

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE SEMENTES TRATADAS**DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.V-002>

Debora Cardoso Campos (*), Juliana Ferreira Soares

* Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), dbrcardosocampos@gmail.com.

RESUMO

Com a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o gerenciamento adequado dos resíduos passou a ser uma exigência legal e não mais uma opção para as empresas. Apesar do principal benefício da adoção de um processo sustentável no gerenciamento dos resíduos ser a preservação do meio ambiente, estudos mostram cada vez mais que o uso de operações mais limpas pode potencializar e agregar diversos benefícios às indústrias. Portanto, este estudo teve como objetivo analisar as práticas de gerenciamento de resíduos adotadas por uma indústria de sementes tratadas e propor sugestões de melhorias que visassem a sustentabilidade e o melhor custo-benefício para empresa. O estudo baseou-se nos resíduos gerados em outubro de 2021. Para a coleta de dados, aplicou-se aos funcionários responsáveis de cada setor uma planilha no *software* Excel com perguntas referentes ao acondicionamento, armazenamento e destinação final adotadas pela empresa. A elaboração das sugestões de melhorias propostas no estudo referente a destinação final, baseou-se na ordem de prioridade disposta na PNRS, sendo essa a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. No mês do estudo a indústria gerou 23.082 kg de resíduos e teve um gasto de R\$ 36.589,74 com a destinação dos mesmos. Constatou-se, após a classificação dos resíduos gerados, que outras práticas mais econômicas e sustentáveis poderiam ser adotadas pela empresa. No cenário apresentado como sugestão de melhoria no estudo o custo total para destinação final ambientalmente adequada passou a ser de R\$ 4.050,38, representando uma economia de 89% em relação ao cenário atual. De acordo com os resultados obtidos, a substituição do envio dos materiais que, atualmente, são dispostos em aterros para a reciclagem contribui com a redução de: 24,79 toneladas de emissões de CO₂, 211.292,01 litros de água, 113.819,34 kWh de energia e 22,42 m³ de espaço em aterros. Outro resultado positivo refere-se a proposta de substituição da incineração pelo coprocessamento de resíduos. Esta mudança de destinação apresentou uma economia de 86% no valor atualmente gasto no tratamento desses resíduos. Por fim, os resultados mostraram que um gerenciamento de resíduos adequado com a adoção de práticas mais sustentáveis, além da adequação à legislação, agrega inúmeros benefícios econômicos, sociais e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, resíduos industriais, gerenciamento de resíduos, destinação final.**ABSTRACT**

With the implementation of the National Solid Waste Policy (PNRS), the proper management of waste became a legal requirement, and no longer an option for companies. Although the main benefit of adopting a sustainable process in waste management is the preservation of the environment, studies show that the use of cleaner operations can enhance and add several benefits to industries. Therefore, this study aimed to analyze the waste management practices adopted by a treated seeds industry and propose suggestions for improvements aimed at sustainability and the best cost-benefit for the company. The study was based on the waste generated in October 2021. For data collection, a spreadsheet in Excel software was applied to the responsible employees of each sector with questions about packaging, storage and final destination adopted by the company. The elaboration of the suggestions for improvements proposed in the study regarding the final destination, was based on the order of priority set out in the PNRS, which is the non-generation, reduction, reuse, recycling, treatment of solid waste, and environmentally adequate final disposal. In the month of the study, the industry generated 23,082 kg of waste and spent R\$ 36,589.74 on its destination. After classifying the waste generated, it was found that other more economical and sustainable practices could be adopted by the company. In the scenario presented as a suggestion for improvement in the study, the total cost for an environmentally adequate final destination became R\$ 4,050.38, representing a savings of 89% in relation to the current scenario. According to the results obtained, replacing the sending of materials that are currently disposed of in landfills for recycling contributes to the reduction of: 24.79 tons of CO₂ emissions, 211,292.01 liters of water, 113,819.34 kWh of energy, and 22.42 m³ of landfill space. Another positive result refers to the proposal to replace incineration with waste co-processing. This change of destination resulted in savings of 86% in the amount currently spent on the treatment of this waste. Finally, the results showed that adequate waste management with the adoption of more sustainable practices, in addition to compliance with legislation, adds numerous economic, social, and environmental benefits.



KEY WORDS: Sustainability, industrial waste, waste management, final destination.

INTRODUÇÃO

O impacto negativo causado no meio ambiente pelo descarte incorreto de resíduos têm sido destaque mundial, intensificando a preocupação de empreendedores e consumidores. Para Do Carmo e De Oliveira (2010), com o crescimento populacional contínuo, desde a década de 1980 a atenção tem se voltado para a capacidade do meio ambiente de absorver os resíduos sólidos gerados, especialmente com o aumento da preocupação com as questões ambientais após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92).

No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), o gerador, o produtor e o poder público são responsáveis pelo gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Para isso, se faz necessária uma gestão apropriada que dependerá de um conjunto de ações e instrumentos que, quando combinados, promoverão ganhos econômicos, ambientais, sanitários e sociais, tornando sustentável todo o sistema produtivo. Assim, o desafio de uma gestão que integre os aspectos econômicos, sociais e ambientais de forma consolidada e estratégica é cada vez mais comum no ambiente de negócios e evidencia a preocupação da organização com o futuro, representando um investimento de longo prazo (Gomes et al., 2015).

Para Jacobi e Besen (2011), dentre os desafios da sociedade moderna, um dos maiores está no equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. Os autores ainda identificam uma mudança paradigmática em relação a gestão sustentável dos resíduos, que tem direcionado ações dos governos, da sociedade e da indústria. Tais ações priorizam a redução dos resíduos nas fontes geradoras bem como em sua disposição final no solo, em busca de alternativas para potencializar o reaproveitamento, a coleta seletiva e a reciclagem, além de alternativas como a compostagem e a recuperação de energia.

Embora o Brasil disponha de políticas com diretrizes para o planejamento e a gestão dos resíduos no país, o descarte incorreto desses materiais é ainda predominante. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2020, lançado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021), foram gerados, aproximadamente, 82,5 milhões de toneladas de resíduos em 2020 e coletados cerca de 76 milhões de toneladas. Deste montante, 45.802.448 toneladas (60,2%) foram dispostos adequadamente (aterros sanitários) e 30.277.390 toneladas (39,8%) dispostos inadequadamente (lixões e aterros controlados).

Para Aligleri et al. (2009), uma empresa comprometida com o futuro e com a sustentabilidade possui um modelo de negócio que avalia as consequências e impactos de suas ações, além de integrar em sua visão financeira aspectos ambientais e sociais. Sendo assim, ao observar o contexto do país e as constantes mudanças do mercado, bem como o aprimoramento das práticas de gestão ambiental, justifica-se a análise do gerenciamento dos resíduos gerados em uma indústria de sementes tratadas, a fim de definir estratégias que visem a total compreensão de todo processo, desde a geração até a destinação final dos resíduos.

OBJETIVO

O objetivo deste projeto foi analisar o gerenciamento dos resíduos de uma indústria de sementes tratadas e, com base na análise, propor ações de melhoria. Além disso, foi realizada uma comparação entre a situação atual e o cenário com as sugestões de melhorias propostas para a destinação final dos resíduos gerados, considerando os benefícios ambientais e econômicos para a indústria.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em uma indústria de sementes tratadas, que são aquelas que recebem aplicações de ingredientes químicos, biológicos e/ou outras tecnologias que tenham por objetivo melhorar o desenvolvimento da semente, sendo essas destinadas exclusivamente ao plantio. Os dados utilizados foram referentes aos resíduos gerados no mês de outubro de 2021. No empreendimento foram identificados 5 setores geradores de resíduos: escritório, refeitório, sanitários, laboratórios e campos de plantio. Todos os resíduos gerados nestes setores foram analisados e, com exceção dos resíduos dos sanitários, todos foram quantificados.

As informações necessárias para a identificação dos resíduos gerados e para o diagnóstico do gerenciamento realizado pela empresa foram coletadas utilizando uma planilha, elaborada no *software* Excel, composta pelos seguintes itens: Setor



responsável pela informação; Tipo de resíduo; Quantidade (kg) gerada no mês; Estado físico; Existência de pré-tratamento antes do descarte; Local de acondicionamento e armazenamento até a coleta, e; Destinação final.

Para o preenchimento da planilha, foram realizadas reuniões através de vídeo conferências com os funcionários responsáveis de cada setor da empresa. Foram necessárias duas reuniões por setor, sendo a primeira para apresentação e explicação da planilha e a segunda, após o fechamento do mês, para o preenchimento com os dados obtidos. A quantificação dos resíduos de escritório e refeitório foram feitas através de pesagem em balança dentro da própria empresa. Já a quantificação dos resíduos do laboratório e do campo de plantio foram obtidos com a empresa terceirizada responsável pelo transporte e destinação final. Após a coleta dos dados todos os resíduos gerados foram classificados com base na ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Para avaliação e identificação das melhores práticas de gerenciamento dos resíduos, foram realizadas pesquisas nos bancos de dados do *Science Direct*, *Scielo* e Portal Capes, em normas técnicas e nas legislações vigentes. A comparação econômica da situação atual com as melhores práticas sugeridas foi feita a partir de orçamentos com empresas especializadas em cada tipo de destinação final. Os custos atuais que a empresa tem com a destinação dos resíduos foram adquiridos junto às empresas terceirizadas. É importante salientar que os valores das destinações propostas podem sofrer variações de acordo com as características dos resíduos, região orçada e empresa.

A comparação dos impactos ambientais positivos, resultantes das sugestões de melhorias das destinações dos resíduos de papel e papelão, plástico, sucata metálica e equipamentos de proteção individual (EPI's) não contaminados, foi feita a partir da Calculadora de Impacto CATAKI. Através do aplicativo foi observado a economia das ações sugeridas em quatro parâmetros ambientais, sendo eles: energia elétrica (kW/h), emissões de gases de efeito estufa (GEE) (t), água (l) e espaço poupado em lixões e aterros sanitários (m³). Já para comparação dos impactos ambientais da destinação final dos resíduos de produtos químicos, resíduos do laboratório de biotecnologia, EPI's contaminados e resíduos orgânicos baseou-se em pesquisas e consultas sobre o tema em artigos científicos, estudos e relatórios ambientais.

RESULTADOS

A partir da planilha aplicada aos responsáveis de cada setor da empresa foi possível obter o diagnóstico de todos os resíduos gerados. No total, foram identificados 11 grupos de resíduos, representando um montante de 23.082 kg no mês do estudo. A tabela 1 apresenta os tipos e as quantidades de cada resíduo gerado, bem como o estado físico, a existência de pré-tratamento, armazenamento e acondicionamento e destinação final. Além disso, na tabela 1 consta a classificação de cada resíduo de acordo com a ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004). Dos 11 tipos de resíduos, 5 foram classificados como resíduos de Classe I - Perigosos, 3 como resíduos de Classe II A- Não Inertes e 3 como Classe II B - Inertes.

De acordo com a tabela 1 os resíduos de produtos químicos provenientes dos laboratórios são os resíduos gerados em maior quantidade. Dentre os 5 setores geradores de resíduos, apenas o laboratório gera além de resíduos sólidos, resíduos líquidos, sendo esses derivados de produtos químicos que são utilizados no desenvolvimento das sementes híbridas. Este setor também é o responsável por gerar cerca de 70% dos resíduos perigosos da empresa, dentre eles estão os resíduos de produtos químicos, resíduos do laboratório de biotecnologia, lâmpadas, pilhas, baterias e sementes tratadas.

O refeitório da empresa oferece duas refeições por dia para todos os funcionários efetivos e terceirizados, além dos safristas da unidade que trabalham nos campos de plantio também aos sábados. Diante disso, a indústria gera aproximadamente 86 kg de resíduos orgânicos por dia, que são destinados diariamente para o aterro sanitário municipal. Os rejeitos dos sanitários recebem o mesmo destino dos resíduos orgânicos, porém não foram quantificados para o estudo.

O pré-tratamento consiste no conjunto de atividades física, química ou biológica, que tem como objetivo viabilizar os resíduos ao reaproveitamento, valorização ou até mesmo para facilitar a destinação final. Na indústria, os únicos resíduos que recebem pré-tratamento são os EPI'S não contaminados, aqueles que não tiveram contato direto com produtos químicos, ou que tiveram, mas sejam facilmente laváveis (capacetes, protetores auriculares, óculos de segurança, botas, perneiras, etc.). Esses são lavados com água e sabão neutro antes de serem armazenados, transportados e dispostos no aterro industrial.

Conforme apresentado na tabela 1, os resíduos perigosos são armazenados em um local com cobertura e piso impermeável, já os resíduos não perigosos são armazenados em área descoberta. Dentre os locais de destinação dos resíduos, o que recebe a maior quantidade em kg é a incineradora, que recebeu cerca de 11.239 kg de resíduos, em sua maioria classe I (perigosos). Esses resíduos são coletados e incinerados por uma empresa contratada. Ao todo os resíduos que são incinerados representam 49% dos resíduos da indústria.



Tabela 1. Diagnóstico dos resíduos gerados no empreendimento. Fonte: Autora do Trabalho.

Setor	Resíduo	Quantidade gerada (kg)	Estado físico	Pré-tratamento	Acondicionamento Armazenamento	Destinação final	Classificação
Escritório	Papel e papelão	4.290	Sólido	Não há	Caçamba Área aberta	Aterro industrial	Classe II A
	Plástico	377	Sólido	Não há	Caçamba Área aberta	Aterro industrial	Classe II B
Laboratórios	Resíduos de produtos químicos	4.405	Sólido/Líquido	Não há	Tambor Área coberta com piso impermeável	Incineração	Classe I
	Resíduos do laboratório de biotecnologia	1.986	Sólido	Não há	Tambor Área coberta com piso impermeável	Incineração	Classe I
	Lâmpadas, pilhas e baterias	1.500	Sólido	Não há	Caixa de papelão Área coberta com piso impermeável	Logística reversa	Classe I
	Sementes tratadas	1.000	Sólido	Não há	Tambor Área coberta com piso impermeável	Incineração	Classe I
	EPI's contaminados	3.848	Sólido	Não há	Tambor Área coberta com piso impermeável	Incineração	Classe I
Manutenção	Sucata metálica	2.044	Sólido	Não há	Caçamba Área aberta	Reciclagem	Classe II B
	EPI's não contaminados	1.052	Sólido	Limpeza com água e sabão neutro	Caçamba Área aberta	Aterro industrial	Classe II B
Refeitório	Resíduos orgânicos	2.580	Sólido	Não há	Caçamba Área aberta	Aterro sanitário municipal	Classe II A
Sanitários	Resíduo comum (papel higiênico, papel toalha, etc.)	Não aplicável	Sólido	Não há	Caçamba Área aberta	Aterro sanitário municipal	Classe II A

A contenção temporária dos resíduos em recipientes adequados e em área apropriada é essencial para prevenir acidentes, evitar a proliferação de vetores, minimizar odores, além de auxiliar na logística interna da empresa, otimizando o processo de coleta dos resíduos. A tabela 2 apresenta as formas de acondicionamento e armazenamento utilizadas pela empresa, bem como as sugestões de melhorias propostas no estudo.

Na indústria, os resíduos perigosos são acondicionados em tambores de 200 litros não identificados, com exceção das lâmpadas, pilhas e baterias que são acondicionadas em caixas de papelão, e todos são armazenados em uma área coberta com piso impermeável. Com base na ABNT NBR 12.235 (ABNT, 1992), o local de armazenamento utilizado pela indústria estava adequado, visto que os resíduos perigosos devem ser armazenados preferencialmente em áreas cobertas e os recipientes de armazenamento devem ser colocados sobre uma superfície que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. Já em relação as formas de acondicionamento desses resíduos, foram identificadas sugestões de melhorias.

**Tabela 2. Acondicionamento e armazenamento atual e sugestão de melhoria. Fonte: Autora do Trabalho.**

Classe	Resíduo	Acondicionamento Armazenamento atual	Sugestão de melhoria
I	EPI's contaminados	Tambor Área coberta com piso impermeável	Big bags identificados Área coberta com piso impermeável
	Resíduos de produtos químicos sólidos	Tambor Área coberta com piso impermeável	Big bags identificados Área coberta com piso impermeável
	Resíduos de produtos químicos líquidos	Tambor Área coberta com piso impermeável	Bombonas identificadas Área coberta com piso impermeável
	Resíduos do laboratório de biotecnologia	Tambor Área coberta com piso impermeável	Big bags identificados Área coberta com piso impermeável
	Lâmpadas	Caixa de papelão Área coberta com piso impermeável	Caixa de papelão identificada Área coberta com piso impermeável
	Pilhas e baterias	Caixa de papelão Área coberta com piso impermeável	Coletor de cor laranja identificado Área coberta com piso impermeável
	Sementes tratadas	Tambor Área coberta com piso impermeável	Big bags identificados Área coberta com piso impermeável
II A	Papel e papelão	Caçamba Área aberta	Caçambas identificadas Área coberta
	Resíduo comum (papel higiênico, papel toalha, etc.)	Caçamba Área aberta	Caçambas identificadas Área coberta
	Resíduos orgânicos	Caçamba Área aberta	Caçambas identificadas Área coberta
II B	EPI's não contaminados	Caçamba Área aberta	Caçambas identificadas Área coberta
	Sucata metálica	Caçamba Área aberta	Caçambas identificadas Área coberta
	Plástico	Caçamba Área aberta	Caçambas identificadas Área coberta

O estudo propõe a segregação das lâmpadas, pilhas e baterias, devendo o acondicionamento das pilhas e baterias ser em coletores de cor laranja. As lâmpadas podem ser acondicionadas nas caixas disponibilizadas pelos fornecedores, porém, para prevenir acidentes recomenda-se que sejam enroladas com fitas e posicionadas na horizontal. A sugestão de acondicionamento para os resíduos perigosos líquidos é a adesão de bombonas acopladas as pias dos laboratórios no lugar dos tambores. Essa mudança evita o contato dos trabalhadores com os líquidos a cada descarte, além de facilitar a identificação, já que cada bombona possuiria sua própria etiqueta.

Para os demais resíduos sólidos perigosos, a sugestão é a troca dos tambores por *big-bags* identificados específicos para acondicionamento de resíduos perigosos, que devem seguir a Portaria do Inmetro nº 320 (BRASIL, 2021) que dispõe sobre a conformidade para Embalagens, Tanques Portáteis e Contentores Intermediários para Granéis - IBC, utilizados no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Dependendo dos resíduos armazenados é necessário que os *bags* sejam revestidos com *liner*, um forro plástico interno que se adapta a estrutura dos bags evitando qualquer tipo de vazamento. Os *big-bags* ocupam menos espaço que os tambores, que mesmo quando vazios criam zonas mortas devido ao seu formato cilíndrico.

Os resíduos não perigosos são armazenados em área descoberta e o acondicionamento é feito em caçambas abertas, onde são acondicionados os plásticos, papéis, papelão e os EPI's não contaminados, e em caçambas fechadas, que acondicionam os rejeitos e os resíduos orgânicos. A partir da ABNT NBR 11.174 (ABNT, 1990), que diz que os resíduos devem ser armazenados em local com isolamento e sinalização adequada, além de medidas de controle de poluição ambiental, sugere-se que os resíduos sejam armazenados dentro da empresa em um local delimitado, coberto e com boa ventilação, possibilitando a correta identificação das caçambas e viabilizando a reciclagem dos papéis, papelões e plásticos.

A tabela 3 apresenta a destinação final que os resíduos recebem atualmente na empresa, além das sugestões de melhoria para cada. A PNRS (BRASIL, 2010) dispõe em seu artigo 9º sobre a ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, sendo a seguinte: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Para as sugestões de melhoria apresentadas no trabalho baseou-se nesta ordem de prioridade.

**Tabela 3. Destinação final atual e sugestão de melhoria. Fonte: Autora do Trabalho.**

Classe	Resíduo	Destinação final	Sugestão de melhoria
I	EPI's contaminados	Incineração	Coprocesamento
	Resíduos de produtos químicos	Incineração	Coprocesamento
	Resíduos do laboratório de biotecnologia	Incineração	Coprocesamento
	Lâmpadas, pilhas e baterias	Logística reversa	Não aplicável
	Sementes tratadas	Incineração	Venda para produção de álcool neutro de cereais
II A	Papel e papelão	Aterro industrial	Reciclagem
	Resíduo comum (papel higiênico, papel toalha, etc.)	Aterro sanitário	Não aplicável
	Resíduos orgânicos	Aterro sanitário	Compostagem
II B	EPI's não contaminados	Aterro industrial	Reciclagem
	Sucata metálica	Reciclagem	Não aplicável
	Plástico	Aterro industrial	Reciclagem

Quanto a destinação final das lâmpadas, pilhas, baterias, rejeitos e sucatas metálicas o estudo não propôs sugestões de melhoria, visto que já recebem destinação final adequada. Para as lâmpadas, pilhas e baterias aplica-se o instrumento da PNRS (BRASIL, 2010) denominado logística reversa. Este processo é caracterizado pelo conjunto de ações e procedimentos que tem por objetivo viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, pensando no reaproveitamento ou em uma destinação final ambientalmente adequada. As sucatas metálicas, que são materiais passíveis de reutilização ou reciclagem, já são destinadas à uma cooperativa de materiais recicláveis, onde é realizada a transformação da sucata em matéria-prima. Os resíduos comuns, provenientes dos sanitários, são considerados sem possibilidade de aproveitamento ou não passíveis de separação, são rejeitos, sendo então a disposição em aterro sanitário a destinação final ambientalmente adequada. Na indústria são coletados pela prefeitura e transportados até o aterro sanitário do município, onde são dispostos.

Os resíduos orgânicos são atualmente destinados ao aterro sanitário, no entanto, diante dos incentivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), sugere-se a implantação de uma composteira para valorização desses materiais. Conforme definida pela Resolução CONAMA nº 481 (BRASIL, 2017), a compostagem é o processo de decomposição biológica controlada dos resíduos orgânicos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições aeróbias e termofílicas, resultando em material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daqueles que lhe deram origem. Neste caso, a empresa teria apenas um custo mensal para a manutenção da estrutura. Esta técnica reduz os custos com armazenamento, transporte e disposição final e contribui para a redução da emissão de metano e da formação de lixiviado nos aterros. Além disso, há a geração do composto orgânico que pode ser doado, vendido ou, no caso da empresa, ser utilizado nos campos de plantio.

Outro tipo de destinação final dado pela empresa é a incineração. Atualmente, a indústria destina para uma incineradora 49% de seus resíduos gerados (EPI's contaminados, resíduos sólidos e líquidos de produtos químicos, resíduos de laboratório e as sementes tratadas), os quais, no mês do estudo, representaram cerca de 11.239 kg. A incineração reduz o volume dos resíduos em, aproximadamente, 90%, no entanto, o processo de queima gera outros resíduos (cinzas e lodos) que, posteriormente, precisam ser encaminhados a aterros. Em busca de uma alternativa de destinação mais sustentável, sugere-se o coprocessamento, que é definido como o reaproveitamento de resíduos nos processos de fabricação de cimento, onde o resíduo é utilizado como substituto parcial de combustível ou matéria-prima e as cinzas resultantes do processo de queima são incorporadas ao produto final, não ocorrendo a geração de resíduo (FURJAN, 2019). Além disso, é uma alternativa de baixo custo, frequentemente utilizada para tratamento térmico de grande variedade de resíduos, principalmente os perigosos. Além da vantagem financeira, o coprocessamento vem sendo cada vez mais utilizado por razões ambientais e energéticas. Segundo a Resolução CONAMA nº 499 (BRASIL, 2020), considera-se que há ganhos ambientais quando ocorre a eliminação ou a redução da necessidade de disposição final de resíduos.

Outro resíduo perigoso gerado pela empresa são as sementes tratadas, essas são sementes que não foram aprovadas pelo controle de qualidade interno e por isso são descartadas. Atualmente, essas sementes são consideradas resíduos pela empresa e são enviadas para incineração, porém, os grãos de milho possuem um grande potencial como matéria-prima na fabricação de álcool etílico de cereais. De acordo com o Guia Abrasem de Boas Práticas de Tratamento de Semente (ABRASEM, 2014), o descarte das sementes tratadas não utilizadas que não tiverem mais germinação aceitável ou estiverem danificadas e, se os regulamentos e as instruções da etiqueta permitirem, essas podem ser destinadas a usinas



de fabricação de álcool autorizadas. Sendo assim, com essa destinação os grãos tratados deixariam de ser resíduos e passariam a ser matéria-prima em indústrias alimentícias, de bebidas, de cosméticos ou farmacêutica.

A sucata metálica é o único resíduo enviado para reciclagem, porém, dentre os resíduos gerados mensalmente pela empresa, os plásticos, EPI's não contaminados, papéis e papelões são alguns dos principais resíduos recolhidos pelas cooperativas de reciclagem, sendo esta então uma ótima alternativa para o destino desses resíduos. A prática da reciclagem garante a economia dos recursos naturais e contribui com a redução do volume de resíduos dispostos nos aterros sanitários, além de contribuir como fonte de renda para diversos trabalhadores. Para viabilizar a reciclagem desses materiais, se fazem necessárias algumas ações e processos internos, como a realização de coleta seletiva interna e educação ambiental com os funcionários, para que assim ocorra a segregação dos resíduos na fonte geradora.

A tabela 4 apresenta o comparativo econômico realizado referente ao gasto que a empresa teve no mês do estudo com a destinação final dos resíduos e a projeção dos custos com as sugestões de melhoria. Para obter uma comparação mais confiável, as cotações utilizadas no estudo foram solicitadas a empresas da mesma região dos atuais fornecedores da indústria.

Tabela 4. Comparativo econômico: destinação final atual e sugestão de melhoria. Fonte: Autora do Trabalho.

Resíduo	Quantidade gerada ¹ (kg)	Destinação final					
		Situação atual	Custo (R\$/kg)	Custo total (R\$/mês)	Sugestão de melhoria	Custo (R\$/kg)	Custo total (R\$/mês)
EPI's contaminados	3.848	Incineração	2,95	11.351,60	Coprocesamento	0,42	1.616,16
Resíduos de produtos químicos	4.405	Incineração	3,04	13.391,20	Coprocesamento	0,42	1.850,10
Resíduos do laboratório de biotecnologia	1.986	Incineração	3,04	6.037,44	Coprocesamento	0,42	834,12
Sementes tratadas	1.000	Incineração	2,95	2.950,00	Venda para produção de álcool neutro de cereais	0,3	-300,00
Papel e papelão	4.290	Aterro industrial	0,50	2.145,00	Reciclagem	0,00	0,00
Plástico	377	Aterro industrial	0,50	188,50	Reciclagem	0,00	0,00
EPI's não contaminados	1.052	Aterro industrial	0,50	526,00	Reciclagem	0,00	0,00
Resíduos orgânicos	2.580	Aterro sanitário	0,00	0,00	Compostagem	0,00	50,00 ²
Resíduo comum (papel higiênico, papel toalha, etc.)	Não aplicável	Aterro sanitário	0,00	0,00	Aterro Sanitário	0,00	0,00
Lâmpadas, pilhas e baterias	1.500	Logística reversa	0,00	0,00	Não aplicável	0,00	0,00
Sucata metálica	2.044	Reciclagem	0,00	0,00	Não aplicável	0,00	0,00
			Total	R\$ 36.589,74			Total R\$ 4.050,38



O valor pago pela indústria por kg de resíduo incinerado é de R\$ 3,00, e o valor pago por kg de resíduo que é disposto no aterro industrial é de R\$ 0,50. Deste modo, no mês do estudo, esses valores representaram para empresa um custo de R\$ 33.730,24 e R\$ 2.859,50, respectivamente. A adesão ao coprocessamento, em substituição da incineração, representaria para indústria uma economia de 86%, visto que o custo por kg de resíduo coprocessado é de R\$ 0,42. Outra substituição vantajosa financeiramente seria referente as sementes tratadas que no mês do estudo custou R\$ 2.950,00. Ao se tornarem matéria prima as sementes ganhariam valor no mercado e poderiam ser vendidas por, aproximadamente, R\$ 0,30/kg, o que traria um lucro de R\$ 300,00, além da economia com destinação final.

Os impactos ambientais positivos do envio dos resíduos passíveis de reciclagem, que atualmente são dispostos no aterro industrial, foram mensurados pela Calculadora de Impacto – CATAKI e podem ser observados na Figura 1. Com economias ambientais significativas nos quatro aspectos ambientais avaliados pela ferramenta, o ganho ambiental com as sugestões de melhorias aplicadas fica evidente. Os dados mostram que ao enviar as sucatas metálicas para reciclagem a empresa contribui com a redução de energia, água, emissões de CO₂ e espaço em aterros, porém, com o gerenciamento adequado, outros resíduos foram valorizados e a contribuição com a redução dos quatro parâmetros passou a ser mais expressiva.

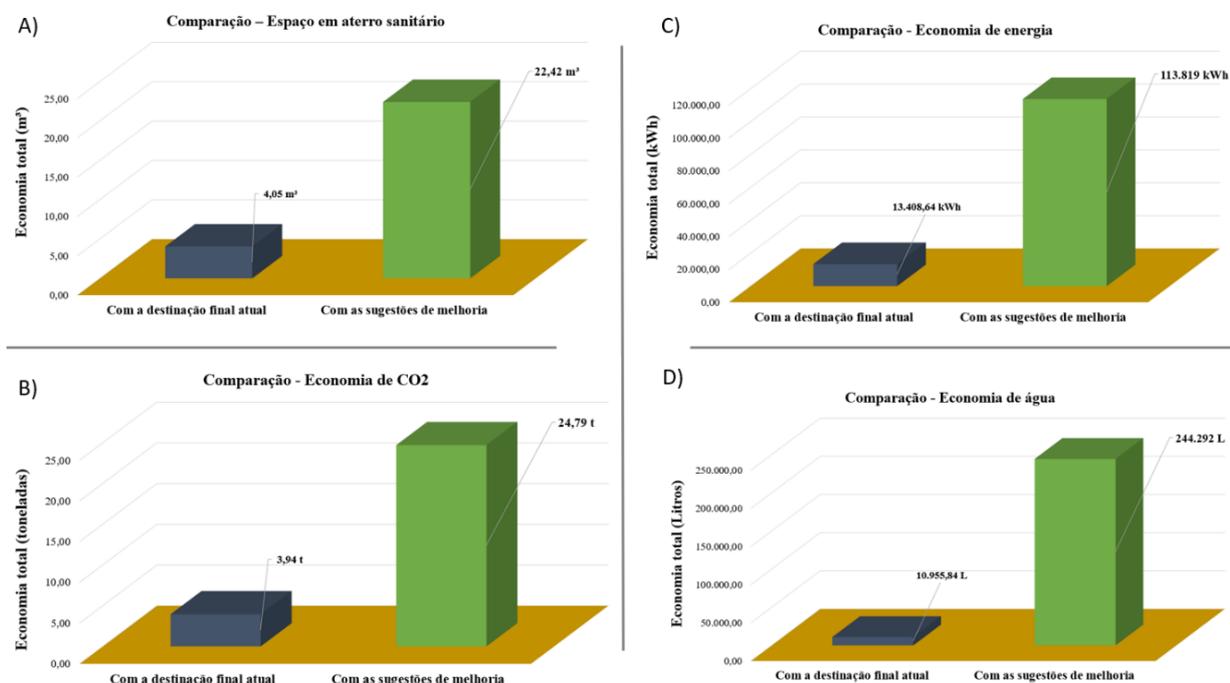


Figura 1: Ganhos ambientais com a destinação final atual e com a adoção das sugestões de melhoria. (A) Espaço em aterro sanitário, (B) Economia de CO₂, (C) Economia de energia e (D) Economia de água. Fonte: Autora do Trabalho.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no estudo foi possível concluir que o gerenciamento de resíduos adequado contribui positivamente com os três principais pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Quanto ao aspecto econômico, as sugestões de melhorias propostas reduziram o custo com destinação final de R\$ 36.589,74 para R\$ 4.050,38. Já com relação ao aspecto ambiental, ficou evidente todos os benefícios que a maior adesão a reciclagem traria. A reciclagem de 7.763 kg de material promoveria uma redução de 24,79 t de emissões de CO₂, 211.292,01 l de água, 113.819,34 kWh de energia e 22,42 m³ de espaço em aterros. Além disso, o estudo reforça a ideia de que apenas os rejeitos deverão ser dispostos em aterros sanitários e incentiva a compostagem dos resíduos orgânicos, somando ganhos ambientais que não foram quantificados.

É importante ressaltar que os resíduos muitas vezes podem ser uma fonte de emprego e renda, resultando em benefícios econômicos para a sociedade. As mudanças propostas no estudo estão diretamente relacionadas com a inclusão social dos catadores e a educação ambiental dos funcionários da indústria. Apesar de ser uma organização com processos já



estruturados, a indústria estudada mostrou diversas oportunidades de melhorias. Isso reforça ainda mais a premissa de que todos os empreendimentos, independente do porte, são passíveis de melhorias contínuas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ABNT NBR 11174: **Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III – inertes**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.
2. ABNT. ABNT NBR 12235: **Armazenamento e acondicionamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
3. ABNT. NBR 10004: **Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
4. ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudas. **Guia ABRASEM de Boas Práticas de Tratamento de Sementes**. Disponível em: <Guia-TSI-completo.pdf (abrasem.com.br)>.
5. ABRELPE – Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>.
6. Aligleri, L.; Aligleri, L. A.; Kruglianskas, I. **Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio**. São Paulo: Atlas, 2009.
7. BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 3 ago. 2010.
8. BRASIL. Resolução Conama nº 481 de 09 de outubro de 2017. **Dispõe dos critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, edição 194, p. 93, 9 out. 2017.
9. BRASIL. Resolução nº 499, de 06 de outubro de 2020. **Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, edição 194, p. 50, 8 out. 2020.
10. BRASIL. Portaria Inmetro nº 320, de 23 de julho de 2021. **Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Embalagens, Tanques Portáteis e Contentores Intermediários para Granéis - IBC, utilizados no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos - Consolidado**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, edição 140, p. 97, 27 jul. 2021.
11. CATAKI – **Calculadora de Impacto Ambiental**, 2021. Disponível em: <https://cataki.org/pt/>.
12. Do Carmo, M. S.; De Oliveira, J. A. P. **The Semantics of Garbage and the organization of the recyclers: implementation challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil**. Resources, Conservation and Recycling, v. 54, n. 12, p. 1261–1268, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344910001084>.
13. FURJAN – Federação das Indústrias do estado do Rio de Janeiro. **Manual de Gerenciamento de Resíduos 2019**. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/manuais-e-cartilhas/gerenciamento-de-residuos.htm/>.
14. Gomes, C. M.; Kneipp, J. M.; Kruglianskas, I.; Rosa, L. A. B.; Bichueti, R. S. **Management for sustainability: An analysis of the key practices according to the business size**. Ecological Indicators, v. 52, p. 116-127, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.012>.
15. Jacobi, P. R.; Besen, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10603/12345>.