

## **APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR NA CADEIA DE SUPRIMENTO DE FRUTAS FRESCAS**

**ANDRÉ LUNARDI DE SOUZA**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

**FERNANDO LUIZ EMERENCIANO VIANA**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

**DANILO CAVALCANTE DE VASCONCELOS**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR

**ARTHUR VILAS**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

**FLÁVIA TELIS DE VILELA ARAÚJO**  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

# APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR NA CADEIA DE SUPRIMENTO DE FRUTAS FRESCAS

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é apresentado por Agrosat (2017) como um dos cinco maiores produtores e exportadores de produtos agrícolas do mundo e apresenta, como outros países, a maior demanda por água na agricultura (REBOUÇAS, 2003). No semiárido brasileiro, a irrigação consiste numa prática fundamental para o desenvolvimento agrícola e para a produção de alimentos, tornando a água um insumo essencial, ao mesmo tempo em que é escasso. Nesse sentido, quando se discute o desperdício de alimentos no Brasil, é importante considerar, além dos produtos em si, tudo aquilo que foi empregado para a obtenção dos mesmos, incluindo alguns insumos, como a água, além dos resíduos descartados.

Cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados anualmente no Mundo (FAO, 2013) e, no Brasil, de cada 100 caixas produzidas no campo, 9 não chegam à mesa do consumidor (FEA, 2018).

O setor de produção de alimentos pode ser considerado um dos mais importantes para a adoção de práticas sustentáveis, devido ao seu impacto socioambiental (LÉON-BRAVO; CANIATO, 2017). Os impactos ambientais provenientes da produção de alimentos estão relacionados principalmente ao grande consumo de combustíveis fósseis no transporte e na embalagem, à emissão de gases do efeito estufa, ao grande consumo de água, entre outros (BANTERLE; CEREDA; FRITZ, 2013). Outro fator que impacta nesse setor refere-se às perdas e desperdícios em toda a cadeia de suprimentos. Além das perdas que comumente ocorrem no processo produtivo, devem-se considerar os desperdícios relacionados aos excedentes de produção, devido à dificuldade de distribuição, ou mesmo à estocagem desses produtos (BATISTA; SAES; SOUTO, 2015; JURGILEVICH *et al.*, 2016).

O conceito da Economia Circular (EC), embora não inteiramente novo, vem ganhando importância nas agendas dos formuladores de políticas (BRENNAN *et al.*, 2015). Isso fica evidente, por exemplo, no pacote abrangente de Economia Circular Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2015) e na Lei Chinesa de Promoção da Economia Circular (LIEDER; RASHID, 2016).

Como uma proposta de solução e uma fonte de inovação, permitindo a redução da procura de recursos naturais aliado com a recuperação de desperdícios e resíduos, a Economia Circular é um modelo que permite repensar as práticas econômicas da sociedade atual e que se inspira no funcionamento da própria Natureza. Este novo paradigma de sustentabilidade estimula novas práticas de gestão e descortina novas oportunidades, adicionando valor à organização e aos clientes, em harmonia com o meio ambiente. Enquanto fonte de inovação e permitindo a redução da procura de recursos naturais com a recuperação de desperdícios e resíduos, a Economia Circular defende sistemas industriais que são, por finalidade, restauradores, por meio da mudança do padrão linear de produção para o modelo circular, sustentado na literatura através de três principais "ações", ou seja, dos chamados princípios 3R: redução, reutilização e reciclagem (FENG; YAN, 2007). Os princípios 3R podem ser integrados por outros três princípios adicionais (Eco-Design, Reclassificação dos materiais e Energias Renováveis), desenvolvidos por EMF (2017), e o conceito de circularidade dos fluxos de materiais aplica-se igualmente à gestão dos recursos hídricos e energéticos dentro de uma economia de circuito fechado (HISLOP; HILL, 2011). A economia circular fornece, portanto, o princípio fundamental para o desenvolvimento de sistemas de produção baseados em um melhor uso dos recursos naturais e na minimização da geração e disposição de resíduos, que assim o conduz ao desenvolvimento econômico e social sustentável. Nesse sentido, entende-se que a adoção de

modelos circulares de produção e a aplicação dos princípios da economia circular podem contribuir para a diminuição de perdas e desperdícios na produção e consumo de alimentos.

## 2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Com base nos princípios da economia circular e nos aspectos problemáticos supracitados foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: Como os resíduos gerados na produção de frutas frescas podem ser minimizados por meio da aplicação dos princípios da Economia Circular?

Assim sendo, o presente artigo tem o objetivo geral de analisar como os princípios da Economia Circular podem ser aplicados às fazendas de produção de frutas frescas no Nordeste brasileiro, de modo a minimizar a geração de resíduos na cadeia de suprimento de frutas frescas. Para tal, foram delineados os seguintes objetivos específicos: (i) Identificar a geração de resíduos na produção de frutas frescas; (ii) Avaliar o potencial de minimização de resíduos na cadeia de frutas frescas, sob a ótica de fluxos circulares, a partir da aplicação dos princípios da Economia Circular.

## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os primeiros estudos e publicações sobre perdas pós colheita - PHL (do Inglês “*postharvest losses*”) no Brasil começaram a surgir na década de 1970. Historicamente, os coeficientes de perdas pós-colheita das principais culturas alimentares foram definidos para calcular os valores anuais do balanço da Fundação Getúlio Vargas, para estimar a disponibilidade de produtos agrícolas. Esses índices de perdas fixas foram utilizados indiscriminadamente, sem considerar as variações anuais de produção, condições climáticas ou a adoção de novas tecnologias que pudessem impactar as perdas (CARVALHO, 1992).

Nas últimas décadas, a oferta interna de frutas e hortaliças no Brasil tem sido assegurada por um notável avanço na adoção de modernas técnicas de produção e na implementação de canais de distribuição mais eficientes. É difícil estimar um número exato, mas no Brasil é amplamente disseminada a ideia de que as perdas pós-colheita de produtos hortícolas situam-se em 30 e 45% (HENZ, 2016), taxa semelhante à de outros países da América Latina (FAO, 2011). O consumo e o desperdício de alimentos devem levar em conta a grande heterogeneidade social e a alta desigualdade de renda, além de razões culturais inesperadas e relevantes (HENZ; PORPINO, 2017).

As diferenças entre perda e desperdício concentram-se no estágio da cadeia de suprimento de alimentos no qual o alimento é descartado. As perdas de alimentos, mais conhecidas como “*food losses*”, ocorrem desde o início até o meio da cadeia de fornecimento, incluindo, portanto, perdas decorrentes das atividades de produção agrícola, colheita, transporte, armazenamento e processamento. O desperdício de alimentos, mais conhecido como “*food waste*”, refere-se a perdas no final da cadeia de abastecimento alimentar, nos estágios de distribuição, varejo e consumo final (PARFITT et al., 2010).

Conforme os dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), as perdas e desperdícios de alimentos no Brasil acontecem em toda a cadeia de produção, sendo que 10% do que é colhido se perde ainda no campo, 50% durante o manuseio e transporte, 30% na comercialização e abastecimento, já considerado como desperdício, além de 10% desperdiçados nos supermercados, restaurantes e residências (FEA, 2018).

Percebe-se que, no caso das frutas, não são apenas contaminações, infestações ou pragas que podem ocorrer durante a formação do fruto no pé que causam perdas e desperdícios. Muitas vezes estes produtos sofrem avarias devido a condições diversas como acondicionamento, transporte ou até mesmo manuseio, fazendo com que os mesmos sejam descartados por uma pequena porcentagem de avarias, mas, para a relação entre o comprador e o vendedor, apenas desagraja valor. No final, este produto, que para uns pode apresentar condições não ideais, mas

que ainda está em condições de consumo, é descartado ou até mesmo inutilizado devido a diferentes causas como as supracitadas.

O desempenho sustentável tornou-se um alvo importante na gestão de produtos perecíveis da cadeia de suprimento, tendo em vista que o desperdício alimentar está agregado à cultura brasileira, contribuindo para a diminuição dos recursos nutricionais ofertados a grande parte das famílias, sendo este fator agravante quando relacionado às populações mais carentes.

No Brasil, a irrigação consiste numa prática fundamental para o desenvolvimento agrícola e para a produção de alimentos, tornando a água um insumo essencial. Assim como ocorre em outros países, a maior demanda por água é da agricultura, especialmente a irrigação, com quase 63% de toda a demanda. Dos 6.000 Km<sup>3</sup>/ano necessários, 70% é destinado à agricultura, 20% para a indústria e 10% para o consumo humano (REBOUÇAS, 2003).

Especificamente para o semiárido brasileiro, a irrigação consiste numa prática auspiciosa para o desenvolvimento agrícola e para a produção de alimentos. A região semiárida do Brasil constitui historicamente em uma das regiões menos desenvolvidas do país. Atualmente essa região contabiliza 1.262 municípios espalhados pelo território de nove Unidades da Federação (UF): Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, com uma área territorial de 1.128.697 Km<sup>2</sup>. Esta região combina uma população de aproximadamente 27,8 milhões de habitantes (SUDENE, 2018). O desenvolvimento da agricultura irrigada neste território se confunde com a história da atuação federal no combate aos efeitos das secas.

A fome e o desperdício de alimentos são dois dos maiores problemas que o Brasil enfrenta, constituindo-se em um dos paradoxos do país que é um dos maiores exportadores mundiais de alimentos, ao mesmo tempo em que também é um dos campeões de desperdício (TORRES et al., 2000).

Alimentos comestíveis que são descartados devido à sua aparência visual, desvio de alimentos “normais”, ou devido a uma data de validade próxima, são considerados produtos alimentares abaixo do ideal (ASCHEMANN-WITZEL et al. al., 2016). Pacotes de alimentos com danos visuais também são produtos sub-ótimos. Quando as decisões são tomadas nos supermercados, os consumidores têm a opção de selecionar ou não o produto e sua demanda por estética de alimentos e embalagens leva ao desperdício evitável de alimentos (GOBEL et al., 2015). Desta forma, é importante organizar o ambiente de uma maneira que favoreça a seleção desses produtos, para que eles não se tornem um desperdício. Outro fenômeno relevante é a cultura do desperdício de alimentos presente em todas as classes sociais no Brasil, incluindo os mais pobres (PORPINO, 2016).

Atuar para reduzir o desperdício de alimentos, incentivar a população a praticar hábitos alimentares mais saudáveis de forma adequada e promover a melhoria da qualidade de vida das pessoas, torna-se hoje uma estratégia fundamental para garantir a sustentabilidade do planeta.

Para Batista, Saes e Fouto (2015), para melhorar a responsabilidade em relação às novas expectativas dos clientes e da sociedade, o setor de alimentos precisa de maneiras inovadoras de desenvolver ações e iniciativas de colaboração que melhorem não apenas os processos intraorganizacionais dentro de áreas específicas de produção, mas também as relações e integração de processos interorganizacionais que levam em conta o fluxo de desperdício de alimentos e subprodutos relacionados em toda a cadeia de suprimento. Através da ecologia industrial e de outras áreas relevantes em termos de aspectos teóricos e práticos que suportam essas ideias, é possível especificar um método analítico para o diagnóstico de sinergias de minimização de resíduos em toda a cadeia de suprimento de alimentos. Nesse contexto, entende-se que a adoção de princípios da Economia Circular em cadeias de suprimento de alimentos pode contribuir de forma efetiva para a minimização dos desperdícios de alimentos.

A economia circular surge na literatura, principalmente, vinculada a três “ações” principais, os chamados Princípios 3R: Redução, Reutilização e Reciclagem (FENG; YAN,

2007). O conceito de Economia Circular propõe a utilização de um modelo produtivo circular, buscando em sua essência o reaproveitamento de todo e qualquer resíduo proveniente de um processo produtivo, de modo a ser reincorporado como matéria prima em outra operação de uma mesma localidade, recuperando assim os materiais e/ou a energia consumida por este processo produtivo original (EMF, 2018).

A Economia Circular promove uma utilização mais apropriada dos recursos gerados pelo processo produtivo através da implementação de uma visão mais “verde da economia” (*greener economy*), em que surgem empreendimentos inovadores que gerenciam os impactos causados pela operação industrial, oferecendo condições de desenvolvimento de práticas organizacionais que prezem pela manutenção destes recursos para as futuras gerações (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). A Economia Circular é um conceito altamente relevante, dada a grande quantidade de debates acadêmicos sobre cadeias sustentáveis e socialmente responsáveis (DOSSA; KAEUFER, 2014), nos quais a dimensão econômica da sustentabilidade é frequentemente privilegiada em relação às dimensões ambiental e social (SCHNEIDER, 2014) e aos valores morais e éticos (BESIO; PRONZINI, 2014).

Na visão de Ghiselline, Cialani e Ulgiati (2016), a Economia Circular contribui positivamente com o desenvolvimento sustentável, a partir de um maior balanceamento de fatores econômicos, empresariais e governamentais, por atuar diretamente com as práticas de gerenciamento de desperdício, reuso e reciclagem, prevenção da poluição, produção mais limpa (*cleaner production*), através de um modelo de produção com direcionamento circular, no qual os resíduos e a energia são reaproveitados em todo o processo. Economia circular é vista como um novo modelo de negócio que pode conduzir a um desenvolvimento mais sustentável e uma sociedade harmoniosa.

Em uma economia circular, não há resíduos que sejam intencionalmente excluídos desde a concepção dos projetos. Os materiais técnicos feitos pelo homem como polímeros, ligas e outros materiais são projetados para serem recuperados e renovados, minimizando o volume de energia necessário para tal reaproveitamento (econômico e de recursos) e, desta forma corroborando, com o pensamento sistêmico (EMF, 2018).

Além dos princípios 3R, três princípios adicionais sugeridos por EMF (2018) podem ser adicionados à EC. O eco design, que ressalta a importância no momento da concepção do produto em que é pensado um ciclo de desmontagem e reutilização. A reclassificação dos recursos técnicos, para que os materiais sejam reutilizados no fim do ciclo de vida, e dos materiais biológicos, garantindo seu retorno com segurança à biosfera por compostagem ou digestão anaeróbia. E, por fim, a renovação, em que as fontes de energia renováveis são a meta de utilização principal (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). O Quadro 1 apresenta, de forma sucinta, a definição dos princípios da Economia Circular, a partir da visão de EMF (2018) e Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016).

**Quadro 1 – Princípios da Economia Circular**

Princípios	Definição
Eco design	Enfatiza a importância do estágio de projeto na busca de soluções para evitar a descarga de resíduos em aterros sanitários. Os produtos são projetados para um ciclo de desmontagem e reuso.
Redução	Visa minimizar a entrada de energia, matérias-primas e resíduos através da melhoria da eficiência nos processos de produção (chamada eco-eficiência) e consumo, por exemplo, introduzindo melhores tecnologias, produtos mais leves ou mais compactos, embalagens simplificadas etc.
Reutilização (Reuso)	Pressupõe que os produtos ou componentes que não são resíduos sejam usados novamente para o mesmo propósito para o qual foram concebidos.

Reciclagem	Operação de valorização através da qual os resíduos são reprocessados em produtos, materiais ou substâncias, seja para a utilidade original ou para outros fins. Possibilita a continuidade na circulação dos componentes e materiais no sistema econômico, estendendo ao máximo o uso desses materiais.
Reclassificação	Introduz uma reclassificação dos materiais em “técnicos” e “nutrientes”. Os materiais técnicos (como metais e plásticos) são projetados para serem reutilizados no final do ciclo de vida, enquanto os nutrientes ou nutrientes biológicos, que em geral são não tóxicos, podem retornar com segurança para a biosfera.
Renovação	Coloca as energias renováveis como principal fonte de energia para a economia circular, reduzindo a dependência de energia fóssil e melhorando a adaptabilidade (resiliência) do sistema econômico em relação aos efeitos negativos do petróleo.

Fonte: Adaptado de Guisellini, Cialani e Ulgiati (2016).

Considerando-se a problemática das perdas e desperdícios de alimentos, juntamente com os princípios da Economia Circular, pretende-se avaliar como as perdas e desperdícios existentes na produção e distribuição de frutas frescas produzidas na Região Nordeste do Brasil podem ser minimizadas, seguindo-se os procedimentos metodológicos descritos na seção seguinte.

#### 4. METODOLOGIA

Em termos de tipologia da pesquisa, o presente trabalho pode ser enquadrado como uma pesquisa exploratória (GIL, 2008), que tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema. Para atender aos objetivos deste artigo, será utilizada a abordagem de estudo de caso, para analisar cadeias de suprimento de frutas frescas específicas da Região Nordeste do Brasil, especificamente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Trata-se de uma pesquisa em progresso, sendo que o presente artigo retrata os resultados preliminares obtidos a partir de um estudo no elo de produção (agricultura) da cadeia de suprimento de frutas frescas.

Cadeias de suprimentos de frutas geralmente têm processos intensivos em água (por exemplo, para o cultivo e lavagem), especialmente em regiões com regimes de chuvas irregulares, tais como na região semiárida do Nordeste brasileiro. Essa característica faz com que este tipo de cadeia de suprimento represente um contexto relevante para abordar as questões relativas aonexo água-alimento e um caso adequado para se analisar as possibilidades de aplicação do modelo circular de produção, representado pelos princípios da Economia Circular, em cadeias de suprimento de alimentos, especialmente pelo fato de água ser um recurso escasso, não somente no contexto local (região semiárida), mas também no contexto mundial.

Considerando-se as principais frutas produzidas em grande escala nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte e com boa inserção no mercado nacional e internacional, as respectivas regiões produtoras, bem como a limitação do escopo geográfico do projeto aos estados nordestinos supracitados, as organizações da cadeia de suprimento estudada que serão objeto de estudo são:

- Organizações da Agricultura: Serão limitadas às principais regiões produtoras de frutas para exportação, que também são responsáveis por abastecer as grandes redes de varejo (supermercados) em nível nacional e regional, ambas operando em regime intensivo de água (fruticultura irrigada). Assim sendo, serão pesquisadas fazendas localizadas nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Será aplicado um roteiro de entrevistas semiestruturado a gestores de fazendas produtoras de frutas frescas. Além das entrevistas serão feitas observações diretas, utilizando-se um roteiro específico, para atender aos objetivos da pesquisa.

- Organizações de Varejo no Nordeste do Brasil: Serão pesquisadas redes de supermercados que se configuram como importantes compradoras das frutas produzidas nos polos pesquisados, e que possuem lojas nas capitais do Ceará (Fortaleza), Rio Grande do Norte (Natal), a partir da indicação dos produtores de frutas. Será aplicado o mesmo roteiro de entrevistas semiestruturado a gestores responsáveis pela logística de suprimento de redes de supermercados com operações nessas cidades, a serem indicadas pelos produtores de frutas dos polos pesquisados.

Assim, o caso retratado no presente artigo envolve uma fazenda de produção de diversas frutas, sendo a produção de melão o principal foco, tendo em vista se tratar do produto para exportação que é responsável pela maior parte do faturamento da empresa. Diante disso, essa etapa se configura como um estudo de caso único.

A pesquisa de campo até então realizada se caracterizou em uma visita técnica, na qual, para a realização da coleta de dados, foi utilizado um roteiro preliminar de entrevista, contendo algumas questões-chave, bem como um roteiro de observações, os quais serviram de referência para o diálogo com o principal gestor da fazenda e as observações no campo. A elaboração desses instrumentos de pesquisa baseou-se no referencial teórico sobre perdas e desperdícios de alimentos e nos princípios da economia circular. Todas as observações efetuadas e as respostas obtidas com os questionamentos feitos ao gestor foram registradas em um diário de campo.

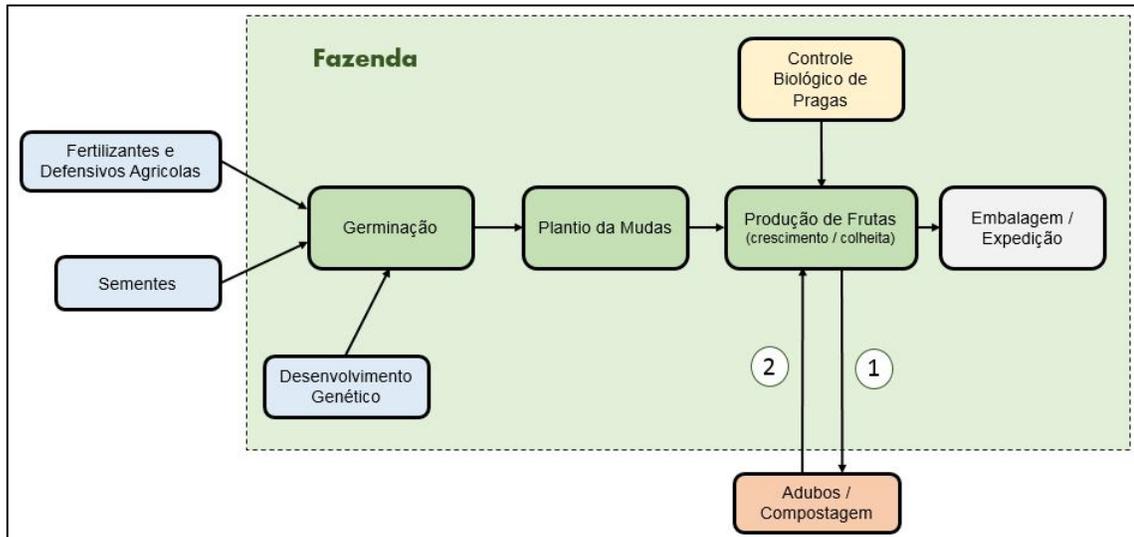
A visitada foi realizada em março de 2018, na Fazenda Agrícola Icapuí, localizada no município de Icapuí-CE. A fazenda pertence a um grupo agrícola que se configura como o maior produtor de melões e melancias do Brasil.

Para proceder a análise dos dados coletados na pesquisa, registrados no diário de campo, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011), tendo-se como categorias analíticas de referência os princípios da economia circular, descritos no referencial teórico. Com o prosseguimento da pesquisa, tal processo será refinado e pretende-se utilizar o software Atlas/ti como apoio à análise dos dados, tendo em vista a grande quantidade de informações que se pretende coletar em toda a cadeia de suprimento de frutas frescas.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para o atendimento aos objetivos traçados, buscou-se inicialmente entender todo o processo de produção das frutas produzidas na fazenda, especialmente o melão. Identificou-se, então, que o processo em si compreende a preparação das sementes para germinação, germinação das sementes em estufas, gerando as mudas, plantio das mudas, colheita e preparação e acondicionamento (embalagens) para os embarques, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1: Processo de produção das frutas na fazenda**



Fonte: Elaboração dos autores (2018).

Paralelamente ao processo de produção propriamente dito, foram identificadas algumas atividades que se configuram como muito importantes, conforme será relatado posteriormente.

Na primeira etapa do processo, que é a preparação das sementes, ressalta-se que essas sementes são obtidas a partir de grandes empresas fornecedoras de sementes, como a Bayer e a Monsanto. Entretanto, a empresa tem investido, por meio de uma subsidiária, no desenvolvimento genético de sementes, algo que não foi relatado com maiores detalhes pelo entrevistado.

Na preparação de sementes utiliza-se água para lavar os tabuleiros onde são depositadas as sementes, que posteriormente transformam-se em mudas. A germinação, se executada no padrão de temperatura e umidade especificado pelos fornecedores de sementes, resulta numa eficiência de germinação entre 92% e 98%, ou seja, há ainda espaço para melhoria da eficiência do processo de germinação. Cada tabuleiro tem capacidade para 200 mudas. Como são reaproveitados, após o uso os tabuleiros devem passar por um processo de lavagem e higienização, a fim de eliminar qualquer tipo de praga ou contaminação biológica que possa ocorrer no processo. Este processo de lavagem é feito com água pressurizada e aditivos orgânicos neutralizadores (desinfetantes e bactericidas), e após a lavagem, a água é descartada e não é reutilizada. Observa-se, então, que nessa primeira etapa do processo (preparação das sementes), dois princípios da economia circular (EMF, 2018; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016) poderiam ser aplicados: o princípio da redução, a partir do aumento da eficiência da germinação; e o princípio da reutilização, aplicado a um insumo tão importante, que é a água. A água descartada poderia ser destinada para utilização em áreas como banheiros (descargas), ou para outros tipos de lavagens. Outra opção seria o tratamento da água, que funcionaria como um tipo de reciclagem, fechando a possibilidade de implantação dos princípios 3R nessa etapa do processo. Nesse último caso, evidentemente teria de ser feita uma avaliação de custos e estudo de viabilidade.

A Figura 1 mostra, também, que a empresa adquire de fornecedores externos os defensivos agrícolas e fertilizantes utilizados no processo. Entretanto, a empresa tem investido fortemente no desenvolvimento do controle biológico de pragas, por meio de uma empresa subsidiária do mesmo grupo, o que faz com que o consumo de defensivos químicos esteja diminuindo a uma taxa de 6% ao ano, em média, tendo como consequência o fato de, atualmente, o uso de defensivos estar numa proporção de 40% de orgânicos e 60% de químicos.

Como exemplo, foi citado o uso de insetos de origem africana no combate à chamada “mosca minadora”. Essa redução do consumo de químicos e substituição por controle biológico configura a aplicação do princípio da redução (EMF, 2018) e uma diminuição dos impactos ambientais associados à atividade, destacados por Banterle, Cereda e Fritz (2013).

Após o fornecimento e uso das sementes e defensivos agrícolas, os quais em alguns casos são dos mesmos fornecedores, todos os resíduos, tais como as embalagens (sacos no caso de sementes e galões no caso dos defensivos agrícolas e fertilizantes), são devolvidos aos seus fabricantes ou destinados ao descarte em locais corretos, por conterem resíduos químicos. Por serem resíduos que contém algum tipo de substância que pode ser contaminante, a reciclagem pode apenas ser feita por entidades capacitadas. De acordo com Cometti (2009), a Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 7.802/1989, alterada pela Lei nº 9.974/2000), divide responsabilidades a todos os agentes atuantes na produção agrícola do Brasil, ou seja, agricultores, canais de distribuição, indústria e poder público, pelo recolhimento e destinação final das embalagens. Assim, observa-se também a aplicação do princípio da reciclagem (FENG; YAN, 2007) nessa etapa.

Após a germinação as mudas são levadas para a estufa, ficando alguns dias, a depender do tipo de fruta (8 dias para o melão, 25 dias para o mamão). Na estufa é feita irrigação por aspersão, processo controlado por computador, o que garante uma maior eficiência no uso da água. Os fertilizantes utilizados nessa fase entram junto com a água usada na irrigação por aspersão. As mudas geradas tanto podem ser utilizadas para a produção de frutas na própria empresa, como podem ser vendidas para outros produtores de frutas.

A etapa seguinte do processo, que é o plantio, crescimento e colheita das frutas, é aquela em que há maior utilização da mão de obra e também de outros recursos, como tratores e colheitadeiras, por exemplo. O modelo de produção é irrigado e, conta da estabilidade climática da região em que estão concentradas as fazendas da empresa, não existe sazonalidade de produção em função das estações do ano, mas sim em função da demanda do mercado. A irrigação é realizada por aspersores de gotejamento, tecnologia desenvolvida para minimizar o consumo de água, configurando o princípio da redução (EMF, 2018; GHISSELINI, CIALANI; ULGIATI, 2016).

A questão da disponibilidade da água é um fator crítico e, por conta disso, o sistema de extração de água de poços profundos é a solução utilizada. Todos estes poços são monitorados de forma a se ter o controle do fornecimento, respeitando o tempo de regeneração do nível de água. Para que não haja irregularidades no fornecimento de água, a mesma é estocada em bolsas térmicas, nas quais a água não tem contato com o meio, evitando desperdício por evaporação ou penetração no solo. Essas bolsas de estocagem são flexíveis e passam o tempo todo variando de volume em função da utilização da água e do seu reabastecimento. Toda água que sai dos reservatórios (bolsas) é tratada e destinada a utilização na produção.

Nessa etapa existe uma forte sinergia com a unidade de compostagem, que também pertence ao grupo, mas está alocada fora da área da fazenda de plantio, no mesmo município, a qual fornece os adubos orgânicos para as fazendas.

A unidade de compostagem recebe todos os rejeitos orgânicos das fazendas de produção de frutas e, também, das fazendas de pecuária bovina do mesmo grupo, incluindo material de corte e poda das plantas, frutas que não se desenvolveram ou que precisam ser descartados, restos de plantas que já finalizaram seu ciclo produtivo e que precisam ser cortadas para dar espaço a um novo ciclo, além de esterco dos animais. A propósito, as frutas que seriam descartadas e podas de planta também servem como alimento para os animais das unidades de pecuária da empresa. Nessa unidade de compostagem produz-se o chamado adubo de fundição, formado a partir dos resíduos supracitados e de água. O ciclo de produção do adubo demora cerca de 70 dias. O adubo de fundição é usado na proporção de 6 toneladas por hectare. O uso

de restos de plantas e frutas e do esterco do gado para a produção de adubo configura-se como aplicação do princípio de reutilização (EMF, 2018; GHISSELINI, CIALANI; ULGIATI, 2016). Adicionalmente, esse fluxo combinado que existe entre a fazenda e a unidade de compostagem, no qual a fazenda fornece os resíduos citados como insumo para a unidade de compostagem, e a unidade de compostagem fornece o adubo de fundação para a fazenda (ver setas 1 e 2 da figura 1), caracteriza-se como um processo de simbiose industrial que, de acordo com Chertow (2007), ocorre quando as empresas usam mutuamente os resíduos de cada uma como recursos.

Além da sinergia com a unidade de compostagem supracitada e das aplicações dos princípios da economia circular já relatadas, outras sinergias e fluxos de troca são percebidos nas diferentes etapas do processo de produção anteriormente relatadas. Por exemplo, destaca-se a reutilização (de 2 a 3 vezes) da manta feita com material biodegradável, que serve como cobertura do solo, aplicada nas diferentes “faixas” de plantio, sobre o solo, o que protege o solo de agentes contaminantes externos. Posteriormente, quando não pode mais ser reutilizado, esse material é recolhido juntamente com os restos de plantas, sendo destinado à unidade de compostagem e, assim, tornando-se parte do adubo de fundação.

As plantas dos diferentes tipos de frutos têm uma vida útil estimada média de 4 a 5 ciclos de produção, quando passam a produzir frutos com qualidade inferior à exigida pelo mercado consumidor e, com isso, essas plantas são recolhidas (cortadas) juntamente com os frutos que não atingiram a maturação. Após o corte esses materiais (restos de plantas e frutos) são pré-selecionados, sendo parte destinada para alimentação do gado, e parte destinada para a unidade de compostagem.

A última etapa do processo é composta das atividades de embalagem (*packing*) e expedição, na qual o produto final, a fruta, passa por toda preparação para ser destinada à comercialização e consumo. Neste setor da fazenda as frutas são lavadas, selecionadas manualmente, encaixotadas em caixas de papelão, paletizadas, condicionadas sob refrigeração conforme o destino do produto, que pode ser o mercado interno ou externo, e despachadas em containers.

As caixas utilizadas para embalagem são compradas de diferentes fornecedores, sendo comum o uso de materiais reciclados em sua composição. No processo de encaixotamento, as perdas e geração de resíduo não chegam a 0,2% do material que é utilizado, segundo informado pelo gestor da fazenda. Porém, neste setor as frutas passam por 2 outros processos que geram resíduos. O primeiro deles é no momento em que as plantas são lavadas com água: Nesse ponto, um grande volume hídrico é utilizado para lavagem, em seguida vindo a secagem, aplicação de fungicida, nova secagem, seguindo para as esteiras de embalagem. Ao final, esta água é descartada e não retorna ao processo. Esse desperdício poderia ter o mesmo destino do resíduo da lavagem dos tabuleiros de plantio de sementes, já descrito anteriormente. E o segundo, o processo que ocorre no laboratório de controle de qualidade do produto: A fruta passa por teste de sabor, teor de açúcar e outros mais, e caso não seja aprovada, será descartada da produção. Nesse caso, todo o lote da amostra testada precisa ser descartado como resíduo, o qual é destinado para a alimentação do gado.

Em todas as etapas do processo produtivo aqui relatadas há consumo de energia elétrica, principalmente no bombeamento da água dos poços para a armazenagem (bolsas térmicas) e destas para os diversos pontos de irrigação. Tal energia é consumida diretamente da rede de distribuição da concessionária, representando parte importante dos custos de produção, apesar de a tarifa, por se tratar de propriedade rural, ser menor do que a cobrada de consumidores industriais e residenciais. Por outro lado, essa mesma água utilizada no processo, que demanda energia para seu bombeamento, não é reaproveitada em nenhuma etapa do processo. Nesse sentido, percebe-se o potencial de utilização de alguns princípios da economia circular (GHISSELINI, CIALANI; ULGIATI, 2016) que potencialmente contribuiriam para a

minimização do consumo de água e de energia elétrica: (1) o princípio da reutilização e/ou reciclagem, para o reaproveitamento de águas residuais, a depender da finalidade; (2) e o princípio da renovação (energias renováveis) pois, como as fazendas estão localizadas em áreas que possuem altos índices de insolação durante boa parte do ano, a empresa poderia investir na geração própria de energia, com a implantação de parques de geração de energia solar em suas propriedades.

A partir de todas as observações realizadas durante a visita à fazenda e das respostas aos questionamentos dirigidos ao gerente da mesma, pode-se afirmar que os principais resíduos do processo de produção das frutas, considerando apenas as atividades realizadas nas fazendas, são a água (em diferentes etapas do processo), as frutas “fora de padrão”, padrão este verificado na colheita e no controle de qualidade, e os restos de plantas. A aplicação de alguns princípios da economia circular já tem contribuído para a minimização dos resíduos, entretanto, há potencial para a aplicação de outros princípios replicação de alguns já aplicados.

Considerando-se o exposto, apresenta-se no Quadro 2 os princípios da economia circular que já são aplicados em diferentes etapas do processo de produção das frutas, identificados a partir da pesquisa de campo, bem como aqueles em que se percebe um potencial de aplicação sem que haja grandes mudanças no processo produtivo atualmente aplicado.

**Quadro 2 – Identificação dos princípios da economia circular atualmente aplicados e com potencial de aplicação no processo de produção de frutas frescas**

<b>Princípios Aplicados</b>	<b>Descrição</b>
Redução	Redução do consumo de defensivos agrícolas químicos e substituição por controle biológico de pragas. Irrigação realizada com uso de aspersores de gotejamento.
Reutilização (Reuso)	Restos de plantas e frutos são utilizados para alimentação do gado e/ou para produção de adubo de fundação. Reutilização da manta de cobertura do solo.
Reciclagem	As embalagens de sementes, defensivos agrícolas e fertilizantes são devolvidas aos seus fabricantes. Uso de material reciclado na composição das embalagens (caixas de papelão) das frutas.
<b>Princípios com Potencial de Aplicação</b>	<b>Descrição</b>
Redução	Melhoria da eficiência da germinação de sementes. Diminuição do consumo de energia caso houvesse o reaproveitamento de água.
Reutilização (Reuso)	Reutilização de água utilizada em diferentes etapas do processo que seja livre de contaminantes.
Reciclagem	Reutilização de água utilizada em diferentes etapas do processo que contenha contaminantes.
Renovação	Implantação de parques de geração própria de energia a partir da fonte solar.

Fonte: Elaboração dos autores.

Entende-se que no caso estudado, que se restringe a apenas um elo da cadeia de suprimento de frutas frescas, existem diversas atividades do processo produtivo que podem gerar resíduos, que se configuram como perdas (PARFITT et al., 2010), especialmente a água, por se tratar de um processo com uso intensivo desse recurso (agricultura irrigada). Entretanto, a empresa pesquisada, até por possuir unidades de produção que contemplam atividades complementares à produção de frutas propriamente dita (pecuária bovina, compostagem), tem adotado alguns princípios da economia circular, o que vem contribuindo para uma menor geração de resíduos. Entretanto, há oportunidades para uma expansão da adoção da lógica do modelo circular de produção nesse elo da cadeia de suprimento, o que certamente contribuirá para a minimização dos resíduos. Com a continuidade da pesquisa, que envolverá outras

empresas da agricultura e também organizações do varejo, será possível avaliar a existência de perdas e desperdícios em toda a cadeia, até a chegada das frutas nos pontos em que o consumidor final tem acesso às mesmas e, a partir disso, será possível, também, proceder uma avaliação de como a aplicação dos princípios da economia circular pode contribuir para a minimização de resíduos em toda a cadeia.

## **6. CONCLUSÃO**

O setor de produção de alimentos pode ser considerado um dos mais importantes para a adoção de práticas sustentáveis e, ao mesmo tempo, as perdas e desperdícios que ocorrem em toda a cadeia de suprimentos constitui um problema de ordem mundial.

O Brasil possui grande destaque na produção de alimentos no mundo e a agricultura brasileira é fortemente demandante de água, o que se torna mais crítico quando se aborda a produção no semiárido brasileiro, que historicamente sofre com a escassez hídrica. Nesse mesmo semiárido está concentrada a produção de muitas frutas que se destacam nas exportações, incluindo manga, melão, melancia e mamão.

Atuar para reduzir o desperdício de alimentos e dos insumos utilizados na produção, incentivar a população a praticar hábitos alimentares mais saudáveis de forma adequada e promover a melhoria da qualidade de vida das pessoas, torna-se hoje uma estratégia fundamental para garantir a sustentabilidade do planeta.

Nesse contexto, entende-se que a adoção de modelos circulares de produção e a aplicação dos princípios da economia circular podem contribuir para a diminuição de perdas e desperdícios na produção e consumo de alimentos. Assim sendo, o presente artigo tem o objetivo de analisar como os princípios da Economia Circular podem ser aplicados às fazendas de produção de frutas frescas no Nordeste brasileiro, de modo a minimizar a geração de resíduos na cadeia.

Para tal, realizou-se um estudo de caso único em uma fazenda de produção de diversas frutas, sendo a produção de melão o principal foco, tendo em vista se tratar do produto para exportação que é responsável pela maior parte do faturamento da empresa. A pesquisa de campo realizada se caracterizou em uma visita técnica, na qual, para a realização da coleta de dados, foi utilizado um roteiro preliminar de entrevista, contendo algumas questões-chave, bem como um roteiro de observações, os quais serviram de referência para o diálogo com o principal gestor da fazenda e as observações no campo.

Como resultado, pode-se afirmar que os principais resíduos do processo de produção das frutas, considerando apenas as atividades realizadas nas fazendas, são a água (em diferentes etapas do processo), as frutas “fora de padrão”, padrão este verificado na colheita e no controle de qualidade, e os restos de plantas.

Adicionalmente, destaca-se que a aplicação de alguns princípios da economia circular (redução, reutilização e reciclagem) já tem contribuído para a minimização dos resíduos durante o processo. Entretanto, há potencial para a aplicação de outros princípios, tais como a renovação, com o investimento para geração de energia a partir de fontes renováveis (energia solar), bem como a replicação de alguns já princípios aplicados, tais como a redução, a reutilização e a reciclagem, especialmente com foco na redução do consumo de água e reutilização/reciclagem da mesma para uso em outras etapas do processo de produção.

Com a continuidade da pesquisa, que envolverá outras empresas da agricultura e também organizações do varejo, será possível avaliar a existência de perdas e desperdícios em toda a cadeia e, a partir disso, avaliar de forma mais precisa como a aplicação dos princípios da economia circular pode contribuir para a minimização de resíduos em toda a cadeia de suprimento de frutas frescas.

## REFERÊNCIAS

- AGROSTAT. **Estatísticas do comércio exterior do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em: 14 de Jul. 2018.
- ASCHEMANN-WITZEL, Jessica et al. Key characteristics and success factors of supply chain initiatives tackling consumer-related food waste – A multiple case study. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 155, p.33-45, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.173>.
- BATISTA, Luciano; SAES, Sylva; FOUTO, Nuno. Sustainability of food supply chains – mapping food waste and by-product synergies. Paper presented to: 20th Logistics Research Network (LRN) Annual Conference and PhD Workshop, University of Derby, 09 - 11 September 2015.
- BANTERLE, Alessandro; CEREDA, Eleonora; FRITZ, Melanie. Labelling and sustainability in food supply networks. **British Food Journal**, [s.l.], v. 115, n. 5, p.769-783, 10 maio 2013. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/00070701311331544>.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BESIO, Cristina; PRONZINI, Andrea. Morality, Ethics, and Values Outside and Inside Organizations: An Example of the Discourse on Climate Change. **Journal of Business Ethics**, [s.l.], v. 119, n. 3, p.287-300, 3 fev. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-013-1641-2>.
- BRENNAN, Geraldine; TENNANT, Mike; BLOMSMA, Fenna. Business and production solutions: closing the loop in. In: Kopnina, H., Shoreman-Ouimet, E. (Eds.), **Sustainability: Key Issues**. EarthScan. Routledge, p. 219 - 239, 2015.
- CARVALHO, F. C. **Avaliação de perdas pós-colheita de hortigranjeiros no estado de São Paulo**. São Paulo: IEA. 46p, 1992.
- COMETTI, J. L. S. **Logística reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil: um caminho sustentável?** 159 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- COMISSÃO EUROPÉIA. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. **Closing the Loop - an EU Action Plan for the Circular Economy**, COM(2015) 614 final, European Commission, Brussels, 2 dezembro 2015.
- CHERTOW, M. R. “Uncovering” Industrial Symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.
- DOSSA, Zahir; KAEUFER, Katrin. Understanding Sustainability Innovations Through Positive Ethical Networks. **Journal of Business Ethics**, [s.l.], v. 119, n. 4, p.543-559, 7 ago. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-013-1834-8>.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the Circular Economy**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Vol. 3. Acesso em 20 de Dez. de 2017.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Rumo à Economia Circular: o racional de negócio para acelerar a transição**. Disponível em [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular\\_Updated\\_08-12-15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf) Acesso em 21 Jun. 2018.
- FOCO EM ALIMENTAÇÃO [FEA], 2018. **Desperdício de Alimentos na Colheita**. Disponível em: <https://alimentacaoemfoco.org.br/desperdicio-alimentos-na-colheita/>. Acesso em: 14 de Jul. 2018.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2011). **Global Food Losses and Food Waste - Extent, Causes and Prevention**. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>. Acesso dia 14 de Julho de 2017.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2013). **Urgent collaboration required on food wastage**. Recuperado de <http://www.fao.org/news/story/en/item/202914/icode/>. Acesso dia 12 de Julho de 2017.

FENG, Z.; YAN, N. Putting a circular economy into practice in China. **Sustain. Sci.** 2007

GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 114, p.11-32, fev. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

HENZ, Gilmar Paulo; PORPINO, Gustavo. Food losses and waste: how Brazil is facing this global challenge?. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 35, n. 4, p.472-482, out. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620170402>.

HISLOP, H., HILL, J. **Reinventing the wheel: a circular economy for resource security**. Publicado por Green Alliance, Outubro, 2011.

LÉON-BRAVO, V.; CANIATO, F. Sustainability assessment in the fresh fruit and vegetables supply chain. In: 24<sup>th</sup> European Operations Management Association International Conference, 2017, Edinburg, Scotland. **24<sup>th</sup> EurOMA Conference Proceedings**. Brussels: EurOMA, 2017.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards Circular Economy implementation: A comprehensive review in a context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 115, pp. 36-51, 2016.

PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. **Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences**, [s.l.], v. 365, n. 1554, p.3065-3081, 16 ago. 2010. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>.

PORPINO, Gustavo. Household Food Waste Behavior: Avenues for Future Research. **Journal of The Association for Consumer Research**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.41-51, jan. 2016. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/684528>.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, p.341-345, 2003.

SCHNEIDER, Anselm. Reflexivity in Sustainability Accounting and Management: Transcending the Economic Focus of Corporate Sustainability. **Journal of Business Ethics**, [s.l.], v. 127, n. 3, p.525-536, 24 jan. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-014-2058-2>.

STAHEL, Walter R. The circular economy. **Nature**, [s.l.], v. 531, n. 7595, p.435-438, 23 mar. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/531435a>.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE), Disponível em [http://sudene.gov.br/images/arquivos/semiario/arquivos/Rela%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Munic%C3%ADpios\\_Semi%C3%A1rido.pdf](http://sudene.gov.br/images/arquivos/semiario/arquivos/Rela%C3%A7%C3%A3o_de_Munic%C3%ADpios_Semi%C3%A1rido.pdf) Acesso em 04 de Ago. de 2018.

TORRES, Elizabeth A. F. da S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Cienc. Tecnolol. Aliment**, v. 20, n. 2, p. 145-150, maio/ago. 2000.