

Projeto Natureza Limpa: Inovação e Sustentabilidade para o Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Natureza Limpa Project: Innovation and Sustainability for the Reuse of Urban Solid Waste

LUCAS PINTO DE CARVALHO

UNILESTE MG

WANDERLEY LEITE DA SILVA JUNIOR

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

FABRÍCIO MOURA DIAS

LEONARDO FERREIRA DA SILVA

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Nota de esclarecimento:

O X SINGEP e a 10ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias 26, 27 e 28 de outubro de 2022.

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

ANOS
SINGEP

Projeto Natureza Limpa: Inovação e Sustentabilidade para o Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Objetivo do estudo

Apresentar os benefícios sociais, ambientais e econômicos, que induzem às empresas a buscarem a visão do desenvolvimento sustentável em seu processo e seus produtos, como o caso do Projeto Natureza Limpa.

Relevância/originalidade

A inovação tecnológica pode contribuir para o desenvolvimento de novas possibilidades de fomentar o desenvolvimento das cidades, no entanto, sem o benefício sustentável, poderá não haver viabilidade em seu emprego nas indústrias. Os benefícios sociais, ambientais e econômicos estão em evidência.

Metodologia/abordagem

O estudo metodológico do trabalho foi qualitativo, descritivo, documental e bibliográfico.

Principais resultados

Foi verificada a existência de uma contribuição viável do Projeto Natureza Limpa para o planejamento urbano sustentável, apresentando benefícios sociais, ambientais e econômicos para as comunidades ao qual atua.

Contribuições teóricas/metodológicas

A proposta de estudo trouxe elementos para caracterização de atuação de um projeto de impacto sustentável, como o Projeto Natureza Limpa, bem como a mensuração do seu impacto no planejamento urbano.

Contribuições sociais/para a gestão

Devido aos problemas ambientais gerados por meio de descartes irregulares e opções inviáveis de destinação do resíduo, o projeto Natureza Limpa pode ser considerado como alternativa inovadora e sustentável no mercado para o tratamento dos RSU.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Projeto Natureza Limpa, Inovação, Resíduos Sólidos Urbanos

Natureza Limpa Project: Innovation and Sustainability for the Reuse of Urban Solid Waste

Study purpose

Present the social, environmental and economic benefits that lead companies to seek a vision of sustainable development in their process and products, as in the case of the Natureza Limpa Project.

Relevance / originality

Technological innovation can contribute to the development of new possibilities to foster the development of cities, however, without the sustainable benefit, there may be no viability in its use in industries. The social, environmental and economic benefits are in evidence.

Methodology / approach

The methodological study of the work was qualitative, descriptive, documentary and bibliographic.

Main results

It was verified the existence of a viable contribution of the Natureza Limpa Project to sustainable urban planning, presenting social, environmental and economic benefits for the communities in which it operates.

Theoretical / methodological contributions

The study proposal brought elements to characterize the performance of a sustainable impact project, such as the Natureza Limpa Project, as well as the measurement of its impact on urban planning.

Social / management contributions

Due to the environmental problems generated by irregular disposals and unfeasible options for finishing the waste, the Natureza Limpa project can be considered an innovative and sustainable alternative in the market for the treatment of MSW.

Keywords: Sustainability, Natureza Limpa Project, Innovation, Urban solid waste

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento dos países, as indústrias passaram a utilizar-se de tecnologias inovadoras, promovendo o aumento da produção e qualidade em produtos e serviços para que seus clientes consumam cada vez mais. No entanto, esse crescimento foi desordenado e está gerando vários desastres ambientais, como crescente acúmulo de resíduos sólidos urbanos (RSU) e a emissão gases tóxicos industriais (Lima, Canuto, Junior, Freitas, & Nascimento, 2011).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – Abrelpe (2018), se faz necessário a implementação de soluções adequadas para a gestão dos RSU, pois propicia renda para o orçamento público, garantido qualidade social e ambiental para a sociedade, reduzindo as emissões de poluentes e danos à saúde da população. Além dos problemas de RSU que assolam a população, temos ainda a questão do energética, que depende de combustível fóssil para abastecer a sociedade (Goldemberg & Lucon, 2007).

Como alternativa para combater o problema de RSU e lixões foi criado o projeto Natureza Limpa, que adota opções de reaproveitamento de 100% dos RSU depositados na usina. No processo fabril os recicláveis são comercializados para produção de bens de consumo, os fluidos contaminados são destinados para empresas de produtos químicos e os orgânicos passam pelo sistema de pirólise, onde são transformados em gases, óleos e o coques, que podem fornecer energia elétrica para o processo interno da empresa (Natureza Limpa, 2018).

Diante dos problemas ambientais gerados por meio de descartes irregulares e opções inviáveis de ultimateção do resíduo, o projeto Natureza Limpa pode ser considerado como alternativa inovadora e sustentável no mercado para o tratamento dos RSU. Pois, além da criação de um novo processo para o beneficiamento do resíduo, o projeto também contribui para a questão social (geração de emprego), ambiental (redução de lixões) e econômica (venda dos produtos obtidos no processo).

Esse artigo tem como demonstrar o processo de transformação de RSU em bens de consumo criado pela usina TJMC Indústria e Processamento de Resíduos LTDA, além de identificar a viabilidade econômica, social e ambiental quanto ao emprego do projeto Natureza Limpa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados os pilares teóricos que compõem a pesquisa, no sentido de trazer ao leitores os conceitos principais de Resíduos Sólidos no Brasil e Geração de Energia por meio de Pirólise.

2.1 Resíduo Sólido Urbano no Brasil

Já na década de 70 Meadows et al. (1978, p. 20) afirmavam: “Se as atuais tendências de crescimento da população mundial – industrialização, poluição, produção de alimentos e diminuição de recursos naturais – continuarem imutáveis” nos próximos 100 anos o planeta não se encontrará mais fértil para a produção de bens para o consumo da sociedade. Os autores afirmaram que o impacto da negligência humana diante destes fatos será um declínio súbito e incontrolável social e industrial.

Há muitas décadas a sociedade foi assolada por diversos tipos de pressões e de problemas que exigem atenção e ação, a saber: crescimento de 80 milhões de habitantes a cada ano no mundo, sendo que mais de 50% vive em aglomerações urbanas e consomem mais de 2/3 da energia produzida na terra (Belluci et al., 2014); a população brasileira cresce todo ano e mais de 80% de seu povo vive em cidades (Almeida, 2012); crescimento de mais de 65% na

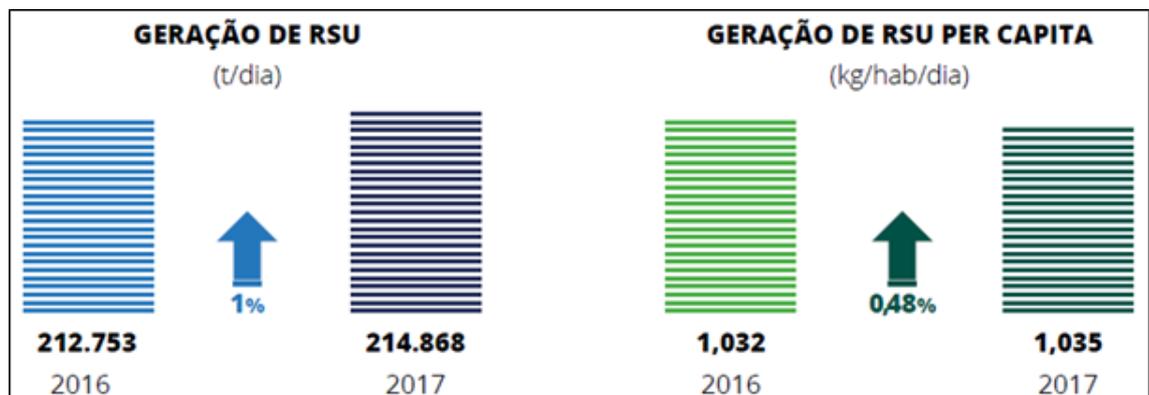
geração de RSU no Brasil, sendo que quase 30% destes municípios não apresentam nenhuma iniciativa de coleta seletiva (Abrelpe, 2018).

Segundo dados revelados pela Abrelpe (2018), nos últimos 10 anos, entre 2007 (140.911 toneladas por dia) e 2017 (214.868 toneladas por dia), houve um aumento de 65% de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, crescimento que comprova a necessidade do país em adotar medidas sustentáveis para o reaproveitamento destes descartes. Entre as alternativas para ultimação de RSU no Brasil atualmente temos os aterros (controlado e sanitário), compostagem e incineração. Exceto a compostagem, as formas citadas fornecem danos consideráveis ao meio ambiente, pois os aterros necessitam de muito espaço e a incineração emite gases tóxicos.

As atividades de produção e consumo e o elevado crescimento populacional, associados a urbanização desordenada nas últimas décadas tem gerado um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos (Jacó & Máximo, 2016). Segundo dados revelados pela Abrelpe (2018), nos últimos 10 anos, entre 2007 (140.911 toneladas por dia) e 2017 (214.868 toneladas por dia), houve um aumento de 65% de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, crescimento que comprova a necessidade do país em adotar medidas sustentáveis para o reaproveitamento destes descartes.

A quantidade de descartes coletados cresceu em todas as regiões do Brasil e, quando comparados os anos de 2016 e 2017, pode ser observado que a geração de RSU aumentou 1% e a geração de RSU per capita cresceu 0,48%, como visto na figura a seguir (Abrelpe, 2018).

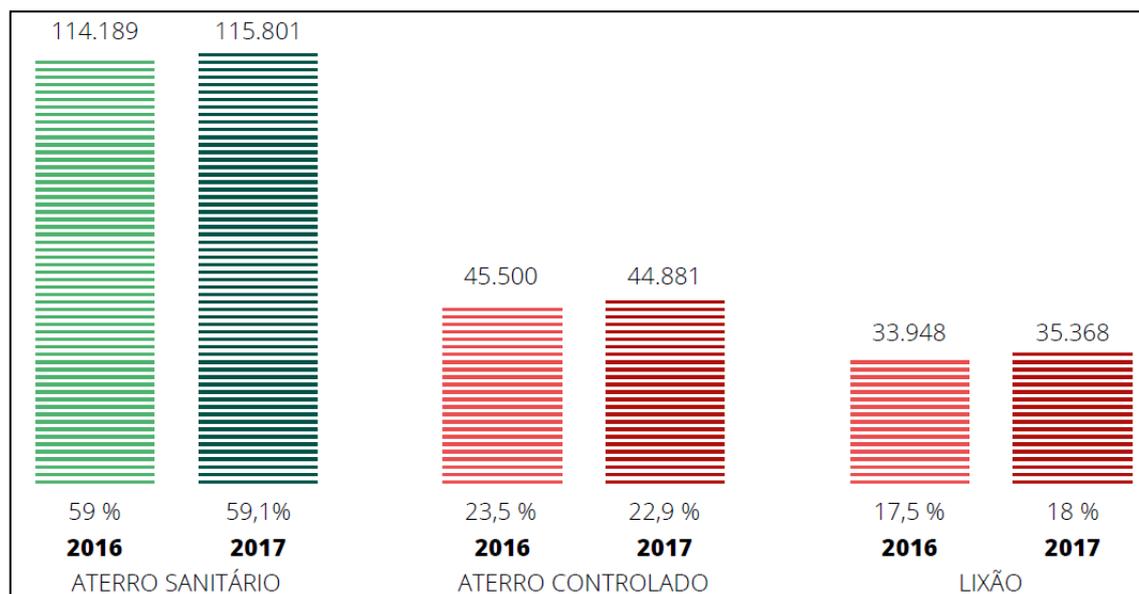
Figura 1: Geração de RSU no Brasil



Fonte: Abrelpe (2018)

Segundo a Abrelpe (2018), unidades inviáveis para o direcionamento de resíduos como lixões ou aterros controlados existem em todo território nacional, ultimações que receberam mais de 80 mil toneladas de resíduo por dia no ano de 2017, como visto na figura a seguir. Infelizmente, o aumento de lixão neste ano foi maior quando comparado ao ano anterior, comprovando a necessidade de melhorar o planejamento urbano sustentável dos RSU no país.

Figura 2: Geração de RSU no Brasil



Fonte: Abrelpe (2018)

Entre as principais alternativas para ultimateção de RSU no Brasil atualmente temos os aterros (controlado e sanitário), compostagem e incineração. Exceto a compostagem, as formas citadas fornecem danos consideráveis ao meio ambiente, pois os aterros necessitam de muito espaço e a incineração emite gases tóxicos.

Como o aumento da população proporciona a evolução exponencial do lixo, o estímulo a formas alternativas para o tratamento dos RSU se torna primordial para o planejamento urbano. Entre as possibilidades de exploração sustentável do RSU para o acompanhamento do processo de urbanização, temos a geração de energia elétrica (Lima, 2004), conceito que está sendo atualmente disseminado em todo o mundo (Torres, 2014). A energia do lixo pode ser extraída por meio do procedimento de pirólise, possibilitando a redução de aterros e incinerações para ultimateção do lixo (Moraes et al., 2015).

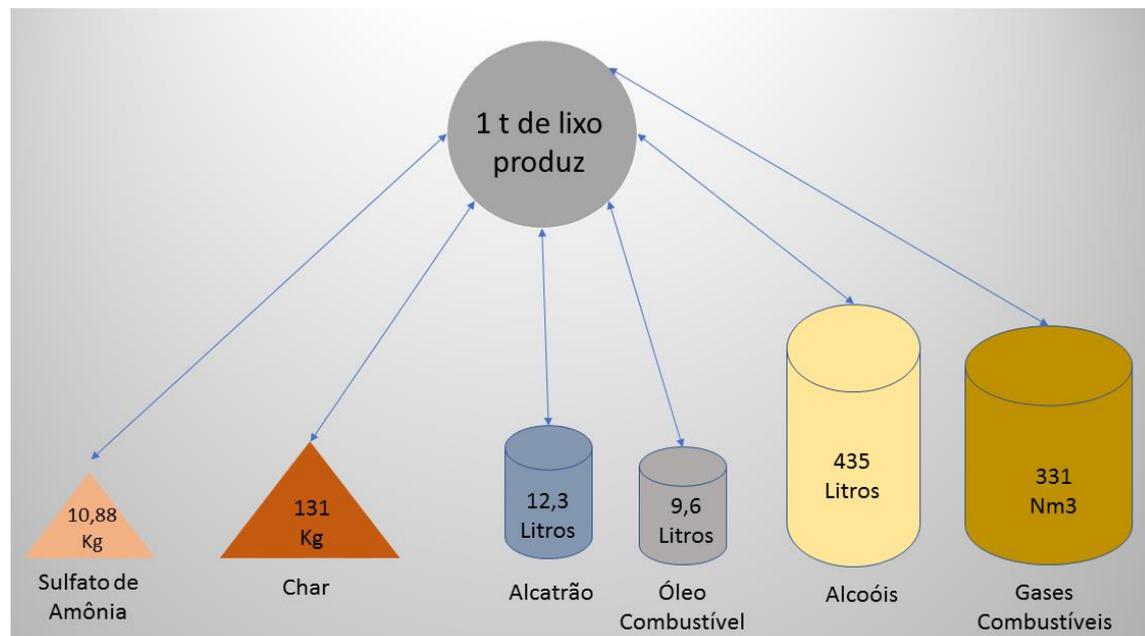
2.2 Geração de Energia por meio de Pirólise

Os padrões de energia mundial normalmente são utilizados de fontes fósseis, que impactam o ambiente com emissões de gases de efeito estufa, colocando em risco toda a fauna e flora do planeta (Goldemberg & Lucon, 2007). Os impactos são divididos em três categorias, conforme a expansão da área atingida: locais, regionais e globais. Ou seja, ao emitir gases tóxicos os países não prejudicam somente a sua região de origem, podem também provocar efeitos catastróficos em todo o planeta (Molina & Molina, 2004).

A pirólise utilizada como transformação de RSU em energia pode ser vista como uma alternativa viável para a descentralização da produção de energia e complementaridade sazonal, pois se traduz em aumento na segurança da oferta de energia e em novos postos de trabalho, além da mitigação de impactos negativos quanto ao clima (Goldemberg & Lucon, 2007).

Sanner et al. (1970 apud Lima, 2004) desenvolveram estudos em que testaram três tipos de lixo: doméstico, selecionado e moído; lixo de processamento de plásticos; lixo industrial e finamente moído. Neste trabalho foi demonstrado que uma tonelada de lixo pode ser convertida em diversos subprodutos, conforme observado na figura 3.

Figura 3: Resultado da pirólise de resíduos domésticos e industriais



Fonte: Adaptado de Sanner et al. (1970)

Segundo Lima (2004) a pirólise é um processo de reação endotérmica, proporcionando a obtenção o fracionamento das substâncias sólidas presentes no lixo devido a possibilidade da redução de perdas de calor. As diversas zonas de calor fracionam os resíduos presentes por meio do seguinte processo: (1) Alimentação; (2) secagem; (3) volatilização; (4) oxidação; (5) fusão. O procedimento pirolítico (3), (4) e (5) fazem com que os RSU percam a umidade pela secagem e, após serem decompostos, geram substâncias como gases, líquidos e sólidos (char e escórias). O autor ainda informa que considera o balanço da pirólise (temperatura de 300 a 1600 °C) como positivo, pois se produz mais energia do que se consome.

Foi após a crise de energia em 1973 que a pirólise se tornou evidente como um processo de inovação e alternativa limpa de recuperação de energia por meio da decomposição térmica dos detritos urbanos. Esta tecnologia de combustão passou por estudos rigorosos para possibilitar a sua escala comercial para o tratamento de RSU, podendo ser dividida em três grupos (Lima, 2004):

- a) gases, compostos com hidrogênio, metano, e monóxido de carbono;
- b) combustível líquido, composto por hidrocarbonetos, alcoóis e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre;
- c) um resíduo sólido constituído por carbono quase puro (char) e ainda, ouvidos, metais e outros materiais inertes (escória).

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado sobre a empresa TJMC Indústria e Processamento de Resíduos LTDA no qual criou o Projeto Usina Natureza Limpa. É uma atividade que promove a inovação sustentável no Estado de Minas gerais. A pesquisa do trabalho será de natureza aplicada, que se divide da seguinte forma (Yin, 2015; Martins & Theóphilo, 2009; Vergara, 2010; Cooper & Schindler, 2003):

- quanto a forma de abordagem é qualitativa, pois compreende as características e estruturas que estão por trás da usina;

- descritiva, pois estuda e interpreta a realidade de determinado local;
- quanto aos procedimentos técnicos, será feito com documentos internos da empresa;
- e pesquisa bibliográfica.

4. RESULTADOS

4.1 Projeto Natureza Limpa: Inovação e Sustentabilidade para o Meio Ambiente

A inovação é um dos principais elementos para fomentar o curso acelerado da “quinta revolução industrial”, que é baseada em nanotecnologia, biotecnologia, energia, tecnologias especiais, software. Esta evolução assemelhasse àquelas que ocorreram em outros quatro momentos revolucionários da história: a revolução têxtil, a siderúrgica, a automobilística e a informática, que desenvolveram praticamente toda a estrutura comercial do mundo. No entanto, diferente das revoluções anteriores, essa nova evolução prioriza o conhecimento e o capital humano, incentivando muito pouco o capital físico (Salerno, Negri, Turchi & Morais, 2010).

A inovação é um meio utilizado por empresas para se manterem no mercado, crescerem economicamente e gerarem vantagens competitivas. A inovação introduz produtos e processos que incorporam novas soluções técnicas e funcionais, com objetivo de se alcançar resultados específicos que podem apresentar-se das seguintes formas (Nemoto, 2009):

- novo processo produtivo ou alterações em processos existentes, isto é, alterações de máquinas, equipamentos, instalações e métodos de trabalho;
- modificação do produto atual ou substituição de um modelo por outro que mantenha a finalidade básica;
- introdução de novos produtos integrados com os atuais.

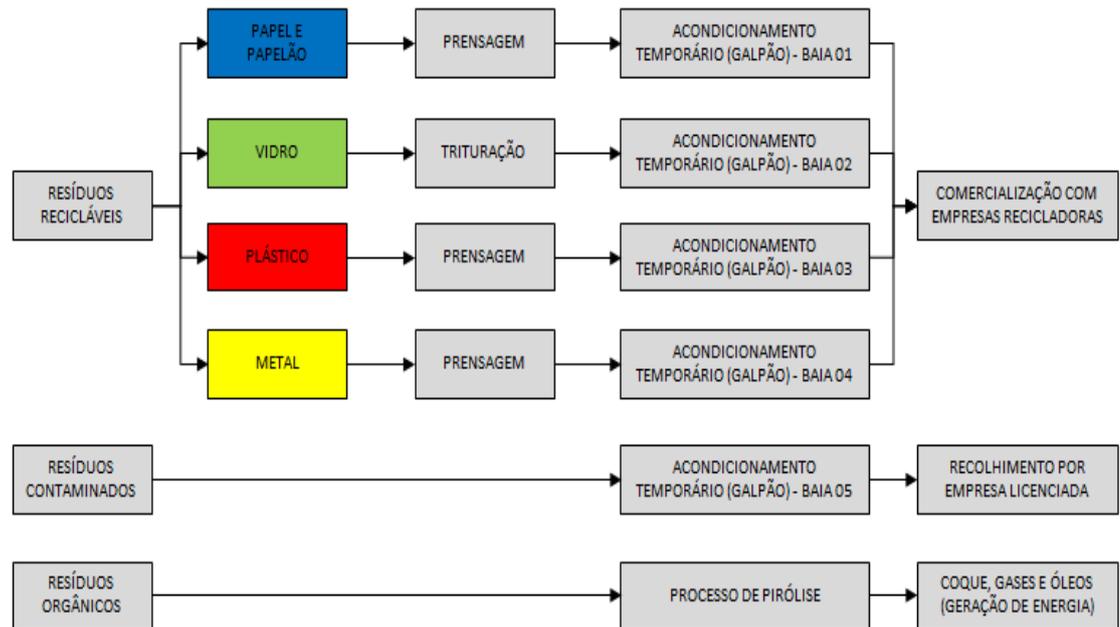
Nesta perspectiva surgiu o projeto Natureza Limpa, que é considerado como alternativa inovadora e sustentável no mercado para o tratamento dos RSU. Pois, além da criação de um novo processo inovativo para o beneficiamento do resíduo, o projeto também contribui para a questão social (geração de emprego), ambiental (redução de lixões) e econômica (venda dos produtos obtidos no processo).

O projeto Natureza Limpa é de conhecimento nacional. No Brasil já teve diversas reportagens sobre o seu processo industrial¹, apresentando os benefícios que a empresa poderia trazer para a sua cidade de instalação, Unai, em Minas Gerais.

A seguir será mostrado o fluxograma do processo industrial da etapa de segregação na figura 4.

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=FCjYITo61DM&t=303s>

Figura 4: Fluxograma operacional da etapa de segregação



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa

Por meio de um contrato com a Prefeitura, a empresa Natureza Limpa receberia o resíduo proveniente do município, que posteriormente é direcionado para as etapas de tratamento do resíduo, a saber:

1. Estação de recebimento (moega) : após a pesagem do veículo, a moega recebe o resíduo para o seu acondicionamento temporário, que suporta até 6 toneladas por hora de RSU. O piso do local é completamente impermeabilizado e há uma caixa coletora de chorume, ligada à Estação de Tratamento de Efluentes - ETE. A moega (estruturas em formato de cone) encontra-se dentro do galpão da usina e representa o ponto de partida do processo de tratamento da matéria-prima. Posteriormente os resíduos sólidos, compostos por uma massa heterogênea serão encaminhados para o setor de segregação.

Figura 5: Estação de recebimento (moega)



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

2. Captação de odores: os odores dos resíduos sólidos são concentrados nos efluentes líquidos (chorume), que após coletados em tanque impermeável, são conduzidos junto a massa orgânica triturada para o procedimento de pirólise.

Figura 6: Estação de segregação e captação de odores dos resíduos



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa

3. Estação de segregação: espaço onde é segregado o resíduo orgânico dos materiais inorgânicos com a ajuda da esteira de separação e a triagem manual de funcionários treinados e equipados com segurança.

Figura 7: Segregação manual, prensagem dos e depósitos dos metais



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

Segundo Lima (2004), a pirólise pode ser considerada como um processo de decomposição química e térmica da matéria na ausência de oxigênio. No entanto, para a plenitude do processo, antes do material seguir para o reator pirolítico, é necessário que os RSU passem pelo processo de seleção e trituração (Moraes et al., 2015). A seguir será apresentada as etapas em que se inicia o processo de transformação de RSU em bens de consumo:

4. Estação de trituração: neste processo é feita a trituração do resíduo orgânico com granulometria calculada para a carbonização. O triturador contém navalhas dispostas radialmente e possui funcionamento contínuo, mas é totalmente blindado, fornecendo a segurança dos colaboradores nessa etapa do processo.

Figura 8: Estação de trituração do resíduo orgânico



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

5. Estação de ensilamento: a massa orgânica obtida no processo de trituração ficará depositada em silos, que servem de armazenamento temporário e garantem a alimentação contínua do forno de pirólise 24 horas por dia.

Figura 9: Estação de ensilamento



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

6. Estação de pirólise: é responsável pela decomposição térmica dos resíduos orgânicos sem influência do oxigênio, portanto, sem incineração. Com a capacidade de 4,16 toneladas por hora, o processo se faz pela transferência de calor recebido da fornalha que promove uma troca de calor por condução e convecção entre o calor recebido da fornalha e o material orgânico conduzido pelas roscas transportadoras no interior do forno de pirólise. A temperatura de operação é de cerca de 330° C, sendo parte do calor aproveitado da fornalha da termoelétrica. Sua operação será toda automatizada.

Figura 10: Forno de pirólise



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

Após o processo interno de pirólise, em que o resíduo é desidratado e desintegrado, é obtido o carvão (figura a seguir), que serve como combustível para a geração interna de energia da usina.

Figura 11: Pó de carvão resultado do processo de pirólise



Fonte: Natureza Limpa, 2018.

7. Estação de Controle de Emissões Atmosféricas: é responsável pelo tratamento dos gases emitidos durante a pirólise. É composta por ciclone, lavadores de gases, resfriadores, tanques de selagem separação de óleo, bombas e conexões. Na empresa, os vapores e os gases são purificados por filtros, em que passam por um processo de liquefação por destilação, que resultam em subprodutos como óleo vegetal, lignina, alcatrão e água ácida, são reaproveitados no processo interno. Os gases provenientes da pirólise retornam para o sistema para geração de calor na fornalha, auxiliando assim o balanço energético positivo da unidade fabril.

Figura 12: Estação de controle de emissões atmosféricas



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

8. Estação de Tratamento de Efluentes (figura a seguir): tem por objetivo fazer o tratamento de todos os efluentes industriais provenientes do processo produtivo, realizando a purificação dos líquidos captados do lavador de gases e do condensador da usina para torná-los inertes. É composta por um tanque de água residual, torre de resfriamento, tanque agitador, tanque espessador vertical, filtro de areia e unidade de produtos químicos de tratamento. É feito o estudo estabelecido pelo Programa de Controle Ambiental com a água residuária para ser utilizada em diversos setores, tais como lavagem de peças, equipamentos, produtos, irrigação de jardins etc.

Figura 13: Estação de tratamento de efluentes



Fonte: Imagens internas cedidas por Henrique Alves, gestor ambiental do Natureza Limpa.

9. A Unidade Térmica de Energia é composta por: Fornalha, Caldeira, Gerador, Condensador e Sistema de Transmissão em baixa tensão. As especificações físicas e químicas do local podem ser observadas no quadro 1.

Quadro 01: Especificações da termoeétrica

Modelo	SCHM 12.0
Grelha	Móvel (Avanço progressivo)
Produção de Vapor	12.000 kgv/h
Pressão de Trabalho	25,0 kgf/cm ²
Pressão de Projeto	27,5 kgf/cm ²
Pressão de Teste	41,25 kgf/cm ²
Temperatura de Saída dos Gases	170°C - (Chaminé)
Temperatura do Ar Aquecido	150°C
Tiragem	FORÇADA
Combustível	Pó de carvão, cavaco, serragem e biomassa
Superfície de Aquecimento	348,0m ²
Eficiência da Caldeira	87%±1,5
Consumo Total de Cavaco	2.030 kg/h (PCI 2800 - 35% Umidade - 380 Kg/m ³)
Consumo Total de Cavaco	5,3m ³ /h (PCI 2800 - 35% Umidade - 380 Kg/m ³)
Umidade do Combustível	10%
Temperatura da Água de Alimentação	105°C
Temperatura do Vapor	380°C (Superaquecido)
Energia Liberada	10.159.874,0 kcal/h

Fonte: Natureza Limpa, 2018.

A fornalha foi dimensionada para o recebimento de uma variedade de materiais para a queima, tais como: carvão gerado no processo de pirólise, carvão vegetal, gás proveniente da pirólise, gás natural etc. A queima se dá pela injeção do material comburente e a insuflação de ar, fazendo-se uma reação exotérmica com grande geração de calor, atingindo altas temperaturas. O vapor produzido na caldeira irá acionar um grupo gerador de energia, composto por uma turbina a vapor acoplada a um gerador de energia, com todos os periféricos e controles necessários (Natureza Limpa, 2018).

A energia será utilizada para complementar a demanda de consumo do empreendimento, bem como da unidade de beneficiamento de materiais recicláveis. O vapor saturado emitido pelo presente processo será lançado num condensador e, onde a água condensada será encaminhada ao tanque para reutilização na empresa. O gerador de energia entregará a energia a um sistema de distribuição comutado e conectado a subestação e ao CCM – Central de Comando de Motores (Natureza Limpa, 2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns problemas ambientais ainda são pouco sensíveis ao conhecimento das operações industriais. A serenidade diante dos problemas de RSU no Brasil demonstram, de certa forma, uma negligência da sociedade e de gestores públicos em relação a uma gestão eficiente dos RSU, resultando em danos ambientais (Prandini, D’Almeida, Jardim, Mano & Wells, 1995). Além do projeto Natureza Limpa, parceria entre meio acadêmico, órgãos públicos e privados e, principalmente, a conscientização social, serviriam como ferramentas essenciais de combate

ao consumo supérfluo de produtos e a destinação inapropriada de RSU no país, atenuando ou até mesmo proscrevendo o avanço deste infortúnio.

Fatores como política e economia dificultam, por vezes a possibilidade da criação de uma indústria sustentável. A questão política está relacionada a falta de incentivo para este tipo de empresa, e a questão econômica é devido ao alto preço de investimento para se obter um empreendimento sustentável.

No entanto, a sociedade está se conscientizando da necessidade de um empreendimento sustentável para mitigar os efeitos danosos ao meio ambiente. Impactos que as organizações já estão compreendendo melhor se comparado a alguns anos atrás. As empresas devem promover o bem social, econômico, cultural e ambiental, além de reduzir os impactos negativos gerados pelas suas atividades, como na conscientização de seus clientes finais.

Devido aos problemas ambientais gerados por meio de descartes irregulares e opções inviáveis de ultimateção do resíduo, o projeto Natureza Limpa pode ser considerado como alternativa inovadora e sustentável no mercado para o tratamento dos RSU. Pois além da criação de um novo processo para o beneficiamento do resíduo, o projeto também pode contribuir para a questão social (geração de emprego), ambiental (redução de lixões) e econômica (venda dos produtos obtidos no processo).

6. REFERÊNCIAS

- Almeida, F. (2012). Desenvolvimento sustentável 2012-2050: visão, rumos e contradições. Elsevier Brasil.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018. Recuperado em 28 de agosto de 2018 em <http://abrelpe.org.br>.
- Belluci, I., Obata, S. H., César, V.A.B.S.S. Ciência e tecnologia como vetores para a sustentabilidade. 1º congresso internacional de inovação e sustentabilidade. 1º Ed. Agosto de 2014, São Paulo-SP, Brasil.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2003). O processo de pesquisa. Amostragem. Em *Métodos de pesquisa em administração*, 66-88. Porto Alegre: Bookman.
- de Moraes, L. C. R., dos Santos, A. L. C., Ferreira, A. M., da Silva Ramos, D. L., Ribas, F. S., de Carvalho França, G. A., ... & dos Santos, T. C. (2015). Processo de Pirólise para decomposição do lixo urbano. *Revista Pesquisa e Ação*, 1(1), 130-138.
- Donaire, D. (1994). *Considerações sobre a influência da variável ambiental na empresa*. *Revista de administração de empresas*, 34(2), 68-77.
- Goldemberg, J. and Lucon, O. (2007). *Energia e meio ambiente no Brasil*. *Estudos Avançados*, 21(59), pp.7-20.
- Jacó, R. O., & Máximo, F. R. C. C. O planejamento ambiental urbano e a gestão dos resíduos sólidos: estudo de caso do município de quixadá. *REVISTA GEONORTE*, Edição Especial 5, V.7, N.26, 2016.
- Kaiser, E. J., Godschalk, D. R., & Chapin, F. S. (1995). *Urban land use planning* (Vol. 4). Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Lima, L. M. Q. (1995). Lixo, tratamento e biorremediação. In *Lixo, tratamento e biorremediação*. Hemus.
- Lima, M. D. P. D. J., Canuto, R. A., Junior, S., Freitas, J. A., & Nascimento, J. V. S. D. (2011). Geração de energia limpa a partir da carbonização dos resíduos sólidos urbanos: o caso do projeto Natureza limpa-Unaí-MG.

- Martins, G. D., & Theóphilo, C. R. (2009). Polo Técnico - Estratégias de pesquisa. Em *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*, 53-83. São Paulo: Atlas.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J.; & Behrens, I. W. W. Limites do Crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- Molina, M. J., & Molina, L. T. (2004). *Improving air quality in megacities: Mexico City Case Study. Urban Biosphere and Society: Partnership of Cities*, 142-158.
- Monte-Mór, R. L. (2006). As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. *Economia regional e urbana: Contribuições teóricas recentes. Belo Horizonte: Editora ufmg*, 61-85.
- Motta, S. F., & Aguilar, M. T. P. (2009). Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 4(1), 88-123.
- Nemoto, M. C. M. O. (2009). *Inovação tecnológica: um estudo exploratório de adoção do RFID (identificação por radiofrequência) e redes de inovação internacional* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Prandini, I. f., D'almeida, M. O., Jardim, n., mano, v., & Wells, C. (1995). Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/Cempre. Projeto Natureza Limp. Recuperado em 28 de agosto de 2018 em <http://naturezalimpa.com>.
- Saleh, B., Koglbauer, G., Wendland, M., & Fischer, J. (2007). Working fluids for low-temperature organic Rankine cycles. *Energy*, 32(7), 1210-1221.
- Salerno, M. S., De Negri, J. A., Turchi, L. M., & Morais, J. M. D. (2010). Inovação: estudos de jovens pesquisadores brasileiros v. 1 [Monografia/Referência-Livro-Economia].
- Santos, R. F (2004). Planejamento Ambiental: teoria e prática. Oficina de Textos. 1 Ed.
- Vergara, S. C. (2013). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*, 44-51. São Paulo: Atlas.