



BENEFÍCIOS DAS TECNOLOGIAS VERDES PRODUZIDAS PELAS UNIVERSIDADES E DIFICULDADES NA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS: REVISÃO SISTEMÁTICA

AMANDA FERNANDES CRUZ – amanda.cruz2@aluno.ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP

SERGIO EVANGELISTA SILVA - sergio.silva@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP

JUNE MARQUES FERNANDES - june@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP

ANDRÉ LUÍS SILVA – andre.silva@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

LUCIANA PAULA REIS- lucianapaula@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP

ÁREA: 6 – ENGENHARIA ORGANIZACIONAL
SUBÁREA: 6.1 – GESTÃO DA INOVAÇÃO

RESUMO: AS UNIVERSIDADES EXERCEM UM PAPEL CRUCIAL NA SOCIEDADE, INDO ALÉM DO PROCESSO DE CRIAÇÃO E DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO. ELAS TAMBÉM TÊM A RESPONSABILIDADE DE CONTRIBUIR DIRETAMENTE PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, POR MEIO DA INTRODUÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS. EMBORA SEJA NOTÓRIO O PAPEL DAS UNIVERSIDADES NA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO, A LITERATURA AINDA CARECE DE UMA COMPREENSÃO MAIS APROFUNDADA SOBRE OS BENEFÍCIOS DAS TECNOLOGIAS VERDES PRODUZIDAS PELAS UNIVERSIDADES E AS BARREIRAS NA TRANSFERÊNCIA DESSAS TECNOLOGIAS. DIANTE DESSA LACUNA, ESTE ARTIGO APRESENTA, POR MEIO DO MÉTODO DE REVISÃO SISTEMÁTICA, QUADROS QUE SUMARIZAM AS BARREIRAS NA TRANSFERÊNCIA, BEM COMO OS BENEFÍCIOS DESSAS TECNOLOGIAS PARA AS PARTES INTERESSADAS, SENDO ELAS: UNIVERSIDADE; INDÚSTRIA; SOCIEDADE; GOVERNO. ASSIM, ESSA PESQUISA FORNECE UMA VISÃO CLARA E ABRANGENTE DOS PONTOS RESSALTADOS, O QUE POSSIBILITA A CRIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS PARA A COMERCIALIZAÇÃO, ALÉM DE EVIDENCIAR OS IMPACTOS POSITIVOS EM DIVERSAS ESFERAS DA SOCIEDADE E ESTIMULAR SEU POTENCIAL PARA TRANSFORMAR O MUNDO EM UM LUGAR MAIS ECOLOGICAMENTE CONSCIENTE E ECONOMICAMENTE PRÓSPERO.

PALAVRAS-CHAVES: INOVAÇÃO; UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA; TECNOLOGIAS VERDES; TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS; REVISÃO SISTEMÁTICA.

1. INTRODUÇÃO

A universidade é reconhecida como um elemento fundamental nos sistemas de inovação e no processo de atualização tecnológica, devido à sua habilidade em gerar e difundir conhecimento (FISCHER; SCHAEFFER; VONORTAS, 2019). Com isso, pode ser particularmente importante na geração de inovações para o mercado (HEWITT-DUNDAS; GKYPALI; ROPER, 2019), tendo em vista o rápido desenvolvimento das economias baseadas no conhecimento.

A cooperação universidade-indústria pode ser vista como transações para benefício mútuo, posto que ajuda instituições de ensino superior a enfrentar o problema da diminuição dos fundos públicos (SZÜCS, 2018), bem como possibilita às empresas a obterem e manterem sua vantagem competitiva na dinâmica global (HOC e TRONG, 2019). Todavia, ainda há barreiras que dificultam o processo de transferência de tecnologia (WHITE *et al.*, 2019), como a burocracia, e que precisam ser levantadas, de modo a facilitar a criação de estratégias para as transições de tecnologias.

No que tange às tecnologias verdes produzidas pelas universidades, Xiang, Chen e Zhang (2019) afirmam que por meio da rede de cooperação verde, as empresas podem melhorar continuamente suas próprias capacidades de integração de recursos, reduzir os riscos e custos de inovação, além de contribuir com a sustentabilidade.

A universidade tem um papel de destaque na geração de inovação verde e o seu trabalho em rede é essencial para alcançar inovações mais radicais e relativamente novas, como as ambientais (QUATRARO e SCANDURA; 2019). Um estudo realizado por Fabrizi, Guarini e Meliciani (2018) confirmou que a contribuição das universidades em redes de pesquisa verde é positiva e maior do que a contribuição de empresas privadas. Além disso, Silva *et al.* (2016) constataram que a maioria dos pedidos de patente depositados pelas universidades está relacionada às tecnologias de gerenciamento de resíduos e as energias alternativas. Com isso, as áreas de transportes, conservação de energia e agricultura sustentável são pouco exploradas.

Logo, é notório que há iniciativas por parte das universidades no que diz respeito à criação de tecnologias que atendam aos requisitos de sustentabilidade, como energias alternativas e gerenciamento de resíduos. Entretanto, seus potenciais efeitos são pouco explorados na literatura em relação às partes interessadas. Assim sendo, a literatura ainda requer respostas para compreensão das seguintes indagações: quais são os benefícios das

inovações tecnológicas produzidas nas universidades para as partes interessadas? Quais são as dificuldades do processo de transferência de tecnologia?

Perante o exposto, o presente artigo visa abordar os pontos citados, de modo a gerar implicações teórica e prática. Para isso, o estudo possui uma abordagem qualitativa, tendo como método a revisão sistemática, a fim de entender e sintetizar as questões. Por meio da seleção de artigos na base *Scopus* e as análises deles, foi possível mostrar, por meio de quadros, os benefícios das inovações tecnológicas produzidas nas universidades e as dificuldades do processo de transferência de tecnologia.

A estrutura do artigo está organizada da seguinte forma: a seção (1) contextualizou o tema, citando alguns autores, bem como enfatizou o problema de pesquisa e o intuito do estudo; (2) revisão de literatura; (3) retrata a metodologia adotada; (4) Perspectivas teóricas; (5) discussão; (6) conclusões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tecnologias verdes e o sistema de inovação

Nos últimos anos, os problemas ambientais tornaram-se cada vez mais críticos, uma vez que os países estão enfrentando sérias mudanças climáticas, poluição do ar e descarga de resíduos criados pela industrialização (SANDBERG *et al.*, 2019). Conforme Dong, Gong e Liu (2022), os desafios no que se refere às mudanças climáticas e a recente crise econômica têm atraído a atenção de muitos atores para a análise econômica das questões ambientais. Diante disso, as tecnologias verdes têm sido mais reconhecidas.

Em relação ao conceito de tecnologia verde, Yang *et al.* (2021) ressaltam que é uma tecnologia que pode melhorar a qualidade do meio ambiente. Além disso, pode melhorar a qualidade de vida, alcançar a economia verde, reduzir as emissões de carbono e promover o desenvolvimento de produtos e serviços verdes (DONG *et al.*, 2019; YIN *et al.*, 2020). Em virtude disso, as tecnologias verdes possibilitam a produção mais limpa e o desenvolvimento sustentável nas indústrias.

Segundo Song, Wang e Zhang (2020), a melhoria da eficiência colaborativa da indústria-universidade promove avanços das capacidades de inovação verde e ainda pode suprimir efetivamente as emissões de carbono. Vale destacar que a transferência de tecnologia nas universidades pode estimular a vitalidade da inovação regional, crescimento econômico e vantagem competitiva para as empresas (TAKALO *et al.*, 2021), além de ajudar as instituições de ensino superior a enfrentarem o problema da diminuição dos fundos públicos,

conforme ressaltado anteriormente.

Todavia, são inegáveis os desafios no que diz respeito a transferência de tecnologias das universidades para o mercado. Jabbour e Jabbour (2016) identificam como barreiras da transferência de tecnologia verde, a falta de pesquisadores dedicados ao assunto, não considerar a avaliação do desempenho da inovação verde e a legislação nacional incerta para inovação de tecnologia limpa. Perante o exposto, medidas regulatórias são necessárias, a fim de forçar as empresas a se adaptarem a modos de produção ecologicamente corretos e, eventualmente, desenvolverem ou adotarem inovações ambientais.

As regulamentações ambientais exercem um efeito de incentivo significativo sobre as inovações de tecnologia verde (CAI *et al.*, 2020). Martínez *et al.* (2019), por exemplo, realizaram um estudo dos dados de patentes para medir a inovação verde corporativa e, por meio disso, descobriram que a regulamentação ambiental pode estimular consideravelmente a inovação de tecnologia limpa. Portanto, é notório que o governo deve usar políticas de regulamentação ambiental com maior flexibilidade.

Por fim, vale salientar que o artigo 11º do Comunicado 2582/2020 (PORTARIA INPI, 2020) define “tecnologias verdes” como patentes sustentáveis que abrangem 5 áreas descritas pelo inventário publicado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (*World Intellectual Property Organization* - WIPO), a saber: energias alternativas; transportes; conservação de energia; gerenciamento de resíduos; agricultura sustentável.

2.2 Universidade-Indústria, licenciamento de patentes e barreiras na transferência de tecnologias

A inovação tecnológica é definida como o processo de conversão do conhecimento técnico em invenções comercialmente viáveis e, geralmente, envolve múltiplos atores que desempenham funções especializadas (KIM e RHEE, 2018). Logo, a tecnologia surge de invenções, enquanto a inovação, vista sob a ótica Schumpeteriana, envolve a comercialização dessas invenções, destacando-se pela necessidade de impacto social, além de aspectos técnicos, ao contrário do desenvolvimento tecnológico.

O surgimento da relação universidade-indústria, como os principais atores do sistema de inovação, tem cultivado os vínculos entre a ciência e a indústria, além de gerar várias formas de colaboração, o progresso econômico, a inovação e a competitividade (SKUTE *et al.*, 2019). Nas economias baseadas no conhecimento, as universidades podem ser uma fonte de conhecimentos, além de fornecer apoio aos empreendedores em termos de transferência de

conhecimento, incubação, orientação e consultoria (MASCARENHAS; FERREIRA; MARQUES, 2018), gerando mais resultados empreendedores e inovadores dentro e fora do setor acadêmico.

A aproximação entre a universidade-indústria é desenvolvida de diversas maneiras, e vários pesquisadores têm dado ênfase às formas como as relações são estabelecidas. Etzkowitz e Zhou (2018) citam alguns meios de transferência de tecnologia das universidades para o mercado, como os parques tecnológicos, incubadoras, programas acadêmicos e licenciamento de patentes, de modo a facilitar o fluxo de inovação.

Vale ressaltar que, nos últimos anos, o licenciamento de patentes tem tido uma enorme ênfase no que diz respeito a transferência de invenções e tecnologias originadas da universidade para a indústria (RAVI e JANODIA, 2021). Kim e Rhee (2018) destacam que, basicamente, o licenciamento consiste na autorização concedida pelas instituições de ensino superior, a fim de permitir que outros explorem e comercializem o produto patenteado. Deste modo, as universidades conseguem obter receita e reinvestir em pesquisas acadêmicas.

O setor industrial, por sua vez, pode se beneficiar economicamente do talento humano, dos resultados de pesquisas avançadas e do conhecimento do setor acadêmico e, com isso, reduzir o custo de busca de conhecimento e elevar a competitividade (WILLIAMSON *et al.*, 2020). Diante disso, a colaboração com o setor acadêmico é considerada uma ferramenta promissora para melhorar a eficiência da inovação da indústria.

Entretanto, ainda há desafios na transferência de tecnologia, como a burocracia e questões de capacidade. Para Kim *et al.* (2019), o licenciamento de invenções universitárias envolve um fluxo complexo, tendo em vista a fase de busca de parceiros da indústria, negociação de termos financeiros, cronograma de desenvolvimento, proteção dos direitos de propriedade intelectual, entre outros fatores.

Ademais, é válido frisar que há ações para minimizar os desafios, como as iniciativas de agentes públicos por meio de políticas públicas, de modo a fomentar o desenvolvimento econômico, resultante da criação de inovações tecnológicas (SILVA *et al.*, 2020). Os programas de financiamentos e desenvolvimento de ambientes institucionais favoráveis à inovação são alguns dos exemplos de políticas públicas mencionadas.

3. METODOLOGIA

A fundamentação teórica deste artigo foi baseada no método de revisão sistemática. Conforme Okoli (2019), a revisão sistemática é um método sistemático, explícito e reprodutível, a fim de identificar, avaliar e sintetizar trabalhos produzidos por pesquisadores, estudiosos e profissionais. Além disso, segue protocolos específicos, que consistem na delimitação da questão de pesquisa, a seleção das bases de dados, a criação da estratégia de busca, a seleção dos documentos e a sistematização dos resultados (GALVÃO e RICARTE; 2019).

Desse modo, os critérios de seleção das bases de dados e buscas, bem como a escolha e as análises dos artigos serão explicados nas subseções seguintes.

3.1 Critérios para seleção de artigos

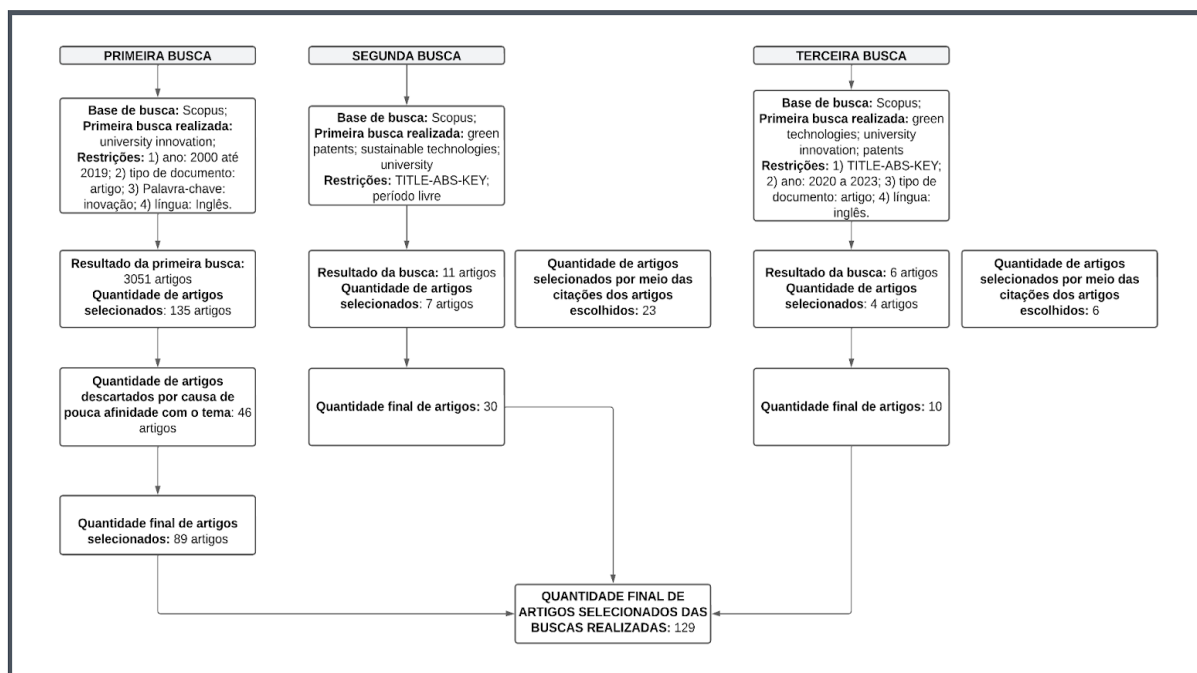
Em primeiro lugar, vale destacar que a base de busca utilizada foi a base *Scopus*. No total, três buscas foram realizadas com o intuito de selecionar artigos que possibilitasse uma maior compreensão da relação universidade-indústria no que tange a inovação tecnológica, tendo como enfoque as tecnologias verdes. Diante disso, algumas restrições foram colocadas nas buscas, a fim de garantir a seleção de artigos com uma relevância elevada, como a restrição de somente artigos em inglês.

É válido enfatizar que alguns artigos foram selecionados por meio das citações dos artigos escolhidos nas buscas, ou seja, o *Scopus* possui uma coluna denominada “citado por”, que possibilita visualizar todos os artigos que citaram o artigo de interesse. Por conseguinte, propicia a seleção de mais pesquisas com temáticas similares.

Ademais, as palavras-chave de buscas foram determinadas com a finalidade de, no primeiro momento, entender as inovações universitárias de modo geral e, em seguida, com as outras duas buscas especificar o estudo nas tecnologias verdes produzidas nas universidades. No final, 129 artigos foram selecionados.

De modo a detalhar os critérios de coleta, segue abaixo a Figura 1, com as três buscas realizadas, tendo em vista a base de busca, as palavras-chave utilizadas e as restrições.

FIGURA 1 - Prisma



Fonte: autores (2023)

3.2 Análise dos artigos

Inicialmente, é pertinente ressaltar que, dentre as três buscas empreendidas, 3068 artigos acadêmicos foram encontrados. Posteriormente, após a análise do resumo de cada artigo, foram escolhidos 129 artigos, levando-se em consideração a congruência temática com o escopo da pesquisa, conforme ilustrado na Figura 1 acima. A fim de aprofundar a compreensão dos conteúdos abordados nos referidos artigos, tornou-se fundamental a elaboração de fichamentos.

O fichamento construído para cada artigo contemplou nove critérios fundamentais, os quais foram: referências, comentários sobre o artigo, metodologia, objeto de estudo, palavras-chave, códigos, o nível de relação com o tema (pouco; médio; altamente relacionado), um breve relato sobre a relação do artigo com a temática e a subseção pertencente (universidade-indústria; patente; tecnologias verdes). Com isso, foi possível construir dois quadros, de modo a sintetizar os benefícios e as dificuldades identificadas, considerando as afirmações de alguns autores da amostra, com os artigos que possuíam maior relação com a pesquisa.

Vale ressaltar que nessa etapa foi utilizado um software próprio para o fichamento e catalogação de textos científicos. Perante o exposto, os conteúdos foram centralizados e auxiliaram para obtenção das respostas para a problemática. Na seção subsequente, serão desenvolvidas as perspectivas teóricas derivadas do estudo realizado.

4. PERSPECTIVAS TEÓRICAS

De modo a explicitar os benefícios das tecnologias verdes produzidas pelas universidades, conforme a revisão sistemática, segue abaixo o Quadro 1, considerando como partes interessadas as universidades, indústrias, sociedade e governo. Para isso, as afirmações de alguns autores da amostra foram utilizadas.

QUADRO 1 - Benefícios das tecnologias verdes produzidas pelas universidades

(Continua)

PARTES INTERESSADAS	
AUTORES	UNIVERSIDADE
LI e ZHOU (2022)	“O modo de inovação colaborativa multiagente tem as vantagens de compartilhamento de risco, benefício mútuo, ganha-ganha e inovação sustentável...A universidade/instituto dá impulso à inovação para as empresas, criando conhecimento e cultivando talentos.”
NIE <i>et al.</i> (2022)	“As universidades podem não apenas orientar a inovação tecnológica firme, mas também estimular o entusiasmo do investimento interno em P&D e aumentar a capacidade de inovação independente.”
NIE <i>et al.</i> (2022)	“No processo de transferência de tecnologia, além do retorno financeiro, as universidades também podem obter mais informações de P&D por meio de canais de feedback do mercado para orientar suas atividades de pesquisa científica e treinamento de pessoal. Além disso, o efeito da demanda reversa da tecnologia promoverá ainda mais o nível geral de inovação.”
CARAYOL (2003)	“Promover a ligação universidade-indústria e empregar seu valor pode ajudar as instituições de ensino superior a enfrentarem o problema da diminuição dos fundos públicos.”
AUTORES	INDÚSTRIA
NAMEROFF, GARANTE e ALBERT (2004)	“As indústrias claramente buscam patentes por diferentes razões porque fazem parte de estratégias maiores para proteger a propriedade intelectual e a vantagem competitiva. As informações sobre patentes, portanto, fornecem um meio imperfeito para avaliar se as empresas estão maximizando a produtividade de seus recursos ao buscar estratégias que melhorem o desempenho industrial e ambiental.”
LI e ZHOU (2022);	“Como a inovação de tecnologia verde pode promover a transformação dos modos de desenvolvimento industrial e melhorar a eficiência da utilização de recursos, ela se tornou a força motriz para alcançar o desenvolvimento verde... A empresa alivia a pressão de investimento para a universidade/instituto por meio de apoio financeiro.”
SCARPELLINI, PORTILLO e MARIN (2019)	“A inovação verde está positivamente relacionada ao desempenho financeiro das empresas.”
PRENCIPE <i>et al.</i> (2020)	“Por outro lado, as universidades têm uma função educacional única. Eles podem fornecer suporte de talentos para a indústria, trocar e interagir com grupos vizinhos por meio de certos fluxos espaciais, compartilhar ideias inovadoras e intenções de P&D na fronteira de campos relacionados e afetar o desempenho da inovação das empresas vizinhas por meio desse transbordamento de conhecimento tácito.”

QUADRO 1 - Benefícios das tecnologias verdes produzidas pelas universidades

(Conclusão)

AUTORES	SOCIEDADE/AMBIENTE/ECONOMIA
ARUL <i>et al.</i> (2022)	“A missão é contribuir para o desenvolvimento econômico e o bem-estar da sociedade, promovendo a transferência de conhecimento para seus usuários e atuar como parte interessada na mudança do desenvolvimento regional por meio da geração de conhecimento e tecnologia em termos de patentes, <i>spin-offs</i> e empreendimentos.”
YIN, GONG e WANG (2018)	“As crescentes questões ambientais e o consumo de energia obrigam as nações a explorar a inovação verde para satisfazer a demanda por desenvolvimento sustentável.”
RENNINGS (2000)	“Em comparação com a inovação tradicional, a inovação verde pode não apenas acelerar a industrialização, mas também aliviar muitos dos efeitos prejudiciais à sustentabilidade, que podem ser atribuídos a benefícios externos duplos especiais resultantes da redução do custo de produção e dos custos ambientais externos.”
LI e ZHOU (2022)	“A tecnologia verde conduz à melhoria do desempenho econômico, ambiental e social e, com isso, leva as empresas a tomar a iniciativa de realizar inovações tecnológicas verdes.”
LOSACKER (2022)	“As tecnologias verdes são uma ferramenta importante para a transição verde para uma produção mais limpa e tratamento da poluição.”
LIN e MA (2022)	“Os resultados empíricos mostram que a inovação da tecnologia verde pode reduzir significativamente a intensidade energética e a emissão de carbono com um efeito de longo prazo.”
MORO <i>et al.</i> (2018)	“Pode haver uma oportunidade para diferentes soluções inovadoras que incorporem preocupações ambientais, como mudanças climáticas e poluição, além de ampla difusão dessas tecnologias em países com escassez de água. Isso significa que os países poderiam recuperar o atraso por meio de mudanças tecnológicas direcionadas, tornando-se mercados líderes para tecnologias hídricas sustentáveis e reforçando ainda mais seus processos de desenvolvimento econômico.”
YAN e GUAN (2018)	“As tecnologias alternativas de energia desenvolvidas permitem o esgotamento dos suprimentos de combustíveis fósseis e resolvem o problema da poluição ambiental.”
HUANG <i>et al.</i> (2021)	“As tecnologias de transporte verde são consideradas soluções práticas para melhorar o desempenho sustentável do setor de transporte na crise ambiental cada vez mais grave. O papel da colaboração em estimular o crescimento do mercado de transporte tem sido gradualmente enfatizado.”
AUTORES	GOVERNO
YANG (2021)	“Com a tecnologia verde, o governo promove um progresso sólido na indústria e mantém sua reputação orientando a cooperação entre empresa e universidade/instituto.”

Fonte: autores (2023)

Após o levantamento dos benefícios, as dificuldades no processo de transferência de tecnologia também foram identificadas. Diante disso, segue abaixo o Quadro 2 com afirmações de alguns autores da amostra, de maneira sucinta, para exemplificar as barreiras existentes:

QUADRO 2 - Dificuldades no processo de transferência de tecnologia.

DIFICULDADES NA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS	
JI <i>et al.</i> (2020)	“Como garantir uma cooperação estável entre todos os participantes é o principal problema que ainda precisa ser resolvido. Devido à complexidade da própria tecnologia verde e ao alto risco envolvido no processo de inovação de tecnologia verde, existem algumas barreiras à inovação colaborativa entre governo, empresa e universidade/instituto, como mudança de ênfase estratégica, perda de competitividade causada pela revelação do conhecimento básico, comportamento de carona e transferência ilegal de patentes de tecnologia verde.”
WANG <i>et al.</i> (2020)	“A baixa demanda do mercado e os altos custos de transferência são os principais obstáculos que impedem a difusão da tecnologia verde.”
BALLAND e RIGBY (2017)	“Em comparação com as tecnologias gerais, o conhecimento envolvido nas tecnologias verdes é mais complexo e rígido, dificultando a transferência entre as regiões. Como resultado, a proximidade geográfica é importante na transferência e adoção de tecnologia verde.”
HEWITT-DUNDAS, GKYPALI e ROPER (2019)	“As diferenças cognitivas e institucionais criam barreiras "relacionadas à orientação" à colaboração. Além disso, a cultura das universidades e das empresas também varia, evidenciada nas diferenças de comportamentos sociais, normas, crenças, idiomas e opiniões que tornam a colaboração mais difícil.”
HOC e TRONG (2019)	“A colaboração é cara e os retornos só ocorrem no médio a longo prazo, mas as empresas buscam resultados de curto prazo e contribuições claras para as linhas de negócios atuais. Além do mais, dificuldades na negociação de colaboração incluem falta de informação, dificuldades em encontrar pessoas de contato e custos de transação para encontrar o parceiro certo, entre outros.”
WALLIN <i>et al.</i> (2014)	“Há barreiras a superar para uma colaboração bem-sucedida: as duas partes têm diferentes motivações, objetivos, culturas e restrições que precisam ser compreendidas.”

Fonte: autores (2023)

5. DISCUSSÕES

Por meio dos resultados obtidos, é possível observar os benefícios gerados pelas tecnologias verdes produzidas pelas universidades. Os quadros anteriores evidenciam que as universidades têm desempenhado um papel crucial no desenvolvimento de tecnologias, por meio de soluções para os desafios ambientais que enfrentamos atualmente, bem como potenciais efeitos positivos para as indústrias, economia e a sociedade na totalidade.

Os problemas ressaltados por Sandberg *et al.* (2019), como mudanças climáticas, poluição do ar e descarga de resíduos criados pela industrialização podem ser mitigados e/ou

eliminados com a utilização das tecnologias verdes. Isso porque, conforme a pesquisa, tecnologias verdes reduzem os impactos ambientais, visto que abrangem uma ampla gama de áreas, como energia renovável, eficiência energética, gestão de resíduos, agricultura sustentável e transporte limpo. Essas tecnologias oferecem alternativas mais sustentáveis aos processos convencionais, contribuindo para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, a conservação dos recursos naturais e a preservação da biodiversidade.

Quanto à crise econômica e as mudanças climáticas salientadas por Dong, Gong e Liu (2022), as soluções tecnológicas mais sustentáveis podem reduzir custos operacionais, melhorar sua eficiência energética e fortalecer sua imagem corporativa perante os consumidores conscientes, além de promover inovação no que diz respeito a novos mercados, produtos e serviços. Ademais, tem efeito positivo na sociedade e na qualidade de vida, por exemplo, por meio de sistemas de energia limpa e água potável acessível. Além disso, ajuda as universidades a enfrentarem o problema da diminuição dos fundos públicos, bem como no desenvolvimento de habilidades e capacitação de recursos humanos.

Assim como Kim *et al.* (2021) enfatizam a complexidade no processo de transferência, o quadro da seção anterior clarifica algumas dificuldades, como as barreiras culturais e de comunicação, as políticas e regulamentos complexos relacionados à propriedade intelectual, as dificuldades legais e burocráticas, a questão geográfica e os altos custos.

6. CONCLUSÕES

Tendo em vista as limitações existentes no processo de transferência de tecnologia, bem como a falta de exploração dos benefícios gerados pelas tecnologias verdes, o intuito deste trabalho foi clarificar os benefícios das inovações tecnológicas produzidas nas universidades para as partes interessadas, tendo como enfoque as tecnologias verdes. Além disso, levantar as dificuldades do processo de transferência de tecnologia.

A fim de alcançar os objetivos propostos, foi feita uma revisão sistemática de artigos relevantes, selecionados por meio de buscas no *Scopus*. Os fichamentos dos artigos auxiliaram na análise de conteúdo, além de proporcionarem o entendimento e sintetização dos pontos abordados.

Em virtude disso, foi possível identificar os benefícios das tecnologias verdes produzidas nas instituições de ensino superior, no que diz respeito às partes interessadas, a saber: universidades, indústrias, sociedade e governo. Ademais, a metodologia adotada

também possibilitou o levantamento dos desafios no processo de transferência de tecnologia, como a questão geografia e a complexidade das regulamentações.

Além disso, é válido enfatizar que foi possível perceber, por meio do referencial teórico, a importância dos incentivos governamentais para acelerar a difusão de tecnologias verdes por meio de políticas, regulamentos, impostos e subsídios à inovação. As regulamentações ambientais podem compensar as deficiências do mercado, além de minimizar a lacuna de desenvolvimento de tecnologias.

Neste sentido, este estudo contribui para a literatura com a apresentação dos benefícios das tecnologias verdes produzidas pelas universidades e das dificuldades do processo de transferência, além de auxiliar as universidades na criação de estratégias referentes à transferência de tecnologias para o mercado, bem como estimular as inovações sustentáveis, haja vista seus potenciais.

Quanto às oportunidades futuras de estudo, é de suma importância frisar a possibilidade da realização de pesquisa referente aos potenciais efeitos das tecnologias verdes por meio das análises documentais das patentes, levando em consideração as categorias do inventário de tecnologias verdes da WIPO. Com isso, será possível aprofundar as áreas de impacto e entender a efetiva inovação em relação às tecnologias já existentes.

AGRADECIMENTO

Gostaríamos de agradecer o apoio a esta pesquisa da FAPEMIG – APQ-00051-21, projeto “Minas das Invenções Gerais: Identificação e classificação das patentes depositadas por universidades públicas do estado de Minas Gerais no período de 2015 a 2020”.

REFERÊNCIAS

ARUL, PG et al. Papel das universidades internacionais na geração de tecnologias verdes. **Journal of Intellectual Property Rights (JIPR)**, v. 25, n. 1-2, pág. 23-28, 2022.

BALLAND, Pierre-Alexandre; RIGBY, David. A geografia do conhecimento complexo. **Geografia econômica**, v. 93, n. 1, pág. 1-23, 2017.

CAI, Xiang et al. A regulamentação ambiental direta pode promover a inovação de tecnologia verde em indústrias altamente poluentes? Evidências de empresas chinesas listadas. **Ciência do Meio Ambiente Total**, v. 746, p. 140810, 2020.

CARAYOL, Nicolas. Objetivos, acordos e correspondências em colaborações ciência-indústria: remontando as peças do quebra-cabeça. **Política de pesquisa**, v. 32, n. 6, pág. 887-908, 2003.

DONG, Shan; GONG, Hong; LIU, Ting. Transbordamentos de tecnologia ambiental e emergência de start-ups verdes: o papel moderador da política de comercialização de patentes e aplicação de patentes. **Ciência Ambiental e Pesquisa sobre Poluição**, v. 29, n. 46, pág. 70070-70083, 2022.

DONG, Feng e cols. O processo de pico de emissões de CO2 nas economias desenvolvidas: uma perspectiva de industrialização e urbanização. **Recursos, Conservação e Reciclagem**, v. 141, p. 61-75, 2019.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Incomensurabilidade da inovação e o parque científico. **Gestão de P&D**, v. 48, n. 1, pág. 73-87, 2018.

FABRIZI, Andrea; GUARINI, Giulio; MELICIANI, Valentina. Patentes verdes, políticas regulatórias e políticas de redes de pesquisa. **Política de Pesquisa**, v. 47, n. 6, pág. 1018-1031, 2018.

FISCHER, Bruno Brandão; SCHAEFFER, Paola Rücker; VONORTAS, Nicholas S. Evolução da colaboração universidade-empresa no Brasil sob a perspectiva da atualização tecnológica. **Previsão tecnológica e mudança social**, v. 145, p. 330-340, 2019.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

HEWITT-DUNDAS, Nola; GKYPALI, Areti; ROPER, Estevão. Aprender com a colaboração anterior ajuda as empresas a superar o paradoxo dos 'dois mundos' na colaboração universidade-empresa? **Política de Pesquisa**, v. 48, n. 5, pág. 1310-1322, 2019

HOC, Le Hieu; TRONG, Nguyen Duc. Vínculos universidade-indústria na promoção da transferência de tecnologia: um estudo das universidades técnicas e de engenharia vietnamitas. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 24, n. 1, pág. 73-100, 2019.

HUANG, Lufei et al. Análise da rede de colaboração de tecnologia verde do setor de transporte da China: uma análise baseada em patentes. **Programação Científica**, v. 2021, p. 1-12, 2021

JABBOUR, Charbel José Chiappetta; JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa. Desmistificando os desafios e barreiras para gerenciar, desenvolver e transferir tecnologias limpas e verdes em grupos de pesquisa acadêmica brasileira: algumas evidências empíricas. **Jornal Internacional de Energia Verde**, v. 13, n. 9, pág. 907-910, 2016.

JI, Yakun et al. Revelando inovação tecnológica, competição e cooperação de veículos autônomos do ponto de vista da patente. **Acesso IEEE**, v. 8, p. 221191-221202, 2020.

KIM, Young-Choon; RHEE, Mooweon. Colaboração profissional em inovação tecnológica: um caso de licenciamento tecnológico de invenções universitárias. **Análise Tecnológica e Gestão Estratégica**, v. 30, n. 11, pág. 1351-1363, 2018.

KIM, Young-Choon et al. Avaliação de tecnologias originadas em universidades: uma abordagem de análise preditiva. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2021.

LI, Tuochen; ZHOU, Xinyu. Pesquisa sobre o mecanismo de inovação colaborativa governo-indústria-universidade-instituto em tecnologia verde baseada em autômatos celulares baseados em jogos. **Revista Internacional de Pesquisa Ambiental e Saúde Pública**, v. 19, n. 5, pág. 3046, 2022.

LIN, Boqiang; MA, Ruiyang. Inovações de tecnologia verde, ambiente de inovação urbana e redução de emissão de CO₂ na China: novas evidências de um modelo de painel de coeficiente funcional parcialmente linear. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 176, p. 121434, 2022.

LOSACKER, Sebastião. 'Licença para verde': Redes regionais de licenciamento de patentes e difusão de tecnologia verde na China. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 175, p. 121336, 2022

MARTÍNEZ-ZARZOSO, Imaculada; BENGOCHEA-MORANCHO, Aurélia; MORALES-LAGE, Rafael. O rigor da política ambiental promove a inovação e a produtividade nos países da OCDE? **Política Energética**, v. 134, p. 110982, 2019.

MASCARENHAS, Carla; FERREIRA, João J.; MARQUES, Carla. Cooperação universidade-indústria: uma revisão sistemática da literatura e uma agenda de pesquisa. **Ciência e Políticas Públicas**, v. 45, n. 5, pág. 708-718, 2018.

MORO, Mariú Abritta et al. A dinâmica industrial da inovação em água: uma comparação entre a China e a Europa. **International Journal of Innovation Studies**, v. 2, n. 1, pág. 14-32, 2018.

NAMEROFF, TJ; GARANTE, RJ; ALBERT, MB Adoção da química verde: uma análise baseada em patentes americanas. **Política de Pesquisa**, v. 33, n. 6-7, pág. 959-974, 2004.

NIE, Libing et al. Canais heterogêneos de transbordamento de conhecimento em universidades e inovação de tecnologia verde em empresas locais: Estimular quantidade ou qualidade? **Fronteiras em Psicologia**, v. 13, p. 943655, 2022.

OKOLI, Chitu. Guia para realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. **EAD em Foco**, v. 9, n. 1, 2019.

PRENCIPE, Antonio e cols. Influência do ecossistema empreendedor regional e seus transbordamentos de conhecimento no desenvolvimento de spin-offs universitários bem-sucedidos. **Ciências do Planejamento Sócio-Econômico**, v. 72, p. 100814, 2020.

QUATRARO, Francisco; SCANDURA, Alessandra. Inventores acadêmicos e os antecedentes das tecnologias verdes. Uma análise regional dos dados de patentes italianas. **Economia Ecológica**, v. 156, p. 247-263, 2019.

RAVI, Ramya; JANODIA, Manthan D. Fatores que afetam a transferência de tecnologia e a comercialização de pesquisas universitárias na Índia: um estudo transversal. **Journal of the Knowledge Economy**, p. 1-17, 2021.

RENNINGS, Klaus. Redefinindo a inovação – pesquisa em ecoinovação e a contribuição da economia ecológica. **Economia ecológica**, v. 32, n. 2, pág. 319-332, 2000.

SANDBERG, Maria; KLOCKARS, Kristian; WILÉN, Kristoffer. Crescimento verde ou decrescimento? Avaliar as justificativas normativas para a sustentabilidade ambiental e o crescimento econômico por meio da teoria social crítica. **Journal of Cleaner Production**, v. 206, p. 133-141, 2019.

SCARPELLINI, Sabina; PORTILLO-TARRAGONA, Pilar; MARIN-VINUESA, Luz Maria. Patentes verdes: uma forma de orientar o processo de sucesso da ecoinovação? **Academia Revista Latinoamericana de Administração**, v. 32, n. 2, pág. 225-243, 2019.

SILVA, Maguel Souza da et al. Análise dos documentos de patentes correlacionados a tecnologias verdes depositados por universidades públicas brasileiras. 2016.

SILVA, Sergio Evangelista e col. Inovação aberta em parques científicos: o papel das políticas públicas. **Previsão Tecnológica e Mudança Social**, v. 151, p. 119844, 2020.

SKUTE, Igors et al. Mapeando o campo: uma análise bibliométrica da literatura sobre colaborações universidade-indústria. **O jornal de transferência de tecnologia**, v. 44, p. 916-947, 2019.

SONG, Malin; WANG, Shuhong; ZHANG, Hongyan. A regulamentação ambiental e os incentivos fiscais para P&D podem afetar a inovação de produtos verdes? **Journal of Cleaner Production**, v. 258, p. 120849, 2020.

SZÜCS, Florian. Research subsidies, industry–university cooperation and innovation. **Research Policy**, v. 47, n. 7, p. 1256-1266, 2018.

TAKALO, Salim Karimi et al. Inovação verde: uma revisão sistemática da literatura. **Journal of Cleaner Production**, v. 279, p. 122474, 2021.

WALLIN, Johanna e cols. Preenchendo a lacuna entre a universidade e a indústria: três mecanismos para a eficiência da inovação. **Revista Internacional de Gestão de Inovação e Tecnologia**, v. 11, n. 01, pág. 1440005, 2014.

WANG, Wenke e cols. Superando barreiras à difusão de tecnologia verde agrícola por meio de partes interessadas na China: uma análise de rede social. **Revista internacional de pesquisa ambiental e saúde pública**, v. 17, n. 19, pág. 6976, 2020.

WHITE, Gareth RT et al. O lado suave das parcerias de transferência de conhecimento entre universidades e pequenas e médias empresas: um estudo exploratório para entender a melhoria de processos. **Planejamento e Controle da Produção**, v. 30, n. 10-12, p. 907-918, 2019.

WILLIAMSON, Peter J. et al. A inovação disruptiva nas economias emergentes é diferente? Provas da China. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 57, p. 101590, 2020.

YAN, Yan; GUAN, Jiancheng. Como várias redes ajudam na criação de conhecimento: evidências de patentes de energia alternativa. **Cienciometria**, v. 115, p. 51-77, 2018

YANG, Zhi et al. Como a aliança governo-universidade-indústria promove a inovação de tecnologia limpa em um ecossistema de inovação verde? **Journal of Cleaner Production**, v. 283, p. 124559, 2021

YIN, Jianhua; GONG, Lidong; WANG, Sen. Avaliação em larga escala das tendências globais de pesquisa em inovação verde de 1981 a 2016: um estudo bibliométrico. **Journal of Cleaner Production**, v. 197, p. 827-841, 2018.

YIN, Shi; ZHANG, Nan; LI, Baizhou. Aumentando a competitividade da cooperação multiagente para a manufatura verde na China: um estudo empírico da medida das capacidades de inovação de tecnologia verde e seus fatores de influência. **Produção e Consumo Sustentáveis**, v. 23, p. 63-76, 2020.

XIANG, Wenbo; CHEN, Xiding; ZHANG, Fangfang. A difusão da inovação de tecnologia verde baseada na plataforma de nuvem para economia de energia. **Ekoloji**, v. 28, n. 107, pág. 1641-1650, 2019.