

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

ISABOR VIANA SANT'ANA MENDES

MACAÉ-RJ

2021

ISABOR VIANA SANT'ANA MENDES

ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Orientador(a): Dr. Adriano Henrique Ferrarez

Coorientador(a): Dr. José Augusto Ferreira da Silva

MACAÉ-RJ

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M538e Mendes, Isabor Viana Sant'Ana, 1993-.
Economia circular: propostas de políticas públicas / Isabor Viana Sant'Ana Mendes. — Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.
xv, 70 f.: il. color.

Orientador: Adriano Henrique Ferrarez, 1977-.
Coorientador: José Augusto Ferreira da Silva, 1970-.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.
Inclui referências.
Área de concentração: Sustentabilidade Regional.
Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

1. Ecologia industrial. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Política ambiental. I. Ferrarez, Adriano Henrique, 1977-, orient. II. Silva, José Augusto Ferreira da, 1970-, coorient. III. Título.

CDD 363.7

(23. ed.)

Dissertação intitulada **ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**, elaborada por Isabor Viana Sant'Ana Mendes e apresentada, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense, na área concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação.

Aprovado em: 18/08/2021

Banca Examinadora:



Adriano Henrique Ferrarez, Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa (UFV), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Orientador

Documento assinado digitalmente
Jose Augusto Ferreira da Silva
Data: 24/08/2021 19:26:32-0300
Verifique em <https://verificador.titi.br>

José Augusto Ferreira da Silva, Doutor em Geografia / Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Co-Orientador



Augusto Eduardo Miranda Pinto, Phd em Direitos Humanos / Universidade de Coimbra (UC), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)



Marlúcia Junger Lumberas, Doutora em Planejamento Regional e Gestão de Cidades / Universidade Candido Mendes (UCAM), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que com muito suor me criaram e até hoje me dão o suporte que preciso. E a todas as renúncias em prol do meu sucesso e crescimento.

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais, Laudete Viana Sant'Ana e Alexandre Mendes da Silva, e minha madrasta, Maria Luiza Alves (*in memoriam*) por sempre me apoiarem e acima de tudo pelos exemplos de vida. Aos meus irmãos, Savannah Viana Sant'Ana Mendes e Renzo Viana Sant'Ana Teixeira por entenderem as ausências, o menino não entendeu tanto assim, mas tudo bem. AMO DEMAIS VOCÊS.

Ao meu namorado Vitor, pela paciência incondicional, pelo carinho, amizade e amor, e aos seus pais, Maria e Valcenir, por me acolherem em sua residência com tanto afeto e a carinho, e apoio. TAMBÉM AMO VOCÊS.

Aos meus orientadores, sempre dispostos e pacientes com a construção deste trabalho.

Aos professores do PPEA pela condução exemplar de condução suas disciplinas, sempre dispostos de forma tão pacientes, prestativos e incentivadores.

Ao Instituto Federal Fluminense, pelo ensino gratuito e de qualidade.

A todos os colegas feitos nesse período enriquecedor de conhecimentos, pela amizade, sem a qual não seria possível seguir.

Enfim, agradeço a todas aquelas pessoas que torceram, incentivaram e que, diretamente ou indiretamente, contribuíram pela realização deste trabalho. MUITO OBRIGADA!

EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” (José de Alencar

LISTA DE FIGURAS

APRESENTAÇÃO	
Figura 1 – Comparação entre economia linear e economia circular.....	1
ARTIGO 1	
Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	4
Figura 2 – Quantidade de artigos por ano.....	12
Figura 3 – Distribuição dos artigos pelas revistas.....	13
Figura 4 – País de origem dos artigos.....	14
ARTIGO 2	
Figura 1 – Os princípios e oportunidades da economia circular.....	18
Figura 2 – O ciclo de vida do produto na economia linear e na economia circular.....	19
Figura 3 – Emissões evitadas por biocombustível em 2019 no Brasil.....	25
ARTIGO 3	
Figura 1 - Os princípios e oportunidades da economia circular.....	35
Figura 2 - Linha do tempo do ICMS Ecológico no estado do Rio de Janeiro.....	38
Figura 3 - Repasse de ICMS Ecológico aos municípios fluminenses de 2012 a 2021	41
Figura 4 - Percentual de municípios do estado do Rio de Janeiro com repasse R\$ 0,00 por critério do IFCA de 2012 a 2021 (10 anos)	42
Figura 5 - Círculo virtuoso entre o ICMS Ecológico e o IDHM	47

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 3	
Tabela 1 – Índices relativos que compõe o IFCA.....	39
Tabela 2 – Rankings de repasse de ICMS-Ecológico e IDHM dos municípios fluminenses.....	43
Tabela 3 – IFCA com a inserção do IrEC.....	47

LISTA DE SÍMBOLOS

N - Nitrogênio.....	9
P - Fósforo.....	9
K - Potássio	9

S – Enxofre.....	9
Ca – Cálcio.....	9
Mg – Magnésio.....	9
Na – Sódio.....	9
CO ₂ – Dióxido de carbono.....	9

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOGÁS – Associação Brasileira de Biogás

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ACV – Análise de Ciclo de Vida

ADE - Ato Declaratório de Embalagens

APP – Área de Proteção Permanente

BEA – *Back to Earth Alternatives*

CEPERJ - Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro

CHP - *Combined Heat e Power*

DA – Digestão anaeróbia

DH - Desenvolvimento Humano

DQO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EC – Economia Circular

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMF – *Ellen McArthur Foundantion*

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FBRER - Frente Brasil de Recuperação Energética de Resíduos

FEM – Fundação Ellen McArthur

FME - *Federal Ministry for the Environment*

GBC - *Green Building Council*

GEE - Gases do Efeito Estufa

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IEC – Índice de Economia Circular

IFCA - Índice Final de Conservação Ambiental
INEA - Instituto Estadual do Ambiente
IPTU - Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbano
IrAP - Índice Relativo de Áreas Protegidas
IrAPM - Índice Relativo de Áreas Protegidas Municipais
IrCA - Índice Relativo de Certificação Ambiental
IrCPE - Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos
IrCR - Índice Relativo de Compartilhamento de Recursos
IrDR - Índice Relativo de Destinação de Resíduos (IrDR)
IrEC - Índice Relativo de Economia Circular
IrLR - Índice Relativo de Logística Reversa
IrMA - Índice Relativo de Mananciais de Abastecimento
IrMRA - Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura
IrCR - Índice Relativo de Compartilhamento de Recursos
IrTE - Índice Relativo de Tratamento de Esgoto
IrRV - Índice Relativo de Remediação de Vazadouros (IrRV)
ISSQN - Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza
ISV - Imposto sobre Veículos
IVA - Imposto sobre o Valor Acrescentado
LCA – *Life-Cycle Assessment*
LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MATE - Ministério de Ambiente e Transição Energética de Portugal
MBRE - Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MMA - Ministério do Meio Ambiente
ODS - Objetivos para Desenvolvimento Sustentável
PAEC - Plano de Ação para a Economia Circular
PESCC - Programa de Incentivo aos Pólos de Economia Sustentável, Circular e Criativa
PNAPO - Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
PNMC - Política Nacional de Mudanças Climáticas
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPP - Princípio Poluidor-Pagador
PPR - Princípio do Protetor-Recebedor
PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RNC - Roteiro para a Neutralidade Carbônica

RPPN - Reservas Particulares do Patrimônio

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SEAS - Secretaria de Estado do Ambiente e de Sustentabilidade

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SGA - Sistemas de Gestão Ambiental

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

TCFA - Taxa de Controle Fiscal Ambiental

UE – União Europeia

WTC - *Waste-To-Chemicals*

WTE - *Waste-To-Energy*

ECONOMIA CIRCULAR: PROPOSTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

RESUMO

As preocupações com os impactos da economia linear no meio ambiente vêm despertando interesse pela economia circular. Este sistema prevê o desenvolvimento de uma sociedade restaurativa e regenerativa, em que a economia e o meio ambiente estejam em harmonia. É visto que a EC colabora para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável que tratam respectivamente dos padrões de produção e consumo sustentáveis, combate às mudanças climáticas, conservação dos recursos marinhos e terrestres. Diversos estudos tentaram identificar princípios da EC nas políticas públicas brasileiras, porém se limitaram ao estudo da logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Entretanto, a EC está relacionada a outros aspectos. Os objetivos desse trabalho foi: (i) realizar uma revisão de literatura sobre economia circular aplicada à sistemas produtivos com a produção de dados bibliométricos; (ii) avaliar as políticas públicas de incentivo à economia circular aplicadas a nível mundial e as iniciativas existentes na legislação brasileira; (iii) realizar um levantamento dos critérios atendidos pelos municípios do estado do Rio de Janeiro para o recebimento do ICMS Ecológico tendo por referência os últimos 10 anos (2012 – 2021); (iv) avaliar a relação entre os valores de ICMS Ecológico repassados e o IDHM dos municípios; e (v) propor a inclusão do critério de economia circular no cálculo do Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA) para os municípios fluminenses. Apesar de existir ações isoladas que mostrem um caminhar na direção da EC, ainda falta, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, uma regulação que sirva tanto de padrão a ser seguido quanto de incentivo para facilitar esta transição da economia. O ano com maior produção de artigos do tema foi o de 2017. Foi visto uma grande produção de artigos por países membros da União Europeia, principalmente a Itália. E o periódico de destaque foi o Journal of Cleaner Production. Portanto, torna-se de suma importância estudos sobre o tema. Verificou-se que 89% dos municípios não estão aptos a receber repasses advindos de dois dos seis índices relativos que compõem o IFCA atualmente (IrRV e IrMA). Observou-se relação entre os recursos recebidos do ICMS Ecológico e o IDHM. Foi proposta a alteração do IFCA, via projeto de lei, com a inclusão do Índice Relativo de Economia Circular (IrEC), composto por seis subíndices visando incentivar a transição da economia linear para a economia circular nos municípios fluminenses.

Palavras-chave: Economia circular. Políticas públicas. Sustentabilidade.

CIRCULAR ECONOMY: PUBLIC POLICIES PROPOSALS

ABSTRACT

Concerns about the impacts of the linear economy on the environment have been arousing interest in the circular economy. This system provides for the development of a restorative and regenerative society, in which the economy and the environment are in harmony. It is seen that EC collaborates to achieve sustainable development goals that deal respectively with sustainable production and consumption patterns, combating climate change, conserving marine and terrestrial resources. Several studies tried to identify CE principles in Brazilian public policies, but they were limited to the study of reverse logistics and the National Solid Waste Policy. However, CE is related to other aspects. The objectives of this work were: (i) to carry out a literature review on circular economy applied to productive systems with the production of bibliometric data; (ii) evaluate public policies to encourage the circular economy applied worldwide and existing initiatives in Brazilian legislation; (iii) carry out a survey of the criteria met by the municipalities of the state of Rio de Janeiro for receiving the Ecological ICMS based on the last 10 years (2012 – 2021); (iv) evaluate the relationship between the ICMS Ecological values transferred and the IDHM of the municipalities; and (v) propose the inclusion of the circular economy criterion in the calculation of the Final Index of Environmental Conservation (IFCA) for the municipalities of Rio de Janeiro. Although there are isolated actions that show a move towards CE, there is still a lack, especially in developing countries such as Brazil, of a regulation that serves both as a standard to be followed and as an incentive to facilitate this transition in the economy. The year with the highest production of articles on the topic was 2017. A large production of articles was seen by member countries of the European Union, mainly Italy. And the standout journal was the Journal of Cleaner Production. Therefore, studies on the subject are of paramount importance. It was found that 89% of the municipalities are not able to receive transfers from two of the six relative indices that currently make up the IFCA (IrRV and IrMA). There was a relationship between the resources received from the Ecological ICMS and the IDHM. It was proposed to change the IFCA, via a bill, with the inclusion of the Relative Index of Circular Economy (IrEC), composed of six sub-indices to encourage the transition from the linear economy to the circular economy in the municipalities of Rio de Janeiro.

Keywords: *Circular economy. Public policy. Sustainability.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	vii
LISTA DE ABREVITURAS E SIGLAS.....	viii
RESUMO.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	1
ARTIGO CIENTÍFICO 1: ECONOMIA CIRCULAR EM SISTEMAS PRODUTIVOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	03
RESUMO.....	03
1. INTRODUÇÃO.....	03
2. METODOLOGIA.....	05
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	05
3.1. Aplicação da economia circular em sistemas produtivos e seus impactos ambientais.....	05
3.2. Gráficos Bibliométricos.....	12
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
ARTIGO CIENTÍFICO 2: ECONOMIA CIRCULAR: UMA ANÁLISE DAS NORMATIVAS NO BRASIL.....	17
RESUMO.....	17
<i>ABSTRACT</i>	17
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1. Economia circular no mundo	20
2.1.1. China.....	20
2.1.2. União Europeia.....	21
2.1.2.1 Alemanha.....	21
2.1.2.2. Holanda.....	22
2.1.2.3. Portugal.....	22
3. METODOLOGIA.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Economia circular x Legislação ambiental brasileira.....	23

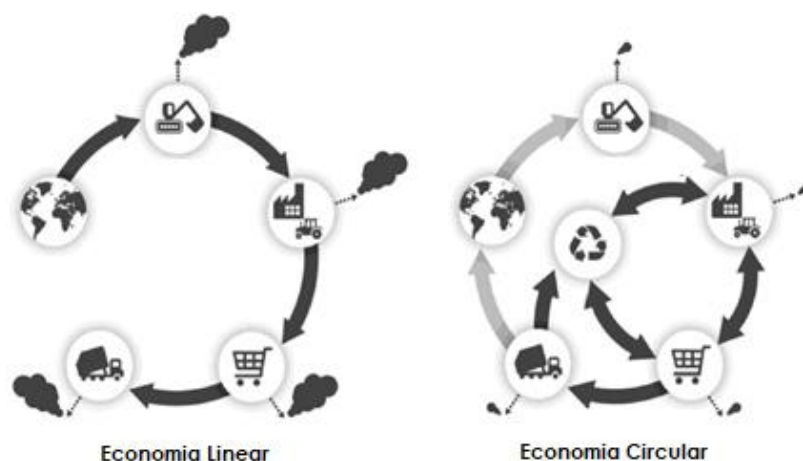
4.1.1. Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO).....	23
4.1.2. Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).....	24
4.1.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	25
4.1.4. Política Nacional de Biocombustíveis (RENOVABIO).....	27
4.1.5. Exemplos de políticas estaduais para a promoção dos princípios da economia circular.....	28
4.2. Outras iniciativas.....	29
4.2.1. Termo de compromisso para implementação de ações voltadas à economia circular e logística reversa de embalagens em geral.....	29
4.2.2. Frente Brasil de Recuperação Energética de Resíduos (FBRER) e o Princípio da eliminação de externalidades negativa.....	30
4.3. Uma proposta normativa de economia circular para o Brasil.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
ARTIGO CIENTÍFICO 3: ECONOMIA CIRCULAR COMO CRITÉRIO DA LEI DE ICMS ECOLÓGICO	38
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	38
1. INTRODUÇÃO.....	39
1.1. Impostos como forma de incentivo à transição para uma economia circular.....	41
1.2. ICMS no estado do Rio de Janeiro.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.1. Levantamentos.....	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.1. Total de recursos do ICMS ecológico repassados aos municípios fluminenses de 2012 a 2021 (10 anos)	45
3.2. Municípios que não atendem aos índices do atual IFCA para o recebimento dos recursos do ICMS ecológico	46
3.3. Relação entre os repasses do ICMS ecológico e IDHM dos municípios fluminenses.....	47
3.4. Inserção de critério de economia circular no cálculo do índice final de conservação ambiental (IFCA).....	51
3.5. Cálculo do IrEC.....	52
3.5.1. Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA).....	52
3.5.1.1. ISO 14000.....	52
3.5.1.2. LEED.....	53
3.5.1.3. Produtos Orgânicos (PO).....	53
3.5.2. Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura (IrMRA).....	54

3.5.3. Índice Relativo de Compartilhamento de Recursos (IrCR).....	55
3.5.4. Índice Relativo de Logística Reversa (IrLR).....	56
3.5.5. Índice Relativo de Remanufatura e Conservação (IrRC).....	58
3.5.6. Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE).....	59
3.6. Possibilidade de incentivos fiscais para a economia circular.....	59
3.7. Dificuldades para a implementação dos índices relativos de economia circular.....	60
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXO - PROPOSIÇÃO DE PROJETO DE LEI PARA INCLUSÃO DO SUBCRITÉRIO “AÇÕES DE ECONOMIA CIRCULAR” NO CRITÉRIO DE “CONSERVAÇÃO AMBIENTAL” NO REPASSE DE ICMS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	65

APRESENTAÇÃO

A economia circular (EC) é um modelo econômico que visa fechar o ciclo dos materiais (Figura 1), cujo objetivo principal é o aproveitamento máximo do potencial dos recursos utilizados em determinado processo produtivo, reduzindo a necessidade de matéria prima virgem e a geração de resíduos (FEM, 2010). A EC propõe a união entre o meio ambiente e a economia de forma mais harmoniosa possível (GENG *et al.*, 2011).

Figura 1. Comparação entre economia linear e economia circular



Fonte: Adaptado de Sauv e *et al* (2016).

Os primeiros a introduzir o conceito de Economia Circular em suas políticas de forma sistemática foram os países da União Europeia (UE) e a China, os quais já se encontram bem avançados quanto a sua implementa o e na busca de melhores indicadores que comprovem sua eficiência prática.   importante salientar que a EC possui diferentes abordagens permitindo que seja aplicada em diferentes contextos e com diferentes focos, obtendo assim diferentes vantagens (MCDOWALL *et al*, 2017)

No Brasil ainda não existe uma política pública direcionada para a EC. Quando se tenta relacionar políticas públicas brasileiras e economia circular,   muito abordada a logística reversa, um instrumento legal da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (RIBEIRO e KRUGLIANSKAS, 2014; AZEVEDO, 2015; GUARNIERI *et al.*, 2018; SARTORI *et al*, 2019; COSENZA *et al.*, 2020). No entanto, pode-se verificar que a EC compreende muitas outras características que possuem potencial de serem consideradas e que estão em outras legisla es brasileiras, além da PNRS. Mostrando que o Brasil pode estar dando seus primeiros passos no caminho do estabelecimento da EC.

Um dos principais instrumentos utilizados para incentivar a prote o do meio ambiente tem sido a compensa o financeira, que possui raízes no Princípio do Protetor-Recebedor (PPR), uma

sanção positiva. O PPR permite que quem esteja protegendo os recursos ambientais seja compensado por isso, ou seja, trabalhando para que as pessoas sejam incentivadas a proteger por meio de uma visão positiva e não por medo de punição, só para cumprir a lei (FELL e TREMÉA, 2008). O PPR é o oposto ao Princípio Poluidor-Pagador (PPP).

Um exemplo da aplicação desse instrumento é o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) Ecológico, imposto que incide sobre quase todas as coisas que envolvem a nossa vida e é recolhido pelos estados. O valor arrecadado com o este imposto é repartido entre os municípios de um estado de acordo com certos critérios. O ICMS Ecológico possibilita aos municípios o acesso a parcelas maiores das que já tem direito, caso este município atenda a certos critérios ambientais (TUPIASSU *et al.*, 2019).

Esse trabalho tem por objetivo geral estudar as possibilidades de se estabelecer políticas públicas de incentivo à modelos de negócios de economia circular no Brasil. Para tanto, faz-se necessário atingir os seguintes objetivos específicos: i) avaliar o estado da arte da economia circular aplicada à sistemas produtivos com base em uma revisão de literatura e a produção de dados bibliométricos; ii) avaliar as políticas públicas de incentivo à economia circular aplicados a nível mundial e as iniciativas existentes na legislação brasileira sobre o tema; iii) Propor possibilidades de normativa de economia circular para o Brasil; iv) identificar critérios de economia circular para o repasse de recursos pela lei de ICMS Ecológico no Brasil.

Dessa maneira, essa dissertação será dividida em três artigos: 1) no Artigo Científico 1 foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema da economia circular em sistemas produtivos em um contexto mundial, com o intuito de se mostrar o estado da arte do tema; 2) o Artigo Científico 2 buscou os princípios da economia circular na legislação ambiental brasileira para além da logística reversa, bem como propôs caminhos para estabelecer uma política pública direcionada para a economia circular no Brasil; e 3) o Artigo Científico 3 propôs, através da elaboração de um projeto de lei, o incremento de critérios de economia circular para o repasse de recursos pela lei de ICMS Ecológico no Brasil.

A grande limitação deste trabalho foi a inexistência de base de dados confiáveis que reúna informações necessárias para a realização dos cálculos dos índices propostos no artigo 3 deste trabalho. Existe a necessidade de reunir esses dados em uma plataforma para a determinação de índices como o IrCA.



ARTIGO CIENTÍFICO 1

Economia circular em sistemas produtivos: uma revisão de literatura

Isabor Viana Sant'Ana Mendes isaborvsm@gmail.com - IFFluminense

Adriano Henrique Ferrarez aferrarez@iff.edu.br - IFFluminense

José Augusto Ferreira da Silva jasilva@iff.edu.br - IFFluminense

Jorge Miñon jorge.minon.martinez@gmail.com – Universidade de Burgos

Resumo

As preocupações com os impactos da economia linear no meio ambiente vêm despertando interesse pela economia circular (EC). Este sistema prevê o desenvolvimento de uma sociedade restaurativa e regenerativa, em que a economia e o meio ambiente estejam em harmonia. É visto que a EC colabora para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) que tratam respectivamente dos padrões de produção e consumo sustentáveis, combate às mudanças climáticas, conservação dos recursos marinhos e terrestres. O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre economia circular aplicada à sistemas produtivos com a produção de dados bibliométricos. A maior parte dos artigos foram de abordagem aplicada, enfatizando a análise de indicadores e propondo modelos de sistemas de economia circular focados no tratamento dos resíduos e as implicações para o meio ambiente e a economia. O ano com maior produção de artigos do tema foi o de 2017. Foi visto uma grande produção de artigos por países membros da União Europeia, principalmente a Itália. E o periódico de destaque foi o Journal of Cleaner Production.

Palavras-chave

Economia circular, biogás, biofertilizante, digestão anaeróbia e energia renovável

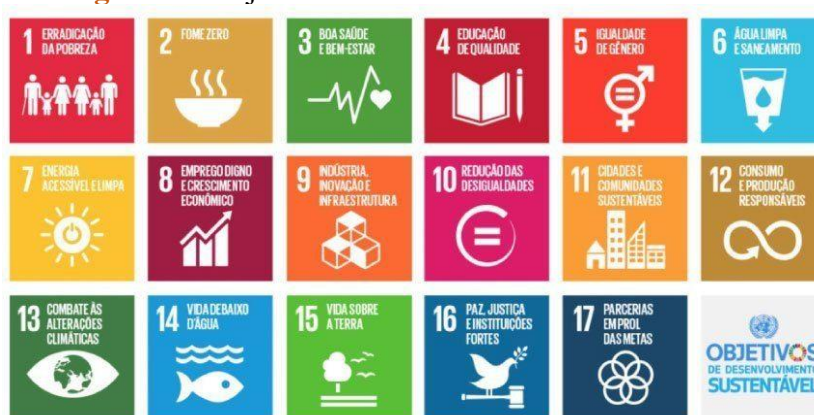
1. Introdução

A crescente preocupação com a destinação correta de resíduos, com o consumo consciente dos recursos naturais e com as mudanças climáticas, tem gerado discussões acerca dos impactos ambientais do modelo econômico atual (economia linear) que não considera os limites da natureza. Como



resultado desse processo foi aprovada na Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em setembro de 2015, a Agenda 2030. Neste documento é estabelecido um novo compromisso com a saúde da humanidade, em aspectos sociais, ambientais e econômicos (ARAÚJO e VIEIRA, 2017). A Figura 1 traz os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) propostos nesta agenda.

Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Nações Unidas Brasil

Nesse cenário, surge um interesse especial pela economia circular (EC), cujo objetivo principal é o aproveitamento máximo do potencial dos recursos utilizados em determinado processo produtivo, contribuindo para reduzir a poluição, a necessidade de matéria-prima virgem e a geração de resíduos.

Segundo Charonis (2012) a economia circular é definida como um sistema projetado para ser restaurador e regenerativo. A ideia da economia como um sistema circular é visto como pré-requisito para a manutenção da sustentabilidade de vida humana na Terra (um sistema fechado com praticamente nenhuma troca da matéria com o ambiente externo) (GHISSELLINI, 2016).

A economia circular (EC) está muito relacionada com o termo “desperdício zero”. Porém a diferença crucial entre os dois é que a EC se preocupa com todo ciclo dos produtos, desde como vai ser retirada a matéria-prima até a disposição final do produto no fim de sua vida útil (VELEVA et al, 2017).

A EC colabora para atingir os ODS 12, 13, 14 e 15, que tratam respectivamente dos padrões de produção e consumo sustentáveis, combate às mudanças climáticas, conservação dos recursos marinhos e terrestres. Além disso, auxilia na erradicação da pobreza (ODS 1) com criação de cooperativas e sua inserção na estrutura da economia circular (ARAÚJO e VIEIRA, 2017). A EC propõe a união entre o meio ambiente e a economia da forma mais harmoniosa possível (GENG *et al.*, 2011).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o estado da arte da economia circular aplicada à sistemas produtivos com base em uma revisão de literatura e a produção de dados bibliométricos.



2. Metodologia

O método utilizado neste trabalho foi o levantamento bibliográfico, baseado em artigos científicos. Foram produzidos dados quantitativos bibliométricos com a finalidade de caracterizar as referências bibliográficas utilizadas considerando o ano, o periódico científico em que o trabalho foi publicado e o país em que o trabalho foi realizado.

Para realizar a busca dos artigos utilizou-se as bases de dados Scielo, Scopus, Periódicos da CAPES, Science Direct e Google Acadêmico, em que foram pesquisadas as palavras-chave: *circular economy*, *anaerobic digestion*, *biogas*, *biofertilizer*, *anaerobic codigestion* e *renewable energy*.

3. Resultados e Discussão

A seguir é apresentada a análise qualitativa e quantitativa dos estudos realizados acerca da aplicação da economia circular em processos produtivos e seus impactos ambientais.

3.1. Aplicação da economia circular em sistemas produtivos e seus impactos ambientais

Ghisellini *et al.* (2014) avaliaram os impactos ambientais relacionados à produção de laticínios e possíveis maneiras de redução dos mesmos por meio do uso apropriado dos recursos e da melhoria da eficiência. Essa avaliação foi realizada em uma fazenda de gado leiteiro no norte da Itália, explorando cinco cenários alternativos: 1) Uma fazenda de gado de produção intensiva em que a matéria-prima e a eletricidade são compradas de fora e o estrume é vendido ou descartado; 2) Uma fazenda antes da implementação da energia fotovoltaica e biogás, utilizando-se uma fração da matéria-prima própria e estrume como fertilizante; 3) A mesma fazenda (cenário 2) depois da implementação da energia fotovoltaica para cobrir 100% da demanda energética da propriedade; 4) A mesma fazenda (cenário 2) agora com a instalação de um digestor de estrume e um gerador elétrico para geração de energia a partir do biogás; 5) Uma fazenda de gado leiteiro da Polônia produzindo cultivos, carne e leite, usando o estrume como fertilizante e sem energia renovável. Observou-se que nos cenários 1, 2, 3 e 4 ocorreu uma melhoria no uso dos recursos naturais e vantagens econômicas. O cenário 5 apresentou como vantagem a produção agrícola diversificada.

Pan *et al.* (2015) mostraram em seu trabalho, em formato de estado da arte, uma análise de alguns tipos de tratamentos utilizados no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e que também possibilitam a obtenção de energia, as chamadas tecnologias Waste-To-Energy (WTE), como a combustão, a gaseificação e a digestão anaeróbia. Também fizeram uma revisão crítica, no que tange a implementação de cadeias de produção WTE, de barreiras e estratégias para superá-las. Os autores chegaram à conclusão de que para implementar uma cadeia de WTE efetivamente dentro de um sistema de economia circular, seria necessário colocar em prática estratégias políticas capazes de enfrentar múltiplas barreiras nos aspectos regulatório, institucional, financeiro e tecnológico. Para isso propuseram as seguintes estratégias: i) estabelecer responsabilidade política e governamental; ii) internalizar externalidades, aceitação social e mobilização de investimentos; iii) promover incentivos econômicos e suporte de preços; e iv) configurar um programa abrangente de avaliação de desempenho. Concluíram que cadeias de WTE são opções viáveis para resolver, simultaneamente,



questões de suprimento de energia, gerenciamento de resíduos e de gases de efeito estufa. Isso se deve ao estágio de desenvolvimento de tecnologia, compatibilidade com uma variedade de resíduos, medições de controle de emissões modernas e alto nível de eficiência.

Stahel (2016) discorreu sobre como uma nova relação entre bens e materiais poderiam resultar em economia de recursos e energia, além de criar trabalhos locais. É a essa nova relação que o autor chamou de economia circular (EC), onde um bem no final de sua vida útil se torna recurso para outros bens ou serviços. O autor dividiu os negócios de EC em dois tipos: i) os que promovem o reuso e prologam a vida útil dos serviços por meio de reparos, remanufatura e atualizações; e ii) aqueles que tornam bens antigos em novos recursos, reciclando os materiais. As pessoas se apresentam como parte central neste modelo de negócio, onde a mão-de-obra especializada é criada a partir de refabricação e reparos de bens antigos. Identificaram a necessidade de trabalho em conjunto para a promoção da economia circular, ou seja, esforços em pesquisa e inovação, tecnologia, sociedade e comércio.

Ghisellini *et al.* (2016) buscaram, por meio de uma revisão bibliográfica dos anos 2004 a 2014, compreender as principais características e perspectivas da economia circular (EC): origens, princípios básicos, vantagens e desvantagens, modelagem e implementação da EC nos diferentes níveis (micro, meso e macro) do mundo. Objetivaram entender até que ponto a EC poderia ser uma solução para a necessidade da redução dos impactos ambientais do atual sistema econômico. Quanto às origens os autores chegaram a conclusão que a EC é oriunda principalmente na economia ecológica e ambiental e ecologia industrial. Identificaram seis princípios básicos: (i) Reduzir; (ii) Reutilizar; (iii) Reciclar; (iv) Design apropriado de produtos para assim evitar descarte direto em aterros, promovendo o reuso (princípio chave na EC) dos mesmos; (v) Reclassificação dos materiais em “materiais técnicos” como metais e plásticos e “materiais nutrientes” oriundos basicamente de material biológico que pode retornar à biosfera de uma forma segura; e (vi) “Renovabilidade” em que energias renováveis são a principal fonte de energia dentro da economia circular. Nos diferentes níveis de implementação foi visto que em nível micro a EC está focada no eco design de produtos e na produção mais limpa (P+L); a nível meso no desenvolvimento de parques eco-industriais para a obtenção de benefícios ambientais e econômicos mútuos; e a nível macro em cidades e regiões envolvendo quatro sistemas: industrial, de infraestrutura, cultural e social.

Singh e Ordonez (2016) categorizaram mais de 50 produtos desenvolvidos a partir de materiais descartados. Tais produtos foram descritos por profissionais da área de gestão de resíduos e de designers que desenvolvem seus produtos com material descartado. A categorização foi feita levando em consideração o uso do recurso sob o olhar da economia circular, diferentemente da hierarquia do resíduo, onde a primeira é focada em atingir a recirculação dos recursos por meio de novos produtos e novos sistemas de design e o segundo focando apenas no resíduo pós consumo. As categorias levaram em consideração: (i) tipo de produto (novo produto ou o mesmo), em que a maior parte resultou em novos produtos; (ii) valor (se o valor atribuído ao produto decresceu, se manteve ou aumentou), na maioria dos casos o valor excedeu ao do produto original em seu final de vida útil; (iii) produção (artesanal ou em série), sendo a maior quantidade produzida em série; (iv) tipo de resíduo (resíduos industriais ou pós consumo), em que os resíduos pós consumo foram os mais utilizados para a



recuperação; e (v) sistema de reciclagem (o material utilizado já possuía um sistema de reciclagem bem estabelecido ou não como, é o caso de resíduos eletrônicos, cerâmicas e pneus). Com esses dados, os pesquisadores desenvolveram uma versão revisada das vias de recuperação de recursos baseada no estágio do ciclo de vida em que se encontra o produto. O estudo se preocupou em desenvolver as vias de recuperação baseada em exemplos práticos, servindo de “menu” para negócios e designers.

Kilkis e Kilkis (2017) desenvolveram uma abordagem em três fases para integrar os princípios de um sistema de economia circular dentro de um curso de política energética. As fases envolveram: i) escanear recursos disponíveis e tipos de resíduos que permanecem inutilizados no local do estudo. Tais recursos foram analisados a partir do grau e da qualidade da energia (exergia) que poderiam vir a produzir, ou seja, do potencial de trabalho útil da energia; ii) identificar possíveis correspondências baseadas nessa exergia; e iii) determinar áreas de solução. O local do estudo de caso foi uma instalação de laticínios dentro de uma Universidade localizada na província de Ankara, na Turquia, com capacidade de produção de 982 m³ de biogás por dia. A partir das tecnologias de: 1) ciclo orgânico de Rankine; 2) recuperação de calor residual; 3) chillers de absorção; 4) bombas de calor subterrâneas; 5) matrizes térmicas fotovoltaicas; e/ou turbinas de vento de baixa velocidade, foram desenvolvidos 4 cenários de combinação de calor e energia (CHP). Em todos os cenários o biogás foi o input da geração CHP. O modelo contribuiu para o uso de oportunidades educacionais como ferramentas no sentido de engajar estudantes na busca por energias mais sustentáveis, gerando soluções para o sistema de economia circular, suportando uma abordagem orientada à objetivos para permitir maior sustentabilidade ambiental.

Blades *et al.* (2017) investigaram a aplicação do conceito de economia circular baseada na produção de biogás em um cenário agrícola do norte da Irlanda. O foco do estudo foi a avaliação do potencial de uma planta de digestão anaeróbia para geração de energia para suprir as demandas de eletricidade e combustível para transporte, as principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) na propriedade. Como resultado obtiveram uma geração de energia pela planta de 102,20 MJ dia⁻¹, sendo a parcela disponível para ser transformada em eletricidade e combustível igual a 90% desse valor (92,20 MJ dia⁻¹). Esse valor foi suficiente para atender às necessidades energéticas e de transporte de 22 fazendas de gado leiteiro medianas, com demanda total energética de 4,16 MJ dia⁻¹, por fazenda. Ademais, apresentou-se a possibilidade dos resíduos da digestão anaeróbia serem utilizados como fertilizante nas fazendas. O estudo mostrou que a digestão anaeróbia de resíduos agropecuários tem um grande potencial para ser o centro de uma economia circular agrícola.

Molina-Moreno *et al.* (2017) desenvolveram e avaliaram indicadores de eficiência do sistema de economia circular aplicados à gestão de dejetos suínos na Espanha, sob a ótica ambiental, sendo o primeiro estudo de caso do tipo nesta região. Tais indicadores tiveram relação com três recursos recuperados a partir do tratamento do dejetos suíno: água, fertilizante e biogás. Foram desenvolvidos dois indicadores para cada recurso, um de eficiência, variando entre 0% e 100% e um de desempenho de nutrientes tecnológicos. Em vista disso, para a água, do primeiro indicador (eficiência) foi obtida a informação da redução de uso no tratamento dos dejetos suínos, onde 100% é o ideal, representando o não consumo externo e do segundo indicador (desempenho de nutrientes tecnológicos), foram retiradas informações acerca do volume de água que poderá ser obtido e reintroduzido no processo por volume



de estrume tratado. Para o fertilizante, o primeiro indicador representou a taxa de produção de fertilizante organomineral no tratamento do estrume e o segundo, o quanto de fertilizante pode ser produzido por volume de estrume tratado. Em relação ao biogás, o primeiro indicador permitiu identificar a taxa de redução do consumo de gás natural no processo de tratamento do estrume, onde 100% é o ideal, mostrando que todo o biogás produzido foi utilizado na estação de tratamento e o segundo indicador apresentou o quanto de biogás foi produzido por volume de estrume.

Noya *et al.* (2017) avaliaram em seu estudo a cadeia de produção de suínos da região da Catalunha, utilizando como método de avaliação o LCA (Life-Cycle Assessment), bem como a proposição de estratégias alternativas para a redução do impacto do setor e melhoramento do desempenho da ecoeficiência sob a ótica da Economia Circular. Foram identificados uma série de pontos de melhorias, como o melhor aproveitamento dos subprodutos e integração dos resíduos com a produção. Com as ações propostas montou-se quatro cenários de produção, a saber: A) onde há comercialização de sangue do abate; B) considerando a produção de banha de porco; C) integrando os dois cenários anteriores; e D) uso de ingredientes locais para a forragem dos estábulos. E sob o ponto de vista da EC, constatou-se que a aplicação de cada cenário geraria muitas vantagens, sendo a maior delas nas atividades de transporte com a proposta da produção de forragem com materiais da própria região (cenário D), diminuindo assim as emissões de gases de efeito estufa em 13,4% em comparação com o cenário base.

Veleva *et al.* (2017) propuseram um modelo para promover uma prática denominada “Expanded Zero Waste”. Os autores chegaram neste modelo a partir de uma pesquisa em que estudaram as práticas para a redução de resíduos não perigosos de 8 grandes empresas farmacêuticas. Identificaram 3 grandes problemas, a saber: i) as empresas priorizavam como tratamento de resíduos a reciclagem, recuperação de energia e incineração ao invés de reduzir a quantidade de matéria prima e praticar o reúso; ii) os dados quanto a redução de resíduos eram reportados de formas diferentes, apesar de existir uma forma padronizada, o que dificultava comparações; iii) a consciência e o engajamento dos colaboradores da empresa era subestimada. Com o modelo proposto, baseado na hierarquia da redução de resíduos (reduzir-reusar-reciclar/compostar-recuperar-dispor), foi possível suprir as lacunas e promover uma transição para um sistema de economia circular de forma mais consistente, colocando como prioridade do modelo o engajamento dos colaboradores da empresa, criando indicadores como percentual de colaboradores conscientes dos objetivos de redução de resíduos e percentual de colaboradores que participaram do treinamento de lixo zero/economia circular. Foram propostos também indicadores para medir os impactos sociais, ambientais e econômicos, a saber: economia de energia, de água e de recursos financeiros; empregos criados, entre outros.

Paul *et al.* (2018) pesquisou a capacidade de produção de biometano e biofertilizante a partir dos resíduos alimentares urbanos “do jeito que é recebido”, ou seja, sem nenhuma limpeza prévia. Segundo os autores essa é a primeira pesquisa com esse tipo de substrato, uma vez que a literatura se baseava



em resíduos alimentares urbanos que passavam por algum tipo de limpeza prévia para a retirada de impurezas. A pesquisa teve como base a província de Ontário, Canadá com quase 14 milhões de habitantes. Os resíduos passaram pelos tratamentos de digestão anaeróbia e compostagem. Concluiu-se que as cidades de Ontário poderiam produzir, anualmente, 1.442 milhões de m³ biometano, o equivalente a 5.634 milhões de kWh em energia elétrica, produzida por um motor CHP por biogás com 40% de eficiência. A economia de recursos com a geração própria de energia elétrica e com impostos e taxas poderia chegar 2.083 milhões de dólares anualmente. Concluíram que o biofertilizante poderia substituir 4,61% do nitrogênio (N), 3,33% do fósforo (P), 0,39% do potássio (K), 1,17% do enxofre (S), 0,29% do cálcio (Ca), 0,14% do magnésio (Mg), e 6,82% do sódio (Na) dos fertilizantes químicos atualmente utilizados nos cultivos agrícolas. Em relação aos benefícios ambientais, Ontário evitaria o lançamento de 21,28 Mt de CO₂equivalente na atmosfera.

Balaman *et al.* (2018) desenvolveram uma nova metodologia cujo objetivo foi ajudar no design sustentável e no planejamento de cadeias de suprimentos de resíduos para a produção de bioenergia. Tal método foi desenvolvido para que alcançasse tecnologias diversas e diferentes tipos de produtos e matérias-primas. Para testar o método, utilizaram a região de WestMidlands, no Reino Unido, como estudo de caso. Foram analisados dois cenários: (i) Cenário 1: 80% do biometano produzido nas plantas de digestão anaeróbia seria convertido em energia, onde os 20% restante injetado na rede de gás natural pra suprir a demanda de biometano; ii) Cenário 2: menos de 80% do biometano seria convertido em energia, sendo realizadas análises para 4 diferentes taxas de conversões (0%, 20%, 40% e 60%). Observou-se que a medida que a taxa de conversão decresce, o lucro e os custos de investimento diminuem e a emissão de gases de efeito estufa (GEE) aumenta. A maior diferença quanto a parte econômica ocorreu nos custos de investimento quando a taxa de conversão passou de 80 para 60%. A maior diferença foi observada na emissão de GEE quando a taxa de conversão passa de 80% para 60%, com aumento de 13,2% nas emissões, sendo este o indicador mais importante para a tomada decisão. O método permitiu identificar quais as melhores configurações de plantas de biometano de acordo com as biomassas disponíveis e com a demanda de energia da região. Portanto, o modelo proposto permitiu minimizar o total do capital investido e os impactos ambientais em termos de emissões de GEE além de, simultaneamente, maximizar a lucratividade da cadeia de suprimentos.

Blásquez *et al.* (2018) realizaram um estudo para verificar a viabilidade da implantação de uma planta de digestão anaeróbia em uma indústria de abate de frango. Aplicando o conceito de economia circular, os autores tiveram por objetivo quantificar a redução do uso de energia fóssil na produção da carne de frango, com o uso do biogás proveniente da planta. Em escala laboratorial, os ensaios realizados com os resíduos mostraram um potencial anual de geração de energia a partir do biogás de 2,34 GWh ano⁻¹, quantidade suficiente para atender à demanda energética do matadouro, substituindo 233.643,5 L de combustível fóssil, com uma economia de 202.481,00 euros ano⁻¹. Com isso, apesar do alto custo calculado para implantação da planta de digestão anaeróbia, o empreendimento se mostrou economicamente viável, apresentando ainda benefícios ambientais com a diminuição da DQO (Demanda Química de Oxigênio) do efluente gerado, que pode ser utilizado na irrigação de plantas frutíferas.



Stiles *et al.* (2018) discutiram os desafios e oportunidades do uso de microalgas associadas a digestão anaeróbia sob a ótica da economia circular. O aproveitamento máximo do potencial das microalgas produzidas e a reciclagem de nutrientes podem ser aplicados como: (i) substrato na digestão anaeróbia aumentando a produção de biogás; (ii) alimento para gado considerando-se que a mesma é rica em proteínas e lipídios, evitando-se assim a importação de alimentos e a diminuição da pegada de carbono; e (iii) produto farmacêutico, contribuindo para a promoção de uma agricultura sustentável. Os autores concluíram que o emprego de microalgas para o tratamento do excesso de nutrientes em efluente de digestão anaeróbia é bastante promissor. Também foi demonstrado que um sistema de tratamento de matéria orgânica eficaz deve incluir consórcios mistos de algas e bactérias visando otimizar a matéria-prima digerida para o crescimento de algas.

Iaquino *et al.* (2018) apresentaram outra alternativa para o tratamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) além da utilização para a geração de energia, denominada Waste-To-Energy (WTE). Os autores apresentaram a transformação dos RSU em produtos químicos, denominando essa tecnologia de Waste-To-Chemicals (WTC). Os RSU, ou frações destes, possuem um valor calorífico suficiente para suportar o aumento de demanda das commodities dos produtos químicos e ao mesmo tempo mitigar as preocupações relacionadas com as mudanças climáticas e à escassez de energia, as quais estão associadas ao uso de combustíveis fósseis. Uma de suas vantagens sobre as outras biomassas é que seu uso evita o aumento com custos adicionais de impactos ambientais relacionados ao crescimento de biomassa como coleta e colheita. Com isso a WTC oferece uma via mais sustentável para a disposição final desses resíduos. Os autores limitaram a análise para o processo de produção do SYNGAS, que é um recurso intermediário muito importante para a produção de hidrogênio, amônia, metanol, etanol e hidrocarbonetos sintéticos. O campo de uso do SYNGAS vai de combustíveis à produtos químicos e fertilizantes. Quanto aos aspectos econômicos, mesmo em análises primárias apresentou um retorno de investimento por volta de 15% o que já seria uma lucratividade interessante segundo os autores. Porém os cálculos devem ser feitos considerando a situação média de cada local de estudo, pois isso varia de lugar para lugar. Em termos gerais, todas as diferentes soluções WTC mostraram benefícios ambientais em termos de emissões de GEE's acima de 20%, em relação aos atuais processos usando matéria prima de origem fóssil e alternativas utilizando RSU para geração de energia. Apesar de existirem poucos trabalhos sobre o tema, esse estudo mostrou a alta capacidade do processo WTC em tratar os RSU, servindo de motivação para o desenvolvimento dessa tecnologia em um nível comercial e também mostrando que os RSU são uma fonte viável de carbono já disponível para ser explorada para a produção de químicos e que se mostra mais sustentável.

Peng e Pivato (2019) tiveram como objetivo de seu estudo introduzir os conceitos de Back to Earth Alternatives (BEA) e da economia circular para o processo de gestão dos resíduos finais do processo de digestão anaeróbia (digestato). Os substratos foco dos pesquisadores foram a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos alimentares, os quais são geralmente tratados como lixo, tendo como disposição final os aterros sanitários. É muito importante que o digestato seja corretamente disposto e tratado, com isso o trabalho destacou outros usos para o digestato em fração sólida, como por exemplo a cobertura de aterros quando este não for adequado para aplicações na agricultura. As BEA promove a integração da digestão anaeróbia e a gestão do digestato, sob os conceitos da economia circular. Porém ainda existem estudos limitados quanto ao uso do digestato para cobertura



de aterros e seus impactos na qualidade do lixiviado e das emissões de gases. Ainda assim o estudo mostrou como a aplicação do conceito de economia circular na gestão do digestato e as BEA podem servir para o fechamento do ciclo dos materiais.

Xue et al. (2019) estimaram os benefícios da redução da pegada de carbono de uma produção de suínos na província de Liaoning (China), à luz do modelo de economia circular com o uso do método LCA (Análise de Ciclo de Vida). Com benefícios ambientais e econômicos, também foram identificadas políticas necessárias para implementação do modelo. Os cálculos da pegada de carbono foram realizados com base nas emissões de carvão. Em termos de benefícios ambientais o estudo registrou uma diminuição da pegada de carbono da ordem de 3,1 Mt CO₂-eq no potencial de aquecimento global, sendo esta diminuição mais efetiva na transição do descarte tradicional dos resíduos suínos para digestão anaeróbia e consequente produção do biogás. Os autores ainda destacaram que para produção em menor escala os benefícios seriam ainda maiores. Quanto às políticas públicas, foi ressaltada a importância de se definir os preços para o comércio de carbono e os métodos de medição da redução de emissões de carvão por parte do governo. Tais medidas cumpririam o papel de promover o desenvolvimento do ciclo do biogás baseado no modelo de comércio de carbono, aumentando a viabilidade econômica do modelo.

Diacono *et al.* (2019) analisaram os potenciais benefícios da reciclagem de resíduos da agricultura em uma Fazenda Experimental em Metaponto (sul da Itália) segundo os princípios da economia circular. Foram avaliados: (i) a redução das emissões de GEE; (ii) a produção, bem como o desempenho no campo, de biofertilizantes; e (iii) a sustentabilidade e a efetividade dos processos de co-compostagem, que seria a compostagem de um tipo de resíduo orgânico em consórcio com outro tipo. No caso deste trabalho, foram o estrume de gado co-compostado com resíduos vegetais. A agricultura com uma gestão eficiente possui um grande potencial de redução de emissões de GEE, além de promover segurança alimentar por meio do biofertilizante resultante da co-compostagem dos resíduos orgânicos, melhorando a qualidade do solo, reduzindo os impactos ambientais provenientes da disposição inadequada de seus resíduos. Em um contexto atual de mudança climática, esses resultados foram bastante significativos.

Antoniou *et al.* (2019) estudaram um modelo conceitual de aprimoramento da digestão da matéria orgânica usando um sistema de gaseificação após a digestão anaeróbia consistindo assim em um sistema dual. Esse estudo foi uma proposta para aumentar a eficiência da conversão energética de diferentes tipos de resíduos agrícolas dentro de uma fazenda, como: estrume de vaca e porco, material de silagem e farelos de cereais. Com os resultados mostrou-se que tal sistema tem grande potencial para incrementar a produção de energia renovável, além de produzir materiais carbonáceos para aplicações agrícolas, auxiliando na transição da agricultura tradicional para uma baseada na economia circular.

Slorach *et al.* (2019) buscaram identificar as opções de tratamento de resíduos alimentares mais sustentáveis, ambiental e economicamente. Segundo os autores, esse foi o primeiro trabalho que apresentou os custos e impactos ambientais do ciclo de vida dos 4 tipos de tratamentos mais utilizados na União Europeia para esse tipo de resíduo: incineração (49,7%), aterramento (33,7%), compostagem envasada (10%) e a digestão anaeróbia (6,4%). Quanto aos impactos ambientais obtiveram que para

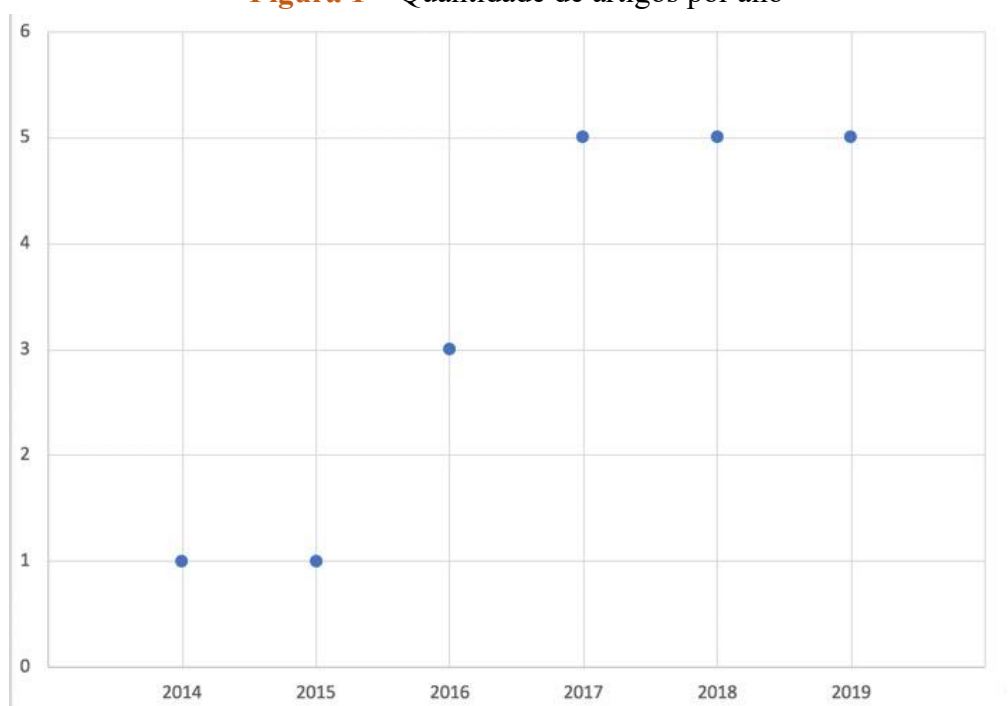


cada tonelada de resíduos tratado, a digestão anaeróbia (DA) foi a via de tratamento que apresentou os menores impactos ambientais, porém a menos utilizada. A via menos sustentável ambientalmente, foi a compostagem envazada, porém preferível à incineração, caso leve em consideração os princípios da economia circular. Para a parte econômica, a incineração foi o tratamento que apresentou o menor custo, cerca de 71 euros por tonelada, ao passo que o aterro foi o mais custoso, 123 euros por tonelada, em que a maior parte deste custo foi devido às taxas impostas a esse tratamento, empregadas para desencorajar esta disposição final. Os autores concluíram que só seria vantajoso tratar esses resíduos por DA, caso todo o resíduo alimentar pudesse ser tratado por esta via, caso contrário, a opção mais sustentável seria a incineração. Porém, a melhor forma de tratamento de resíduos de alimentos, indicada no estudo, seria evitar o desperdício.

3.2. Gráficos Bibliométricos

Na Figura 1 são mostrados os dados bibliométricos referentes ao número de artigos publicados entre os anos de 2014 a 2019.

Figura 1 – Quantidade de artigos por ano

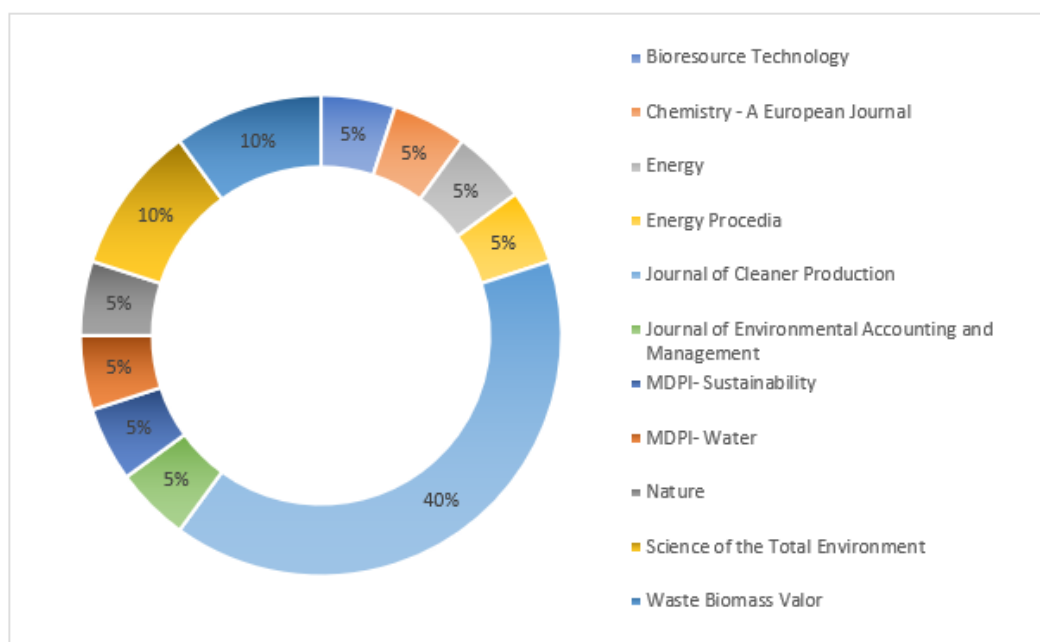


Dentre os artigos avaliados a maior parte foi publicada nos anos de 2017, 2018 e 2019 (cinco em cada ano).

A Figura 2 mostra os periódicos em que os artigos foram publicados.



Figura 3 - Distribuição dos artigos pelas revistas.



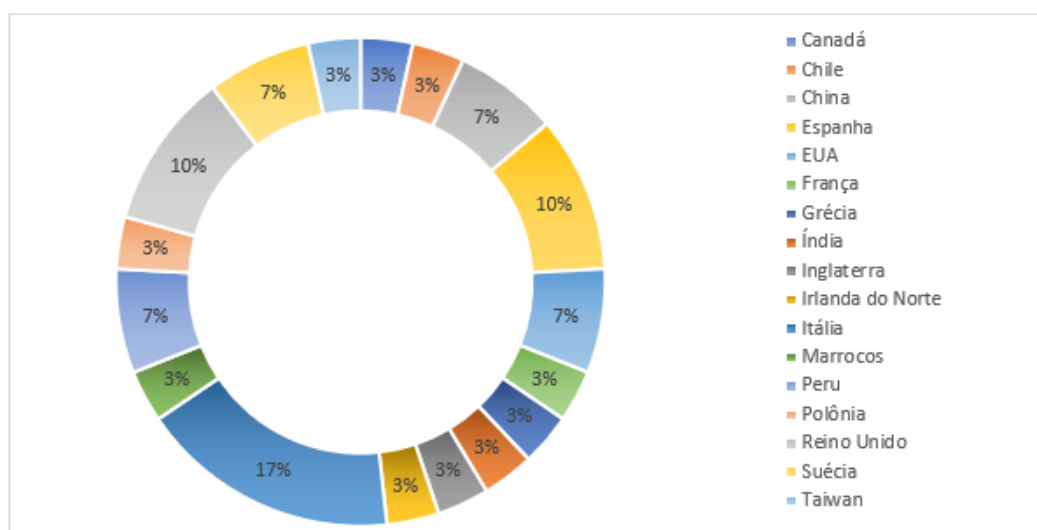
Fonte: Elaborado pelos autores.

A revista que mais abordou o assunto de economia circular foi a Journal of Cleaner Production, com 40% dos artigos analisados.

A Figura 3 mostra os países de origem dos trabalhos.



Figura 4 - País de origem dos artigos.



Fonte: Elaborado pelos autores

Os trabalhos foram desenvolvidos em 17 países. A maioria dos estudos foram realizados na Itália, com 17% dos artigos analisados; e na Espanha e China com 10% cada. Observou-se ainda que 13 dos 20 artigos (65%) utilizados nesta revisão teve a participação ou foi desenvolvido por países da União Europeia.

A predominância de estudos da China e Europa pode ser justificada pelo fato de serem grandes expoentes na aplicação da economia circular. Esse fato é corroborado pelo estudo de McDowall *et al.* (2017) em que examinaram as semelhanças e diferenças entre a aplicação das políticas de desenvolvimento da EC na União Europeia (UE) e China. Devido às realidades diferentes, cada região abordou a EC de um ponto de vista diferente. A UE tem uma preocupação maior com o ecodesign – durabilidade, reparabilidade e reciclabilidade – do produto, dando ênfase nos recursos, resíduos e no consumo consciente. A China enfatiza a sua preocupação com a poluição ambiental e produção mais limpa nas atividades industriais.

4. Considerações Finais

A maior parte dos artigos, em se tratando da abordagem, foram aplicados. Enfatizou-se a análise de indicadores sendo propostos modelos de sistemas de economia circular, focando no tratamento dos resíduos e as implicações para o meio ambiente e economia. Outra observação bastante relevante é que a maioria dos artigos focaram no tratamento dos resíduos da agroindústria, porém em uma meso e



macro escala.

Para os artigos analisados neste trabalho, observou-se o maior número de publicações no anos de 2017, 2018 e 2019 (15 publicações das 20 analisadas, 75%). A maioria dos trabalhos foram desenvolvidos na União Europeia. Em relação aos periódicos em que os artigos foram publicados destacou-se o Journal of Cleaner Production.

Referências

- ANTONIOU, N. *et al.* Contribution to Circular Economy options of mixed agricultural wastes management: Coupling anaerobic digestion with gasification for enhanced energy and material recovery. **Journal of Cleaner Production**, v. 209, p. 505-514, 2019.
- ARAÚJO, M. G.; VIEIRA, A. O. A economia circular pode ser solidária. **POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: IMPLEMENTAÇÃO E**, p. 54, 2017.
- BALAMAN, S. Y. *et al.* Network design and technology management for waste to energy production: An integrated optimization framework under the principles of circular economy. **Energy**, v. 143, p. 911-933, 2018.
- BLADES, L. *et al.* Circular Biogas-Based Economy in a Rural Agricultural Setting. **Energy Procedia**, v. 123, p. 89-96, 2017.
- BLÁSQUEZ, F. C. *et al.* Waste valorization as an example of circular economy in extremadura (Spain). **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 136 – 144, 2018.
- CHARONIS, G. K. Degrowth, steady state economics and the circular economy: three distinct yet increasingly converging alternative discourses to economic growth for achieving environmental sustainability and social equity. In: **World Economic Association Sustainability Conference**. 2012.
- DIACONO, M. *et al.* Recycling Agricultural Wastes and By-products in Organic Farming: Biofertilizer Production, Yield Performance and Carbon Footprint Analysis. **Sustainability**, MDPI, v. 11, 2019.
- GENG, Y. *et al.* Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. **Journal of Cleaner Production**. v. 23, p. 216-224, 2011.
- GHISELLINI, P. *et al.* Integrated agricultural and dairy production within a circular economy framework. A comparison of Italian and Polish farming systems. **Journal of Environmental Accounting and Management**, v. 2, n. 4, p. 367-384, 2014.
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner production**, v. 114, p. 11-32, 2016.
- IAQUANIELLO, G. *et al.* Waste to chemicals for a circular economy. **Chemistry—A European Journal**, v. 24, n. 46, p. 11831-11839, 2018.



KILKIŞ, Ş.; KILKIŞ, B. Integrated circular economy and education model to address aspects of an energy-water-food nexus in a dairy facility and local contexts. **Journal of Cleaner Production**, v. 167, p. 1084-1098, 2017.

MCDOWALL, W. *et al.* Circular Economy Policies in China and Europe. **Journal of Industrial Ecology**, v.21, n. 3, 2017.

MOLINA-MORENO, V. *et al.* Design of Indicators of Circular Economy as Instruments for the Evaluation of Sustainability and Efficiency in Wastewater from Pig Farming Industry. **Water**, MDPI, v.9, n.9, p. 653-665, 2017.

NOYA, I. *et al.* Environmental assessment of entire pork value chain in Catalonia – A strategy to work towards Circular Economy. **Science of the Total Environment**, v. 589, p. 122–129, 2017.

PAN, S. *et al.* Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 409-421, 2015.

PAUL, S. *et al.* Municipal food waste to biomethane and biofertilizer: a circular economy concept. **Waste and biomass valorization**, v. 9, n. 4, p. 601-611, 2018.

PENG, W.; PIVATO, A. Sustainable management of digestate from the organic fraction of municipal solid waste and food waste under the concepts of back to earth alternatives and circular economy. **Waste and biomass valorization**, v. 10, n. 2, p. 465-481, 2019.

SINGH, J.; ORDOÑEZ, I. Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 342-353, 2016.

SLORACH, P. C. *et al.* Environmental and economic implications of recovering resources from food waste in a circular economy. **Science of The Total Environment**, v. 693, p. 133516, 2019.

STAHEL, W. R. The circular economy. **Nature**, v. 531, n. 7595, p. 435-438, 2016.

STILES, W. A. V. *et al.* Using microalgae in the circular economy to valorize anaerobic digestate: Challenges and Opportunities. **Biosource Technology**, v. 267, p.232-242, 2018.

VELEVA, V.; BODKIN, G.; TODOROVA, S. The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: Lessons from Biogen’s “zero waste” journey. **Journal of Cleaner Production**, v. 154, p. 517-529, 2017.

XUE, Y. *et al.* Environmental and economic benefits of carbon emission reduction in animal husbandry via the circular economy: Case study of pig farming in Liaoning, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 238, 2019.

ARTIGO CIENTÍFICO 2

ECONOMIA CIRCULAR: UMA ANÁLISE DAS NORMATIVAS NO BRASIL

Isabor Viana Sant'Ana Mendes - IFFluminense/PPEA

Adriano Henrique Ferrarez - IFFluminense/PPEA

Augusto Eduardo Miranda Pinto - IFFluminense/PPEA

José Augusto Ferreira da Silva - IFFluminense/PPEA

RESUMO

A economia circular (EC) tem o objetivo de fechar o ciclo dos materiais em uma determinada atividade produtiva aproveitando ao máximo seu potencial, sendo, portanto, regenerativa e restaurativa. Diversos estudos tentaram identificar princípios da EC nas políticas públicas brasileiras, porém se limitaram ao estudo da logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Entretanto, a EC está relacionada a outros aspectos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as políticas públicas de incentivo à economia circular aplicadas a nível mundial e as iniciativas existentes na legislação brasileira. Foi realizada pesquisa exploratória com levantamento bibliográfico, baseado em artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais indexadas, legislações nacionais e internacionais sobre o tema. Apesar da existência de diversas leis brasileiras que contêm princípios da EC, além de iniciativas individuais de estabelecer a EC em algumas atividades, falta uma regulação que dê mais estabilidade aos que queiram adotar esse modelo de economia. O trabalho propõe o estabelecimento de políticas públicas cujos objetivos sejam estritamente promover a economia circular no Brasil. Além de ações de caráter educacional para que a população se informe quanto a importância da EC criando demanda para esses tipos de negócios.

Palavras-Chaves: economia circular, políticas públicas, legislação brasileira, sustentabilidade.

ABSTRACT

The circular economy (CE) aims to close the material cycle in a given productive activity, making the most of its potential and, therefore, regenerative and restorative. Several studies have attempted to identify CE principles in Brazilian public policies and are limited to the study of reverse logistics and the National Solid Waste Policy. However, CE is related to other aspects. The objective of this work was to evaluate public policies to encourage the circular economy applied worldwide and the existing initiatives in Brazilian legislation. The methodology was exploratory research with a bibliographic survey, based on scientific articles published in indexed national and international journals, national and international legislation. Despite the existence of several Brazilian laws that contain CE principles and individual initiatives to establish CE in some activities, there is a lack of regulation that gives more stability to those who want to adopt this economic model. The work proposes the establishment of public policies in Brazil whose objectives are strict about promoting the circular economy. Develop educational actions to inform the population about the importance of CE and creating demand for these businesses.

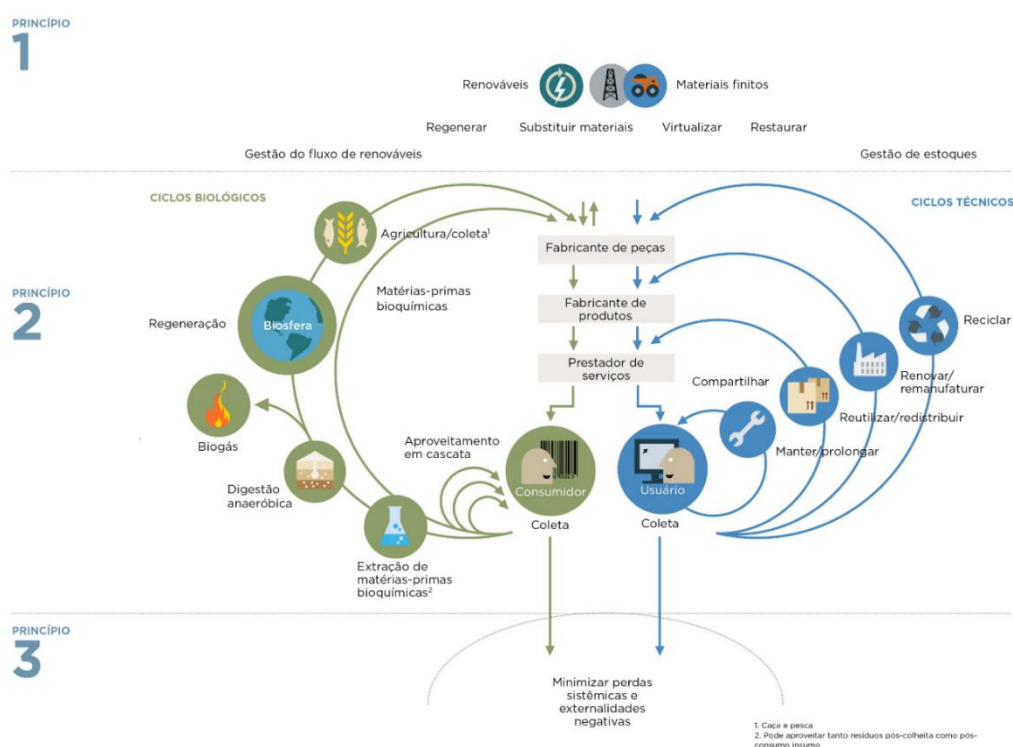
Keywords: circular economy, public policy, brazilian legislation, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A economia circular (EC) é um modelo econômico que visa fechar o ciclo dos materiais, aproveitando ao máximo seu potencial, otimizando os recursos o tempo todo, sendo por princípio, regenerativa e restaurativa (EMF, 2010).

A Fundação Ellen McArthur, uma das mais respeitadas quando o assunto é EC, afirma que para uma economia ser chamada de circular precisa seguir três princípios básicos: (i) ser regenerativa dos recursos naturais; (ii) manter o material e produtos em uso; e (iii) eliminar externalidades negativas (EMF, 2015). Esses princípios geram seis ações que empresas podem aplicar e que representam grande oportunidades de negócios na economia circular: Regenerar, Compartilhar, Otimizar, Circular, Virtualizar e Trocar. A Figura 1 apresenta esses princípios e oportunidades.

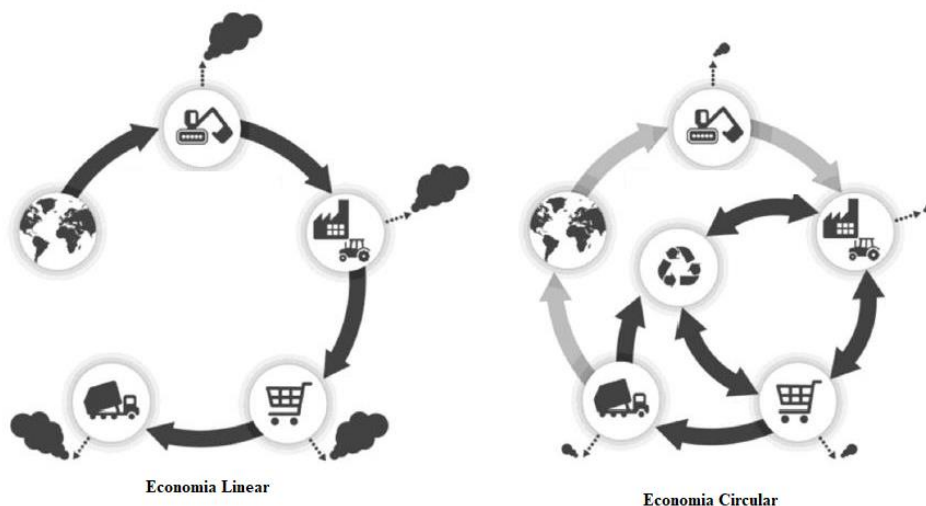
Figura 5. Os princípios e oportunidades da economia circular



Fonte: Adaptado pelos autores de EMF (2017)

A EC tem como base a filosofia do “ganha-ganha”, vindo da teoria do desenvolvimento ecoindustrial, em que se acredita em um ambiente sadio coexistindo junto a uma economia sustentavelmente desenvolvida (Geng et al., 2012). Se apresenta como um contraponto à economia linear vigente. A Figura 2 apresenta o ciclo de vida na economia linear e na economia circular.

Figura 6. O ciclo de vida do produto na economia linear e na economia circular.



Fonte: Adaptado pelos autores de SAUVÉ et al. (2016).

Recentes estudos tentaram identificar princípios da EC nas políticas públicas brasileiras, porém se limitaram ao estudo da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a um termo específico dela, a logística reversa. Tal fato deve-se muito às próprias definições da EC que tem suas raízes na ecologia industrial (Ghisselini et al., 2016), que se propõe a reproduzir o sistema natural de ciclagem dos ecossistemas biológicos na indústria, pois recursos finitos não sustentam uma economia linear com crescimento ilimitado (Ayres & Ayres, 2002). Uma economia baseada na circularidade faz com que bens no final de sua vida útil se tornem recursos para outras atividades, fechando ciclos dentro da ecologia industrial. Com isso a geração de resíduos é minimizada (Stahel, 2016).

A construção da PNRS, a lei 12.305 de agosto de 2010, teve início em 1991, quando foi apresentado o Projeto de Lei 203 que dispôs sobre acondicionamento, coleta, tratamento, transporte e destinação dos resíduos de serviços de saúde, percorrendo um longo caminho até a sua promulgação (MMA, 2020a). Apesar da PNRS ter sido considerada um grande passo para o caminho da sustentabilidade, muito pouco se avançou quanto à sua aplicação prática.

A logística reversa é definida pela PNRS como um conjunto de ações que permitem a coleta e o retorno dos resíduos ao processo produtivo, da sua própria cadeia produtiva ou de outros ciclos produtivos, ou qualquer outra destinação final ambientalmente apropriada. E por isso muito associado à economia circular. Mas na legislação ambiental brasileira existem outras medidas relacionadas à economia circular, além da logística reversa.

Apesar de existirem bastante iniciativas individuais para o estabelecimento da EC em algumas atividades, falta uma regulação que dê mais estabilidade aos que queiram adotar esse novo modelo de economia. Alguns países ao redor do mundo já adotaram a economia circular em suas políticas públicas, como a China e países da União Europeia, estimulando novos negócios e auxiliando os que já existem a migrarem para a EC.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as políticas públicas de incentivo à economia circular aplicados a nível mundial e as iniciativas existentes na legislação brasileira sobre o tema.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção apresenta-se as principais iniciativas de políticas públicas internacionais sobre a economia circular (EC).

2.1 Economia circular no mundo

A introdução de forma sistemática do conceito de Economia Circular nas políticas públicas ocorreu primeiramente na China e nos países da União Europeia (UE). Nesses países existe o esforço na implementação da EC e análise de indicadores que comprovem sua eficiência. É importante salientar que a EC possui diferentes abordagens, logo, permitindo que seja aplicada em diferentes contextos e com diferentes focos, obtendo assim diferentes vantagens.

2.1.1 China

Há mais de três décadas a China vem implementado leis ambientais. Porém somente em 2009 foi aprovada uma lei específica sobre economia circular, sendo pioneira neste quesito. Esta lei teve como base o princípio dos 3Rs “Reduzir, Reutilizar e Reciclar”, com uma abordagem *top-down*, ou seja, partindo da macro visão, dos níveis mais abrangentes do assunto em direção à tópicos mais específicos, fazendo uso principalmente de instrumentos fiscais, apoio financeiro e regulamentações que adotaram como base o princípio de responsabilidade compartilhada do produto.

O foco das políticas públicas de EC da China é a poluição ambiental e produção mais limpa (P+L) nas atividades industriais, buscando integrar todo o território nacional (Mcdowall et al., 2017).

Alguns exemplos de trabalhos desenvolvidos no país evidenciaram essa escola de pensamento. Pan et al. (2015) analisaram tipos de tratamentos utilizados no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e que também possibilitaram a obtenção de energia, as chamadas tecnologias *Waste-To-Energy* (WTE), que consistiram na transformação do resíduo sólido em energia, como exemplo, as usinas de biogás, que transformam resíduos orgânicos em energia. Xue et al. (2019) estimaram os

benefícios da redução da pegada de carbono de uma produção de suínos na província de Liaoning, à luz do modelo de economia circular com o uso do método de análise de ciclo de vida.

2.1.2 União Europeia

A Comissão Europeia adotou em 2020, o Novo Plano de Ação para a Economia Circular – um dos principais blocos do Acordo Verde da Europa. Esse plano se tornou a nova agenda da Europa para o crescimento sustentável, apresentando iniciativas ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos, visando, por exemplo, a sua concepção, promovendo processos de EC para o consumo sustentável e visando garantir a manutenção dos recursos utilizados na economia da UE o maior tempo possível (Europe Commission, 2020).

A UE estabeleceu suas políticas públicas de EC na promoção do *eco-design* (processos que tem por objetivo principal projetar ambientes, desenvolver produtos e executar serviços que de alguma maneira irão reduzir o uso dos recursos não-renováveis ou ainda minimizar o impacto ambiental dos mesmos durante seu ciclo de vida), durabilidade, reparabilidade e reciclabilidade do produto, dando ênfase nos recursos, resíduos e no consumo consciente, tendo um foco mais regional (Mcdowall et al., 2017).

Essa preferência da UE pode ser exemplificada por meio de alguns trabalhos científicos. Balaman et al. (2018) desenvolveram uma metodologia cujo objetivo foi ajudar no design sustentável e no planejamento de cadeias de suprimentos de resíduos para a produção de bioenergia. A principal característica foi a eliminação de externalidades negativas, um dos princípios da EC, além também de propiciar o uso constante dos produtos e materiais e a regeneração dos ecossistemas naturais. Veleva et al. (2017) propuseram um modelo para promover uma prática denominada “*Expanded Zero Waste*”, que é baseada na hierarquia da redução de resíduos (reduzir-reusar-reciclar/compostar-recuperar-dispor. Este trabalho teve como prioridade o engajamento dos colaboradores da empresa, criando indicadores como percentual de colaboradores conscientes dos objetivos de redução de resíduos e percentual de colaboradores que participaram do treinamento de lixo zero/economia circular.

A seguir é apresentado um histórico da implantação de políticas públicas, legislações e normativas referentes à EC em alguns países da UE.

2.1.2.1 Alemanha

A Alemanha tem um histórico de quase 30 anos no estabelecimento de políticas rumo a economia circular. A Lei do Ciclo Fechado de Substâncias e Gerenciamento de Resíduos, de 1996, foi aprimorada e transformada na lei de economia circular em 2012. A eliminação gradual do

armazenamento de resíduos biodegradáveis e outros resíduos orgânicos até junho de 2005 foi outro marco na gestão de resíduos. Desde 2005, existe a necessidade de tratamento de resíduos domésticos e comerciais. Esta é uma etapa permanente que impede a criação de gás de aterro sanitário e lixiviado poluído em locais de eliminação de resíduos que danificam o clima (FME, 2020).

2.1.2.2 Holanda

No início do ano de 2020 a capital Amsterdã, aprovou uma nova estratégia para EC chamada Amsterdã Circular 2020-2025. Novas maneiras de coletar e classificar resíduos, comprar mais produtos de segunda mão e construir com materiais mais sustentáveis. Ademais, os edifícios também puderam servir à economia circular após sua demolição, com as empresas envolvidas no processo aproveitando materiais valiosos para reuso ou reciclagem (Circle Economy & City Of Amsterdam, 2020).

2.1.2.3 Portugal

O Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC) em Portugal foi apresentado ao Conselho de Ministros em 2017. Nele se assume três níveis de operação: (i) o nível nacional, com instrumentos políticos dedicados (fiscalidade verde, acordos voluntários, rede ambiental do Portugal 2020); (ii) o nível setorial; e (iii) regional (redes de simbiose industrial, cidades circulares, empresas circulares), a serem concretizados por meio de apoios específicos ao desenvolvimento de soluções por via de mecanismos desenhados para esse fim, como Fundo Ambiental e Fundo para a Inovação, Tecnologia e Economia Circular (MATE, 2020).

Em 2018, o Ministério de Ambiente e Transição Energética de Portugal (MATE) apresentou o Roteiro para a Neutralidade Carbônica 2050 (RNC2050), que tem como objetivo reduzir suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de forma que seu balanço entre emissões e remoções seja nula até 2050 (República Portuguesa, 2018). A atuação do roteiro se baseia em cinco áreas de intervenção: (a) energia; (b) transportes; (c) resíduos; (d) agricultura, florestas; e (e) uso dos solos. E tem como suporte três componentes transversais: (i) cenários socioeconômicos; (ii) economia circular; e (iii) envolvimento da sociedade (RNC2050, 2020)

Carrera e Borrego (2019) identificaram em um período de 30 anos um total de 34 medidas fiscais com impactos ambientais distribuídos entre: (i) Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA); (ii) Imposto Especial sobre o Consumo (IEC); (iii) Imposto sobre Veículos (ISV); e (iv) Taxas diversas sobre a aquisição de determinados bens com impacto ambiental.

3 METODOLOGIA

O método utilizado foi o da pesquisa exploratória com levantamento bibliográfico, baseado em artigos científicos publicados em revistas internacionais indexadas e legislações nacionais e internacionais sobre o tema. Para realizar a busca dos artigos, foram consideradas algumas bases de dados, como Scielo, Scopus, Periódicos da CAPES, Science Direct, Google Acadêmico e sites de busca, baseadas nas palavras-chave: economia circular, políticas públicas circular sobre economia circular, legislação de economia circular, normativas sobre economia circular, *economy*, *public policies on circular economy*, *circular economy legislation*, *rules about the circular economy*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção foram apresentadas e discutidas as políticas públicas do Brasil que contenham princípios da EC. Foram realizadas propostas para o estabelecimento de uma política pública voltada especialmente para a economia circular para o Brasil, baseada em experiências estrangeiras.

4.1 Economia circular x Legislação ambiental brasileira

O Brasil ainda não possui lei específica para a EC, porém pode-se encontrar na legislação brasileira diversas políticas e programas que buscam a sustentabilidade com base na circularidade.

4.1.1 Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO)

Na lei que trata da agricultura orgânica encontra-se o princípio da economia circular relacionado à regeneração de ambientes naturais. Nela é descrita a finalidade de um sistema de produção orgânico, o qual deve, entre outras coisas, preservar a diversidade biológica dos ecossistemas naturais e recompor ou incrementar a mesma em ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção. A produção orgânica também deve reciclar os resíduos orgânicos, para assim reduzir ao mínimo possível o uso de recursos não-renováveis. Dessa forma, aplica-se o princípio da eliminação de externalidades negativas da produção (BRASIL, 2003).

A PNAPO também aplica os princípios da regeneração dos ecossistemas naturais e da eliminação de externalidades negativas ao incentivar a conservação de ecossistemas naturais e a recomposição dos modificados, adotando sistemas de produção agrícola e extrativismo florestal baseados em recursos renováveis e que reduzam os resíduos poluentes (BRASIL, 2012).

O principal instrumento da PNAPO é o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica

(PLANAPO), o qual foi estruturado em quatro eixos a saber: i) produção; ii) uso e conservação de recursos naturais; iii) conhecimento; e iv) comercialização e consumo. No total foram previstas 125 iniciativas (BRASIL, 2013).

A iniciativa mais elogiada, entre as que conseguiu ser aplicada, foi o instrumento de financiamento das Redes de Agroecologia (fazendo parte do primeiro eixo de atuação do PLANAPO), fruto do Programa de Fortalecimento e Ampliação das Redes de Agroecologia, Extrativismo e Produção Orgânica (Ecoforte). Tal iniciativa é muito importante para aqueles produtores que queiram produzir de forma agroecológica, facilitando o acesso ao crédito. Por outro lado, ações de apoio à produção e regulamentação de insumos e à regularização da produção orgânica foram as iniciativas que menos tiveram efetiva execução (Sambuichi et al., 2017).

Em seu estudo Jorge e Souza (2017) ponderaram que os órgãos responsáveis pela regulação de agrotóxicos e afins consideravam produtos de origem biológica como prioritários e de interesse para a agricultura. O que facilitava a implementação de novas tecnologias e produtos orgânicos colaborando para o estabelecimento de uma agricultura orgânica e de uma economia circular. Diferentemente de 2017, atualmente as políticas públicas direcionadas para o fortalecimento da agroecologia e produção orgânica estão sendo secundarizadas em prol da agricultura convencional baseada no uso de defensivos agrícolas.

4.1.2 Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)

Os pontos semelhantes da PNMC com os princípios da EC começaram já na definição de mitigação. Na referida lei, mitigação é entendida como a implementação de medidas para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e aumento dos sumidouros, além da substituição tecnológica que vise reduzir o uso de recursos e as emissões por unidade de produção.

Tal definição vai ao encontro de dois dos três princípios da EC, o da regeneração de ecossistemas naturais e o da eliminação de externalidades negativas. Com a implementação e substituição de tecnologias para reduzir as emissões de GEE e o uso de recursos naturais, se elimina os impactos negativos da atividade, bem como permite que o ambiente se regenere.

Um ponto que pode ser observado como incentivo para o desenvolvimento de modelo de negócios voltados para a economia circular pode ser visto em seu artigo 4º que prevê o estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE).

Outro incentivo pode ser visto no artigo 5º, em se encontra como umas das diretrizes da política,

“o apoio e o fomento às atividades que efetivamente reduzam as emissões ou promovam as remoções por sumidouros de gases de efeito estufa.”. Esse mesmo artigo estabelece “o estímulo e o apoio à manutenção e à promoção de práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de gases de efeito estufa e de padrões sustentáveis de produção e consumo” (BRASIL, 2009).

Apesar do esforço nacional sobre o controle de GEE se concentrar no controle do desmatamento, o qual o custo de oportunidade (muito associado à agropecuária no Brasil) é menor do que de outras fontes que reduzam emissões, como por exemplo, fontes energéticas, também existe esforços nos outros setores (Motta, 2017).

Neste sentido, é possível citar a lei nº 10.438/2002 que estabeleceu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Este programa favoreceu a geração distribuída de energia, fazendo com que a distância entre a usina e o consumidor seja reduzida, propiciando um melhor uso dos recursos e juntamente com a diversificação da matriz energética (com fontes menos emissoras de GEE's, como a energia eólica e a fotovoltaica), propiciaram uma economia mais circular. Pode-se destacar no PROINFA a isenção de ICMS (Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias) e de IPI (Imposto Sobre Produtos Industrializados), o primeiro para a energia elétrica e o segundo para os equipamentos para o aproveitamento de energia solar e eólica (CNI, 2019).

Isso mostra a grande oportunidade de se conseguir estabelecer uma EC através de medidas que objetivam a diminuição de emissão GEE.

4.1.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

É possível encontrar diversos pontos na PNRS que estão em consonância com a EC como por exemplo ciclo de vida, responsabilidade compartilhada, reciclagem, reutilização e logística reversa.

A logística reversa, em especial, é definida como um instrumento importante da PNRS estando ligada diretamente com os princípios da economia circular. Ela prevê o desenvolvimento econômico e social por meio de ações que viabilizam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para o reaproveitamento em seu próprio ciclo ou em qualquer ciclo produtivo, bem como para que seja dada a destinação final ambientalmente adequada.

A PNRS considera o resíduo reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social gerador de trabalho e renda além de promotor da cidadania. Aborda o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Essa legislação estabelece o que se pode chamar de hierarquia dos resíduos sólidos, a saber: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos. Outros

objetivos da PNRS que possuem interseção com a EC são os incentivos: (i) à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; (ii) à adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; e (iii) à indústria da reciclagem, para impulsionar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.

Em seu art. 32, tal lei traz o princípio da EC de manter o material e/ou produto sempre em uso. No referido artigo é previsto que as embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem, revelando a necessidade de design de produtos mais inteligentes.

Como forma de incentivo ao desenvolvimento de modelos de negócio baseados na EC, pode-se destacar o art. 42 da PNRS em que se estabelece que o poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento a fim de fomentar, prioritariamente, projetos que foquem, entre outras coisas em: (a) prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo; (b) desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida; e (c) desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos (BRASIL, 2010).

De fato, o que se vê é que falta uma regulação para se pôr em prática todos os conceitos e instrumentos previstos na PNRS. Sá e Gomes (2020) defendem a necessidade de uma agência reguladora de resíduos sólidos, que se justifica por dois motivos: i) a ineficiência do modelo de gestão de resíduos; e ii) a capacidade de autonomia normativa, fiscalizadora sancionatória e julgadora de tais agências. O que poderia conferir a efetividade dos instrumentos previstos na PNRS, como por exemplo, a logística reversa, podendo especificar a forma com que o sistema seria implementado, formulando modelos específicos para cada setor.

Atualmente, a logística reversa é obrigatória para uma gama limitada de produtos e materiais. Para que esse instrumento se torne um efetivo agente do estabelecimento da economia circular, seria necessário que esse leque fosse maior, que ele abrangesse não só os resíduos ditos perigosos. Pois o plástico, por exemplo, não é considerado um resíduo perigoso para os seres humanos, porém é extremamente danoso para a vida marinha. Portanto, não existe somente o ser humano no ecossistema e não se pode mais apenas pensar no que é perigoso para a humanidade, mas o que é perigoso para o ambiente como todo.

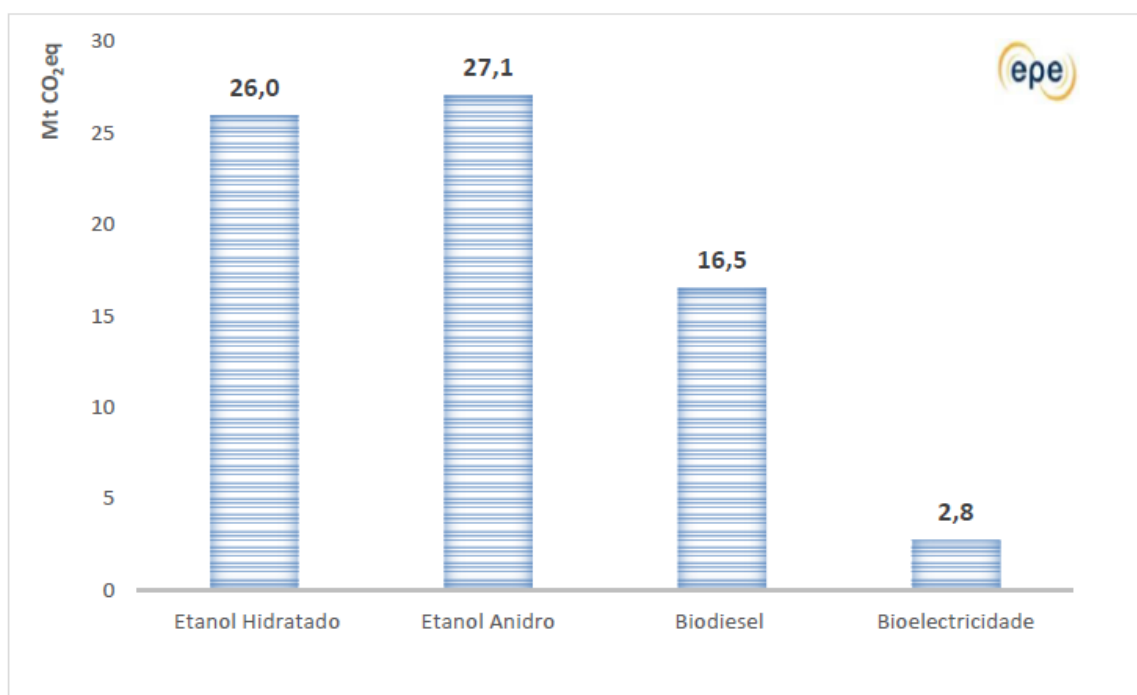
Para Savaget e Silva (2017) o fato dos esforços para aplicação da PNRS estarem direcionados para a resolução dos lixões como a única solução, negligencia outras oportunidades até mais eficazes. Pois está centrado apenas no descarte, quando pode-se ir à raiz do problema, favorecendo negócios que trabalhem no início do ciclo de vida do produto e não só no descarte.

4.1.4 Política Nacional de Biocombustíveis (RENOVABIO)

Essa legislação incentiva a inserção dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, contribuindo para a redução de emissões de GEE e regeneração do meio ambiente natural, que é um dos princípios da EC. Tais biocombustíveis seriam produzidos a partir da biomassa brasileira, com aproveitamento dos resíduos gerados em usinas de compostagem e de biogás (BRASIL, 2017).

Para ilustrar a importância desta lei, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), o total de emissões de GEE evitadas pela produção de biocombustíveis em 2019 foi de 72,4 MtCO₂. A Figura 3, apresenta as emissões de GEE evitadas por biocombustíveis em 2019.

Figura 7. Emissões evitadas por biocombustível em 2019 no Brasil



Fonte: EPE, 2020

Ainda sobre a relevância desta lei para a EC, de acordo com a Associação Brasileira de Biogás (ABiogás), o Brasil tem uma capacidade de produção de biogás 84,6 bilhões de metros cúbicos/ano, porém só 2% deste total é explorado em 366 usinas. O biogás poderia suprir 40% da demanda de energia elétrica do País e 70% do consumo de diesel. Devido ao fato do metano ser menos poluente que o gás carbônico e também mais econômico, pois é produzido a partir de resíduos, a produção de biogás transforma um passivo ambiental em um ativo energético, garantindo a destinação correta dos

resíduos (ABIOGÁS, 2019).

4.1.5 Exemplos de políticas estaduais para a promoção dos princípios da economia circular

Além das iniciativas federais pode-se verificar algumas iniciativas no âmbito estadual, como nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

Para o estado do Rio de Janeiro são observados a lei da logística reversa (Lei Estadual nº 8151/2018) e o Programa de Incentivo aos Pólos de Economia Sustentável, Circular e Criativa (PESCC) - distritos sustentáveis, circulares e criativos no estado do rio de janeiro (Lei Estadual nº 8353/2019).

A Lei Estadual da logística reversa se aplica a todas as embalagens de produtos consumidos no território do estado do Rio de Janeiro, excetuando-se as de agrotóxicos, óleos lubrificantes e medicamentos.

Como destacado na PNRS, a logística reversa está relacionada principalmente com os princípios da economia circular que trata de manter os produtos e materiais em constante uso e eliminar externalidades negativas (RIO DE JANEIRO, 2018).

Essa política estadual de logística abriu o leque de embalagens com obrigatoriedade de logística reversa, o que mostra um grande avanço, estando cada vez mais perto de se tornar um instrumento mais efetivo para a Economia Circular.

A Lei Estadual nº 8353/2019 foi a que mais se aproximou em colocar a economia circular diretamente no marco legal, ao destacar em seu título os termos economia sustentável, circular e criativa.

De acordo com esta lei Economia Sustentável, Circular e Criativa são:

“os ciclos de criação, produção, distribuição ou circulação, consumo e fruição de bens e serviços oriundos das atividades produtivas, que tem como processo principal um ato criativo gerador de um produto, bem ou serviço, cuja dimensão simbólica é determinante do seu valor, resultando em produção de riqueza cultural, econômica, ambiental e social” (RIO DE JANEIRO, 2019).

Essa legislação agrega ao sentido de EC o fator criativo, o que não está errado, pois para se estabelecer um novo modelo de economia é preciso se reinventar, inovar e parte deste processo é trabalhar a criatividade para solucionar problemas. Apesar desta lei não trazer nada muito além disso, ela se mostra importante por colocar em evidencia os conceitos explícitos de EC. Porém, para ela se

tornar realmente uma política que resulte em mudanças significativas é preciso um pouco mais de esforço do ponto de vista de fazer valer.

Para o estado de São Paulo, a lei nº 14261/2020 é a normativa mais próxima do conceito de economia circular. Tal legislação traz em seu escopo a proibição de fornecimento de produtos plásticos de uso único.

No seu artigo 2º ela propõe a substituição dos plásticos por materiais biodegradáveis, compostáveis e/ou reutilizáveis, no intuito de impulsionar a transição para uma economia circular.

Essa lei também traz a definição de economia circular e diz:

Art. 3º Para efeito desta Lei entende-se por:

(...)

III – economia circular: modelo de negócios e de desenvolvimento econômico alternativo ao modelo linear (extrair, produzir, descartar), orientado pelos princípios:

a) preservar e aumentar o capital natural, controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis;

b) otimizar a produção de recursos, fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico;

c) fomentar a eficácia do sistema, revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos (SÃO PAULO, 2020).

Apesar de ter sua relevância ambiental, proibindo o uso de plásticos descartáveis, esta lei sozinha está longe de se estabelecer uma economia circular. A sua única relação é que ela traz em seu escopo a definição de economia circular. Em termos de legislação, observa-se que o estado do Rio de Janeiro possui mais normativas sobre o tema, o que não implica necessariamente em maior vontade política para implementação de uma economia mais circular.

4.2 Outras iniciativas

4.2.1 Termo de compromisso para implementação de ações voltadas à economia circular e logística reversa de embalagens em geral

Em maio de 2020 foi firmado o “Termo de Compromisso para Implementação de Ações Voltadas à Economia Circular e Logística Reversa de Embalagens em Geral” entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e as empresas Ambev, Kaiser & HNK BR, Nestlé, Coca-Cola, Tetrapak e Unilever, que juntas colocaram no mercado cerca de 5 milhões de toneladas de embalagens em 2018 (MMA, 2020b).

Com o nome de ReCircula, este termo de compromisso estabelece diretrizes, iniciativas e ações para o desenvolvimento da Economia Circular de embalagens em geral, baseadas nos objetivos da

PNRS. E atuará progressivamente em 4 vias: i) 100% reciclabilidade até 2025; ii) Aumento do uso de matéria-prima reciclada pós-consumo nas embalagens; iii) Manutenção e incentivo ao uso de modelos alternativos de entrega; e iv) Logística reversa de embalagens em geral (MMA, 2020c).

Há ainda no termo de compromisso a previsão da implementação do projeto Conexão Circular MMA, que promoverá ações da agenda de qualidade ambiental urbana para combate ao lixo no mar, gestão de resíduos (Programa Lixão Zero) e áreas verdes urbanas, em 52 cidades brasileiras.

4.2.2 Frente Brasil de Recuperação Energética de Resíduos (FBRER) e o Princípio da eliminação de externalidades negativas

Em junho de 2020 foi lançada a Frente Brasil de Recuperação Energética de Resíduos, compostas pelas seguintes associações: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Associação Brasileira de Empresas Tratamento de Resíduos e Efluentes (Abetre), Associação Brasileira do Biogás (ABiogás) e Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (ABILOGÁS, 2020a).

Tal frente foi criada devido ao enorme potencial de aproveitamento energético existente nos resíduos sólidos urbanos. Segundo a Abiogás (Associação Brasileira de Biogás) e a Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), existe um potencial de produção de biogás de 10,7 milhões de m³/dia de biometano ou 14,4 TWh/ano de energia elétrica, apenas com sistemas de captura de biogás nos aterros sanitários existente hoje no país. Caso toda a fração orgânica dos resíduos (50% do total do RSU) fosse direcionada para biodigestores o aproveitamento energético seria ainda maior (ABILOGÁS, 2020b).

O objeto desta frente coincide com o princípio de eliminação de externalidades negativas da urbanização, dando uma destinação ambientalmente correta para os RSU. Também permite a regeneração de ecossistemas, outro princípio da EC, promovendo a recuperação energética desses resíduos, evitando-se a emissão de GEE para a atmosfera, além de fomentar o uso de energia sustentável.

4.3 Uma proposta normativa de economia circular para o Brasil

Para Abramovay (2014), uma das condições 3º, é de natureza política. Pois, segundo o autor, não se pode contar com movimentos espontâneos das forças de mercado.

Apesar de serem iniciativas importantes, o ReCircula e a FBRER podem não implicar na mudança do quadro atual do Brasil frente ao desenvolvimento sustentável e ao incentivo ao modelo

econômico circular, sendo necessário o estabelecimento de legislação e políticas públicas concretas.

O governo tem o papel de facilitar esta transição, diminuindo os riscos associados a quem resolver implementar este novo modelo de negócio, quer seja por meio de políticas públicas, quer seja por meio de incentivos fiscais e financeiros. Pois é muito provável que os setores produtivos não se arriscarão em mudar de modelo se não houver alguma indicação transparente de que a economia circular é opção verdadeira e definitiva para o Brasil (Savaget & Silva, 2017).

Para a elaboração de um Plano de Economia Circular do Brasil, os formuladores de política pública brasileiros podem reunir as ideias das experiências chinesa e europeia sobre o assunto. A China focando em produção mais limpa (P + L) e na consequente diminuição da poluição na área industrial e a UE direcionando seus esforços para o pós-consumo, ou seja, para o ecodesign, que consiste na escolha de materiais de baixo impacto ambiental, com eficiência energética e que facilite o reaproveitamento e reutilização dos produtos, durabilidade e eliminação de resíduos. Desse modo, é possível uma política completa e eficiente, abrangendo todas as possibilidades no caminho do Brasil se tornar mais sustentável, promovendo uma economia cada vez mais circular.

A legislação ambiental brasileira ainda é muito direcionada em punir quem não cumprir o que está previsto em sua normativa, o princípio do poluidor-pagador (PPP). Tal princípio visa fazer com que os custos causados pelos impactos ambientais negativos sejam internalizados pelos poluidores. Esta afirmação pode ser vista no parágrafo 3º do artigo 225 da Constituição Federal, que descreve “As atividades e condutas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, às sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.”

Sendo um princípio de cunho econômico, o PPP se materializa por meio de regulações, que estabelecem padrões, que se ultrapassados, geram consequências para quem as desobedeça. A possibilidade de as normativas focarem um pouco mais no incentivo às práticas ambientalmente corretas, é interessante para que seja criado o princípio do protetor-recebedor.

Os incentivos fiscais sobre o consumo, semelhantes aos praticados em Portugal e mostrados por Carrera e Borrego (2019) podem fazer parte do Plano de Economia Circular para o Brasil. Como por exemplo o Imposto Especial sobre Consumo e as taxas diversas sobre a aquisição de determinados bens com impacto ambiental, que são uma forma de impostos indiretos sobre produtos que prejudicam a saúde dos consumidores ou poluam o meio ambiente. Estimulando assim, um consumo mais consciente, onde produtos que gerem um maior impacto ambiental sejam mais caros do que aqueles que geram menos. Um exemplo prático seria a aquisição de produtos eletroeletrônicos remanufaturados que teriam uma carga tributária menor do que eletroeletrônicos novos.

Ainda na questão dos incentivos fiscais, é possível também incentivar a criação de parques

ecoindustriais, em que os resíduos de uma indústria seja o insumo de outra, facilitando assim toda logística de uma indústria na aquisição do resíduo/insumo de uma outra.

Pode-se ainda considerar a iniciativa da FBRER (Frente Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos), e torná-la parte deste plano. Com incentivos fiscais para a instalação de usinas de digestão anaeróbica de resíduos agrícolas, por exemplo, aproveitando o grande potencial brasileiro.

Para a área urbana, o foco poderia ser os resíduos, pois com a vida cada vez mais corrida, as pessoas acabam recorrendo ao que é mais prático e quase sempre essa praticidade gera muito resíduo, principalmente plástico. Nesse sentido, o incentivo à pesquisas de soluções biodegradáveis ou que facilitem a reutilização e/ou reciclagem destas embalagens seria muito importante. Caberia também o incentivo fiscal às empresas e serviços que fizessem uso destes materiais.

Partindo da ideia que o emprego é uma causa bastante importante para a política, estudos europeus estimam que a economia circular tem um potencial de gerar cerca de 700.000 novos empregos na UE até 2030. E a forma de garantir esses empregos é facilitar o estabelecimento de negócios com princípios circulares (Goldschmeding Foundation, 2019).

A Goldschmeding Foundation elencou alguns elementos-chave que podem ser usados no Brasil para promover negócios circulares e por consequência criar mais empregos. Tais elementos seriam: i) criar metas, ajudando a esclarecer a visão circular e fazendo com que empresas relevantes compartilhem seus objetivos e acertos ambientais; (ii) facilitar empréstimos para empresas com modelos de negócios circulares, fazendo com que superem barreiras financeiras; e (iii) realizar intervenções suaves, como campanhas de informação, plataformas *matchmaking* (plataformas digitais para facilitar o encontro de parceiros de negócios) e programas educacionais (Goldschmeding Foundation, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por terem sido pioneiras no desenvolvimento de políticas públicas voltadas especialmente para a economia circular, a China e os países da União Europeia (UE) se tornam grandes exemplos a serem seguidos, devido a maturidade em que se encontram nesta seara. Se por um lado a China tem sem foco em produção mais limpa (P+L) e a UE direciona seus esforços para o *eco-design*, afim de diminuir os resíduos sólidos, o Brasil pode se inspirar e unir as duas linhas de pensamento para formular o seu plano nacional de economia circular.

O Brasil ainda não possui políticas públicas voltadas para o desenvolvimento da economia circular. Conta-se apenas com conceitos e iniciativas isoladas, não suficientes para se estabelecer,

efetivamente, uma economia circular no país.

Logo, percebe-se que no Brasil existe um movimento tímido no caminho para a economia circular. Algumas leis trazem em seu texto termos relacionados à EC, e há também movimento da sociedade privada. A grande preocupação atual com o modo como a humanidade vem tratando o meio ambiente e de que os seres humanos fazem parte disso, mostra que o modelo linear de economia precisa mudar. Favorecendo o surgimento de negócios que já nascem com uma mentalidade sustentável além de propiciar a mudança no modelo de negócios de empresas já estabelecidas para o modelo circular.

Criar um Plano de Economia Circular para o Brasil é extremamente importante, pois é um dos países com as maiores reservas de recursos naturais do planeta e é preciso cuidar para que elas consigam se regenerar para não acabar. Para isso é necessário se estabelecer políticas públicas voltadas especialmente para o provimento da economia circular no Brasil, reunindo as melhores iniciativas mundiais adaptada para o contexto de desenvolvimento do país.

Entretanto, por se tratar de um assunto novo, principalmente no Brasil, é requerido muito trabalho para a mudança de mentalidade. É preciso, além de incentivos fiscais, o investimento em campanhas educacionais e de informação para que a sociedade compreenda a importância do consumo consciente para que assim elas gerem uma demanda por produtos mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

Abramovay, R. (2014). Um acordo pela economia circular. **Revista Abril**. n. 83, p. 22.

ABiogás - Associação Brasileira de Biogás. Notícias (2019). **ABiogás divulga potencial do biogás para o mercado brasileiro durante fórum em São Paulo**. Disponível em: <https://abiogas.org.br/abiogas-divulga-novo-potencial-do-biogas-para-o-mercado-brasileiro-durante-forum-em-sao-paulo/> . Acesso em: 22/08/2020.

ABiogás - Associação Brasileira de Biogás. Notícias (2020) (a). **Brasil ganha frente para produzir energia a partir de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: https://abiogas.org.br/brasil-ganha-frente-para-produzir-energia-a-partir-de-residuos-urbanos/#_ftn1 . Acesso em: 23/07/2020.

ABiogás - Associação Brasileira de Biogás. Notícias (2020) (b). **Infográficos ABiogás/ABRELPE – RSU**. Disponível em: <https://abiogas.org.br/infograficos-abiogas-abrelpe-rsu/> . Acesso em: 23/07/2020.

Ayres, R. U., Ayres, L. (2002). **A handbook of industrial ecology**. Edward Elgar Publishing.

Balaman, Ş. Y., Wright, D. G., Scott, J., Matopoulos, A. (2018). Network design and technology management for waste to energy production: An integrated optimization framework under the principles of circular economy. **Energy**, 143, 911-933.

BRASIL. **Lei nº 10831 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União**, 23 de dez. de 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm#:~:text=LEI%20No%2010.831%2C%20

DE%2023%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202003.&text=Regulamento.,Art. Acesso em: Acesso em: julho/2020.

_____. **Lei nº 12187 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da União, 29 de dez. de 2009.** Disponível em: [_____. **Lei nº 12305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2 de ago. de 2010.** Disponível em: \[_____. **Lei nº 13576 de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis \\(RenovaBio\\) e dá outras providências. Diário Oficial da União, 26 de dez. de 2017.** Disponível em: \\[_____. **Decreto nº 7794 de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Diário Oficial da União, 20 de ago. de 2012.** Disponível em: \\\[_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário \\\\(2013\\\\). **Brasil Agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo.** Brasília: MDA, 2013. Disponível em: \\\\[Carreira, F., & Borrego, A. C. \\\\\(2019\\\\\). Fiscalidade, ambiente e economia circular: o caso dos tributos sobre o consumo. **In XX Congresso AECA, Espanha, 20.**\\\\]\\\\(https://www.mma.gov.br/informma/item/10207-o-peaaf-no-plano-nacional-de-agroecologia-e-produ%C3%A7%C3%A3o-org%C3%A2nica-planapo.html. Acesso em: agosto/2020.</p>
</div>
<div data-bbox=\\\\)\\\]\\\(http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7794.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%207.794%2C%20DE%2020,vista%20o%20disposto%20no%20art. Acesso em: julho/2020.</p>
</div>
<div data-bbox=\\\)\\]\\(http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13576.htm#:~:text=L13576&text=LEI%20N%C2%BA%2013.576%2C%20DE%2026%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202017.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional,RenovaBio\\)%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.&text=IV%20%2D%20contribuir%20com%20previsibilidade%20para,no%20mercado%20nacional%20de%20combust%C3%ADveis. Acesso em: julho/2020.</p>
</div>
<div data-bbox=\\)\]\(http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.305%2C%20DE%202%20DE%20A%20GOSTO%20DE%202010.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,1998%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.&text=Art.&text=%C2%A7%20o%20E%20sta%20Lei,s%C3%A3o%20regulados%20por%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20espec%C3%ADfica. Acesso em: julho/2020.</p>
</div>
<div data-bbox=\)](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.187%2C%20DE%2029%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202009.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20sobre,Art. Acesso em: julho/2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Circle Economy; City Of Amsterdam. **Amsterdam Circular 2020-2025 Strategy.** Amsterdã, Holanda. Disponível em: [CNI. Confederação Nacional da Indústria \(2019\). **Economia Circular: Caminho Estratégico para a Indústria Brasileira.** Brasília. Disponível em:](https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/#:~:text=Amsterdam%20Circular%20Strategy%202020%2D2025,contributing%20to%20a%20sustainable%20city.&text=The%20aim%20is%20to%20halve,fully%20circular%20city%20by%202050. . Acesso em: 3 de jul. de 2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

junho/2020.

EMF. Ellen McArthur Foundation (2010). **Circular economy**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: maio/2020

EMF. Ellen Macarthur Foundation (2015). **Delivering the Circular Economy—A Toolkit for Policymakers**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: maio/2020

EMF. Ellen Macarthur Foundation (2017). **Uma Economia Circular. uma abordagem exploratória inicial no Brasil**. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf. Acesso em: maio/2020

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (2020). **Análise de Conjuntura do Biocombustíveis – Ano 2019**. Ministério de Minas Energia. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2019>. Acesso em: maio/2020.

EUROPE COMMISSION. Environment, (2020). **EU Circular Economy Action Plan**. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm . Acesso em: 28 de jun. de 2020

FME. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. **The development of waste policy in Germany – Waste policy**. Alemanha. Disponível em: <https://www.bmu.de/en/topics/water-waste-soil/waste-management/waste-policy/> . Acesso em: 28 de jun. de 2020.

Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. **Journal of cleaner production**, 23(1), 216-224.

Ghisellini, P., Protano, G., Viglia, S., Gaworski, M., Setti, M., Ulgiati, S. (2014). Integrated agricultural and dairy production within a circular economy framework. A comparison of Italian and Polish farming systems. **Journal of Environmental Accounting and Management**, 2(4), 367-384.

Goldschmeding Foundation (2019). **The role of municipal policy in the circular economy: Investment, jobs and social capital in circular cities**. Disponível em: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/role-municipal-policy-circular-economy-investment-jobs-and-social-capital>. Acesso em: agosto/2020.

Jorge, D. M.; Souza, C.A.V. (2017). O papel da regulamentação dos produtos de origem biológica no avanço da agroecologia e da produção orgânica no Brasil. In: Sambuichi, R. H. R.; Moura, I. F.; Mattos, L. M.; Ávila, M. L.; Spínola, P. A. C.; Silva, A. P. M. **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: Ipea, p. 229 – 252.

McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Doménech, T. (2017). Circular economy policies in China and Europe. **Journal of Industrial Ecology**, 21(3), 651-661.

Ministério do Ambiente E Transição Energética (MATE) (2020). **Plano de Ação para a Economia**

Circular. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=71fc795e-90a7-48ab-acd8-e49cbbb83d1f#:~:text=O%20Plano%20de%20A%C3%A7%C3%A3o%20para,contributos%20de%2038%20entidades%20distintas>. Acesso em: 28/06/2020.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2020) (a). **Linha do tempo.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/linha-do-tempo.html> . Acesso em: 27/06/2020.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2020) (b). **Termo de Compromisso – Embalagens em Geral.** Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/tcembalagensemgeral/> . Acesso em: 05/06/2020.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2020) (c). **ReCircula: Minuta de Termo de Compromisso.** Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/tcembalagensemgeral/wp-content/uploads/2020/05/RECIRCULA-Minuta-de-Termo-de-Compromisso-27.05.2020-vers%C3%A3o-limpa.pdf> . Acesso em: 05/06/2020.

Pan, S. Y., Du, M. A., Huang, I. T., Liu, I. H., Chang, E. E., Chiang, P. C. (2015). Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system: a review. **Journal of Cleaner Production**, 108, 409-421.

República Portuguesa (2018). **Governo confirma compromisso de atingir neutralidade carbônica.** Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/noticia?i=governo-confirma-compromisso-de-atingir-neutralidade-carbonic> . Acesso em: 03/07/2020.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 8151 de 01 de novembro de 2018. Institui o sistema de logística reversa de embalagens e resíduos de Embalagens no âmbito do estado do rio de janeiro, de acordo com o Previsto na lei federal nº 12.305, de 2010 e no decreto nº 7404, de 2010. Diário Oficial do Rio de Janeiro**, 01 de nov. de 2018. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/d86640642dd11ae00325833d0055a11c?OpenDocument&Highlight=0,8151#:~:text=Lei%20Ordin%C3%A1ria&text=LEI%20N%C2%BA%208151%20DE%2001,DECRETO%20N%C2%BA%207404%2C%20DE%202010>. Acesso em: julho/2020.

_____. **Lei nº 8353, de 01 de abril de 2019. Dispõe sobre o programa de incentivo aos pólos de economia Sustentável, circular e criativa (PESCC) - distritos sustentáveis, Circulares e criativos no estado do rio de janeiro e modifica o artigo 2º da lei nº 2.927, de 3 de abril de 1998 e o artigo 2º da lei nº 7.368, de 14 de julho de 2016. Diário Oficial do Rio de Janeiro**, 01 de abr. de 2019. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/97aec00ee9d18324832583d00071ead6?OpenDocument>. Acesso em: julho/2020.

ROTEIRO PARA A NEUTRALIDADE CARBÔNICA 2050 (RNC2050). **Roteiro, 2020.** Disponível em: <https://descarbonizar2050.pt/roteiro/> . Acesso em: 03/07/2020.

Sá, V. K. S.; Gomes, M. F. (2020). Agência reguladora de resíduos sólidos: uma necessidade. **Cadernos de Direito Actual**, v. 1, n. 13, p. 80-98.

Sambuichi, R. H. R.; Ávila, M. L.; Moura, I. F.; Mattos, L. M.; Spínola, P. A. C. (2017). Avaliação da Execução do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica 2013-2015. In: Sambuichi, R. H. R.; Moura, I. F.; Mattos, L. M.; Ávila, M. L.; Spínola, P. A. C.; Silva, A. P. M. **A política nacional**

de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Brasília: Ipea, p. 148 – 193.

SÃO PAULO. **Lei nº 17261, de 13 de janeiro de 2020. Dispõe sobre a proibição de fornecimento de produtos de plástico de uso único nos locais que especifica.** Casa Civil de São Paulo, 13 de jan. de 2020. Disponível em: <https://www.sinesp.org.br/quem-somos/legis/78-leis/9367-lei-n-17-261-de-13-01-2020-dispoe-sobre-a-proibicao-de-fornecimento-de-produtos-de-plastico-de-uso-unico-nos-locais-que-especifica#:~:text=LOCAIS%20QUE%20ESPECIFICA-LEI%20N%C2%BA%2017.261%2C%20DE%2013%2F01%2F2020%20%2D%20DISP%C3%95E,%C3%9ANICO%20NOS%20LOCAIS%20QUE%20ESPECIFICA&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20proibi%C3%A7%C3%A3o%20de,%C3%BAnico%20nos%20locais%20que%20especifica>. Acesso em: julho/2020.

Sauvé, S., Bernard, S., Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, 17, 48-56.

Savaget, P; Silva, T. (2017). **Economia Circular e novos modelos de negócios.** Acervo, Fundação Dom Cabral. Disponível em: <http://acervo.ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Artigos%20FDC/Artigos%20DOM%2026/Economia%20Circular%20e%20novos%20modelos%20de%20neg%C3%B3cios.pdf>. Acesso em: setembro/2020.

Stahel, W. R. (2016). The circular economy. **Nature**, 531 (7595), 435–438.

Veleva, V., Bodkin, G., Todorova, S. (2017). The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: Lessons from Biogen’s “zero waste” journey. **Journal of cleaner production**, 154, 517-529.

Xue, Y. N., Luan, W. X., Wang, H., & Yang, Y. J. (2019). Environmental and economic benefits of carbon emission reduction in animal husbandry via the circular economy: Case study of pig farming in Liaoning, China. **Journal of Cleaner Production**, 238, 117968.

ARTIGO CIENTÍFICO 3

ECONOMIA CIRCULAR COMO CRITÉRIO DA LEI DE ICMS ECOLÓGICO

Isabor Viana Sant'Ana Mendes – IFFluminense/PPEA

Adriano Henrique Ferrarez - IFFluminense/PPEA

José Augusto Ferreira da Silva - IFFluminense/PPEA

RESUMO

A economia circular (EC) tem se apresentado como solução para o desenvolvimento sustentável, uma vez que já se entende que os recursos naturais são finitos. Apesar de existir ações isoladas que mostrem um caminhar na direção da EC, ainda falta, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, uma regulação que sirva tanto de padrão a ser seguido quanto de incentivo para facilitar esta transição da economia. Portanto, torna-se de suma importância estudos sobre o tema. Este trabalho apresenta um levantamento dos critérios atendidos pelos municípios do estado do Rio de Janeiro para o recebimento do ICMS Ecológico tendo por referência os últimos 10 anos (2012 – 2021), uma avaliação da relação entre os recursos de ICMS Ecológico repassados e o IDHM dos municípios e uma proposta para inclusão do critério de economia circular no cálculo do Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA) para os municípios fluminenses. A metodologia empregada foi a pesquisa exploratória a partir de documentos e informações de órgãos dos governos federal e do estado do Rio de Janeiro. Verificou-se que 89% dos municípios não estão aptos a receber repasses advindos de dois dos seis índices relativos que compõem o IFCA atualmente (IrRV e IrMA). Observou-se relação entre os recursos recebidos do ICMS Ecológico e o IDHM. Foi proposta a alteração do IFCA, via projeto de lei, com a inclusão do Índice Relativo de Economia Circular (IrEC), composto por seis subíndices visando incentivar a transição da economia linear para a economia circular nos municípios fluminenses.

Palavras-Chaves. economia circular, ICMS ecológico, sustentabilidade

ABSTRACT

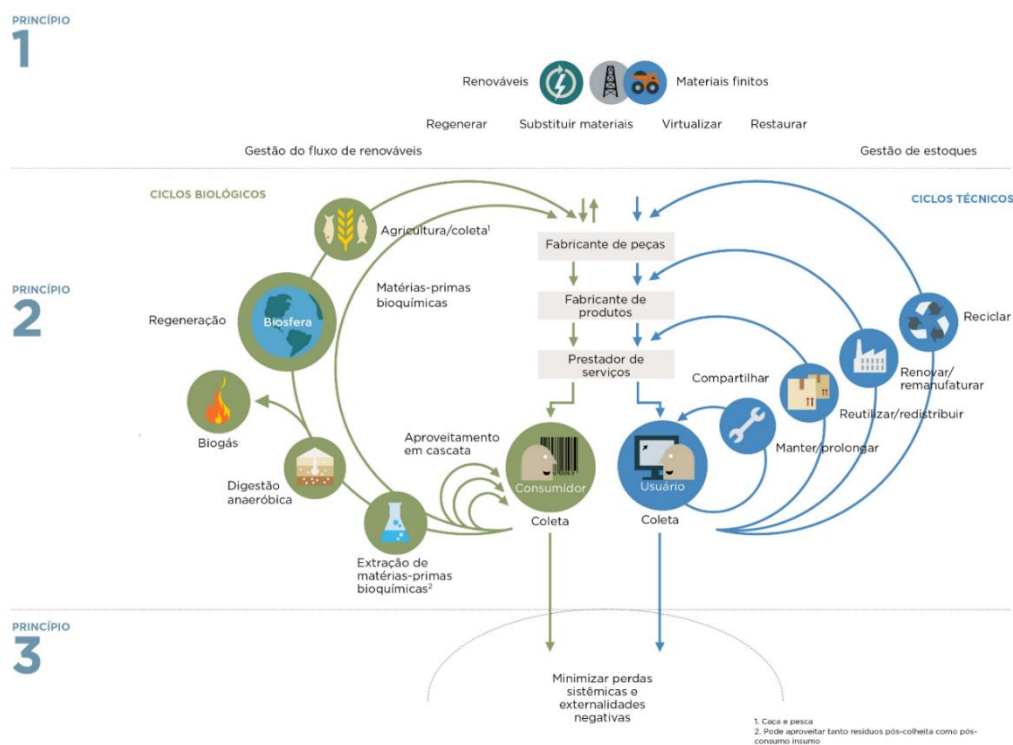
The circular economy (CE) has been presented as a solution for sustainable development, since it is already understood that natural resources are finite. Although there are isolated actions that show a move towards CE, there is still a lack, especially in developing countries such as Brazil, of a regulation that serves both as a standard to be followed and as an incentive to facilitate this transition in the economy. Therefore, studies on the subject are of paramount importance. This work presents a survey of the criteria met by the municipalities of the state of Rio de Janeiro for receiving the Ecological ICMS with reference to the last 10 years (2012 – 2021), an evaluation of the relationship between the ICMS Ecological resources transferred and the IDHM of the municipalities and a proposal to include the circular economy criterion in the calculation of the Final Index of Environmental Conservation (FIEC) for the municipalities of Rio de Janeiro. The methodology used was exploratory research based on documents and information from agencies of the federal and state governments of Rio de Janeiro. It was found that 89% of the municipalities are not able to receive transfers from two of the six relative indices that currently make up the IFCA (IrRV and IrMA). There was a relationship between the resources received from the Ecological ICMS and the IDHM. It was proposed to change the IFCA, via a bill, with the inclusion of the Relative Index of Circular Economy (rICE), composed of six sub-indices to encourage the transition from the linear economy to the circular economy in the municipalities of Rio de Janeiro.

Keywords: circular economy, ecological ICMS, sustainability

1 INTRODUÇÃO

A Fundação Ellen McArthur, uma das mais respeitadas quando o assunto é economia circular (EC), afirma que uma economia é considerada circular se seguir três princípios básicos: (i) ser regenerativa dos recursos naturais; (ii) manter o material e produtos em uso; e (iii) eliminar externalidades negativas (EMF, 2015). A Figura 1 apresenta esses princípios e oportunidades.

Figura 8. Os princípios e oportunidades da economia circular



Fonte: Adaptado pelos autores de EMF (2017)

A economia circular (EC) também está muito relacionada ao termo “desperdício zero”. Porém a EC se preocupa com todo ciclo dos produtos, desde a retirada da matéria-prima até a disposição final do produto no fim de sua vida útil (VELEVA; BODKIN; TODOROVA, 2017).

Os 17 Objetivos para Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram elaborados pela ONU em 2015 e fazem parte de uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas até 2030. Esta agenda contempla planos de ações para atingir os ODS, se desdobrando em 169 metas.

A temática dos ODS é bem diversificada indo de erradicação da pobreza até proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, temas importantes para o desenvolvimento humano (EMBRAPA, 2021).

A EC colabora para atingir os objetivos que tratam dos padrões de produção e consumo sustentáveis (ODS 12), combate às mudanças climáticas (ODS 13), conservação dos recursos marinhos (ODS 14) e terrestres (ODS 15). Além disso, auxilia na erradicação da pobreza (ODS 1) com criação de cooperativas e sua inserção na estrutura da economia circular (ARAÚJO; VIEIRA, 2017). No Brasil é possível perceber iniciativas isoladas para o estabelecimento da EC em algumas atividades, porém, falta uma regulação que dê mais segurança aos que queiram adotar esse novo modelo de economia. Alguns países ao redor do mundo já adotaram a economia circular em suas políticas públicas, como a China e países da União Europeia, estimulando novos negócios e auxiliando os que já existem a migrarem para a EC (MCDOWALL et al., 2017; CARRERA E BORREGO, 2019; CIRCLE ECONOMY & CITY OF AMSTERDAM, 2020; MATE, 2021; FME, 2021). A ideia da economia como um sistema circular é vista como condição primordial para a manutenção da vida humana na Terra, de forma sustentável (GHISELLINI, 2016).

Alguns trabalhos científicos destacaram a relação entre EC e Desenvolvimento Humano (DH), afirmando que existe, nesses dois temas, um esforço coletivo para atingir metas como redução de desigualdade, preservação da natureza e conservação de recursos (SCHRÖDER; LEMILLE; DESMOND, 2020). Ademais, não existe um DH verdadeiro sem que este seja sustentável (LIMA *et al.*, 2020), não havendo diferença entre o DH e o desenvolvimento sustentável, o primeiro trata de proporcionar uma vida longa, saudável e com educação, enquanto o segundo visa garantir isso as gerações futuras (NEUMAYER, 2012).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é utilizado para mensurar o desenvolvimento humano a nível de município. O IDHM é um indicador importante para avaliar o progresso da sociedade na obtenção de produtos básicos. Vale ressaltar que o IDHM não pode mensurar totalmente o desenvolvimento humano uma vez que é dinâmico e depende do processo estabelecido pela população e pelo comportamento do governo (SANTOS e FONSECA, 2014).

1.1.IMPOSTOS COMO FORMA DE INCENTIVO À TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR

A tributação ambiental pode ser usada como regulação, a fim de servir como iniciativa para orientar o comportamento dos contribuintes na promoção da conservação dos recursos naturais (MANSANO, 2010). E apenas será considerado um tributo ambiental, aquele que tiver por objetivo estrito, o incentivo a proteção do meio ambiente (OLIVEIRA e VALIM, 2018)

Carreira e Borrego (2019) identificaram em Portugal em um período de 30 anos, um total de 34 medidas fiscais com impactos ambientais distribuídos entre: (i) Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA); (ii) Imposto Especial sobre o Consumo (IEC); (iii) Imposto sobre Veículos (ISV); e (iv) Taxas diversas sobre a aquisição de determinados bens com impacto ambiental. Observaram que o repasse ou o aumento de um imposto específico contribuiu para a busca de um meio ambiente mais sustentável.

Conceitos como fiscalidade, extrafiscalidade e Princípio do Poluidor-Pagador estão intimamente ligados à tributação ambiental. Existem duas frentes de atuação em toda tributação, o que varia é a intensidade de cada frente: (i) a fiscal (arrecadatória), um exemplo é o TCFA (Taxa de Controle Fiscal Ambiental), que visa apenas o recolhimento da taxa a fim de custear o poder de polícia do Estado; e (ii) a extrafiscal (indutória), que visa incentivar a Proteção do meio ambiente (GUTINIEKI; MENDONÇA; JANINI, 2021).

No Brasil, os impostos recolhidos nacionalmente possuem regras de distribuição estabelecidas na Constituição Federal (CF). Um desses impostos é o ICMS - Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços. Está previsto no artigo 158 da Constituição Federal, que 75% do ICMS pertencem aos estados e 25% aos municípios (BRASIL, 1988).

Um caso de sucesso de tributação ambiental no Brasil tem sido o ICMS Ecológico, que se apresenta como um fator de regulamentação não coercitiva (SCAFF e TUPIASSU, 2004). O ICMS Ecológico pode ser definido como um instrumento de compensação financeira, por parte dos estados, dado aos municípios que promovem ações de conservação do meio ambiente (SOUSA; NAKAJIMA; OLIVEIRA, 2011). Porém, esse imposto não é novo, é apenas uma reformulação dos que já são legalmente previstos, adicionando critérios de preservação ambiental e de qualidade de vida (RAMALHO e PASSOS, 2011).

Casos de sucesso da aplicação do ICMS Ecológico, como o do Paraná em 1991 (PARANÁ, 1991), primeiro estado a aprovar critérios socioambientais para o repasse do ICMS, seguido dos estados de São Paulo em 1993 (SÃO PAULO, 1993), Mato Grosso do Sul em 1994 (MATO GROSSO DO SUL (1994) e Minas Gerais em 1995 (MINAS GERAIS, 1995), mostraram que os recursos do

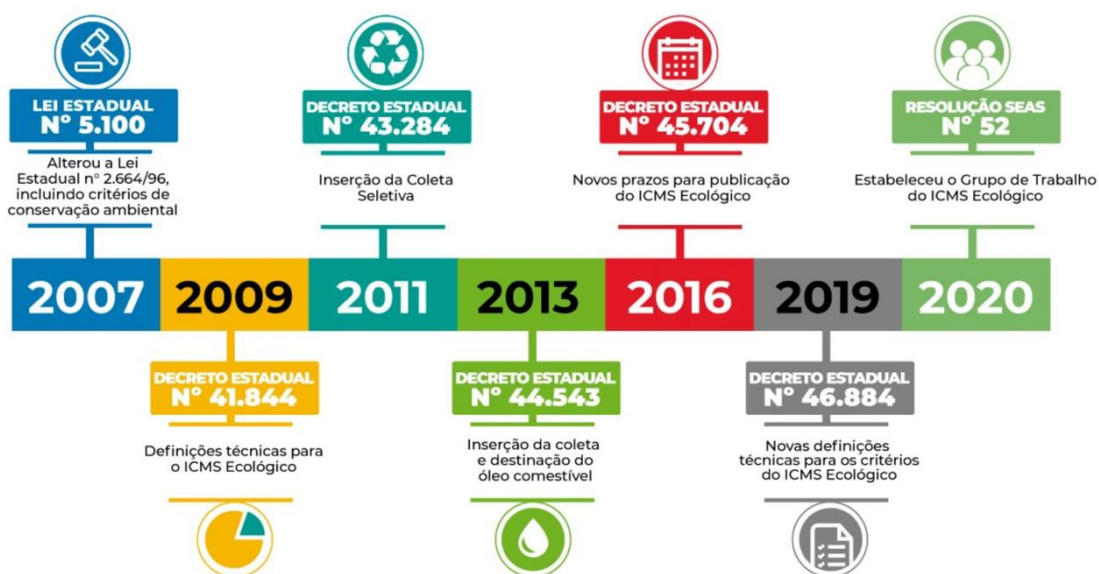
ICMS Ecológico contribuíram para a preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida nos lugares onde foram aplicados (PRADO FILHO e SOBREIRA, 2007; FERNANDES *et al.*, 2011; SAUQUET; MARCHAND; FÉRES, 2014; MARCELO e MACEDO, 2019).

1.2 ICMS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

No estado do Rio de Janeiro a distribuição do ICMS foi instituída pela Lei Estadual nº 2664/1996 (RIO DE JANEIRO, 1996), sendo o ICMS Ecológico previsto na Lei Estadual nº 5100/2007 (RIO DE JANEIRO, 2007) que passou a vigorar a partir da publicação do Decreto Estadual nº 41844, em 2009 (RIO DE JANEIRO, 2009). Os critérios para o cálculo do ICMS Ecológico foram atualizados pelo Decreto Estadual nº46884/2019 (RIO DE JANEIRO, 2019) e pela Resolução SEAS (Secretaria de Estado Ambiente e Sustentabilidade) nº82/2021 do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), em conjunto com a Fundação CEPERJ (SEAS, 2021b). Os valores totais repassados aos municípios fluminenses através do ICMS ecológico correspondem à 2,5% do valor da cota total do ICMS transferido aos municípios (RIO DE JANEIRO, 2007).

A Figura 2 apresenta uma linha do tempo da implementação do ICMS Ecológico no estado do Rio de Janeiro.

Figura 2. Linha do tempo do ICMS Ecológico no estado do Rio de Janeiro



Fonte: (SEAS, 2021a)

Para compor o critério de conservação ambiental previsto e no inciso VI do artigo 1º da Lei

Estadual nº 2664/96, a lei estadual nº 5100/2007, em seu artigo 2º, adota somente três critérios socioambientais, a saber: (i) área de efetiva implantação das unidades de conservação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, conforme definidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e Áreas de Preservação Permanente – APP, 45%, sendo que desse percentual 20% computados para áreas criadas pelos municípios; (ii) índice de qualidade ambiental dos recursos hídricos, 30%; e (iii) coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos, 25%.

Tais critérios estão ainda subdivididos em seis índices relativos que compõem, segundo CEPERJ (2021), o Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA), fórmula que define o percentual de repasse do ICMS Ecológico pertencente a cada município do estado do Rio de Janeiro, a saber:

Tabela 1. Índices relativos que compõe o IFCA

Índice	%	Crítérios
Índice Relativo de Áreas Protegidas (IrAP)	36%	Áreas de Preservação Permanente
Índice Relativo de Áreas Protegidas Municipais (IrAPM)	9%	
Índice Relativo de Mananciais de Abastecimento (IrMA)	10%	Recursos Hídricos
Índice Relativo de Tratamento de Esgoto (IrTE)	20%	Resíduos Sólidos
Índice Relativo de Destinação de Resíduos (IrDR)	20%	
Índice Relativo de Remediação de Vazadouros (IrRV)	5%	
Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA)	100%	

Fonte: Elaborada pelos autores

O IFCA de cada município é calculado a partir da equação (1) a seguir:

$$IFCA = \frac{(IrAP \times 36) + (IrAPM \times 9) + (IrMA \times 10) + (IrTE \times 20) + (IrDR \times 20) + (IrRV \times 5)}{100}$$

Diante das constantes mudanças das demandas sociais, econômicas e ambientais, os critérios do ICMS Ecológico não devem ser fixos. Considerando-se o crescimento populacional com aumento da demanda por alimentos, abastecimento de água potável, e na mesma proporção, questões relacionadas às mudanças climáticas, existe a necessidade de tornar as atividades econômicas mais sustentáveis (DIAS e CARVALHO, 2017). Nesse cenário a inclusão de um critério de economia circular para a distribuição do ICMS Ecológico se torna pertinente.

Os objetivos deste trabalho foram: (i) realizar um levantamento dos critérios atendidos pelos municípios do estado do Rio de Janeiro para o recebimento do ICMS Ecológico tendo por referência

os últimos 10 anos (2012 – 2021); (ii) avaliar a relação entre os valores de ICMS Ecológico repassados e o IDHM dos municípios; e (iii) propor a inclusão do critério de economia circular no cálculo do Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA) para os municípios fluminenses.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho foi a pesquisa exploratória a partir de documentos e informações de órgãos dos governos federal e do estado do Rio de Janeiro. As informações coletadas foram sobre população, educação, economia, saúde, território e ambiente, IDHM e ICMS Ecológico dos municípios fluminenses.

2.1. LEVANTAMENTOS

Foram realizados os seguintes levantamentos:

2.1.1. Total de recursos do ICMS Ecológico repassados aos municípios fluminenses de 2012 a 2021 (10 anos)

Foi realizado um levantamento dos montantes de recursos de ICMS Ecológico que foram repassados aos municípios durante o período de 2012 a 2021.

2.1.2. Municípios que atendem aos critérios do atual IFCA para o recebimento dos recursos do ICMS Ecológico

Foi realizado um levantamento dos critérios atendidos por cada município para o recebimento dos recursos do ICMS Ecológico. A partir dos resultados foi calculado o percentual de municípios que não atenderam a determinado critério ao longo dos últimos 10 anos. Isto é, percentual de municípios que tiveram repasse de R\$ 0,00 em cada critério.

2.1.3. Relação entre os repasses do ICMS Ecológico e IDHM dos municípios fluminenses.

Levando em consideração que não existe desenvolvimento humano sem que seja sustentável (LIMA *et al*, 2020), e que a EC contribui para o desenvolvimento sustentável. Foi levantada a hipótese de que municípios fluminenses com altos repasses de ICMS-Ecológico estariam no topo do ranking do IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios).

Foi realizado o levantamento dos valores recebidos de ICMS Ecológico no ano fiscal de 2021 e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM dos municípios fluminenses (CEPERJ, 2021; ATLAS BRASIL, 2021). Considerando-se o princípio do ICMS Ecológico de preservação ambiental

e qualidade de vida, espera-se verificar se há relação entre os valores do ICMS Ecológico repassados aos municípios e o IDHM. Criou-se uma escala de IDHM para os municípios do estado do Rio de Janeiro que passaram a ser agrupados da seguinte forma: Nível 1 – IDHM entre 0,600 e 0,700; Nível 2 – IDHM entre 0,700 e 0,800; e Nível 3 – IDHM entre 0,800 e 0,900.

2.2. INSERÇÃO DE CRITÉRIO DE ECONOMIA CIRCULAR NO CÁLCULO DO ÍNDICE FINAL DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL (IFCA)

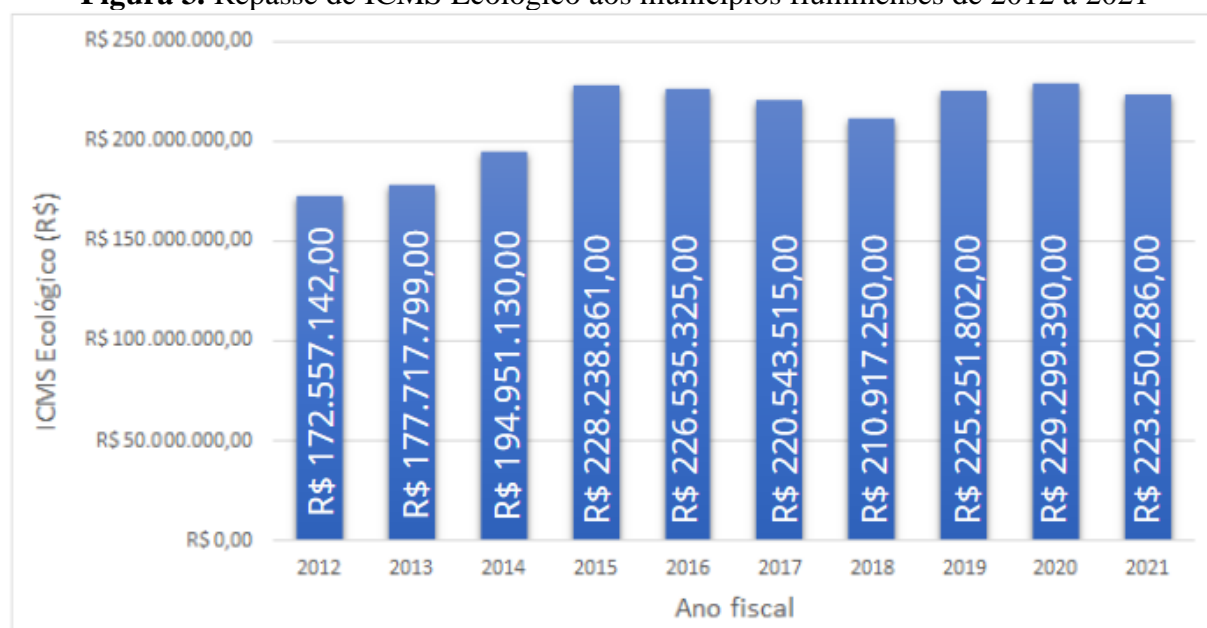
Incorporação do critério de Economia Circular ao IFCA através do Índice Relativo de Economia Circular (IrEC) sendo composto por índices relativos que terão por base parâmetros técnicos que indiquem a transição das economias dos municípios fluminenses do atual modelo linear rumo ao modelo circular.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. TOTAL DE RECURSOS DO ICMS ECOLÓGICO REPASSADOS AOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES DE 2012 A 2021 (10 ANOS)

A Figura 3 apresenta o total de recursos de ICMS Ecológico repassados aos municípios fluminenses nos últimos 10 anos.

Figura 3. Repasse de ICMS Ecológico aos municípios fluminenses de 2012 a 2021

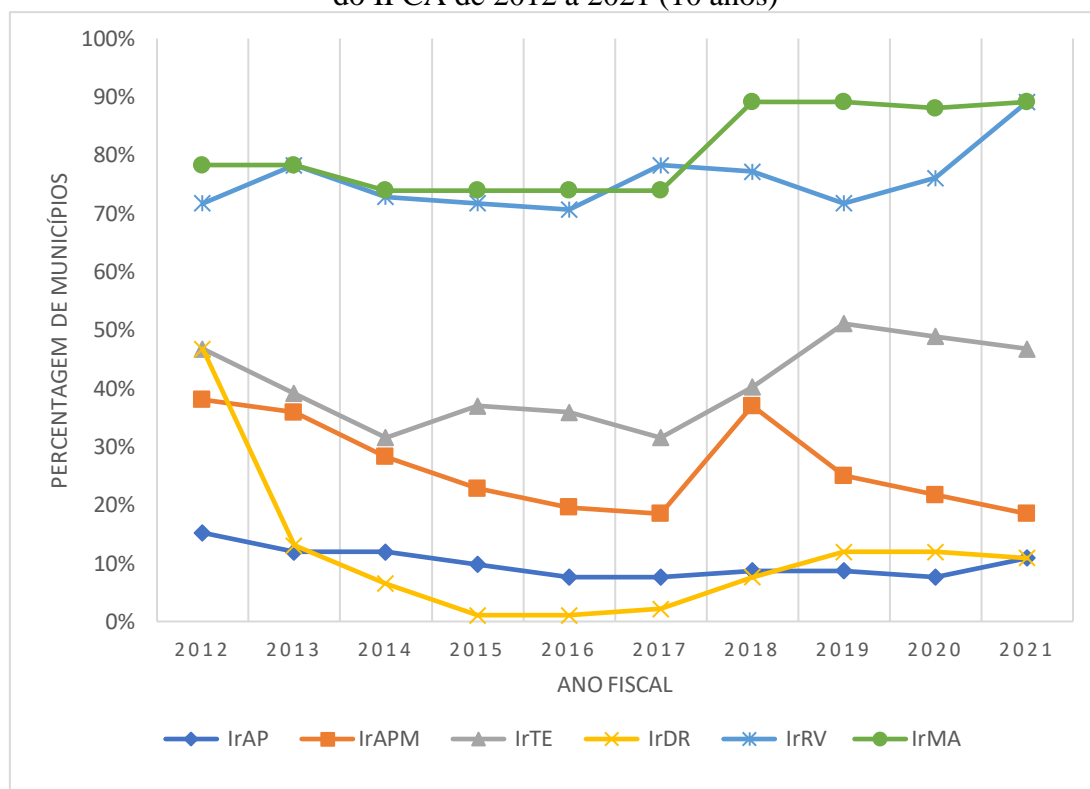


Fonte: Elaborado pelos autores

3.2. MUNICÍPIOS QUE NÃO ATENDEM AOS ÍNDICES DO ATUAL IFCA PARA O RECEBIMENTO DOS RECURSOS DO ICMS ECOLÓGICO

A Figura 4 apresenta o percentual de municípios fluminenses que não atenderam a determinado critério do IFCA ao longo dos últimos 10 anos (2012 a 2021) e, portanto, não receberam recursos do ICMS Ecológico relativo a esse critério.

Figura 4. Percentual de municípios do estado do Rio de Janeiro com repasse R\$ 0,00 por critério do IFCA de 2012 a 2021 (10 anos)



Fonte: Elaborado pelos autores

Observou-se que entre 2012 e 2021 o número de municípios que passaram a receber repasses referentes ao IrDR (Índice Relativo de Destinação de Resíduo) aumentou. Em 2012, 47% dos municípios não recebiam recursos relativos a esse índice. Em 2015 e 2016 apenas 1% dos municípios não receberam recursos relativos ao IrDR. Em 2021 esse percentual foi de 11%.

No que diz respeito aos índices IrRV (Índice Relativo de Remediação de Vazadouros) e IrMA (Índice Relativo de Manancial de Abastecimento), observou-se que durante o período analisado, mais de 70% dos municípios não foram aptos a receber recursos desses índices. Em 2021 esse percentual chegou a 89%.

3.3. RELAÇÃO ENTRE OS REPASSES DO ICMS ECOLÓGICO E IDHM DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES.

A Tabela 2 apresenta o ranqueamento referente aos valores do ICMS-Ecológico repassados no ano de 2021 aos municípios fluminenses e o IDHM dos mesmos. Os municípios com IDHM entre 0,6 e 0,7 (nível 1) foram representados por (*), com IDHM entre 0,701 e 0,8 (nível 2) foram representados por (**) e com IDHM entre 0,801 e 0,9 (nível 3) foram representados por (***)

Tabela 2. Rankings de repasse de ICMS-Ecológico e IDHM dos municípios fluminenses

Municípios	ICMS-Ecológico	IDHM
Cachoeiras de Macacu*	1º	58º
Rio Claro*	2º	72º
Silva Jardim*	3º	87º
Niterói***	4º	1º
Miguel Pereira**	5º	12º
Paraty*	6º	63º
Angra dos Reis**	7º	31º
Nova Iguaçu**	8º	43º
Nova Friburgo**	9	13
Armação dos Búzios**	10	28
Mangaratiba**	11	10
Sapucaia*	12	75
Casimiro de Abreu**	13	29
Quissamã**	14	55
Araruama**	15	35
Mesquita**	16	16
Petrópolis**	17	11
Itatiaia**	18	17
Arraial do Cabo**	19	20
Rio de Janeiro**	20	2
Duque de Caxias**	21	49
São Pedro da Aldeia**	22	47
Piraí**	23	54
Guapimirim*	24	59

Municípios	ICMS-Ecológico	IDHM
Maricá**	25	6
Carapebus**	26	46
Seropédica**	27	41
Magé**	28	51
São José do Vale do Rio Preto*	29	82
Campos dos Goytacazes**	30	37
Saquarema**	31	52
Resende**	32	5
Santa Maria Madalena	33	79
Cabo Frio**	34	19
São Gonçalo**	35	14
Macaé**	36	7
Volta Redonda**	37	4
Teresópolis**	38	25
Rio das Ostras**	39	3
Vassouras**	40	40
Rio Bonito**	41	50
Iguaba Grande**	42	8
Paracambi**	43	33
Porto Real**	44	42
Barra Mansa**	45	27
Rio das Flores*	46	73
Areal*	47	70
Belford Roxo*	48	71
São João da Barra*	49	77
Miracema**	50	44
Conceição de Macabu**	51	48
Macuco**	52	56
São João de Meriti**	53	34
Paraíba do Sul**	54	57
Queimados*	55	74

Municípios	ICMS-Ecológico	IDHM
Itaguaí**	56	39
Três Rios**	57	30
Paty do Alferes*	58	76
Itaboraí*	59	62
São José de Ubá*	60	88
Nilópolis**	61	9
Japeri*	62	84
Barra do Piraí**	63	21
Engenheiro Paulo de Frontin**	64	32
Santo Antônio de Pádua**	65	36
Comendador Levy Gasparian*	66	69
Valença**	67	15
Cardoso Moreira*	68	89
Mendes**	69	18
Aperibé*	70	64
Quatis*	71	67
Natividade**	72	24
Cordeiro**	73	26
Pinheiral**	74	38
Tanguá*	75	86
Cantagalo**	76	53
Duas Barras*	77	83
Sumidouro*	78	92
Itaocara**	79	45
Varre-Sai*	80	85
São Sebastião do Alto*	81	90
Bom Jardim*	82	81
São Fidélis*	83	66
Laje do Muriaé**	84	78
Bom Jesus do Itabapoana**	85	22
Cambuci*	86	65

Municípios	ICMS-Ecológico	IDHM
Carmo*	87	61
Italva**	88	68
Itaperuna**	89	23
Porciúncula*	90	60
São Francisco de Itabapoana*	91	91
Trajano de Moraes*	92	80

Fonte: Elaborada pelos autores

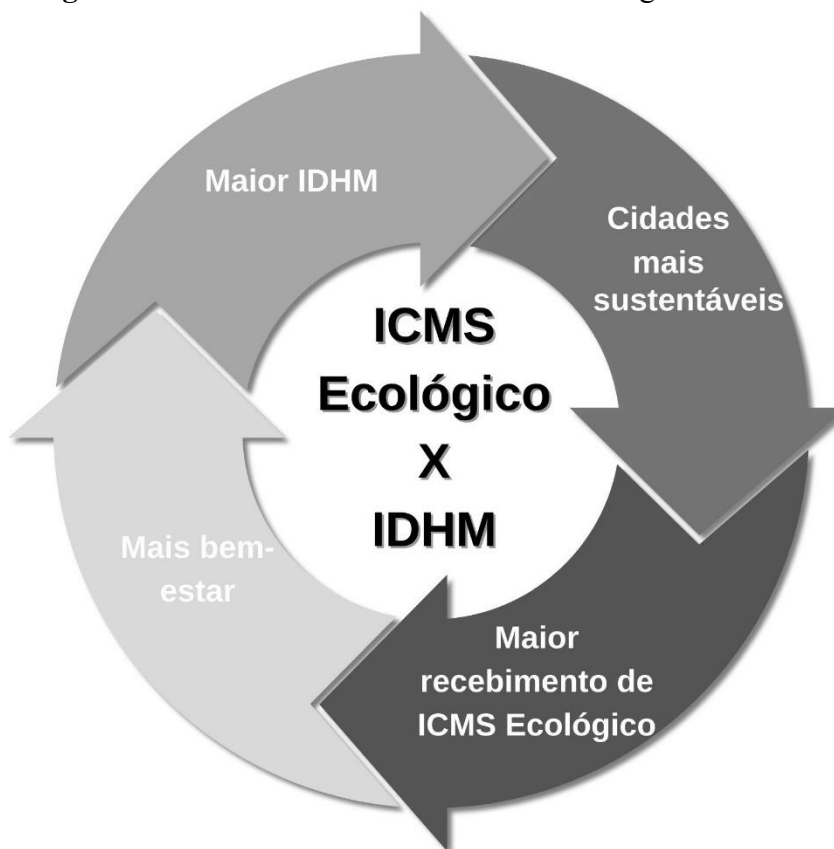
Foi constatado que 40% (12) dos municípios que estão entre os 30 maiores IDHM do estado do Rio de Janeiro também estão entre os 30 maiores recebedores de ICMS Ecológico do estado fluminense. A saber: Niterói, Miguel Pereira, Nova Friburgo, Armação dos Búzios, Mangaratiba, Casimiro de Abreu, Mesquita, Petrópolis, Itatiaia, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro e Maricá. Apenas 5 municípios (17%) dos 30 que receberam maiores valores de ICMS Ecológico estão entre os últimos 32 colocados no ranking de IDHM. E 43% (13) estão entre o 31º e 60º.

Observando-se os últimos 32 municípios no ranking de IDHM, 63% dos municípios fluminenses também estão entre os 32 que menos recebem recursos do ICMS Ecológico. A saber: Japeri, Comendador Levy Gasparian, Cardoso Moreira, Aperibé, Quatis, Tanguá, Cantagalo, Duas Barras, Sumidouro, Varre-Sai, São Sebastião do Alto, Bom Jardim, São Fidélis, Laje do Muriaé, Cambuci, Carmo, Italva, Porciúncula, São Francisco de Itabapoana, Trajano de Moraes.

Tais observações expressam uma relação entre os recursos do ICMS-Ecológico recebidos pelos municípios e o IDHM. Municípios que atendem aos critérios do ICMS Ecológico protegem o meio ambiente e promovem a sustentabilidade, bem-estar da sociedade e o desenvolvimento humano. Quanto menor o recebimento de recursos do ICMS Ecológico menor é a possibilidade de o município apresentar um IDHM de nível 2 e 3 (segundo a classificação adotada neste trabalho).

Isso corrobora a ideia de que maior IDHM implica em municípios mais sustentáveis, sendo aptos ao recebimento de recursos do ICMS-Ecológico. Dessa forma, os municípios com baixos IDHM devem se tornar mais sustentáveis para aumentar o recebimento de recursos do ICMS-Ecológico e, a partir desses recursos melhorar seu IDHM. A Figura 5 mostra o círculo virtuoso envolvendo os recursos do ICMS-Ecológico e o IDHM.

Figura 5. Círculo virtuoso entre o ICMS Ecológico e o IDHM



Fonte: Elaborado pelos autores

3.4.INSERÇÃO DE CRITÉRIO DE ECONOMIA CIRCULAR NO CÁLCULO DO ÍNDICE FINAL DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL (IFCA)

Considerando que o Índice Relativo de Mananciais de Abastecimento (IrMA) e o Índice Relativo de Remediação de Vazadouros (IrRV) são os índices que possuem menos municípios aptos a receber repasses do ICMS Ecológico, procedeu-se a diminuição dos percentuais dos mesmos para a inclusão do Índice Relativo de Economia Circular (IrEC). O IrRV passou de 5% para 3% e o IrMA passou de 10% para 7%. Dessa forma, o percentual referente ao IrEC ficou em 5%.

A Tabela 3 apresenta a nova composição do IFCA com a inserção do IrEC.

Tabela 3. IFCA com a inserção do IrEC

Índice	%
Índice Relativo de Áreas Protegidas (IrAP)	36%
Índice Relativo de Áreas Protegidas Municipais (IrAPM)	9%
Índice Relativo de Mananciais de Abastecimento (IrMA)	7%
Índice Relativo de Tratamento de Esgoto (IrTE)	20%
Índice Relativo de Destinação de Resíduos (IrDR)	20%
Índice Relativo de Remediação de Vazadouros (IrRV)	3%
Índice Relativo de Economia Circular (IrEC)	5%
Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA)	100%

O cálculo do IFCA com o IrEC é dado pela equação (2):

$$IFCA = \frac{(IrAP \times 36) + (IrAPM \times 9) + (IrMA \times 7) + (IrTE \times 20) + (IrDR \times 20) + (IrRV \times 3) + (IrEC \times 5)}{100}$$

3.5. CÁLCULO DO IrEC

Foram criados 6 subíndices para compor o IrEC, a saber: (i) Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA); (ii) Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura (IrMRA); (iii) Índice Relativo de Compartilhamento de Resíduos (IrCR); (iv) Índice Relativo de Logística Reversa (IrLR); (v) Índice Relativo de Remanufatura e Conservação (IrRC); e (vi) Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE).

O cálculo do IrEC é dado pela equação (3):

$$IrEC = IrCA + IrMRA + IrCR + IrLR + IrR + IrCPE \quad (3)$$

Em que:

IrEC	-	Índice Relativo de Economia Circular
IrCA	-	Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura
IrCR	-	Índice Relativo de Compartilhamento de Resíduos
IrLR	-	Índice Relativo de Logística Reversa
IrRC	-	Índice Relativo de Remanufatura e Conservação

IrCPE - Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos

Ressaltando que o IrEC será lançado na fórmula do novo IFCA em que tem um percentual de 5% sobre o total do ICMS Ecológico repassado ao município.

IrEC, a saber: (i) Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA); (ii) Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura (IrMRA); (iii) Índice Relativo de Compartilhamento de Resíduos (IrCR); (iv) Índice Relativo de Logística Reversa (IrLR); (v) Índice Relativo de Remanufatura e Conservação (IrRC); e (vi) Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE)

3.5.1. Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA)

A certificação ambiental surge da necessidade de comprovar que a empresa possui diferenças de produção relacionadas à maior qualidade ambiental. É concedido a empresas que cumpram as normas ambientais e outros procedimentos ambientais estabelecidos por organismos de certificação no processo produtivo ou na prestação de serviços (SEBRAE, 2015).

Considerou-se para o cálculo do Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA) as certificações a seguir.

3.5.1.1. ISO 14000

A família de normas ISO 14000 contempla os seguintes aspectos: (i) Sistemas de Gestão Ambiental (SGA); (ii) Auditorias Ambientais; (iii) Avaliação do Desempenho Ambiental; (iv) Rotulagem Ecológica; (v) Análise do Ciclo de Vida (ACV); (vi) Aspectos Ambientais em Normas de Produtos; e (vii) Termos e Definições. Estas normas são aplicadas com o objetivo de fomentar a sustentabilidade em meio organizacional. Para contabilizar as empresas que possuem essa certificação é preciso entrar no site Certifiq, que é um sistema de gerenciamento de certificados desenvolvido pelo Inmetro em parceria com comitês de qualidade ABNT/CB-25 e ABNT/CB-38.

3.5.1.2. LEED

As certificações Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) fornece uma estrutura para criar edifícios sustentáveis. Os dados para esse subíndice podem ser acessados no site da GBC Brasil, que é a responsável por esta certificação no Brasil.

O LEED é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países. Ele possui 4 tipologias que consideram diferentes necessidade para cada tipo de empreendimento, a saber: (i) Building Design + Construction (BD + C), para novas construções e grandes reformas; (ii) Interior Design + Construction (ID+C), para escritórios comerciais e lojas de varejo; (iii) Operation & Maintenance (O+M), para empreendimentos existentes; e (iv) Neighborhood (ND), para bairros (GBC Brasil, 2021).

As tipologias analisam 8 áreas: (a) localização e transporte; (b) espaço sustentável; (c) eficiências do uso da água; (d) energia e atmosfera; (e) materiais e recurso; (f) qualidade ambiental interna; (g) inovação e processos; (h) créditos de prioridade regional (GBC Brasil, 2021).

3.5.1.3. Produtos Orgânicos (PO)

Para o subíndice de produtos orgânicos (PO) é preciso acessar o site do cadastro nacional de produtores orgânicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Onde se encontra uma lista de todos os produtores orgânicos do Brasil.

A certificação de produtos orgânicos é obrigatória, instituída pela Lei nº 10.831 / 2003 (BRASIL, 2003) e regulamentada pelo Decreto nº 6.323 / 2007 (BRASIL, 2007). Para produtos rotulados como "orgânicos" e vendidos no Brasil, a unidade de produção deve ser aprovada em um dos três mecanismos de garantia da qualidade orgânica: (i) certificação de auditoria; (ii) certificação participativa; ou (iii) associação com organizações de controle social. O MAPA formulou um conjunto de normas e requisitos para cada tipo de produção orgânica: (a) produção primária de vegetais; (b) produção primária de animais; (c) extração sustentável; (d) processamento de produtos de origem vegetal; (e) processamento de produtos de origem animal. A produção orgânica deve cumprir todos os regulamentos técnicos específicos e a legislação nacional relevante (se aplicável) (BRASIL, 2021).

Para o cálculo do IrCA considera-se o número de certificações emitidas nos municípios-do estado, número de produtos e serviços com rótulos e declarações ambientais, número de organizações com certificação ISO 14001, LEED e Produtos Orgânicos.

O Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA) é dado pela equação (4).

$$IrCA = \frac{ICA_i}{\sum_{i=1}^n ICA_i} \quad (4)$$

Em que:

- IrCA - Índice Relativo de Certificação Ambiental
 ICA_i - Índice de Certificação Ambiental no município i
 $\sum_{i=1}^n ICA_i$ - Soma dos ICA's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Certificação Ambiental no município i (ICA_i) é dado pela equação 5.

$$ICA_i = C_{ISO} + C_{LEED} + C_{PO} \quad (5)$$

Em que:

- ICA_i - Índice de Certificação Ambiental no município i
 C_{ISO} - Número de certificações ISO 14000 no município i
 C_{LEED} - Número de certificações LEED no município i
 C_{PO} - Número de certificações Produto Orgânico no município i

3.5.2. Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura (IrMRA)

Os métodos regenerativos de agricultura têm como objetivo principal promover a saúde do solo e regenerá-lo usando práticas como cultivo de cobertura, plantio direto, entre outras técnicas que permitam a recuperação e/ou reabilitação de uma área degradada.

Uma agricultura regenerativa evita a necessidade de produtos químicos, como sequência há um solo melhor, fechando ciclos de nutrientes e devolvendo a matéria orgânica ao ambiente (EMF, 2021). E aplicação desse modelo regenerativo na agricultura e até mesmo em bioeconomias urbanas, poderia aumentar a biodiversidade, o conteúdo nutricional dos alimentos e restaurar a grande reserva de capital natural do Brasil, aumentando a produção agrícola e sua lucratividade (EMF, 2017)

Para o cálculo deste indicador foi proposto contabilizar as áreas (hectare) de produção agrícola dentro de cada município do estado recuperadas – vegetação nativa recuperada (VNR) – e que estão sendo recuperadas – vegetação nativa em recuperação (VNER).

O Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura é dado pela equação 6.

$$IrMRA = \frac{IMRA_i}{\sum_{i=1}^n IMRA_i} \quad (6)$$

Em que:

- IrMRA - Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura
 IMRA_i - Índice de Métodos Regenerativos de Agricultura no município i
 $\sum_{i=1}^n IMRA_i$ - Soma dos IMRA's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Métodos Regenerativos de Agricultura no município i (IMRA_i) é dado pela equação 7.

$$IMRA_i = VNR + VNER \quad (7)$$

Em que:

- IMRA_i - Índice de Métodos Regenerativos de Agricultura no município i
 VNR - Vegetação Nativa Recuperada no município i
 VNER - Vegetação Nativa Em Recuperação no município i

3.5.3. Índice Relativo de Compartilhamento de Recursos (IrCR)

O compartilhamento de ativos e recursos é um modelo de negócios que visa fortalecer e ampliar o uso de bens, reduzindo a ociosidade e reduzindo a demanda por extração de recursos naturais. A maioria dos produtos não precisa ser vendida no mercado, mas sim, ser usada quando necessário, a aplicação real do conceito ganha-ganha (CNI, 2018). Esse modelo utiliza inovações tecnológicas que visam estender a vida útil de produtos existentes por várias pessoas (DANTAS et al., 2018).

Este índice trata da incorporação de resíduos das indústrias na economia. O quanto, em toneladas, de resíduos está sendo compartilhado entre as indústrias.

O cálculo do Índice Relativo de Compartilhamento de Resíduos (IrCR) é dado pela equação 8.

$$IrCR = \frac{ICR_i}{\sum_{i=1}^n ICR_i} \quad (8)$$

Em que:

- IrCR - Índice Relativo de Compartilhamento de Resíduos

- ICR_i - Índice de Compartilhamento de Resíduos no município i
- $\sum_{i=1}^n ICR_i$ - Soma dos IrCR's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Compartilhamento de Resíduos no município i (ICR_i) é dado pela equação 9.

$$ICR_i = \frac{RR}{TRU} \quad (9)$$

Em que:

- ICR_i - Índice de Compartilhamento de Resíduos no município i
- RR - Resíduo recuperado e recolocado na economia no município i
- TRU - Total de resíduo utilizado no município i

3.5.4. Índice Relativo de Logística Reversa (IrLR)

A logística reversa é definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) como um conjunto de ações que permitem a coleta e o retorno dos resíduos ao processo produtivo, da sua própria cadeia ou outros ciclos de produção. Também considera quaisquer outras destinações finais ambientalmente apropriadas. A logística reversa é muito associada à economia circular.

O processo de logística reversa produz materiais reaproveitáveis, que retornam ao processo tradicional de abastecimento, produção e distribuição. Oferecendo oportunidades e possibilidades de reutilização de materiais por meio de reciclagem, reprocessamento ou outra reutilização para produzir novos produtos com custos mais baixos, economizar recursos e gerar outras fontes de receita econômica (LEITE, 2003).

As empresas precisam avaliar o uso da logística reversa como mais uma oportunidade de agregar valor ao processo, melhorando a imagem da empresa em termos de sustentabilidade e agregando valor ao processo, e enfatizando sua necessidade de se espalhar para outras empresas (SARTORI *et al.*, 2019).

O cálculo do IrLR considera os dados do Sistema de Logística Reversa de Embalagens e Resíduos em Geral, da Secretaria de Estado do Ambiente e de Sustentabilidade (SEAS) do Rio de Janeiro, que contém informações sobre o quantitativo de embalagens colocadas no mercado do estado e o percentual efetivamente encaminhado para as indústrias de reciclagem (INEA, 2021).

O Índice Relativo de Logística Reversa é dado pela equação 10.

$$IrLR = \frac{ILR_i}{\sum_{i=1}^n ILR_i} \quad (10)$$

Em que:

- IrLR - Índice Relativo de Logística Reversa
 ILR_i - Índice de Logística Reversa no município i
 $\sum_{i=1}^n ILR_i$ - Soma dos IrLR's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Logística Reversa no município i (ILR_i) dado pela equação 11.

$$ILR_i = \frac{RECI}{T_{emb}} \quad (11)$$

Em que:

- ILR_i - Índice de Logística Reversa no município i
 RECI - Material efetivamente enviado para reciclagem no município i
 T_{emb} - Total de embalagens colocadas no mercado no município i

3.5.5. Índice Relativo de Remanufatura e Conservação (IrRC)

Um dos princípios-chave da EC envolve manter e conservar recursos, valor e tempo, ao mesmo tempo que minimiza o impacto. O modelo desejado é um modelo em que um recurso possa ser usado por um período mais longo, depois é reutilizado e, por fim, entra no processo de remanufatura. Para a cadeia produtiva, o desafio é enorme. Isso significa uma mudança fundamental na cadeia, estabelecendo colaboração e simbiose através de múltiplos setores industriais, aumentando a complexidade das operações e da logística. Surgindo uma nova forma de fornecer materiais, a remanufatura ou a reutilização (BERARDI E DIAS, 2018).

O cálculo do IrRC considera a diminuição da obsolescência dos produtos, principalmente eletrônicos. Para isto será contabilizado os gastos com conservação e reparação das empresas no total da

aquisição de bens de equipamentos. E também o número de empresas que praticam a remanufatura de seus produtos.

O Índice Relativo de Remanufatura e Conservação é dado pela equação 12.

$$IrRC = \frac{IRC_i}{\sum_{i=1}^n IRC_i} \quad (12)$$

Em que:

- IrRC - Índice Relativo de Remanufatura e Conservação
 IRC_i - Índice de Remanufatura e Conservação no município i
 $\sum_{i=1}^n ILR_i$ - Soma dos IrRC's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Remanufatura e Conservação no município i (IRC_i) dado pela equação 13.

$$IRC_i = T_{CP} + T_{REM} \quad (13)$$

Em que:

- IRC_i - Índice de Remanufatura e Conservação no município i
 T_{CP} - Total de investimento na conservação do patrimônio no município i
 T_{REM} - Total de investimento em remanufatura no município i

3.5.6. Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE)

Os contratos públicos são responsáveis por um grande volume de consumo e podem impulsionar a Economia Circular. O desenvolvimento nacional sustentável foi elevado a um objetivo a ser alcançado em compras públicas em 2010, por meio da Lei nº 12.349 (RODRIGUES, 2020), que alterou, entre outras, a Lei das Licitações - Lei nº 8.666/1993. A Lei das Licitações dá-se a necessidade de os órgãos da administração pública considerarem o impacto ambiental de seus contratos. De acordo com o artigo 12 da Lei 8.666/1993: “Nos projetos básicos e projetos executivos de obras e serviços serão considerados principalmente os seguintes requisitos: (...) VII – impacto ambiental” (BRASIL, 1993).

O IrCPE é calculado considerando-se os contratos públicos ecológicos assinados em um município e no estado, medindo a relação de contratação pública ecológica de cada município com a do estado do Rio de Janeiro.

O Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE) é dado pela equação 14.

$$IrCPE = \frac{CPE_i}{\sum_{i=1}^n CPE_i} \quad (14)$$

Em que:

- IrCPE - Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos
 CPE_i - Contratos Públicos Ecológicos no município i
 $\sum_{i=1}^n CPE_i$ - Soma dos CPE's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

Os contratos públicos ecológicos são referentes aos assinados no decorrer de um determinado ano fiscal. Os cálculos serão realizados com base nos dados disponibilizados na plataforma do Sistema Integrado de Gestão de Aquisições (SIGA) do governo do estado do Rio de Janeiro. O SIGA é um sistema personalizado, desenvolvido pelo governo fluminense capaz de atender toda a cadeia de suprimentos de bens e serviços da administração estadual (RIO DE JANEIRO, 2021).

3.6. POSSIBILIDADE DE INCENTIVOS FISCAIS PARA A ECONOMIA CIRCULAR

A desoneração fiscal está prevista na Constituição Federal e é uma prática bastante comum em prefeituras. O IPTU (Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbano) é um imposto municipal progressivo em função do valor do imóvel, sendo atribuídas alíquotas diferenciadas de acordo com a localização e o uso do imóvel. O ISSQN (Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza), outro imposto municipal é calculado sobre a prestação de serviços por empresa ou profissional autônomo. (BRASIL, 1988).

Os repasses do ICMS Ecológicos obtidos com o IrEC podem ser utilizados pelos municípios para incentivar o desenvolvimento de empresas de economia circular, por meio de isenção de IPTU e ISSQN. O atendimento dos critérios do IrEC pode contribuir para geração de emprego no município contribuindo para a sustentabilidade. Nesse caso, essa isenção seria uma compensação para uma empresa que atenda aos critérios do IrEC fazendo jus à isenção fiscal (IPTU, ISSQN), uma vez que

ela ajudaria o município a arrecadar ICMS Ecológico.

3.7. DIFICULDADES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS ÍNDICES RELATIVOS DE ECONOMIA CIRCULAR

Países europeus e China já possuem políticas públicas relacionadas à EC bem desenvolvidas e dados mais consistentes para medir a eficiência de tais políticas. Um exemplo é a aferição da taxa de utilização circular de materiais, um indicador proposto no relatório final de abril 2020 da LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto, Portugal, onde os dados seriam retirados do Sistema Estatístico Europeu (ESS) (COMISSÃO EUROPEIA, 2021).

Por se tratar de uma temática recente no Brasil, ainda não existem bases de dados confiáveis que reúna informações necessárias para a realização dos cálculos dos índices propostos neste trabalho, a exemplo: quanto de vegetação nativa foi recuperada ou estão em recuperação por métodos regenerativos de agricultura.

O chamado Sistema de Logística Reversa de Embalagens e Resíduos de Embalagens em Geral é um esforço para garantir a logística reversa de embalagens no estado do Rio de Janeiro. Consiste no envio anual de informações sobre a quantidade de embalagens colocadas no mercado estadual através do Ato Declaratório de Embalagens (ADE) pelos fabricantes, embaladores e importadores de produtos vendidos em embalagens para a Secretaria de Estado do Ambiente e de Sustentabilidade (SEAS).

Outra dificuldade para a determinação dos índices está relacionada aos dados sobre certificações ambientais. Existem várias entidades certificadoras fazendo com que os dados fiquem dispersos. Existe a necessidade de reunir esses dados em uma plataforma para a determinação de índices como o IrCA. Observa-se essas dificuldades para determinação de outros índices relacionados à economia circular.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A economia circular é por definição regenerativa e se atenta com o ciclo de vida dos produtos como um todo. Há ainda uma estreita relação entre os conceitos de EC e desenvolvimento humano.

Objetivando o incentivo para uma transição a EC, a tributação ambiental se mostra uma alternativa acertada. Um exemplo de sucesso desse tipo de tributação no Brasil tem sido o ICMS-Ecológico, que vem servindo como uma forma de compensação, pelos estados, aos municípios que promovem ações de conservação do meio ambiente. Vale destacar que foi constatada a relação entre os repasses de ICMS-Ecológico e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

O Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA) que define os critérios para o repasse o

ICMS-Ecológico no estado do Rio de Janeiro é composto atualmente por seis índices relativos, sendo que 89% dos municípios não estão aptos a receber repasses advindos dos Índice Relativo de Remediação de Vazadouros (IrRV) e Índice Relativo de Mananciais de Abastecimento (IrMA).

Foi proposto a inclusão do Índice Relativo de Economia Circular (IrEC) no IFCA com vistas a incentivar a transição da economia linear para a economia circular nos municípios fluminenses. O IrEC é composto por seis subíndices a saber: (i) Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA); (ii) Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura (IrMRA); (iii) Índice Relativo de Compartilhamento de Resíduos (IrCR); (iv) Índice Relativo de Logística Reversa (IrLR); (v) Índice Relativo de Remanufatura (IrR); e (vi) Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE). Apresentou-se proposta de projeto de lei estadual sobre a inclusão do IrEC.

Como recomendação para trabalhos futuros identifica-se: (i) a construção de bancos de dados robustos que forneçam informações sobre economia circular no estado do Rio de Janeiro e no Brasil; (ii) avaliação do impacto do IrEC nos repasses dos municípios aptos a receberem recursos do ICMS-Ecológico de acordo com esse critério; e (iii) análise dos impactos do aumento dos repasses de ICMS-Ecológico nos IDHM dos municípios fluminenses devido ao IrEC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. G.; VIEIRA, A. O. A economia circular pode ser solidária. **POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: IMPLEMENTAÇÃO E**, p. 54, 2017.

ATLAS BRASIL. Ranking do IDHM, Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>. Acesso em: junho de 2021.

BERARDI, P.; DIAS, J. M. O mercado da economia circular. **GV EXECUTIVO**, v. 17, n. 5, p. 34-37, 2018.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.

_____. Lei nº 8666 de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Casa Civil. **Presidência da República**. 1993

_____. Lei nº 10831 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Casa Civil. **Presidência da República**. 2003

_____. Decreto nº 6323 de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Casa Civil. **Presidência da República**. 2007

_____. **Obter certificação de produtos orgânicos - Produção Primária Vegetal (PPV)**. Governo do Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-certificacao-de-produtos->

organicos-producao-primaria-vegetal . Acesso em: maio de 2021.

CARREIRA, F.; BORREGO, A. C. Fiscalidade, ambiente e economia circular: o caso dos tributos sobre o consumo. In: **XX Congresso AECA**. 2019.

CEPERJ (CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO). Publicação ICMS Ecológico 2020/ ano fiscal 2021 do Estado do Rio de Janeiro, Resultado Final. Disponível em:

<http://www.ceperj.rj.gov.br/Conteudo.asp?ident=84> . Acesso em: 05 de mai. de 2021.

CIRCLE ECONOMY; CITY OF AMSTERDAM. **Amsterdam Circular 2020-2025 Strategy**.

Disponível em: <https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/#:~:text=Amsterdam%20Circular%20Strategy%202020%2D2025,contributing%20to%20a%20sustainable%20city.&text=The%20aim%20is%20to%20halve,fully%20circular%20city%20by%202050>. Acesso em: 10 de mai. de 2021.

CNI (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA). Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018

COMISSÃO EUROPEIA. Eurostat. Disponível em:

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/about/who-we-are> . Acesso em: junho de 2021.

DANTAS, T. E. T. *et al.* Convergências entre as práticas da Indústria 4.0 e os princípios da Economia Circular. **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA**. n. 20, 2018.

DIAS, R. F.; CARVALHO, C. A. A. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas. **Revista Virtual de Química**, v. 9, nº 1, p.410-430, 2017.

EMF (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION). **Delivering the Circular Economy–A Toolkit for Policymakers**. 2015. Disponível em:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers> . Acesso em: março de 2021.

_____. **Uma Economia Circular no Brasil. Uma abordagem exploratória inicial**. 2017. Disponível em:

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf . Acesso em: março de 2021.

_____. Estudos de Caso: Grupo Balbo – Agricultura regenerativa em escala. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-exemplos/exemplo-agricultura-regenerativa> . Acesso em: jun, 2021

EMBRAPA. O que são ODS. Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/o-que-sao-os-ods> . Acesso em: maio de 2021

FME (FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY). **The development of waste policy in Germany – Waste policy**. Disponível em: <https://www.bmu.de/en/topics/water-waste-soil/waste-management/waste-policy/> . Acesso em: maio de 2021.

FERNANDES, L. L. *et al.* Compensação e incentivo à proteção ambiental: o caso do ICMS

ecológico em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, p. 521-544, 2011.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner production**, v. 114, p. 11-32, 2016.

GBC BRASIL (GREEN BUILDING COUNCIL). Compreenda o LEED. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-lead/>. Acesso em: maio de 2021

GUTINIEKI, J. O. B.; MENDONÇA, R. S.; JANINI, T. C. Tributação ambiental no Brasil: concretização de políticas públicas ambientais e desenvolvimento sustentável. **Revista da Faculdade de Direito do Sul de Minas**, v. 37, n. 1, 2021.

LEITE, P. R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. **Pearson Prentice Hall**, São Paulo, 2003.

LIMA, P. A. B. *et al.* Economia Circular e Desenvolvimento Humano: Uma integração conceitual. **Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação**, v.3, 2020.

MANSANO, J. A. tributação ambiental como instrumento de desenvolvimento econômico sustentável. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 10, p. 100-109, 2010.

MARCELO, M. V. L.; MACÊDO, F.F. R. R. Influência do ICMS ecológico na sustentabilidade ambiental do estado do Ceará. **Revista Controle: Doutrinas e artigos**, v. 17, n. 2, p. 177-205, 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Lei Complementar n.º 077, de 7 de dezembro de 1994. Altera a redação de dispositivo da Lei Complementar n.º 57, de 4 de janeiro de 1991, e dá outras providências. Campo Grande: **Diário Oficial do Estado do Mato Grosso do Sul**, 1994.

MCDOWALL, W. *et al.* Circular Economy Policies in China and Europe. **Journal of Industrial Ecology**, v.21, n. 3, 2017.

MINAS GERAIS. Lei n.º 12.040 de dezembro de 1995. Dispõe sobre a distribuição da parcela de receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos Municípios, de que trata o inciso II do parágrafo único do artigo 158 da Constituição Federal, e dá outras providências. Belo Horizonte: **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, 1995.

MATE (MINISTÉRIO DO AMBIENTE E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA). **Plano de Ação para a Economia Circular**. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=71fc795e-90a7-48ab-acd8-e49cbbb83d1f#:~:text=O%20Plano%20de%20A%C3%A7%C3%A3o%20para,contributos%20de%2038%20entidades%20distintas>. Acesso em: 10 de mai. de 2021.

NEUMAYER, E. Human development and sustainability. **Journal of Human Development and Capabilities**, v. 13, n. 4, p. 561-579, 2012.

OLIVEIRA, T. S. de; VALIM, B. F. da C. A. Tributação ambiental: a incorporação do meio ambiente na reforma do sistema tributário nacional. 2018.

PARANÁ. Lei Complementar n.º 59, de 1.º de outubro de 1991. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art. 2º da Lei n.º. 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, assim como adota outras providências. Curitiba: **Diário Oficial do Estado do Paraná**, 1991.

PRADO FILHO; J. F.; SOBREIRA, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiados pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, p. 52-61, 2007.

RAMALHO, L. V.S.; PASSOS, R. M. B. A eficácia do ICMS ecológico como instrumento de política ambiental e o dever do Estado quanto à sua efetivação. 2011.

RIO DE JANEIRO. Lei n° 2664 de 27 de dezembro de 1996. Dispõe sobre a distribuição aos municípios de parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação - ICMS. Rio Janeiro: **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 1996.

_____. Lei n.º 5.100 de 4 de outubro de 2007. Altera a Lei n.º 2.664, de 27 de dezembro de 1996, que trata da repartição aos municípios da parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do ICMS, incluindo o critério de conservação ambiental, e dá outras providências. Rio Janeiro: **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 2007.

_____. Decreto n° 41.844 de 04 de maio de 2009. Estabelece definições técnicas para alocação do percentual a ser distribuído aos municípios em função do ICMS ecológico. Rio de Janeiro: **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 2009.

_____. **Decreto n° 46.884 de 19 de dezembro de 2019**. Estabelece definições técnicas para alocação do percentual a ser distribuído aos municípios em função do ICMS Ecológico. Rio de Janeiro: **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 2019.

_____. SECRETARIA DA FAZENDA. Sistema Integrado de Gestão de Aquisições (SIGA). Disponível em: http://www.fazenda.rj.gov.br/sefaz/content/conn/UCMServer/path/Contribution%20Folders/site_fazenda/Subportais/PortalLogisticaPatrimonio/Log%C3%ADstica/L5.siga.html . Acesso em: maio de 2021.

RODRIGUES, C. C. R. Licitações sustentáveis: responsabilização de agentes públicos por atuação temerária. **Revista Âmbito Jurídico**, n°199, agosto de 2020. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-administrativo/licitacoes-sustentaveis-responsabilizacao-de-agentes-publicos-por-atuacao-temeraria/> . Acesso em: maio de 2021.

SANTOS, M. R.; FONSECA, G. S. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em 2000 e 2010 da microrregião de Salinas – Norte de Minas. *Revista Cerrados*, Brasília, v. 12, n. 01, p. 225-248, 2014.

SARTORI, A. *et al.* Economia circular: aplicação da logística reversa na reciclagem de cartões de transportes urbanos na região da Grande Cuiabá do estado de mato grosso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 6445-6459, jun. 2019.

SAUQUET, A.; MARCHAND, S.; FÉRES, J. G. Protected areas, local governments, and strategic interactions: The case of the ICMS-Ecológico in the Brazilian state of Paraná. **Ecological Economics**, v. 107, p. 249-258, 2014.

SÃO PAULO. Lei n.º 8.510, de 29 de dezembro de 1993. Altera a Lei n.º 3.201, de 23 de dezembro de 1981, que dispõe sobre a parcela, pertencente aos municípios, do produto da arrecadação do ICMS. São Paulo: **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 1993.

SCAFF, F. F.; TUPIASSU, L.V. DA C. Tributação e políticas públicas: o ICMS ecológico. **Revista de Direito Ambiental da Amazônia. Manaus: Universidade do Estado do Amazonas**, ano, v. 2, p. 15-36, 2004.

SEBRAE. **Cartilha Sustentabilidade nos pequenos negócios – Certificação Ambiental**. 2ª Ed. Cuiabá: Sebrae, 2015.

SEAS (SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E DE SUSTENTABILIDADE). **Observatório ICMS Ecológico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://icmsecologicorj.com.br/#inicio> . Acesso em: 5 de mai. de 2021. (a)

SEAS (SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E DE SUSTENTABILIDADE). Resolução SEAS nº 082 de 18 de janeiro de 2021. Institui o grupo de trabalho para revisão, padronização, monitoramento e avaliação anual dos indicadores ambientais que compõem os critérios de repartição do ICMS ecológico aos municípios do estado do rio de janeiro. Rio de Janeiro: **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 2021. (b)

SCHRÖDER, P.; LEMILLE, A.; DESMOND, P. Making the circular economy work for human development. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 156, p. 104686, 2020.

SOUSA, R. M. C; NAKAJIMA, N. Y.; OLIVEIRA, E. B. ICMS Ecológico: Instrumento de Gestão Ambiental. **Perspectiva**, v. 35, p. 27-43, 2011.

VELEVA, V.; BODKIN, G.; TODOROVA, S. The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: Lessons from Biogen’s “zero waste” journey. **Journal of Cleaner Production**, v. 154, p. 517-529, 2017.

ANEXO 1 - PROPOSIÇÃO DE PROJETO DE LEI PARA INCLUSÃO DO SUBCRITÉRIO “AÇÕES DE ECONOMIA CIRCULAR” NO CRITÉRIO DE “CONSERVAÇÃO AMBIENTAL” NO REPASSE DE ICMS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

PROJETO DE LEI

Alterar a Lei n.º 2664, de 27 de dezembro de 1996, que dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da

Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios.

Art. 1º. O art. 1º Lei n.º 2664, de 27 de dezembro de 1996 passa a vigorar acrescido do inciso VII, com a seguinte redação:

“Art. 1º -.....

I -

VI – Conservação ambiental - critério que considerará a área e a efetiva implantação das unidades de conservação existentes no território municipal, observadas as disposições do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC – e seu correspondente no Estado, quando aprovado: as áreas protegidas, a qualidade ambiental dos recursos hídricos, bem como a coleta e disposição final adequada dos resíduos sólidos e ações de economia circular.

ANEXO IV

Do subcritério de conservação ambiental “ações de economia circular”

Os valores decorrentes da aplicação dos percentuais relativos ao critério “ações de economia circular” de que trata o inciso “IV” do art. “1º”, serão distribuídos da seguinte forma:

I- Certificação ambiental

O Índice Relativo de Certificação Ambiental (IrCA) é dado pela equação.

$$IrCA = \frac{ICA_i}{\sum_{i=1}^n ICA_i}$$

Em que:

IrCA - Índice Relativo de Certificação Ambiental

ICA_i - Índice de Certificação Ambiental no município i

$\sum_{i=1}^n ICA_i$ - Soma dos ICA's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Certificação Ambiental no município i (ICA_i) é dado pela equação.

$$ICA_i = C_{ISO} + C_{LEED} + C_{PO}$$

Em que:

- ICA_i - Índice de Certificação Ambiental no município i
 C_{ISO} - Número de certificações ISO 14000 no município i
 C_{LEED} - Número de certificações LEED no município i
 C_{PO} - Número de certificações Produto Orgânico no município i

II- Métodos regenerativos de agricultura (MRA)

O Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura é dado pela equação.

$$IrMRA = \frac{IMRA_i}{\sum_{i=1}^n IMRA_i}$$

Em que:

- IrMRA - Índice Relativo de Métodos Regenerativos de Agricultura
 IMRA_i - Índice de Métodos Regenerativos de Agricultura no município i
 $\sum_{i=1}^n IMRA_i$ - Soma dos IMRA's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Métodos Regenerativos de Agricultura no município i (IMRA_i) é dado pela equação.

$$IMRA_i = VNR + VNER$$

Em que:

- IMRA_i - Índice de Métodos Regenerativos de Agricultura no município i
 VNR - Vegetação Nativa Recuperada no município i
 $\sum_{i=1}^n ILR_i$ - Soma dos IrLR's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Logística Reversa no município i (ILR_i) dado pela equação.

$$LR = \frac{RECI}{T_{emb}}$$

Em que:

- ILR_i - Índice de Logística Reversa no município i
 RECI - material efetivamente enviado para reciclagem no município i
 T_{emb} - Total de embalagens colocadas no mercado no município i

V- Remanufatura e Conservação

O Índice Relativo de Remanufatura e Conservação é dado pela equação.

$$IrRC = \frac{IRC_i}{\sum_{i=1}^n IRC_i}$$

Em que:

- IrRC - Índice Relativo de Remanufatura e Conservação
 IRC_i - Índice de Remanufatura e Conservação no município i
 $\sum_{i=1}^n ILR_i$ - Soma dos IrRC's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

O Índice de Remanufatura e Conservação no município i (IRC_i) dado pela equação.

$$IRC_i = T_{cp} + T_{rem}$$

Em que:

- IRC_i - Índice de Remanufatura e Conservação no município i
 T_{CP} - Total de investimento na conservação do patrimônio no município i
 T_{rem} - Total de investimento em remanufatura no município i

VI- Contratos públicos ecológicos

O Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos (IrCPE) é dado pela equação 13.

$$IrCPE = \frac{CPE_i}{\sum_{i=1}^n CPE_i} \quad (13)$$

Em que:

- IrCPE - Índice Relativo de Contratos Públicos Ecológicos
 CPE_i - Contratos Públicos Ecológicos no município i
 $\sum_{i=1}^n CPE_i$ - Soma dos CPE's de todos os municípios do estado do Rio de Janeiro

JUSTIFICATIVA

A inclusão de critério de incentivo às ações de economia circular na distribuição do ICMS-Ecológico no estado do Rio de Janeiro, se faz importante com vistas a promover a conservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida humana.

Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, *data*.