



**ECOINOVAÇÃO PARA AGRICULTURA FAMILIAR:
UMA INVESTIGAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DO LODO DE ESGOTO EM
FERTILIZANTE AGRÍCOLA**

JOANA ELISA BAUER ZAVELINSKI
THIAGO CAVALCANTE NASCIMENTO
ANDRÉA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA

Artigo aceito para publicação em 21/12/2022
DOI: 10.5433/2318-9223.2022v10n1p78-98

RESUMO

Este artigo tem como objetivo compreender, a partir da abordagem da ecoinovação, os impactos da adoção de lodo de esgoto como fertilizante agrícola por produtores paranaenses. O argumento teórico que sustenta a pesquisa é que o processo de ecoinovação envolve melhorias econômicas, ambientais e sociais na empresa e para os usuários do programa, o que conseqüentemente, pode proporcionar melhorias para a sociedade. Foi realizada pesquisa de abordagem qualitativa e caráter descritivo, por meio da realização de um estudo de caso, no qual a coleta de dados ocorreu por meio de entrevistas e análise documental. Os princípios da ecoinovação foram atendidos, considerando os impactos apresentados nas dimensões estudadas. No âmbito da ecoinovação, houve antecipação de normas e regulamentos promovida pelo programa, ou seja, o desenvolvimento de iniciativas que culminaram na formulação de instrumentos normativos específicos para regulamentação da atividade no Estado do Paraná e no país. Para os agricultores houve a constatação nos relatos de aumento de produtividade e renda entre os que usufruíram do lodo de esgoto. A ecoinovação influenciou o desenvolvimento econômico, ambiental e social da empresa, dos agricultores e da comunidade em que estão inseridos.

PALAVRAS-CHAVE. Inovação. Ecoinovação. Lodo de esgoto. Agricultura familiar.

**ECOINOVATION FOR FAMILY AGRICULTURE:
AN INVESTIGATION ON THE TRANSFORMATION OF SEWAGE SLUDGE IN
AGRICULTURAL FERTILIZER**

ABSTRACT

This article aims to understand, based on the eco-innovation approach, the impacts of sewage sludge adoption as agricultural fertilizer by Paraná producers. The theoretical argument that underpins the research is that the eco-innovation process involves economic, environmental and social improvements in the company and for program users, which consequently can provide improvements for society. A qualitative and descriptive research was conducted through a case study, in which data collection occurred through interviews and document analysis. The principles of eco-innovation were met considering the impacts presented in the studied dimensions. In the context of eco-innovation, there was anticipation of rules and regulations promoted by the program, that is, the development of initiatives that culminated in the formulation of specific normative instruments to regulate the activity in the State of Paraná and in the country. For farmers, there were reports of increased productivity and income among those who used sewage sludge. Eco-innovation has influenced the economic, environmental and social development of the company, farmers and the community in which they operate.

KEYWORDS. Innovation. Eco-innovation. Sewage sludge. Familiar agriculture.

INTRODUÇÃO

A inovação é um fenômeno presente no contexto econômico e encontra-se em processos de aprendizagem, pesquisa e exploração de novos conhecimentos, resultando em “novas combinações” que podem ser novos bens ou processos, novo método de produção, novo mercado, novas matérias primas ou novas formas organizacionais que podem ser utilizados como estratégia para o desenvolvimento do bem-estar da sociedade seja pela produção mais eficiente ou como forma de melhor utilizar os recursos definidos por políticas públicas de desenvolvimento (Schumpeter, 1985; Lundvall, 1992; Souza-Pinto et al., 2015).

Além dos fatores socioeconômicos, as inovações podem solucionar problemas de processo produtivo e torná-lo menos impactante ao meio ambiente, caracterizando a organização como ecoinovativa (Daroit & Nascimento, 2000).

Importante ressaltar, porém, que conforme Kemp e Foxon (2007), a ecoinovação não se resume em menores impactos ambientais, mas também envolve todo o ciclo de produção, utilização de um bem, serviço e estrutura organizacional que reduzam os riscos ambientais, poluição e impactos negativos, comparado com outras alternativas.

O mercado, as escolhas e adaptações dos usuários nas atividades de ecoinovação, estimulam diversas áreas, inclusive o agronegócio, mercado com grande importância para o Brasil, assunto alinhado às premissas deste estudo, abordado a seguir.

Nos últimos anos a agricultura brasileira vem apresentando importantes transformações em sua estrutura (Rocha et al.2015). Considerando a composição do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em janeiro/fevereiro de 2018, o agronegócio ocupou 5,52% em PIB-volume (CEPEA, 2018), considerado valioso para uma política direcionada ao desenvolvimento tecnológico do setor (Rocha et al., 2015).

Visando reduzir custos no agronegócio, uma inovação que pode ser utilizada é o lodo de esgoto como fertilizante, um resíduo sólido resultante do processo de tratamento de esgoto, o que proporciona aos agricultores uma redução média no custo com a compra de fertilizantes e corretivos de acidez do solo de R\$ 443,28 por hectare (Bittencourt et al.,2017). Quando aplicado em taxas agronômicas, o lodo de esgoto pode reduzir o custo de produção, pela menor utilização de fertilizantes minerais (Valderrama et al., 2009).

O reaproveitamento de lodo de tratamento de esgoto doméstico é um exemplo de inovação, no conceito da obtenção de novos materiais (Hirata et al., 2015), agrega valor social ou riqueza, podendo ser um novo produto ou tecnologia, processos operacionais, práticas mercadológicas, ou mudanças e adaptações que geram ganhos econômicos em sua prática (Tidd et al., 2008), uma inovação com mudanças e melhorias ambientais (Maçaneiro & Cunha, 2014), pode-se considerar a utilização de lodo de esgoto como fertilizante agrícola uma ecoinovação.

Diante dessas considerações iniciais, o presente estudo aborda a ecoinovação em um programa de reciclagem de lodo na agricultura com abrangência no estado do Paraná, visando compreender quais foram os impactos da adoção de lodo de esgoto como fertilizante agrícola por produtores paranaenses, tendo em vista o pressuposto das dimensões da ecoinovação como aspectos a serem analisados.

Neste artigo se apresenta um arcabouço teórico referente à inovação, a relação com a sustentabilidade e o conceito da ecoinovação, uma contextualização sobre agricultura e agricultura familiar no Brasil e no Paraná e um debate sobre aproveitamento do lodo de esgoto. Após o debate da base teórica e contextual, é abordada a metodologia da pesquisa, a análise dos resultados, as considerações finais e as referências bibliográficas utilizadas.

REVISÃO DE LITERATURA

Para o alcance do objetivo desse trabalho, a revisão da literatura explorou os conceitos de inovação e sustentabilidade e a relação entre os dois temas a partir do conceito da ecoinovação. Posteriormente abordou-se dados históricos e o panorama da agricultura no Brasil e no Paraná, incluindo os aspectos relacionados à agricultura familiar. Por fim discutiu-se os aspectos relativos ao aproveitamento do lodo de esgoto.

Inovação, sustentabilidade e o conceito da ecoinovação

Novas possibilidades são indispensáveis para o processo de inovação, na capacidade de aproveitar as oportunidades e criar formas de explorá-las, englobando tanto novos mercados, quanto os já estabelecidos. A habilidade de construir relações é a orientação da inovação, visualizando e explorando as oportunidades (Tidd & Bessant, 2015).

A inovação envolve processos nos quais as empresas executam projetos de produtos e processos novos para ela, mesmo que não sejam novos para outros atores. Esses projetos e processos podem se relacionar a novos conhecimentos, ou combinações de conhecimentos, com lucros transitórios em decorrência de causas técnicas ou econômicas. técnicas como limites nas potencialidades tecnológicas, e econômicas com a diminuição dos lucros ocorrida com a imitação (Schumpeter, 1985; Nelson & Winter, 2005; Johnson et al., 2003; Costa, 2016).

Direcionadas pela inovação, há a necessidade de as empresas desenvolverem estratégias que integrem estes objetivos aos da sustentabilidade, com a inovação incorporando resultados econômicos, sociais e ambientais (Horbach et al., 2012; Hall & Vredenburg, 2003).

O crescimento econômico está intrinsecamente relacionado aos riscos ambientais, assunto este que começou a ganhar importância na segunda metade do século XX, e estimulou, em 1972, a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, culminando com a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (Koeller & Miranda, 2018).

A rentabilidade econômica aliada ao respeito ao meio ambiente e a responsabilidade social formam o tripé da sustentabilidade, também chamado de triple-bottom-line (TBL), conceito criado por Elkington (2012), que define sustentabilidade associando estes três fatores.

O fator ambiental tem como significado ser o capital natural de uma empresa ou sociedade, o fator econômico é referente ao resultado econômico positivo e o fator social expressa o capital humano de uma empresa ou sociedade (Elkington, 2012).

A interpretação da sustentabilidade pelas empresas ocorre nessas três dimensões e representa a expansão do modelo de negócios tradicional, que além de apenas considerar fatores econômicos, aderiu aos fatores ambientais e sociais (Elkington, 2012).

As inovações e as possibilidades de desenvolvimento tecnológico, econômico e competitivo devem ser propulsionadas pelas questões ambientais, com um modelo de negócios forjado por uma nova estratégia que incorpora a sustentabilidade nas operações, com base no ciclo de vida e em cooperação com a cadeia de valor (Maçaneiro, 2012; United Nations Environment Programme - UNEP, 2016).

Assim, surge o conceito da ecoinovação, que se traduz em uma inovação que reduz danos ambientais e a utilização dos recursos naturais, desde a extração da matéria prima até o descarte do produto, em sintonia com as estratégias organizacionais alinhando objetivos

econômicos com ambientais (Segarra-Onã et al., 2014; Reid & Miedzinski, 2008; Pereira & Vence, 2012).

Nesse viés, o termo ecoinovação é caracterizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), distinguindo-o do termo inovação, no sentido em que o efeito da redução do impacto ambiental é intencional ou não inclui as estruturas sociais e institucionais (OECD, 2009). Nesse sentido, Bossle et al. (2016) e Levidow et al. (2016) acrescentam que a ecoinovação é considerada um possível resultado das empresas que muitas vezes é encorajado pelos governos e por demandas da sociedade, ressaltando ainda que a cooperação interorganizacional pode auxiliar no alcance dos resultados ecoinovadores.

A ecoinovação é um avanço para o desenvolvimento sustentável, pois promove a redução de impactos ambientais e promove novas soluções ou mudanças significativas em um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional e modelo de gestão. Além dos benefícios ambientais ao longo do ciclo de vida, a ecoinovação objetiva melhorar a produtividade e utilização de recursos de forma eficiente, otimizando o potencial de crescimento (Comissão Européia, 2018; Kemp & Foxon, 2007; Reid & Miedzinski, 2008).

Para analisar os impactos da ecoinovação, foram identificados os elementos do tripé da sustentabilidade, os tipos de ecoinovações em um programa de aproveitamento de lodo de esgoto como fertilizante agrícola, a partir das tipologias disponíveis na literatura que ajudam empresas a compreender a dinâmica da ecoinovação (Xavier et al., 2017). Entre as tipologias destacam-se autores como Arundel e Kemp (2009), Carrillo-Hermosila et al. (2009), Fussler e James (1996), Reid e Miedzinsk (2008), Rennings (1998) e Tamayo-Orbegozo et al. (2017). Todos os trabalhos se assemelham no fato de considerar a ecoinovação uma ação com objetivo de redução de impacto ambiental, e entre os tipos podem ser citados: ecoinovações tecnológicas, organizacionais, sociais, institucionais, processo e produto, além de podem ser classificadas quanto ao nível, sejam elas do nível macro (ambiente geral), meso (tendências de mercado) e micro (recursos e habilidades).

Para melhor compreensão desses elementos, faz-se necessário o embasamento em relação à agricultura e ao lodo. A base teórica que se segue traz a fundamentações dos temas.

Agricultura no Brasil e no Paraná

A prática agrícola foi introduzida no Brasil desde a colonização, no entanto, a modernização dos seus processos em todo o mundo ocorreu de forma mais intensa após a 2ª Guerra Mundial, com mudanças baseadas nas transformações tecnológicas trazidas pela mecanização e novos insumos (Reifschneider et al., 2010; Sepulcri & Paula, 2006).

No Paraná, a região dos Campos Gerais é a área de ocupação mais antiga do estado, mas na primeira metade do século XX, havia pouca ou nenhuma atividade industrial nesta região.

Apesar disto, o clima e o relevo aliados a interesses políticos das elites, a constituíram em um local propício para a plantação de trigo, impulsionado também pela política nacional do trigo pelo Plano Beckman-Fagundes (Del Duca, 2016).

Apesar da ostensiva ação na região norte, foi na região oeste que o cultivo de soja teve rápida e drástica implantação, adentrando espaços ocupados por florestas, com o município de Palotina passando a ser o maior produtor de soja do Brasil na década de 1970 (Klanovicz & Mores, 2017). No entanto, a industrialização e a transformação da agricultura incorporaram apenas uma parte dos agricultores à lógica industrial (Kageyama, 1997).

No que concerne especificamente à agricultura familiar, é importante destacar que o estímulo a essa atividade foi dado principalmente no século XIX e início do século XX, com o Estado atuando na formação de pequenas propriedades em locais específicos, com o objetivo de povoar certas áreas, como foi o caso dos imigrantes europeus no Sul do país, o deslocamento populacional da Era Vargas (1930-1950) para os estados do Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul e deslocamentos populacionais dispersando tensões sociais para o Mato Grosso, Rondônia e Pará nas décadas de 1960 e 1970 (Tavares dos Santos, 1993; Medeiros, 1989).

Houve uma evolução nos meios de produção da agricultura familiar e para Abramovay (1998), existe uma distinção entre o conceito da agricultura familiar atual e a do passado. Com formações sociais distintas, a agricultura familiar moderna, composta dos chamados “agricultores profissionais”, é a base fundamental do progresso técnico e do desenvolvimento do capitalismo na agricultura contemporânea.

No Censo Agropecuário realizado em 2006, 84,4% dos estabelecimentos rurais pertenciam à agricultura familiar, assim definida por haver uma gestão e presença preponderante do trabalho da família, ocupando 70% da mão de obra camponesa. A área das unidades familiares era de 24,3% do total, o que corresponde a 80.250.453 hectares, com apenas esta área rendeu 38% do Valor Bruto Anual da Produção e empregou 74,4% da população economicamente ativa do setor rural (IBGE, 2006).

Em relação ao consumo de fertilizantes químicos, o Estado do Paraná consumiu 4.102.398.000 toneladas métricas no ano de 2017 (IPNI, 2018), ocupando o quarto lugar nacional, representando 44,63% do total da Região Sul e 11,91% do total nacional.

Um indicador interessante quando se trata de agricultura familiar é a relação de troca de fertilizantes e produtos agrícolas, o que significa a quantidade de produto agrícola necessária para adquirir uma tonelada de fertilizante, conforme dados descritos na Tabela 1.

TABELA 1
 RELAÇÕES DE TROCA DE FERTILIZANTES E PRODUTOS AGRÍCOLAS

	Unidade	2015	2016	2017	Preço Mínimo de Venda 2017 (R\$)	Custo 2017 (R\$)
Algodão c/ Carço	15 kg	62,3	52,5	47,4	22,49	1066,02
Arroz em Casca	saca de 60 kg	30	24,5	25,6	33,83	866,05
Cana-de-açúcar	tonelada	27,9	27,5	26,7	65,31	1743,78
Cafê Arábica	saca de 60 kg	2,9	2,7	2,5	333,03	832,57
Milho	saca de 60 kg	70,6	43,6	66,2	20,57	1361,73
Soja	saca de 60 kg	22,8	20,0	22,2	36,84	817,85

FONTE: ADAPTADO DE ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA (2018) E MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA (2019).

Conforme a Tabela 1, em 2017, o custo médio com fertilizantes para os produtores agrícolas e suas respectivas Unidades estão expostos na última coluna, por exemplo, para a produção de 15 kg de algodão com caroço o custo foi de R\$ 1.066,02 com fertilizantes químicos, o que equivale a 47,4 vezes o valor do preço mínimo de venda (MAPA, 2019) da Unidade de algodão (15kg = R\$ 22,49).

Segundo a ANDA (2018), a relação de troca entre o preço dos fertilizantes químicos e o dos produtos agrícolas não são favoráveis aos agricultores. Os produtores rurais, mesmo recebendo preços relativamente bons pelos seus grãos, necessitam vender uma grande quantidade de sua produção para adquirir uma tonelada de fertilizante.

A agricultura familiar pode ser beneficiada com a utilização do lodo de esgoto como adubo em substituição aos fertilizantes químicos industrializados (Hirata et al., 2015; Bittencourt et al., 2017; Aisse & Serrat, 2017; Anda, 2018). Esses benefícios são decorrentes do fato de que muitos dos seus produtos agrícolas têm a possibilidade de receber este tipo de fertilizante, conforme a Resolução nº 375 (Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, 2006). Neste contexto, a resolução apresenta dispositivos econômicos e ambientais que resultam em redução de gastos e destinação adequada de resíduos (Rossemann et al., 2014).

Aproveitamento de Lodo de Esgoto

A reciclagem agrícola do lodo vem como uma alternativa promissora no Brasil devido às características do solo tropical. Nele ocorre uma alta decomposição da matéria orgânica dos solos, tendo a necessidade de reposição de seu estoque, e por ser rico em nutrientes para as plantas, com sua utilização no condicionamento e fertilização do solo (Ferreira & Andreoli, 1999).

Outro fator importante é a redução de despesas na disposição final, aumentando a vida útil dos aterros sanitários ou reduzindo a poluição causada por outras formas de destinação (Ferreira & Andreoli, 1999; Bettiol & Camargo, 2006; Rezende, 2011).

O tratamento do lodo inicia-se pelo tratamento da água que é descartada como esgoto nas redes de coleta e enviada às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), onde é degradado por micro-organismos, principalmente bactérias, em um processo que retira a maioria dos resíduos sólidos e orgânicos para ser despejada nos rios. Este tratamento, gera um resíduo semissólido, pastoso e de natureza predominantemente orgânica, denominado lodo de esgoto (Kelm, 2014).

Segundo Melo e Marques (2000), o lodo de esgoto apresenta uma composição variável, dependendo da sua origem, do tipo do tratamento do esgoto e do seu caráter sazonal, em média composto de 99,99% de água e 0,01% de sólidos, subdivididos em 70% de orgânicos (proteínas, carboidratos e lipídeos) e 30% de inorgânicos (areia, sais e metais).

O biossólido é um produto já estabilizado e pronto para utilização após tratamento adequado do lodo de esgoto. Os lodos apresentam altos teores de nitrogênio (N), médios de fósforo (P) e baixos de potássio (K). Após a calagem, que consiste em incorporar cal virgem (CaO) ao lodo, ainda se enriquece o lodo com cálcio (Ca), permitindo a capacidade de correção da acidez do solo (Ilhenfeld et al., 1999).

A destinação de lodo de esgoto para a agricultura é regulamentada pelo Decreto no 4954, a Resolução CONAMA (2006) 375/06 e a Resolução 021/09 SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2009), que estabelecem critérios para o uso seguro do lodo de esgoto na agricultura.

Para ser utilizado como adubo, o lodo deve passar por processos de tratamento que envolvem o adensamento, o desaguamento, a estabilização e a higienização. A higienização garante um baixo nível de patogenicidade e pode ser realizada pela calagem que aumenta o pH numa reação exotérmica (chegando a 80°C) que inativa até 90% dos organismos patogênicos e demora de 30 a 60 dias para garantir o processo (Portal Tratamento de Água, 2018).

Segundo a Resolução CONAMA n° 375/06, a aplicação de lodo de esgoto no solo agrícola somente poderá ocorrer mediante a existência de uma Unidades de Gerenciamento de Lodo (UGL) devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

As UGLs são unidades responsáveis pelo recebimento, processamento, caracterização, transporte e destinação do lodo de esgoto produzido por uma ou mais ETEs e monitoramento dos efeitos ambientais, agronômicos e sanitários de sua aplicação em área agrícola (CONAMA, 2006). Com significativas quantidades de nutrientes, o lodo de esgoto promove o desenvolvimento das plantas, consegue aumentar a capacidade de infiltração, a retenção de água e a aeração do solo (Portal Tratamento de Água, 2018).

Visando atender o objetivo de pesquisa proposto, o presente trabalho analisa o reaproveitamento de biossólidos da empresa estudada para compreender, a partir da abordagem da ecoinovação, os impactos da adoção de lodo de esgoto como fertilizante agrícola por produtores paranaenses.

METODOLOGIA

Com o intuito de compreender quais foram os impactos da adoção de lodo de esgoto como fertilizante agrícola por produtores paranaenses, tendo em vista o pressuposto das dimensões da ecoinovação como aspectos a serem analisados, a pesquisa seguiu uma orientação qualitativa e descritiva a partir de dados primários e secundários de entrevistas e documentos.

A primeira fase foi a coleta de dados para o estudo de caso, realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e análise de documentos, que nessa pesquisa foram as planilhas disponibilizadas pela empresa.

As entrevistas, realizadas no período entre novembro e dezembro de 2018, no município de Curitiba e na Região Metropolitana, tiveram como objetivo coletar impressões de cada ator sobre o objeto do estudo. As entrevistas foram gravadas e transcritas, sendo a transcrição feita pelos próprios pesquisadores.

Os entrevistados são ou foram funcionários da empresa envolvidos no programa de destinação de lodo de esgoto e produtores rurais que o utilizam como fertilizante agrícola em suas propriedades. Foram entrevistados ao todo 6 funcionários da empresa totalizando 268 minutos e 51 segundos. A seleção dos produtores rurais foi conforme a disponibilidade. A quantidade de produtores rurais que foram entrevistados foi definida a partir da saturação teórica e totalizou 5 produtores e 135 minutos e 7 segundos.

As transcrições das entrevistas e os documentos coletados foram submetidos à análise qualitativa de conteúdo de Bardin (2011) e teve como objetivo analisar a trajetória tecnológica do programa, os tipos de ecoinovação e os impactos a partir do tripé da sustentabilidade sob o viés do produtor agrícola paranaense.

Após a análise de conteúdo das entrevistas e dos documentos foi possível realizar uma descrição dos impactos e resultados ecoinovadores na agricultura familiar paranaense a partir do projeto de utilização do lodo de esgoto como fertilizante agrícola. A seguir são apresentados os resultados discutindo-se a história do programa na empresa e as percepções dos entrevistados sobre seus impactos a luz da base teórica estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com propósito de responder o objetivo do trabalho, discute-se nessa seção o histórico do programa de aproveitamento do lodo de esgoto e posteriormente a identificação das inovações, ecoinovações e os principais impactos para os produtores agrícolas.

O programa de aproveitamento do lodo de esgoto

O primeiro trabalho de reciclagem de lodo de esgoto foi teórico, em uma parceria da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) com a Universidade Federal do Paraná (UFPR), em um estudo econômico realizado quando a ETE Belém começou a operar. Isso aconteceu no começo da década de 1980, com objetivo de distribuir o lodo no entorno da ETE em um raio de viabilidade de transporte baseado na quantidade de nutrientes presentes no lodo, até o que seria interessante para o agricultor.

O programa de lodo somente se consolidou por meio de uma pesquisa de mestrado no ano de 1982, influenciada pela crise do fósforo, elemento químico essencial à vida humana que, segundo relato, está com suas fontes cada vez mais escassas, apresentando como alternativa a utilização de resíduos orgânicos na agricultura.

O preconceito sobre o uso de lodo de esgoto na agricultura partia do próprio pesquisador entrevistado, considerando a ideia de que este biossólido possuía alta carga de metais pesados, despejados por ligações industriais na rede de esgoto que no lodo contaminariam o solo, instigando o pesquisador a realizar a pesquisa para confirmar ou descartar sua suspeita.

O principal resultado dessa pesquisa indicou que a matéria orgânica estimula a vida microbiana do solo e estes microrganismos são capazes de fazer a solubilização (dissolução) do fosfato de forma natural. No contexto industrial, seria necessário um ambiente de 1200°C, com 200atm de pressão, para liberar o fosfato da apatita, rocha com uma mineralogia extremamente complexa. Isso resulta em altos custos de produção, mesmo com as melhorias tecnológicas para seu aproveitamento, e impactos ao meio ambiente com sua extração.

Este resultado demonstrou que o uso da matéria orgânica na agricultura era significativo para a liberação do fósforo existente no solo, disponibilizando-o para as plantas de forma absorvível.

Na década de 1980, a Sanepar estava construindo dezenas de estações de tratamento de esgoto ainda sem dimensionar o que seria feito com o lodo gerado, e a pesquisa voltada para uma solução deveria ser desenvolvida a tempo de gerar uma solução técnica para quando houvesse esse descarte. Sem pesquisas no Brasil até então, o estudo deveria abranger sanidade, métodos de higienização, critérios de recomendação de lodo, conteúdo, considerando que a realidade nacional é diferente das pesquisas internacionais, monitorando a quantidade e qualidade da matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, micronutrientes, poluentes e também a aceitação pública.

A questão crucial para o aproveitamento do lodo de esgoto nas áreas agrícolas seria desenvolver um tipo de higienização que aliasse baixo custo e fácil operacionalidade, resultando em uma inovação de produto e processo desenvolvida no Brasil, com a

Higienização de Lodos por Estabilização Alcalina Prolongada (EAP), mais conhecida como caleação do lodo.

O uso de material alcalino reativo para a higienização do lodo reduz patógenos, aumentando a temperatura e o pH a pelo menos 12, e nessas condições formando amônia a partir do nitrogênio liberado, estabilizando o material física, química e biologicamente.

À medida que o lodo de esgoto foi sendo caleado e seus patogênicos foram sendo inviabilizados, melhoraram os níveis de saúde da população do Estado, já que anteriormente o lodo era disposto sem tratamento, o que causava contaminação no meio ambiente, mas sua esterilização diminuiu os casos de ingestão de helmintos viáveis no território paranaense.

A destinação do lodo para a agricultura no Estado do Paraná é uma inovação de produto nacional, em termos de fertilizante e corretivo agrícola, promovendo sustentabilidade ambiental com a reciclagem de nutrientes.

As criações das Resoluções CONAMA 375/2006 e SEMA 021/09 foram estimuladas pelo programa interdisciplinar de pesquisa da reciclagem de lodo de esgoto, e continua sendo discutida para melhor operacionalização do seu uso.

O programa é bastante cogitado como referência, difundindo em diversas empresas de saneamento, nacionais e internacionais, as inovações emergidas. Como resultado destinou, nos desde 2017 até o ano de 2019, 280 mil toneladas de lodo reciclado para a agricultura, atendendo às necessidades dos solos e encontrando uma solução segura, que evita passivos ambientais.

A preferência do envio de lodo é para pequenos produtores, e como é distribuído gratuitamente, promove a preservação ambiental de pequenas áreas, diminui custos de fertilizantes químicos e calcário para correção do solo. Áreas maiores eventualmente recebem lodo de esgoto, promovendo economia para grandes produtores, desviando os objetivos ecoinovativos do programa, principalmente o social, por falta de gestão direcionada para a ecoinovação.

No Estado do Paraná cerca de 245 Estações de Tratamento de Esgoto estão em funcionamento em 2019, produzindo lodo. Apesar das questões de ecoinovação que envolvem o envio do lodo para a agricultura, a destinação para aterros ainda é bastante utilizada, seja por falta de comprometimento ambiental da gestão ou por custos inferiores, devido às menores distâncias e burocracia.

Divididas em regionais, as 41 Unidades de Gerenciamento de Lodo, têm autonomia para decidir quanto à disposição final do lodo gerado em suas ETEs, devendo considerar critérios estabelecidos nas regulamentações. Esta autonomia ainda dá brechas para o envio para aterros, desconsiderando a destinação para a agricultura que se demonstra ecoinovativa e sustentável, por falta de vontade política.

Em 2016, o PNUMA, publicou o livro "*Sanitation, wastewater management and sustainability: from waste disposal to resource recovery*", com as inovações no âmbito do saneamento mundial, e reconheceu o viés ambientalmente sustentável do Programa de Reciclagem Agrícola do Lodo.

Inovações, ecoinovações e os impactos para os produtores agrícolas

Para que fosse possível a inovação de transformar o lodo em fertilizante agrícola foram desenvolvidos ou adaptados equipamentos para sua reciclagem, desde equipamentos para a caleação, para melhoramentos no deságue, e equipamentos para espalhamento do lodo no solo.

Nesse sentido, é interessante destacar o início de uma trajetória de inovação coevolucionária (Dosi, 2006), em que se observa uma mudança tecnológica acontecendo, no caso uma inovação de processo que possibilitou a inovação de produto a partir de uma nova utilização da matéria prima, lodo de esgoto como fertilizante agrícola, em consonância com o conceito proposto por Schumpeter (1985).

Além disto, o programa passou a provocar mudanças também na estrutura da Sanepar, institucionalizando processos e procedimentos para o cumprimento das questões burocráticas e legais. Essas mudanças incluem a realização de análises físicas, químicas e biológicas, e a montagem de uma equipe de profissionais para dar assistência agrônômica. Essas mudanças corroboram com o conceito de inovação organizacional discutida por Schumpeter (1985).

Algumas vantagens podem ser observadas em relação à utilização do lodo como fertilizante, principalmente no que diz respeito à substituição do calcário para correção do pH do solo, por não causar os transtornos que ele causa, como poeira no espalhamento e danos por corrosão em equipamentos. O lodo já é enviado com a cal incorporada em uma massa desaguada, atualmente com cada vez menos água, o que facilita seu espalhamento.

Na agricultura, a confiança depositada nos técnicos que faziam a divulgação do programa e também por indicação de vizinhos que já haviam utilizado o produto facilitou a aceitação da inovação. Outro ponto relevante foi a percepção por parte dos agricultores do aumento da produtividade nas propriedades vizinhas, o que fez com que muitos quisessem testar o novo fertilizante que estava sendo distribuído gratuitamente.

Ao aliar a discussão e relação das inovações e a tipologia de inovação é possível entender essas inovações como ecoinovações, no sentido de que pertencem a uma classificação que engloba produção mais limpa e eficiência de materiais e a própria inovação tecnológica de produto no uso do lodo como fertilizante (Bleischwitz et al., 2009).

Ainda se destaca a ecoinovação de gestão, ou organizacional, vislumbrada em mudanças internas da empresa para se adequar à tendência de inovação sustentável que se apresentava no momento, como o destaque para formação de equipes profissionais (Tseng et al., 2013).

As inovações do lodo reciclado, nos processos e nas tecnologias desenvolvidas, obtendo vantagem competitiva e com isso beneficiando sua própria reputação, corroboram com os indutores de negócios com valores agregados da ecoinovação segundo UNEP (2014). Nesse sentido destaca-se a antecipação de normas e regulamentos, tanto estaduais, quanto nacionais, para normatizar a destinação de forma ordenada.

Especificamente sobre os impactos do processo de ecoinovação, estes foram verificados por meio do triple-bottom-line da sustentabilidade, estabelecido por Elkington (2012), que o classifica com três pilares: dimensão econômica, dimensão ambiental e dimensão social, buscados pela empresa estudada em sua política ambiental.

Considerando a dimensão econômica da sustentabilidade a partir da ecoinovação (Elkington, 2012), a gratuidade do lodo reciclado destinado à agricultura, colabora com pequenos produtores rurais, apoiando para maior produtividade, gerando economia nos insumos, com um fertilizante de boa qualidade, e promovendo a recuperação do solo.

Dentro da realidade de pequenos agricultores, com baixo nível socioeconômico, houve um retorno econômico significativo, com aumento de produtividade que girou em torno de 40 a 100%, em solos com problemas diversos, como acidez e baixo teor de nutrientes.

A produtividade das culturas beneficiadas com lodo de esgoto atualmente aumenta em pelo menos 10% e, em alguns casos chega a 30%, segundo relatos, aumentando o número de sacas colhidas, proveniente de grãos maiores, mais pesados, pés mais altos que geram mais frutos e plantas mais enraizadas, que suportam melhor as intempéries.

Uma vantagem do programa de lodo apontada em pequenas comunidades foi a movimentação econômica gerada pela economia com insumos, fazendo com que o pequeno produtor consumisse mais, adquirindo bens duráveis e de consumo no comércio local, criando uma rede de fortalecimento, sendo que o próprio processo logístico do programa colaborou com a economia local. A movimentação logística dos caminhões e máquinas, sustenta boa parte do comércio local com o consumo em seus estabelecimentos.

Na dimensão ambiental (Elkington, 2012), o lodo de esgoto possui altíssima qualidade de matéria orgânica e outros nutrientes, apresentando-se bastante sustentável sendo reciclado e enviado para a agricultura.

O lodo quando enviado para a agricultura é totalmente absorvido pelas plantas e pelo solo, podendo ser reaplicado em três ou quatro anos, em um ciclo que não esgota os locais de aplicação, enquanto nos aterros gera um passivo ambiental e encerra a viabilidade de nova disposição no mesmo local, caracterizando a utilização do lodo de esgoto como fertilizante como uma alternativa sustentável (ecoinovativa) para a agricultura.

Na dimensão social da eco inovação (Elkington, 2012), o Programa de Destinação Agrícola de Lodo de Esgoto colaborou para a dignificação da vida no campo, dos pequenos produtores participantes, aliada aos aspectos do pilar econômico, promovendo economia de recursos e maior lucro com a produção, melhorando a qualidade de vida.

A gratuidade do lodo reciclado permitiu aos agricultores a possibilidade de ampliação das plantações e até mesmo melhorias nas condições de moradia do produtor, aumentando o lucro privado por meio da inovação.

Em um dos casos, um produtor rural, cujas terras precisavam de correção de pH e de nutrientes, estava sem condições de preparar a terra antes de plantar e passava por um momento de vida com propensão ao alcoolismo devido à falta de recursos. Este começou a receber o lodo após tomar conhecimento do programa, melhorou as condições da terra, conseguiu colher e pagar dívidas, beneficiando-se com o lodo nos âmbitos econômico e social. Outro agricultor, destacou que deixou a profissão de caminhoneiro e investiu em terras. No começo, arrendava suas terras e trabalhava para o arrendatário. Passando a receber lodo reciclado, conseguiu se capitalizar, evitando custos com calcário e adubo, tomando posse de suas terras e plantando para sua própria colheita, progredindo financeiramente.

A própria satisfação em receber um produto de alta qualidade gratuitamente, evitando custos com insumos, é considerada, pelos entrevistados, como cumprimento da questão social do programa, pois encoraja o pequeno produtor a promover seu próprio autodesenvolvimento.

O viés social do programa de destinação agrícola do lodo pela empresa é efetivado com a preferência do direcionamento do biossólido para pequenos produtores, beneficiando economicamente populações com menos condições, com a promoção da economia de recursos, consequentemente promovendo a melhoria da qualidade de vida.

Além de colaborar com pequenos agricultores, o direcionamento para a agricultura evita que se desvie do solo nutrientes essenciais, que em um aterro ou em outras destinações, não seriam aproveitados e seriam agentes poluidores.

Outro fator social apontado como impulsionado pelo programa foi a melhora do perfil de saúde da população do Estado do Paraná, promovida pela esterilização de ovos viáveis de helmintos com a caleação do lodo. Antes, o contato com esse material culminava em doenças parasitárias provenientes da poluição causada pelo esgoto.

As eco inovações do programa foram analisadas nas dimensões econômica, ambiental e social da sustentabilidade e revelaram diversos impactos positivos tanto para a empresa, quanto para os agricultores, evidenciando como a eco inovação do lodo reciclado, sendo disposto na agricultura, gerou vantagens nas três dimensões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caleação do lodo foi um processo inovativo desenvolvido no programa interdisciplinar que estudou a viabilidade do lodo, uma técnica desenvolvida no Estado do Paraná que foi exportada para todo o mundo. O lodo caleado foi um novo produto e também pode ser considerado inovativo, resultante desse processo.

A antecipação de normas e regulamentos provocada pelo programa de pesquisa estabeleceu os processos desenvolvidos para que a reciclagem de lodo de esgoto na agricultura fosse realizada de forma ambientalmente segura.

Na dimensão econômica, envio gratuito do lodo aos agricultores culmina em menos custos aos pequenos produtores, colaborando para o seu desenvolvimento socioeconômico, para menor utilização de adubos e a eliminação da necessidade de utilização do calcário.

No caráter ambiental, o lodo de esgoto possui alta carga de nutrientes e compostos químicos, o que evita a extração de componentes do meio natural, contribuindo para a preservação ambiental.

Após um período da aplicação e absorção do lodo pelo solo e pelas culturas, é realizada uma análise para monitoramento. O processo de disposição na agricultura é controlado por meio de lotes de produção que possuem rastreabilidade. Cada lote tem a rastreabilidade de vinte anos para garantia de qualidade.

A disposição do lodo de esgoto em aterros é uma opção que causa impactos ambientais, além de gerar passivos por tempo indeterminado, nos quais a empresa geradora é responsável, e desviar do solo produtivo, nutrientes que foram consumidos no meio urbano e deveriam retornar às lavouras para o fechamento do ciclo energético.

As questões econômicas e ambientais que envolvem o lodo de esgoto também contribuem com a dimensão social do programa, com a melhoria da qualidade de vida de pequenos produtores, gerada pela economia com insumos.

Essa economia estimulou a compra de bens móveis, equipamentos e a melhoria de suas residências, favorecendo e movimentando os comércios locais, em um ciclo de sustentabilidade socioeconômica. O trabalho manual foi praticamente extinto nas propriedades, o que estimula a fixação das famílias no campo, questão crucial para a sustentabilidade do sistema de produção de alimentos.

A pesquisa concluiu que as necessidades de destinação de resíduos do tratamento de esgotos da Sanepar, resultaram em um ciclo de suprimento de insumos para agricultores, disposição ambientalmente correta, desenvolvimento econômico de comunidades e melhoria da reputação da empresa, salientando a orientação ecoinovativa do Programa de Reciclagem Agrícola de Lodo de Esgoto.

O viés econômico, ambiental e social do programa deve ser maior que as questões políticas, já que o programa reúne todas as condições necessárias para incitar a sensibilidade dos

poderes públicos, e até do setor privado, para que as necessidades da sociedade sejam satisfeitas, apesar de conflitos políticos.

A limitação deste estudo foi a impossibilidade de ampliá-lo para as questões ligadas à melhoria da saúde da população, e de aprofundar os estudos em relação às tecnologias concorrentes ao envio do lodo para a agricultura, que emergiram nesta pesquisa. Dessa forma, tem-se essas limitações como indicações de pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- Abramovay, R. (1998). *Paradigmas do capitalismo agrário em questão*. (2 ed.). Hucitec.
- Associação Nacional para Difusão de Adubos [ANDA]. *Estatísticas*. (2018). <http://anda.org.br/estatisticas/>.
- Arundel, A., & Kemp, R. (2009). *Measuring eco-innovation*. Unu-merit working paper series, 2009-017. Netherlands: United Nations University, 2009.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bettiol, W., & Camargo, A. C. (2006). A disposição de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola. In W. Bettiol, O. A. de Camargo (Eds.). *Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura* Embrapa Meio Ambiente, 349p.
- Bittencourt, S., Aisse, M. M., & Serrat, B. M. (2017). Management of agricultural use of sewage sludge: case study of Paraná state, Brazil. *Eng. Sanit. Ambient.* 22(6), 1129-1139.
- Bleischwitz, R. et al. (2009). *Eco-innovation - putting the EU on the path to a resource and energy efficient economy*. Wuppertal spezial, 38.
- Bossle, M. B. et al. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, 113, 861-872.
- Carrillo-Hermosilla, J.; Gonzalez, P. D. R.; Konnola, T. (2009) *Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands*. New York: Palgrave Macmillan.
- Comissão Europeia. (2018). *EcoInovação: o segredo da competitividade futura da Europa*. <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pt.pdf>
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. (2018). *Nota técnica sobre os ajustes metodológicos do PIB do Agronegócio do Brasil*. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>
- CONAMA. (2006). *Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006*. Critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Brasília, DF.
- Costa, A. B. (2016). Teoria Econômica e Política de Inovação. *Revista de Economia Contemporânea*, 20(2), 281-307.

- Daroit, D., & Nascimento, L. F. (2000). A busca da qualidade ambiental como incentivo à produção de inovações. In Encontro Anual da ANPAD, 24., *Anais*. Florianópolis: ANPAD.
- Del Duca, L. J. (2016). Geneticista Iwar Beckman. <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/Iwar%20Beckman.pdf>
- Dosi, G. (2006). Technological paradigms and technological trajectories. *Revista Brasileira de Inovação*, 5(1).
- Elkington, J. (2012). *Sustentabilidade, canibais com garfo e faca*. M. Books.
- Ferreira, A. C., & Andreoli, C. V. (1999). Produção e características dos biossólidos. In A. I. de Lara, A. C. Ferreira, C. V., Andreoli, E. S. Pegorini, & R. G. K. Ihlenfeld. (Orgs.). *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. 98p.
- Fussler, C.; James, P. (1996) *Driving eco innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability*. London: Pitman Publishing.
- Hall, J., & Vredenburg, H. (2003). The challenges of innovating for sustainable development. *MIT Sloan management review*, 45(1), 61-68.
- Hirata, D. et al. (2015). O uso de informações patentárias para a valorização de resíduos industriais: O caso do lodo de tratamento de esgoto doméstico. *Ciências da Administração*, 17(43), 55-71.
- Horbach, J., Rammer C., & Rennings, K. (2012). Determinantes de eco-inovações por tipo de impacto ambiental. O papel do push / pull regulatório, push da tecnologia e pull do mercado. *Economia Ecológica*, 78, 112-122.
- IBGE. (2006). Censo Agropecuário <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>
- Ihlenfeld, R. G. K., Pegorini, E. S., & Andreoli, C. V. (1999). Fatores limitantes. In A. I. de Lara, A. C. Ferreira, C. V., Andreoli, E. S. Pegorini, & R. G. K. Ihlenfeld. (Orgs.). *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. 98 p.
- IPNI - International Plant Nutrition Institute. (2018). *Fertilizantes*. [//brasil.ipni.net/article/BRS-3132](http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132)
- Johnson, B, Edquist; C., & Lundvall, B. A. (2003). *Economic development and the national system of innovation approach*. First Globelics Conference, Rio de Janeiro.
- Kageyama, A. et al. (1997). O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In G. C. Delgado. *Agricultura e políticas públicas*. IPEA.
- Kelm, T. A. (2014). *Avaliação do uso do lodo de estação de tratamento de esgoto na estabilização de materiais para pavimentação*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro]. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Kemp, R., & Foxon, T. (2007). Typology of eco-innovation. Final report MEI project about measuring ecoinnovation. <https://www1.oecd.org/greengrowth/consumptioninnovationandtheenvironment/43960830.pdf>

- Klanovicz, J., & Mores, L. (2017). Soyization process of modern agriculture in the state of Parana, Brazil: A matter of environmental history. A sojização da agricultura moderna no Paraná, Brasil: Uma questão de história ambiental. *Fronteiras*, 6(2240-263).
- Koeller, P.; Miranda, P. (2018) *EcoInovação*. IPEA. http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/radar/180827_radar_57_cap01.pdf.
- Levidow, L. et al. (2016). Process eco-innovation: assessing meso-level eco-efficiency in industrial water-service systems. *Journal of Cleaner Production*, 110, 54-65.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation*. Pinter Publishers.
- Maçaneiro, M. B. (2012). *Fatores contextuais e a adoção de estratégias de ecoInovação em empresas industriais brasileiras do setor de celulose, papel e produtos de papel*. Tese de doutorado] Universidade Federal do Paraná.
- Maçaneiro, M. B., & Cunha, S. K. (2014). Modelo Teórico de Análise da Adoção de Estratégias de EcoInovação Reativas e Proativas: a influência de fatores contextuais internos e externos às organizações. *Brazilian Business Review*, 11(5), 1-24.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2019). Preços Mínimos. www.agricultura.gov.br/assuntos/politica...e.../PreosMnimos_todosprodutos.xlsm.
- Medeiros, L. S. (1989). História dos movimentos sociais no campo. Rio de Janeiro: FASE.
- Melo, W. J., & Marques, M. O. (2000). Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In W. Bettiol, & O. A. Camargo. *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (2005). *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas: Editora da Unicamp.
- OECD. (2009). Sustainable Manufacturing and Eco-innovation. OECD, Paris.
- Pereira, A., & Vence, X. (2012). Key factors for eco-innovation: an overview of recente firm-level empirical studies. *Cuadernos de Gestión*, 12, 73-103.
- PNUMA. (2016). *Sanitation, Wastewater Management and Sustainability: From Waste Disposal to Resource Recovery*. UNEP. http://apps.unep.org/publications/index.php?option=com_pub&task=download&file=012239_en.
- Portal Tratamento de Água. (2018). *Destinação Final de Lodos de ETAs e ETEs*. <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/destinacao-final-de-lodos-de-etas-e-etes/>.
- Reid, A., & Miedzinski, M. (2008). *Eco-innovation: final report for sectoral innovation watch*. Brighton: Technopolis Grou.
- Reifschneider, F. J. B. et al. (2010). *Novos ângulos da história da agricultura no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

- Rennings, K. (1998) *Towards a theory and policy of eco-innovation: neoclassical and (co-) evolutionary perspectives*. Discussion Paper, 98-24. Mannheim: Centre for European Economic Research.
- Rezende, S. C. (2011). *Investimentos em saneamento básico: análise histórica e estimativa de necessidades*. Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 277 p.
- Rocha, L. A.; Khan, A. S.; Lima, P. V. P. S. (2015). Construindo competências tecnológicas na agricultura brasileira: articulando a Política Nacional de Inovação com os investimentos em infraestrutura. *Nova Economia*, 3, 621-646.
- Rossmann, M. et al. (2014). Redução da Viabilidade de Ovos de Helmintos em Lodo de Esgoto Doméstico Caleado. *Revista Engenharia na Agricultura*, 22(1), 43-49.
- Schumpeter, J. A. (1985). *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Ed. Nova Cultural.
- Segarra-Onã, M., Peiró-Signes, A., & Martínez, A. P. (2014). Factors Influencing Automobile Firms' Eco-Innovation Orientation. *Engineering Management Journal*, 26(1).
- SEMA - Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Resolução N° 021/09 – SEMA*. (2009). http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_21_2009_LICENCIAMENTO_PADROES_AMBIENTAIS_SANEAMENTO.pdf.
- Sepulcri, O., & Paula, N. de. (2006). *A evolução da agricultura e seus reflexos na EMATER*. 2006. http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Premio_Extensao_Rural/2_Premio_ER/03_Evol_Agri_refl_Emater.pdf.
- Souza-Pinto, H. de et al. (2015). O grau de inovação em diferentes setores da economia: uma abordagem a partir do Grau de Inovação Setorial (GIS). *Exacta*, 13(2), 155-166.
- Tavares Dos Santos, J. V. (1993). *Matuchos: exclusão e luta*. Petrópolis: Vozes.
- Tamayo-Orbegozo, U., Vicente-Molina, M. A., & Villarreal-Larrinaga, O. (2017). Eco-innovation strategic model. A multiple-case study from a highly eco-innovative European region. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1347-1367.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2008). *Gestão da inovação*. Porto Alegre: Bookman.
- Tidd, J., & Bessant, J. (2015). *Inovação e empreendedorismo*. 5. Ed. Porto alegre: Bookman. 512 p.
- Tseng, M. L. et al. (2013). Improving performance of green innovation practices under uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 40, 71–82.
- UNEP. (2016). *Eco-innovation Manual*. <http://unep.ecoinnovation.org/>.
- UNEP. (2014). *The Business Case for Eco-innovation*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10613/BCForEI_PR.pdf?sequence=9&isAllowed=y.



Valderrama, M. et al. (2009). Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(3), 191- 196.

Xavier, A. F., Naveiro, R. M., Aoussat, A., & Reyes, T. (2017). Systematic literature review of eco-innovation models: Opportunities and recommendations for future research. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1278-1302.



INFORMAÇÕES ACADÊMICAS E PROFISSIONAIS DA AUTORIA

JOANA ELISA BAUER ZAVELINSKI

Mestrado em Administração, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.
ORCID iD: 0000-0001-8666-3363 | ID Lattes: 2483808251901366
E-mail: joanaebauer@bol.com.br

THIAGO CAVALCANTE NASCIMENTO

Doutorado em Administração, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Docente no Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.
ORCID iD: 0000-0002-5452-8965 | ID Lattes: 9661555663056683
E-mail: thiagoc@utfpr.edu.br (autor correspondente)

ANDRÉA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA

Doutorado em Administração, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Docente no Departamento de Administração Geral e Aplicada, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Docente colaboradora no Programa de Pós-graduação em Gestão da Informação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.
ORCID iD: 0000-0002-9585-7239 | ID Lattes: 6246084113134014
E-mail: andrea.tbbm@gmail.com

CONTRIBUIÇÃO E ATUAÇÃO EM ATIVIDADES DE AUTORIA

JOANA ELISA BAUER ZAVELINSKI

Contribuiu e atuou igualmente, em relação à equipe de autoria, nas atividades envolvidas com Definições / Conceitos / Teorias e Descrição e Delimitação dos Procedimentos Metodológicos, Pesquisa / Seleção / Organização / Administração dos Dados, Exame Pormenorizado / Avaliação Crítica / Validação dos Dados, Responsabilização na Pesquisa Documentada no Artigo Submetido e Redação do Texto.

THIAGO CAVALCANTE NASCIMENTO

Contribuiu e atuou igualmente, em relação à equipe de autoria, nas atividades envolvidas com Definições / Conceitos / Teorias e Descrição e Delimitação dos Procedimentos Metodológicos, Pesquisa / Seleção / Organização / Administração dos Dados, Exame Pormenorizado / Avaliação Crítica / Validação dos Dados, Responsabilização na Pesquisa Documentada no Artigo Submetido e Redação do Texto.

ANDRÉA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA

Contribuiu e atuou igualmente, em relação à equipe de autoria, nas atividades envolvidas com Definições / Conceitos / Teorias e Descrição e Delimitação dos Procedimentos Metodológicos, Pesquisa / Seleção / Organização / Administração dos Dados, Exame Pormenorizado / Avaliação Crítica / Validação dos Dados, Responsabilização na Pesquisa Documentada no Artigo Submetido e Redação do Texto.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSES DA AUTORIA

JOANA ELISA BAUER ZAVELINSKI

Declarou não possuir conflitos de interesse verdadeiro (factual), possível (potencial), de ordem financeira, de ordem pessoal, de ordem acadêmica, relacionado à afiliação institucional, de ordem política e de ordem religiosa. Além dos questionados, declarou não possuir outros conflitos de interesses.

THIAGO CAVALCANTE NASCIMENTO

Declarou não possuir conflitos de interesse verdadeiro (factual), possível (potencial), de ordem financeira, de ordem pessoal, de ordem acadêmica, relacionado à afiliação institucional, de ordem política e de ordem religiosa. Além dos questionados, declarou não possuir outros conflitos de interesses.

ANDRÉA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA

Declarou não possuir conflitos de interesse verdadeiro (factual), possível (potencial), de ordem financeira, de ordem pessoal, de ordem acadêmica, relacionado à afiliação institucional, de ordem política e de ordem religiosa. Além dos questionados, declarou não possuir outros conflitos de interesses.