

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA UNIVERSIDADE: CARACTERIZANDO OS ESFORÇOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIAS VERDES

ANA GRAZIELE LOURENÇO TOLEDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

SAMUEL MAX RODRIGUES DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA UNIVERSIDADE: CARACTERIZANDO OS ESFORÇOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIAS VERDES

INTRODUÇÃO

A universidade participa do desenvolvimento econômico de um país mediante sua capacidade de produzir inovação e disseminá-la para a sociedade pelos diferentes mecanismos de transferência tecnológica existentes. Deste contexto, emergem o suporte público para a pesquisa universitária, a importância estratégica para a indústria e o impacto da pesquisa na economia e na sociedade (Godin, 2006).

O processo inovador pressupõe que o desenvolvimento da inovação não decorre exclusivamente de capacidades organizacionais individuais, mas da interação entre diversas organizações e o governo (Edquist, 1997). Organizações são mais inovadoras na medida em que estabelecem conexões externas com outras organizações e instituições, formando sistemas de inovação (Chesbrough, 2003). Modelos como o da tripla hélice evidenciam o papel da universidade na transição para a sociedade do conhecimento e o empreendedorismo universitário é o elemento que promove a interação do meio acadêmico com a indústria e governo (Cai e Etzkowitz, 2020).

De forma concomitante, cresce a demanda do consumidor e dos stakeholders por produtos e processos mais verdes, que possuam menor impacto ambiental ou utilizem de forma racional os recursos naturais. Para atender estas necessidades, esforços para desenvolver tecnologias verdes são empreendidos pelas organizações de forma generalizada. Apesar de se configurar como um tipo de inovação e, por isso, caracterizar-se como incremental ou radical, a pesquisa demonstra que a inovação sustentável não decorre de processos incrementais, já que produtos e processos são redefinidos completamente durante o desenvolvimento. Observa-se que o valor da inovação sustentável é maior quando o processo é não linear e colaborativo, assim como ocorre na inovação aberta e em rede (Cillo et al, 2019).

As instituições universitárias se dedicam ao desenvolvimento de inovação sustentável e fazer a gestão deste ativo intangível é fundamental para que os benefícios das atividades de pesquisa sejam usufruídos pelas instituições e possa-se identificar o caminho tecnológico que as inovações sustentáveis vêm percorrendo. Trata-se não só da transferência tecnológica das tecnologias verdes, mas, também, de obter fontes de financiamento para a pesquisa universitária que se escasseiam com as sucessivas crises econômicas e redução do tamanho do Estado e revisão dos objetivos das políticas públicas.

Ao deixar de explorar as inovações sustentáveis, seja pelo licenciamento ou transferência de tecnologia, as universidades não obtêm retorno dos investimentos realizados (Miranda et al, 2021). De outra forma, acompanhar as inovações permite aumentar a qualidade na decisão sobre quais delas devem ser mantidas no portfólio institucional com uso exclusivo dos direitos comerciais e quais podem ser compartilhadas ou, ainda, descartadas deste portfólio. Contudo, para que este gerenciamento ocorra é necessário caracterizar o desenvolvimento da inovação sustentável pelas universidades. Diante deste contexto, este estudo busca responder à seguinte questão: como a inovação sustentável se caracteriza nas instituições universitárias?

A abordagem metodológica utilizada neste estudo envolve a análise de dados secundários coletados na Revista de Propriedade Industrial – RPI – e na base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI. Os dados coletados abrangem um horizonte temporal de oito anos e foram submetidos a análises descritiva e de conglomerados, que possibilitaram caracterizar o perfil das instituições que tem se dedicado à inovação sustentável no Brasil.

A análise permite identificar e caracterizar as relações entre inovação sustentável, estabelecimentos de parcerias para pesquisa – tanto intra como interorganizacionais – e a

utilização de serviços especializados para o gerenciamento de patentes. Ainda, é possível identificar a natureza e origem das instituições dedicadas ao desenvolvimento de tecnologias verdes bem como, através destas características, estabelecer grupos com perfis diferenciados de atividades de pesquisa relativas à inovação sustentável.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a revisão da literatura apresenta os conceitos de inovação sustentável e da gestão da propriedade industrial na universidade e na sequência, apresenta-se o delineamento metodológico do estudo; os resultados da pesquisa são mostrados no item de apresentação e discussão dos resultados; as conclusões, limitações e oportunidades para pesquisa futura compõe as considerações finais do artigo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inovação Sustentável

Oportunidades de negócio em mercados potenciais conduzem as organizações à busca por produtos diferenciados e isso também ocorre com a demanda por produtos sustentáveis, neste caso, através da inovação sustentável (Wicki, 2015). Compreende-se por inovação sustentável, um tipo de inovação que potencializa o desempenho econômico e ambiental tanto das organizações quanto da sociedade (Carrillo-Hermosilla et al, 2009; Boons e McMeekin, 2019).

De forma geral, a inovação atua sobre o desenvolvimento das organizações e, em ambientes de concorrência acirrada, é necessária à existência, sendo considerada uma medida de competitividade organizacional (Chen, 2016). Contudo, o desenvolvimento de novas tecnologias está centrado nas organizações líderes de mercado que buscam melhorar a competitividade (Bossle *et. Al.*, 2016). Esta condição se dá em face de características como montante de investimento em pesquisa e desenvolvimento, recursos, capacidades e rotinas organizacionais, cultura voltada para a inovação entre outras.

Em se tratando de inovação sustentável, a estas características são acrescidos aspectos organizacionais como perfil empreendedor, planejamento, orquestração de recursos, modos de entrada e capacidade de inovação (Shepherd et al, 2020). De fato, competir com base em sustentabilidade requer competências específicas além da disposição em se engajar em práticas como a inovação aberta e em rede, ambientes colaborativos de desenvolvimento além de compartilhar a compreensão de que a sustentabilidade é necessária para a continuidade do mundo.

Atingir esta base competitiva implica em definir o grau de complexidade que a inovação sustentável possuirá: as inovações radicais modificam as indústrias com melhores produtos e modelos de negócio de baixo custo (Cortez, 2014); a inovação incremental aprimora competências e sistemas já existentes (Christensen et al, 2015). Entretanto, também deve-se considerar que a complexidade da inovação sustentável em relação à inovação convencional se baseia em diferentes elementos e entre eles estão as incertezas relacionadas à economia, sociedade e meio ambiente (Lv et al, 2018).

Recursos e capacidades individuais da empresa, além do contexto no qual ela opera são importantes critérios de decisão na escolha pelo tipo de inovação que será desenvolvido (Mackey et al, 2017). Regulações ambientais também pressionam as empresas a desenvolverem recursos e habilidades que as levam a investir em inovações sustentáveis, analisando as reservas de recursos e o dinamismo do ambiente competitivo no intuito de decidir o destino dos investimentos. Neste sentido, o desenvolvimento de produtos relacionados àqueles que compõe o atual mix de produtos da empresa, tem-se evidenciado como o principal comportamento inovador das organizações que buscam o caminho da competitividade sustentável (Wicki, 2015; Hu et al, 2019).

Adquirir esta capacidade competitiva também está relacionado aos mecanismos de colaboração que possibilitam as transações entre as organizações envolvidas no processo inovador, criando valor neste processo. Segundo Reficco, Gutiérrez, Jaén e Auletta (2018), estes mecanismos são sociais (restrição de acesso, macroculturas, transferência de conhecimento, capacidade de elaboração, coalisões entre setores), econômicos (novidade, contratos de longo prazo baseados em *premium price*, complementaridade, eficiência) e ambientais (compartilhamento de conhecimento e competências ambientais, monitoramento ambiental, simbiose industrial). Neste sentido verifica-se que a cooperação interinstitucional introduz novos e auxilia na construção de redes de inovação (Karimi, Rezaei, Akbari e Foroudi, 2021).

Para além das redes, a dinâmica da inovação sustentável possui interfaces interna e externa: a externa envolve aspectos como legislação, competição no setor e pressões ambientais e sociais além dos stakeholders e seus suportes; na interface interna, tem-se supply chain, investimentos e tipos de inovação, características e habilidades humanas, consciência e cultura ambiental, infraestrutura, capacidade e tecnologia ambiental (He et al, 2017).

Diante destes elementos, considera-se que nem todas as tecnologias verdes desenvolvidas na universidade conduzem a patentes, seja por estarem em estágio inicial e produzirem efeito não claro sobre a eficiência ambiental, seja pela opção que pesquisadores fazem em não encaminhar o registro junto ao INPI de suas descobertas, preferindo a exclusividade da divulgação científica, por meio dos periódicos. Somadas ao retorno no longo prazo característico dos investimentos feitos em inovações sustentáveis, tem-se o aumento da percepção de risco em relação à tecnologia verde o que também pode provocar a falta de interesse pelo patenteamento destas invenções (Marin-Venuesa et al, 2018; Christodoulou et al, 2018).

2.2 Universidade e Gestão de Patentes

A evolução dos modelos de inovação consolida a compreensão de que ela se constrói a partir do relacionamento entre as partes interessadas no processo. Universidade, governo, empresas e sociedade interagem desenvolvendo novas tecnologias ou combinando tecnologias já existentes através de complexos processos, arquiteturas e sistemas (Edquist, 1997; Chesbrough, 2003; Cai e Etzkowitz, 2020).

Na medida que mais recursos são investidos na pesquisa tecnológica, maior é o nível de inovação e patentes (Ramires-Hernandes e Isaza-Castro, 2019). Inovação custa dinheiro: pessoal qualificado, equipamentos, infraestrutura e tempo são recursos indispensáveis no processo inovador, mas escassos, principalmente no contexto das instituições públicas de pesquisa, cujos fundos decrescem diante da crise econômica (Miranda et al, 2021).

Neste sentido, a gestão da propriedade industrial emerge como alternativa para financiamento próprio das universidades a partir da compreensão de que a capacidade de gestão é que faz aumentar o valor das patentes obtidas (Ernst et al, 2016). Assim, discute-se sobre como as instituições universitárias exploram as descobertas científicas e, através desta exploração, transferem de forma mais rápida as tecnologias promovendo a comercialização destes avanços (Thompson et al, 2018).

As universidades estão aprendendo a patentear as inovações, mas as fontes de aprendizado não são claras e o processo é difuso. Observam-se práticas cuja efetividade ainda está em construção: acúmulo de experiência anterior, relacionamento histórico com a pesquisa e alocação de talento administrativo para transferir atividades de tecnologia são algumas delas (Mowery et al, 2002).

No contexto brasileiro, a Lei nº 10.973 conhecida como “lei da inovação”, regulamenta a transferência de tecnologia ao mercado pelas universidades públicas. De acordo com a lei, as

universidades podem criar, implantar e consolidar ambientes de inovação como incubadoras e parques tecnológicos, além de compartilhar laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e capital intelectual em projetos voltados para a inovação (Brasil, 2004).

A lei institui a criação de núcleos de inovação tecnológica que são responsáveis pela gestão da inovação produzida pela universidade. Os núcleos podem ser próprios ou em associação com outras universidades e desenvolvem ações como a promoção das criações desenvolvidas, acompanhamento do processamento dos pedidos de propriedade intelectual e manutenção de títulos, desenvolvimento de estudos de prospecção tecnológica, transferência de inovação e gestão dos acordos de transferência de tecnologia. Com a ação dos núcleos, as universidades podem celebrar contratos de transferência de tecnologia e licenciamento dos produtos desenvolvidos por ela ou em parcerias, bem como prestar serviços técnicos especializados de inovação. A lei ainda garante aos criadores, participação mínima de 5% e máxima de 1/3 sobre os royalties resultantes da exploração direta ou por terceiros da criação produzida (Brasil, 2004).

Contudo, as dificuldades nestas práticas podem estar relacionadas ao estado da tecnologia que muitas vezes não é prontamente comercializável, pois está no estado inicial (Caviggili et al, 2020). Por outro lado, a experiência na indústria induz estudantes e professores a patentarem suas invenções fora da universidade (Burg et al, 2021). Assim, consolida-se o desafio de desenvolver inovação e extrair os benefícios da pesquisa e desenvolvimento por meio de uma gestão eficiente da propriedade intelectual da universidade.

A discussão sobre a gestão da propriedade intelectual reside nos benefícios que podem ser auferidos pela organização envolvida em atividades de pesquisa e desenvolvimento. Em segmentos nos quais o uso da tecnologia é intensivo, gerar inovação é uma condição para a sobrevivência. Contudo, as patentes em si não garantem desempenho superior: cabe às organizações avaliarem sob quais condições o investimento na patente adiciona ou subtrai valor (Levitas e Chi, 2010).

Sob esta perspectiva, segundo Somayaa (2012) a gestão das patentes é uma capacidade gerencial crítica e sem a qual não se obtém o valor. Esta capacidade se reflete na estratégia adotada para as patentes e que abrange as atividades relacionadas aos direitos, licenciamento e *enforcement*, podendo se caracterizar como estratégia de propriedade, defensiva e de alavancagem.

Ao empreender uma estratégia para patentes, o objetivo é melhorar a competitividade organizacional. Neste sentido, na medida em que a patente proporciona uma posição exclusiva de mercado – mesmo que temporária – ou a comercialização mediante licenciamento, tem-se a agregação de valor esperada. Assim, percebe-se que a competitividade não é atingida pela quantidade de patentes em um portfólio, mas pela gestão que se faz deste portfólio (Ernst et al, 2016).

A gestão de patentes é um processo composto por atividades como planejamento de patentes, avaliação, triagem de informação, aplicação de patentes e medidas defensivas. A efetividade de cada atividade depende das necessidades organizacionais e da estratégia de inovação (Soranzo et al, 2017). Considerando a comercialização, a velocidade do licenciamento, ou seja, o tempo entre a aplicação da patente e o anúncio do acordo do licenciamento, é fundamental para a geração de valor da inovação desenvolvida (McCarthy e Ruckman, 2017).

A gestão de patentes deve incluir a decisão racional sobre quais invenções serão patenteadas e podem contribuir para a competitividade organizacional. Posteriormente, a decisão recai sobre quais patentes devem ser mantidas, dado que esta manutenção incorre no custo do pagamento das anuidades. O bom gerenciamento de patentes através do planejamento e avaliação dos direitos adquiridos conduz a uma estratégia de exploração adequada e que avança o valor da inovação (Soranzo et al, 2016).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo caracteriza-se como de natureza descritiva e de acordo com o objetivo proposto que é o de compreender como a inovação sustentável se caracteriza nas instituições universitárias, adotou-se uma abordagem de pesquisa quantitativa, cujo protocolo é ilustrado na figura 1.

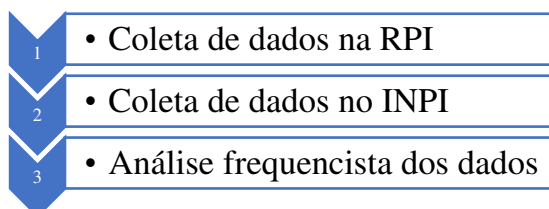


Figura 1: Protocolo de pesquisa

Fonte: os autores (2021)

Na etapa de coleta de dados, utilizou-se os pedidos de patente cujos dados foram coletados na Revista de Propriedade Intelectual – RPI – e no site do Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI – que os disponibiliza de forma gratuita, conforme a Lei nº 9279 de 14 de maio de 1996. Da RPI foram extraídos os números dos pedidos de patente de tecnologias verdes, de acordo com os códigos definidos para identificação. Assumindo que as patentes não capturam todos os esforços de inovação promovidos em uma organização, já que inovações podem não ser patenteadas por seus inventores (Sweet e Eterovic, 2019), ainda assim opta-se por utilizar as patentes verdes como o indicador de mensuração da inovação sustentável neste estudo.

Identificaram-se 814 pedidos cujos dados para análise (nome do depositante e origem geográfica) foram coletados no site do INPI, gerando um banco de dados que abrange o período entre 17/02/2012 e 31/12/2020. Destes, 103 pedidos foram depositados por instituições cuja razão social está associada com instituições de pesquisa, como universidades e institutos de pesquisa.

O recorte temporal se dá em função do início da análise prioritária de pedidos de patente de tecnologia verde no Brasil que se deu a partir de 2012 com a Resolução Nº 283/2012. São consideradas tecnologias verdes aquelas que envolvem fontes de energia limpa e renovável, produtos e serviços que alteram os hábitos de consumo, produtos, materiais de construção e procedimentos de manufatura e agricultura sustentáveis, entre outros (Chu, 2012).

A análise dos dados se deu com o uso do software Stata, inicialmente realizando a análise descritiva e posteriormente performando a análise de conglomerados, que é uma técnica utilizada para agrupar elementos em grupos internamente homogêneos, mas heterogêneos entre si e mutuamente exclusivos (Fávero, Belfiore, Silva e Chan, 2009). Utilizou-se de uma metodologia hierárquica para o agrupamento dos dados, baseada na análise pelo pesquisa da etapa anterior (Hair et al, 2009).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva das variáveis utilizadas na pesquisa. O número total de pedidos (109) é maior que o número de pedidos identificados no levantamento dos dados, pois os pedidos nos quais constavam mais de uma instituição foram contabilizados para ambas as participantes. As parcerias referem-se ao número de parceiros de pesquisa nos pedidos nos quais as instituições não atuaram de forma isolada; o número de inventores é o número de pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento de cada inovação; o número de serviços é a

quantidade de diferentes serviços especializados utilizados para representar as instituições junto ao INPI, quando da preparação e encaminhamento do pedido de registro da patente.

Estatísticas	Pedidos	Parcerias	A	B	C	D	E	F	G	H	Inventores	Serviços
Total	109	38	14	17	59	1	1	5	2	9	341	35
Média	2,32	0,81	0,30	0,36	1,26	0,02	0,02	0,11	0,04	0,19	7,41	0,74
Moda	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00
mediana	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00
desvio padrão	2,54	1,41	1,20	0,76	1,11	0,15	0,15	0,31	0,29	0,50	9,66	0,71
assimetria	3,23	2,21	6,07	2,93	0,95	6,86	6,86	2,64	6,86	2,65	4,55	0,41
Curtose	13,32	4,75	39,38	10,73	0,52	47,00	47,00	5,18	47,00	6,52	24,96	-0,88

Tabela 1: Análise descritiva dos dados

Fonte: os autores (2021)

O número de pesquisadores envolvidos (197) é maior em inovações sustentáveis desenvolvidas em parcerias com outras instituições do que naquelas desenvolvidas exclusivamente por uma instituição (144), expressando uma diferença de 27%. Compreende-se que esta observação seja decorrente do número de instituições participantes dos projetos de pesquisa: quanto mais instituições, mais pesquisadores. Contudo, dado que a média de inventores é de aproximadamente 7 por projeto, a expectativa é que os projetos realizados em parceria apresentassem um número mais expressivo de pesquisadores envolvidos.

Observa-se o alto desvio padrão na distribuição dos dados referente ao número de pedidos e número de inventores. Os gráficos 1 e 2 mostram a dispersão dos dados em relação ao número de pedidos e número de inventores. Destacam-se as observações 45, 23 e 24 nas duas variáveis analisadas. Estas observações representam universidades públicas que possuem um alto número de pesquisadores envolvidos e não possuem a parceria como uma prática no desenvolvimento de projetos de inovações sustentáveis.

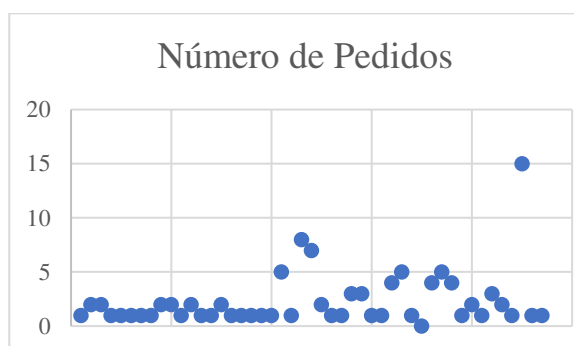


Gráfico 1: Número de Pedidos
Fonte: os autores (2021)

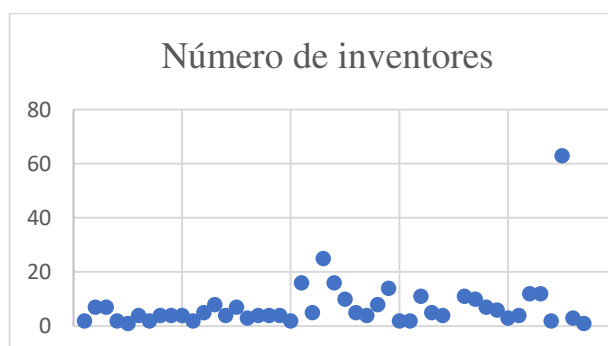


Gráfico 2: Número de Inventores
Fonte: os autores (2021)

O gráfico 3 mostra a concentração de inovações sustentáveis desenvolvidas pelas universidades, evidenciando-se que os esforços de pesquisa envolvem o desenvolvimento de inovações do tipo C que compreendem à área de química e metalurgia. Compreendendo que, no geral, as inovações incrementais são mais comuns do que as inovações radicais, pode-se inferir que as áreas possuam características mais incrementais que as demais, possuindo mais inovações sustentáveis assim categorizadas.

Segundo a World Intellectual Property Organization (2021), as tecnologias verdes podem ser classificadas como:

- A — NECESSIDADES HUMANAS: abrange agricultura, produtos alimentícios, artigos pessoais e saúde;
- B — OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO; TRANSPORTE: processos de separação, mistura, conformação, impressão, transportes e microestruturas;
- C — QUÍMICA; METALURGIA: química pura e aplicada, indústrias de coque e combustíveis, óleos, gorduras, ceras, fermentação, açúcar, operações e tratamento mecânicos e parcialmente mecânicos e metalurgia;
- D — TÊXTEIS; PAPEL: produtos têxteis e papel;
- E — CONSTRUÇÕES FIXAS: edificações, perfurações de solo e mineração;
- F — ENGENHARIA MECÂNICA; ILUMINAÇÃO; AQUECIMENTO; ARMAS; EXPLOSÃO: motores, bombas, engenharia em geral, iluminação, aquecimento, armas, explosão;
- G — FÍSICA: medição, óptica, fotografia, horologia, controle, sinalização, instrumentos musicais, armazenamento de informações;
- H — ELETRICIDADE: elementos elétrico, energia elétrica, circuitos eletrônicos.

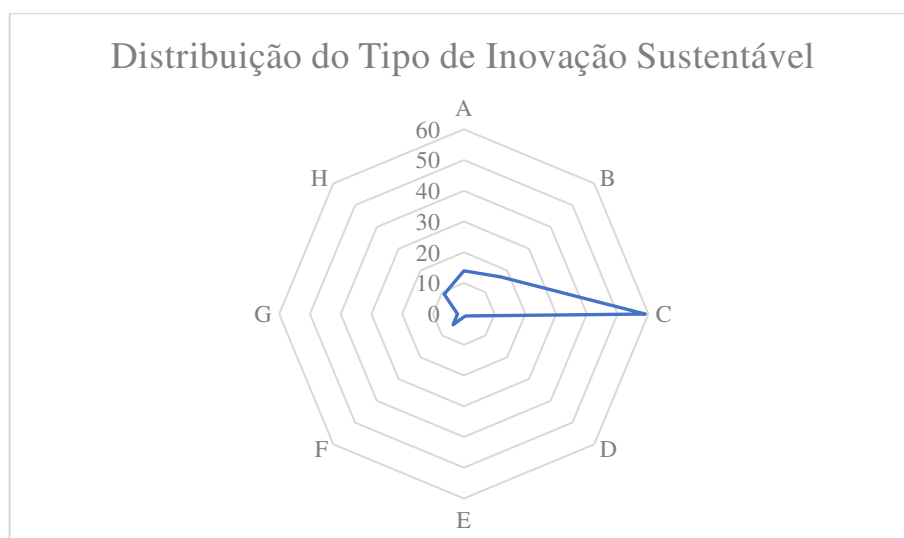


Gráfico 3: Tipos de Inovação Sustentável desenvolvidos pelas Universidades
Fonte: os autores (2021)

O Gráfico 4 mostra a distribuição dos pedidos de patente de instituições brasileiras. Observa-se que instituições que estão nos estados da região sul do país concentram a maior parte das inovações sustentáveis cujos pedidos foram encaminhados para registro no INPI (47%). Destaca-se que pedidos de patente de tecnologias desenvolvidas por universidades estrangeiras também caracterizam a inovação sustentável, contudo de maneira mais modesta: são 6 pedidos vindos de instituições norte-americanas, japonesa, dinamarquesa e inglesa.

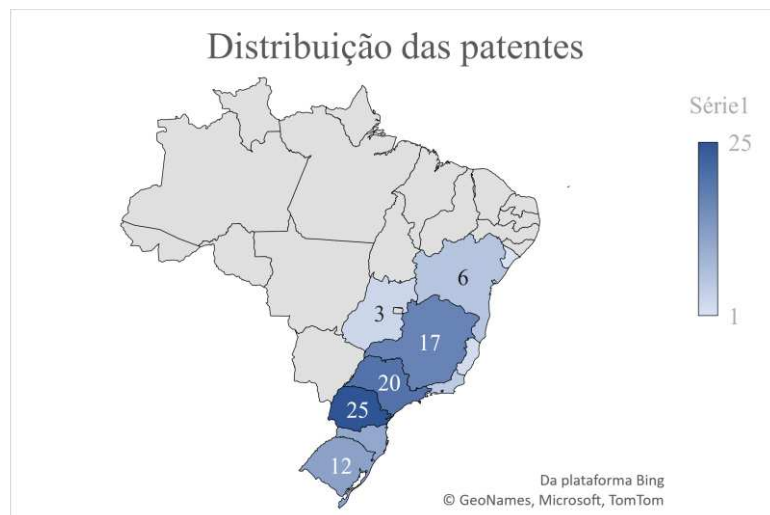


Gráfico 4: Patentes por Região
 Fonte: os autores (2021)

Após a análise descritiva, procedeu-se a análise de agrupamentos que considerou todas as instituições de ensino, mesmo identificando-se a presença de *outliers*, conforme demonstrados nos Gráficos 1 e 2. Ainda que considerando que a análise de conglomerados é altamente sensível a presença de *outliers* (Favero et al, 2009), a escolha se justifica pela relevância que as instituições possuem dentro da amostra, representando 30% da quantidade de pedidos encaminhados.

Como medida de similaridade, utilizou-se a distância euclidiana, pois as variáveis utilizadas no estudo são métricas e discretas. Ao performar os agrupamentos considerando todas as variáveis, utilizando a análise de conglomerados hierárquica pelo método do centróide para garantir maior robustez no caso da ocorrência de observações atípicas (Hair et al, 2009).

A Figura 1 (com todas as variáveis disponíveis) e 2 (somente com as variáveis representativas dos tipos de inovação sustentável) mostram os dendrograma obtidos. Observa-se que não há uma identificação clara sobre a quantidade de grupos obtida quando se consideram todas as variáveis. Contudo em relação às classificações dos tipos de inovação, nota-se a possibilidade de cinco grupos de instituições.

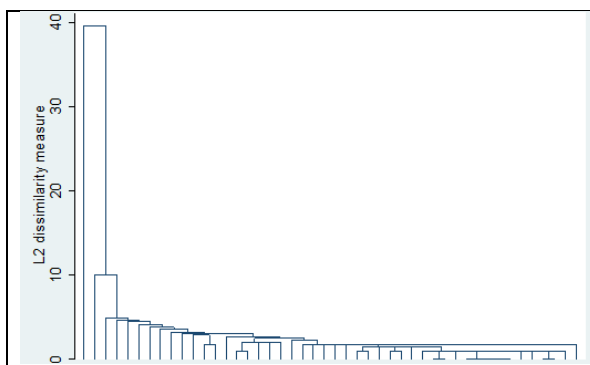


Figura 1: Dendrograma com todas as variáveis
 Fonte: os autores (2021)

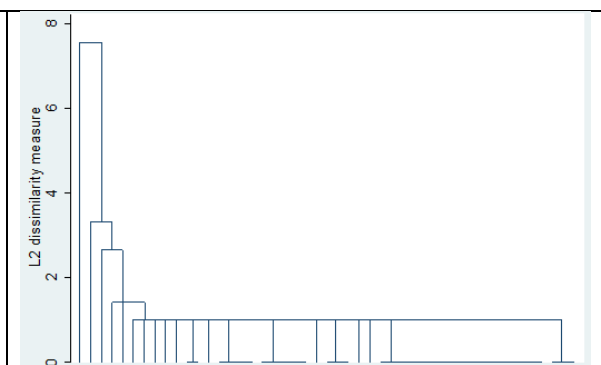


Figura 2: Dendrograma apenas com as classificações
 Fonte: os autores (2021)

Baseado no dendrograma da Figura 2, definiu-se pelo método hierárquico, cinco grupos para agrupamento e o resultado obtido observa-se no Quadro 1, para todas as variáveis analisadas. No quadro 2, tem-se a descrição dos grupos encontrados.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
45	23	24; 21	32	Demais observações

Quadro 1: Distribuição dos grupos de instituições – todas as variáveis
Fonte: os autores (2021)

Dos resultados obtidos destaca-se a preponderância das universidades públicas no desenvolvimento de inovação sustentável. Este número pode representar que a inovação sustentável pode estar se operacionalizando com o objetivo de ser transferida para a sociedade e, não necessariamente, ser explorada de forma comercial pelos inventores.

Por outro lado, mostra que as universidades públicas têm se dedicado mais que as instituições privadas ao desenvolvimento de inovação sustentável. Esta constatação pode estar embasada em fatos como: a inovação sustentável ser um tipo de inovação cujo desenvolvimento é difícil e demorada; haver a tendência de registrar a inovação, mas não explorá-la de forma comercial como a cobrança de royalties pelo licenciamento.

Nota-se que as universidades públicas além de liderarem o número de inovações sustentáveis também não tem se utilizado de serviços especializados para os pedidos de patente. Esta constatação pode ser decorrência do trabalho desenvolvido pelos núcleos de inovação e tecnologia das universidades que, instituídos por lei, constituem o corpo responsável pela gestão da propriedade industrial/intelectual. Tal condição não se aplica à instituições privadas que podem analisar o custo de oportunidade em instituir tal estrutura de forma permanente comparando com a utilização de serviços terceirizados, uma vez que o desenvolvimento e registro de inovação sustentável pode não se constituir como seu foco de atuação e, assim, as tecnologias surgirem de forma pontual e fruto de projetos de pesquisa específicos.

No contexto brasileiro, a partir de 2004 com a promulgação da Lei Nº 10.973, as universidades se viram em face da obrigatoriedade de estabelecer escritórios de transferência de tecnologia para promover a difusão da inovação para a sociedade. Estes escritórios atuam sobre a gestão das patentes, evidenciando a importância ou mérito técnico da inovação desenvolvida (Caviggili et al, 2020) e incentivando o aumento no número de invenções patenteadas (Burg et al, 2021).

O número de pesquisadores envolvidos demonstra a importância dos projetos de pesquisa em conjunto com outros pesquisadores na área da inovação sustentável. Dado que as inovações sustentáveis de alto impacto demandam mudanças profundas em produtos e processos, este número pode ser um indicador de que, na medida em que se tem mais pessoal envolvido, as inovações geradas são de impacto mais alto, ou radicais.

Grupos	Descrição
1	É uma instituição pública, caracterizada como universidade, localizada na região sul do Brasil e desenvolve inovações sustentáveis nas categorias A, B e C. Apesar no número expressivo de patentes (é a instituição que mais registros pedidos na amostra), só utilizou uma vez o serviço especializado para encaminhar o pedido. Destaca-se pelo número de inventores envolvidos (63 inventores).
2	É uma instituição pública, caracterizada como universidade, localizada na região sudeste do Brasil e desenvolve inovações sustentáveis preponderantemente nas categorias C e D. Destaca-se pelo número de pesquisadores envolvidos e por se

	utilizar somente uma vez dos serviços especializados para encaminhar o pedido de patente.
3	São instituições públicas, caracterizadas como universidades, localizadas na região sudeste do Brasil e desenvolvem inovações sustentáveis preponderantemente nas categorias B, G e H.
4	É uma instituição pública, caracterizada como universidade, localizada na região sudeste do Brasil e desenvolve inovações sustentáveis preponderantemente na categoria C. Destaca-se por desenvolver inovações em parceria com outras instituições e empresas (é a instituição com o maior número de parcerias da amostra)
5	Composto por instituições públicas e privadas, caracterizadas como universidades e institutos de pesquisa. Caracterizam-se por concentrarem a inovação sustentável na classificação C e estarem abaixo da média no número de pedidos, de parceiros e de inventores; estão acima no número de procuradores.

Quadro 2: Descrição dos grupos – todas as variáveis

Fonte: os autores (2021)

O Quadro 2 mostra o resultado do agrupamento considerando somente as classificações IPC e observa-se a inserção das observações 33 e 28 no grupo 4, além da reclassificação da observação 21 (que anteriormente estava no grupo 3). Sobre as observações 33 e 28, nota-se que ambas são instituições públicas, com apenas um pedido de patente, mas que se destacam pelo número de inventores envolvidos (4 inventores por pedido) que está acima da média de outras instituições que também tiveram 1 pedido de patente e não possuem parceiros de desenvolvimento.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
45	23	24	33; 32; 28; 21	Demais observações

Quadro 2: Distribuição dos grupos de instituições – somente as classificações IPC

Fonte: os autores (2021)

5 CONCLUSÃO

A discussão sobre sustentabilidade permeia todas as áreas do conhecimento e no que tange à inovação, encontra nas tecnologias verdes o instrumento para prover soluções que atendam a requisitos econômicos, sociais e ambientais. A inovação sustentável configura-se como a alternativa para organizações que buscam obter ou manter a competitividade e demanda investimentos financeiros e não financeiros para ser conquistada.

No âmbito da universidade, a inovação sustentável se caracteriza como um dos objetivos que se deseja alcançar com os esforços que se empreendem diariamente na pesquisa. Contudo, o desenvolvimento tecnológico não é convertido de forma automática em patentes, o que prejudica, inclusive, a mensuração da inovação desenvolvida. No caso da inovação sustentável, fatores como a dificuldade e o tempo que se leva para o desenvolvimento, bem como o retorno a longo prazo dos investimentos feitos somado à falta de vivência no ambiente de mercado por parte dos pesquisadores, pode fazer com que as inovações produzidas não sejam registradas e, com isso, as instituições não se beneficiem dos direitos comerciais que a proteção intelectual oferece.

Entretanto, mensurar estes efeitos não é possível sem antes conhecer a produção de inovação sustentável nas instituições universitárias e, neste sentido, este estudo se propôs a

identificar como a inovação sustentável está posicionada, descrevendo as características das instituições universitárias que a desenvolvem.

Os resultados obtidos permitiram identificar que as instituições públicas, mais do que as privadas, dedicam-se ao desenvolvimento de tecnologias verdes e o fazem empregando parcerias externas – com outras instituições – e internas – envolvendo mais de um pesquisador, constituindo-se como a primeira contribuição deste estudo. Também foi possível notar que estas instituições pouco se utilizam de serviços especializados para realizar a gestão de seu portfólio de inovações sustentáveis, denotando o possível papel dos núcleos internos de inovação e tecnologia, o que também é uma contribuição resultante da pesquisa.

A análise demonstra que a inovação sustentável está concentrada em produtos e processos que envolvem química e metalurgia, mas que há oportunidades para empreender esforços de pesquisa em construções fixas e engenharia, dado que são áreas cujas atividades possuem alto impacto ambiental, enquanto geradoras de resíduos.

Também foi possível identificar que instituições das regiões sul e sudeste do país concentram a produção de inovação sustentável e que as instituições a fazem, concentrando também o número de parcerias de pesquisa. Contudo, observa-se que as instituições que mais produzem tecnologia verde o fazem de forma isolada, sem compartilhar o conhecimento com outras instituições ou parceiros, constituindo-se como a terceira contribuição do estudo.

Como limitações, este estudo trabalhou com o número total de pesquisadores, sem considerar que os mesmos indivíduos podem estar presentes em mais de um projeto, podendo, inclusive, estabelecer redes de pesquisa nas diferentes áreas onde se desenvolve tecnologia verde. Outra limitação é que não se comparou as inovações sustentáveis com outras inovações, não permitindo verificar a representatividade deste tipo de inovação nas atividades de pesquisa e desenvolvimento das instituições universitárias.

Oportunidades para estudos futuros podem abranger o saneamento das limitações identificadas nesta pesquisa, mas também podem aprofundar a análise dos dados das patentes, visando identificar o quão incrementais ou radicais são as inovações sustentáveis produzidas pelas instituições.

Espera-se que as contribuições oferecidas pelo estudo estimulem a discussão sobre a produção e gerenciamento da inovação sustentável nas instituições universitárias. A expectativa de que soluções ambientalmente mais adequadas substituam produtos e processos nocivos ao meio ambiente está incorporada nos mercados e nas organizações. Assim, como promotora do conhecimento e da mudança social, as instituições universitárias possuem importância estratégica para o desenvolvimento da inovação sustentável.

REFERÊNCIAS

- BOONS, Frank; MCMEEKIN, Andrew (Ed.). **Handbook of sustainable innovation**. Edward Elgar Publishing, 2019.
- BOSSLE, M. B.; DUTRA DE BARCELLOS, M.; VIEIRA, L. M.; SAUVÉE, L. **The drivers for adoption of eco-innovation**. *Journal of Cleaner Production*, 113, 861–872, 2016.
- CAI, Yuzhuo; ETZKOWITZ, Henry. Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. **Triple Helix**, v. 7, n. 2-3, p. 189-226, 2020.
- CAMPI, Mercedes; DUEÑAS, Marco. Intellectual property rights, trade agreements, and international trade. **Research Policy**, v. 48, n. 3, p. 531-545, 2019.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; DEL GONZÁLEZ, P. R.; KÖNNÖLÄ, T. **What is eco-innovation? In: Eco-innovation**. Palgrave Macmillan, London, 2009. p. 6-27.
- CAVIGGIOLI, Federico et al. The licensing and selling of inventions by us universities. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 159, p. 120189, 2020.

CHEN, S.-H. **The Influencing Factors of Enterprise Sustainable Innovation: An Empirical Study**. *Sustainability*, 8(5), 425, 2016.

CHESBROUGH, Henry. The logic of open innovation: managing intellectual property. **California management review**, v. 45, n. 3, p. 33-58, 2003.

CHRISTENSEN, Clayton M.; RAYNOR, Michael E.; MCDONALD, Rory. **What is disruptive innovation**. *Harvard business review*, v. 93, n. 12, p. 44-53, 2015.

CILLO, Valentina et al. Understanding sustainable innovation: A systematic literature review. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 26, n. 5, p. 1012-1025, 2019.

CORTEZ, Nathan. **Regulating disruptive innovation**. *Berkeley Tech. LJ*, v. 29, p. 175, 2014.

DRATLER JR, Jay; MCJOHN, Stephen M. **Intellectual Property Law: Commercial, Creative and Industrial Property**. Law Journal Press, 2020.

EDQUIST, Charles; JOHNSON, Björn. Institutions and organizations in systems of innovation. **System of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations**, p. 41-63, 1997.

ERNST, Holger; CONLEY, James; OMLAND, Nils. How to create commercial value from patents: the role of patent management. **R&D Management**, v. 46, n. S2, p. 677-690, 2016.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Licensing life: The evolution of Stanford university's technology transfer practice. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 168, p. 120764, 2021.

FÁVERO, Luiz Paulo et al. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. 2009.

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HE, Fang et al. Contemporary corporate eco-innovation research: A systematic review. **Journal of cleaner production**, v. 174, p. 502-526, 2018.

KARIMI, Asef et al. The concept of innovation network: an application of the meta-synthesis approach. **Journal of Global Entrepreneurship Research**, p. 1-21, 2021.

LV, W.-D.; TIAN, D.; WEI, Y.; XI, R.-X. **Innovation Resilience: A New Approach for Managing Uncertainties Concerned with Sustainable Innovation**. *Sustainability*, 10(10), 3641, 2018.

MACKEY, T. B.; BARNEY, J. B.; DOTSON, J. P. **Corporate diversification and the value of individual firms: A Bayesian approach**. *Strategic Management Journal*, v. 38, n. 2, p. 322-341, 2017.

MOUSAVI, Seyedesmaeil; BOSSINK, Bart AG. Firms' capabilities for sustainable innovation: The case of biofuel for aviation. **Journal of Cleaner Production**, v. 167, p. 1263-1275, 2017.

MOWERY, David C.; SAMPAT, Bhaven N.; ZIEDONIS, Arvids A. Learning to patent: Institutional experience, learning, and the characteristics of US university patents after the Bayh-Dole Act, 1981-1992. **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 73-89, 2002.

QIAN, Xiao-Duo et al. An empirical study on sustainable innovation academic entrepreneurship process model. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1974, 2018.

REFICCO, Ezequiel et al. Collaboration mechanisms for sustainable innovation. **Journal of cleaner production**, v. 203, p. 1170-1186, 2018.

SHADLEN, Kenneth C. **Coalitions and compliance: the political economy of pharmaceutical patents in Latin America**. Oxford University Press, 2017.

SHEPHERD, D. A.; SOUITARIS, V.; GRUBER, M. **Creating New Ventures: A review and research agenda**. *Journal of Management*, p. 0149206319900537, 2020.

SORANZO, Benedetta; NOSELLA, Anna; FILIPPINI, Roberto. Managing firm patents: A bibliometric investigation into the state of the art. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 42, p. 15-30, 2016.

SORANZO, Benedetta; NOSELLA, Anna; FILIPPINI, Roberto. Redesigning patent management process: an Action Research study. **Management Decision**, 2017.

STERZI, Valerio; PEZZONI, Michele; LISSONI, Francesco. Patent management by universities: evidence from Italian academic inventions. **Industrial and Corporate Change**, v. 28, n. 2, p. 309-330, 2019.

SWEET, Cassandra; ETEROVIC, Dalibor. Do patent rights matter? 40 years of innovation, complexity and productivity. **World Development**, v. 115, p. 78-93, 2019.

WICKI, S. **Diversification through green innovations**. UWF UmweltWirtschaftsForum, 23(4), 197–203, 2015.