma variável pouco robusta. Para minimizar esse problema será feita a pesquisa nas bases de dados *Google Patents* e *Lens.org*, sendo ao final selecionado o maior valor entre elas para os cálculos. No *site* do *Google Patents*, ao depender da patente, eles indicam que adquirem os dados das seguintes bases de dados: *USPTO*, *USPTO Patent Center*, *USPTO Assignment*, *Espacenet (EPO)*, *Global Dossier* e *Discuss*, entretanto, pode existir aqui um erro conceitual, pois o *Google Patents* pode não separar adequadamente o que é a citação de uma patente externa, de uma mesma patente sendo depositada em outro escritório de patentes, o que é tecnicamente o indicador chamado de família de patentes;
- Tf (V9): O tamanho da família é o número de escritórios onde a patente foi depositada, com isso, estendendo sua área de proteção para outros países. Esta variável será coletada dentro da plataforma *Lens.org*.

A coleta de dados dentro dos arquivos foi manual e alguns dados, como o número de peças, não são um campo fixo para esta informação ser precisamente coletada. Além disso, não existe obrigação das partes citadas nas figuras serem indicadas de forma sequencial, existindo casos em que os números formam conjuntos, ou as partes são citadas no texto por letras e não números. Desta forma, alguns dados coletados são precisos, como o número de inventores

(autores) e o número de páginas, mas outros dados podem apresentar pequenas variações, como o número de citações recebidas pela patente.

Na Tabela 1 é apresentado um sumário estatístico com os dados coletados para o *dataset* e disponibilizados no *link* contido no final do artigo. O *dataset* final possui 37 patentes oriundas de três instituições com avaliações distintas.

Tabela 1 – Sumário estatístico das variáveis coletadas das patentes

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
Mínimo	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	0,0	1,0	0,0	1,0
1º Quartil	1,0	6,0	12,0	1,0	4,0	1,0	1,0	4,0	1,0
Mediana	5,0	11,0	15,0	2,0	12,0	4,0	1,0	35,0	9,0
Média	5,7	14,2	23,2	2,8	15,1	5,4	2,0	46,7	11,1
3º Quartil	10,0	19,0	30,0	4,0	24,0	7,0	2,0	57,0	14,0
Máximo	10,0	59,0	81,0	9,0	51,0	18,0	8,0	270,0	54,0
Normalidade: Shapiro-Wilk	3,7E-06	2,0E-04	1,0E-04	4,0E-05	2,0E-04	2,0E-04	3,0E-08	4,1E-06	1,0E-05

Fonte: Os autores

Após a coleta dos dados para estruturar o *dataset*, o próximo passo foi a mensuração das patentes com as técnicas da literatura. Para os testes de correlação apresentados na Tabela 2, as técnicas de metrificação usadas foram:

- O índice de valor proposto por Cativelli (2020), chamada de C1, com as variáveis (i) tamanho da família, (ii) número de citações recebidas pela patente por patentes posteriores e, (iii) anuidades pagas para manter o direito de uso da patente. Entretanto, (iii) recebeu o valor zero em todas as patentes, desta forma, apenas duas variáveis foram efetivamente usadas, devido à falta de informações de algumas patentes antigas;
- O valor aproximado de venda das patentes conforme Fischer e Leidinger (2014), chamado de C2, será usado como um fator comparativo auxiliar, uma vez que o foco desta pesquisa não está nos valores monetários das patentes, mas sim nos indicadores usados para avaliar as patentes. Mesmo os valores finais de C2 sendo altos, isso não impacta significativamente nos testes de correlação com variáveis de menor amplitude;
- A complexidade ou o esforço do produto, adaptado de Groover (2016) e chamado de C3, foi calculado mediante a multiplicação entre as variáveis (i) número de partes citadas, (ii) número de reivindicações, (iii) número de áreas IPC que a patente aborda e, (iv) número de inventores da patente;

- O Índice Interno de Esforço com sua aproximação para a complexidade estrutural (IIEa) (MENSURES, 2016), chamado de C4, foi calculado conforme a Função 1, e as variáveis usadas neste ensaio foram: (V2) número de reivindicações da patente, (V5) número de páginas da patente, (V6) número de patentes citadas, (V7) número de áreas de atuação da patente, ou seja, a soma dos IPCs.

5. Resultados de correlação entre as variáveis

Com a aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, nenhuma variável coletada apresentou uma distribuição normal (distribuição de Gauss), pois apresentaram *p-value* abaixo de 0,05. Como consequência disso, o teste de Spearman (teste não-paramétrico) foi usado no lugar de Pearson (paramétrico). Para uma amostra de 37 patentes, adotou-se os seguintes valores mínimos e significativos de correlação (ρ) aceitáveis: $-0,275 < \rho > +0,275$ para o alfa de 0,05 (Nível de Confiança = 95%) (TRIOLA, 2013). O resultado deste teste de correlação é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de correlação entre as variáveis coletadas e a mensuração das patentes

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V9	C1	C2	C3	C4
V1	1	0,533	0,209	0,712	0,685	0,475	0,708	0,539	0,641	0,538	0,801	0,416
V2		1	0,036	0,525	0,751	0,666	0,277	0,606	0,557	0,634	0,702	0,898
V3			1	0,201	0,214	0,037	0,203	0,029	0,105	0,024	0,468	0,068
V4				1	0,806	0,555	0,528	0,560	0,547	0,565	0,842	0,262
V5					1	0,589	0,371	0,713	0,709	0,726	0,829	0,687
V6						1	0,379	0,464	0,487	0,480	0,596	0,566
V7							1	0,212	0,297	0,206	0,677	0,208
V8								1	0,923	0,998	0,574	0,569
V9									0,932	0,764	0,580	0,479
C1									1	0,918	0,590	0,545
C2										1	0,584	0,595
C3											1	0,562
C4												1

Fonte: Os autores

Observação: os números em negrito na Tabela 2 destacam as correlações significativas encontradas.

Com base nos dados apresentados na Tabela 2, destacam-se os seguintes resultados:

- V1 teve correlação significativa com todas as variáveis, com exceção de V3. Como V1 é apenas para organizar os dados, este resultado indica que os dados possuem um ordenamento que posiciona os grupos em pontos distintos. V1, particularmente, teve correlação com as quatro métricas usadas para mensurar as patentes (C1, C2, C3 e C4);
- O número de peças ou partes citadas (V3), apesar de ser comentado como importante na área mecânica, teve baixa correlação com outras variáveis. Este comportamento indica que se trata

de uma variável fraca para ser usada como indicador único, podendo ser desprezado o seu uso ou talvez possa fazer parte de uma métrica multi-variável;

- V7 é citado como importante no trabalho da OCDE (2013), entretanto, foi a segunda variável com menos correlação com as demais variáveis, o que indica por hipótese, que pode ter impacto significativo em algumas áreas, mas não em todas;
- A variável número de página (V5), proposta neste artigo baseado na Tipologia da Complexidade de Sheard e Mostashari (2010) como sendo um item estrutural de nível 1, apresentou correlação significativa com muitas variáveis tradicionais, com exceção de V3. Por hipótese, isso indica que ela é uma variável importante dentro de um indicador resultante e que tenha por método uma mensuração multi-variáveis.

Como a visualização de todos os dados não é possível em uma única folha, além do *dataset* completo disponibilizado pelos autores, na Tabela 3 é apresentado o sumário estatístico dos dados das métricas de mensuração da patentes. Entre todas as métricas desta tabela, apenas o IIEa apresentou uma distribuição normal (gaussiana) nos seus resultados.

Tabela 3 – Sumário estatístico das métrica C1, C2, C3 e C4

	Índice de valor	Valor US\$	Esforço (Ê)	Aproximação da Complexidade - IIEa
	C1	C2	C3	C4
Mínimo	0,6	US\$ 2.494,0	2,0	2,21
1º Quartil	1,9	US\$ 75.358,0	68,0	2,73
Mediana	11,1	US\$ 550.476,0	627,0	3,61
Média	12,6	US\$ 697.471,0	4335,9	3,58
3º Quartil	18,3	US\$ 860.630,0	3021,0	4,07
Máximo	66,7	US\$ 3.893.188,0	85536,0	5,61
Shapiro-test	1,2E-05	6,7E-06	4,3E-12	1,6E-01

Fonte: Os autores

6. Discussão dos resultados

O processo de mensuração de uma atividade intelectual, como uma patente, possui várias vertentes e possibilidades, sendo alguns métodos mais precisos do que outros. A literatura pode fazer afirmações não convergentes, como no caso Cohen, Nelson e Walsh (2000) e Van Burg, Du e Kers (2021), sendo que o primeiro trabalho cita a quantidade de citações como uma inferência para a complexidade de uma patente, enquanto o segundo trabalho propõe a quantidade de reivindicações como uma inferência para a complexidade de uma patente.

Quatro métodos de mensuração das patentes foram aplicados (C1, C2, C3, C4) e estes apresentaram correlação significativa com a variável de controle (V1). Este resultado indica

que todos possuem a mesma diretriz, sendo necessário avaliar suas qualidades e defeitos antes do uso.

Um resultado inesperado encontrado foi com a métrica do esforço de produção adaptado de Groover (2016), chamado de C3, que apresentou correlação significativa com todas as variáveis, incluindo V3 (número de peças citadas). Entretanto, as amplitudes encontradas com C3 foram altas e o resultado final não apresentou uma distribuição normal, além disso, o método é sensível a valores iguais a zero (0) dentro das variáveis, uma vez que é um processo simples de multiplicação entre as variáveis. Com isso, um refinamento é necessário para o seu uso.

O índice de valor de uma patente de Cativelli (2020) (C1) apresentou correlação com o valor das patentes leiloadas na Ocean Tomo, conforme o trabalho de Fischer e Leidinger (2014). Isso se deve, provavelmente, a variável número de citações (V8) ter uma alta amplitude e ao mesmo tempo estar faltando uma variável no cálculo original de C1, pois não existem dados sobre as anuidades pagas para as patentes do nível 1 (V1).

A variável estrutural (física) proposta neste trabalho (V5) apresentou correlação com outras variáveis. Com isso, ela pode ser usada em trabalhos futuros na metrificação de patentes com foco no esforço ou complexidade, e pelo princípio da repetibilidade empírica (POPPER, 2001) tornando-se uma alternativa de variável a ser amplamente testada em propostas futuras. Ao comparar as métricas de mensuração das patentes (C1, C2, C3 e C4) percebe-se que o C4 (IIEa) teve como diferencial:

- O cálculo final apresentou uma distribuição normal, item não visto nas outras métricas. Além disso, a amplitude final foi a mais baixa entre todas, o que é um facilitador para os administradores das instituições usarem esta métrica como pontuação no momento da avaliação de desempenho dos autores, ou pesquisadores, pois valores extremistas, exagerados ou desproporcionais não são observados;
- As métricas C1 e C2 necessitam de dados dos escritórios de patentes, ou de terceiros, para a mensuração, sendo sensíveis a data de aquisição dos dados. Já o IIEa pode ser calculado no ato do depósito das patentes mantendo uma correlação significativa com outros dados futuros. Além disso, novas variáveis podem ser adicionadas no futuro para uma avaliação temporal e institucional, como o número de citações. Desta forma, aumentando ainda mais a robustez do processo avaliativo;
- O IIEa pode ser implementado nos escritórios de patentes para ajudar as instituições públicas a fazerem as avaliações de desempenho dos seus funcionários de forma mais

automatizada, determinística e eficaz. Saindo do processo clássico de contar a quantidade de patentes depositadas para uma métrica mais eficaz e efetiva.

Uma limitação encontrada na pesquisa foi que o *dataset* criado não possui dados do projeto que levou ao depósito da patente. Variáveis como o custo total do projeto, ou o tempo de desenvolvimento, poderiam ser usadas para se encontrar novas variáveis que mensurem com maior precisão as patentes. Um exemplo do cálculo das patentes levando em consideração as variáveis que possuem correlação com os custos do projeto e o tempo de desenvolvimento, pode ser observado no trabalho de Oliveira *et. al.* (2023).

6. Conclusões e considerações finais

Foi observado no *dataset* uma diferença grande na variável número de citações (V8). Como exemplo, a patente EP1146941 (da empresa LEGO) apresenta 35 citações no Google Patents e apenas 1 no Lens.org. Com isso, fica claro que esta variável, apesar de importante precisa de muita cautela no seu uso, pois a diferença nas amplitudes de cada base de dados pode causar grandes diferenças em outros testes e pesquisas correlatas. Outras variações em menor escala foram observadas, como o número de reivindicações dentro do *site* Espacenet (EPO) sendo levemente diferente dos observados no arquivo da patente original.

As patentes do *dataset* são diversificadas, e observou-se que patentes de modelo de utilidade ou de invenções mecânicas conseguem mais pontos na variável número de peças citadas (V3) quando comparadas as patentes da área química, médica e afins.

O IIE foi desenvolvido para ser um *framework* genérico e robusto para a mensuração em larga escala das atividades intelectuais desenvolvidas por servidores públicos, e neste estudo de caso, a função de aproximação da complexidade (IIEa), apresentou uma correlação significativa quando comparado a outras métricas de mensuração das patentes, conforme apresentado na discussão dos resultados. Os autores esperam que as métricas do *framework* IIE, como o IIEa, sejam futuramente amplamente usadas no serviço público brasileiro para aumentar a sua eficácia e resultados entregues a sociedade. As demais métricas da metodologia que são o IIE0 e IIE1, serão apresentadas em trabalhos futuros com outras Atividades Intelectuais Explicitadas (AIE), como, *design* mecânico, processos criminais, livros, circuitos eletrônicos, entre outras.

REFERÊNCIAS

BAHILL, A. T., CHAPMAN, W. L. Case studies in system design. In: **Proceedings of the 1995 International Symposium and Workshop on Systems Engineering of Computer-Based Systems**, Tucson, AZ, USA, 1995, pp. 43-50, doi: 10.1109/ECBS.1995.521839.

CATIVELLI, A. S. **Indicadores métricos de valor de patentes: construção de um Índice de Valor utilizando as patentes verdes brasileiras**. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Tese. 284 p. 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219292> >. Acesso em: 01 fev. 2023.

COHEN, W.; NELSON, R.; WALSH, J. Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not). **National Bureau of Economic Research – NBER**. NBER working paper series. 50 p. 2000. doi:10.3386/w7552

EPO - EUROPEAN PATENT OFFICE. **Espacenet**. Disponível em: < <https://worldwide.espacenet.com/> >. Acesso em 01 mar. 2023.

EPO – EUROPEAN PATENT OFFICE. **Winners and finalists of the European Inventor Award 2022**. Disponível em: < <https://www.epo.org/news-events/events/european-inventor/finalists/2022.html> >. Acesso em 28 fev. 2023.

FISCHER, T.; LEIDINGER, J. Testing patent value indicators on directly observed patent value - An empirical analysis of Ocean Tomo patent auctions. **Research Policy**, v.43, n.3, p.519–529, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.013>.

FISCHER, U. **Manual de tecnologia metal mecânica**. 2º ed. Editora Blucher. 2011. ISBN: 978-85-212-0427-5.

FRANCESCHINI, Fiorenzo; GALETTO, Maurizio; MAISANO, Domenico. **Designing Performance Measurement Systems: Theory and Practice of Key Performance Indicators**. Management for Professionals. Editora Springer International Publishing. 2019. ISBN: 978-3-030-01191-8.

GLÄNZEL, W.; MEYER, M. Patents cited in the scientific literature: An exploratory study of ‘reverse’ citation relations. **Scientometrics**, 58(2). pp. 415-428. 2003. doi:10.1023/a:1026248929668.

GROOVER, Mikell P. **Automation, Production systems and computer-integrated manufacturing**. 4. ed. Pearson Indie Education, 2016. 817 p. ISBN 978-93-325-7249-2.

INMETRO. **O que significa a ABNT NBR ISO 9001 para quem compra?**. CB-25. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pdf/cb25docorient.pdf> >. Acesso em 25 fev. 2023.

INPI - INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL. **PePi – Pesquisa em propriedade industrial**. Brasil. Disponível em: < <https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp> >. Acesso em fev. 2022.

MENSURES. **Software desenvolvido para mensurar atividades intelectuais**: baseado na metodologia do Índice Interno de Esforço. 2016. INPI. BR 51 2016 001521-7. RPI 2405.

MURMANN, P. Expected development time reductions in the German mechanical engineering industry. **Journal of Product Innovation Management**, 11(3), 236–252. 1994. doi:10.1016/0737-6782(94)90006-x.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo**: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Tradução: Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP. 1997. 3 Ed. 187 p.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value, **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, No. 2013/03, OECD Publishing, Paris, 2013.

OLIVEIRA, A. A. de.; RIBEIRO, G. Sistema de Avaliação de Desempenho Baseado em Controle Adaptativo: uma Aplicação Participativa. **Teoria E Prática Em Administração**, 10(1), 38–52. 2020. <https://doi.org/10.21714/2238-104X2020v10i1-47322>

OLIVEIRA, A. A.; PILATTI, L. A. Mensuração da complexidade de códigos em C com o método do Índice Interno de Esforço. In: **Anais do XII Encontro Anual de Tecnologia da Informação – EATI**. Ano 10, n. 2; Novembro/2021. Disponível em: < <http://anais.eati.info:8080/index.php/2019/article/view/64/61> >.

OLIVEIRA, A. A.; GUIMARÃES, T. A.; ÁVILA, C. A. PILATTI, L. A.; SANTOS, C. B. Metrificação de patentes públicas: um estudo sobre a ótica do Índice Interno de Esforço. **XLIII Encontro Nacional de Engenharia da Produção – ENEGEP**. 14 p. 2023. (submetido à publicação).

POPPER, Karl R. **A lógica da pesquisa científica**. 9. ed. São Paulo: Cultrix, 2001. 567 p. ISBN 85-316-0236-X.

SHANNON, Claude E. **A Mathematical Theory of Communication**. Bell System Technical Journal. 27 (3): 379–423. 1948. doi:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.

SHEARD, S. A.; MOSTASHARI, A. **A Complexity Typology for Systems Engineering**. INCOSE International Symposium, 20(1), 933–945. 2010. doi:10.1002/j.2334-5837.2010.tb01115.x

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**: atualização da tecnologia. Rio de Janeiro, ED. LTC, xxviii, 2013. 707p.

VAN BURG, E.; DU, J.; KERS, J. G. When do academics patent outside their university? An in-depth case study. **Technovation**. v. 107, p. 102287. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102287>

WIPO - WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Historical Patents – Weird and Wonderful**. Disponível em: < https://www.wipo.int/patents/en/historical_patents.html >. Acesso em 2023.

WIPO - WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patent Picks – Weird and Wonderful**. Disponível em: < https://www.wipo.int/patents/en/2018_patent_picks.html >. Acesso em 28 fev. 2023

Apêndice:

Os dados apresentados neste artigo pode ser gratuitamente baixados em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/14Gw1N8ZPtVRYH3Gh1Q4rvSWelkWBn2k7/edit?usp=share_link&oid=108894340029492345033&rtpof=true&sd=true