

Projeto de iniciação científica: usinas de reciclagem de resíduos sólidos urbanos na região das Agulhas Negras - RJ

Larah Cabral Soares¹; 0009-0003-7096-7284
Manoel Carlos dos Santos Elias²; 009-0004-3054-9501
Rosane Maria Pinheiro da Silva Fonseca ³; 0009-0007-2437-7186
Elaine Ferreira Tôrres ⁴; 0009-0009-9485-4149

1 - Faculdade de Tecnologia - UERJ, Resende, RJ.
larah.cabral@discentes.fat.uerj.br

2- Faculdade de Tecnologia - UERJ, Resende, RJ.
manoel.elias@discentes.fat.uerj.br

3- Faculdade de Tecnologia - UERJ, Resende, RJ.
rosane.fonseca@discentes.fat.uerj.br

4 – Faculdade de Tecnologia - UERJ, Resende, RJ.
elaine.torres@fat.uerj.br (contato principal)

Resumo: O presente artigo aborda a gestão de resíduos sólidos na Região das Agulhas Negras, no sul do estado do Rio de Janeiro, e propõe uma solução sustentável para o tratamento desses resíduos, focada no reaproveitamento de madeira e podas. A pesquisa, realizada como parte de uma iniciação científica em Engenharia Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, propõe a criação de uma usina de reciclagem que atuaria em duas fases: a triagem e trituração da madeira para uso como combustível e a futura instalação de uma marcenaria. O estudo destaca a viabilidade econômica do projeto, além de seus benefícios sociais, como a geração de empregos e a formação profissional de pessoas em situação de vulnerabilidade por meio de cooperativas de catadores. A usina, alinhada aos princípios da economia circular, possibilita a produção de briquetes, cavacos de madeira e composto orgânico, produtos com potencial de comercialização. Além disso, o artigo ressalta a importância da colaboração entre academia, setor público e privado para a execução de projetos que promovam o desenvolvimento sustentável e a inclusão social.

Palavras-chave: Usina de reciclagem. Cooperativa de catadores. Reciclagem de madeira. Resíduos sólidos.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios dos municípios brasileiros, em relação à sustentabilidade, é a gestão dos resíduos sólidos. Desde a última década do século XX, a questão dos resíduos sólidos tem se destacado no país. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe, 2019) esses municípios geraram aproximadamente 79 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Deste total, cerca de 92% foram coletados e apenas 59,5% do que foi coletado foram destinados a aterros sanitários. Aproximadamente 29,5 milhões de toneladas de resíduos, correspondendo a 40,5% do total coletado, foram descartadas de forma inadequada em lixões ou aterros controlados. Além disso, cerca de 6,3 milhões de toneladas geradas anualmente permanecem sem coleta, sendo depositadas sem controle, apesar das exigências legais de destinação adequada.

A gestão dos resíduos sólidos representa um desafio significativo para os municípios brasileiros em geral e a situação não é diferente na Região das Agulhas Negras, onde questões econômicas e industriais acentuam a complexidade do problema.

Essa região situa-se no sul do Estado do Rio de Janeiro, no eixo Rio-São Paulo, apresenta mais de 40% do PIB do Brasil (IBGE, 2017). Compreendendo os municípios de Resende, Itatiaia, Porto Real e Quatis e é caracterizada economicamente por apresentar um polo industrial tradicionalmente voltado aos setores metalmeccânico, automotivo e químico. A região tem como um dos seus problemas principais a disposição sustentável de seus resíduos urbanos, pois a abrangência da coleta seletiva ainda é incipiente, por exemplo o município de Resende coleta somente 34% do total de domicílios permanentes existentes no município são contemplados pela iniciativa (RESENDE, 2018).

Visando auxiliar a região na solução desta problemática, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto de viabilidade do tratamento de resíduos sólidos urbanos de forma mais eficiente nesta região, com foco na geração de empregos, em cooperativas de catadores. O presente projeto de iniciação científica, dos alunos de Engenharia Química da UERJ de Resende, estudou a viabilidade das

usinas de reciclagem: Tecidos e ráfias; eletroeletrônicos, tampas de garrafas PET e madeira e podas. Sendo a última que será abordada neste artigo.

MÉTODOS

O projeto é estruturado em várias etapas, abrangendo desde o estudo de casos e diagnósticos até o planejamento estratégico e a gestão de diversas áreas essenciais. As etapas metodológicas incluem: Estudo de Casos – Estudar os projetos de usinas exitosas em nível nacional e internacional; Diagnóstico - Identificar pontos carentes e aqueles com excesso de atenção no contexto de estudo – tipos, quantidades e logística do resíduo a Região; Planejamento Estratégico – Definir objetivos e estratégias para desenvolvimento do projeto utilizando ferramentas de gestão; Desenvolvimento Social – Estudar tipos de iniciativas que possam proporcionar o bem-estar social, tal como: Promover ações integradas com escolas, universidades, associação de moradores e pequenos comerciantes locais, trabalhando a extensão universitária e sua indissociabilidade e Gestão Ambiental Parcerias – Estudo de parcerias para implantação e execução da importação da usina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se um estudo de viabilidade para implementar o cenário planejado pelo plano, atendendo aos objetivos propostos de forma mais econômica e otimizada denominado Projeto Usinas de Reciclagem. Foi feito um levantamento bibliográfico nos portais educacionais, tais como o Google Acadêmico, no Periódicos Capes, no Catálogo de Teses e Dissertações e no Science Direct, além dos sites de instituições municipais, estaduais e federais. Identificou-se pontos necessários e aqueles com excesso de atenção no contexto de estudo, tipos, quantidades e logística do resíduo na Região das Agulhas Negras-RJ.

Elaborou-se a definição de objetivos e estratégias para desenvolvimento do projeto utilizando ferramentas de gestão. Uma série de estudos foram realizadas, tais quais são: a e enumeração da série de avanços nas políticas públicas voltadas para a gestão dos resíduos nas instâncias federal, estadual e municipal; estudos dos tipos de iniciativas que possam proporcionar o bem-estar social, tais como: promover ações integradas com escolas, universidades, associação de moradores e pequenos

comerciantes locais, trabalhando a extensão universitária e sua indissociabilidade; e estudos de iniciativas para o consumo consciente, minimização dos resíduos e educação ambiental.

Para o presente artigo a usina apresentada é de resíduos de madeiras e podas. Este projeto é mais ambicioso e deve funcionar em duas etapas. Na primeira, o material que pode receber algum tipo de beneficiamento deve ser encaminhado à artesãos, ateliês e indústrias de móveis por meio de associação de catadores. O restante deve ser moído para funcionar como lenha combustível para caldeiras de indústrias da região sul fluminense. O material pode ser recolhido nos pontos de depósito espalhados pelos municípios. Além disso, parte do material poderá vir de indústrias, empresas de carga e construção civil que podem doar voluntariamente esses resíduos dos quais eles pagam hoje para uma destinação correta. A madeira proveniente da limpeza urbana chegará à usina através da empresa contratada pelas prefeituras para o recolhimento dos resíduos do município. A primeira etapa do projeto servirá para solidificar o projeto e ver na prática a viabilidade econômica, já comprovada na teoria. Para essa fase do projeto, estima-se que o custo seja em torno de 50 mil reais. Neste primeiro momento inclui-se os custos de materiais, obras de adequação do ambiente, equipamentos de proteção e a máquina de triturar madeiras em uma cooperativa de catadores. A máquina trituradora é encontrada no mercado nas mais diversas formas, potência e preços.

Nesta primeira fase levou-se em consideração a presença de, pelo menos, vinte e quatro cooperados, sendo oito deles na administração e apoio, seis na pré-triagem e oito na triagem. As fontes de recursos possíveis para viabilizar a usina são, por exemplo: PMI – Projetos Multissetoriais Integrados Urbanos, do BNDES: Integra projetos de planejamento e ações de agentes municipais em ações para solucionar problemas estruturais do ambiente urbano, incluindo a área de resíduos sólidos. As solicitações são enviadas ao BNDES por meio de consulta prévia, conforme roteiro de informações disponível no site do banco. Fundo Nacional A segunda etapa seria a instalação de uma marcenaria com associados capacitados para mexer com o beneficiamento de madeira dentro da própria usina. A capacitação pode ser em parceria com instituições de ensino profissionalizantes do município. Com a

experiência de Santo André (DIÁRIO DO GRANDE ABC, 2006) dimensionou-se para Resende nove pessoas para trabalhar, sendo quatro deles menores-aprendizes.

A máquina de triturar madeira faz muito barulho e produz muito pó, sendo assim, faz-se necessário pensar em um local mais afastado do centro urbano, como o Polo Industrial de Resende e, uma estrutura para amenizar estes problemas, como uma casa de alvenaria ao redor do motor de equipamentos, por exemplo. Para a segunda fase da usina, o investimento necessário fica em torno de 100 mil reais. O valor é distribuído em equipamentos e ferramentas (serra circular de bancada e portátil, lixeiras, desempenadeiras, compressor, entre outros), além de investimentos na estrutura. Nesta primeira parte o investimento fica em torno de 45 a 55 mil reais. O outro montante, de 25 a 40 mil, pode funcionar como capital de giro, garantindo parte dele também para o aperfeiçoamento profissional dos associados. Um veículo de entregas e transportes em geral não entrou nos cálculos. Caso haja necessidade, deve adicionar este valor ao investimento inicial ou ainda pensar em parcerias com os municípios.

Em relação ao funcionamento da usina, o processo seguirá as seguintes etapas, conforme a Figura 1:

Figura 1 – Fluxograma do processo da usina



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a comercialização, segundo dados da Rede World Wide Fund For Nature (WWF, 2013), a demanda anual de madeira apenas para fins energéticos atingirá de 6 a 8 bilhões de metros cúbicos até o ano de 2050. Ocasionalmente, então, um grande desafio energético e de desenvolvimento sustentável em escala mundial, pois este valor será o triplo da atual demanda. Dessa forma, a reciclagem da madeira torna-se cada vez mais importante e necessária, pois permite o desenvolvimento de forma sustentável entre o meio ambiente e a sociedade. Esta reciclagem possibilita dois caminhos de comercialização, podendo gerar matéria prima para a geração de outros produtos de maior valor agregado, por exemplo, por artesãos, marcenarias e indústrias moveleiras ou até mesmo, a produção de composto orgânico através da compostagem. Além dessas opções, existe a possibilidade de produção energética (térmica e/ou elétrica) destinada para indústrias que utilizam fornos de matéria em suspensão, assim como em cerâmicas, cimenteiras, caieiras, padarias, pizzarias e olarias.

Devido ao baixo teor de umidade da madeira reciclada e a alta massa específica, ela apresenta um maior poder calorífico quando comparada a outras fontes de energia não recicladas (COUTO, 2014). Assim, torna-se eficiente para a produção de energia, pois a temperatura eleva-se rapidamente sendo possível utilizar uma menor quantidade de material, ao passo que libera uma menor quantidade de fumaça. Desta forma, a produção dos briquetes é uma alternativa viável e pode ser realizada por meio da compactação dos resíduos a altas pressões e temperatura, tornando-se um objeto compacto com teor de umidade média de 20%, ou seja, possui alto poder calorífico, além de apresentar geometria regular em seu formato. Geralmente, seu preço é estipulado por tonelada, assim através de uma estimativa, o preço médio é de R\$550,00/ton nos estados de SP e MG (MF RURAL, 2024), sendo vendido também de forma on-line. Outro produto é o cavaco, que são produzidos apenas pela trituração dos resíduos de madeira, o que os tornam mais baratos quando comparados com briquetes. No entanto, eles apresentam um maior teor de umidade, entre 30% e 40%, e, conseqüentemente, possuem menor poder calorífico, de forma a exigir uma maior quantidade para geração de energia. Geralmente, são vendidos por metro cúbico e seu preço médio é de R\$40,00/m³, com base em estimativas nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MF RURAL, 2024).

A compostagem dos resíduos de madeira, preferencialmente lascas e serragem, também pode-se aproveitar. É possível produzir um composto orgânico que tem como função condicionar o solo, ou seja, serve como um balanceador de nutrientes junto com a melhoria de propriedades físico- químicas e biológicas. O valor desse produto no mercado possui grandes variações, pois há grandes e pequenos vendedores presentes em sites de compras online e/ou lojas físicas. Porém, através de pesquisas, é possível estimar o valor deste composto, assim o seu valor médio seria de R\$40,00 a cada 10kg (MF RURAL, 2024). O condicionador de solos pode ser utilizado tanto para jardins domésticos quanto para propriedades agrícolas. Logo, a sua comercialização é ampla e pode ser dividida em pequena escala quando vendida para pessoas físicas que irão utilizá-lo apenas em suas residências. Ou a venda em grandes quantidades quando for direcionada para pessoas jurídicas que possuem área de plantio agrícola, como produtores rurais.

CONCLUSÕES

A gestão de resíduos sólidos na Região das Agulhas Negras é um desafio que exige soluções inovadoras e sustentáveis. Este estudo propôs a criação de uma usina de reciclagem direcionada para o reaproveitamento de madeira e podas, com vistas a promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental da região, com atenção às cooperativas de catadores. Essa pesquisa mostrou que, além da viabilidade econômica do projeto, a implementação dessa usina pode ser um elemento de transformação social, por meio da geração de empregos e na formação profissional de pessoas em vulnerabilidade. O projeto mostrou-se alinhado com os princípios da economia circular, buscando agregar valor aos resíduos e reduzir os impactos ambientais. O trabalho também propõe desenvolvimento de soluções técnicas e estratégicas que consideram não só o reaproveitamento dos materiais, mas também a otimização dos processos de reciclagem e sua aplicação industrial. O estudo mostrou o potencial de comercialização de briquetes e cavacos de madeira, que podem ser utilizados como fontes de energia em diversas indústrias, bem como a produção de composto orgânico, ambos gerando alternativas sustentáveis para o tratamento de resíduos. E por fim, pode-se destacar que a colaboração entre academia, poder público e setor privado é crucial para a concretização de projetos

que promovam a sustentabilidade ambiental, econômica e social, promovendo o desenvolvimento sustentável da região.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro das bolsas de Iniciação Científica do CNPq e da UERJ.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6566417/mod_resource/content/1/Panorama_Abrelpe_-2018_2019%20%281%29.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

COUTO, Carolina. **Estimativa do poder calorífico de madeiras de acácia-negra e eucalipto do Município de Pelotas - RS**, 2014. [Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Universidade Federal de Pelotas, Escola de Administração, Pelotas]. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2014/10/TCC-CAROLINA-COUTO.pdf>. Acesso em: 15 de ago. 2024.

World Wide Fund For Nature. **Demanda por Madeira deve triplicar Até 2050**. 2013. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?33562/Demanda-por-madeira-deve-triplicar-at-2050>. Acesso em 15 de agosto de 2024.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 15 de ago. 2024.

MF RURAL. **Produtos Agrícolas à venda**. 2024. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/produtos>. Acesso em 15 ago. 2024.

RESENDE. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Resende/RJ. Produto 06 – PMGIRS**. 2018. Disponível em: https://sigaceivap.org.br/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_148-2017_DM.pdf Acesso em: 17 ago. 2024.

SANTO ANDRÉ TEM USINA DE MADEIRA. *Diário do Grande ABC*, 01 set. 2024. Disponível em: <https://www.dgabc.com.br/Noticia/139551/santo-andre-tem-usina-de-madeira>. Acesso em: 05 set. 2024.