



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Economia Circular no Agronegócio: estudo de caso em uma unidade agropecuária do Estado de Goiás

Calife, Naiara Faiad Sebba

Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Batalha, Mário Otávio

Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Silva, Felipe Aita da

Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Lima, Ewerton Barbosa

Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Resumo: Os recursos naturais disponíveis não são suficientes para suportar o atual sistema econômico linear de produção e consumo, que gera grandes quantidades de resíduos, emissões e afeta os recursos hídricos. Uma possível solução para superar os desafios dessa preocupação de escala global e atingir um desenvolvimento mais sustentável é buscar uma economia circular, regenerativa e restauradora, onde recursos são mantidos em uso o maior tempo possível. Neste contexto, o presente artigo teve como objetivo identificar e analisar práticas de economia circular em uma unidade agropecuária no Estado de Goiás. Para isso, optou-se primeiramente por realizar uma revisão de escopo sobre economia circular para melhor compreensão do tema e posteriormente um estudo empírico, onde o método escolhido foi o estudo de caso. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semi-estruturadas, visitas *in loco* e análise de documentos, e, logo em seguida, analisados qualitativamente por análise de conteúdo. Os resultados encontrados mostram que a EC ainda é um tema incipiente, porém pode ser visualizada através do gerenciamento de sistemas agrícolas, com a implementação de práticas como plantio direto, agricultura de precisão, compostagem, rotação de colheitas, cultivo de cobertura, logística reversa de embalagens de agrotóxicos e sistemas de integração lavoura-pecuária, o que proporciona redução de resíduos, de emissões de CO₂, de GEE e de restauração de materiais, trazendo mais sustentabilidade a unidade analisada.

Palavras-chave: Economia Circular, Sustentabilidade, Agronegócio.

Circular Economy in Agribusiness: a case study in a production unit in the State of Goiás

Abstract: The available natural resources are not enough to support the current linear economic system of production and consumption, which generates large amounts of waste, emissions and affects water resources. A possible solution to overcome the challenges of this global-scale concern and achieve a more sustainable development is to seek a circular, regenerative and restorative economy, where resources are kept in use for as long as possible. In this context, this article aimed

to identify and analyze circular economy practices in an agricultural unit in the State of Goiás. For this, it was first decided to carry out a scope review on circular economy for a better understanding of the subject and later a study empirical, where the chosen method was the case study. Data were collected through semi-structured interviews, on-site visits and document analysis, and then qualitatively analyzed by content analysis. The results found show that CE is still an incipient topic, but it can be visualized through the management of agricultural systems, with the implementation of practices such as no-tillage, precision agriculture, composting, crop rotation, cover cropping, reverse logistics of pesticide packaging and crop-livestock integration systems, which provide a reduction in waste, CO₂ emissions, GHG and material restoration, bringing more sustainability to the analyzed unit.

Keywords: Circular Economy, Sustainability, Agribusiness.

1. Introdução

O Fórum Econômico Mundial de 2021 discutiu o futuro do meio ambiente, dos negócios e da sociedade, com o intuito de apresentar tendências para um mundo mais coeso e sustentável. Dentre os temas abordados tiveram como destaque a busca por soluções inovadoras para enfrentar os desafios atuais, como o combate a pandemia de Covid-19, a implantação de métricas ESG (*Environmental, Social and Governance*), a transição para o capitalismo de *stakeholders*, a criação de empregos de forma mais inclusiva, a mitigação das mudanças climáticas e o fortalecimento da cooperação global. A sustentabilidade foi considerada o centro da recuperação econômica no mundo e foi assunto transversal em todos os demais tópicos. A busca por soluções inovadoras e compromisso com reconstruir um mundo melhor e mais verde, ancorado em sistemas agroalimentares mais eficientes, resistentes e sustentáveis também foi pauta de discussão da conferência da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2021).

Um conceito que vem ganhando força na busca por uma solução parcial ou completa para os desafios do desenvolvimento sustentável é o de Economia Circular (EC) (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Os recursos naturais disponíveis não são suficientes para suportar o atual sistema econômico, que prevê a extração, transformação, uso e descarte dos materiais (LIEDER; RASHID, 2016). Este comportamento linear de produção e consumo tem gerado quantidades sem precedentes de resíduos (KHOUNANI *et al.*, 2021; MAINA *et al.*, 2017), e afetado os recursos hídricos (WANG *et al.*, 2020). Uma possível solução para superar os desafios dessa preocupação de escala global é projetar sistemas mais circulares (SUTHERLAND *et al.*, 2021), visando assim uma economia circular (SALVADOR *et al.*, 2021a), caracterizada como regenerativa e restauradora e que visa manter os recursos em uso pelo maior tempo possível (EMF, 2013).

O setor de alimentos sofre pressão de vários atores devido às perdas e desperdícios e ao seu alto impacto no meio ambiente, pois, as cadeias de alimentos são responsáveis por quase 30% do consumo mundial de energia e cerca de 22% das emissões totais de Gases de Efeito Estufa (GEE) (EMF, 2019; FAO, 2017; UNITED NATIONS, 2019). Outro fator relevante é que as Cadeias de Suprimentos Agroalimentares (CSA) são mais vulneráveis à deterioração e destruição (KAUR *et al.*, 2020; TIRKOLAEI *et al.*, 2020), geram grandes quantidades de resíduos todos os anos (NEVES *et al.*, 2021), e perdem, aproximadamente, 14% dos produtos agrícolas durante o transporte e armazenamento após a colheita (FAO, 2019). Esses fatores colocam o setor em posição de destaque para uma rápida transição para um modelo baseado em EC (EMF, 2019; SHARMA *et al.*, 2020). E, em função disso, diversos desafios devem ser enfrentados em todas as suas diferentes etapas, desde a produção e consumo de alimentos até a gestão de resíduos e excedentes (GOVINDAN, 2017; JURGILEVICH *et al.*, 2016), com vistas à criação de uma cadeia mais sustentável e eficiente.

O paradigma da EC apresenta significativo potencial para melhorar a sustentabilidade e a segurança da cadeia, podendo ser aplicada em vários níveis do sistema agroindustrial (TSENG *et al.*, 2019). A tecnologia do digestor, por exemplo, é uma alternativa sustentável para fazendas minimizarem o impacto dos resíduos gerados durante a produção animal, transformando esses resíduos em bioenergia e biofertilizantes (Cherubini *et al.*, 2015; Locoli *et al.*, 2019). Portanto, diante do exposto, este trabalho tem como objetivo identificar e analisar as práticas de Economia Circular adotadas por uma unidade produtora de grãos no interior do Estado de Goiás, com o intuito de verificar como essas práticas podem influenciar a sustentabilidade e a eficiência da mesma.

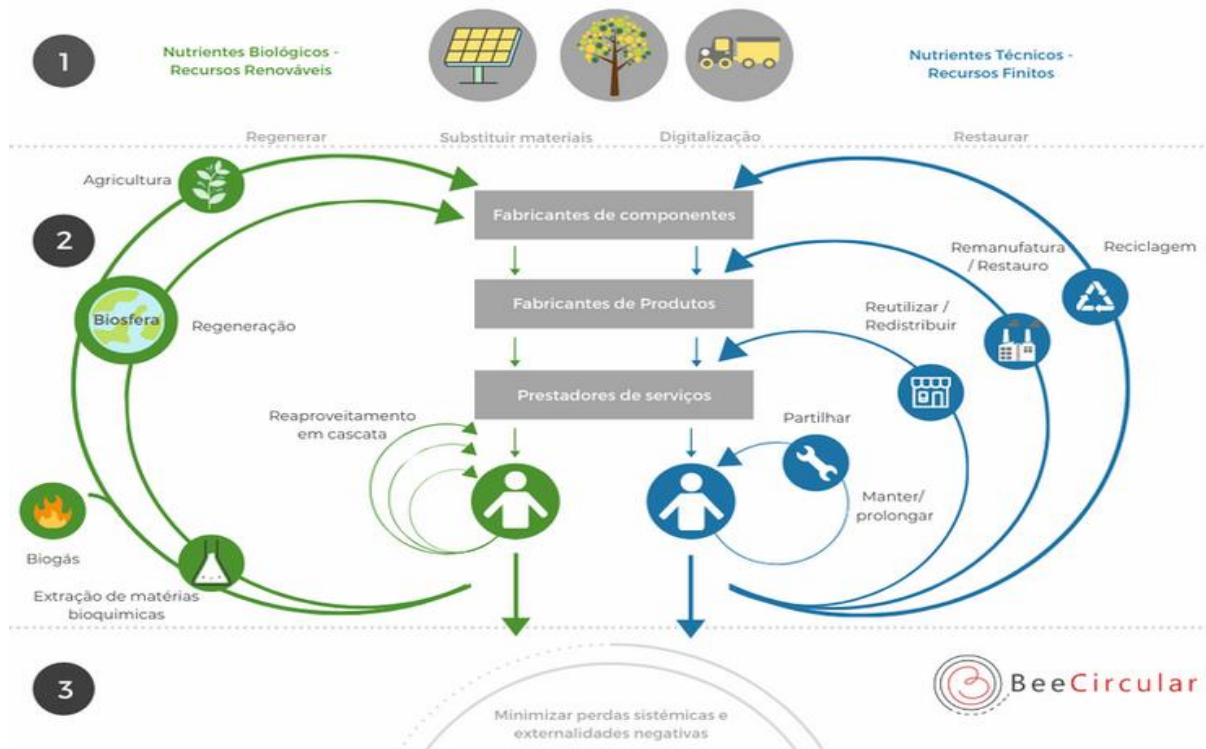
2. Economia Circular

O conceito de Economia Circular (EC) surgiu no início dos anos 1990 (LIEDER; RASHID, 2016; QI *et al.*, 2016) com o trabalho de Pearce e Turner (1990) que destacava a característica insustentável, linear de ciclo aberto, do atual sistema econômico de produção, onde os recursos materiais são extraídos da natureza para produção e consumo, gerando, como saída, resíduos que são dispostos na própria natureza. De acordo com Murray, Skene e Haynes (2017), diferentes autores atribuem significados diferentes a EC. Entretanto, existe o consenso (GENOVESE *et al.*, 2017; MOKTADIR *et al.*, 2018; MCDONOUGH; BRAUNGART, 2002) que a EC possui uma característica cíclica de sistemas de ciclos fechados (*close-loop system*), onde o valor dos produtos e materiais é mantido pelo maior tempo possível, e o desperdício é preferencialmente evitado, reduzido, reutilizado e valorizado ou, alternativamente, totalmente reciclado (EMF, 2013; MURRAY *et al.*, 2017). Outras abordagens como os 7Rs (recuperar, reciclar, redesenhar, reduzir, renovar, reparar e reutilizar) também foram projetadas para alcançar a mudança para uma economia circular (BARROS *et al.*, 2020; ARAUJO-MORERA *et al.*, 2021).

Baseado nos diferentes conceitos, GEISSDOERFER *et al.* (2017) definem EC como um sistema econômico que minimiza a entrada de recursos, a geração de resíduos e emissões, o vazamento de energia do sistema, e espera mitigar os impactos negativos sem comprometer o crescimento e a prosperidade. Já entre empresas e profissionais, o conceito de EC foi disseminado pela *Ellen MacArthur Foundation* como um sistema industrial que é restaurador e regenerativo por intenção e *design* (EMF, 2015) e impulsionado por três princípios: (1) Preservar e aprimorar o capital natural: promovendo uma utilização eficaz dos recursos finitos e equilibrando a utilização dos recursos renováveis; (2) Potencializar a utilidade dos produtos, componentes e materiais, mantendo-os circulando na economia até o limite da capacidade, o que leva, principalmente, à redução dos desperdícios e à circularidade dos recursos; (3) Desenvolver sistemas eficazes, estimulando a efetividade do sistema e gerando impactos positivos para todas as partes interessadas.

Para entender o conceito de circuito fechado e compreender a aplicação do modelo de EC na prática, a EMF desenvolveu o Diagrama de Borboleta (*Butterfly Diagram*), também chamado de Diagrama Sistêmico, o qual possibilita uma visão holística dos principais pressupostos do modelo, as alterações propostas e as possíveis soluções que facilitam a transição. A Figura 1 representa o diagrama, ilustrando as duas asas de uma borboleta, onde a direita representa o ciclo técnico e a esquerda o ciclo biológico (EMF, 2013).

Figura 1: Diagrama de Borboleta



Fonte: "Growth within" (2015) - Ellen MacArthur Foundation
 Adaptado da BeeCircular: www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta

Os resíduos são vistos como "inputs", na medida em que o valor dos materiais é mantido dentro de ciclos técnico e biológico (EMF, 2015). Produtos e serviços podem ser projetados para circular de forma eficiente, seja utilizando materiais biológicos que retornam à cadeia alimentar e uso agrícola, ou materiais técnicos que podem ser reintroduzidos na indústria sem perda de qualidade (CRISTÓBAL *et al.*, 2018). A restauração ao ciclo técnico pode ocorrer por meio da desmaterialização dos materiais, reuso direto de coproduto ou submissão a processos de reciclagem para então ser reinserido ao processo produtivo (EMF, 2015). Nesse mesmo sentido, no ciclo biológico, resíduos agrícolas e subprodutos podem ser transformados em recursos valiosos usando processos de conversão intensificados, resultando em novos produtos de valor agregado, como bioenergia, biofertilizantes, biomateriais e biomoléculas (DAHIYA *et al.*, 2018; VEA *et al.*, 2018), dependendo do volume de biomassa.

Para que as empresas se movam em direção às práticas circulares, o conceito de modelo de negócio circular se torna um importante facilitador (NUBHOLZ, 2018), e segundo OECD (2018), há 5 modelos de negócios que apoiam de forma eficiente a transição de uma economia linear para circular:

- a) Os modelos de suprimento circular, substituindo insumos de materiais tradicionais derivados de recursos virgens por materiais de base biológica, renováveis ou recuperados;
- b) Os modelos de recuperação de recursos, que reciclam os resíduos em matérias-primas secundárias, desviando assim os resíduos da disposição final e deslocando a extração e o processamento de recursos naturais virgens;
- c) Os modelos de extensão de vida útil, que prolongam o período de uso dos produtos existentes, reduzem o fluxo de materiais constituintes por meio da economia e reduzem a taxa de extração de recursos e geração de resíduos;

- d) Os modelos de compartilhamento, que facilitam o compartilhamento de produtos subutilizados e podem, portanto, reduzir a demanda por novos produtos e suas matérias-primas incorporadas; Modelos de sistemas de serviços de produtos, onde os serviços, em vez de produtos, são comercializados, melhoram os incentivos para o design ecológico de produtos e o uso mais eficiente de produtos, promovendo assim um uso mais econômico dos recursos naturais.

Como a EC propõe que o valores dos recursos extraídos e produzidos sejam mantidos em circulação por meio de cadeias produtivas integradas (SEHNEM *et al.* 2018), espera-se que se promova o crescimento econômico criando novas empresas e oportunidades de emprego, economizando custos de materiais, amortecendo o preço da volatilidade, melhorando a segurança do fornecimento e, ao mesmo tempo, reduzindo as pressões e os impactos negativos (KALMYKOVA *et al.*, 2018).

3. Metodologia

Para atender os objetivos estabelecidos neste trabalho optou-se primeiramente pelo desenvolvimento de uma revisão de escopo sobre economia circular na perspectiva de cadeias de suprimentos agroalimentares. Para isso, foram consultados artigos científicos nas áreas de: Economia Circular, Cadeia de Suprimentos Circular e Cadeias Agroalimentares, além de publicações de sites relevantes para a temática, tais como *Ellen MacArthur Foundation* (EMF), *e-Cycle*, *BeeCircular* e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). O motivo disso foi obter melhor noção do tema e investigar oportunidades para uma pesquisa empírica.

Diante disso, esse trabalho tem natureza qualitativa, exploratória e empírica. Para Johnson *et al.* (2007) abordagens qualitativas são adequadas para estudar um fenômeno contemporâneo em profundidade e investiga-lo em seu contexto específico, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos. Neste sentido, como o contexto abordado é específico, a abordagem qualitativa é mais adequada para identificar as práticas de Economia Circular no contexto de uma cadeia agroindustrial. Já a abordagem exploratória tem como propósito trazer maior familiaridade com o problema e torná-lo mais explícito (EDMONDSON; MCMANUS, 2007), por meio das experiências dos indivíduos abordados no contexto da pesquisa (BARRATT *et al.*, 2011). Quanto à estratégia de pesquisa adotou-se o estudo de caso, considerado o método mais apropriado para uma investigação empírica em profundidade, porque se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, segundo Gil (2009).

Diante do exposto, a opção neste trabalho foi pelo estudo de caso único e teve como unidade de análise uma organização produtora do setor de agricultura e pecuária, localizada no Estado de Goiás. O critério de seleção da organização foi por conveniência e facilidade de acesso às informações e aos entrevistados.

Alguns procedimentos de coleta de dados e fontes de evidência foram utilizados, dentre eles a entrevista semiestruturada, a qual segundo Barratt *et al.* (2011) consiste em uma conversa entre o pesquisador e o entrevistado, visando identificar informações e buscar compreensão das perspectivas e experiências das pessoas entrevistadas. De acordo com Roulston (2018), as entrevistas visam encorajar os participantes a falarem sobre seus próprios conhecimentos e experiências em relação a um assunto específico. Foram realizadas duas entrevistas, com duração média de 45 minutos cada, onde os entrevistados foram de nível estratégico (dois proprietários, que são os diretores do negócio) e tático (um gerente geral). Além disso, para realização das entrevistas foram utilizados questionários semiestruturados elaborados previamente. As entrevistas ocorreram no mês de agosto de 2021.

Foram utilizados também dados secundários e análises de alguns documentos fornecidos pelos entrevistados, como relatórios e manuais. Normalmente, essas fontes de arquivos podem ser documentos internos, registros históricos, organogramas, estatísticas das operações, entre outros (BARRATT *et al.*, 2011). Além das fontes citadas acima, utilizou-se a observação não participante e algumas notas de campo (YIN, 2010). A observação não participante se deu por meio de visitas à propriedade, e contou com o apoio de algumas notas de campo com as impressões e pressupostos do pesquisador. Segundo Eisenhart (1989) as observações e análises documentais são consideradas formas de validação externa da pesquisa.

As fontes de evidências utilizadas possibilitaram a realização da triangulação das informações obtidas. E, após a coleta, os dados foram analisados qualitativamente por meio de análise de conteúdo. Para Cooper; Schindler (2003) a análise de conteúdo é uma técnica para a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto de uma comunicação.

A descrição e análise dos resultados são apresentadas no próximo tópico.

4. Apresentação e análise dos resultados do estudo de caso

Os resultados apresentados nesse tópico traduzem a interpretação do pesquisador, elaborada a partir da análise das respostas obtidas nas entrevistas e nos dados obtidos a partir da análise de documentos e visitas.

A organização analisada é uma unidade produtora (denominada aqui propriedade) localizada no sudeste goiano, de origem familiar, composta por 24 colaboradores, atuante na região há 34 anos, com atividades de agricultura e pecuária. A atividade de agricultura é predominantemente feita pela produção de grãos, onde são cultivados em média 3.500 hectares divididos entre Primeira Safra (também conhecida como Safra Verão), Segunda Safra e Safra Irrigada, com as seguintes culturas: soja, feijão, milho, milho semente, sorgo e trigo. Já a atividade de pecuária consiste no confinamento bovino, com uma média de 700 cabeças de gado, onde realiza-se apenas a técnica de engorda, a qual contempla o manejo e a alimentação animal por meio de cochos com dieta balanceada e água, com o objetivo de obter animais com melhores condições produtivas para o abate e também, preservar o bem estar animal.

A propriedade tem trabalhado nos últimos anos em um programa contínuo de modernização que envolve melhorias em suas instalações físicas, aquisição de equipamentos de última geração, adoção de tecnologias em seus processos produtivos, utilização de ferramentas de gestão e qualificação de seus profissionais, com o intuito de promover a melhoria contínua de seus processos produtivos, aprimorar a qualidade de seus produtos e garantir a preservação do meio ambiente. De acordo com um dos entrevistados, a propriedade busca melhorar seus índices de produtividade seguindo os conceitos de sustentabilidade, onde o grande desafio é obter mais com menos, produzir mais alimentos com a mesma quantidade de água e terra. E ainda reforça que é necessário mudar modelos e processos para aumentar a produtividade e melhorar a sustentabilidade.

Uma das técnicas implementadas recentemente é o sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP), o chamado Sistema Santa Fé, onde a produção de grãos é aliada à produção de forragens, e possibilita a alimentação do gado no período de seca ou fornece palhada ao solo. A integração ocorre com o consórcio de milho e brachiara, onde essa última é plantada nas entrelinhas do milho, condicionando o solo com suas raízes, e, suas folhas servindo de alimento para o gado juntamente com os restos culturais do milho pós-colheita. Para os entrevistados, o sistema é visto como uma alternativa de produção sustentável, pois ajuda a quebrar ciclos de pragas e doenças, reduzindo o uso de herbicidas e fungicidas e aumentando a produtividade quando comparado ao plantio normal. Este sistema está em

consonância com os princípios da EC, uma vez que reduz emissões de carbono e outros Gases do Efeito Estufa (GEE), e permite o reaproveitamento de resíduos de uma produção em outra, fechando, dessa forma, o *loop* do ciclo biológico.

Além do gado ser alimentado no Sistema Santa Fé, também é engordado no sistema de confinamento, onde durante um período de 90 a 100 dias é alimentado com ração composta por silagem, farelo de soja, milho triturado e alguns minerais. A silagem é produzida na própria propriedade com o resíduo do milho semente. A palhada restante do milho permanece no solo para aumentar a matéria orgânica, melhorando seus nutrientes. Além disso, o esterco (dejetos/resíduo) produzido pelo gado se torna fertilizante para a produção agrícola e para as pastagens. Isso mostra que a propriedade faz reaproveitamento em cascata e adota o plantio direto. Nesse mesmo sentido, o plantio direto também é adotado nas culturas de feijão, soja, sorgo e trigo, onde resíduos como vagem, raiz, caule e palhada permanecem no solo transformando-se em matéria orgânica. Segundo os entrevistados, o sistema de plantio direto proporciona: (i) aumento da produtividade; (ii) redução dos custos de produção, já que reduz o uso de máquinas, de combustíveis, de agroquímicos e do consumo de água em áreas irrigadas; (iii) a conservação do solo e da água. Portanto, pode-se perceber que além dos benefícios ambientais, o sistema também traz benefícios econômicos, o que pode melhorar os índices de sustentabilidade da propriedade.

Conjuntamente ao sistema de plantio direto são adotados o cultivo de cobertura e a rotação de culturas. No primeiro, a palhada resultante dos galhos, folhas, raízes e caules das culturas são triturados e pulverizados de volta no solo, criando um isolamento térmico e diminuindo a possibilidade de ocorrência de erosão. Já a rotação de culturas, permite alternar, de forma ordenada, diferentes espécies vegetais em determinado espaço de tempo, na mesma área, o que aumenta o rendimento e também reduz os impactos ambientais. E para os entrevistados, outra vantagem do sistema de plantio direto é promover a redução de emissão de CO₂ e de outros GEE. Além disso, a técnica de compostagem também é utilizada na propriedade e também contribui com a redução de emissões, assim como tecnologias de irrigação e agricultura de precisão, que por meio de tecnologias como drones, sensores, GPS, permite a coleta de dados, organização e gerenciamento das características da propriedade de forma mais eficiente, contribuindo para a minimização dos riscos da produção agrícola, aumento da longevidade do solo (com o uso racional de insumos) e aumento da produtividade.

Além das práticas descritas acima, nos últimos dois anos, a propriedade passou por um processo de expansão, onde houve a construção de uma nova barragem para armazenamento de água da chuva, que é utilizada na irrigação das plantações no período de seca. A barragem inundou uma área de aproximadamente 23 hectares, entretanto, em contrapartida foram plantadas 45 mil mudas nativas do cerrado para reflorestamento. E dentro desse contexto, segundo os entrevistados, a propriedade cumpre as normas do PRA (Programa de Regularização Ambiental), tem reversa legal, preserva todas as nascentes e respeita as APPs (Áreas de Preservação Permanentes). E também participa do Programa de Financiamento ABC (Agricultura de Baixo Carbono), programa que possibilita o financiamento de projetos de investimentos destinados às práticas que contribuem para a redução da emissão dos gases de efeito estufa oriundos das atividades agropecuárias.

Outra prática utilizada pela propriedade é o recolhimento de embalagens de defensivos agrícolas para a prática de Logística Reversa. A propriedade realiza a tríplex lavagem de todas as embalagens, fura o fundo para evitar reaproveitamento devido ao alto grau de contaminação, armazena em local apropriado e, a cada 90 dias, entrega na Associação Regional das Revendas de Produtos Agrícolas (ARRPA), que as encaminha ao Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV), onde são separadas, processadas e destinadas a reciclagem em indústrias vinculadas. Essa prática se enquadra no *loop* mais externo do ciclo técnico da EC, possibilitando a restauração dos materiais.

Pelas práticas identificadas e analisadas, constata-se que a propriedade aplica os princípios da Economia Circular, e que estes são mais evidentes no ciclo biológico do Diagrama de Borboleta, com o reaproveitamento em cascata, regeneração de resíduos e a busca pelo equilíbrio do fluxo de recursos renováveis. Os *loops* do ciclo técnico são menos evidentes, porém podem ser constatados pela prática de Logística Reversa em parceria com outras instituições. As práticas adotadas e os benefícios obtidos são resumidos no Quadro 1. Percebe-se também que a propriedade busca produzir de forma mais sustentável, responsável e eficiente, e está aberta a novas implementações de práticas que possam minimizar perdas, reduzir desperdícios e emissões na atmosfera, contribuindo para eliminar as externalidades negativas do sistema como um todo e trazendo eficiência e sustentabilidade.

E por fim, pode se constatar que a Economia Circular possibilita melhorar a eficiência das unidades produtoras, reduzir o volume de dejetos e a contaminação do meio ambiente e dos ecossistemas. Entretanto, ainda é necessário maior disseminação de informações sobre os seus benefícios e sobre como implementá-la, incentivar mais práticas regenerativas e desenvolver políticas públicas que possam facilitar a transição de uma economia linear para circular.

Quadro 1 – Práticas de EC adotadas e seus benefícios

Práticas de EC	Ciclo	Benefícios
- Sistema de Integração Lavoura-Pecuária	- Biológico	- Redução de resíduos - Redução de emissões de CO ₂ e GEE - Redução do uso de agrotóxicos
- Reaproveitamento em cascata (silagem; dejetos/esterco)	- Biológico	- Redução de compra de nutrientes e fertilizantes industriais
- Plantio Direto	- Biológico	- Melhora dos nutrientes do solo - Redução do uso de: máquinas, combustíveis, agroquímicos, água - Conservação do solo e da água - Redução de emissões de CO ₂ e GEE
- Cultivo de cobertura	- Biológico	- Previne erosão
- Rotação de culturas	- Biológico	- Redução de impactos ambientais
- Compostagem	- Biológico	- Redução de emissões
- Tecnologias de irrigação - Agricultura de precisão	- Biológico	- Gerenciamento mais eficiente - Aumento da longevidade do solo - Redução de riscos agrícolas
- Armazenamento de água da chuva	- Biológico	- Redução do consumo de água
- Logística Reversa de embalagens	- Técnico	- Restauração de materiais

Fonte: autoria própria (2021)

5. Considerações Finais

A partir da literatura foi possível perceber a crescente importância da temática de modelos circulares nos últimos anos, o que evidencia a necessidade de encontrar soluções mais sustentáveis afim de manter a cadeia produtiva e atender as demandas do mercado. Na parte empírica este trabalho teve como objetivo identificar e analisar práticas de Economia Circular adotadas por uma unidade agropecuária no Estado de Goiás. Utilizou-se os princípios da EC como subsídio teórico para identificar como as atividades são organizadas para obter maior sustentabilidade e eficiência. A abordagem escolhida tende a minimizar

os desperdícios e os resíduos ao longo dos processos produtivos, melhorando a gestão, reduzindo emissões e contribuindo com o alcance da sustentabilidade.

Os resultados do estudo mostram que a unidade analisada adota algumas práticas que estão de acordo com os princípios da EC, porém pôde-se perceber que os conceitos de EC ainda são muito incipientes. Dentre as práticas implementadas, pode-se elencar: plantio direto, agricultura de precisão, compostagem, rotação de colheitas, cultivo de cobertura, sistemas de integração lavoura-pecuária e logística reversa de embalagens de agrotóxicos, onde a maior parte enquadra-se no ciclo biológico. Estas práticas possibilitam a melhora da qualidade do solo, aumento do rendimento, o controle de pragas, a redução do uso de insumos e do impacto ao meio ambiente, e a diminuição da poluição por gases do efeito estufa, o que traz mais sustentabilidade e eficiência para a propriedade.

Para aprofundar os estudos sobre Economia Circular no agronegócio e obter mais parâmetros que corroboram com os resultados encontrados ou apontam outras ações, sugere-se como pesquisas futuras o estudo em outros elos das cadeias (fornecedores e consumidores), assim como unidades produtoras de outras regiões que possam suportar uma análise comparativa mais aprofundada. Sugere-se também uma análise comparativa entre diferentes cadeias, como, por exemplo, cadeia da soja, do milho, da cana-de-açúcar, e o estudo das práticas de EC adotadas por empresas que prestam serviços nessas cadeias.

Referências

ARAUJO-MORERA, J., VERDEJO, R., L'ÓPEZ-MANCHADO, M.A., SANTANA, M.H. Sustainable mobility: the route of tires through the circular economy model. **Waste Management**. 2021.

BARRATT, M.; CHOI, T. Y.; LI, M. Qualitative case studies in operations management: Trends, research outcomes, and future research implications. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 4, p. 329-342, 2011.

BARROS, M.V., SALVADOR, R., DO PRADO, G.F., DE FRANCISCO, A.C., PIEKARSKI, C.M. Circular economy as a driver to sustainable businesses. **Cleaner Environment System**. 2020.

CHERUBINI, E., ZANGHELINI, G.M., ALVARENGA, R.A.F., FRANCO, D., SOARES, S.R. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. **J. Clean. Prod.** 2015.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P.S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7ª Edição- Porto Alegre: Bookman, 2003.

CRISTÓBAL, J., CASTELLANI, V., MANFREDI, S., SALA, S.: Prioritizing and optimizing sustainable measures for food waste prevention and management. **Waste Management**, 2018.

EDMONDSON, A. C.; MCMANUS, S. E. Methodological fit in management field research. **Academy of Management Review**, v. 32, n. 4, p. 1155-1179, 2007.

EISENHARDT, K. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards The Circular Economy**: Economic and business rationale for accelerated transition, EMF, London, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION AND MCKINSEY CENTER FOR BUSINESS AND ENVIRONMENT. **Growth within**: A circular economy vision for a competitive Europe, EMF and McKinsey Center for Business and Environment, Isle of Wight, 2015.

- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Food and the Circular Economy**. 2019. Disponível em: < <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/food-cities-the-circular-economy>>. Acesso em 08 ago. 2021
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The State of Food and Agriculture: Leveraging Food Systems for Inclusive Rural Transformation. Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em:< <http://www.fao.org/3/ai7658e.pdf>> acesso em 05 ago. 2021
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The State of Food and Agriculture 2019: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction; CC BY-NC-SA 3.0 IGO; **Food and Agriculture Organization**: Rome, Italy, 2019.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Conferência virtual da FAO, autoridades fazem apelo por mundo melhor, 2021. Disponível em < <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1412810/>> . Acesso em: 05 ago 2021.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GEISSDOERFER, M., SAVAGET, P., BOCKEN, N. M., & HULTINK, E. J. The Circular Economy—A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, 2017.
- GENOVESE, A., *et al.* Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. **Omega** (United Kingdom),2017.
- GOVINDAN, K. Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. **International Journal of Production Economics**, 2017.
- JOHNSON, P. BUEHRING, A.; CASSELL, C.; SYMON, G. Defining qualitative management research: an empirical investigation. **Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal**, v. 2, n 1 p. 23 – 42, 2007.
- JURGILEVICH, A. *et al.* Transition towards circular economy in the food system. **Sustainability**, 2016.
- KALMYKOVA, Y.; SADAGOPAN, M.; ROSADO, L. Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation & Recycling**, 2018.
- KAUR, P., DHIR, A., RAY, A., BALA, P.K. AND KHALIL, A. “Innovation resistance theory perspective on the use of food delivery applications”, **Journal of Enterprise Information Management**. 2020.
- KHOUNANI, Z., HOSSEINZADEH-BANDBAFHA, H., NAZEMI, F., SHAEIFI, M., KARIMI, K., TABATABAEI, M., MORTAZA, A., LAM, S.S. Exergy analysis of a whole-crop safflower biorefinery: a step towards reducing agricultural wastes in a sustainable manner. **J. Environ. Manag.** 2021.
- LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, 2016.
- LOCOLI, G.A., ZABALOY, M.C., PASDEVICELLI, G., GOMEZ, M.A. Use of biogás digestates obtained by anaerobic digestion and co-digestion as fertilizers: Characterization, soil biological activity and growth dynamic of *Lactuca sativa* L. **Sci.Total Environ.** 2019.
- MAINA, S., KACHRIMANIDOU, V., KOUTINAS, A. A roadmap towards a circular and sustainable bioeconomy through waste valorization. *Curr. Opin.* **Green Sustain. Chem.** 2017.

- MCDONOUGH, W; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle**: remaking the way we make things. North Point Press. Nova York: 2002.
- MURRAY, A., SKENE, K., HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **J. Bus. Ethics**, 2017.
- NEVES, M. F.; **Etanol de milho**: cenário atual e perspectivas para a cadeia no Brasil. 1ª Ed. Ribeirão Preto, SP: UNEM, 2021.
- NUBHOLZ, J. L. A circular business model mapping tool for creating value from prolonged product lifetime and closed material loops. **Journal of Cleaner Production**. 2018.
- OECD, Business Models for the Circular Economy – Opportunities and Challenges from a Policy Perspective. Re-Circle – **Resource Efficiency & Circular Economy Project**. Paris, 2018. Disponível em: www.oecd.org-ilibrary.org. Acesso: agosto/2021.
- QI, J. *et al.* **Development of Circular Economy in China**. Singapore: Spring Nature, 2016. RITZÉN, S.; SANDSTRÖM, G. Ö. Barriers to the Circular Economy - Integration of Perspectives and Domains. *Procedia CIRP*, v. 64, p. 7–12, 2016.
- ROULSTON, K. Qualitative interviewing and epistemics. **Qualitative Research**, v. 18, n. 3, p. 322-341, 2018.
- SALVADOR, R., BARROS, M.V., FREIRE, F., HALOG, A., PIEKARSKI, C.M., ANTONIO, C. Circular economy strategies on business modelling: identifying the greatest influences. **J. Clean. Prod.** 2021a.
- SEHNEM, S.; PEREIRA, S.C.F.; GIOTTO, O.T. Economia Circular: mapeamento dos pesquisadores brasileiros engajados com o tema. **Anais do Seminário em Administração**. FEA-USP. São Paulo, 2018.
- SHARMA, R.; KAMBLE, S.S.; GUNASEKARAN, A.; KUMAR, V.; KUMAR, A. A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance. **Comput. Oper. Res.** 2020.
- SUTHERLAND, D.L., BURKE, J., RALPH, P.J. Trade-offs between effluent quality and ammonia volatilisation with CO2 augmented microalgal treatment of anaerobically digested food-waste centrate. **J. Environ. Manag.** 2021.
- TIRKOLAEI, E.B., MAHDAVI, I., ESFAHANI, M.M.S. AND WEBER, G.W. “A robust green locational- inventory problem to design an urban waste management system under uncertainty”, **Waste Management**. 2020.
- TSENG, M.L., CHIU, A.S.F., CHIEN, C.F., TAN, R.R.; Pathways and barriers to circularity in food systems. **Resour. Conserv. Recycl.** 2019.
- UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**; United Nations: New York, NY, USA, 2019.
- WANG, H., HUANG, J., ZHOU, H., DENG, C., FANG, C. Analysis of sustainable utilization of water resources based on the improved water resources ecological footprint model: a case study of Hubei Province, China. **J. Environ. Manag.** 2020.
- YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e Métodos. Trad.: Daniel Grassi. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.