

MODELOS DE NEGÓCIO ORIENTADOS PARA SUPORTE DE ECOINOVAÇÕES NA AGROINDÚSTRIA PELA ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR

NATIELE PINTO DE ARRUDA YONAMINE

JOSÉ URBANO GOMES DE MORAIS

ANDRE FELIPE QUEIROZ

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

Introdução

Crescente é número de publicações sobre práticas ecoinovadoras, principalmente no cenário internacional, devido a busca, cada vez maior, por processos produtivos mais enxutos, racionais e que apresentem menos consumo de recursos, reutilização dos produtos e componentes e destinação correta dos resíduos, através de reciclagem ou utilização como recursos de outros processos, com impactos mínimos ao meio ambiente. O presente trabalho, indo ao encontro desta tendência, discute os modelos teóricos existentes orientados para suporte de ecoinovações na agroindústria na ótica de economia circular.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O objetivo dessa pesquisa é investigar os modelos de negócios orientados para suporte de ecoinovações na agroindústria, especialmente no que tange as tecnologias de controle de poluentes e aproveitamento de rejeitos, dentro da lógica econômica circular. De forma específica, objetiva-se apresentar os mais relevantes modelos teóricos sustentados na literatura mundial e nacional que se alinham com essa proposta.

Fundamentação Teórica

A pesquisa discute sobre a economia circular e a sustentabilidade, em seguida aborda a economia circular dentro do agronegócio, e por fim discorre modelos de negócios ecoinovadores dentro do agronegócio.

Metodologia

Pesquisa qualitativa, exploratória, utilizando-se de pesquisa bibliográfica para levantamento e discussões dos modelos teóricos existentes na literatura que abordem o tema proposto.

Análise dos Resultados

Diante dos inúmeros trabalhos encontrados sobre o tema, principalmente nos últimos anos, observa-se uma expansão crescente e vigorosa do tema; trabalhos estes que abordam casos reais de práticas ecoinovadoras – considerando aqui apenas os trabalhos com foco na Economia Circular. Inúmeros e recentes outros trabalhos ainda podem ser encontrados com abordagem similares, mas com diferentes focos conceituais, como sustentabilidade, bioeconomia, etc., muito embora o conceito de Economia Circular no Agronegócio esteja, fortemente, atrelado ao de Sustentabilidade.

Conclusão

Os modelos teóricos – e por vezes práticos – apresentados das literaturas mundial e nacional, representam atividades específicas dentro de processos maiores, que se analisados como cadeia, ainda não alcançaram a lógica de circularidade, não tendo ainda fechado ciclos produtivos inteiros. Pode-se especular que isso aconteça por diversos fatores, como: abordagem recente e que precisa de mais amadurecimento e expansão; peso do fator econômico/financeiro, necessidade de comprometimento de todos os agentes e elos das cadeias, necessidade de arranjo institucional e investimentos.

Referências Bibliográficas

CEMBALO, L.; et al. Transitioning agri-food systems into circular economy trajectories. *Aestimum*, p. 199-218, 2020. HAMAM, M.; et al. Circular Economy Models in Agro-Food Systems: A Review. *Sustainability* 13, 3453, 2021. KUSUMOWARDANI, N.; TJAHJONO, B.; PRIADI, C. R. Circular Economy Adoption in the Upstream Agri-food Supply Chain: Understanding the Implications of the Two Theoretical Lenses. In: 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, IEOM 2021. IEOM Society, p. 5051-5060, 2021.

Palavras Chave

Economia Circular, Reaproveitamento de Resíduos, Agronegócio Circular

MODELOS DE NEGÓCIO ORIENTADOS PARA SUPORTE DE ECOINOVAÇÕES NA AGROINDÚSTRIA PELA ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR

1 INTRODUÇÃO

A agroindústria – e o agronegócio como um todo – é, sem dúvida, uma atividade econômica vital para a humanidade, mas também tem sido alvo de crescentes preocupações ambientais, visto que grande parte dos seus rejeitos é altamente poluente e possui difícil tratamento e disposição final, além de envolver outros aspectos polêmicos relacionados ao aquecimento global, desflorestamento, contaminação do solo e da água, desperdício de produção, entre outros temas ambientalmente importantes. Mesmo assim, alimentar a população mundial é algo imprescindível e, nesse contexto, pensar em diminuição de produção e consumo é impraticável, principalmente se pensarmos em toda a cadeia; a agroindústria, especificamente, envolve o fornecimento de alimentos, energia, medicamentos e outros produtos indispensáveis à sobrevivência humana.

Já que a diminuição do consumo não é uma opção viável, pelo menos a priori, torna-se cada vez mais importante desenvolver tecnologias produtivas que gerem menos rejeitos e poluentes e que possibilitem o aproveitamento integral de todos os componentes e recursos, sejam eles biomassa, energia ou nutrientes. Ou seja, fala-se da adoção da Economia Circular no agronegócio. O desenvolvimento de novas tecnologias, entretanto, é um processo complexo, que muitas vezes exige a participação de diversos atores e grandes recursos financeiros para ser bem sucedido. Mesmo assim, muitas tecnologias ambientais para aproveitamento de recursos são testadas todos os dias dentro dos centros de pesquisa e aplicadas no campo em diversas localidades ao redor do globo.

Essa limitação econômico/financeira do modelo de negócio das organizações da agroindústria torna ainda mais determinante o sucesso ou fracasso dasecoinovações, as quais necessitam de muito estudo e pesquisa. Nesse sentido, a busca teórica é o primeiro passo para que se possam ser superados desafios existentes, políticas públicas possam ser melhor aproveitadas e a agroindústria possa se desenvolver de forma sustentável.

Por isso mesmo, toma-se como objetivo central deste trabalho a investigação, de forma exploratória bibliográfica, dos modelos de negócios orientados para suporte deecoinovações na agroindústria, especialmente no que tange as tecnologias de controle de poluentes e aproveitamento de rejeitos, dentro da lógica econômica circular. De forma específica, objetiva-se apresentar os mais relevantes modelos teóricos sustentados na literatura mundial e nacional que se alinham com essa proposta.

Este trabalho justifica-se pela perseguição do referido objetivo central, uma vez que a melhor compreensão do cenário brasileiro e mundial poderá contribuir para a melhor tomada de decisão dos diversos atores envolvidos e elucidar passos importantes que podem ser dados para que as inovações ambientais sejam trazidas com mais rapidez aos que dela necessitam, além de possibilitar futuros estudos mais aprofundados, após o entendimento do cenário atual.

Além disso, muito do que ocorre no mundo empresarial decorre de casos bem sucedidos incorporados por *benchmarking*. Dessa forma, evidenciar casos reais de modelos de negócios que se adaptaram ou tenham sido planejados já considerandoecoinovações como parte importante das vantagens competitivas é importante não só para a academia, mas para que possam ser difundidos na comunidade em geral e incentivem o desenvolvimento de outras empresas da mesma cadeia produtiva ou setor de atuação. O mesmo processo difusor pode contribuir para o alinhamento do comportamento do mercado consumidor e o valor percebido de empresas que se estruturam com base nesse novo modelo circular de economia.

Além desta introdução, este trabalho está dividido em mais três partes, a saber: Economia Circular e Sustentabilidade, na qual são apresentados e discutidos os respectivos conceitos; Economia Circular no Agronegócio, na qual se discute especificamente as

características deste sistema de organização econômica no ramo do Agronegócio; e, por último, Modelos de Negócios Ecoinovadores no Agronegócio, na qual mostra-se estudos e exemplos práticos deecoinovações dentro da lógica econômica circular, tanto nacionais quanto internacionais. Em seguida, encerrando, têm-se as considerações finais e as referências deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir são apresentados os resultados da pesquisa do tipo qualitativa e exploratória, na qual foi efetuado um levantamento bibliográfico nos repositórios Google Acadêmico e Scopus. Também foram consideradas plataformas de dados secundários e publicações de institutos e fundações internacionais que trabalham com o tema diretamente, além de documentos organizacionais disponibilizados na internet, documentos governamentais de agências de fomento e desenvolvimento. O critério estabelecido foi utilização de documentos, livros e artigos publicados entre 2017 a 2021, e as palavras chave utilizadas foram: *Circular Business Model*; *Sustainability Oriented Innovation*; Modelos de Negócios Sustentáveis; Inovações Ambientais; EcoInovações; Tecnologias Ambientais; Agroindústria; Rejeitos Agroindustriais.

2.1 Economia circular e sustentabilidade

Usualmente usados como sinônimos e conceitos de definições intercambiáveis, Economia Circular e Sustentabilidade são termos distintos, embora relacionáveis. Essa corriqueira má utilização dos vocábulos deve-se a uma verdadeira relação de similaridade, e possível complementariedade, existente entre ambos; enquanto Economia Circular se refere à utilização de recursos produtivos (3 Rs) – design inteligente visando “redução” de recursos utilizados, “reutilização” e “reciclagem”, com descarte mínimo –, Sustentabilidade se refere a existência de processos, e mesmo de um sistema mais amplo, não apenas produtivo, que se baseie em três pilares: ambiental, social e econômico, os quais buscam o equilíbrio entre a disponibilidade utilização racional e consciente dos recursos naturais (levando em consideração a capacidade de recuperação natural do meio ambiente) e o descarte ambientalmente correto (HAMAM et al., 2021; BIANCHI et al., 2020; CUNICO et al., 2016).

Embora ambos os conceitos estejam preocupados com a utilização de recursos e seus impactos no mundo e na nossa forma de viver (descarte), a Economia Circular preocupa-se especificamente com a cadeia de produção (design) e utilização dos recursos e dos bens e serviços produzidos e consumidos, sendo que a responsabilidade recai, principalmente, sobre empresas e governos; sua aceitação e adoção pelas empresas baseia-se na possibilidade de obtenção de maior lucro, por exigências estabelecidas por governos em seus mercados ou pela possibilidade de redução de custos. Já a Sustentabilidade preocupa-se com os impactos gerados ao meio ambiente pelas ações de cunho socioeconômicos, sendo que os três pilares componentes do conceito são igualmente importantes, e a responsabilidade é não específica e compartilhada por todos os agentes sociais; é uma ideia mais abrangente de preocupação socioambiental e com o futuro do planeta e das próximas gerações que se expande por conscientização (KUSUMOWARDANI; TJAHJONO; PRIADI, 2021; HAMAM et al., 2021; MEJIAS, 2019; CUNICO et al., 2016).

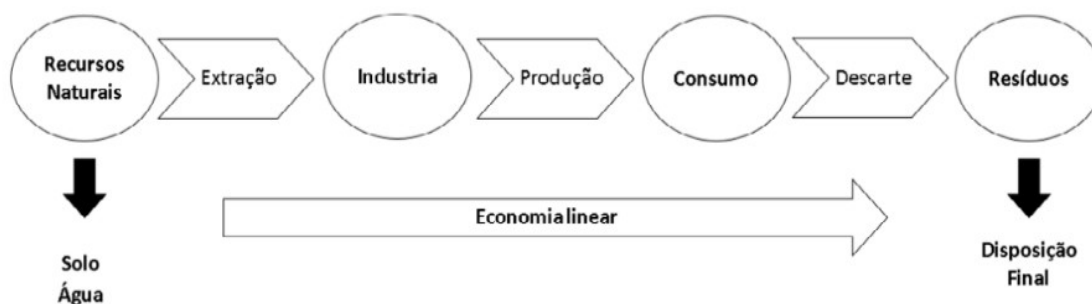
Assim, para ficar clara a diferença dos termos, pode-se afirmar que embora sejam conceitos próximos, e de certa forma complementares, são distintos; uma atividade baseada na Economia Circular pode não ser sustentável, embora possa – e deva – contribuir para tal fim. Por exemplo, aplicativos de transporte urbano compartilhado se baseiam na ideia da circularidade, com serviço pensado e desenhado no compartilhamento (reutilização) e redução de utilização de recursos (menos combustível e exploração de recursos para fabricação de automóveis), no entanto passam longe da sustentabilidade, pois não resolvem a questão dos impactos causados pela utilização dos combustíveis fósseis; embora incentivem a redução do

consumo desses combustíveis, ainda se valem dos mesmos. Além disso, ainda operam com uma quebra dos direitos, garantias e relações trabalhistas existentes em muitas localidades, não atendendo, dessa forma, igualmente os três pilares do conceito: meio ambiente, economia e sociedade. O ideal em todo processo produtivo baseado na circularidade seria a busca também pela sustentabilidade, no entanto, o fator financeiro, representado pelo lucro no mercado, ainda guia e limita os resultados alcançados e seus impactos (HAMAM et al., 2021; BASTOS et al., 2021; KUSUMOWARDANI; TJAHJONO; PRIADI, 2021; MOREIRA et al., 2020, BARROS, 2019).

O mesmo “erro” ocorre com várias outras categorias de produtos e serviços que recebem as mais variadas classificações para se encaixarem na categoria de sustentáveis, como “verdes”, “ambientalmente corretos”, “ecologicamente corretos”, entre outros conceitos rotulares similares. É usual a utilização desses termos em produtos ou serviços que geram menos impactos do que os de seus concorrentes, mas que não são de fato sustentáveis. Devido a confusão dos termos, esses produtos acabam passando a imagem pretendida pelas empresas produtoras no mercado, mas seu ciclo de vida pode não ser sustentável se não se basear no respeito dos três pilares do conceito: utilização de poucos recursos naturais e renováveis para produção, possibilidade de reciclagem posterior e impacto mínimo dos descartes finais, com possibilidade de absorção natural, utilização de mão de obra com direitos trabalhistas respeitados, etc.

Observada a diferença entre os termos e retornando ao de Economia Circular, foco deste trabalho, este sistema se baseia no desenvolvimento de um circuito fechado que se afasta dos modelos tradicionais de produção linear: exploração dos recursos naturais para confecção de produtos e, em seguida, descarte dos resíduos sem nenhum tratamento – pegar, produzir, consumir e descartar (BASTOS et al., 2022; BIANCHI et al., 2020; MOREIRA et al., 2020; CEMBALO et al., 2020) –, como se observa na figura 1, a seguir. Embora exista alguma ação de reciclagem no atual sistema linear, a redução dos impactos dos resíduos ainda é um problema crescente, tendo em vista a lógica de funcionamento do mesmo (TOOP et al., 2017).

Figura 1. Esquema ilustrativo do modelo econômico linear



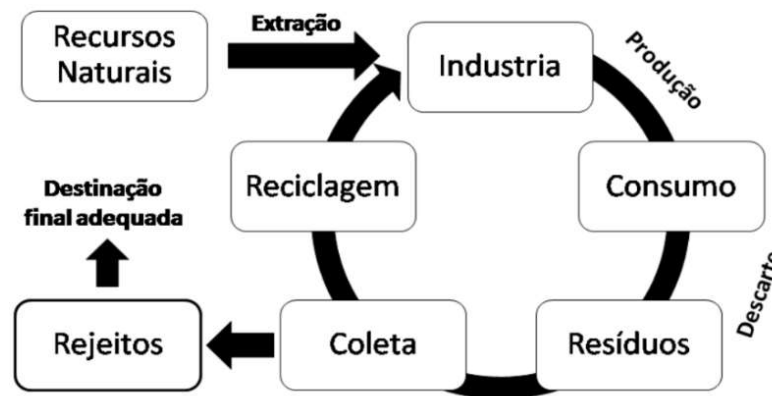
Fonte: Moreira et al., (2020).

A Economia Circular se baseia em um modelo com efeitos mínimos sobre o meio ambiente, garantindo que haja reduções no uso de recursos e produção de resíduos, com reutilizações de produtos e reciclagem máxima dos descartes, até mesmo como recursos em sistemas produtivos de outros produtos (BASTOS et al. 2021; KUSUMOWARDANI; TJAHJONO, PRIADI, 2021; SILVA et al., 2020; CEMBALO et al., 2020; VAN BODEGOM, MIDDDELAAR, METZ, 2019). “Isso requer avaliação e redesenho dos sistemas de produção existentes, incorporando soluções tecnológicas integradas” (TOOP et al., 2017). Nesse mesmo sentido, corrobora Moreira et al. (2020):

A economia circular é um novo modelo econômico de produção que propõe que os resíduos gerados após o consumo de um produto sejam vistos como recursos ou matérias-primas para o desenvolvimento de novos produtos, sendo inseridos novamente na cadeia produtiva. No caso dos resíduos que não podem ser utilizados para os mesmos fins pelo qual foram gerados, deve-se reaproveitá-los para outras finalidades ou para a produção de energia.

Assim, segundo Moreira et al. (2020), na economia circular, o processo de produção e consumo forma um sistema interligado e cíclico, no qual os resíduos são reintroduzidos no sistema (cadeia de produção do mesmo ou de outro produto) – através da reciclagem ou recuperação/produção energética – conforme observado na figura 2, a seguir.

Figura 2. Esquema ilustrativo do modelo de econômico circular



Fonte: Moreira et al. (2020).

A Economia Circular, quando implementada em consonância com a sustentabilidade, gera uma série de fatores positivos nos três pilares que baseiam o conceito deste; socioeconomicamente há geração de empregos, devido à necessidade de mão de obra qualificada em atividades de reciclagem e remanufatura de alta qualidade, logística reversa, serviços, inovação e empreendedorismo, e, ambientalmente há redução da emissão de gases do efeito estufa, redução no consumo de materiais primários, como fertilizantes sintéticos, pesticidas, água para irrigação, combustíveis, eletricidade não renovável, entre outros (KUSUMOWARDANI; TJAHJONO; PRIADI, 2021; JESUS et al. 2021; MOREIRA et al., 2020; SOLIWODA; WIELICZKO; KULAWIK, 2020; VAN BODEGOM, MIDDELAAR, METZ, 2019).

2.2 Economia circular no agronegócio

As crescentes população e economia mundial (renda e consumo) imprimem um problema futuro de complexa solução: produção de alimentos versus preservação ambiental e sustentabilidade (TARHINI, 2022; KUSUMOWARDANI; TJAHJONO; HAMAM et al. 2021; PRIADI, 2021; BIANCHI et al., 2020; MOREIRA et al., 2020; SOLIWODA; WIELICZKO; KULAWIK, 2020). Conforme apresenta Toop et al. (2017), apenas a Europa, por exemplo, “gera anualmente cerca de 1,3 bilhões de toneladas de resíduos, dos quais 700 milhões de toneladas são resíduos agrícolas”. Além disso, “dado o aumento projetado de um terço da população mundial até 2050, as melhores estimativas indicam a necessidade de aumentar a produção agrícola e alimentar em dois terços até 2050 para alimentar mais 2 bilhões de pessoas a níveis adequados de nutrição”.

Apesar de haver avanços tecnológicos que incidem na eficiência, com maior produtividade e obtenção de safras recordes, desafios surgem a todo instante e se intensificam, como por exemplo, desperdício de alimentos, impactos das mudanças climáticas nos sistemas

agrícolas, proliferação de ervas daninhas e pragas mais resistentes, utilização intensa e cada vez maior de químicos e fertilizantes que contaminam o solo e a água (penetrando no solo até os lençóis freáticos ou escoando pelos rios até o mar, alterando e prejudicando a vida marinha na costa), expansão das terras agrícolas para áreas nativas (florestas em países tropicais, por exemplo), além da produção de resíduos (líquidos ou sólidos) em quantidade cada vez maior e que não recebem o tratamento devido (TARHINI, 2022; BASTOS et al. 2021; HAMAM et al. 2021; BIANCHI et al., 2020; MOREIRA et al., 2020; TOOP et al., 2017).

No agronegócio, o sistema agroalimentar global atual está baseado na linearidade da cadeia produtiva de tal forma que todos os atores envolvidos – agricultores, processadores, empresas de sementes, produtores de fertilizantes e outros insumos agrícolas, comerciantes, varejistas e consumidores – estão preocupados com a maximização dos lucros ou minimizando dos custos. Esse modelo convencional de produção de alimentos, caracteriza-se pelo padrão “pegar-produzir-consumir-descartar”, dependência do monocultivo, desperdício excessivo de alimentos, diminuição da fertilidade do solo e pelo uso ineficiente dos recursos naturais (KUSUMOWARDANI; TJAHJONO; PRIADI, 2021; BIANCHI et al., 2020; MOREIRA et al., 2020).

Diante de todos esses agravantes citados, acredita-se que o sistema atual de produção não seja capaz de suprir a crescente população mundial sem causar efeitos prejudiciais ou mesmo irreversíveis sobre os recursos naturais do mundo. Por isso mesmo, outra abordagem de sistemas alimentares mais vantajosa para todos os atores envolvidos precisa ser adotada; uma abordagem mais sistêmica, como a Economia Circular, a qual enfatize que os processos produtivos e os atores da cadeia são influenciados por externalidades diversas – sociais, políticas, culturais, tecnológicas, econômicas e naturais (KUSUMOWARDANI; TJAHJONO; PRIADI, 2021; BIANCHI et al., 2020).

Especificamente no Agronegócio, nota-se ao ler os trabalhos publicados recentemente que a maioria dos autores inclui o conceito de sustentabilidade no de Economia Circular como se tratassem de um conceito único e utilizam-no como premissa para seus estudos e experimentações, o que difere um pouco de trabalhos de outros ramos, como o da indústria, por exemplo, que se preocupam mais em seguir a definição original do termo (Economia Circular) e se concentram no design do produto/processo produtivo pensando, especificamente, nos 3 Rs: redução de recursos utilizados, reutilização e reciclagem.

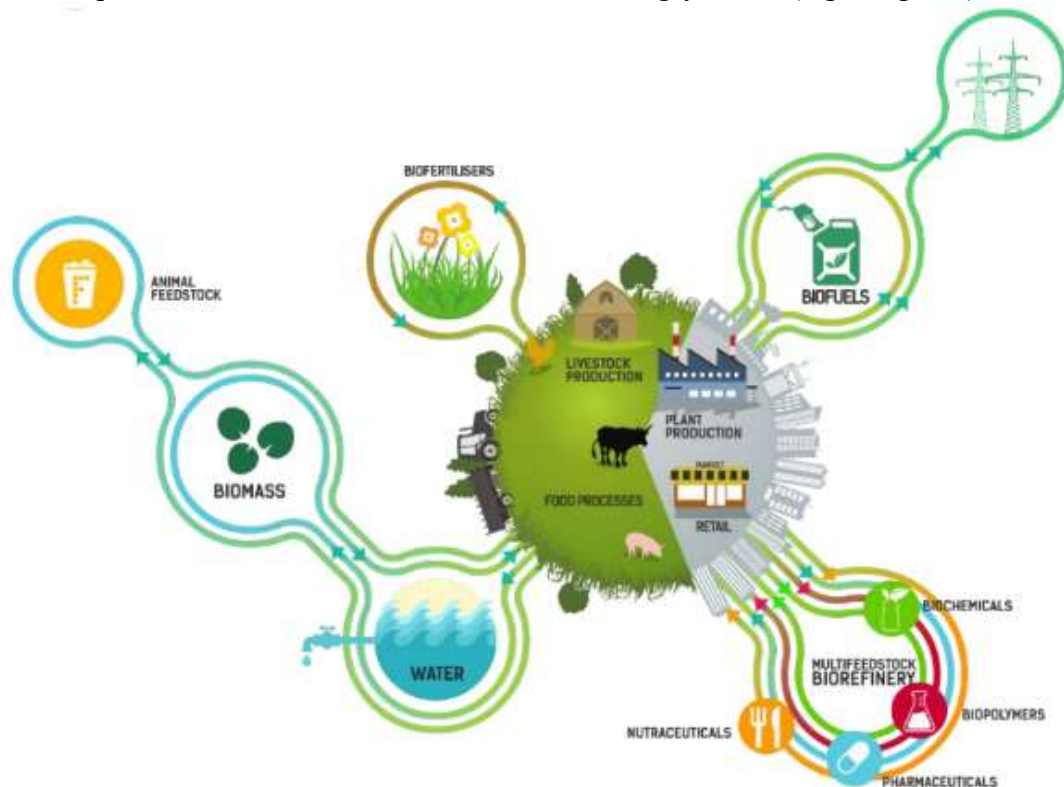
Bianchi et al., (2020) – assim como Van Bodegom, Middelaar, Metz (2019) –, chama a aplicação da circularidade econômica na área do agronegócio de “Agricultura Circular”, pois neste o lema “reutilizar e reciclar” é traduzido para transformar fluxos de resíduos em recursos valiosos, conforme se observa na figura 3, a seguir; é um conceito ecológico baseado no princípio de otimizar o uso de toda a biomassa que se sustenta em três princípios: o primeiro princípio concentra-se na importância de se beneficiar dos processos naturais, limitando os insumos externos perigosos, como químicos, por exemplo; o segundo princípio centra-se em processos eficientes em termos de recursos que promovem uma ciclagem eficiente de nutrientes, energia e água; e, o terceiro princípio aborda a questão de como minimizar as perdas de alimentos transformando os fluxos de resíduos em insumos valiosos para a cadeia produtiva de alimentos (MOREIRA et al., 2020). No entanto, por uma questão de entendimento dos autores deste trabalho, utilizar-se-á o conceito de Economia Circular no “Agronegócio” quando nos referirmos também a “Agricultura Circular”, para abarcar, com maior amplitude de alcance, as diversas atividades incluídas nesse sistema.

Van Bodegom, Middelaar, Metz (2019) apresentam um resumo de princípios da Economia Circular no Agronegócio que os autores, por eles estudados, reconhecem:

- Otimizar o uso de toda biomassa no sistema alimentar. A agricultura (agronegócio) circular quer fechar o ciclo da materiais e substâncias e reduzir o uso de recursos e descargas no meio ambiente;

- Gestão ideal de recursos;
- Uso otimizado dos alimentos, reduzindo o desperdício de alimentos;
- Uso ideal de fluxos de resíduos;
- Otimizar (não maximizar) os rendimentos de recursos naturais circulando produtos, componentes e materiais;
 - Reciclar os subprodutos da produção, processamento e consumo de alimentos (de volta ao sistema);
 - Fechar ciclos de nutrientes e empregar agricultura regenerativa;
 - Promover a eficácia identificando e eliminando gradualmente as práticas prejudiciais e de desperdício;
 - Preservar e melhorar o capital natural equilibrando os fluxos de recursos renováveis;
 - Recuperar valor de nutrientes orgânicos;
 - A biomassa vegetal é o bloco de construção básico dos alimentos;
 - Usar animais para converter matéria-prima que os humanos não podem digerir em alimentos de alto valor para humanos;
 - Estabelecer novas formas de colaboração entre pessoas e organizações;
 - Promover sistemas alimentares locais e regionais nos quais os ciclos de recursos possam ser fechados (particularmente no contexto das áreas urbanas e periurbanas).

Figura 3. Esquema do modelo econômico circular do “AgryCicle” (Agronegócio)



Fonte: Toop et al., (2016).

Ainda segundo Van Bodegom, Middelaar, Metz (2019), a maioria dos princípios citados anteriormente da Economia Circular no Agronegócio concentra-se nos aspectos ambientais da sustentabilidade, enquanto os aspectos sociais e econômicos permanecem implícitos. Nesse sentido, outros desses aspectos importantes, são:

- Celebrar a diversidade local inspirando-se na natureza e nas culturas;

- Os sistemas circulares sustentáveis são adaptados às condições, capacidades e culturas locais;
- Autossuficiência e princípio de proximidade;
- Baixa entrada externa, sistemas regenerativos;
- Escala e tecnologia apropriadas;
- Diversidade, multifuncionalidade e complexidade;
- Estabilidade, segurança e proteção;
- Organizações locais para sustentar sistemas circulares;
- Substituir cadeias de suprimentos especializadas e centralizadas por redes resilientes e descentralizadas de alimentos e sistemas de energia integrados com sistemas sustentáveis de gestão de água e resíduos;
- Planejamento baseado no conhecimento das populações locais que demandam alimentos;
- Planejamento produtivo.

Autores como Beaulé, Christofferson e Sutt-Wiebe (2021), são mais específicos e definem objetivos, estratégias e práticas para a Economia Circular no Agronegócio, exemplificando todos eles ao longo de seu trabalho. O resumo desse processo desenvolvido pelos autores pode ser observado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1. Objetivos, estratégias e práticas para a Economia Circular no Agronegócio

OBJETIVOS	ESTRATÉGIAS	PRÁTICAS
Reduzir o consumo de recursos	<i>Ecodesign</i>	- Agroecologia; - Desperdício zero na comercialização e distribuição; - Eficiência Energética
	Processos de Otimização	- Cadeia de suprimento menores; - Rastreamento de rendimento agrimétrico; - Rastreamento digital de resíduos alimentares; - Controle de Qualidade
	Consumo e compras responsáveis	- Aviso ao consumidor; - Escolhas alimentares sustentáveis; - Descontos em alimentos prestes a expirar; - Compras sustentáveis
Uso intensificado do produto	Economia compartilhada	- Supermercado cooperativo; - Compartilhamento de comida
	Arrendamento de curta duração	Nada encontrado
Prolongar a vida útil de produtos e componentes	Manutenção e reparo	Nada encontrado
	Doar e revender	- Recuperação de alimentos excedentes; - Reapropriação de alimentos excedentes
	Recondicionamento	Nada encontrado
	Economia de desempenho	- Serviço de assinatura de refeições
Dar vida nova aos recursos	Ecologia Industrial	- Eco parque agroindustrial
	Reciclagem e Compostagem	- Caixas verdes; - Recuperação de nutrientes; - Reapropriação de resíduos alimentares
	Recuperação de energia	- Biogás e eletricidade; - Biocombustível

Fonte: Beaulé, Christofferson, Sutt-Wiebe, (2021).

Para Soliwoda, Wieliczko, Kulawik (2020), o conceito de funcionamento da agricultura na economia circular é semelhante ao da Agricultura 4.0, caracterizando-se “pelo cuidado ambiental e pela aplicação significativa de tecnologias inovadoras com vista a uma utilização mais eficaz e amiga dos recursos ambientais na produção agrícola” [tradução nossa]. Segundo os autores, a Economia Circular no agronegócio traz inúmeros benefícios, como:

1. Benefícios ambientais: limitação de insumos materiais e energéticos; limitação de resíduos e emissões de poluentes.
2. Benefícios sociais: economia do compartilhamento – maior cooperação; possibilidades de criação de novos empregos.
3. Benefícios econômicos: redução de custos de matéria-prima utilizada e energia; redução de custos relacionados à gestão de resíduos e emissão de poluentes.
4. Benefícios da imagem: desenvolvimento de novos mercados.

Para cada um desses princípios, características e pontos levantados da Economia Circular no Agronegócio pelos autores citados, existem inovações que são desenvolvidas e necessárias para obtenção dos resultados esperados. Para garantir o desenvolvimento dessas inovações é necessário garantir também que os arranjos institucionais sejam apropriados. Por exemplo, são necessárias políticas de apoio e novas regras e regulamentos precisam ser formulados e implementados antes que essas práticas possam ser adotadas por um público maior e ganhar escala. Assim, o condutor dessa transformação deve ser o governo – Estado –, em consonância com um desejo semelhante à de outros Estados no cenário internacional, o qual deve se pautar em uma atuação que privilegie o sistema circular em detrimento do linear, devido à sua característica de poder de imposição legal. A partir daí, do compromisso maior firmado, investimento em pesquisas – universidades – e parcerias com empresas privadas devem ser consagradas para amadurecer o sistema produtivo e expandi-lo aos demais atores das cadeias produtivas (BIANCHI et al., 2020; CUNICO et al. 2016). Nesse mesmo sentido, Moreira et al., (2020) ainda afirmam e complementam que:

A transição para um modelo econômico circular na agricultura deve ser realizada no nível de cadeia de suprimentos e não apenas no nível individual de empresa, devido à abrangência do sistema agrícola. Essa transição irá demandar políticas de médio e longo prazo que promovam o redesenho dos sistemas de produção existentes, incorporando soluções tecnológicas integradas que permitam o desenvolvimento dos aspectos biogeoquímicos e técnicos do sistema circular. Para isso, deverá ser realizada uma análise integral da cadeia de valor do agro-alimento, incluindo a pecuária e a produção agrícola, o processamento de alimentos e o setor de varejo, fornecendo mecanismos para alcançar um aumento na reciclagem e valorização de resíduos agrícolas, maximizando o uso de subprodutos e co-produtos por meio da criação de novas cadeias de valor sustentáveis, assegurando a mudança gradativa para um modelo econômico circular na agricultura.

O papel principal do governo – Estado – na promoção e implementação desta mudança é facilmente constatada empiricamente, não apenas em termos de iniciativas circulares, mas de mudanças estruturais gerais pelo mundo; grandes transformações sistêmicas tendem a ser adotadas com maior rapidez e facilidade com a liderança dos Estados. O governo dos Países Baixos, por exemplo, compartilhou em junho de 2019 uma agenda de conhecimento e inovação para sua política agrícola, na qual a agricultura circular foi introduzida como o novo caminho ser seguido. O objetivo do governo é que em 2030 o sistema agrícola do país seja circular, com ciclos fechados no nível mais local possível. O documento segue a tendência dos países do Norte, e da própria União Europeia, no caminho da produção com sustentabilidade e preocupação com o meio ambiente (BIANCHI et al., 2020; CUNICO et al., 2016).

Graczyk et al. (2018) corrobora essa realidade apresentando uma das medidas deecoinovação aplicadas na União Europeia (UE): o índice de ecoinovação, que visa captar vários aspectos da ecoinovação dos países membros da UE através da utilização de 16 indicadores agrupados em cinco áreas:

1. gastos com inovações ecológicas, incluindo investimentos (financeiros ou recursos humanos), cujo objetivo é iniciar atividades de ecoinovação;
2. Atividades de ecoinovação que ilustram até que ponto as empresas estão ativas no campo das inovações ecológicas em um determinado país;

3. Resultados da ecoinovação, quantificando os resultados das atividades no campo da ecoinovação em termos de patentes, literatura científica e contribuição da mídia;

4. eficiência de recursos, implementação de ecoinovação, eficiência no contexto do uso dos recursos (recursos básicos, energia, água) em um determinado país e a intensidade do efeito estufa e da emissão de gases; e,

5. resultados socioeconômicos, ilustrando até que ponto os resultados da ecoinovação geram resultados positivos nos aspectos sociais e econômicos (emprego, faturamento, exportação, etc.).

Este indicador divide os países do bloco europeu em três grupos (Índice de Ecoinovação da UE):

1. Líderes de ecoinovações que alcançam resultados significativamente superior à média da UE;

2. "Médio-eco-inovador", com avaliações ao nível médio da UE;

3. países no campo das ecoinovações com eficiência menor ou igual a 85% em comparação com a média da UE.

Esse comprometimento dos governos do bloco europeu na busca de melhores resultados diante do padrão estabelecido demonstra a importância do Estado – e da integração dos Estados a nível internacional - para adoção e implementação da circularidade econômica.

Vollaro, Galioto, Viaggi (2016) mostram que a UE, desde 2014 com o lançamento da Estratégia Europa 2020 (Europe 2020 Strategy), estabeleceu as bases para conduzir o bloco em direção a uma estrutura de Economia Circular, com objetivo de reduzir as pressões e impactos das atividades econômicas e sociais sobre os recursos naturais, especialmente solo e recursos hídricos, entre seus Estados Membros. Essa política, na verdade, é um amadurecimento e resultado de várias outras políticas fragmentadas anteriores de proteção ambiental e preocupação socioeconômica, como as várias diretivas relativas à proteção ambiental (ou à limitação da poluição ambiental), tratamento do lixo urbano, tratamento de água, entre outros, e, busca aumentar a competitividade da economia da UE sem prejudicar o ambiente e os recursos naturais, o que só é possível “fechando o ciclo” – através da adoção de uma economia mais circular (SOLIWODA, WIELICZKO, KULAWIK, 2020).

Segundo Reyes (2021), a partir de 2015, a Comissão Europeia adotou o Plano de Ação em Economia Circular que estabeleceu 54 medidas para fechar o ciclo de vida de vários produtos, em 5 setores prioritários (SOLIWODA, WIELICZKO, KULAWIK, 2020). Esse foi o pontapé inicial para que o processo se expandisse e chegasse a outros organismos internacionais, como OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, ONU – Organização das Nações Unidas – e APEC – Cooperação Econômica Ásia-Pacífico –, e demais países do globo. Reyes (2021) ainda evidencia essa expansão e mudança sistêmica mostrando experiências internacionais de 12 países em seu trabalho.

Conforme Tarhini (2022) a nível europeu, as estimativas dos benefícios de implementar a Economia Circular na UE prevê economias líquidas para empresas e consumidores estimados em cerca de 600 bilhões de euros, bem como um aumento em eficiência econômica de cerca de 30% em 2030, o que levaria a um aumento de 1% no PIB europeu. Contribuiria ainda para a criação de cerca de 2 milhões de novos empregos até 2030 sendo cerca de 180.000 empregos totalmente sustentáveis.

2.3 Modelos de negócio ecoinovadores no agronegócio

Pode-se definir ecoinovação como a habilidade de inovar em produtos e serviços sem causar impacto ou dano ambiental (JESUS et al. 2021; CUNICO et al., 2016). Graczyk et al. (2018), afirma que um dos tipos mais importantes de ecoinovação é a tecnológica, graças à qual é possível lançar novos produtos no mercado, mudar de agro tecnologia ou possibilitar a produção de energia nas fazendas, por exemplo. Ainda segundo os autores, em uma unidade

agropecuária, três tipos principais deecoinovações podem ser distinguidas: o primeiro tipo são os investimentos de capital que são favoráveis à eficiência (hardware de computador, software, sistemas, tecnologia, sensores, um sistema GPS preciso, etc.), o segundo tipo são os investimentos em serviços que fornecem informações úteis (por exemplo, sensoriamento remoto), e, o terceiro tipo é o conhecimento sobre agricultura e investimentos em capital humano, que envolvem a criação de conhecimento prático para uma fazenda ou ambiente agrícola específico (semeadura, nutrientes e manejo de pragas, alimentação animal, etc.).

Jesus et al. (2021), afirma que a ideia deecoinovação tem pouco mais de duas décadas, sendo uma de suas primeiras aparições do conceito no livro de Fussler e James (1996).

Segundo Silva et al. (2015):

[...] a definição deecoinovação é a inovação que resulta na redução do impacto ambiental, sendo que as atividades podem ser analisadas a partir de três dimensões: as metas (em relação a: produtos, processos, métodos de marketing, organização e instituição); os mecanismos (as mudanças feitas nas metas: modificação, redesign, alternativas e criações); e, os impactos (efeitos no ambiente).

Aecoinovação pode atuar em diversos âmbitos, como o tecnológico pode ser nos aspectos em que podem existir dois tipos deecoinovação: A radical e a incremental. Na inovação radical melhora massivamente o desempenho ambiental ou processos de produção. Já aecoinovação incremental é na produção já existente e diminui os impactos do processo produtivo ou do produto no curto prazo. [...] por exemplo, produtos remanufaturados, reciclados [...]

Os modelosecoinovadores para o agronegócio, dentro da lógica da Economia Circular, podem ser encontrados por diversas partes do globo, dentro das características já discutidas anteriormente, desde de projetos de estudo e pesquisa à aplicações funcionais no campo (mercado).

Bianchi et al. (2020), por exemplo, apresenta vários projetos ao redor do mundo baseados na Economia Circular do programa Food & Business Research - NWO-WOTRO Science for Global Development, como um projeto que avaliou o desempenho na Etiópia da árvore multifuncional Acacia saligna, originária da Austrália. A árvore fornece combustível, postes e ração para o gado, o que é particularmente importante em períodos de seca, e podem contribuir para manter a fertilidade do solo – fixando nitrogênio do ar –, para a restauração da terra – reduzindo a erosão e fornecendo cobertura do solo – e apoiando comunidades de polinizadores (incluindo abelhas) fornecendo néctar e pólen.

No Quênia, um projeto mostrou que a introdução de micro-organismos benéficos em combinação com outros aditivos não químicos no solo teve um efeito supressor de doenças transmitidas pelo solo e, conseqüentemente, aumentou o rendimento do tomate, embora este projeto ainda dependa de aplicações regulares de insumos fitossanitários (BIANCHI et al., 2020).

No Vietnã, um projeto mostrou que o uso de rações balanceadas na aquicultura de camarões pode estimular a mineralização mediada por micróbios de resíduos na lagoa. Embora o objetivo principal fosse fechar melhor o ciclo de nutrientes na lagoa, os novos sistemas da lagoa também pareciam ser resistentes ao surto de doenças do camarão (BIANCHI et al., 2020).

Em outro projeto no Quênia, o controle de doenças dos rebanhos leiteiros melhorou a produtividade e a qualidade do leite, confirmando que o manejo da saúde e bem-estar animal pode aumentar a produção de leite sem aumentar os insumos. O estudo também destacou que a escassez de água e ração podem comprometer a produtividade do gado, o que poderia ser resolvido por inovações de captação de água (por exemplo, coleta de água de chuva de telhados, estradas ou encostas em reservatórios) ou o uso de espécies de plantas forrageiras mais tolerantes à seca (BIANCHI et al., 2020).

De forma semelhante, no Brasil, um projeto de produção de suínos mostrou que programas de criação sob medida – adaptados às circunstâncias locais, como clima tropical – podem melhorar a produtividade sem aumentar o consumo de ração. A equipe reduziu os custos econômicos e o impacto ambiental da produção de carne suína, introduzindo dietas que incluíam ingredientes alternativos com menor pegada ecológica (em contraste com rações comuns, como milho e soja) (BIANCHI et al., 2020).

Na Indonésia foi realizado um projeto de produção de lentilha para alimentação animal usando um fluxo de resíduos consistindo de bioslurry. Os pequenos agricultores coletavam o esterco de suas vacas, porcos, patos ou galinhas para gerar biogás para cozinhar, aquecer ou iluminar usando o biodigestor que produz bioslurry como produto residual, o qual pode ser usado como fertilizante para lentilha. Para isso, os agricultores criaram seus próprios “lagos de lentilhas” de aproximadamente 5 por 5 metros de largura e 15 cm de profundidade e adicionaram o bioslurry e um punhado de lentilha. A lentilha-d'água tem uma produtividade superior em comparação com as culturas alimentares tradicionais e é uma forragem de alta qualidade devido ao alto teor de proteína. A lentilha cresce rapidamente e podia ser colhida em poucas semanas para alimentar animais de fazenda. O sistema de lentilha-biodigestor reduziu a compra de ração comercial seca em 10 a 20 por cento (BIANCHI et al., 2020).

Na Etiópia, um sistema de aquaponia com produção integrada de peixes e vegetais foi desenvolvido. Nele, os excrementos de peixe e restos de ração são usados por bactérias que produzem nitrato. A água rica em nutrientes dos tanques de peixes é então utilizada pelos vegetais que crescem diretamente com suas raízes na água e que, por sua vez, limpam a água. A circularidade do sistema economiza água em comparação com a agricultura de sequeiro e irrigada e pode ser implementada em terras não férteis, pois é uma técnica de cultivo sem solo. Os sistemas de aquaponia ainda dependem de aportes de fertilizantes para compensar as perdas de nutrientes causadas pela colheita de peixes e hortaliças. No entanto, devido à introdução de bactérias que podem converter amônia em nitrato, esses sistemas também funcionam com fertilizantes orgânicos (BIANCHI et al., 2020).

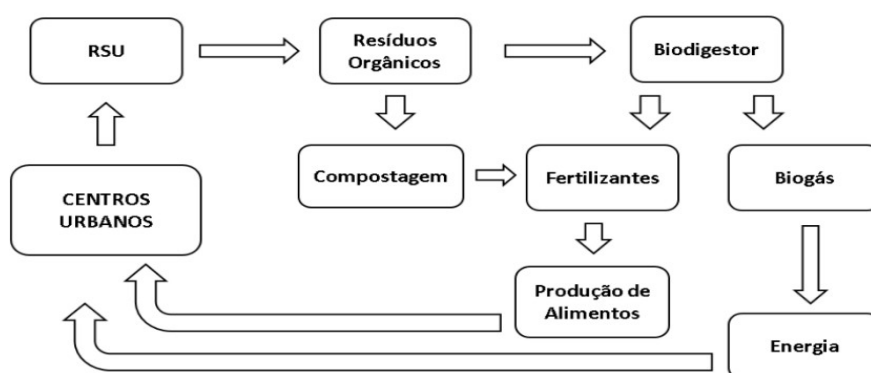
No Quênia, foi possível a valorização de resíduos orgânicos para compostagem básica e o composto era vendido aos agricultores por jovens desempregados que aproveitavam a oportunidade de ganhar um pequeno rendimento. Assim, a abordagem da circularidade foi usada como um modelo de negócio para apoiar e capacitar os jovens, cuja falta de oportunidades de subsistência é um problema crescente em muitos países africanos, com repercussões socioeconômicas e políticas para a sociedade como um todo (BIANCHI et al., 2020).

Em Bangladesh, um projeto identificou que os resíduos das colheitas e o esterco líquido são fluxos de resíduos subutilizados. O estrume líquido e a urina são normalmente descartados e contaminam as águas superficiais e subterrâneas. No entanto, como a equipe do projeto mostrou de forma convincente, esses fluxos de resíduos podem ser convertidos em valiosos fertilizantes orgânicos pela queima de resíduos agrícolas não utilizados, como palha de arroz, e misturando-os com composto, esterco líquido e/ou urina de vaca ou humana. O produto é um fertilizante orgânico acessível, sem odor, que tem, comprovadamente, eficácia em aumentar os rendimentos em cenoura e abóbora (BIANCHI et al., 2020).

Segundo Bianchi et al. (2020), ainda outro projeto mostrou que os fluxos de resíduos orgânicos de plantas, animais (estrume) e da indústria de alimentos também podem ser usados para criar moscas-soldado negras, grilos, gafanhotos, bichos-da-seda e baratas, que por sua vez são usados como ração para aves ou peixes. O resultado desta abordagem inovadora para a produção de ração animal é duplo: fornece uma resposta aos fluxos de resíduos que agora estão acabando inúteis em aterros sanitários e, em segundo lugar, a abordagem é particularmente relevante para pequenos produtores que muitas vezes lutam para ter acesso e ração de alta qualidade.

Moreira et al., (2020) evidencia que, quando autorizada, a utilização do lodo de esgoto dos centros urbanos pode ser tratada e utilizada como insumo agrícola, sendo feito de forma controlada, com o “monitoramento das características do solo para que haja o bom aproveitamento do potencial agrônomo e sem riscos de poluição ambiental e de contaminação da cadeia trófica”. O autor ainda evidencia que os resíduos orgânicos urbanos podem ser utilizados tanto para o aproveitamento energético, como para a produção de compostos orgânicos/organominerais que atuam como fertilizantes de solo, utilizando técnicas de tratamento como a digestão anaeróbica ou a compostagem, como observado na figura 4, a seguir.

Figura 4. Esquema ilustrativo do uso da compostagem e do biodigestor para produção de fertilizante e energia elétrica a partir de resíduos orgânicos



Fonte: Moreira et al., (2020).

Já Meijas (2018) evidencia que na geração de energia, o Brasil apresenta um crescimento continuado na obtenção de energia a partir da biomassa de cana-de-açúcar:

Em 2010 foram gerados 10.141 GWh de energia a partir da biomassa de diversas origens. Em 2015 esse número aumenta para 22.572 GWh (116,75 % de aumento), sendo que 89 % desse total foram obtidos a partir da biomassa de cana de açúcar. [...] volume de energia é suficiente para abastecer mais de 10 milhões de residências, além de proporcionar a redução de 8,6 milhões de toneladas em emissões de CO₂ na atmosfera, e evitar o uso de 14 % da água nos reservatórios das hidrelétricas.

Meijas (2018) apresenta ainda que a fibra de coco verde pode ser utilizada como alternativa na construção civil, minimizando os impactos dos resíduos de construções. A fibra do coco verde poderia ser utilizada como alternativa ao setor, desde que tratada com algumas substâncias (água quente, NaOH e CaCl₂) que reduzem o efeito inibitório das fibras, para melhor adesão ao cimento.

Van Bodegom, Middelaar e Metz (2019), apresentam um caso de uma fazenda de criação de porcos na China que redesenhou seu modelo de funcionamento para uma estrutura circular (suíno-biogás-alimentos para porcos/peixes ou porco-biogás-bambu), sendo que o novo sistema de produção tem como ponto central a produção de biogás e o chorume de biogás serve ainda de fertilizante orgânico.

Jesus et al., (2021), aborda a utilização dos resíduos da mandioca tratados por biodigestores no estado do Paraná. No que tange a produção de energia por combustíveis, os que mais se destacam é o biodiesel e o bioetanol. Moura et al., (2020) testou ainda a biomassa da casca da banana *Musa sapientum* para a viabilidade na produção de bioetanol, obtendo resultados satisfatórios.

Destacam-se ainda outros estudos que abordam a geração de energia a partir de rejeitos agroindustriais (HASAN; FEITOSA; ALMEIDA, 2019); utilização de rejeitos agroindustriais na construção civil (AKUTAGAWA et al., 2019; AKUTAGAWA; MTSUDA; ASSAD FILHO, 2020) ou em processos biotecnológicos, melhorando sistemas produtivos (RAINERT et al., 2018; ANDRADE 2017); e, desenvolvendo novos produtos biotecnológicos (MAGALHÃES et al., 2019). Também são notáveis os estudos voltados para a novas tecnologias de sistemas de tratamento de efluentes industriais (ROSA et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2019) ou aplicadas a recuperação ambiental (SANTOS 2019; SILVA 2017; SOUZA; CECHINEL; PETERSON, 2019) que usam como insumos os rejeitos agroindustriais.

Pode-se citar ainda, nessa mesma linha, estudos com rejeito de serragem para revestimento interno (AKUTAGAWA et al.; 2019) e de rejeitos de madeira e trigo para painéis em geral (AKUTAGAWA; MTSUDA; ASSAD FILHO, 2020).

Tem-se ainda, por exemplo, a produção de Bioplástico a partir da casca de batata (BARNABE et al., 2020) e nos processos para tratamento de efluentes, destacam-se os processos que utilizam sementes ou outras biomassas para a produção de adsorventes naturais, que contribuem para a remoção de metais pesados (SANTOS 2019; SILVA 2017; SOUZA; CECHINEL; PETERSON, 2019). Santos (2019), por exemplo, fez uso de biomassa de casca de banana e casca de arroz para a remoção de cobre e chumbo de amostras de água da região do desastre ambiental de Mariana.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos inúmeros trabalhos encontrados sobre o tema, principalmente nos últimos anos, observa-se uma expansão crescente e vigorosa do tema; trabalhos estes que abordam casos reais de práticas ecoinovadores – considerando aqui apenas os trabalhos com foco na Economia Circular. Inúmeros e recentes outros trabalhos ainda podem ser encontrados com abordagem similares, mas com diferentes focos conceituais, como sustentabilidade, bioeconomia, etc., muito embora o conceito de Economia Circular no Agronegócio esteja, fortemente, atrelado ao de Sustentabilidade.

Considera-se que o objetivo central deste trabalho foi cumprido, tendo sido realizada uma investigação exploratória bibliográfica, despretensiosa, dos modelos de negócios orientados para suporte de ecoinovações na agroindústria, especialmente no que tange as tecnologias de controle de poluentes e aproveitamento de rejeitos dentro da lógica econômica circular.

No entanto, observou-se que os modelos teóricos – por vezes práticos – apresentados nas literaturas mundial e nacional apresentam apenas atividades ou ações ecoinovadoras específicas ao longo dos processos produtivos evidenciados (práticas pontuais), e, que se analisadas as cadeias inteiras em que se localizam essas ecoinovações pontuais, estas ainda não alcançaram a verdadeira lógica de circularidade, não tendo ainda fechado seus ciclos produtivos inteiros. Pode-se especular que isso aconteça por alguns fatores, como: abordagem teórica recente e que precisa de mais amadurecimento e expansão; peso do fator econômico/financeiro, representado pelo lucro no mercado (e redução de custos), que guia e limita os resultados alcançados e seus impactos; necessidade de comprometimento de todos os agentes e elos das cadeias para mudança para a lógica circular; e, necessidade de arranjo institucional e investimentos vultosos – públicos e privados – para viabilidade de implementação da lógica econômica circular.

Nesse sentido, vale destacar que para que existem ecoinovações, é imprescindível que os arranjos institucionais (políticas de apoio e novas regras e regulamentos, as quais precisam ser formulados e implementados antes que essas práticas possam ser adotadas por um público maior e ganhar escala) e os incentivos – financeiros ou impositivos – sejam estabelecidos,

liderados e guiados por ações dos governo – Estado –, em consonância com um desejo semelhante ao de outros Estados no cenário internacional – de se pautarem em atuações que privilegiem o sistema circular em detrimento do linear. A participação privada também é de extrema importância, porém, a mudança sistêmica real, somente se inicia com compromisso maior firmado pelo poder público e com investimento em pesquisas. Após essa base estar definida e as condições (institucionais e de mercado) estarem postas é que há a possibilidade de amadurecer o sistema produtivo e expandi-lo aos demais atores das cadeias e fechar os ciclos de inúmeros produtos, nos moldes do que vem ocorrendo na União Europeia, por exemplo.

REFERÊNCIAS

- AKUTAGAWA, K. H., MATSUDA, C. K., BUENO, J. R., ASSAD FILHO, N. Desenvolvimento de um novo material produzido com resíduo de madeira e de bananeira. **Anais... IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Ponta Grossa, 2019.
- AKUTAGAWA, K. H.; MATSUDA, C. K.; ASSAD FILHO, N. Estudo e desenvolvimento de materiais produzidos com os resíduos de madeira e trigo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58180-58188, 2020.
- ANDRADE, L.S.; ARAUJO, A. M.; WANDERLEY, C. R. P.; SILVEIRA, R.; RODRIGUES, K. Produção de celulase a partir do uso da casca de coco por fungo da podridão branca. **Anais... VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campo Grande**, 2017.
- BARNABÉ, B. P., FERNANDES, B. S., LOPES, G. B., de ASSIS OTONI, G. K., GONÇALVES, S. M. Produção de Bioplástico a partir da Casca de Batata. **Anais... Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre**, Vol. 2, No. 11, 2020.
- BARROS, M. V. **Ferramenta para promover a economia circular em propriedades rurais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.
- BASTOS, B. G.; et al. Bioeconomia, economia circular e agroindústria 4.0: proposições para as transições tecnológicas emergentes. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat - Taquara/RS** - v. 19, n. 1, jan./mar. 2022.
- BEAULE, J.; CHRISTOFFERSON, C.; SUTT-WIEBE, N. **Circular Economy Global Sector Best Practices Series. Background materials for Circular economy sectoral roadmaps**. Part three – Agri-Food. Smart Prosperity Institute, University of Ottawa, February, 2021.
- BIANCHI, F.; et al. Opportunities and barriers of circular agriculture insights from a synthesis study of the Food & Business Research Programme. **NWO-WOTRO Science for Global Development**. March, 2020.
- BRAGA, H. F., PRADO, H. F. A. do. A produção agroindustrial frente às perspectivas bioeconômicas e de desenvolvimento sustentável atuais. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.18 n.36; p. 55 2021.
- BURANELLO, Renato. Agronegócio: conceito. **Enciclopédia jurídica da PUC-SP**. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo:

Direito Comercial. Fábio Ulhoa Coelho, Marcus Elidius Michelli de Almeida (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017.

CEMBALO, L.; et al. Transitioning agri-food systems into circular economy trajectories. **Aestimum**, p. 199-218, 2020.

CUNICO, E.; et al. Eco-innovation and technological cooperation in cassava processing companies: structural equation modeling. **RAUSP Management Journal – Revista de Administração** 52 36–46, 2017.

GRACZYK, M.; et al. Ecological innovations in agricultural production as a pro-development factor of the economy. **Multidisciplinary Aspects of Production Engineering – MAPE** vol. 1, iss. 1, 2018.

HAMAM, M.; et al. Circular Economy Models in Agro-Food Systems: A Review. **Sustainability** 13, 3453, 2021.

HASAN, C.; FEITOSA, A. K.; ALMEIDA, M. C. Produção de biogás a partir de resíduos agroindustriais: análise dos teores de sólidos totais, voláteis e fixos em amostras pré e pós digestão anaeróbia. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 1, p. 257-273, 2019.

JESUS, M. A. S. de; et al. Eco-innovation assessment of biodigesters technology: an application in cassava processing industries in the south of Brazil, Parana state. **Clean Technologies and Environmental Policy**, 24:931–948, 2022

KUSUMOWARDANI, N.; TJAHOJO, B.; PRIADI, C. R. Circular Economy Adoption in the Upstream Agri-food Supply Chain: Understanding the Implications of the Two Theoretical Lenses. In: **11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, IEOM 2021**. IEOM Society, p. 5051-5060, 2021.

MAGALHÃES, N.; et al. Produção de ácido cítrico por *Aspergillus niger* AN 400 a partir de resíduo agroindustrial. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 101-107, 2019.

MEJIAS, R. G. Bioeconomia e suas aplicações. **R. ÍANDÉ Ciências e Humanidades**. São Bernardo do Campo, v. 2, n. 3, p. 105-121, jul/2019.

MOREIRA, R. S.; et al. Economia circular: gestão de resíduos na agricultura. In: **Ciências ambientais: gestão e educação ambiental** [livro eletrônico] / organizadores Carmino Hayashi [et al.]. -- 1. ed. – Ribeirão Preto, SP: Carmino Hayashi, 2020.

MOURA, I. A. A.; DANTAS, J.; CAVALCANTI, I. L. R.; LIMA, M. M. de; SILVA, M. C. D. Biomassa proveniente da casca da banana *Musa sapientum*: pre-tratamento e hidrólise ácida para análise da viabilidade na produção de bioetanol. **Brazilian Journal of Development**, 6(1), 1975-1987, 2020.

NASCIMENTO, K. K., VIEIRA, F. F., ALMEIDA, M. M. D., BURITI, J. D. S., BARROS, A. J., OLIVEIRA, R. J. D. Aproveitamento da casca de laranja Pêra como adsorvente no tratamento de efluentes têxteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23(9), 716-722. 2019.

- NATTASSHA, R., HANDAYATI, Y.; SIMATUPANG, T. M.; SIALLAGAN, M. Understanding circular economy implementation in the agri-food supply chain: the case of an Indonesian organic fertiliser producer. **Agric & Food Security**, 9:10., 2020.
- RAINERT, K. T., de LIMA, A. K., VOLKMANN, A. C., SASSI, L. B., de OLIVEIRA, L. D., de SOUSA KRUEGER, M. D., GOIS, S. C., RAINERT, K. T. Estudo do adsorvente *Citrullus lanatus* (melancia) na adsorção do corante remazol brilliant blue reactive. **Anais... 6º Contexmodn** v. 1, n. 6, 2018.
- REYES, D. A. Economía Circular: Un camino para la sustentabilidad agrícola. Estudios y Políticas Agrarias – Enero/21. **Odepa. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile**. 2021.
- ROSA, I. A.; RODRIGUES, M. C. M.; PAULO, S. F. REMOÇÃO DE AZUL DE METILENO EM BIOCÁRVÕES DE CASCA DE ARROZ E DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇUCAR. **Periódico da Universidade Vale do Rio Verde**. ISSN: 2526-690X v. 3, n. 1, 2019.
- SANTOS, M. S. **Uso de biomassa de casca de banana e casca de arroz na remoção de cobre (II) e chumbo (II) de amostras de água da região do desastre ambiental de Mariana**. 2019. 61 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2019.
- SILVA, K. A.; et al. Relationship between soy productive chain, circular economy, precision agriculture, and no-tillage planting system. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 15, n. 3, p. 117, 2020.
- SILVA, A. C. P. **Uso de adsorvente natural proveniente da semente de acerola como alternativa para tratamento de águas subterrâneas**. 2017. 59 fl. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Licenciatura em Química, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2017.
- SOLIWDA, M.; WIELICZKO, B.; KULAWIK, J. Circular economy vs. Sustainability of agribusiness. **Zagadnienia Ekonomiki Rolnej, Problems of Agricultural Economics**, 1(362), 2020.
- SOUZA, A., CECHINEL, M. A. P., & PETERSON, M. Avaliação do potencial sortivo da casca de laranja quimicamente e termicamente modificada na remoção de metais em solução aquosa. **Brazilian Journal of Development**, 5(6), 7107-7128, 2019.
- TARHINI, M. The New Circular Economic Model for Sustainable. Food Production and Consumption. IBIMA Publishing. **Journal of Eastern Europe Research in Business and Economics**. Vol. 2022, 2022.
- TOOP, T. A; et al. AgroCycle – developing a circular economy in agriculture. **1st International Conference on Sustainable Energy and Resource Use in Food Chains, ICSEF 2017**, 19-20 April 2017, Berkshire, UK. 2017.

VAN BODEGOM, A. J.; VAN MIDDELAAR, J.; METZ, Nicole. Circular Agriculture in Low- and Middle-Income Countries: **Discussion paper exploring the concept and 7 innovative initiatives**. 2019.