

Estudo Prospectivo para a Transferência Tecnológica de Uso de Casca de Banana como Despoluente de Águas Tratadas e de Rios

Prospective Study for the Technology Transfer of the use of Banana Peels as a Depollutant of Treated Waters and Rivers

Ana Luisa Morais¹

Isabela Moreira¹

Renaide Pimenta¹

Grace Ferreira Ghesti¹

¹Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Resumo

O agronegócio tem força significativa na economia brasileira. O resíduo gerado vem acompanhado de consequências ambientais relacionadas à poluição do ar, da terra e, principalmente, das águas. Nesse ínterim, surgem tecnologias de economia circular para redução dos danos causados pelo agronegócio, como aquelas capazes de despoluir a água contaminada por pesticidas utilizados na produção de grãos. A eficaz pesquisa laboratorial realizada pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP) utilizou casca de banana para remoção dos pesticidas atrazina e ametrina, largamente utilizados nas plantações de cana-de-açúcar e de milho, e de águas poluídas. Por meio de uma prospecção tecnológica ativa, foi possível traçar uma estratégia de transferência tecnológica e concluir que a tecnologia é embrionária e pouco difundida, recomenda-se então a criação de uma empresa *startup* para elevar o grau de desenvolvimento tecnológico. Vale destacar que se trata de um invento que não atende aos requisitos de patenteabilidade, logo a transferência tecnológica ocorrerá mediante contrato de *know-how*.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia; Casca de Banana; Economia Circular.

Abstract

Agribusiness has significant strength in the Brazilian economy. The waste generated is accompanied by environmental consequences related to air, land and, especially, water pollution. In the meantime, circular economy technologies are emerging to reduce the damage caused by agribusiness, such as those capable of depolluting water contaminated by pesticides used in grain production. The effective laboratory research carried out by CENA at USP used banana peels to remove the pesticides atrazine and ametryne, widely used in sugarcane and corn plantations, from polluted waters. Through an active technological prospecting, it is possible to outline a technology transfer strategy and conclude that the technology is embryonic and not very widespread, so it is recommended to create a startup to raise the level of technological development. It is worth noting that this is an invention that does not meet the patentability requirements, so the transfer of technology will occur through a know-how contract.

Keywords: Technology Transfer; Banana Peel; Circular Economy.

Áreas Tecnológicas: Economia circular. Prospecção Tecnológica. Transferência de Tecnologia.



1 Introdução

A inovação movimentou o mercado nos últimos anos e garantiu que a melhoria dos processos se tornasse uma arma primária das batalhas competitivas entre empresas de alta tecnologia (Baumol, 2003). Sendo assim, os agentes da sociedade civil trabalham para fomentar a inovação. No Brasil, as atividades inovativas estão relacionadas às universidades, mas as atividades de comercialização das invenções são realizadas pelas empresas. Dessa maneira, são traçadas estratégias de transferência tecnológica, isto é, a transferência do invento de um instituto de pesquisa para uma empresa capaz de escalar e de comercializar a inovação em questão (Ferreira *et al.*, 2024).

Por outro lado, o agronegócio destaca-se significativamente na economia brasileira. De acordo com dados calculados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), estima-se que esse setor representou, ao final de 2023, 24,4% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (Cepea; CNA, 2023). Um dos produtos responsáveis por essa porcentagem é o milho, o qual atingiu a maior safra da história no ano de 2023, segundo o 1º Levantamento da Safra de Grãos 2023/2024 da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2023).

No Distrito Federal, foram produzidos 6.142 kg por hectare do milho de segunda safra, ultrapassando a produção nacional de 6.088 kg por hectare, conforme o 7º Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE, 2023). Para conseguir acompanhar a alta produtividade nacional, é comum a utilização de pesticidas como defensivos agrícolas no manejo das culturas para controlar pragas e doenças e proteger a colheita.

O resíduo tóxico da alta produção vem acompanhado de consequências ambientais relacionadas à poluição das águas, do ar e da terra. Dentro desse contexto, surgem diversas tecnologias e políticas que promovem uma redução dos danos causados pelo agronegócio, como aquelas capazes de despoluir a água contaminada por pesticidas utilizados na produção de grãos (Lopes; Albuquerque, 2021).

A pesquisa realizada pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo utilizou a casca de banana para remoção dos pesticidas atrazina e ametrina, largamente utilizados nas plantações de cana-de-açúcar e de milho, e de águas poluídas. A tecnologia consiste em secar as cascas de bananas no forno a 60°C, por cinco dias, moê-las e peneirá-las, assim o pó produzido é capaz de adsorver esses pesticidas quando inserido em amostras de rios e águas tratadas (Silva *et al.*, 2013).

A relevância da escolha desses dois pesticidas deve-se à abrangência da utilização em plantações e aos impactos ambientais causados por seus resíduos, principalmente da atrazina. Conforme aponta o dossiê sobre agrotóxicos nas águas do Cerrado realizado por Lopes, Gurgel e Melo (2023), representando a Fiocruz, a atrazina foi o quinto agrotóxico mais comercializado no Brasil em 2021 e foi encontrada nas amostras de águas analisadas de todos os estados da região. O estudo adiciona que, pelos seus efeitos nocivos ao sistema endócrino, como a diabetes, a atrazina foi banida na União Europeia.

O interesse sobre soluções de economia circular para despoluição das águas abre oportunidades para parcerias entre a universidade e as empresas com o objetivo de escalonar a tecnologia para alcançar níveis de prontidão tecnológica mais altos e utilização em maior escala. Nesse sentido, o modelo de hélice quádrupla busca justamente promover uma inovação não linear, envolvendo conhecimento, *know-how* e o sistema natural-ambiental (Barth, 2011). Estar inserido nesse modelo beneficia a universidade em prol de maior difusão do seu conhecimento gerado nos campos social e ambiental.

De acordo com Geissdoerfer *et al.* (2017), o conceito de economia circular ganhou espaço com os formuladores de políticas públicas, os governos influentes e as agências intergovernamentais em diferentes níveis territoriais. Conforme destacam Sauv e, Bernard e Sloan (2016, p. 17), esse tipo de economia, ao contrário da linear, busca “[...] promover um sistema onde a reutiliza o e a reciclagem substituem a utiliza o de matérias-primas virgens”. A devida importância surge da necessidade de aproveitamento inteligente dos resíduos dos recursos naturais, já escassos (Sehnem; Pereira, 2019). Entre os benefícios da aplica o de economia circular, pode-se citar também a cria o de oportunidades e de novos modelos de negócio (Ellen Macarthur Foundation, 2015). Com isso, surgem tecnologias como a estudada neste artigo, a qual promove a remo o de pesticidas de águas de rios e  guas tratadas, a partir da casca de banana.

Uma ferramenta importante nessa intera o universidade-indústria-governo-sociedade-ambiente   a Transferência de Tecnologia. “O objetivo da transferência de tecnologia não   exclusivamente a produ o industrial imediata de um novo produto ou processo, mas a aquisi o de um conjunto de conhecimento que só se concretiza através da realiza o conjunta de atividades de pesquisa” (Agustinho; Garcia, 2018, p. 78).

Dessa maneira,   fundamental que haja um processo de transferência tecnológica (podendo ser por meio de licenciamento, compartilhamento de titularidade de propriedade intelectual, contrato de coopera o, contrato de *know-how*, etc.) para que a tecnologia seja produzida de maneira sistemática, sustentável e inteligente.

Como grande produtor de milho no Brasil e potencial usuário dos pesticidas atrazina e ametrina, o Centro-Oeste e o Distrito Federal são bons campos de aplica o da tecnologia e de op oes para empresas parceiras.

Dado esse contexto, este trabalho teve como objetivo geral apresentar alternativas de transferência tecnológica para o aproveitamento do resíduo da banana na remo o de pesticidas de águas de rios e  guas tratadas despolui o de rios. Adicionalmente, os objetivos específicos são:

- a) Realizar uma busca bibliométrica dos trabalhos semelhantes;
- b) Desenvolver uma matriz FOFA para identificar as forças e fraquezas da tecnologia;
- c) Identificar empresas que possam comercializar e/ou utilizar a tecnologia.

2 Materiais e Métodos

A presente pesquisa se classifica como básica, exploratória e bibliográfica (Silveira; Córdova, 2009). Sua metodologia tem como intuito explorar o processo de transferência de uma tecnologia, o qual é precedido por uma prospecção. Conforme proposto por Bahruth *et al.* (2006), a busca prospectiva é mais eficiente quando ocorre em quatro fases predefinidas.

2.1 Método de Busca Prospectiva

As quatro fases de uma prospecção, definidas por Bahruth *et al.* (2006), são:

1. Fase preparatória: definição do objetivo e do escopo que será trabalhado.
2. Fase pré-prospectiva: definição das palavras-chave da busca e a escolha da forma de captação dos dados.
3. Fase prospectiva: coleta, tratamento e análise dos dados.
4. Fase pós-prospectiva: comunicação dos resultados e a efetiva aplicação.

O trabalho parte do entendimento de que a tecnologia apresentada, de maneira simples, utiliza a casca de banana para remoção dos agrotóxicos atrazina (usado para o controle de ervas daninhas) e ametrina (controle de plantas infestantes de folhas estreitas e de folhas largas) de rios e águas tratadas (Silva *et al.*, 2013).

Dessa maneira, na Fase 1 estabeleceu-se como objetivo, neste caso, definir a estratégia de transferência tecnológica, na qual o parceiro entende todas as qualidades e atributos da invenção. O escopo de trabalho foi analisar tecnologias semelhantes e os potenciais diferenciais da utilização da casca de banana como descontaminante de rios, além de definir o tipo de transferência, a possibilidade de registro patentário e o setor empresarial que pode se tornar parceiro desse desenvolvimento.

Na Fase 2, foram determinadas as palavras-chave. Nesse caso, o entendimento da tecnologia e o estudo de mercado e de diferenciais ocorreram por meio de pesquisas na plataforma Web of Science devido à sua credibilidade e à vasta base de produções científicas com classificações de fator de impacto. As palavras-chave foram definidas após sucessivas buscas, até se estabelecer um universo de resultados que pudesse ser efetivamente analisado. A Tabela 1 mostra as tentativas de busca e seus respectivos resultados.

Tabela 1 – Definição de palavras-chave

PALAVRAS-CHAVE	ARTIGOS ENCONTRADOS NO WEB OF SCIENCE
“banana peel”	1.295
“banana peel” and “pesticide”	19
“banana peel” and “clean up”	3

Fonte: Web of Science (2023)

A combinação escolhida foi “*banana peel*” AND “*pesticide*”, que retornou resultados passíveis de análise e próximo do universo da invenção estudada. Apesar de não gerar uma ampla quantidade de artigos encontrados, foi importante unir essas duas expressões para buscar tecnologias semelhantes à estudada. O objetivo com as buscas foi entender se a tecnologia já é amplamente difundida e se está madura para o mercado. Os resultados serão apresentados na seção seguinte. Posteriormente, por sua vez, buscou-se a apresentação de parceiros capazes de absorver a produção e a comercialização da tecnologia.

Na Fase 3, os dados resultantes da etapa anterior foram exportados para uma planilha e foram analisadas as tecnologias associadas aos artigos apresentados pela busca. Também foram incluídos nessa análise artigos correlatos e patentes depositadas. A busca por patentes no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) utilizando “casca de banana” não retornou resultados de adsorventes produzidos a partir desse resíduo.

Por fim, na Fase 4, denominada “fase pós-prospectiva”, nesse escopo, contou com a comunicação dos resultados e com a apresentação da estratégia de transferência tecnológica.

2.2 Identificação da Prontidão Tecnológica

Com um estudo sobre o estado da técnica da tecnologia utilizando as publicações científicas sobre o tema, é possível avaliar o Nível de Prontidão Tecnológica (*Technology Readiness Level* – TRL) da novidade (Quintella *et al.*, 2019a). Por meio da quantidade de artigos e de patentes semelhantes à tecnologia estudada, pode-se identificar sua difusão e aceitabilidade no mercado.

Essa escala é uma ferramenta útil para acompanhar a evolução da ideia inicial, o risco associado à implementação da tecnologia e, especialmente neste estudo prospectivo, para compreender o estágio de maturidade tecnológica da invenção. No caso específico do uso da casca de banana para despoluir água contaminada por pesticidas, a escala TRL pode fornecer *insights* importantes sobre a viabilidade e o potencial de implementação dessa inovação.

Tão importante quanto identificar o nível de maturidade da tecnologia em desenvolvimento é conhecer o cenário que esse produto estará inserido. Para tanto, utilizou-se da ferramenta de matriz FOFA.

2.3 Matriz FOFA

A Matriz FOFA é uma ferramenta de gestão que ajuda a identificar as Forças (*Strengths*), as Fraquezas (*Weaknesses*), as Oportunidades (*Opportunities*) e as Ameaças (*Threats*) de uma empresa ou projeto (Humphrey, 2005). Ela é usada para auxiliar no planejamento estratégico, fornecendo uma visão abrangente do ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças). Essa ferramenta é conhecida também pela sigla FOFA, em português.

Nesse sentido, a aplicação da Matriz FOFA permite que os gestores tomem decisões mais assertivas e desenvolvam estratégias eficazes para alcançar seus objetivos, promovendo a melhoria contínua em suas atividades (Humphrey, 2005). É uma ferramenta versátil que pode ser utilizada por empresas de todos os tamanhos, organizações sem fins lucrativos, empreendedores individuais e equipes de projeto.

3 Resultados e Discussão

No presente estudo, utilizou-se a tecnologia desenvolvida pela Universidade de São Paulo (USP) que desenvolveu – de forma preliminar – um potencial descontaminante de águas poluídas com pesticidas com insumo abundante e barato: a casca da banana (Silva *et al.*, 2013). De acordo com Silva *et al.* (2013), identificou-se a potencialidade da casca de banana na solução de águas poluídas pelos pesticidas utilizados nas plantações de cana-de-açúcar e de milho. Nos testes laboratoriais que aplicaram 3g de massa de banana durante 40 minutos em amostras de 50ml de rios contaminados, os resultados foram animadores, já que as águas ficaram consideravelmente livres dos componentes após o tratamento. Se comparado a outros procedimentos mais comuns, como aqueles que utilizam carvão, é possível perceber resultados mais eficazes, devido à eficiência atingida foi de 93,8% para a atrazina e 95,2% para a ametrina.

Nessa ocasião, não foram feitos depósitos de patente, haja vista que a invenção não atende aos critérios de patenteabilidade, isso porque se trata de uma matéria encontrada na natureza – em que sua nova aplicação é apenas uma descoberta, não atendendo ao requisito de “atividade inventiva” (Brasil, 1996).

Para uma transferência bem-sucedida, é necessário compreender o nível de prontidão tecnológica do invento, o mercado que ele será inserido e quais os pontos fortes e fracos dessa invenção. Com relação à prontidão tecnológica, ao analisar os testes realizados e os resultados alcançados, percebe-se que a tecnologia já superou os estágios relacionados à pesquisa básica e inicia um desenvolvimento no âmbito da pesquisa aplicada, dado que a última refere-se àquelas pesquisas com soluções atingidas para um problema existente em contraponto à primeira que se compromete a entregar novos conhecimentos, conforme aponta Gil (2018). Nesse sentido, é possível que tenha sido definida a função crítica analítica e experimental, o que corresponde ao TRL 3, considerando a escala de nível de maturidade tecnológica da National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2017), a qual determina esse nível para tecnologias que apresentem prova de conceito, assim como o caso deste artigo. Os pesquisadores demonstraram, em estudos preliminares, a eficácia da casca de banana na remoção de pesticidas da água com o uso de estudos analíticos e experimentais.

Embora a eficácia da tecnologia tenha sido demonstrada em escala laboratorial como mencionado no estudo de Silva *et al.* (2013), ainda há um longo caminho a ser percorrido antes que ela possa ser implementada em lotes-piloto. A continuação da pesquisa e do desenvolvimento é, portanto, essencial para avançar a maturidade tecnológica dessa inovação, sendo necessários então mais investimento e análise da viabilidade de uma transferência de tecnologia.

No Brasil, para se buscar mais recursos para esse fim, recomenda-se a criação de uma *startup* para o avanço no desenvolvimento da tecnologia, contribuindo para a elaboração de um modelo de negócio viável. Para o Sebrae (2023a), “[...] *startup* é uma empresa emergente de alto potencial e alto risco, que começa do zero, com recursos baixos, precisando de investimento e boa gestão”. Destaca-se que o invento ainda está em escala de bancada, mas, por atingir um elevado grau de eficiência na aplicação, nota-se grande potencial da tecnologia no cenário local e nacional, o que leva a um rastreamento dos mercados em que a tecnologia pode obter sucesso.

Neste estudo, o mercado local é caracterizado pelo Centro-Oeste, região forte no setor do agronegócio, especialmente na produção de grãos, como o milho (IBGE, 2023). Além disso, conforme descrito no dossiê da Fiocruz sobre agrotóxicos nas águas do Cerrado realizado por Lopes, Gurgel e Melo (2023), o monocultivo de milho representa 13% da utilização de agrotóxicos em relação ao total do país com pulverizações aéreas e terrestres que penetram o solo e contaminam as águas das comunidades vizinhas aos campos de cultivo nos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Dessa forma, a adoção de tecnologias sustentáveis e inovadoras, como a utilização da casca de banana para remoção de pesticidas em águas, pode trazer benefícios ambientais, sustentáveis e econômicos para a região (Silva *et al.*, 2013). Segundo a Agência Goiana de Defesa Agropecuária (Agrodefesa, 2023), na safra de 2023, Goiás produziu 197,3 mil toneladas de banana alcançando o 9º lugar no *ranking* nacional de produção da fruta. Esse dado suporta a utilização da casca de banana como um insumo para possibilitar a transferência da tecnologia para uma *startup* capaz de potencializar a inovação.

A implementação dessa tecnologia é capaz de reduzir a contaminação dos recursos hídricos pelos componentes atrazina e ametrina e contribui para a conservação da biodiversidade local e a saúde da população. Caso potencializada, ao minimizar a necessidade de tratamentos de água mais caros e intensivos em energia, essa inovação pode gerar economia para os produtores e reduzir a pegada de carbono da produção agrícola. Portanto, essa tecnologia representa um exemplo concreto de como a inovação pode aliar produtividade, sustentabilidade e economia no agronegócio (MAPA, 2023).

Ainda é importante destacar que o mercado do Distrito Federal é marcado pela presença de *startups* e de empresas de tecnologia, que buscam soluções criativas para os desafios da região, além dos grandes produtores que estão sempre em busca de novas soluções para o setor (Sebrae, 2023a). A implementação de tecnologias sustentáveis no agronegócio pode abrir novas oportunidades de negócios e parcerias, contribuindo para o crescimento e a diversificação da economia local.

No contexto da invenção estudada, é possível identificar os pontos fortes e fracos da invenção, embasados no que foi apresentado por Silva *et al.* (2013). De acordo com a Matriz FOFA de Humphrey (2005), esses são os pontos de atenção relacionados ao ambiente interno de um negócio. Dado que a sugestão principal para o avanço do desenvolvimento da tecnologia em questão é a abertura de uma *startup* que absorva o risco do desenvolvimento, é necessário ainda analisar o ambiente em que ela estará inserida como empresa, identificando oportunidades e ameaças no ecossistema empreendedor. Sendo assim, o Quadro 1 apresenta a visão das quatro dimensões citadas: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças.

Quadro 1 – Matriz FOFA do negócio

FORÇAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • A principal matéria-prima, a casca de banana, é barata e abundante. • A desidratação da casca de banana pode ser um processo relativamente simples, embora envolva gasto energético adicional. • O desenvolvimento já provou a eficácia em escala laboratorial, com estudos preliminares indicando uma remoção significativa de pesticidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Há possíveis clientes para o produto, já que existe um vasto mercado de agronegócio que é beneficiado pelo uso de pesticidas, como atrazina e ametrina, conhecidos por sua persistência e toxicidade. • O produto final tende a ser acessível aos consumidores, dada a abundância da matéria-prima, a casca de banana. • Não há concorrência direta para um produto semelhante que utilize casca de banana como adsorvente, embora existam outras tecnologias de adsorventes como carvão ativado, argilas e sílica. • Existe uma cobrança social crescente por marcas com consciência ambiental, o que pode favorecer a adoção da tecnologia por empresas que buscam melhorar suas práticas ambientais.
FRAQUEZAS	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • A quantidade de matéria-prima necessária pode dificultar a viabilidade técnica do negócio, de acordo com estudos preliminares. • Não há comprovação da eficácia da tecnologia em larga escala. • O desenvolvimento ainda é embrionário e necessita de mais pesquisas e testes. • O invento não atende aos requisitos de patenteabilidade. • Há um custo elevado de logística de coleta da casca de banana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de consciência ambiental concreta nos produtores de grãos e outros plantios. • Dificuldade no transporte e/ou armazenamento adsorvente pode coibir a comercialização. • Investidores podem não se interessar por um desenvolvimento que não pode ser protegido por propriedade industrial. • Concorrência de outras tecnologias de adsorventes, como diversos tipos de carvão, argilas e sílica, que já estão estabelecidas no mercado.

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2023)

Nesse sentido, entende-se que o possível negócio tem pontos a serem superados, ao exemplo da ausência do atendimento dos requisitos de patenteabilidade. Uma forma de contornar a questão é que a transferência tecnológica entre a detentora da pesquisa, a Universidade de São Paulo e a empresa ocorre por meio de um contrato de *know-how*, com cláusulas de sigilo. A saber:

O contrato de *know-how* é aquele em que uma pessoa, física ou jurídica, se obriga a transmitir ao outro contraente, para que este os aproveite, os conhecimentos que têm de processo especial de fabricação, de fórmulas secretas, de técnicas ou de práticas originais, durante certo tempo, mediante o pagamento de determinada quantia, chamada de *royalty* (taxa fixa de remuneração, estipulada livremente entre os contratantes) (Carvalho, 2014, p. 37-38).

De forma simples, é necessário estabelecer um plano de trabalho que seja eficiente em transformar o desenvolvimento em produto a ser comercializado. Sendo assim, a partir de todos os pontos trazidos, entende-se que é preciso:

- 1) Realizar novos testes em escala laboratorial com amostras maiores do que as utilizadas inicialmente.
- 2) Incubar uma empresa ou criação de uma *startup* ligada ao grupo de pesquisa com objetivo de atrair investimento na tecnologia em desenvolvimento.

- 3) Identificar possíveis usuários da tecnologia e fazer adequações às necessidades dos possíveis clientes.
- 4) Realizar negociação que favoreça todas as partes, *startup* e grande empresa usuária da tecnologia, estabelecendo no contrato de *know-how* os valores de *royalty*. Esse pagamento deve ser feito da empresa para a *startup*.

Este último, por sua vez, precisa de atenção das partes, isso porque à medida que o desenvolvimento vem ganhando robustez e prontidão, é necessária uma maior compensação financeira. O Quadro 2 apresenta a possível valoração da tecnologia, considerando que se trata de um desenvolvimento radical.

Quadro 2 – Estudo de valoração a partir da prontidão tecnológica e de análise de risco associado

TRL	Risco	VALORAÇÃO
Baixo	Alto	Baixa
Médio	Alto	Baixa
Alto	Médio	Alta, sob estudo de mercado

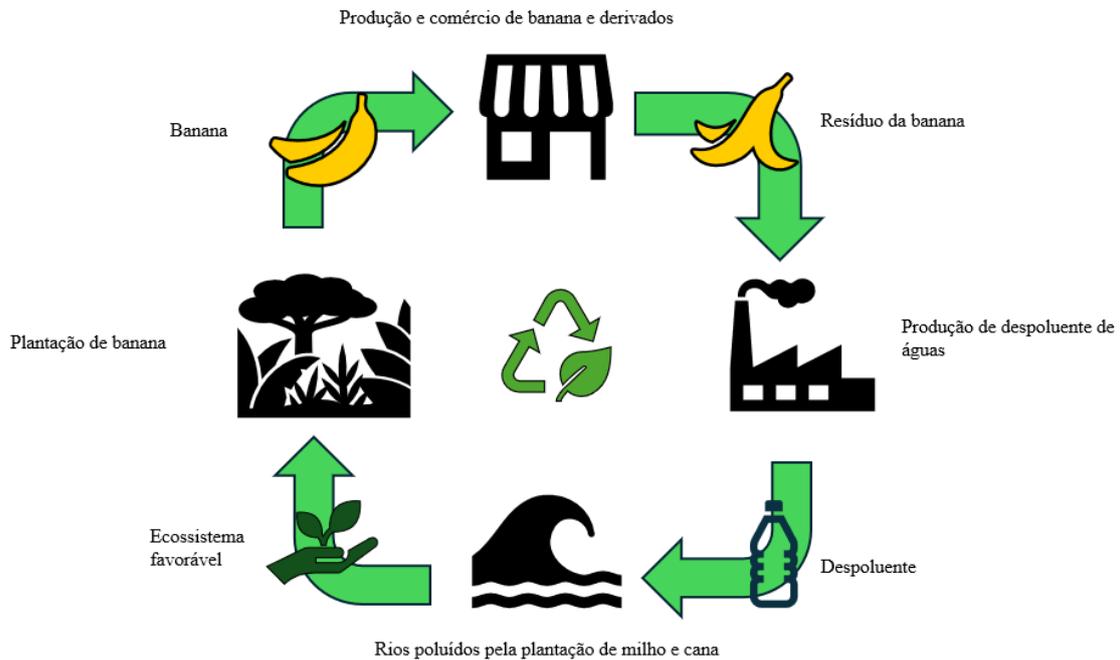
Fonte: Adaptado de Quintella *et al.* (2019b)

De acordo com Duro (2015), estipula-se uma compensação a ser fixada percentualmente sobre as vendas. De acordo com a Tabela 2, até um desenvolvimento em ambiente relevante (nível 6), considerado médio, consegue estabelecer uma taxa de *royalty* baixa a ser paga para a *startup* escalonadora da tecnologia. Com o desenvolvimento mais avançado, em TRL de 7 a 9, o risco diminui e, conseqüentemente, a valoração aumenta (Ferreira *et al.*, 2024). Nessa ocasião, o percentual pode ser maior.

Também é possível criar soluções tecnológicas que facilitem o transporte e o armazenamento do produto, além de testes que diminuam a quantidade de insumo utilizado em cada amostra, buscando um resultado otimizado.

Outros possíveis interessados no desenvolvimento são empresas ligadas à venda da banana ou que a utilizem como insumo, isso porque a tecnologia daria uma destinação aos resíduos gerados pela fruta e enriqueceria o ecossistema industrial por meio da despoluição de rios. Em uma busca na base de dados Econodata (2024), foram encontradas 253 empresas em Goiás registradas na Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 1031-7/00 – Fabricação de conservas de frutas, o que demonstra parte do universo passível de distribuição do resíduo necessário para produzir o bioadsorvente a partir da casca da banana. O tratamento das águas contaminadas pelos componentes atrazina e ametrina, por sua vez, favorece um ambiente mais propício ao plantio de mais bananas. Esse processo pode se dar via comercialização do adsorvente para empresas de tratamento de águas e efluentes, as quais fazem a instalação e a manutenção das plantas de tratamento. Esse fluxo cíclico caracteriza a tecnologia como parte do conceito de economia circular. A Figura 2 exemplifica esse fluxo.

Figura 1 – Fluxo da economia circular do resíduo da banana



Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2023)

A representação mostra que, além dos benefícios gerados para a indústria do milho e da cana-de-açúcar que diminuirão seus impactos ambientais e melhorarão sua reputação mediante os consumidores, a indústria da banana também será beneficiada ao encontrar destino para os seus resíduos.

4 Considerações Finais

Este estudo prospectivo foi utilizado como ferramenta para avaliar o potencial da invenção realizada por um grupo de pesquisa da USP em 2013. A descoberta da casca de banana como despoluente de águas contaminadas com pesticidas precisava compreender o seu posicionamento tecnológico e o possível procedimento de transferência tecnológica para um avanço mais robusto.

As análises de artigos científicos no tema possibilitaram a identificação do nível de prontidão tecnológica ainda preliminar, superando somente as fases básicas da pesquisa (TRL 3). Também se destacam questões relacionadas à viabilidade do produto, ainda pouco explorada dado um desenvolvimento ainda inicial. Ainda assim, por focar em ideais sustentáveis e por existir um mercado consumidor já bem estabelecido, é possível que o negócio tenha sucesso depois de cumprir as fases do desenvolvimento tecnológico – por meio da criação de uma *startup* – e dos procedimentos de transferência tecnológica.

Escalonar tecnologias de aproveitamento de resíduos para despoluição de águas contaminadas é investir em economia circular no país e vai de encontro aos interesses de políticas públicas de inovação. Além disso, essa possibilidade permite a criação de novos negócios e de novas empresas para o desenvolvimento tecnológico de uma tecnologia ainda incipiente, mas com potencial disruptivo.

Concluiu-se com essa prospecção tecnológica que a descoberta é uma atividade inventiva pouco explorada, mas se trata de um insumo já amplamente conhecido e existente na natureza, o que caracteriza o invento como uma “descoberta”. Isso pode implicar o não cumprimento da obrigatoriedade de um pedido de patente de invenção, o que favorece a elaboração de um contrato específico de *know-how*. Essa opção pode dar o subsídio necessário para que o invento se torne um produto comercial e chegue ao consumidor final – que tende a ser as grandes produtoras de grãos, principalmente as localizadas no Centro-Oeste, campo de estudo deste relatório.

5 Perspectivas Futuras

Com o baixo nível de exploração da casca da banana para esse fim, os estudos acerca da viabilidade técnica da rota tecnológica apresentada devem ser mais aprofundados. Sugere-se promover estudos para a evolução da tecnologia com o propósito de atingir níveis de prontidão tecnológicas mais elevados. Para tal, podem ser consideradas instituições de fomento para dar escalabilidade ao produto, como Finep, BNDES e Embrapii.

Avaliando o mercado em que a invenção está inserida, pode-se verificar variadas possibilidades de clientes para a descoberta, além de empresas fornecedoras de insumo e possíveis interessadas na escalabilidade da produção. Também se constatou um baixo retorno do produto, proporcional aos custos produtivos.

Diante do exposto, ressalta-se que a tecnologia pode ser interessante para o mercado por apresentar baixo risco financeiro, apesar do risco tecnológico associado. Sendo assim, entende-se que a tecnologia tem perspectivas positivas de adentrar e permanecer como um aliado da agroindústria.

Referências

ABIMILHO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO. **Associadas**. 2023. Disponível em: <https://abimilho.com.br/abimilho>. Acesso em: 19 dez. 2023.

AGRODEFESA – AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Mais de 250 produtores rurais e técnicos debatem cenários para produção de banana em Goiás**. 2023. Disponível em: <https://goias.gov.br/agrodefesa/mais-de-250-produtores-rurais-e-tecnicos-debatem-cenarios-para-producao-de-banana-em-goias/>. Acesso em: 11 jul. 2024.

AGUSTINHO, Eduardo Oliveira; GARCIA, Evelin Naiara. Inovação, transferência de tecnologia e cooperação. **Direito e Desenvolvimento**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 223-239, 2018.

BAHRUTH, E. B. *et. al.* Prospecção Tecnológica na Priorização de Atividades de C&T: caso Q-Trop_Tp. **Gestão em Biotecnologia**, [s.l.], v. 1, p. 300-324, 2006.

BARTH, T. D. The idea of a green new deal in a Quintuple Helix model of knowledge, know-how and innovation. **International Journal of Social Ecology and Sustainable Development**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 1-14, 2011.

BAUMOL, William J. Innovations and growth: two common misapprehensions. **Journal of Policy Modeling**, [s.l.], v. 25, n. 5, p. 435-444, 2003.

BRASIL. **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996**. Lei da Propriedade Industrial. Regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília, DF: Senado Federal, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm. Acesso em: 19 dez. 2023.

CARVALHO, Carlos Eduardo Neves de. Contratos de know-how (fornecimento de tecnologia). **Revista da ABPI**, [s.l.], n. 128, p. 37-38, jan.-fev. 2014.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CNA – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **PIB do agronegócio – 2º Trimestre de 2023**. ESALQ-USP, Piracicaba, 28 de setembro de 2023. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CT-PIB-DO-AGRONEGOCIO-28SET2023.pdf>. Acesso em: 29 out. 2023.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 1, primeiro levantamento, outubro de 2023.

DURO, Laura Delgado. **Aspectos jurídicos do contrato de know-how**. Rio Grande do Sul: PUC-RS, 2015.

ECONODATA. **Lista de empresas de fabricação de conserva de frutas**. 2024. Disponível em: <https://www.econodata.com.br/empresas/go/fabricacao-de-conservas-de-frutas-c-1031700>. Acesso em: 11 jul. 2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards a Circular Economy**: Business rationale for an accelerated transition. 2015. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em: 11 jul. 2024.

FERREIRA, Bruno Favi *et al.* Study on the efficiency of technology transfer through the strategic use of TRL in Technological Showcases at universities. **Peer Review**, [s.l.], v. 6, p. 1-14, 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

HUMPHREY, Albert S. SWOT analysis. **Long Range Planning**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 46-52, 2005.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 143, p. 757-768, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>. Acesso em: 11 jul. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola – LSPA**. Brasília, DF: IBGE, 2023.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 37, p. e00116219, 2021.

LOPES, Helena Rodrigues; GURGEL, Aline do Monte; MELO, Luiza Carla de. **Vivendo em territórios contaminados**: um dossiê sobre agrotóxicos nas águas de Cerrado. Palmas: Apato, 2023.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano ABC**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/abc-programas-e-estrategias>. Acesso em: 16 dez. 2023.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Technology Readiness Level**. 2017. Disponível em: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html. Acesso em: 11 jul. 2024.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Maturidade Tecnológica: Níveis de Prontidão TRL. In: RIBEIRO, Núbia Moura. (org.). **PROFNIT – Prospecção Tecnológica**. 1. ed. Salvador, BA: Editora do IFBA, 2019a. v. 2, p. 18-59. Disponível em: profnit.org.br/wp-content/uploads/2019/02/PROFNIT-Serie-Prospeccao-Tecnologica-Volume-2.pdf. Acesso em: 11 jul. 2024.

QUINTELLA, C. M. *et al.* **Valoração de ativos de propriedade intelectual**: conceitos e aplicações de Transferência de Tecnologia. Salvador, BA: Editora do IFBA, 2019b. v. 1, p. 139-178.

SAUVÉ, Sébastien; BERNARD, Sophie; SLOAN, Pamela. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, [s.l.], v. 17, p. 48-56, 2016.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Definição e importância das empresas Startups**. 2023a. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ac/artigos/definicao-e-importancia-das-empresas-startups,e6153e2aa6417810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 19 dez. 2023.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Observatório de startups**. 2023b. Disponível em: <https://observatorio.sebraestartups.com.br/>. Acesso em: 21 dez. 2023.

SEHNEM, Simone; PEREIRA, Susana Carla Farias. Rumo à economia circular: sinergia existente entre as definições conceituais correlatas e apropriação para a literatura brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, [s.l.], v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

SILVA, Claudineia R. *et al.* Banana peel as an adsorbent for removing atrazine and ametryne from waters. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s.l.], v. 61, n. 10, p. 2.358-2.363, 2013.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. Unidade 2 – A pesquisa científica. **Métodos de pesquisa**, [s.l.], v. 1, p. 31, 2009.

WEB OF SCIENCE. **Resultados de busca**. 2023. Disponível em: <https://www-webofscience.ez106.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search>. Acesso em: 20 dez. 2023.

Sobre as Autoras

Ana Luisa Morais

E-mail: ana_luisaam@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7463-9902>

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia.

Endereço profissional: Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Centro de Apoio e Desenvolvimento de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 70910-900.

Isabela Moreira

E-mail: isabem@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5792-1963>

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia.

Endereço profissional: Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Centro de Apoio e Desenvolvimento de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 70910-900.

Renaide Pimenta

E-mail: renaide.cardoso@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0746-1634>

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia.

Endereço profissional: Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Centro de Apoio e Desenvolvimento de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 70910-900.

Grace Ferreira Ghesti

E-mail: ghesti.grace@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1043-5748>

Doutora em Química.

Endereço profissional: Universidade de Brasília, Instituto de Química, Laboratório de Bioprocessos Cervejeiros e Catálise em Energias Renováveis (LaBCCERva), Brasília, DF. CEP: 70910-900.