



Contemporânea

Contemporary Journal

3(8): 12678-12697, 2023

ISSN: 2447-0961

Artigo

COPROCESSAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COMO ALTERNATIVA PARA MINIMIZAR O DESCARTE EM ATERROS SANITÁRIOS

CO-PROCESSING OF SOLID WASTE AS AN ALTERNATIVE
TO MINIMIZE DISPOSAL IN LANDFILLS

DOI: 10.56083/RCV3N8-151

Recebimento do original: 24/07/2023

Aceitação para publicação: 22/08/2023

Bruna Cristina do Nascimento Silva Delanhese

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade (PPG-Sustentabilidade)

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)

Endereço: Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516, Parque Rural Fazenda Santa Cândia, Campinas – SP, CEP: 13087-571

E-mail: bruna_cns@yahoo.com.br

Daniella Ribeiro Pacobello

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade (PPG-Sustentabilidade)

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)

Endereço: Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516, Parque Rural Fazenda Santa Cândia, Campinas – SP, CEP: 13087-571

E-mail: danix_pacobello@hotmail.com

Cândido Ferreira da Silva Filho

Doutor em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)

Endereço: Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516, Parque Rural Fazenda Santa Cândia, Campinas – SP, CEP: 13087-571

E-mail: candidofilho@puc-campinas.edu.br

Samuel Carvalho de Benedicto

Doutor em Administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)

Endereço: Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516, Parque Rural Fazenda Santa Cândia, Campinas – SP, CEP: 13087-571

E-mail: samuel.benedicto@puc-campinas.edu.br



RESUMO: A indústria é responsável por inúmeras transformações urbanas e sociais, proporcionando o crescimento econômico, a geração de empregos e renda, entre outros. Em contrapartida, é também uma das maiores responsáveis pela degradação ambiental, resultado do seu processo de produção, que gera uma enorme quantidade de resíduos. A indústria extrai recursos da natureza, processa estes recursos e descarta resíduos. Decorre daí a relevância em se buscar alternativas para o descarte dos resíduos. Neste sentido, o método do coprocessamento se coloca como opção para reduzir o impacto da atividade industrial sobre a natureza. O estudo tem por objetivo caracterizar os impactos ambientais causados pelos resíduos gerados a partir dos processos produtivos industriais, estabelecer relações com as políticas públicas e apresentar os resultados da aplicação prática de ações de coprocessamento para minimizar os impactos da produção industrial sobre a natureza. No que diz respeito à metodologia, a pesquisa é bibliográfica e documental, de natureza aplicada, sua abordagem é qualitativa e, quanto ao seu objetivo, é classificada como exploratória. Os resultados indicam que o coprocessamento é uma solução relativamente nova e viável no âmbito econômico, ambiental e social, uma vez que o custo é o mesmo, quando comparado ao descarte em aterros sanitários, e elimina a contaminação de solo e água e reduz os impactos na sociedade, como o mau cheiro e o aparecimento de vetores e pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos, Políticas Públicas, Aterro Sanitário, Coprocessamento.

ABSTRACT: The industry is responsible for numerous urban and social transformations, providing economic growth, job and income generation, among other things. On the other hand, industry is one of the main responsible for environmental degradation, resulting from its production process, which generates an enormous amount of waste. Industry extracts resources from nature, processes these resources and disposes of waste. Hence the importance of seeking alternatives for waste disposal. In this sense, the co-processing method is an alternative to reduce the impact of industrial activity on nature. The study aims to characterize the environmental impacts caused by waste generated from industrial production processes, establish relationships with public policies and present the results of the practical application of co-processing actions to minimize the impacts of industrial production on nature. With regard to methodology, the research is bibliographical and documental, of an applied nature, its approach is qualitative and its objective is classified as exploratory. The results indicate that co-processing is a relatively new and viable solution in the economic, environmental and social spheres, since the cost is the same compared to disposal in landfills, it eliminates soil and water contamination and reduces impacts on society. such as bad smell and appearance of vectors and pests.



KEYWORDS: Waste, Public Policy, Sanitary Landfill, Co-processing.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

1. Introdução

O sistema econômico capitalista tem como pressuposto a inexistência de limites para a produção e o consumo. Produção e consumo são tomados como elementos fundamentais para o crescimento econômico e a prosperidade da sociedade, na percepção ingênua de que os recursos da natureza são infinitos. No entanto, os recursos da natureza são finitos, e a degradação ambiental é crescente, resultando na alteração dos ecossistemas, ameaçando o futuro da espécie humana (Martinez; Alves, 2015). Face à complexidade dos sistemas naturais, a economia ecológica tem o propósito de mostrar como se processa a interação entre o meio ambiente e o sistema econômico, diante do desafio de criar um mundo mais sustentável e assegurar a preservação da vida no planeta (Andrade, 2008).

Do mesmo modo que o crescimento na produção e consumo resulta em crescimento econômico, por outro lado, ele também gera efeitos negativos, como o esgotamento dos recursos naturais e a geração de resíduos e subprodutos prejudiciais ao meio ambiente (Silva, 2012). A produção de resíduos industriais é considerada uma das principais responsáveis pela degradação ambiental (Orth; Baldin; Zanotelli, 2014).

Durante o processo de produção, grande parte do que foi usado volta ao meio ambiente em forma de resíduos sólido, líquidos ou gasosos. Os mesmos são depositados na atmosfera, no solo e nas águas. Vale ressaltar que, quando chega ao fim a vida útil do produto, ou seja, quando não é



reaproveitado ou até mesmo reciclado, ele também é direcionado ao meio ambiente (Silva, 2012).

O elevado aumento no consumo tem como resultado a geração cada vez maior de resíduos sólidos, gasosos e a poluição do ar, entre outros. Neste sentido, as políticas públicas são alternativas para a solução de um problema de ordem pública, por meio de ferramentas e instrumentos condizentes com o que se deseja tratar (Klein; Gonçalves-Dias, 2017). No que diz respeito aos resíduos da produção industrial, os governos se veem obrigados a buscar financiamentos e a estruturarem as políticas públicas para solucionar o descarte desordenado dos resíduos (Pompermayer; Sousa; Scareli-Santos, 2015).

Farmanbordar; Amiri & Karimi (2020) afirmam que o consumo excessivo de combustíveis fósseis levou à emissão de gases de efeito estufa para além da capacidade natural da terra. O coprocessamento é alternativa a ser considerada para um mundo mais sustentável ao reduzir o descarte de resíduos no meio ambiente e diminuir a utilização de combustíveis fósseis.

Tradicionalmente, o descarte dos resíduos sólidos ocorre em aterros sanitários, que é a destinação mais utilizada pela indústria brasileira. No entanto, faz-se necessário encontrar alternativas, face aos impactos ambientais, sociais e os custos dos aterros sanitários. Ressaltamos que, para a construção de um aterro sanitário adequado, é necessário escolher uma área apropriada e um projeto de engenharia adequado, que possua impermeabilização do fundo, sistema de drenagem, assim como tratamento de líquidos percolados, drenagem e tratamento de gases, além de recobrimento do lixo compactado (Vilhena, 2018). Face aos custos e impactos ambientais dos aterros sanitários, o coprocessamento pode ser uma alternativa viável para a destinação final dos resíduos sólidos.

O coprocessamento é importante devido às enormes quantidades de resíduos sólidos gerados nas cidades e pelas plantas industriais. Yang et al. (2019) menciona que o coprocessamento de resíduos sólidos está



aumentando em todo o mundo, e destaca o crescimento do coprocessamento em países como a China e a Turquia.

Diante desta problemática, o artigo tem por objetivo caracterizar os impactos ambientais causados pelos resíduos gerados a partir dos processos produtivos industriais, estabelecer relações com as políticas públicas e apresentar os resultados da aplicação prática de ações de coprocessamento para minimizar os impactos da produção industrial sobre a natureza.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Sistema Econômico e Economia Ecológica

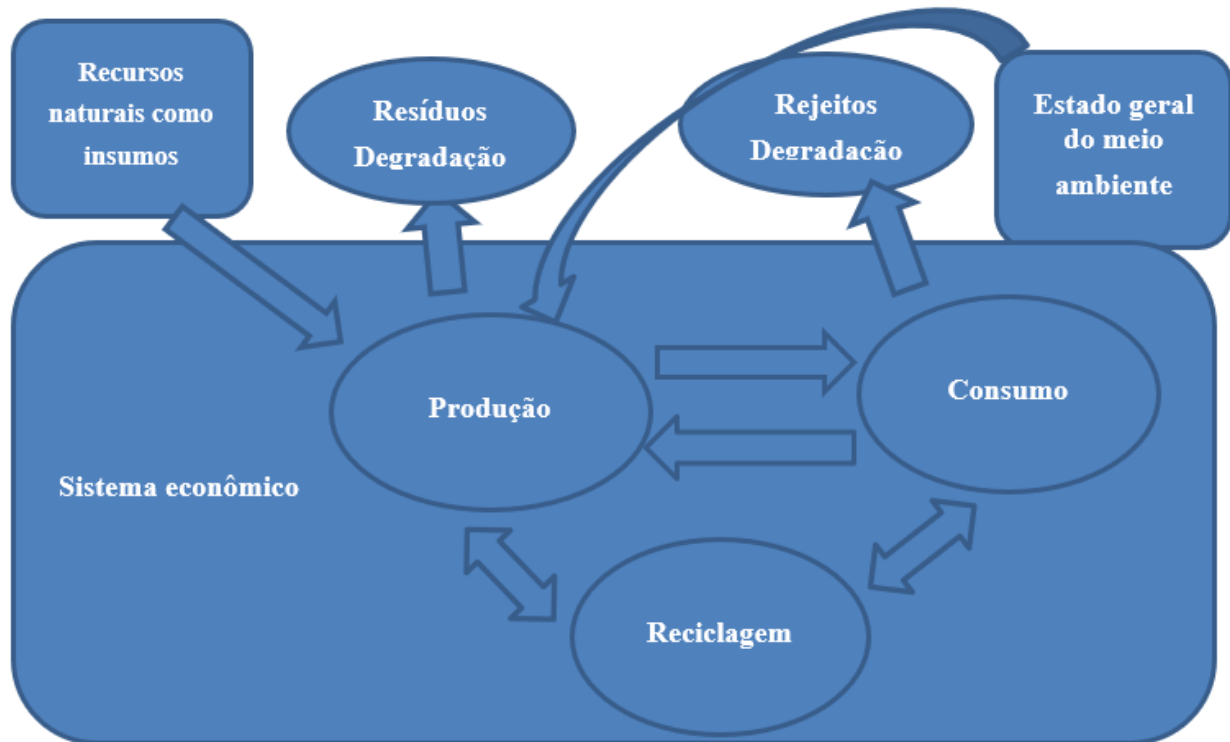
A ação antrópica dos seres humanos possui forte influência sobre a vida no planeta. O sistema econômico capitalista exige o desenvolvimento permanente de novos bens, serviços e sistemas de produção, muitas vezes ignorando os impactos sociais e ambientais das atividades produtivas (Silva, 2021). A sociedade é a principal influenciadora no que diz respeito aos bens a serem produzidos, já a economia define como esses bens serão produzidos, como em relação à alocação de recursos, tecnologias necessárias, entre outros (Mueller, 2007).

Ainda segundo Mueller (2007), dentro desse contexto existem os denominados influenciadores, que direcionam qual grupo da sociedade tem maior influência no mercado, surgindo assim o termo “fatores dinâmicos”, que define quais são as necessidades da sociedade que, por sua vez, determina o crescimento econômico. O crescimento da economia depende de forma direta da produção e consumo. Todavia, este processo resulta na degradação do meio ambiente. A figura 1 mostra como a economia impacta o meio ambiente. O sistema econômico, para atender às necessidades de consumo da sociedade, extrai recursos da natureza e, devolve resíduos e



rejeitos. Resulta daí a degradação antrópica, que ameaça o futuro da vida humana no planeta.

Figura 1 – Inter-relação entre o meio ambiente e o sistema econômico.



Fonte: Mueller, 2007, p. 465.

Segundo Cechin (2010), os processos econômicos são também processos de transformação biológica, física e química e a expansão global pode prejudicar o bem-estar e a sobrevivência das gerações futuras (Mueller, 2007). De acordo com o autor, o sistema econômico está em constante evolução. Ele extrai recursos do meio ambiente e descarta os resíduos e dessa forma, o sistema econômico em conjunto com o estilo de desenvolvimento causam impactos ambientais, pois determinam todo o ciclo de vida de um determinado bem, desde a necessidade de se ter o bem até o descarte final.

Diante desse cenário, surge a economia ecológica, a qual foi institucionalizada em 1989, por meio da Sociedade Internacional de Economia Ecológica e do periódico *Ecological Economics* (Cechin, 2010), com



o objetivo de inter-relacionar a economia e o meio ambiente, considerando a energia e a matéria e que para haver expansão deve-se considerar os impactos ambientais e suas possíveis consequências (Mueller, 2007).

De acordo com Silva (2021),

A Economia Ecológica, portanto, admite um modelo de desenvolvimento pautado na necessidade de uma produção consciente, que garanta o cuidado com todas as formas de vida no planeta, de maneira a gerar benefícios sociais para a humanidade, como a superação da fome e da pobreza, respondendo aos anseios supracitados. Mais precisamente, a Economia Ecológica considera que a natureza determina limites ao crescimento físico do sistema econômico (Silva, 2021, p. 7).

2.2 Resíduos Industriais e o Meio Ambiente

Com o progresso dos processos industriais e o surgimento de diversos produtos que se tornaram imprescindíveis aos seres humanos, pode-se afirmar que a atividade industrial atingiu um caráter essencial na sociedade mundial (Freire *et al.*, 2000).

A indústria, sem sombra de dúvidas, foi uma das responsáveis pelas diversas e enormes transformações urbanas, pelo desenvolvimento e evolução dos meios de comunicação e transporte, assim como pelos diversos ramos de serviços os quais representam a cidade atual. Além disso, a mesma ainda é responsável pela alta produtividade, contribuiu com o êxodo rural, providenciou um novo estilo de vida e novos hábitos de consumo, além de outras diversas questões (Silva, 2012).

Porém, mesmo com a sua importância incontestável, a indústria é responsável pela contaminação ambiental (Freire, 2000). Ela é uma das maiores causadoras da degradação ambiental, uma vez que seu processo produtivo lança no meio ambiente uma enorme quantidade de resíduos (Savi; Gonçalves Filho; Savi, 2006).



Encontrar alternativas viáveis para a destinação dos resíduos industriais, que sejam economicamente viáveis, de modo a reduzir ao máximo o impacto ambiental, é um dos grandes desafios das indústrias e empresas (Andrade *et al.*, 2016).

A enorme gama de atividades industriais gera, ao longo do processo produtivo, resíduos sólidos, líquidos e gasosos, os quais podem poluir e/ou contaminar o solo, a água e o ar. É quando os resíduos alteram a estética, a forma ou a composição do meio físico que ocorre a poluição. Já o meio físico é considerado contaminado a partir do momento em que houver uma mínima ameaça à saúde dos homens, como também das plantas e animais (Pereira, 2002).

Uma vez que a população humana tem se expandindo, conseqüentemente a produção material também aumenta, ocasionando um aumento da extração de recursos naturais do meio ambiente e, assim, gerando cada vez mais resíduos e rejeitos para o mesmo, dos quais, muitos deles possuem um elevado potencial nocivo (Mueller, 2007).

É pouco provável que o crescimento material termine a um curto prazo. Menos provável ainda é pensar que isso acontecerá por vontade própria dos seres humanos, uma vez que as pessoas anseiam por conforto e alto padrão de consumo. Porém, por um lado, o crescimento é restringido pela limitação de matérias-primas e energia, e, por outro lado, pela competência limitada do planeta em processar os resíduos gerados (Cechin, 2010). Segundo Georgescu-Roegen (2012), a poluição relacionada aos resíduos seria um problema anterior à escassez dos recursos naturais, devido ao seu acúmulo, e por ser um fenômeno de superfície e visível.

Na visão da economia ecológica, a poluição refere-se ao fluxo de resíduos e dejetos materiais produzidos pelo sistema econômico e lançados no meio ambiente. Tais fluxos têm a destreza de ocasionar efeitos tanto sobre a sanidade e a estabilidade dos sistemas ecológicos, quanto sobre o bem-estar do homem. Tanto os processos de produção quanto os de



consumo geram resíduos e dejetos para a sociedade. Estes são depositados no meio ambiente (atmosfera, solo, águas) e ocasionam impactos negativos sobre os seres humanos (Mueller, 2007).

É importante citar que o meio ambiente não é um poço sem fundo para que sejam descartados resíduos do sistema econômico. Em alguns casos, a capacidade de absorção e regeneração do mesmo é suficiente para absorver as emissões do sistema econômico, mas, em algumas situações, certas emissões fortemente tóxicas e os fluxos de poluentes se concentram e desempenham efeitos excessivamente negativos sobre o ecossistema e sobre os seres humanos, estes últimos, causadores das emissões (Mueller, 2007).

Os resíduos danificam o ambiente de diversas formas, por exemplo: quimicamente, como o que acontece no caso do mercúrio ou da chuva ácida, nuclearmente, quando os resíduos trazem malefícios como forma de lixo radioativo e fisicamente, onde tais resíduos fazem com que ocorra o acúmulo de dióxido de carbono (CO₂) (Cechin, 2010).

Vale dizer, então, que tanto a produção como o consumo produzem resíduos e dejetos que acabam sendo devolvidos ao meio ambiente. A remoção dos recursos da natureza não só modifica a disponibilidade dos mesmos, como também oferece impactos sobre o meio ambiente. Este é fortemente impactado pela deposição de resíduos no meio ambiente, assim como de rejeitos do sistema econômico. Tal deposição ocorre até mesmo em economias baseadas na promoção de reciclagem, assim como na batalha sobre a poluição (Mueller, 2007).

2.3 Políticas Públicas para Gestão dos Resíduos

Segundo Mueller (2007), os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas, sejam a nível local ou global, precisam de estruturas institucionais e de políticas para que seus efeitos sejam minimizados. O ideal



é que os impactos ambientais sejam classificados por ordem de prioridade e, a partir daí, definir o que será feito. Ainda segundo Mueller (2007), as políticas públicas possuem grande interferência na distribuição de renda, abrem portas para a aquisição de tecnologias e expandem a economia ao exterior.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e o Decreto nº 8468, de 08 de setembro de 1976, são políticas públicas relacionadas ao tema resíduos sólidos em geral, disposição e tecnologias de destinação de resíduos.

Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010

Art. 1º - Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Art. 6º - São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

Art. 7º - São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

Art. 9º - Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos vai além dos princípios básicos com relação à gestão de resíduos. Ela possui caráter educacional em todas as instâncias do gerenciamento dos resíduos e foi, sem dúvida, um marco regulatório para o tema (Lima, 2011).

Decreto nº 8468 de 08 de setembro de 1976

Art. 26 - Fica proibida a queima ao ar livre de resíduos sólidos, líquidos ou de qualquer outro material combustível, exceto mediante autorização prévia da CETESB, para:

I - treinamento de combate a incêndio;

II - evitar o desenvolvimento de espécies indesejáveis, animais ou vegetais, para proteção à agricultura e à pecuária.

Art. 51 - Não é permitido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos, em qualquer estado da



matéria, desde que poluentes, na forma estabelecida no art. 3º deste Regulamento.

Art. 52 - O solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos de transporte e destino final, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular (Brasil, 1976).

O setor público, nas esferas federal e estadual têm a responsabilidade de criar e implementar políticas públicas, no entanto, a responsabilidade da gestão dos resíduos é também da sociedade e dos setores privados. Portanto, todos devem cumprir com o seu respectivo papel (Rodrigues; Menti, 2016).

3. Metodologia

A abordagem da pesquisa é qualitativa. A pesquisa qualitativa é aquela que busca a explicação sistemática de fatos que ocorrem no contexto social e que, geralmente encontram-se relacionadas a uma multiplicidade de variáveis (Gil, 2019; Severino, 2013; Gerhardt; Silveira, 2009). Este tipo de pesquisa é adequado para caracterizar os impactos ambientais causados pela destinação de resíduos em aterro sanitário e análise da alternativa coprocessamento frente ao exposto.

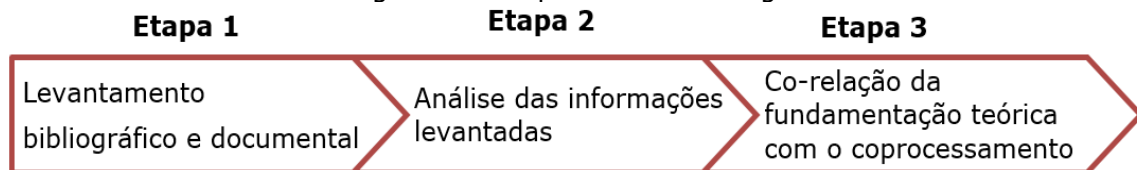
A pesquisa é bibliográfica e documental, porque além do levantamento em livros e periódicos, utilizou-se informações disponibilizadas por uma indústria química que atua no ramo de fitas adesivas, localizada no interior do estado de São Paulo/Brasil.

A indústria em questão é do ramo químico e possui uma série de atividades voltadas a redução de impactos ambientais, como por exemplo o coprocessamento de resíduos que eram descartados anteriormente em aterro sanitário. A análise das informações disponibilizadas pela empresa possibilitou conhecer as práticas e os resultados do coprocessamento dos resíduos.



Com relação ao objetivo, a pesquisa é exploratória, pois poucas pesquisas discutem a aplicação prática do coprocessamento. Face ao exposto, pretende-se disponibilizar informações que possibilitem estudos mais aprofundados sobre esta temática (Gil, 2019). As etapas da metodologia utilizada na pesquisa estão apresentadas na figura 2.

Figura 2 – Etapas da metodologia.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Resultados e Discussão

4.1 Resultados

O aterro sanitário é o lugar onde o lixo é colocado para sua confinção segura. No aterro, o lixo é comprimido por máquinas, as quais reduzem o seu volume. Com o trator, o lixo passa então pela compactação, na qual é empurrado, espalhado e amassado sobre o solo. Após a compactação, o mesmo é coberto por uma camada de areia, de modo a reduzir cheiros, como também evitar incêndios e impedir a proliferação de bichos. De modo geral, a compactação tem como intuito diminuir o volume do lixo e, conseqüentemente, aumentar a vida útil do aterro. No aterro, o chorume é coletado para, assim, ser tratado, uma medida de proteção ambiental e, também, de manutenção da estabilidade do aterro sanitário (Amorim *et al.*, 2010).

No que diz respeito à gestão dos resíduos sólidos, as políticas públicas são determinantes para minimizar o descarte de maneira inadequada. Efetivamente, as entidades públicas e privadas seguem as regras definidas



com relação à geração, descarte e destino final de resíduos. Neste sentido, o coprocessamento pode ser uma alternativa relevante para minimizar os impactos ambientais do descarte dos resíduos.

O coprocessamento surgiu na década de 1980 e tinha, além do propósito de minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte dos resíduos, melhorar o desempenho econômico do negócio. No Brasil, as primeiras experiências de coprocessamento em fornos de cimento aconteceram nos anos 1990, nas cimenteiras de Cantagalo do Estado do Rio de Janeiro, para atender às exigências impostas pela legislação, por agências de controle ambiental e autoridades de saúde (Rocha; Lins; Santo, 2011).

O coprocessamento em fornos de cimento é considerado uma alternativa sustentável face ao descarte de forma incorreta de resíduos sólidos no meio ambiente. Além disso, no coprocessamento os resíduos e pneus são utilizados como fonte de energia, em substituição aos combustíveis fósseis ou matérias primas não renováveis, favorecendo a sustentabilidade do planeta.

No caso da empresa química localizada no interior do Estado de São Paulo e que é objeto de estudo, a utilização do coprocessamento se fez de forma voluntária. A empresa estudada passou a utilizar o coprocessamento a partir do mês de julho de 2021 e tinha o propósito de reduzir o descarte dos resíduos sólidos em aterros sanitários, independente das exigências governamentais.

A empresa utiliza como método de coprocessamento a queima de resíduos em forno de cimento em condições adequadas, tendo como resultado a utilização do combustível adquirido ao final do processo, como descrito por Rocha, Lins & Santo (2011). O coprocessamento é aplicado para os resíduos (restos de fitas, papel toalha, papel higiênico, entre outros) que antes eram destinados ao aterro sanitário. Por esse método, ocorre o aproveitamento dos resíduos como fonte de energia.



O transporte dos resíduos e fidelização ao programa surgiu por meio de fornecedor contratado pela empresa, que realiza a maior parte de destinação de resíduos não perigosos da empresa química. Já o processo de coprocessamento é realizado por uma das maiores empresas de serviços ambientais do Brasil, localizada no município de Paulínia/SP, em uma área de aproximadamente 35 mil m².

As etapas do coprocessamento de resíduos na empresa são as seguintes:

- É realizada a primeira triagem da caçamba, onde é retirado possíveis materiais recicláveis, caso haja materiais recicláveis, estes são destinados para venda;
- Os materiais não recicláveis para o coprocessamento são encaminhados para uma esteira por meio de uma trator, os operadores retiram materiais que possam danificar o equipamento, como por exemplo: ferro, tecidos longos, materiais classe 1 indevido ou algum material que não seja possível utilização para combustível por não ter queima;
- Todo material separado que não seja apto para o coprocessamento é enviado para o aterro;
- Após a segunda triagem os operadores empurram os materiais na esteira, essa esteira encaminha os materiais ao moinho que segue para a peneira rotativa, esse moinho pica os materiais em uma granulometria padrão;
- Após cair na peneira os materiais que não estão na granulometria padrão volta para o moinho automaticamente até atingir o tamanho padrão;
- Os materiais que atingem o tamanho padrão são encaminhados para uma outra esteira que segue para a pilha de armazenamento; e,
- Com isso os materiais são encaminhados para venda as cimenteiras e empresas que utilizam fornos em alta temperatura.



A empresa geradora de resíduos, o transportador e o destinador final atendem aos critérios definidos pela legislação ambiental, todo o tramite é rastreável e possui as devidas documentações pertinentes.

O coprocessamento na empresa estudada é de aproximadamente 300/t por ano, desde 2021. Tal atividade não gera ganhos econômicos, uma vez que o custo tanto para coprocessamento quanto para descarte dos resíduos em aterro sanitário são praticamente os mesmos. Os ganhos dessa prática são ambientais, pois evita a contaminação de solo, água e de saúde pública, como a eliminação de mau cheiro e aparecimento de vetores e pragas

Contudo, mais relevante é o impacto do coprocessamento para a sociedade, pois houve a redução de 700/t de descarte de resíduos em aterros sanitários considerando o período de julho de 2021 até abril de 2023.

4.2 Discussão

O alto padrão de consumo da sociedade representa oportunidade de negócios para as empresas, que são levadas a produzir cada vez mais. Todavia, não é apenas o processo produtivo que tem influência no meio ambiente, mas sim todo o ciclo de vida de um produto, desde a extração de determinado recurso até o descarte final, normalmente em forma de rejeitos. Daí a relevância do coprocessamento.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e o Decreto nº 8468, de 08 de setembro de 1976, políticas públicas que contribuem fortemente para minimizar os efeitos dos impactos ambientais advindos dos resíduos sólidos. Se as legislações mencionadas forem fielmente seguidas, as empresas serão capazes de obter ótimos resultados por meio de projetos e ações de gerenciamento de resíduos sólidos, devido às diretrizes disponíveis nessas bases legais.



No âmbito dos resíduos sólidos, no que diz respeito à sua destinação, tem-se, de um lado, o aterro sanitário, que possui as tratativas de compactação do solo e controle do chorume gerado, além de atender às exigências ambientais. A alternativa para a destinação dos resíduos é o coprocessamento. Trata-se de uma solução relativamente nova e viável no âmbito econômico, ambiental e social, uma vez que o custo é o mesmo se comparado ao descarte em aterros sanitários, mas elimina a contaminação de solo, água, e reduz os impactos na sociedade, como o mau cheiro e aparecimento de vetores e pragas.

Com relação à experiência da indústria, nota-se que é possível desenvolver mecanismos, independente de uma determinada obrigação ambiental. A responsabilidade pela gestão de resíduos é de todos: sociedade, indústrias e poder público. Os resultados mostram que a indústria pode, de forma voluntária e sem custos adicionais, minimizar os danos causados ao meio ambiente.

5. Conclusão

O sistema produtivo extrai da natureza os recursos necessários para a produção de alimentos e bens de consumo e retorna resíduos sólidos, efluentes líquidos e emite gases nocivos e poluentes, resultando no esgotamento dos recursos da natureza e nas mudanças climáticas. Neste sentido, toda a sociedade é responsável pela degradação ambiental, mesmo porque, o consumo ilimitado e o crescimento econômico são entendidos como essenciais para o bem-estar. No entanto, a destruição dos recursos da natureza, o consumo excessivo de energia e de água, a emissão de gases nocivos e o excesso de resíduos, ameaçam o futuro da espécie humana.

Decorre daí a preocupação crescente com os impactos da atividade econômica sobre o meio ambiente e a preservação dos recursos da natureza. Para atender este propósito, políticas públicas, como a Política Nacional de



Resíduos Sólidos, foram criadas para minimizar impactos das atividades antrópicas. Outra alternativa para o descarte de resíduos sólidos é o coprocessamento. Esta solução possui custos semelhantes ao descarte em aterros sanitários, porém, elimina uma série de impactos negativos em termos ambientais e de saúde pública, entre outras coisas.

O coprocessamento na empresa estudada reduziu o descarte de resíduos em aterro sanitário, tais como: restos de fitas, papel toalha, papel higiênico, entre outros, destinados ao aterro sanitário. Além disso, a sociedade e o meio ambiente foram beneficiados pela redução do encaminhamento de 700/t ano de resíduos para aterros sanitários, desde 2021. Os resíduos se transformam em fonte de energia, substituindo combustíveis fósseis e matérias primas não renováveis.

Efetivamente, o coprocessamento de resíduos sólidos em fornos de cimento está crescendo em muitos países. Todavia, estudos futuros precisam ser realizados com o propósito de avaliar eventual aumento nas quantidades de poluentes orgânicos produzidos pelos fornos de coprocessamento dos resíduos sólidos. Além disso, o coprocessamento envolve uma série de elementos tecnológicos e se faz necessário uma avaliação nas instalações e nas tecnologias para armazenamento, transporte e tratamento final dos resíduos sólidos, bem como, o controle das emissões, com o propósito de assegurar que se empregue as melhores práticas no interesse de toda a sociedade e preservação do planeta.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



Referências

AMORIM, A. P. *et al.* Lixão municipal: abordagem de uma problemática ambiental na cidade do Rio Grande – RS. **Ambiente & Educação**, v. 5, n. 1, p. 159-178, 2010. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/7261/888-4624-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 dez. 2022.

ANDRADE, C. *et al.* Compósito para a construção civil a partir de resíduos industriais. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 21, n. 2, p. 321-329, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620160002.0031>. Acesso em: 19 fev. 2023.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, v. 14, p. 1-31, ago./dez. 2008. Disponível em: https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/LEP/L14/1%20LEP14_Economia%20e%20Meio%20Ambiente.pdf. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, 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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 9 dez. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 8468 de 08 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/documentos/Dec8468.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2022.

CECHIN, A. D. **A natureza como limite da economia**: a contribuição de Georgescu-Roegen. São Paulo: Senac, 2010.

FARMANBORDAR, S.; AMIRI, H.; KARIMI, K. Synergy of municipal solid waste co-processing with lignocellulosic waste for improved biobutanol production. **Waste Management**, Vol. 118, p. 45-54, dec. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.053>. Acesso em: 12 dez. 2022.

FREIRE, R. S. *et al.* Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, v. 23, p. 504-511, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000400013>. Acesso em: 20 fev. 2023.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O decrescimento**: entropia, ecologia, economia. São Paulo: Senac, 2012.



GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Rio Grande do Sul: Editora UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 40, p. 483-506, abr. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/47703/32121>. Acesso em: 10 dez. 2022.

LIMA, R. P. **Políticas públicas e resíduos sólidos para o município de Apiaí**. 2011. 79 f. Monografia de especialização - Especialização em gestão pública municipal, Curitiba, 2011. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21455/2/CT_GPM_I_2011_69.PDF. Acesso em: 10 dez. 2022.

MARTINEZ, G.; ALVES, J. E. D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v.32, n.3, p. 433-460, set./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/pXt5ZtxqShgBKDJVTDjfWRn/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora UnB, 2007.

ORTH, C. M.; BALDIN, N.; ZANOTELLI, C. T. A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 2, p. 447-460, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530X707>. Acesso em: 13 fev. 2023.

Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena – 4ª ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 18 abr. 2023.

PEREIRA, J. A. R. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental**. Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará. Pará, 2002.

POMPERMAYER, E. F.; SOUSA, S. N.; SCARELI-SANTOS C. Direito e políticas públicas ambientais: Uma análise sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos em Araguaína, TO. **Revista Jurídica UNIGRAN**, Dourados/MS, v. 17, n. 33, p. 99-113, jan./jun. 2015. Disponível em:



https://www.unigran.br/dourados/revista_juridica/ed_anteriores/33/artigos/artigo07.pdf. Acesso em: 10 dez. 2022.

ROCHA, S. D. F.; LINS, V. F. C.; SANTO, B. C. E. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Scientific Electronic Library Online**, Belo Horizonte/MG, v. 16, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/3FybtBWKMpCPqCKSXhVnQvp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 12 de dez./2022.

RODRIGUES, C. R. P.; MENTI, M. M. **Resíduos sólidos**: Gerenciamento e políticas públicas federais. Cadernos de pós-graduação em direito, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 59-79, 2016. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_informativo/bibli_inf_2006/Rev-Cad-PPGD-UFRGS_v.11_n.3.05.pdf. Acesso em: 9 dez. 2022.

SAVI, A. F.; GONÇALVES FILHO, E. V.; SAVI, E. M. D. S. Engenharia apoiando o desenvolvimento sustentável. In: **XIII SIMPEP Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru (SP), 2006.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. rev. atual. São Paulo, Cortez, 2013.

SILVA, F. S. D. Geografia e meio ambiente: uma análise da legislação dos resíduos sólidos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 670-681, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/223611704083>. Acesso em: 15 fev. 2023.

SILVA; L. H. V. Economia Ecológica, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: caminhos alternativos para o "pós-coronacrise". **Sustentabilidade Diálogos Interdisciplinares**, Campinas, v. 2, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/sustentabilidade/article/view/5294>. Acesso em: 8 dez. 2022.

YANG, L. et al. Unintentional persistent organic pollutants in cement kilns co-processing solid wastes. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Vol. 182, 30 October 2019, 109373. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109373>. Acesso em: 13 mar. 2023.