

Utilização da borra de café em compostagem: uma proposta de framework teórico

SÉRGIO ALMEIDA MIGOWSKI

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS)

JAQUELINE RODRIGUES

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS)

MARCELO LUIZ PEREIRA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS)

PRISCILA WACHS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS)

Agradecimento à órgão de fomento:

Não se aplica.

UTILIZAÇÃO DA BORRA DE CAFÉ EM COMPOSTAGEM: UMA PROPOSTA DE *FRAMEWORK* TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente sempre foi a fonte para o ser humano se desenvolver e manter-se desde a antiguidade. E, apesar de os recursos naturais serem limitados, o avanço da ocupação humana vem trazendo desequilíbrio ao meio ambiente. Os indivíduos consomem cada vez mais, fazendo com que as indústrias utilizem mais recursos, com reflexos no aumento da geração de resíduos (DIAS, 2019). Por outro lado, parte da sociedade vem ampliando sua conscientização ambiental ao longo da segunda metade do século XX, desencadeando um grande número de normas e regulamentos internacionais. Ao mesmo tempo, surgiram inúmeros órgãos responsáveis por acompanhar a aplicação desses instrumentos legais, como secretarias e departamentos (DIAS, 2019).

É neste contexto que surge o conceito dos 3 R's da Sustentabilidade (PALLONE, 2008), proposto em 1992, na Agenda 21 da Organização das Nações Unidas (ONU). Ele surge para auxiliar no processo de conscientização de organizações e empresas, sendo considerado um conjunto de práticas capazes de minimizar o impacto ambiental causado pelo desperdício de materiais e produtos provenientes de recursos naturais. Além disso, colabora para poupar a natureza da extração inesgotável de recursos (REDUZIR..., 2020).

Os 3 R's são o resultado do esforço coletivo de milhares de pessoas e grupos ambientalistas que têm se engajado no esforço de buscar uma nova forma de viver baseada no desenvolvimento das relações humanas. Isso implica no respeito à natureza e na redução da dependência do aumento de consumo e valores materiais (ZACARIAS, 2000). Nesse tripé que compõe os 3 R's, a reciclagem é fundamental, pois trata resíduos como matéria prima a ser utilizada para a produção de novos materiais. Isso significa que os resíduos, antes ignorados e descartados, retornam ao processo produtivo graças à coleta seletiva (SILVA *et al.*, 2003).

Neste contexto, a separação correta dos resíduos para posterior reciclagem torna-se fundamental, ocorrendo graças à participação de diferentes atores. De um lado, a sociedade e, do outro, cooperativas de coleta seletiva, atuando de forma colaborativa, para que o processo de reciclagem funcione. Como consequência dessa parceria, tem-se a redução do lixo em aterros sanitários, o reaproveitamento e a reciclagem de matérias-primas, além da geração de renda e da inclusão social (JACOBI, 2006).

Outro importante conceito que pode contribuir para reduzir o desperdício por meio da reciclagem e reutilização de produtos é a economia circular através do melhor aproveitamento de matérias-primas (ILIĆ, M.; NIKOLIĆ, 2016). Ela considera fatores que podem reduzir o desperdício e acompanhar mais de perto o consumo de recursos, diminuindo a necessidade de novas matérias-primas, reutilizando materiais existentes e esta prática pode ser realizada repensando como o produto funciona em um circuito fechado (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018).

1.1 Problema de pesquisa e objetivo

Diante dos danos ambientais causados pelo descarte indevido de resíduos diversos, o presente estudo objetiva apresentar um *framework* teórico, baseado na economia circular, que auxilie no aproveitamento da borra de café como base da compostagem para a geração de adubo em hortas localizadas em comunidades carentes. Como se trata de um resíduo gerado diariamente por residências e empresas, poderá servir, como projeto-piloto, para o aproveitamento de outros resíduos, cujo potencial de aproveitamento possa estar sendo

ignorado pelos diversos atores. Através do *framework* teórico proposto, novas formas de interação entre sociedade, empresas, coletores autônomos de resíduos e cooperativas de coleta de resíduos poderão ser criadas, com recompensas diversas para os diversos atores envolvidos (GOVINDAN; HASANAGIC, 2018).

Nos próximos tópicos são apresentadas a fundamentação teórica, seguida pela discussão com a apresentação do *framework* teórico, conclusão e referências bibliográficas utilizadas no estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização da pesquisa bibliográfica, foram analisados estudos que tratavam de resíduos de café, compostagem, sustentabilidade, logística reversa e economia circular. Uma breve discussão dos principais conceitos foi usada para apoiar o *framework* teórico como instrumento capaz de auxiliar na implementação de uma cadeia de atores que colaborem para a utilização da borra de café como base para a compostagem e geração de adubo e, por consequência, na mitigação de seu descarte em aterros sanitários.

2.1 O café e seu resíduo: a borra

O volume de produção dos cafés do Brasil para a safra de 2020, somadas as espécies arábica e conilon, foi estimado em 61,62 milhões de sacas de 60kg, o que representa um aumento de 25% em relação à safra de 2019 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB), 2020). Esses números contribuem para se compreender a importância do papel do café ao longo da história do Brasil, sendo um dos principais meios de desenvolvimento econômico, social e político. O café vem sendo consumido em residências, restaurantes, lanchonetes e em organizações públicas e privadas e é usualmente preparado com o café arábica ou misturas dos cafés arábica e robusta (RAMALHO; SOARES, 2018).

De fato, o país vem ocupando a posição de maior produtor e exportador mundial de café, sendo o segundo em consumo, o que acaba gerando, por outro lado, uma grande quantidade de resíduos, dentre os quais a borra de café. Ela é gerada não só do preparo da bebida café, mas também do próprio processo de produção do café solúvel na indústria (MARQUET; NICHELE, 2020).

Em verdade, a quantidade de resíduos produzido revela-se como um problema ambiental. Estima-se que uma tonelada de grãos de café cru resulte em 650 kg de borra de café (CAMPOS-VEGA *et al.*, 2015). Apenas a produção de café solúvel e a preparação da bebida em cafeterias, restaurantes e preparos domésticos são responsáveis por uma produção anual em torno de 6 milhões de toneladas de borra de café no mundo (NGUYEN *et al.*, 2017).

Por outro lado, a borra de café é rica em compostos orgânicos, como ácidos graxos, cafeína, aminoácidos, taninos, polifenóis, minerais e polissacarídeos (CAMPOS-VEGA *et al.*, 2015; MATA; MARTINS; CAETANO, 2018). Sendo assim, pode ser utilizada de diversas maneiras. Pode ser como matéria-prima para produção de combustível para a indústria devido ao alto poder calorífico (5000 kcal/kg); para a produção de etanol e de bebida destilada com aroma de café; como matéria prima para a compostagem (BALLESTEROS; TEIXEIRA; MUSSATTO, 2014), como biossorventes; na produção de enzimas (MARTINEZ-SAEZ *et al.*, 2017); e também como substrato para obter corantes e ácidos orgânicos (JUNG *et al.*, 2016). Diante de tantas alternativas capazes de evitar o descarte e dar um destino ambiental adequado, notadamente na borra de café gerada nas residências, a próxima seção trata do tema compostagem.

2.2 Compostagem

A compostagem ocorre através de um processo controlado de decomposição aeróbia e exotérmica da substância orgânica biodegradável, graças à ação de microrganismos autóctones. Neste processo, após a liberação de gás carbônico e vapor de água, é gerado um produto estável e rico em matéria orgânica (HAMERSCHMIDT; OLIVEIRA, 2014).

Podem ser utilizados elementos diversos na compostagem. Desde lixo de jardim, passando por restos de legumes, verduras, frutas, filtros de borra de café a cascas de ovos e saquinhos de chá, galhos de poda, palha, flores de galho e cascas de árvores, papel de cozinha, caixas para ovos, jornal, palhas secas e grama (MARQUES *et al.*, 2017).

Dessa forma, a compostagem pode e deve ser percebida como uma alternativa viável para o tratamento de resíduos orgânicos, uma vez, graças a um processo biológico, microrganismos transformam a matéria orgânica em material semelhante ao solo (OLIVEIRA; AQUINO; CASTRO NETO, 2005). Sobretudo, a compostagem adquire maior importância, sobretudo para a sustentabilidade do meio ambiente, pois auxilia na diminuição do volume de resíduos sólidos descartados em aterros sanitários, além de aumentar a produção de adubos para a agricultura, reduzindo, inclusive, os seus custos com adubação (BEHLING *et al.*, 2011).

2.3 Sustentabilidade

De acordo com Delbono (2016), sustentabilidade remete ao pensamento de equilíbrio, atuando com práticas que levem a construção de uma sociedade justa e correta, mantendo a harmonia entre a qualidade de vida e o limite ambiental. E acrescenta que a sustentabilidade é obrigação de todos. Sendo assim, as empresas também devem zelar pelo meio ambiente (DELBONO, 2016).

Sustentabilidade é um termo originalmente relacionado a recursos renováveis. Por isso, vem sendo adotado por movimentos ambientais como um atributo desejado por quaisquer padrões de desenvolvimento sustentável (MACHADO; MATOS, 2020). Por essa razão, é necessário definir a relação entre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Para alguns autores, o desenvolvimento sustentável é considerado o caminho para se alcançar a sustentabilidade; ou a sustentabilidade é o processo para se atingir o desenvolvimento sustentável (SARTORI; LATRONICO; CAMPOS, 2014).

Outro conceito de sustentabilidade, este mais amplo, é estabelecido por Skorupa *et al.* (2012). Eles a definem como a capacidade de um sistema de se manter produtivo indefinidamente ao longo do tempo, o que leva à necessidade de conservação de seu capital natural (recursos naturais e serviços ambientais diversos) e humano (culturas, experiências, bem-estar).

Isso não significa que seja desconsiderada a dinamicidade dos sistemas, levando a ajustes ao longo do tempo, para que possam se manter de forma indefinida. Os ajustes consistem nas adaptações necessárias diante de eventuais alterações ambientais e às necessidades humanas, o que acaba por demandar avanços científicos e tecnológicos que possibilitem ampliar a capacidade de utilizar, recuperar e conservar os recursos disponíveis (SKORUPA *et al.*, 2012), respeitando o equilíbrio dos pilares social, ambiental e econômico (SAGAZ *et al.*, 2018).

A busca de tal equilíbrio perpassa pelos hábitos e comportamentos de consumo dos indivíduos (MONDINI *et al.*, 2018) de forma concomitante à relevância que os problemas ambientais vêm ganhando nas discussões de governos, empresas e sociedades (TEMUCIN; TUZCAYA, 2020). Especificamente, nas empresas, quase sempre inseridas em um ambiente altamente competitivo, os cuidados com a gestão de sua cadeia de suprimentos adquirem uma importância maior, pois ela permite à organização agregar valor para o cliente.

Como a cadeia de suprimentos é uma sequência de eventos destinada a satisfazer os consumidores (GECHEVSKI *et al.*, 2016), um destes eventos é chamado de logística reversa. Ela consiste no movimento que envolve o fim da vida, do uso ou o retorno de materiais, de forma a criar ou recapturar valor, ou ainda, dar o correto destino a tais materiais, a fim de evitar ou reduzir danos ambientais (GECHEVSKI *et al.*, 2016; TEMUCIN; TUZCAYA, 2020).

2.4 Logística Reversa

O conceito de logística reversa pode ser definido como o fluxo logístico que ocorre entre o ponto de consumo e o ponto de origem (LACERDA, 2002). Pode ser compreendida como o processo contrário ao da logística convencional (KRUPP; SILVA; VIEIRA, 2016). Este processo responsabiliza as empresas e estabelece uma integração de municípios na gestão do lixo (JOSE; CINTRA, 2017). Basicamente, a logística reversa consiste de todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e de materiais (GONÇALVES DIAS; TEODÓSIO, 2006), agregando valor ao retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo (LEITE, 2010).

Ela agrega valor aos resíduos ao possibilitar que produtos que se tornam obsoletos, danificados, ou que simplesmente param de funcionar, retornem à sua origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados (LACERDA, 2002). Basicamente, a logística reversa começa nos usuários finais (primeiros clientes), de quem são coletados (devolução produtos) para, em seguida, serem gerenciados por meio de diferentes decisões, incluindo a reciclagem (para ter mais matérias-primas ou peças-primas), remanufatura (para revendê-los para segundos mercados ou, se possível, aos primeiros clientes), reparando (para vender nos segundos mercados por meio de reparos) e, finalmente, descartando algumas peças usadas (GOVINDAN; SOLEIMANI; KANNAN, 2015). As empresas responsáveis pela comercialização de determinados produtos ficam responsáveis por comunicar o consumidor final sobre o descarte correto, assim como o recolhimento dos mesmos (JOSE; CINTRA, 2017).

Diversas são as razões que levam as empresas a implementar a logística reversa. Dentre elas, são apontadas (COUTO; LANGE, 2017; GECHEVSKI *et al.*, 2016):

- a) a legislação ambiental que, no caso brasileiro, incorporou o princípio da responsabilidade ampla do produtor na figura da responsabilidade compartilhada pelo ciclo do produto com o mecanismo da logística reversa através Lei n.º 12.305 de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos);
- b) benefícios econômicos graças ao uso de produtos que são retornados ao processo produtivo, ao invés dos altos custos envolvidos no descarte correto do lixo;
- c) o aumento da conscientização ambiental dos consumidores, o que implica na vantagem competitiva obtida graças à criação de uma imagem verde da organização;
- d) por razões competitivas, pela possibilidade da recaptura de valor e recuperação de ativos.

Os novos conceitos contidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos trazem à tona uma questão muito importante: a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, com atribuições individualizadas e encadeadas entre todos os elos do sistema produtivo, bem como com responsabilidades para o consumidor e o poder público (COUTO; LANGE, 2017). Portanto, a Lei exige que as empresas assumam o retorno de seus produtos descartados e cuidem da adequada destinação, ao final de seu ciclo de vida útil (JOSE; CINTRA, 2017).

Além dos produtos, a logística reversa também trata das embalagens que são utilizadas no transporte destes produtos (ADLMAIER; SELLITTO, 2007). Não por acaso, um dos setores que têm uma grande participação na geração destes resíduos é o supermercadista. Dentre os diversos resíduos gerados pelos supermercados, estão o plástico, o papelão, os paletes e os

resíduos orgânicos, provenientes das embalagens dos produtos (BRAGA JÚNIOR *et al.*, 2020). Contudo, o fluxo reverso, em sua complexidade, exige que o varejista esteja preparado para tomar decisões do que fazer com o produto retornado, baseando-se no que for mais lucrativo para a organização, ou estabelecido em contrato com fornecedores. Esta questão se torna um pouco mais complicada devido à dificuldade em prever os retornos (BRAGA JÚNIOR *et al.*, 2020).

Apesar das diversas vantagens na adoção da logística reversa, há barreiras que dificultam no uso mais eficiente: grandes variações no tempo, qualidade e quantidade de devoluções de produtos; falta de procedimentos formais de devolução de produtos; retornos de produtos atrasados, reduzindo seu valor de mercado; falta de competência local em inspeção, avaliação e armazenagem das devoluções; risco de canibalizar novos mercados de produtos; e falta de medição de desempenho sobre a eficiência do processo (SRIVASTAVA, 2008).

A participação da população e a criação de canais de comunicação são fatores de extrema importância para que os Sistemas de Logística Reversa operem de forma eficiente, pois, como em todo processo logístico, a economia de escala é um dos objetivos principais. Na primeira etapa dos Sistemas de Logística Reversa, o consumidor realiza a segregação na fonte e entrega os produtos pós-consumo para os sistemas. Portanto, a adesão da população garantirá que o sistema tenha quantidade de material suficiente para gerar economia de escala (COUTO; LANGE, 2017).

Além das barreiras descritas à logística reversa, outra variável deve ser levada em conta. Trata-se do consumidor e seu estilo de vida “pegue, faça, descarte”. Este modelo de economia linear de produção em massa e o consumo de massa está testando os limites físicos do planeta. É, portanto, insustentável e uma mudança em direção a uma economia circular parece ser inevitável (ESPOSITO; TSE; SOUFANI, 2018).

2.5 Economia Circular

Enquanto os paradigmas relacionados à sustentabilidade defendem fazer mais com menos, a economia circular implica em maximizar o uso. Nela, produtos, componentes e materiais são projetados para adicionar, recriar e preservar continuamente valor em todos os momentos. Do ponto de vista da economia circular, o desperdício de saída tem valor diferente de zero, uma vez que pode ser reciclado e regenerado para nova produção/consumo (LIN, 2020). É um conceito nascido na década de 70, que pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar), atualmente aplicado pela grande maioria das empresas, para a implantação de um modelo no qual todos os tipos de materiais são elaborados para circular de forma eficiente e serem recolocados na produção, sem perda da qualidade (AZEVEDO, 2015).

A economia circular é disruptiva, pois muda o atual modelo e força um repensar dos vários aspectos da produção e do consumo em toda a cadeia de produção e consumo. Isso acaba por alterar, por exemplo, a utilização de veículo por apenas uma unidade familiar, quando se sabe que, na maior parte do tempo, ele fica estacionado, ao invés de compartilhado com outros indivíduos (ESPOSITO; TSE; SOUFANI, 2018).

Basicamente, a economia circular está baseada nos seguintes elementos que acabam por dar-lhe uma certa similaridade com a gestão da cadeia de suprimentos e com a logística reversa. São eles a preservação e aumento do capital natural por gestão das reservas limitadas; a otimização da alocação de recursos por meio da circulação de produtos, componentes e materiais com a maior utilização ao longo do tempo em todos os estágios; e a promoção do desenvolvimento da eficiência do sistema, identificando fatores externos negativos, além do redesenho das atividades de produção (SEDIKOVA, 2019). Seu objetivo maior é a preservação do valor dos produtos consumidos, a fim de reduzir o impacto ambiental em toda a cadeia de suprimentos e a geração de externalidades negativas (BATTINI; BOGATAJ; CHOUDHARY,

2017; PATWA *et al.*, 2021). A economia circular, ao determinar a possibilidade de criação de produtos de ciclos múltiplos de uso, reduz a dependência em recursos ao mesmo tempo em que elimina o desperdício (AZEVEDO, 2015).

Além disso, ao contrário da reciclagem tradicional, na economia circular, os materiais devem ser recuperados primeiro para reutilização, renovação e reparo e, em seguida, para a remanufatura e, apenas mais tarde, para a utilização da matéria-prima. Nela, a combustão para geração de energia deve ser a penúltima opção enquanto o descarte em aterro é a última opção. Desta forma, a cadeia de valor do produto e o ciclo de vida retém o maior valor e qualidade possíveis e é tão eficiente quanto possível em termos de energia (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018).

Diante de tudo o que foi exposto, a economia circular e a logística reversa parecem ir na mesma direção, pois têm, em comum, como objetivo final, a minimização dos impactos ambientais através da reutilização de resíduos e da adoção de políticas de reciclagem. Além disso, ambas propõem a eco inovação para aumentar a eficiência e a produtividade (DIMITROVA; GALLUCCI, 2017). A Logística Reversa desempenha um papel fundamental na consolidação e na implantação da Economia Circular, fato este que tem lhe trazido uma atenção cada vez maior. No entanto, nem todas as atividades relacionadas à logística reversa dizem respeito à sustentabilidade e conseqüentemente, à economia circular. Ações como descarte e devoluções, dentre outras que não tangenciam o retorno de produtos para seus ciclos, estão atreladas ao foco empresarial e foram pensadas para gerar retornos ao mercado (GARCIA; KISSIMOTO, 2017).

Alguns princípios da economia circular podem potencializar a logística reversa na gestão da cadeia de suprimentos (BERNON; TJAHJONO; RIPANTI, 2018):

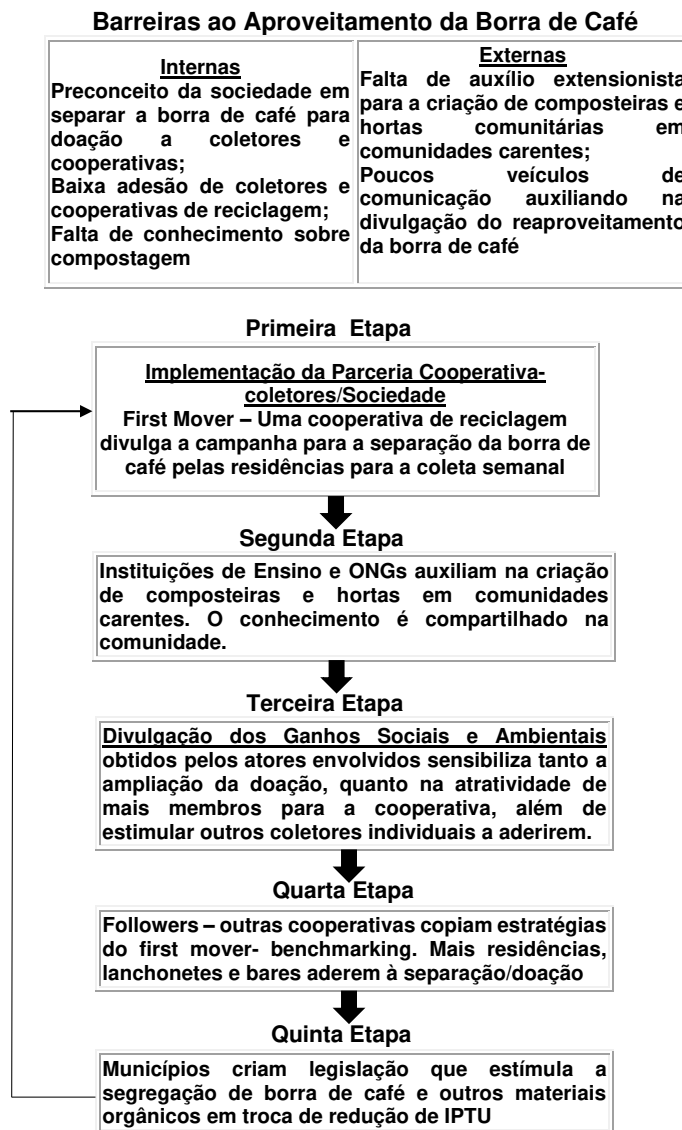
- a) princípio 1: Cascatas - visa incentivar recursos renováveis com potencial inovador para a criação de novos materiais, produtos químicos e processos. Desta forma, torna-se possível manter os materiais por mais tempo em circulação, convertendo-os em diferentes tipos de produtos ou materiais;
- b) princípio 2: Evitar resíduos - enfatiza o design ecológico dos produtos, a fim de facilitar a reciclagem no final da vida útil, permitindo a redução ou eliminação de resíduos;
- c) princípio 3: Otimização econômica - visa melhorar a produtividade do material, aumentando as capacidades de inovação, para que uma economia resiliente possa ser criada;
- d) princípio 4: Maximização do valor retido - visa criar sequências na cadeia de abastecimento linear, a fim de reter o valor do produto, aumentando habilidades de reciclagem em vez de aterramento;
- e) princípio 5: Minimização de vazamento - visa reorganizar a cadeia de produção industrial, a fim de identificar perdas críticas durante o ciclo de vida das atividades produtivas, avaliando qual solução poderia criar a melhor oportunidade de julgamento; e
- f) princípio 6: Consciência ambiental - visa promover as atitudes dos consumidores e das partes interessadas para a preservação dos recursos ambientais e a redução dos impactos ambientais.

3 DISCUSSÃO

Tendo como base os princípios da economia circular, foi elaborado o *framework* teórico (Figura 1) que auxilia na criação das condições para a correta segregação da borra de café pelos

diversos atores envolvidos na sua geração. Por isso, com base no princípio 1, possibilita-se o uso mais prolongado dos materiais gerados, mitigando, inclusive seu descarte em aterros sanitários, o que acaba por atender ao princípio 3 que visa a otimização econômica do resíduo. Sobretudo, atende-se ao princípio 6, ao envolver a mudança da atitude dos consumidores em relação ao descarte, bem como aos impactos ambientais gerados por cada membro da sociedade.

Figura 1 - *Framework* teórico: barreiras ao aproveitamento da borra de café



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, para que os princípios sejam colocados em prática, as diversas barreiras internas e externas devem ser vencidas. Para isso, sugere-se que uma cooperativa de reciclagem atue como um primeiro entrante (*first mover*) e, para tal, o ideal é que ela já atue como coleta de materiais recicláveis no município, o que significa que já tem um relacionamento estabelecido com os moradores dos bairros. Ao solicitar aos moradores que passem a reservar a borra de café, juntamente com o papel filtro, para a coleta semanal, explicam, em folhetos, o destino que lhe será dado. Com isso, a sociedade será capaz de compreender os benefícios alcançados com sua ajuda tanto pela geração de adubo através da compostagem para hortas comunitárias, quanto pela redução do material descartado em aterro sanitário.

Nesta fase, é muito importante que ocorra a colaboração dos veículos de comunicação, do ente público municipal e de supermercados, a fim de ampliar a divulgação do trabalho realizado. Como a compostagem leva aproximadamente 30 dias e não é de domínio público, torna-se fundamental a atividade extensionista de instituições de ensino, além de organizações não governamentais. Sua missão será a de explicar e mostrar como é feita a compostagem, além de fazer o mesmo em relação à implementação de hortas comunitárias.

Enquanto a primeira e a segunda etapas devem ocorrer de forma concomitante, a terceira etapa irá ocorrer apenas após a primeira colheita de verduras e legumes da horta comunitária. Espera-se que a produção possa gerar excedentes que serão comercializados pelos moradores da comunidade carente, o que significa que além de auxiliar na sua segurança alimentar, a horta poderá ser geradora de renda. Nesta etapa, é fundamental que sejam documentados o antes e o depois da implementação da composteira e da horta, bem como o quanto foi possível produzir. Tais dados, após divulgados, servirão de estímulo para a adesão de mais coletores à cooperativa que atuou como *first mover*, além de estimular a adesão de mais residências na separação e doação de borra de café.

A quarta etapa, resultante da ampla divulgação dos resultados alcançados e consolidados, tem, por finalidade, a atração de mais cooperativas e, além das residências, geradores de resíduos de café como bares e lanchonetes. As cooperativas que seguirão as práticas adotadas pela primeira entrante (*followers*), farão em função do benchmarking proporcionado por ela. Como elas não terão de criar todo o processo a partir do zero, copiarão as melhores práticas, o que irá melhorar a sua imagem junto à sociedade. Pela mesma razão, espera-se a adesão dos estabelecimentos comerciais.

A quinta etapa ocorre quando é mensurável, pelo gestor público, a melhoria das condições de vida das comunidades carentes. Além de alimentar-se melhor, o que leva à redução do adoecimento (custos e filas reduzidos na assistência), o aterro sanitário que é custeado por recursos municipais passa a ter ampliação de sua vida útil. Para estimular a adesão de mais moradores e estabelecimentos comerciais, poderá realizar pequenos descontos no imposto predial e territorial urbano (IPTU) para todos os que fizerem parte da ação. Uma forma de realizar o controle de quem está doando é através de um aplicativo colaborativo com geolocalização.

Os moradores e estabelecimentos comerciais adotam cooperativas e coletores individuais. Sempre que um destes fizer a coleta naquele endereço, confirma no aplicativo, o que irá gerar um relatório para controle do gestor público. Sugere-se que o controle ocorra pela frequência nas doações e não pela quantidade, uma vez que residências com poucos membros irão gerar menos borra de café e não devem ser penalizados em função disso.

4 CONCLUSÃO

Ao propor o *framework* teórico, espera-se criar as condições, para que a borra de café deixe de ser desprezada em aterros sanitários, passando por um processo de compostagem, o que auxilia em sua transformação para adubo. A mitigação das diversas barreiras que podem dificultar a segregação correta e sua doação para coletores de descartáveis e cooperativas de reciclagem poderá implicar na melhoria da qualidade de vida de comunidades carentes, tanto pela possibilidade de geração de renda, mas principalmente pela possibilidade de aumentar a sua segurança alimentar.

Dessa forma, este estudo tem relevância para a conservação ambiental, através dos princípios da economia circular, uma vez que otimiza a utilização dos resíduos do café, maximiza a vida útil de aterros sanitários e auxilia na criação de consciência ambiental de todos os atores da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ADLMAIER, D.; SELBITTO, M. A. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Production**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 395-406, 2007.
- AZEVEDO, J. L. A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO (CNEG), 9., 2015, Rio de Janeiro. **Transformação organizacional para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CNEG, 2015. p. 1-16.
- BALLESTEROS, L. F.; TEIXEIRA, J. A.; MUSSATTO, S. I. Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. **Food and Bioprocess Technology**, Nova York, v. 7, p. 3493-3503, 2014. DOI: 10.1007/s11947-014-1349-z.
- BATTINI, D.; BOGATAJ, M.; CHOUDHARY, A. Closed Loop Supply Chain (CLSC): economics, modelling, management and control. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 183, pt. B, p. 319-321, 2017.
- BEHLING, R. S.; RAMOS, A. A. B.; HAJAR, A. S.; FALCÃO, A. S.; SCHMIDTKE, F.; SILVA, J. R.; BERWANGER, L.; VEY, R.T.; FUNGUETTO, C. I. Compostagem como alternativa à disposição final de resíduos orgânicos domésticos e seu uso na horticultura. *In*: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 3., 2011, Cidade Anais [...]. Bagé: Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, 2011.
- BERNON, M.; TJAHJONO, B.; RIPANTI, E. F. Aligning retail reverse logistics practice with circular economy values: an exploratory framework. **Production Planning & Control**, Londres, v. 29, n. 6, p. 483-497, 2018. DOI: 10.1080/09537287.2018.1449266.
- BRAGA JÚNIOR, S. S.; JUNQUEIRA, K. T. S. D.; SILVA, D.; OLIVEIRA, S. C. Análise sobre a disposição para implementação da logística reversa no varejo supermercadista. **International Journal of Innovation**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 204-222, 2020. DOI: 10.5585/iji.v8i2.17699.
- CAMPOS-VEGA, R.; LOARCA-PIÑA, G.; VERGARA-CASTAÑEDA, H. A.; OOMAH, B. D. Spent coffee grounds: a review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 24-36, 2015. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.04.012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Safra 2020, Terceiro levantamento, Brasília, v. 6, n. 3, p. 1-54, 2020. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab_safra_2020n3.pdf. Acesso em: 13 abr. 2021.
- COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 889-898, 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017149403.
- DELBONO, B. F. **Responsabilidade social e ambiental**. Londrina: Educacional S.A., 2016.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2019.

DIMITROVA, V.; GALLUCCI, T. Reverse logistics and circular economy: working together? **Izvestia Journal of the Union of Scientists – Varna. Economic Sciences Series**, [S. l.], n. 2, p. 13-20, 2017.

ESPOSITO, M.; TSE, T.; SOUFANI, K. Introducing a circular economy: new thinking with new managerial and policy implications. **California Management Review**, Berkeley, v. 60, n. 3, p. 5-19, 2018. DOI: 10.1177/0008125618764691.

GARCIA, G. C.; KISSIMOTO, K. O. A relação entre economia circular e logística reversa: um estudo bibliométrico. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, DIDÁTICA E DE AÇÕES SOCIAIS, 7., 2017, São Bernardo do Campo. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo: FEI, 2017.

GECHEVSKI, D.; KOCHOV, A.; POPOVSKA-VASILEVSKA, S.; POLENAKOVIK, R.; DONEV, V. Reverse logistics and green logistics way to improving the environmental sustainability. **Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering**, Hunedoara, v. 9, n. 1, p. 63-70, 2016.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. S. Estrutura da cadeia reversa: "caminhos" e "descaminhos" da embalagem PET. **Production**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 429-441, 2006. DOI: 10.1590/S0103-65132006000300006.

GOVINDAN, K.; HASANAGIC, M. A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. **International Journal of Production Research**, Londres, v. 56, n. 1/2, p. 278-311, 2018. DOI: 10.1080/00207543.2017.1402141. Edição especial.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: a comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 240, n. 3, p. 603-626, 2015. DOI: 10.1016/j.ejor.2014.07.012.

HAMERSCHMIDT, I.; OLIVEIRA, S. **Alimentação saudável e sustentabilidade ambiental nas escolas do Paraná**. Curitiba: Instituto Emater, 2014.

ILIĆ, M.; NIKOLIĆ, M. Drivers for development of circular economy – a case study of Serbia. **Habitat International**, Amsterdam, v. 56, p. 191-200, 2016. DOI: 10.1016/j.habitatint.2016.06.003.

JACOBI, P. (org.). **Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil: inovação com inclusão social**. São Paulo: Editora Annablume, 2006.

JOSE, R. E.; CINTRA, T. B. Logística reversa aplicada no descarte consciente dos detritos produzidos pela sociedade. **Revista Metropolitana de Governança Corporativa**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 144-154, 2017.

JUNG, K. W.; CHOI, B. H.; HWANG, M.; JEONG, T.; AHN, K. Fabrication of granular activated carbons derived from spent coffee grounds by entrapment in calcium alginate beads

for adsorption of acid orange 7 and methylene blue. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 219, p. 185-195, 2016. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.07.098.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 143, p. 37-46, 2018. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041.

KRUPP, R.; SILVA, R. M.; VIEIRA, G. B. B. A logística reversa de pós-consumo: um estudo de caso na cooperativa Cootre de Esteio. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 6, n. 1, p., 2017. DOI: 10.5585/geas.v6i1.455.

LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **Revista Tecnológica**, São Paulo, n. 74, p. 46-50, 2002.

LEITE, P. R. Logística reversa de produtos não consumidos: práticas de empresas no Brasil. **GESTÃO.ORG – Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 3, n. 3, p. 214-229, 2010. DOI: 10.51359/1679-1827.2005.21579.

LIN, B. C. Sustainable growth: a circular economy perspective. **Journal of Economic Issues**, Londres, v. 54, n. 2, p. 465-471, 2020. DOI: 10.1080/00213624.2020.1752542.

MACHADO, D. Q.; MATOS, F. R. N. Reflexões sobre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: categorias polissêmicas. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 14-26, 2020. DOI: 10.18696/reunir.v10i3.771.

MARQUES, R.; BELLINI, E. M.; GONZALEZ, C. E. F.; XAVIER, C. R. Compostagem como ferramenta de aprendizagem para promover a educação ambiental no ensino de Ciências. *In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS*, 8., 2017, Curitiba. **As grandes consequências de cada atitude**. Curitiba: Instituto Venturi, 2017.

MARQUET, R. D. L.; NICHELE, A. G. Reaproveitamento da borra do café: possibilidades de vincular a temática ao ensino de Química. **ScientiaTec**, Bento Gonçalves, v. 7, n. 1, p. 220-235, 2020. DOI: 10.35819/scientiatec.v7i1.4136. Edição Especial.

MARTINEZ-SAEZ, N.; GARCÍA, A. T., PÉREZ, I. D.; REBOLLO-HERNANZ, M., MESÍAS, M.; MORALES, F. J.; MARTÍN-CABREJAS, M. A., CASTILLO, M. D. Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 216, p. 114-122, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.07.173. PMID: 27596399.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Bio-refinery approach for spent coffee grounds valorization. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 247, p. 1077-1084, 2018. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.106.

MONDINI, V. E. D.; BORGES, G. R.; MONDINI, L. C.; DREHER, M. T. Influência dos fatores consciência ambiental e hábitos de consumo sustentável sobre a intenção de compra de produtos ecológicos dos indivíduos. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Niterói, v. 12, n. 2, p. 117-129, 2018. DOI: 10.12712/rpca.v12i2.1178.

NGUYEN, Q. A.; CHO, E.; TRINH, L. T. P.; JEONG, J.; BAE, H. Development of an integrated process to produce D-mannose and bioethanol from coffee residue waste. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 244, n. 1, p. 1039-1048, 2017. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.169.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, Circular Técnica, n. 76, Cruz das Almas, dez. 2005. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128239/1/Compostagem-caseira-de-lixo-orgânico-doméstico.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

PALLONE, S. Resíduo eletrônico: redução, reutilização, reciclagem e recuperação. *In*: COMCIÊNCIA – REVISTA ELETRÔNICA DE JORNALISMO CIENTÍFICO. Campinas, 10 fev. 2008. Disponível em: <https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379>. Acesso em: 13 abr. 2021.

PATWA, N.; SEETHARAMAN, A.; ARORA, A.; AGRAWAL, R.; MANDALIA, H. Circular economy: bridging the gap in sustainable manufacturing. **The Journal of Developing Areas**, Nashville, v. 55, n. 1, p. 151-166, 2021. DOI: 10.1353/jda.2021.0012.

RAMALHO, M. E. O.; SOARES, N. M. Café e seus benefícios. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 285-292, 2018. DOI: 10.31510/infa.v15i1.356.

REDUZIR, reutilizar e reciclar: conhecendo os 3 R's. 2020. *In*: Piramidal. Santana de Panaíba, 21 jan. 2020. Disponível em: <https://www.piramidal.com.br/blog/economia-circular/3-rs-da-sustentabilidade/#>. Acesso em: 16 jan. 2021.

SAGAZ, S. M.; KNEIPP, J. M.; LUCIETTO, D. A.; MADRUGA, L. R. R. G. Dimensão social da sustentabilidade e saúde pública: um levantamento bibliométrico. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 73-91, 2018. DOI: 10.5585/rev.+gest.+sist..v7i2.410.

SARTORI, S.; LATRONICO, F.; CAMPOS, L. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-22, 2014. DOI: 10.1590/S1414-753X2014000100001.

SEDIKOVA, I. Development of conceptual principles of the circular economy. **Food Industry Economics (Online)**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 47-53, 2019. DOI: 10.15673/fie.v11i2.1394.

SILVA, E. M. T.; DONEL, F.; WOLLMANN, A. R.; CUELLAR, J. O. Planejamento como instrumento de implementação da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2003, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: ABEPRO, 2003. p. 1-105.

SKORUPA, L. A.; LIMA, H. P.; FERRAZ, J. M. G.; D'OLIVEIRA, M. V. Sistema de indicadores de sustentabilidade do manejo de florestas nativas na Amazônia (iMANEJO). *In*: SEMINÁRIO REDE DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA, 2012, Rio Branco. **Anais [...]**. Rio Branco: Embrapa Informática Agropecuária, 2012.

SRIVASTAVA, S. K. Network design for reverse logistics. **Omega**, Amsterdam, v. 36, n. 4, v. 36, n. 4, p. 535-548, 2008. DOI: 10.1016/j.omega.2006.11.012. Edição especial.

TEMUCIN, T.; TUZKAYA, G. A multi-objective reverse logistics network design model for after-sale services and a tabu search based methodology. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, [S. l.], v. 38, n. 4, p. 1-19, 2020. DOI:10.3233/JIFS-190431.

ZACARIAS, R. **Consumo, lixo e educação ambiental**: uma abordagem crítica. Juiz de Fora: FEME, 2000.