

Rio de Janeiro, 12 de novembro de 2024.

Ao

**CONSÓRCIO PÚBLICO DE MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA SERRA  
DA IBIAPABA - CNPJ nº 44.678.797/0001-56**

Rua Paulo Marques, 378, Centro, CEP: 62.370-000, São Benedito / Estado do Ceará.

**E-mail:** [superintendencia@cpmrssi.ce.gov.br](mailto:superintendencia@cpmrssi.ce.gov.br)

**REFERÊNCIA:** EDITAL DE CONTRATAÇÃO Nº 90004/2024-DE

**OBJETO:** Prestação de Serviços de Elaboração da DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA para Futuro Edital com objetivo de Implantação de unidade para aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos dos Municípios, junto ao Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba.

**Prezados Senhores,**

Segue o presente para encaminhar a **DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**, para Futuro Edital com objetivo de Implantação de unidade para aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos dos Municípios, junto ao Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba.

**Atenciosamente,**



**ADESSO Participações Ltda**  
**Luca Bruno Lobo de Almeida**

## **ÍNDICE**

<b><u>1 – Alternativas de Projetos de Infraestrutura .....</u></b>	<b>pág. 3</b>
<b>1.1</b> – Conhecimento do Problema	
<b>1.2</b> – Detalhamento Básico – Descrição da Solução	
<b>1.3</b> – Aspectos Socioeconômicos dos Municípios	
<b>1.4</b> – Resíduos Gerados e sua Série para 25 (vinte e cinco) anos	
<b><u>2 – Diagnóstico dos Sistemas de Destinação de Resíduos Sólidos .....</u></b>	<b>pág. 17</b>
<b>2.1</b> – Visão do Estado – Atitudes e Legislação	
<b>2.2</b> – Benefícios para os Municípios (Meio Ambiente e Comunidade Local)	
<b>2.3</b> – Crédito de Carbono e incentivos de ICMS Ecológico	
<b>2.4</b> – Visão Brasil e Aspectos Internacionais	
<b><u>3 – Projeto Básico de Engenharia - Rota da Tecnologia a ser adotada .....</u></b>	<b>pág. 24</b>
<b>3.1</b> – Descritivo do Empreendimento	
<b>3.2</b> – Etapas de Operação e Unidades Envolvidas	
<b>3.3</b> – Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos	
<b>3.4</b> – Unidade de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos	
<b>3.5</b> – Unidade de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde	
<b>3.6</b> – Unidade de Geração de Energia Elétrica	
<b>3.7</b> – Unidade de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas	
<b>3.8</b> – Planta Industrial com seu Layout	
<b>3.9</b> – Soluções e Controle de Emissões Ambientais	
<b>3.10</b> – Aspectos Ambientais e Regulatórios	
<b>3.11</b> – Objetivo da Solução Tecnológica Adotada para o Projeto	
<b>3.12</b> – Local de Zoneamento Específico - Área para Implantação	
<b>3.13</b> – Ações para Emergência e Contingência	
<b><u>4 – Referências .....</u></b>	<b>pág. 57</b>

## **Anexo 1 – Planta Baixa Geral**

## **1 – ALTERNATIVAS DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA**

### **1.1 – Conhecimento do Problema**

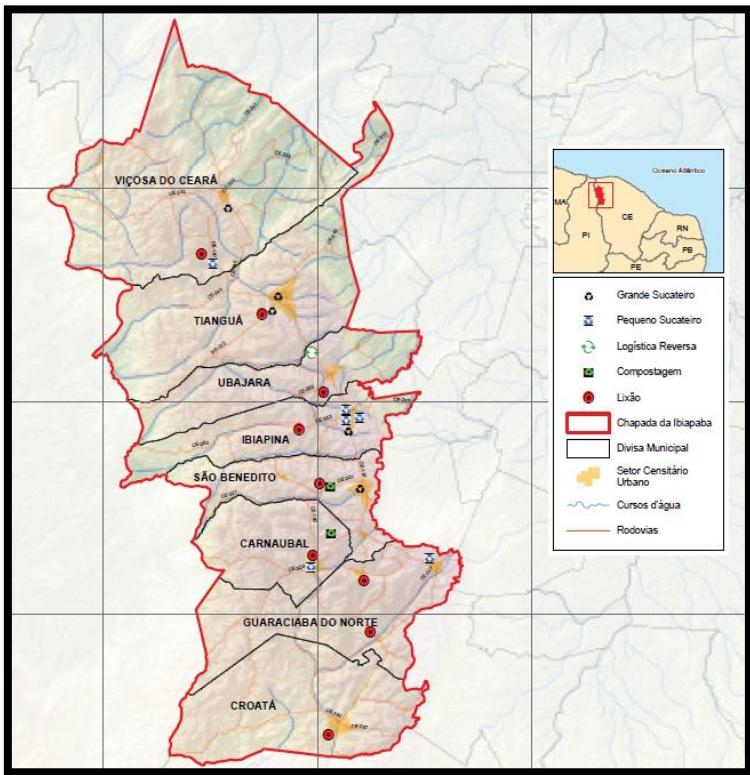
O problema enfrentado pelos Municípios do Consórcio da Serra da Ibiapaba é crônico, mas a solução encontrada poderá ser de grande valia para a População Local, as Prefeituras e o Meio Ambiente. Relacionado com a geração e destinação dos resíduos urbanos e, especialmente, seus efeitos em termos de Região Metropolitana, mostra uma visão da seriedade do tema abordado e tendo a melhor solução técnica que os Países de ponta estão adotando.

O problema da destinação de resíduos gerados nos Municípios é um dos maiores problemas com que confrontamos na atualidade. A crise ambiental se agrava com o crescimento assustador dos problemas vindos do lixo (resíduos), acarretando assim problemas sociais, de saúde, de higiene, de espaço, de trânsito (transporte dos resíduos), de contaminação da água, e muitos outros que afetam a População. É emergencial a adoção de ações com o objetivo de alterar a situação presente do meio ambiente.

Evidenciando essa necessidade, todos os dias, acompanhamos na televisão, nos jornais e em revistas as catástrofes climáticas e as mudanças que estão ocorrendo rapidamente no clima mundial. Nunca se viu mudanças tão rápidas e com efeitos devastadores como os que tem ocorrido nos últimos anos. Pesquisadores do clima mundial vem chamando atenção há anos que parte considerável do aquecimento global está ocorrendo em função do aumento da emissão de gases poluentes, principalmente os derivados da queima de combustíveis fósseis (gasolina, diesel, etc.) e dos gases produzidos em grandes lixões e aterros sanitários. Estes gases (ozônio, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e monóxido de carbono) formam uma camada de poluentes de difícil dispersão, causando o famoso efeito estufa e contribuindo de forma negativa para o meio ambiente.

A solução definitiva poderá ser decidida pelo Consórcio da Serra da Ibiapaba, tendo como opção uma usina de tratamento e aproveitamento dos resíduos com geração de energia elétrica, esta tem sido adotada em escala global em diversos Países da Europa e Ásia.

O **Consórcio da Serra da Ibiapaba** situa-se a noroeste do Estado do Ceará, e integram 8 (oito) Municípios, a saber: (1) **Carnaubal**, (2) **Croatá**, (3) **Guaraciaba do Norte**, (4) **Ibiapina**, (5) **São Benedito**, (6) **Tianguá**, (7) **Ubajara**, e (8) **Viçosa do Ceará**.



Os Municípios do **Consórcio da Serra da Ibiapaba** recolhem cerca de **300 (trezentas) toneladas de resíduos sólidos por dia**. A solução da Instalação de um Empreendimento para Gerar Energia Elétrica a partir dos Resíduos gerados vai em favor da alta tecnologia praticada no mundo. Estas soluções integradas são as soluções praticadas a nível mundial e em linha com o Novo Marco Legal de Saneamento Básico no Brasil – Lei 14.026, de 15 de julho de 2020.

Em consulta ao Plano das Coletas Seletivas da Serra da Ibiapaba, se observa que, na Região da Serra da Ibiapaba todos os Municípios realizam a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos mediante empresas contratadas, com exceção dos serviços de podas nos municípios de Guaraciaba do Norte e Viçosa do Ceará e o serviço de varrição do Município de Ibiapina, que são realizados pela secretaria responsável pela gestão de resíduos. Em todos os Municípios, o órgão gestor dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos é a Secretaria de Infraestrutura que fiscaliza os contratos de coleta com as empresas contratadas, com exceção de Ubajara (Obras). Em todos, os contratos com a prestadora do serviço não contemplam a coleta diferenciada, devendo haver uma reformulação contratual. Os órgãos gestores, de forma geral, exercem pouco controle sobre as empresas contratadas, do ponto de vista do acompanhamento dos resíduos coletados, identificação e correção de problemas, fiscalização etc. Via de regra não

existe um planejamento claro das atividades, muitas vezes ficando a cargo das próprias empresas contratadas tomar decisões sobre roteiros de coleta e atividades rotineiras de limpeza.

### **1.2 – Detalhamento Básico – Descrição da Solução**

A estrutura do projeto num conceito sistêmico está voltada para a solução integrada dos diversos problemas envolvidos. A solução está entre as tecnologias mais eficientes do mercado mundial e está perfeitamente ajustada às estratégias ambientais nos Municípios do Consórcio da Serra da Ibiapaba.

Prevê-se a implantação de uma Unidade Industrial com capacidade para receber os **Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais de Grandes Geradores, dos Resíduos de Poda, dos Resíduos da Construção Civil e dos Resíduos de Serviços de Saúde dos Municípios do Consórcio da Serra da Ibiapaba** e possivelmente de alguns outros Municípios vizinhos. Dotada de condições operacionais baseadas em moderna tecnologia, a unidade de recepção será implantada com a observação de todas as normas ambientais vigentes, integrando-se ao tecido urbano de forma harmoniosa, como qualquer outra atividade econômica que respeite as regras do ambiente físico e social.

A Solução adotada considera a Implantação de uma Unidade Industrial com sua finalidade sendo a **Geração de Energia Elétrica** a partir dos Resíduos gerados pelos Municípios. Esta Unidade Industrial deverá ser dimensionada para a capacidade de processamento de Resíduos gerados por **pelo menos 25 (vinte e cinco) anos** considerando o aumento da População dos Municípios.

A **Unidade Industrial** é constituída basicamente pelos seguintes setores:

- **Unidade de Administração, Manutenção e Operação;**
- **Unidade de Recepção dos Resíduos;**
- **Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR – Combustível Derivado de Resíduos;**
- **Unidade de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos;**
- **Unidade de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde;**
- **Unidade de Geração de Energia Elétrica;**
- **Unidade de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas.**

O Consórcio da Serra da Ibiapaba poderá executar para este empreendimento um Contrato de Concessão Administrativa, através de licitação e contratação de uma SPE – Sociedade de Propósito Específico, e poderá ter como atribuições no processo, o seguinte:

- Remunerar mensalmente a SPE – Sociedade de Propósito Específico, através de Medição Mensal dos Resíduos entregues na Unidade Industrial e tendo seu controle a unidade de kg (quilograma);
- Remunerar mensalmente a SPE – Sociedade de Propósito Específico, através de Medição Mensal da Energia Elétrica disponibilizada e entregue a Prefeitura e tendo seu controle a unidade de MWh (Megawatt-hora);
- Responsabilidade pelo Transporte dos Resíduos até a Unidade Industrial.

A SPE – Sociedade de Propósito Específico deverá executar os serviços concedidos pelo Consórcio da Serra da Ibiapaba para o Tratamento e Destinação final dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais de Grandes Geradores, dos Resíduos de Poda, dos Resíduos da Construção Civil e dos Resíduos de Serviços de Saúde dos Municípios, além de sua Implantação, Manutenção e Operação de Unidade Industrial para Geração de Energia.

### **1.3 – Aspectos Socioeconômicos dos Municípios**

O Consórcio de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba foi formado para atender a diretrizes estaduais de sustentabilidade e gestão ambiental. Composto por 8 (oito) Municípios do Ceará – Carnaubal, Croatá, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, São Benedito, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará, ele tem como objetivo principal eliminar lixões e implementar sistemas eficientes de coleta seletiva e tratamento adequado de resíduos. Tianguá é o maior município, tanto em termos de população quanto de Produto Interno Bruto (PIB). No entanto, a maioria dos municípios enfrenta desafios significativos no desenvolvimento econômico, o que motiva a integração regional para aprimorar serviços e reduzir desigualdades.

Os índices econômicos e sociais na Serra da Ibiapaba variam entre as localidades, mas alguns padrões são comuns. O Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) revela que todos os municípios têm desenvolvimento geral moderado (entre 0,6 e 0,8). O setor de saúde é um ponto forte, com alto desenvolvimento em todos os municípios, enquanto a educação tem uma avaliação que oscila entre moderada e alta, com destaque para Tianguá e Ubajara. Entretanto, o maior

desafio está nos indicadores de emprego e renda. A geração de emprego é baixa e a maioria das famílias vive com rendimentos limitados. Aproximadamente 50% da população recebe até um salário mínimo, e 8% ganha entre um e dois salários mínimos. Essa realidade torna o auxílio de programas sociais, como o Bolsa Família, essencial para a população. Viçosa do Ceará apresenta o maior percentual de dependência do programa, com 69% das famílias cadastradas.

O PIB regional é concentrado em Tianguá, que lidera na produção de riquezas. No entanto, o PIB per capita na maioria dos municípios está abaixo da média estadual. Além disso, a urbanização é um fator relevante: enquanto Tianguá possui uma alta concentração urbana (com cerca de 50 mil habitantes na área urbana), outros municípios, como Carnaubal e Croatá, têm populações urbanas mais reduzidas. Distritos importantes, como Betânia (Croatá) e Mucambo (Guaraciaba do Norte), também contribuem para a distribuição demográfica na região.

A educação é relativamente bem estruturada na região, com uma rede significativa de escolas públicas e privadas. Esse investimento é essencial para fomentar uma mudança comportamental necessária à implantação da coleta seletiva, prevista pelo consórcio. A infraestrutura de saúde também é satisfatória, com uma presença expressiva de agentes comunitários e de combate a endemias, atuando tanto em zonas urbanas quanto rurais.

A formação do Consórcio se alinha às diretrizes do Índice de Qualidade do Meio Ambiente (IQM), que incentiva a regionalização da gestão de resíduos e destina repasses financeiros para municípios que atendem aos padrões estabelecidos. O consórcio busca resolver problemas históricos de descarte inadequado de resíduos e modernizar a infraestrutura de tratamento de lixo. Dentro de cinco anos, os municípios deverão implantar uma Central Municipal de Resíduos (CMR), integrando operações para atender às exigências legais e ambientais.

A Serra da Ibiapaba apresenta uma combinação de desafios e oportunidades. Enquanto a saúde e a educação demonstram bom desempenho, o desenvolvimento econômico é um ponto crítico, reforçando a importância do consórcio para alavancar recursos e melhorar serviços públicos. A gestão compartilhada dos resíduos sólidos é uma estratégia que não só atende às exigências ambientais, mas também pode impulsionar o desenvolvimento socioeconômico da região, garantindo um futuro mais sustentável para seus habitantes.

## **1 – Dados importantes sobre o Município Carnaubal**

Gentílico: carnaubalense

Área Territorial: 363,220 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 17.210 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 47,38 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 97,1 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,593 [2010].

Mortalidade infantil: 12,61 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 88.170.891,25 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 83.565.633,10 R\$ [2023].

PIB per capita: 9.388,72 R\$ [2021].

## **2 - Dados importantes sobre o Município Croatá**

Gentílico: croataense.

Área Territorial: 696,348 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 17.481 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 25,10 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 97,4 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,590 [2010].

Mortalidade infantil: 14,29 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 104.754.008,38 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 95.994.832,80 R\$ [2023].

PIB per capita: 12.331 R\$ [2021].

## **3 - Dados importantes sobre o Município Guaraciaba do Norte**

Gentílico: guaraciabense

Área Territorial: 624,606 km<sup>2</sup> [2022]

População residente: 42.053 pessoas [2022]

Densidade demográfica: 67,33 hab/km<sup>2</sup> [2022]

Escolarização 6 a 14 anos: 97,7 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,609 [2010]

Mortalidade infantil: 8,42 óbitos por mil nascidos vivos [2022]

Total de receitas brutas realizadas: 185.589.111,54 R\$ [2023]

Total de despesas brutas empenhadas: 192.139.693,40 R\$ [2023]

PIB per capita: 16.353,68 R\$ [2021]

#### **4 - Dados importantes sobre o Município Ibiapina**

Gentílico: ibiapinense.

Área Territorial: 414,092 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 23.965 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 57,87 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 98,5 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,608 [2010].

Mortalidade infantil: 5,21 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 121.491.923,44 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 114.932.142,50 R\$ [2023].

PIB per capita: 13.850,18 R\$ [2021].

#### **5 - Dados importantes sobre o Município São Benedito**

Gentílico: beneditense.

Área Territorial: 350,847 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 47.640 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 135,79 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 98,1 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,611 [2010].

Mortalidade infantil: 11,8 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 198.286.227,80 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 184.435.790,20 R\$ [2023].

PIB per capita: 12.970,59 R\$ [2021].

#### **6 - Dados importantes sobre o Município Tianguá**

Gentílico: tianguaense.

Área Territorial: 909,853 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 81.506 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 89,58 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 98 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,657 [2010].

Mortalidade infantil: 12,53 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 369.604.561,75 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 353.465.695,60 R\$ [2023].

PIB per capita: 22.470,08 R\$ [2021].

## **7 - Dados importantes sobre o Município Ubajara**

Gentílico: ubajarense.

Área Territorial: 423,673 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 32.767 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 77,34 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 98,7 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,648 [2010].

Mortalidade infantil: 8,73 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 165.361.110,71 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 162.533.807,20 R\$ [2023].

PIB per capita: 18.190,85 R\$ [2021].

## **8 - Dados importantes sobre o Município Viçosa do Ceará**

Gentílico: viçosense.

Área Territorial: 1.310,910 km<sup>2</sup> [2022].

População residente: 59.712 pessoas [2022].

Densidade demográfica: 45,55 hab/km<sup>2</sup> [2022].

Escolarização 6 a 14 anos: 96,9 % [2010] - [população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total de população residente no município de 6 a 14 anos de idade] x 100.

IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,571 [2010].

Mortalidade infantil: 9,22 óbitos por mil nascidos vivos [2022].

Total de receitas brutas realizadas: 267.190.391,28 R\$ [2023].

Total de despesas brutas empenhadas: 233.750.295,50 R\$ [2023].

PIB per capita: 9.744,18 R\$ [2021].

O Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba reúne municípios que integram uma região de relevante interesse socioeconômico para o estado do Ceará. A Serra da Ibiapaba, localizada entre os estados do Ceará e do Piauí, é composta por municípios que se destacam por suas peculiaridades geográficas, econômicas e culturais. Neste contexto, abordar os aspectos socioeconômicos dos municípios consorciados é fundamental para compreender as dinâmicas e desafios envolvidos na gestão de resíduos sólidos da região.

A população dos municípios integrantes do Consórcio é diversa e apresenta diferentes níveis de densidade populacional. Em geral, a Serra da Ibiapaba é caracterizada por uma população rural significativa, o que influencia diretamente a estrutura social e as necessidades de serviços públicos, como educação e saúde. Os índices de educação básica são heterogêneos, com alguns municípios apresentando avanços no acesso ao ensino fundamental e médio, enquanto outros ainda enfrentam desafios em assegurar uma cobertura educacional de qualidade.

Outro fator relevante é o nível de vulnerabilidade social em certos municípios da Serra da Ibiapaba, com índices de pobreza e desigualdade que impactam diretamente na qualidade de vida e no acesso a serviços essenciais. A urbanização, embora crescente, ainda é incipiente em algumas cidades, o que contribui para um quadro onde as infraestruturas básicas – como abastecimento de água, saneamento e energia – nem sempre atendem adequadamente à população.

A economia da Serra da Ibiapaba é marcada pela predominância de atividades agrícolas, com destaque para a produção de frutas e hortaliças, além da pecuária de pequeno porte. A agricultura é a base econômica de muitos dos municípios consorciados, beneficiada pelo clima e pela altitude favoráveis para o cultivo de uma diversidade de produtos, como banana, caju, abacate e flores. Esse setor econômico é responsável por uma parcela significativa dos empregos locais, gerando renda para pequenos e médios agricultores.

Além da agricultura, o turismo tem se destacado como uma alternativa econômica, especialmente em cidades como Viçosa do Ceará, conhecida por seu patrimônio histórico, cultural e paisagens naturais. Esse crescimento do turismo é um fator que traz benefícios econômicos, mas também pressiona os municípios quanto à necessidade de infraestrutura, incluindo a gestão dos resíduos sólidos gerados pela atividade turística. A infraestrutura hoteleira e a oferta de serviços têm se

ampliado na região, mas o aumento do fluxo de visitantes demanda uma abordagem mais eficiente de coleta e disposição de resíduos.

A infraestrutura para a gestão de resíduos sólidos nos municípios do Consórcio é, em grande parte, limitada e carece de investimentos para atender às necessidades crescentes da população e das atividades econômicas. Muitos municípios enfrentam dificuldades na coleta e destinação adequada de resíduos, o que acaba gerando acúmulo em áreas públicas e causando impactos ambientais, como a contaminação de solos e corpos d'água.

A criação do Consórcio representa uma resposta a essas dificuldades, uma vez que visa integrar esforços e recursos para aprimorar a gestão dos resíduos sólidos na região. Através do consórcio, busca-se a implementação de soluções compartilhadas, como a construção de aterros sanitários, usinas de triagem e compostagem, bem como o desenvolvimento de campanhas de conscientização sobre a importância da reciclagem e da destinação correta dos resíduos. Além disso, o consórcio possibilita a captação de recursos estaduais e federais, fundamentais para o fortalecimento da infraestrutura de resíduos sólidos na Serra da Ibiapaba.

Os desafios para o desenvolvimento sustentável da Serra da Ibiapaba são significativos, especialmente em relação à preservação ambiental e à melhoria das condições socioeconômicas. A pressão sobre os recursos naturais, somada à necessidade de desenvolvimento econômico, exige uma abordagem integrada, onde o manejo de resíduos sólidos desempenha um papel crucial. A estrutura consorciada oferece uma oportunidade para a implementação de políticas públicas mais eficientes, que priorizem a sustentabilidade e o bem-estar das comunidades locais.

Entre as perspectivas futuras, estão o potencial de desenvolvimento de cadeias produtivas ligadas à reciclagem, que podem gerar empregos e renda para a população local, e a possibilidade de inserir tecnologias que tornem o processo de gestão de resíduos mais eficaz. Além disso, o fortalecimento do turismo sustentável e da agricultura familiar de base ecológica surge como uma alternativa viável para os municípios consorciados, que podem, dessa forma, promover um desenvolvimento econômico alinhado à preservação ambiental.

Em síntese, o Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba é uma iniciativa de grande relevância para os municípios da região, que têm na união de esforços uma

oportunidade de enfrentar os desafios socioeconômicos e ambientais de forma integrada. A cooperação entre as cidades é fundamental para melhorar a qualidade de vida da população, promover a sustentabilidade e garantir que as futuras gerações possam usufruir dos recursos naturais da Serra da Ibiapaba em condições adequadas.

#### **1.4 – Resíduos Gerados e sua Série para 25 (vinte e cinco) anos**

A Unidade Industrial a ser Implantada poderá ser constituída basicamente pelos seguintes setores:

(i) Setor de Administração, Manutenção e Operação; (ii) Setor de Recepção dos Resíduos; (iii) Setor de Beneficiamento e Produção de CDR – Combustível Derivado de Resíduos; (iv) Setor de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos; (v) Setor de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde; (vi) Setor de Geração de Energia Elétrica; e (vii) Setor de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas.

Os Resíduos a serem destinados de forma ambientalmente adequada para a Unidade Industrial acima referenciada serão de origem: (i) Domiciliares e Comerciais; (ii) De podas de árvores; (iii) Perigosos e de Serviços de Saúde; e (iv) da Construção Civil.

Com base nos dados históricos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através dos Censos demográficos, bem como nas informações contidas nos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) dos municípios consorciados, foi realizada a Projeção Populacional e de Demandas Futuras de Geração de Resíduos Sólidos. Essa projeção fundamenta-se em premissas técnicas que estabelecem a série de geração de resíduos pela população até o ano de 2050. Mantendo-se as premissas de Projeção Populacional e considerando o ano de 2026 como o primeiro ano de operação plena do sistema de manejo integrado de resíduos sólidos, obteve-se uma série projetada para um horizonte temporal de 25 (vinte e cinco) anos, a partir do ano inicial mencionado. Essa projeção permite o planejamento adequado das estruturas e recursos necessários para o cumprimento das metas de gestão de resíduos sólidos, atendendo de forma eficiente e sustentável às demandas da população da Serra da Ibiapaba ao longo do período analisado.

A série temporal projetada considera o crescimento populacional estimado e suas implicações para a geração de resíduos sólidos, proporcionando uma visão estratégica para a tomada de decisões no âmbito do Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba.

Ano	Seq.	Carnaubal	Croatá	Guaraciaba do Norte	Ibiapina	São Benedito	Tianguá	Ubajara	Viçosa do Ceará	Total
2018	-8	17.606	19.000	38.000	25.165	50.000	75.000	35.000	55.000	314.771
2019	-7	17.782	19.190	38.380	25.417	50.500	75.750	35.350	55.550	317.919
2020	-6	17.960	19.382	38.764	25.671	51.005	76.508	35.704	56.106	321.098
2021	-5	18.139	19.576	39.151	25.928	51.515	77.273	36.061	56.667	324.309
2022	-4	18.321	19.771	39.543	26.187	52.030	78.045	36.421	57.233	327.552
2023	-3	18.504	19.969	39.938	26.449	52.551	78.826	36.785	57.806	330.827
2024	-2	18.689	20.169	40.338	26.713	53.076	79.614	37.153	58.384	334.136
2025	-1	18.876	20.371	40.741	26.980	53.607	80.410	37.525	58.967	337.477
2026	1	19.065	20.574	41.149	27.250	54.143	81.214	37.900	59.557	340.852
2027	2	19.255	20.780	41.560	27.523	54.684	82.026	38.279	60.153	344.260
2028	3	19.448	20.988	41.976	27.798	55.231	82.847	38.662	60.754	347.703
2029	4	19.642	21.198	42.395	28.076	55.783	83.675	39.048	61.362	351.180
2030	5	19.839	21.410	42.819	28.357	56.341	84.512	39.439	61.975	354.692
2031	6	20.037	21.624	43.248	28.640	56.905	85.357	39.833	62.595	358.239
2032	7	20.238	21.840	43.680	28.927	57.474	86.211	40.232	63.221	361.821
2033	8	20.440	22.058	44.117	29.216	58.048	87.073	40.634	63.853	365.439
2034	9	20.644	22.279	44.558	29.508	58.629	87.943	41.040	64.492	369.094
2035	10	20.851	22.502	45.004	29.803	59.215	88.823	41.451	65.137	372.785
2036	11	21.059	22.727	45.454	30.101	59.807	89.711	41.865	65.788	376.513
2037	12	21.270	22.954	45.908	30.402	60.405	90.608	42.284	66.446	380.278
2038	13	21.483	23.184	46.367	30.706	61.010	91.514	42.707	67.110	384.080
2039	14	21.697	23.415	46.831	31.013	61.620	92.429	43.134	67.782	387.921
2040	15	21.914	23.650	47.299	31.323	62.236	93.354	43.565	68.459	391.800
2041	16	22.134	23.886	47.772	31.637	62.858	94.287	44.001	69.144	395.718
2042	17	22.355	24.125	48.250	31.953	63.487	95.230	44.441	69.835	399.676
2043	18	22.578	24.366	48.732	32.272	64.122	96.182	44.885	70.534	403.672
2044	19	22.804	24.610	49.220	32.595	64.763	97.144	45.334	71.239	407.709
2045	20	23.032	24.856	49.712	32.921	65.410	98.116	45.787	71.951	411.786
2046	21	23.263	25.105	50.209	33.250	66.065	99.097	46.245	72.671	415.904
2047	22	23.495	25.356	50.711	33.583	66.725	100.088	46.708	73.398	420.063
2048	23	23.730	25.609	51.218	33.919	67.392	101.089	47.175	74.132	424.264
2049	24	23.968	25.865	51.730	34.258	68.066	102.100	47.646	74.873	428.506
2050	25	24.207	26.124	52.248	34.600	68.747	103.121	48.123	75.622	432.791

Mantendo as mesmas premissas de Projeção de Geração e observando as considerações da ABRELPE em seu PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL - 2020, e ainda em consulta ao PLANO DE COLETAS SELETIVAS DA SERRA DA IBIAPABA, chega-se ao número de **0,89 kg/hab/dia** (quilograma por habitante por dia). Chega-se à previsão da seguinte Série de Quantidades de **Resíduos Sólidos Domiciliares por Habitante por Dia** Gerados considerando o universo de 25 (vinte e cinco) anos com início no ano de 2026.

Ano	Seq.	Total População	kg/hab/dia	ton / dia
2026	1	<b>340.852</b>	0,89	303,4
2027	2	<b>344.260</b>	0,89	306,4
2028	3	<b>347.703</b>	0,89	309,5
2029	4	<b>351.180</b>	0,89	312,6
2030	5	<b>354.692</b>	0,89	315,7
2031	6	<b>358.239</b>	0,89	318,8
2032	7	<b>361.821</b>	0,89	322,0
2033	8	<b>365.439</b>	0,89	325,2
2034	9	<b>369.094</b>	0,89	328,5
2035	10	<b>372.785</b>	0,89	331,8
2036	11	<b>376.513</b>	0,89	335,1
2037	12	<b>380.278</b>	0,89	338,4
2038	13	<b>384.080</b>	0,89	341,8
2039	14	<b>387.921</b>	0,89	345,2
2040	15	<b>391.800</b>	0,89	348,7
2041	16	<b>395.718</b>	0,89	352,2
2042	17	<b>399.676</b>	0,89	355,7
2043	18	<b>403.672</b>	0,89	359,3
2044	19	<b>407.709</b>	0,89	362,9
2045	20	<b>411.786</b>	0,89	366,5
2046	21	<b>415.904</b>	0,89	370,2
2047	22	<b>420.063</b>	0,89	373,9
2048	23	<b>424.264</b>	0,89	377,6
2049	24	<b>428.506</b>	0,89	381,4
2050	25	<b>432.791</b>	<b>0,89</b>	<b>385,2</b>

A Tabela acima contendo a estimativa de quantidade em kg/dia de Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares poderá ser adotada nos Estudos de Viabilidade Econômica e Financeira da Unidade a ser Instalada para Geração de Energia a partir dos Resíduos Sólidos.

A Projeção de demandas futuras para os resíduos de serviços de saúde levou em conta ainda a existência dos estabelecimentos de Saúde entre Hospitais, UPAs, Clínicas, etc... Com isto chega-se a uma série indicada abaixo do número em kg (quilograma) com relação aos leitos existentes e sua geração de resíduos associada, bem como a ABRELPE que estabelece que estes tipos de Resíduos em média representam em torno de 2% do total de Resíduos Urbanos gerados pelos

Municípios. Levando em conta o primeiro ano como sendo o ano de 2026, chega-se à seguinte série de Quantidades de **Resíduos de Serviços de Saúde com inclusão dos Resíduos Perigosos** Gerados considerando o universo de 25 (vinte e cinco) anos:

Ano	Seq.	Total População	ton / ano RSS
2026	1	<b>340.852</b>	<b>2.214,51</b>
2027	2	<b>344.260</b>	<b>2.236,66</b>
2028	3	<b>347.703</b>	<b>2.259,03</b>
2029	4	<b>351.180</b>	<b>2.281,62</b>
2030	5	<b>354.692</b>	<b>2.304,43</b>
2031	6	<b>358.239</b>	<b>2.327,48</b>
2032	7	<b>361.821</b>	<b>2.350,75</b>
2033	8	<b>365.439</b>	<b>2.374,26</b>
2034	9	<b>369.094</b>	<b>2.398,00</b>
2035	10	<b>372.785</b>	<b>2.421,98</b>
2036	11	<b>376.513</b>	<b>2.446,20</b>
2037	12	<b>380.278</b>	<b>2.470,66</b>
2038	13	<b>384.080</b>	<b>2.495,37</b>
2039	14	<b>387.921</b>	<b>2.520,32</b>
2040	15	<b>391.800</b>	<b>2.545,53</b>
2041	16	<b>395.718</b>	<b>2.570,98</b>
2042	17	<b>399.676</b>	<b>2.596,69</b>
2043	18	<b>403.672</b>	<b>2.622,66</b>
2044	19	<b>407.709</b>	<b>2.648,89</b>
2045	20	<b>411.786</b>	<b>2.675,38</b>
2046	21	<b>415.904</b>	<b>2.702,13</b>
2047	22	<b>420.063</b>	<b>2.729,15</b>
2048	23	<b>424.264</b>	<b>2.756,44</b>
2049	24	<b>428.506</b>	<b>2.784,01</b>
2050	25	<b>432.791</b>	<b>2.811,85</b>

## **2 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

### **2.1 – Visão do Estado – Atitudes e Legislação**

Este estudo de viabilidade atende e se enquadra nas legislações e normas ambientais vigentes, com relação às questões envolvidas no planejamento, tanto no âmbito nacional como no estadual. Quando a legislação ambiental, nacional ou estadual, não existir, ou for omissa ou insuficiente em uma determinada matéria, será empregada normativa internacional existente, de reconhecido prestígio, e consagrada nos países que tenham programas de gerenciamento integrado de resíduos já implementados.

Em análise à legislação referente vigente, e recentemente alterada pela Lei 14.026/2020 (novo marco de saneamento), a Lei nº 11.445/07 da Política Federal de Saneamento Básico, determina que “abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente” (art. 2º, III).

No contexto de discussão proposto podemos considerar também, no art. 49 da mencionada Lei, os objetivos da política de saneamento, entre outros itens; minimizar os impactos ambientais relacionados à implantação e desenvolvimento das ações, obras e serviços de saneamento básico e assegurar que sejam executadas de acordo com as normas relativas à proteção do meio ambiente, ao uso e ocupação do solo e à saúde.

Além disso, a Lei 11.445/07, com suas alterações recentemente promovidas, incentiva a delegação do serviço à iniciativa privada por meio de projetos econômico e financeiramente sustentáveis (remuneradas por meio de tarifas e/ou subsídios e subvenções – art. 29) e a possibilidade de que o serviço seja prestado de forma regionalizada (arts. 3º, II e 8º, §1º) para potencializar o ganho de escala e o desenvolvimento regional que tal solução pode trazer (art. 48, VI e XIII).

Nessa mesma linha, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/10 reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Consta, ainda nessa, que a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a

reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), entre elas a disposição final, devem observar normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, além de minimizar os impactos ambientais adversos.

Além desta Lei, que estabeleceu a política para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, temos inúmeras outras normas, decretos, leis e resoluções que necessitam ser avaliadas quanto a sua aplicação ao empreendimento em questão.

Conforme indicado acima, em 2020 foi aprovado alterações em diversas normas que versam sobre saneamento básico. A Lei 14.026/2020 ficou conhecida como o novo marco do saneamento. Além dos aspectos acima mencionados, a norma postergou o prazo para o fim dos lixões estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, cujo prazo anterior era até 2014.

De acordo com a nova lei, as Prefeituras têm que atuar de forma rápida e urgente para implantar a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A nova lei não faz grandes modificações nas diretrizes já previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, mas torna os prazos abrangentes para o cumprimento da meta de eliminar os lixões no País.

## **2.2 – Benefícios para os Municípios (Meio Ambiente e Comunidade Local)**

Os Benefícios para os Municípios não serão apenas de redução dos gastos públicos com destinação de resíduos e consumo de energia com custos mais baratos, será também de ampla redução do passivo ambiental existente sem produção de chorume e ainda contendo a intermediação de eventuais Lixões existentes.

As Diretrizes ambientais para a comunidade local a serem atendidas para a implantação da Unidade Industrial de Geração de Energia via resíduos serão pautadas pelos princípios a seguir relacionados: A prevalência do interesse público; A melhoria contínua da qualidade ambiental; O combate à miséria e seus efeitos, que prejudicam não apenas a qualidade de vida mas também a qualidade ambiental da região e de seus recursos naturais onde se instalará a Unidade Industrial

de Geração de Energia via resíduos; A multidisciplinariedade no trato das questões ambientais; A participação comunitária na defesa do Meio Ambiente; A integração com as políticas de Meio Ambiente nas esferas de competência da União, Estado, Município e as demais ações do governo; A manutenção de equilíbrio ambiental; O uso racional dos recursos naturais; A mitigação e minimização dos impactos ambientais; A Educação e a Conscientização Ambiental como ação mobilizadora da sociedade; O incentivo a pesquisa científica e tecnológica direcionada para o uso, proteção, monitoramento e recuperação dos recursos ambientais; O estímulo à produção responsável; A recuperação do dano ambiental.

Para o cumprimento do disposto no artigo 30 da Constituição Federal, no que concerne ao Meio Ambiente, considera-se como de interesse local: O incentivo a adoção de posturas e práticas sociais e econômicas ambientalmente sustentáveis; A adequação das atividades e ações econômicas, sociais, urbanas e do Poder Público, às imposições do equilíbrio ambiental; A busca permanente de soluções negociadas entre o Poder Público e a iniciativa privada para a redução dos impactos ambientais; A adoção no processo de planejamento, de normas relativas ao desenvolvimento urbano e econômico que priorize a proteção ambiental, a utilização adequada do espaço territorial e dos recursos naturais e que possibilitem novas oportunidades de geração de trabalho e renda; A ação na defesa e conservação ambiental no âmbito regional, na área de influência da Unidade Industrial de Geração de Energia; O licenciamento ambiental e o controle das atividades potencial ou efetivamente poluidoras; A melhoria constante da qualidade do ar, da água, do solo, da paisagem e dos níveis de ruído e vibrações, mantendo-os dentro dos padrões técnicos estabelecidos pelas legislações de Controle de Poluição Ambiental Federal, Estadual e do Município no que couber; O acondicionamento, armazenamento, a reciclagem, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos; Tratamento adequado dos efluentes líquidos e gasosos provenientes dos sistemas operacionais da Unidade Industrial de Geração de Energia; O cumprimento de normas de segurança no tocante à manipulação, armazenagem e transporte de produtos, substâncias, materiais e resíduos perigosos ou tóxicos. A criação de unidades de conservação; A conservação e recuperação dos rios, córregos e matas ciliares e áreas florestadas impactadas; A garantia de crescentes níveis de salubridade ambiental, através do provimento de infraestrutura sanitária e de condições de salubridade das edificações e instalações operacionais; O estabelecimento de indicadores ambientais; Obtenção das licenças ambientais necessárias para o início das operações.

A gestão dos resíduos sólidos a serem tratados e o desenvolvimento sustentável deverá ter ênfase na qualidade de vida de sua população, tendo como base a educação, direito fundamental para o exercício da cidadania e contemplar a Lei Federal 12.305/10.

Insere-se no contexto da gestão integrada dos resíduos sólidos e desenvolvimento sustentável, o programa de Coleta Seletiva como forma de geração de trabalho, renda, inclusão social e minimização de impactos ambientais.

Estímulo à Pesquisa e ao uso de matérias primas recicladas e viabilizadas através de programas governamentais e de parcerias com universidades, indústrias, estabelecimentos comerciais, empresas prestadoras de serviços, comunidade organizada e instituições interessadas.

### **2.3 – Crédito de Carbono e incentivos de ICMS Ecológico**

A grande maioria dos cientistas acredita que o aumento das concentrações de "gases de efeito estufa" na atmosfera da terra, resultante do crescimento econômico e demográfico nos últimos dois séculos desde a revolução industrial, está ultrapassando essa variabilidade natural e provocando uma mudança irreversível do clima. O aumento do nível do mar e a mudança nos padrões climáticos também poderiam ocasionar uma migração de grande escala a partir das áreas afetadas mais seriamente.

A maior parte da irradiação infravermelha que a Terra emite é absorvida pelo vapor d'água, pelo dióxido de carbono e outros "gases de efeito estufa" (GEEs) que existem naturalmente na atmosfera. Esses gases impedem que a energia passe diretamente da superfície terrestre para o espaço. Ao invés disso, processos interativos (como a radiação, as correntes de ar, a evaporação, a formação de nuvens e as chuvas) transportam essa energia para altas esferas da atmosfera. De lá, ela pode ser irradiada para o espaço. É bom que esse processo seja mais lento e indireto, porque se a superfície terrestre possa irradiar energia para o espaço livremente, nosso planeta seria um lugar frio e sem vida, tão desolado e estéril quanto Marte.

O equilíbrio da quantidade de gases na atmosfera garante a vida em nosso planeta e a elevação da quantidade de gases poluentes pode ocasionar tanto o efeito estufa como a redução da camada de ozônio. O efeito estufa ocasiona as mudanças climáticas e a redução da camada de ozônio provoca alterações nas células vivas.

Cada tonelada de resíduo sólido urbano no aterro gera 4,1 toneladas de gás carbônico equivalente e esta mesma tonelada quando submetida ao processamento térmico gera 2,4 toneladas de gás carbônico equivalente. Com isto o processo propicia uma redução de 1,7 toneladas de gás carbônico equivalente para cada tonelada de lixo coletada. O mercado de crédito carbono apresenta uma condição muito volátil atualmente e devido a este fator, podemos então considerar neste projeto a comercialização de quantidade de gás carbônico retirada da atmosfera.

Créditos de carbono ou Redução Certificada de Emissões (RCE) são certificados emitidos para uma pessoa ou empresa que reduziu a sua emissão de gases do efeito estufa (GEE). Os valores que giram em torno dessa atividade econômica são 0,1% do mercado de títulos.

Por convenção, 1 tonelada de dióxido de carbono ( $\text{CO}^2$ ) corresponde a um crédito de carbono. Este crédito pode ser negociado no mercado internacional. A redução da emissão de outros gases, igualmente geradores do efeito estufa, também pode ser convertida em créditos de carbono, utilizando-se o conceito de Carbono Equivalente (Equivalência em dióxido de carbono).

Comprar créditos de carbono no mercado corresponde aproximadamente a comprar uma permissão para emitir gases do efeito estufa (GEE). O preço dessa permissão, negociado no mercado, deve ser necessariamente inferior ao da multa que o emissor deveria pagar ao poder público, por emitir GEE. Para o emissor, portanto, comprar créditos de carbono no mercado significa, na prática, obter um desconto sobre a multa devida.

Acordos internacionais como o Protocolo de Kyoto determinam uma cota máxima de GEE que os países desenvolvidos podem emitir. Os países, por sua vez, criam leis que restringem as emissões de GEE. Assim, aqueles países ou indústrias que não conseguem atingir as metas de reduções de emissões, tornam-se compradores de créditos de carbono.

A preocupação com o meio ambiente levou os países da Organização das Nações Unidas a assinarem um acordo que estipulasse controle sobre as intervenções humanas no clima. Este acordo nasceu em dezembro de 1997 com a assinatura do Protocolo de Kyoto. Desta forma, o Protocolo de Kyoto determina que países desenvolvidos signatários, reduzam suas emissões de gases de efeito estufa em 5,2%, em média, relativas ao ano de 1990, entre 2008 e 2012. Esse

período é também conhecido como primeiro período de compromisso. Para não comprometer as economias desses países, o protocolo estabeleceu que parte desta redução pode ser feita através de negociação com nações através dos mecanismos de flexibilização.

Um dos mecanismos de flexibilização é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O crédito de carbono do MDL é denominado Redução Certificada de Emissão (RCE) - ou em inglês, Certified Emission Reductions (CER). Uma RCE corresponde a uma tonelada de Dióxido de carbono equivalente.

Os países da União Europeia fizeram um acordo para diminuir emissões de GEE no período entre 2002 e 2007, ou seja, além da diminuição de emissões de GEE entre 2008 e 2012 do Protocolo de Kyoto, esses países desenvolveram outras metas para o período anterior ao Protocolo de Kyoto. O Mercado resultante tem o nome de Regime Comunitário de Licenças de Emissão da União Europeia.

As permissões de emissões das diferentes indústrias podem ser negociadas entre elas. Créditos obtidos a partir de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) também podem ser usados para diminuir partes das emissões.

#### **2.4 – Visão Brasil e Aspectos Internacionais**

O aumento enorme dos resíduos sólidos urbanos (RSU) nas cidades em rápido crescimento de países emergentes ou em desenvolvimento provoca uma crescente preocupação pública quanto ao seu impacto na saúde e no meio ambiente.

Hoje, cerca de 3 bilhões de pessoas eliminam seus resíduos de forma descontrolada. À medida que a população e os tomadores de decisão têm se tornado mais sensíveis à poluição do meio ambiente e seu impacto na qualidade de vida, a gestão de resíduos sólidos urbanos vem ganhando importância na agenda política local. Em sua busca da modernização dos sistemas de gestão de resíduos, tomadores de decisão locais frequentemente consideram o investimento em tecnologia de Conversão de Resíduos em Energia.

Estas tecnologias têm se tornado uma alternativa atraente para resolver não só os problemas urgentes de eliminação de resíduos, mas também diversos outros desafios concomitantes: carência

na geração de energia, falta de espaço para aterros e a emissão de gases de efeito estufa através da eliminação inadequada de resíduos.

Em diversos países, a gestão de resíduos sólidos urbanos tem sido considerada um serviço público de baixa prioridade: um incômodo e um fardo. Entretanto, a gestão de resíduos sólidos deficiente aparece cada vez mais na agenda política devido ao aumento de problemas de saúde e ambientais, e ao descontentamento de uma parcela crescente da população com a diminuição da qualidade de vida provocada pelo acúmulo de lixo em espaços públicos. A importância da Gestão dos Resíduos como serviço público vem sendo negligenciada e sua complexidade é subestimada. Tanto os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) das Nações Unidas, quanto a Nova Agenda Urbana da ONU-Habitat pedem melhorias nas práticas de gestão de resíduos como serviço básico para a população.

Gestores de resíduos e tomadores de decisão em países emergentes ou em desenvolvimento devem responder a estes desafios. Recentemente a tecnologia de Conversão de Resíduos em Energia vem sendo visto como uma solução para os problemas causados pelo aumento da quantidade de resíduos em cidades em expansão, bem como a crescente demanda por energia.

Entretanto, esta via de geração de energia através dos resíduos não poderá resolver o problema de forma isolada. Deverá fazer parte de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos adaptado às condições locais específicas em relação à composição, coleta e reciclagem dos resíduos, ao setor informal, desafios ambientais, financiamento, custo de recursos e outros aspectos.

### **3 – PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA - ROTA DA TECNOLOGIA A SER ADOTADA NO PROJETO**

#### **3.1 – Descritivo do Empreendimento**

O objetivo do Empreendimento e amparado pelo presente Estudo visa a Gestão, Estruturação de Projetos de Implantação e Operação do Sistema de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos Domiciliares, Comerciais, de Grandes Geradores, dos Resíduos de Poda, dos Resíduos de Construção Civil e de Serviços de Saúde nos Municípios do Consórcio, apontando alternativas com aquisição de local próprio para a operação das atividades, com baixa ocupação territorial, melhor custo benefício na implantação do sistema, seleção e separação de resíduos para reciclagem, captação dos gases, e com aproveitamento energético além de não promover passivos ambientais seja com destinação e tratamento de chorume ou rejeitos após período da concessão a fim de apoiar na tomada de decisão que seja vantajosa para os Municípios, mas que também garanta um retorno e atratividade do negócio para a Empresa ou Consórcio Privado.

O Empreendimento consiste na implantação de uma Unidade Industrial com capacidade para receber os **Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais de Grandes Geradores, dos Resíduos de Poda, dos Resíduos da Construção Civil e dos Resíduos de Serviços de Saúde dos Municípios do Consórcio** e possivelmente de alguns outros Municípios vizinhos. Dotada de condições operacionais baseadas em moderna tecnologia, a unidade de recepção será implantada com a observação de todas as normas ambientais vigentes, integrando-se ao tecido urbano de forma harmoniosa, como qualquer outra atividade econômica que respeite as regras do ambiente físico e social.

A Solução adotada considera a Implantação de uma Unidade Industrial com sua finalidade sendo a **Geração de Energia Elétrica** a partir dos Resíduos gerados pelos Municípios.

Esta Unidade Industrial deverá ser dimensionada para a capacidade de processamento de Resíduos gerados por **pelo menos 25 (vinte e cinco) anos** considerando o aumento da População dos Municípios do Consórcio.

#### **3.2 – Etapas de Operação e Unidades Envolvidas**

O aproveitamento energético de resíduos contribui para a minimização de impactos em diferentes processos produtivos, além de promover a economia circular quando aplicado a frações não

recicláveis de resíduos, conforme a ordem de prioridade estabelecida na PNRS e as normas ambientais vigentes, levando em consideração os aspectos sociais.

A substituição de combustíveis tradicionais por combustíveis alternativos, provenientes de resíduos, que resguardam as melhores práticas para a segurança ambiental, ocupacional e de processo, é uma prática que pode ser replicada para todas as indústrias.

O projeto considera toda a logística interna da Unidade Industrial de forma integrada à gestão Municipal que continuará com todo o controle da demanda. Os resíduos que chegarem à Unidade Industrial serão controlados quanto à origem, quantidade e natureza, por meio de um Sistema de Gestão Integrado.

A pesagem de todas as cargas recebidas, determinará a quantidade, em massa, de resíduo consumido na Unidade Industrial objetivando o controle de rendimento global da planta.

Esse sistema de tratamento de RSU - Resíduos Sólidos Urbanos, é uma alternativa para reduzir o volume de resíduos em aterro, eliminando principalmente os elementos contaminantes. Para tanto o sistema contará com unidades integrantes da solução referencial, tais sejam:

- Unidade de Administração, Manutenção e Operação;
- Unidade de Recepção dos Resíduos;
- Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR – Combustível Derivado de Resíduos;
- Unidade de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos;
- Unidade de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde;
- Unidade de Geração de Energia Elétrica;
- Unidade de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas.

### **3.3 – Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos**

#### **3.3.1 - Introdução**

A Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos é parte integrante do processo de Reaproveitamento Energético dos Resíduos e está inserida ainda no contexto de projeto social com geração de empregos. Nesta área poderá ser instalada a Equipe de Catadores, objetivando o aproveitamento de materiais recicláveis, os quais serão comercializados pelo Empreendimento.

A implantação desta unidade demonstra a preocupação no atendimento dos aspectos sociais da população carente, contribuindo de forma significativa para minimizar os problemas sociais de pessoas que, atualmente, sobrevivem com os rendimentos obtidos com a catação de lixo, de forma precária, nos eventuais aterros municipais.

A unidade, com o intuito de evitar propagação de odores para a comunidade, utilizará da tecnologia de pressão negativa, ou seja, os gases oriundos das atividades serão sugados e devidamente tratados. O projeto proposto, para a produção do Combustível Derivado dos Resíduos e do Tratamento de resíduos orgânicos apresenta inovação para os padrões atuais de destinação do lixo urbano, conforme detalhamento apresentado na sequência.

As quantidades de material orgânico separado e CDR – Combustível Derivado de Resíduos produzido poderão ser ajustadas conforme a regulagem das peneiras do sistema. Esta proporção será definida conforme a demanda que estes produtos terão no mercado da região.

### **3.3.2 - Descrição**

O objetivo desta Etapa é identificar a origem do resíduo coletado, fazer sua pesagem e controle, proceder à triagem com o aproveitamento do material reciclável, tratar a matéria orgânica para a produção biofertilizantes e ou compostagem, e beneficiar o material restante com poder calorífico em Combustível Derivado de Resíduo.

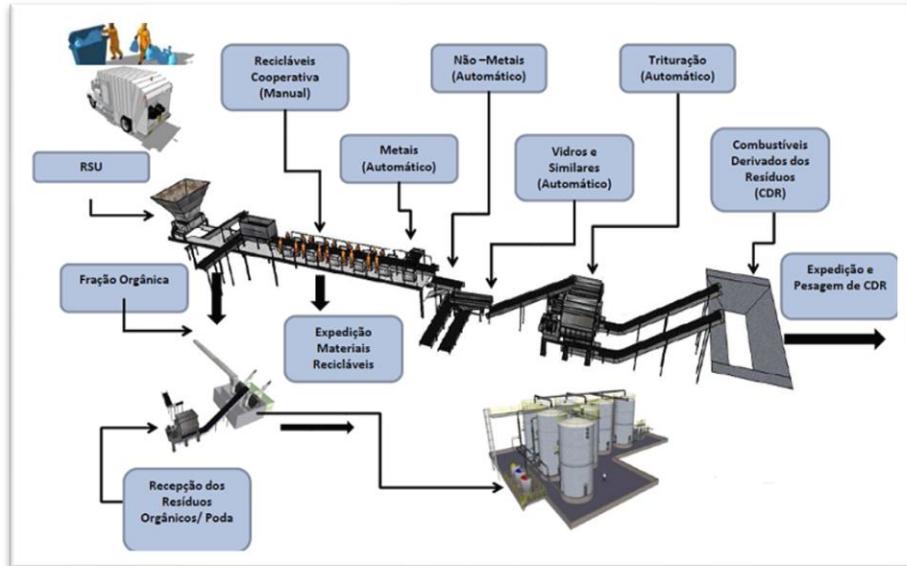
Os equipamentos que integram a Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos para resíduos sólidos urbanos, em estado bruto e/ou oriundo da coleta seletiva e/ou domiciliar, devem operar de forma sincronizada e realizar a separação da fase orgânica da fase inorgânica, com a recuperação de materiais recicláveis, a separação dos resíduos orgânicos para compostagem e produção de composto orgânico e a produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos, assegurando os percentuais mínimos de recuperação previstos, de forma a minimizar a quantidade de rejeitos.

A capacidade de processamento da Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos deverá ser de, no mínimo, a capacidade de geração de RSU

conforme previsão indicada em sua série estimada para 25 (vinte e cinco) anos em função do aumento populacional.

A Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos mecanizada deverá ter eficiência total de segregação de acordo com as especificações mínimas a seguir:

- Redução de peso: mínima de 70%, constituída de: (i) Fração Orgânica: capacidade de segregação de, no mínimo, 30%; (ii) Fração de Recicláveis: capacidade de segregação de, no mínimo, 10%; e (iii) Combustível Derivado de Resíduo – CDR: capacidade de produção de, no mínimo, 30%.



Descreve-se a seguir as principais fases do processo dos Resíduos Sólidos Urbanos, na Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR - Combustível Derivado de Resíduos, bem como a destinação dos materiais servíveis e inservíveis obtidos através da manipulação dos resíduos, até os locais de utilização, tratamento e/ou disposição final dos mesmos.

**A) Pesagem**

A recepção dos caminhões será feita na portaria onde os veículos serão identificados e suas cargas inspecionadas. Se as condições de transporte forem aprovadas pela fiscalização, os veículos serão encaminhados para pesagem com carga. Os caminhões coletores após a deposição dos resíduos nas áreas de descarga retornarão à balança, para efetuarem uma nova pesagem, agora do veículo sem carga, e retomarão ao ciclo de coleta.

**B) Estocagem**

Após a pesagem, os caminhões provenientes da coleta serão encaminhados para local coberto dentro da unidade e descarregarão os resíduos sobre piso de concreto, ou diretamente na moega de Alimentação.



### C) Ponte rolante e moega de alimentação

O sistema será carregado através de duas garras metálicas articuladas hidraulicamente – pólipo – o qual tem seus movimentos comandados por pontes rolantes, onde farão a alimentação do sistema. Os pólipos abrangerão toda a área do fosso, não permitindo o acumulo ou decomposição dos resíduos ali lançado, os resíduos são remexidos para evitar essa decomposição. Este sistema fará a alimentação das moegas e deverá ter as seguintes características mínimas:

- ✓ Alimentador de 48" de largura e 12 metros de comprimento;
- ✓ Mecanismo de transporte de produto através de duas correntes de passo 2" tracionadas por rodas dentadas e ligadas entre si por meio de segmentos tubulares, que “arrastam” o produto sobre um leito de chapa de aço;
- ✓ Forma construtiva deve evitar a entrada de materiais entre os elos das correntes, evitando paradas do equipamento;
- ✓ Mancalização do tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor com inversor de frequência para ajuste de velocidade;
- ✓ Potência de 3 cv.



### D) Correia transportadora para triagem de volumosos

- ✓ Transportador de correia com 48" de largura e comprimento de seis metros para triagem de materiais indesejáveis;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;

- ✓ Rolo de proteção da correia em tubo de 8" polegadas de diâmetro acionado por corrente e rodas dentadas;
- ✓ Correia transportadora de borracha com 4 camadas;
- ✓ Plataformas e estruturas de sustentação;
- ✓ Potência de 3 cv.

#### **E) Rasgador de sacos**

Os resíduos lançados nas moegas são levados por meio de esteira transportadora até o equipamento rasgador de sacos, onde os sacos, bolsas e caixas contendo resíduos coletados serão rasgados e abertos mecanicamente ficando o resíduo exposto para propiciar a seleção e triagem e deverá ter as seguintes características mínimas:

- ✓ Rasgador de 48" de largura munido de facas radiais de aço alto-carbono intercambiáveis e conjunto de contra-facas articuladas, também de aço alto- carbono e intercambiáveis;
- ✓ Mancais de apoio tipo caixa e rolamentos autocompensadores de carga radial e axial;
- ✓ Acionamento por motoredutor e transmissão por corrente e rodas dentadas;
- ✓ Plataformas e estrutura de sustentação;
- ✓ Potência de 20 cv.



#### **F) Classificador balístico ou peneira giratória de resíduos orgânicos (trommel) classificador balístico**

Na saída do Rasgador de Sacos, o material será lançado sobre uma esteira de discos, onde através do classificador será efetuada a extração automática do material fino e a fração úmida do lixo, ou seja, a parte orgânica do lixo, que irá para uma esteira transversal à qual conduz essa parte

orgânica até a área de tratamento orgânico para a produção de biofertilizante e/ou compostagem. O material sólido e de maior diâmetro será enviado à esteira de seleção e deverá ter as seguintes características mínimas:

- ✓ Esteira de discos com classificadores balísticos com largura de 48”, dividido em dois estágios de classificação (eixos com discos de aço podendo ser triobulares, sextavado ou octogonal);
- ✓ Todos os eixos devem estar apoiados em mancais tipo flange com rolamentos de carga radial. O acionamento de cada estágio deve ser individual através de motorredutores de 5 cv cada e a transmissão entre eixos deve ser feita por correntes e rodas dentadas;
- ✓ Potência total 10 cv;
- ✓ A eficiência de separação da fração orgânica deve ser de, no mínimo, 85%; alternativamente, peneira tipo trommel poderá substituir o classificador balístico, atendidas as especificações técnicas abaixo:
- ✓ Peneira giratória de resíduos orgânicos (trommel):
- ✓ Diâmetro mínimo de 2 metros no centro e comprimento mínimo de 10 metros, com dois motorredutores de 15 cv cada;
- ✓ Peneira com malha mínima de 100 x 100 mm e base em estrutura reforçada em vigas “W” com mínimo de 6”;
- ✓ Eficiência de separação da fração orgânica de, no mínimo, 85%.



#### **G) Sistema de insuflamento e exaustão**

- ✓ Sistema de insuflamento de ar localizado na parte inferior do classificador balístico ou na saída do trommel;
- ✓ Conjunto composto por ventilador radial acionado por motor elétrico e transmissão por correias e polias, mancais de apoio tipo caixa com rolamentos autocompensadores de carga radial e axial e duto de direcionamento de ar de 48" de largura;
- ✓ Válvula rotativa com 36" acionada por motor elétrico de 1 cv;
- ✓ Potência 15 cv.

#### **H) Esteira coletora de resíduos orgânicos e rejeitos**

O resíduo sólido urbano será então transportado mecanicamente sobre uma esteira que atravessa a área onde estão localizados os postos de seleção e triagem, deslocando-se até a área de expedição. O material reciclável será coletado sobre esta esteira de catação e lançado em contêineres específicos para colocação de produtos recicláveis, tais como: vidros, papéis, papelões, plásticos duros, plásticos moles, metais ferrosos, metais não ferrosos, etc.

- ✓ Transportador de correia que coleta todo os materiais orgânicos e o rejeito segregado pelo classificador balístico ou trommel;
- ✓ Largura de 36" e comprimento de 12 metros;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Correia transportadora de PVC;
- ✓ Estrutura de sustentação;
- ✓ Potência de 3 cv.

#### **I) Estação de separação de materiais leves**

- ✓ Esteira de 36" de largura e comprimento de 15 metros;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Correia transportadora de PVC;
- ✓ Acompanha 2 plataformas com 1,5 metros de largura e guarda corpo;
- ✓ Potência de 3 cv.



#### J) Estação de separação de materiais pesados

- ✓ Esteira de 36" de largura e comprimento de 22 metros;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Correia transportadora de PVC;
- ✓ Acompanha uma plataforma com 4 metros de largura;
- ✓ Potência de 3 cv.

#### K) Esteira de transição

- ✓ Esteira de 36" de largura com 6 metros de comprimento;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Correia transportadora de PVC;
- ✓ Potência de 3 cv.



### L) Separador magnético

Após a triagem, os resíduos passarão por um separador metálico de materiais ferrosos. Este equipamento fará a remoção dos materiais através da geração de um campo magnético indutor que atrairá os objetos ferrosos. Depois de magnetizados serão lançados em uma correia transportadora específica destinando-os a contêiner ou caçamba própria e deverá ter as seguintes características mínimas:

- ✓ Separador magnético com esteira de borracha com 48" de comprimento e 22" de largura, posicionado sobre a esteira de transição para a retirada da sucata ferrosa.



**M) Separadores eletrostáticos**

Para a retirada dos materiais metálicos não ferrosos, como alumínio, cobre, antimônio, entre outros, a linha é dotada de um separador magnético eletrostático. Ele fará a expulsão dos não-ferrosos através da geração de um campo magnético negativo.

**N) Separadores balísticos**

O último tipo de material não combustível a ser removido são os entulhos, pedras e vidros, os quais serão removidos através do separador balístico. Para segurança o material vem selecionado por tipologia de forma e os eventuais corpos tipo sólidos ou de grande densidade são separados.



**O) Esteira de alimentação para CDR**

- ✓ Esteira de 36" de largura com 6 metros de comprimento;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Correia transportadora de PVC;
- ✓ Potência de 3 cv.

**P) Moinho triturador de CDR**

Após todas as seleções serem efetivadas, os materiais restantes na linha serão conduzidos para a fase de moagem nos Trituradores/Macinatores, que efetuarão a redução do resíduo em formato e dimensões homogêneas. Após moagem este material receberá o nome de CDR e deverá ter as seguintes características mínimas:

- ✓ Triturador construído com estrutura robusta em aço e projetadas para CDR;
- ✓ Motor elétrico de 100 cv;
- ✓ Rolamentos de carga radial e axial;
- ✓ Sistema de facas intercambiáveis, acompanhado de jogo reserva de facas;
- ✓ Peneira com espaçamento máximo da 2";
- ✓ Capacidade mínima do triturador de 6 t/h.

**Q) Esteira de saída do CDR**

- ✓ Esteira de 36" de largura com 4 metros de comprimento;
- ✓ Tambores de 8" de diâmetro, mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Correia transportadora de PVC;
- ✓ Potência de 3 cv.

**R) Sistema de prensagem**

- ✓ Prensa Hidráulica Vertical, conforme NR-12;
- ✓ Força hidráulica: 35 Toneladas;
- ✓ Dimensões dos fardos: 1100 x 1100 x 800 mm;
- ✓ Peso médio dos fardos: 180 a 400 kg;
- ✓ Motor elétrico trifásico de 15 cv;
- ✓ Construção em aço carbono SAE 1020;

- ✓ Dimensões do equipamento: 3550 x 1500 x 1300 mm.

#### **S) Peneira rotativa de compostagem**

- ✓ Peneira tipo Trommel com espaçamento de 30 mm, com 3 metros de comprimento por 1,5 metro de diâmetro;
- ✓ Mancalização tipo flange com rolamentos de carga radial e acionamento por motoredutor;
- ✓ Acionamento por sistema de correntes e rodas dentadas em sua extremidade;
- ✓ Potência de 7 cv.

#### **3.3.3 - Conclusão**

Nesta Etapa do Processo foram especificados os equipamentos operacionais necessários a serem utilizados nas atividades de operação de recepção dos resíduos tendo a finalidade de confecção de CDR – Combustível Derivado de Resíduos.

Os equipamentos dimensionados para serem implementados na Unidade de Recepção são os seguintes: (i) Balança rodoviária; (ii) Ponte rolante; (iii) Rasga Sacos; (iv) Esteira de discos; (v) Separador magnético; (vi) Separador eletrostático; (vii) Separador balístico; (viii) Triturador; (ix) Esteiras de extração; (x) Esteiras de elevação; (xi) Esteiras de seleção (Trios de rolos embrorrachados); (xii) Plataformas de seleção; (xiii) Esteiras bidirecionais; (xiv) Quadro elétrico de acionamento e comando; (xv) equipamentos tipo Pá-Carregadeira e/ou Retroescavadeira.

Importante ainda levar em conta os seguintes itens para que o Projeto seja eficiente tanto no aspecto técnico como no ambiental, a saber: TRATAMENTO DE ODORES E LÍQUIDO PERCOLADO.

O CONTROLE E TRATAMENTO DE ODORES E MATERIAL PERCOLADO serão observados durante a operação da Unidade através dos seguintes procedimentos:

#### **✓ Controle de odores ofensivos**

Deverá ser instalado um sistema de nebulização eletromecânico, que se trata de um mecanismo para aplicação de vapor, composto de um produto químico diluído em água. Este componente deverá ter uma composição química, de tal forma que processe o encapsulamento da bactéria do odor, eliminando odores incômodos. Deverá ser ainda, uma solução que controle o crescimento

das diversas bactérias presentes nas instalações, evitando contaminação, e protegendo os usuários e o meio ambiente. Deverá também propiciar um aroma agradável no ar. O sistema para aspersão da solução deverá a princípio ter uma concepção temporizada, para atuação automática, e periodicidade de operação em torno de 15 minutos, podendo ser reprogramada para outras periodicidades mais adequadas ao longo do dia.

✓ **Monitoramento da emissão de odores ofensivos**

Considerando o perfeito funcionamento do sistema nebulizador, este monitoramento tem por objetivo fixar condições para avaliação da aceitabilidade de emissão de substâncias odoríferas, em quantidades que não se tornem nocivas ou ofensivas à saúde e/ou inconvenientes ao bem estar público, independentemente da existência de reclamações. Este monitoramento tomou como orientação as disposições de que tratam os decreto e leis federais, Estaduais e Municipais a exemplo da resolução CONAMA que estabelece o padrão de qualidade do ar. Este instrumento de controle da poluição considera poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada no ar; que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconvenientes ao bem-estar público, danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.

✓ **Controle e transporte material percolado**

O sistema de captação, armazenamento e transporte do líquido percolado gerado na Unidade será projetado para atender as exigências dos órgãos ambientais e tendo sua operação executada da seguinte forma: Após a descarga dos resíduos no piso de concreto da área de estocagem e na operação de rasga-sacos, a parte líquida do lixo aprisionada dentro dos sacos ficará livre e será recolhida para ser direcionada ao tratamento de resíduos orgânicos.

### **3.4 – Unidade de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos**

Esta Unidade apresenta uma grande oportunidade relacionada ao aproveitamento energético de biogás da fração orgânica de RSU, por meio do processo de digestão anaeróbia, bem como utilização em compostagem. A unidade de tratamento de orgânicos será utilizada tanto para a Produção do biogás e como para o preparo do biofertilizante.

Nesta Unidade será trabalhado o modelo no intuito de promover a oferta de energia; a diversificação da matriz energética; a destinação e o tratamento adequados em relação aos resíduos; a redução da sobrecarga direta do envio para eventuais lixões.

Outro fator importante desta Unidade é que a biodigestão é uma forma de reciclagem de materiais orgânicos, processo pelo qual se dá o aproveitamento energético, via geração do biogás, e a reciclagem de materiais, via produção de digestato podendo ser também uma fonte de nutrientes para fertilizantes.



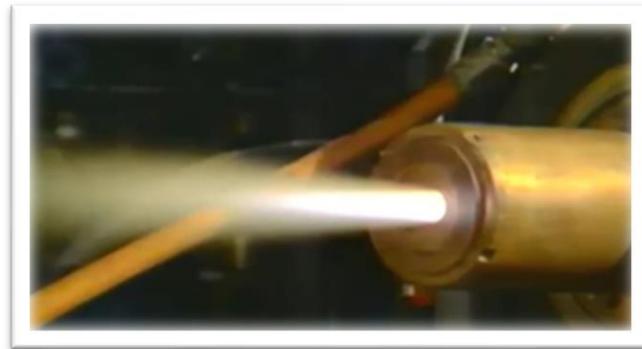
A segregação da fração orgânica deve ser, portanto, priorizada, como é no caso dos materiais recicláveis secos. Essa segregação, deve ser realizada na fonte, para garantir a não contaminação por outros rejeitos.

Além dos benefícios diretos provenientes da geração de biogás, deve-se mencionar o potencial de aproveitamento do digestato ou material digerido. O digestato pode ser utilizado como material de cobertura no aterro sanitário, de modo a atender a PNRS, que exige a estabilização da matéria orgânica antes da disposição; ou pode ser utilizado para fins agronômicos, desde que o substrato seja livre de contaminação e que passe por processos para remoção de fragmentos inertes. Assim como a qualidade da fração orgânica do RSU vai determinar a configuração do sistema de digestão anaeróbia, também determinará o uso final do digestato. É fundamental que o digestato seja utilizado como um elemento adicional para suprimir a demanda por fertilizantes, considerando que o Brasil depende, extremamente, da importação desses produtos.

### **3.5 – Unidade de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde**

A solução para tratamento dos Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde é a queima em um Reator com utilização da Tecnologia de Plasma Térmico com uso de Alta Temperatura – maior que 4.000°C. Este processo atende às mais rigorosas normas de proteção do meio ambiente e os princípios do Desenvolvimento Sustentável.

O tratamento por destruição térmica à alta temperatura é uma escolha usual quando está se decidindo pelo método de disposição de Resíduos Perigosos, Hospitalares e até rejeitos de Incineração. A destruição térmica reduz o peso e o volume em até 97%, e asseguram a destruição completa de todo o material patogênico, microorganismos e desintoxica resíduos químico. Através da Tecnologia de Plasma Térmico, podemos reestruturar a hierarquia de resíduos e fazer uma mudança substantiva e geracional, visto que os resíduos gerados têm valor de energia elevado. A conversão desses resíduos em produtos energéticos utilizáveis fará o seguinte: (i) Redução das necessidades de terra e problemas subsequentes de contaminação ambiental; (ii) Criação de fontes de energia de baixo custo, estáveis e previsíveis como uma alternativa aos combustíveis fósseis; (iii) Redução das emissões de gases com efeito de estufa provenientes de aterros e outras fontes de combustíveis fósseis; (iv) Apoio a uma economia circular focada na redução de desperdícios, recuperação de recursos, reutilização e reciclando.



A Tecnologia de Plasma Térmico é hoje aceita como uma tecnologia de processamento “verde” ambientalmente, visto que produz baixo nível (ou quase zero) de rejeito industrial, especialmente quando comparada com os mais tradicionais tratamentos por agentes químicos. A tecnologia de plasma térmico se encaixa perfeitamente no contexto do desenvolvimento sustentável, tão falado nos dias de hoje, como a última pedra do quebra-cabeça. Este tipo de desenvolvimento, fruto da interseção entre o universo das necessidades sociais, necessidades ecológicas e necessidades econômicas, depende crucialmente, da capacidade das empresas, governos e sociedade em geral produzir e reciclar de forma eficiente, limpa e econômica todos os produtos industriais e manufaturados por eles gerados. Assim, há uma necessidade inadiável de se produzir uma tecnologia limpa de “incineração” que possa se acoplar de forma perfeita com um processo eficiente de recolhimento e reciclagem do resíduo presentemente gerado no seio da sociedade mundial. A Tecnologia de Plasma Térmico é a resposta ideal para esta demanda por várias razões: (i) Tecnologia que não agride o meio ambiente; (ii) Única tecnologia que pode gerar resíduos recicláveis com eliminação da necessidade de aterro industrial e sanitário, lixão, depósitos clandestinos e outras soluções paliativas (todas comprovadamente ineficientes na gestão do resíduo e extremamente perigosas ao meio ambiente); (iii) Utiliza como combustível o ar e algum de seus componentes e eletricidade que a própria unidade gera a partir da cogeração em circuito fechado tendo os próprios resíduos como fonte de matéria prima.

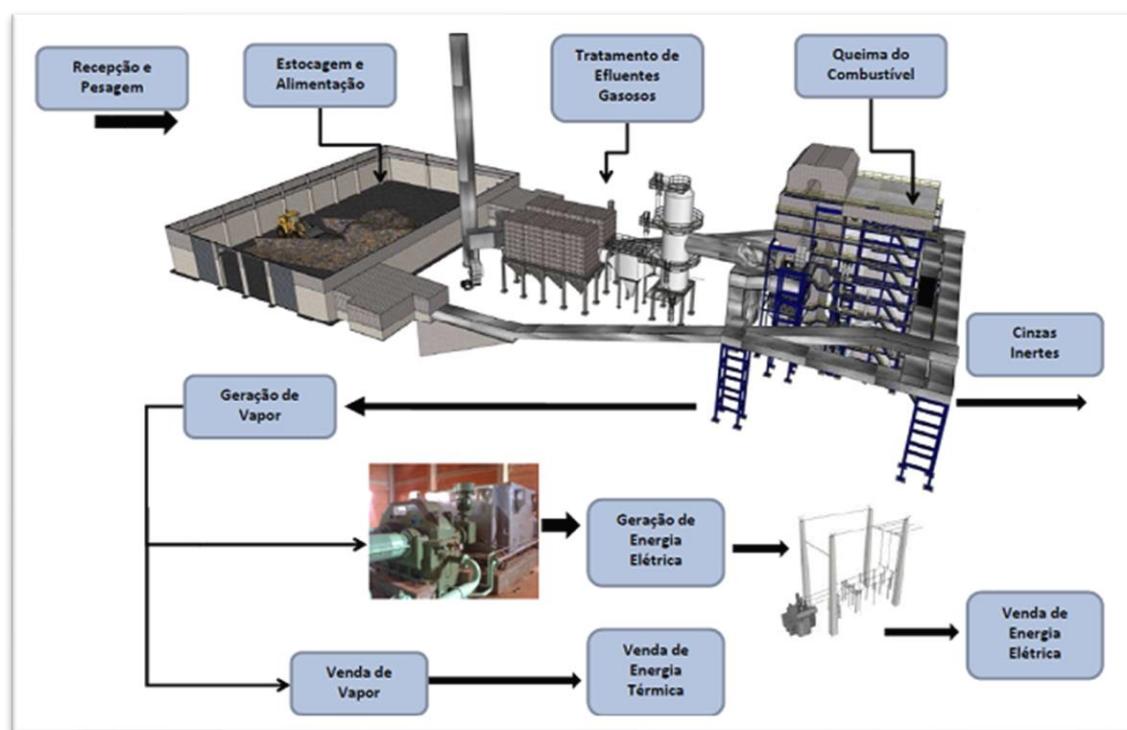
Existem outras vantagens do sistema a Plasma Térmico que são: (i) Melhor controle ambiental visto que a geração de gases é baixa e o tamanho do reator pequeno; (ii) A introdução de energia no sistema é independente do resíduo injetado e da química dos gases gerados, isto garante um alto grau de flexibilidade na operação o que permite um ajuste da química do reator e temperatura para se atingir o ponto ideal de funcionamento; (iii) Finalmente, o processo produz produtos estáveis ambientalmente falando que podem ser reutilizados como material agregado. A alta

intensidade da radiação ultravioleta gerada no arco de plasma e a elevada temperatura do processo asseguram uma rápida e eficiente destruição de material orgânico contaminado – comum no resíduo perigoso e hospitalar. Este processo transforma os resíduos em componentes inertes ao meio ambiente através da vitrificação dos componentes inorgânicos formando matrizes vítreas ou metálicas que imobiliza os metais perigosos de forma reduzida e seus gases deverão ser direcionados a Unidade de Geração de Energia sendo introduzida na Caldeira.

### 3.6 – Unidade de Geração de Energia Elétrica

Nesta seção apresenta-se a Unidade de Geração de Energia Elétrica, onde é apresentado o projeto conceitual para a geração de energia e utilidades através de resíduos urbanos, ilustrado através do fluxograma do processo em todas as suas fases e com a indicação da tecnologia a ser adotada.

A Unidade de Geração de Energia é parte integrante do processo de cogeração, serão instalados os Equipamentos: Caldeiras, Turbinas, Geradores de Energia, Cogeração, e o Sistema de Tratamento de Gases gerados no processo. A Cogeração é um eficiente, limpo e seguro modo de encarar a geração de energia e calor proveniente de uma única forma de combustível e o benefício ambiental do processo é ainda maior quando o combustível utilizado é o resíduo sólido urbano.



A Unidade receberá o Combustível Derivado de Resíduo, “CDR”, produzido na Unidade de Beneficiamento. O processo desenvolvido na Central de Geração de Energia produzirá vários produtos, que estão descritos a seguir: (i) Energia Elétrica; (ii) Vapor superaquecido; (iii) Vapor saturado; (iv) Água Quente; e (v) Frio.

As principais fases do fluxo do processo de cogeração serão descritas a seguir:

**a) Recepção e Estocagem**

As carretas contendo CDR depois de pesadas serão identificadas e direcionadas para o pátio de recepção, local coberto dentro da Central de Geração de Energia, onde o material será colocado em moegas e transportado por esteiras transportadoras até local, onde ele receberá tratamento físico-químico.

**b) Tratamento Físico-Químico**

O tratamento físico-químico visa neutralizar as ações de quaisquer elementos que possam danificar as paredes das Caldeiras. Este tratamento será efetuado com a utilização de alimentadores dosadores instalados à entrada da Caldeira.

**c) Caldeira**

Após o tratamento físico-químico, o CDR será lançado na Caldeira como combustível para combustão e geração de calor. Essencialmente a caldeira é um recipiente no qual a água é introduzida, e recebendo aplicação de calor, é continuamente evaporada. A caldeira é composta por três partes essenciais que são: (i) Câmara de Combustão o Fornalha que a parte da caldeira onde se queima o combustível utilizado para a geração de vapor; (ii) Câmara de Água e Vapor que constituem superfícies internas da caldeira propriamente dita. São constituídos por coletores unidos por uma grande quantidade de tubos através dos quais circula a mistura água e vapor internamente; e (iii) Condutos de Fumaça e Chaminé que são dispostos no final do percurso dos gases que seguem no interior da caldeira, passando ainda por trocadores de calor anexos para pré aquecer a água que entra na caldeira e/ou o ar que entra na fornalha.

**d) Unidade Termelétrica**

O vapor produzido pela caldeira acionará um conjunto turbo gerador síncrono com turbina a vapor tipo multi-estágios de condensação e com extração de vapor por sangrias para retorno ao circuito através de condensados.

• **Turbina**

As turbinas a vapor são máquinas de combustão externa, ou seja, os gases resultantes da queima do combustível não entram em contato com o fluído de trabalho, que escoa no interior da máquina e realiza os processos de conversão da energia do combustível em potência de eixo.

• **Gerador de Energia Elétrica**

A energia mecânica que executa a movimentação do eixo da turbina faz girar o gerador elétrico que produz a energia elétrica.

• **Subestação**

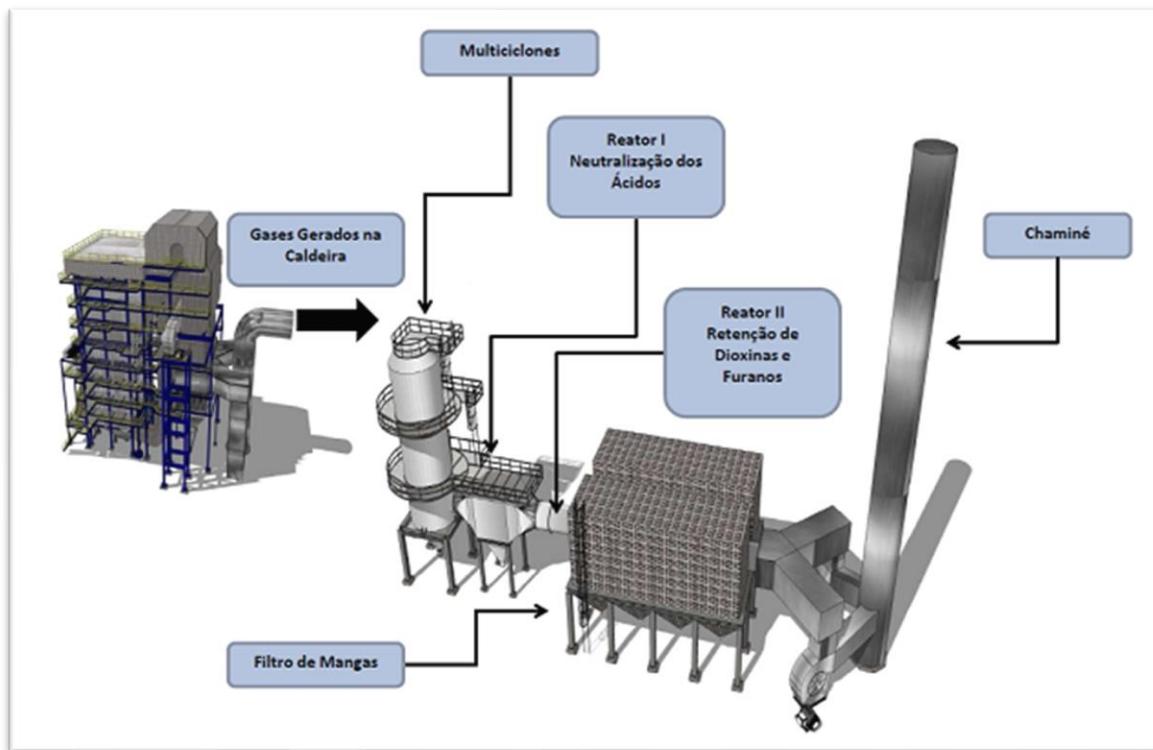
A energia elétrica gerada será enviada a subestação, que fará a transmissão da energia aos clientes.

**e) Fornecimento de Calor e Frio**

O vapor gerado na caldeira será enviado para o condensador que fará a regulagem da pressão de fornecimento de vapor na rede de fornecimento ao cliente. Este vapor também será direcionado máquinas de absorção que converterão a energia do vapor em frio a ser fornecido ao cliente.

**f) Tratamento de Gases e Material Particulado**

Poderão ser liberados, no processo de combustão do CDR, componentes tóxicos como gases ácidos, dioxinas e furanos, metais e materiais particulados neutros. A emissão dos mesmos é regulamentada e controlada pelas Leis e Normas de Proteção Ambiental. Uma Instalação para retenção destes poluentes, transformando-os em substâncias neutras e inofensivas, ou fixando-os num sorbente adequado será, portanto, parte indispensável do processo de Cogeração. A reatividade gás ácido / neutralizante é mais eficiente num meio úmido que seco, no sistema a ser utilizado será utilizado um processo denominado “semi-seco”, que têm as vantagens do sistema úmido de absorção e devido às altas temperaturas durante o processo, não geram líquidos.



### 3.7 – Unidade de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas

Nesta Unidade os Resíduos da Construção Civil recebem as formas de controle de recebimento e destinação, e se os materiais destinados permitirem uma britagem direta em função de menos contaminação e impureza, a capacidade operacional da unidade poderá ser aumentada. Após inspeção e recepção do material limpo, é emitido o comprovante de despejo ou ticket de pesagem, documentos que comprovam a correta destinação do material. Na próxima etapa, o material é separado, e encaminhado até o alimentador vibratório do britador, onde é britado, peneirado e separado de acordo com a sua granulometria. Os produtos finais são os materiais chamados de bica corrida, Rachão, brita 1, brita Ø, e areia.



Durante o processo, há eliminação de material metálico ferruginoso pela ação de um eletroímã. Em seguida o material é estocado no pátio, para posterior expedição. Quanto à destinação do material processado, o percentual em torno de 90% do material produzido pode ser utilizado em obras públicas da própria Prefeitura, e 10% poderá ser comercializado.

Todos os agentes envolvidos no processo de geração, recebimento e destinação dos resíduos sólidos da construção civil e de demolição (RCD), são importantes, e devem ter consciência de sua parcela de contribuição, para a destinação correta do resíduo.

### **3.8 – Planta Industrial com seu Layout**

A Unidade Industrial citada contendo todos os setores informados no presente estudo possui seu Layout em conformidade com as Figuras abaixo. A área necessária para implantação é estimada em aproximadamente **70.000m<sup>2</sup>**, sendo dividida da seguinte forma entre as Unidades Internas: (1) Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR – Combustível Derivado de Resíduos com **8.000m<sup>2</sup>**, (2) Unidade de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos com **2.000m<sup>2</sup>**, (3) Unidade de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde com **6.000m<sup>2</sup>**, (4) Unidade de Geração de Energia Elétrica com **14.000m<sup>2</sup>**, (5) Unidade de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas com **10.000m<sup>2</sup>**, (6) Estoque, recepção e armazenamento dos Resíduos com **10.000m<sup>2</sup>**, e (7) Arruamento, Administração, Balanças Rodoviárias,

Paisagismo e Portaria com **20.000m<sup>2</sup>** – Totalizando então os **70.000m<sup>2</sup>**, de área necessária para Implantação do Empreendimento. A Planta inicial em extensão .dwg segue em arquivo anexo ao Presente Estudo.



### **3.9 – Soluções e Controle de Emissões Ambientais**

O sistema de Controle e Tratamento de Gases e de Materiais Particulados gerados no processo da Central de Geração de Energia terá uma importância vital no processo de Cogeração feita a partir dos resíduos sólidos urbanos. A Unidade de Tratamento de Gases será implantada para atender as disposições do CONAMA 316 e utilizará sistema de tratamento dos Gases que garante os padrões previstos pelas normas e legislação ambiental e de comprovada eficiência no tratamento de resíduos sólidos urbanos. A Resolução CONAMA Nº 316 de 29/10/2002 considera que os sistemas de tratamento térmico de resíduos são fontes potenciais de risco ambiental e de emissão de poluentes perigosos, podendo constituir agressão à saúde e ao meio ambiente se não forem corretamente instalados, operados e mantidos; Considerando ainda que o estabelecimento de limites máximos de emissão, para poluentes a serem lançados na atmosfera, nas águas e no solo, por sistemas de tratamento térmico, contribui na implementação do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras, conforme previsto na Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, resolve:

**Art. 1º - Disciplinar os processos de tratamento térmico de resíduos e cadáveres, estabelecendo procedimentos operacionais, limites de emissão e critérios de desempenho, controle, tratamento e disposição final de efluentes, de modo a minimizar os impactos ao meio ambiente e à saúde pública, resultantes destas atividades.**

**Art. 2º - Considera-se, para os fins desta Resolução:**

**I - Resíduos:** os materiais ou substâncias, que sejam inservíveis ou não passíveis de aproveitamento econômico, resultantes de atividades de origem industrial, urbana, serviços de saúde, agrícola e comercial dentre os quais incluem-se aqueles provenientes de portos, aeroportos e fronteiras, e outras, além dos contaminados por agrotóxicos;

**II - Melhores técnicas disponíveis:** o estágio mais eficaz e avançado de desenvolvimento das diversas tecnologias de tratamento, beneficiamento e de disposição final de resíduos, bem como das suas atividades e métodos de operação, indicando a combinação prática destas técnicas que levem à produção de emissões em valores iguais ou inferiores aos fixados por esta Resolução, visando eliminar e, onde não seja viável, reduzir as emissões em geral, bem como os seus efeitos no meio ambiente como um todo.

III - Tratamento Térmico: para os fins desta regulamentação é todo e qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus Celsius.

Art. 3º - Todos os sistemas de tratamento térmico de resíduos deverão atender aos critérios técnicos fixados nesta Resolução, complementados, sempre que julgado necessário, pelos órgãos ambientais competentes, de modo a atender às peculiaridades regionais e locais.

Art. 7º - As áreas de armazenamento de resíduos deverão ter procedimentos que atenuem ou eliminem a emissão de substâncias odoríferas, de modo a diminuir o impacto por percepção olfativa fora dos limites do sistema de tratamento térmico.

Art. 8º - O responsável técnico pelo sistema de tratamento térmico deverá registrar toda anormalidade envolvendo derramamento ou vazamento de resíduos, bem como fornecer, a critério do órgão ambiental competente, estudo para avaliação de eventuais danos ocorridos ao meio ambiente.

Art. 9º - A instalação de sistemas de tratamento térmico de resíduos industriais deve atender à legislação em vigor, não podendo ser instalado em áreas residenciais.

### **3.10 - Aspectos Ambientais e Regulatórios**

No Brasil, o que se considera “gestão da qualidade do ar” nasceu a partir da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), editada pela Lei 6.938/1981 e das Resoluções 05/1989 e 03/1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), as quais constituem o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR).

O Licenciamento ambiental através do PNMA, art.2º, I, II, III, V, VIII e IX, art.4º, I Lei Complementar 141/2011 Decs. 99.247/1990 Res. CONAMA 06/1987, 005/1989, 237/1997, 279/2001, o mecanismo pelo qual o poder público avalia potencial impacto ambiental de determinada fonte, autorizando a sua localização, a instalação e a operação.

É o principal instrumento de controle das emissões de Usina com características Térmicas (caso em tela), uma vez que viabiliza uma avaliação de potencial impacto ambiental, e determina,

conforme o caso, os limites de emissão aplicáveis e demais condições de localização, instalação e operação da usina.

No ordenamento jurídico brasileiro, o licenciamento ambiental ganha destaque como uma das principais ferramentas de controle da poluição provocada pelas Usinas Termelétricas. Por meio dele, é implementada uma série de outros instrumentos, como a checagem do cumprimento das regras de zoneamento, a realização de estudos de impacto ambiental, a imposição de limites de emissão por tipologia de fonte e poluente, a exigência de tecnologias de controle mais apropriadas, o auto monitoramento das emissões, dentre outros.

O licenciamento ambiental configura um processo administrativo por meio do qual o órgão ambiental avalia discricionariamente as condicionantes ambientais de determinada fonte de poluição, emitindo (ou não) uma autorização administrativa, denominada licença ambiental. O licenciamento é obrigatório para a construção, a instalação, a ampliação e o funcionamento de estabelecimentos e atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ao meio ambiente (incluindo-se aí a atmosfera).

Por tratar-se de controle preventivo de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, o licenciamento ambiental de fontes fixas contempla um procedimento complexo, a partir do qual são emitidas, no mínimo, três licenças: (1) Licença Prévia (LP), a qual é concedida na fase preliminar do planejamento da atividade, devendo conter requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação; (2) Licença de Instalação (LI), a qual é concedida no início da implantação da atividade, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado; e (3) Licença de Operação (LO), a qual autoriza o início das atividades, após verificações necessárias, nos termos previstos nas LP e LI.

No caso de Usinas Termoelétricas, a LP deverá ser requerida no início do estudo de viabilidade; a LI antes do início da efetiva implantação do empreendimento e a LO depois dos testes realizados e antes da efetiva colocação da Usina em Geração comercial de Energia, conforme Resolução CONAMA 006/1987. Cada licença formaliza uma fase do procedimento de licenciamento, sendo que as licenças anteriores são pré-requisitos para obtenção das demais.

A competência normativa para o licenciamento de Usinas Termoelétricas é concorrente. No âmbito federal, as principais normas legais em vigor são a Lei 6.938/1981, a Lei Complementar 140/2011, e os Decreto 99.274/1990 e 8.437/2015. Como órgão federal com competência para expedir normas, padrões e critérios para o licenciamento ambiental, o CONAMA também conta com uma série de Resoluções que disciplinam o controle de poluição por fontes fixas, aí incluídas as térmicas. De acordo com a Lei Complementar 140/2011 e sua regulamentação feita pelo Decreto 8.437/2015, as atribuições sobre o licenciamento de térmicas foram estruturadas da seguinte forma: (i) Órgãos estaduais de meio ambiente: Térmicas menores do que 300 MW, excluindo-se as hipóteses de licenciamento pelo IBAMA; e (ii) Órgãos municipais de meio ambiente: Térmicas menores do que 300 MW desde que: (a) causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade; ou (b) localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental.

Como visto, as licenças ambientais apresentam a natureza jurídica de autorizações administrativas, cabendo ao órgão público tomar todas as medidas cabíveis para garantir, o máximo possível, que a fonte de emissão sob licenciamento não provoque impactos significativos ao meio ambiente. Tais medidas devem contemplar, assim, o uso de instrumentos de avaliação das características, do contexto e das condicionantes da fonte de emissão.

O primeiro aspecto a ser avaliado pelo órgão ambiental diz respeito às condições de legalidade da fonte a ser licenciada. Cabe ao empreendedor comprovar a existência jurídica da empresa onde se situa a fonte de emissão, nomear os responsáveis legais da fonte, e informar dados preliminares desta, dentre outras exigências, apresentando a documentação correlata.

Como parte dessa avaliação preliminar, deve o empreendedor comprovar a conformidade da localização da fonte sob licenciamento às regras de zoneamento, o que, em geral, é feito por meio de certidões de uso e ocupação do solo expedidas pelo órgão local. Assim, em tese, o processo de licenciamento é obstado desde o início sempre que a fonte estiver em desconformidade ao zoneamento.

Além dessa avaliação preliminar, ao órgão público cabe analisar todas as condicionantes ambientais da fonte, podendo, para tanto, lançar mão dos estudos de impacto ambiental (**EIA/RIMA**), nos casos de licenciamento padrão, e dos relatórios ambientais simplificados (**RAS**), nos casos de licenciamento simplificado.

Nos termos da Resolução CONAMA 001/1986, o **EIA** é exigido nos licenciamentos de Usinas Termelétricas acima de 10 MW. No caso em tela, o EIA pode ser substituído pelos **RAS** sempre que o órgão ambiental adotar o licenciamento simplificado, depois de enquadrar o empreendimento termelétrico como de pequeno potencial de impacto ambiental.

A existência de irregularidades no controle das emissões por termelétricas pode dar ensejo a infrações administrativas e a crimes. Também podem contribuir para a ocorrência de danos significativos à atmosfera (ou risco destes), levando à responsabilidade civil. A maior parte dessas irregularidades está associada ao processo de licenciamento ambiental, logo é vital que esta etapa seja cumprida com forte embasamento técnico.

### **3.11 – Objetivo da Solução Tecnológica Adotada para o Projeto**

Segundo a ABREN - Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos, o tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos consiste em métodos e processos industriais que permitem a recuperação energética, física ou química desses resíduos, seguidos pela sua disposição final adequada, respeitando a hierarquia da gestão de resíduos sólidos. A busca pela eficiência e redução de custos nos tratamentos térmicos de resíduos sólidos estimula continuamente o desenvolvimento de novas tecnologias neste setor. A análise de uma tecnologia deve considerar o ciclo completo do tratamento dos resíduos, incluindo o balanço de massa e energia, análise dos contaminantes, identificando quais estão sendo efetivamente retidos, transformados, ou emitidos no meio-ambiente. Não existindo assim uma solução “ideal”, que conte com e satisfaça a totalidade os requisitos, sem qualquer ônus. Na prática, deve se buscar o equilíbrio entre os custos e benefícios de tratamento.

O presente Estudo tem por objetivo final a implantação de uma **Unidade Industrial para Geração de Energia Elétrica** com recebimento médio durante os 25 anos de concessão de uma média de **300** toneladas de Resíduos Urbanos por dia, de **2.500** toneladas por ano de Resíduos de Serviços da Saúde / Perigosos, e de **20.000** toneladas por ano de Resíduos da Construção Civil.

Uma solução ambientalmente correta e tendo uma Potência Nominal Instalada prevista para Geração de **5,0 MWh**.

### **3.12 – Local de Zoneamento Específico - Área para Implantação**

A área necessária para implantação é estimada em aproximadamente **70.000m<sup>2</sup>**, sendo dividida da seguinte forma entre as Unidades Internas: (1) Unidade de Beneficiamento e Produção de CDR – Combustível Derivado de Resíduos com **8.000m<sup>2</sup>**, (2) Unidade de Compostagem e Soluções para Resíduos Orgânicos com **2.000m<sup>2</sup>**, (3) Unidade de Tratamento de Resíduos Perigosos e de Serviços de Saúde com **6.000m<sup>2</sup>**, (4) Unidade de Geração de Energia Elétrica com **14.000m<sup>2</sup>**, (5) Unidade de Recebimento de Resíduos da Construção Civil e Soluções Adotadas com **10.000m<sup>2</sup>**, (6) Estoque, recepção e armazenamento dos Resíduos com **10.000m<sup>2</sup>**, e (7) Arruamento, Administração, Balanças Rodoviárias, Paisagismo e Portaria com **20.000m<sup>2</sup>** – Totalizando então os **70.000m<sup>2</sup>**, de área necessária para Implantação do Empreendimento.

Tecnicamente, entende-se que o Local para Implantação do Empreendimento deve ser o Município de São Benedito. O município de São Benedito destaca-se como o local mais estratégico para a implantação do empreendimento de geração de energia a partir de resíduos entre os municípios do Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Serra da Ibiapaba. Diversos fatores de ordem logística, geográfica e socioeconômica sustentam essa escolha e tornam São Benedito um ponto central e privilegiado para o desenvolvimento de um projeto dessa magnitude. Primeiramente, São Benedito está geograficamente posicionado em uma área centralizada em relação aos demais municípios do consórcio, o que facilita o transporte de resíduos provenientes das cidades vizinhas e reduz os custos logísticos com o deslocamento diário. A posição central também permite uma redução significativa no tempo de viagem dos veículos de coleta, garantindo uma operação mais ágil e eficiente. Além disso, São Benedito possui uma infraestrutura rodoviária relativamente mais desenvolvida em comparação com outros municípios da Serra da Ibiapaba, facilitando o acesso e a circulação de veículos pesados necessários para o transporte de resíduos e insumos. Isso é essencial para um empreendimento de geração de energia, que exige uma logística de transporte eficiente e segura para o fluxo contínuo de resíduos. O município também possui uma rede de fornecimento de serviços básicos e mão de obra qualificada que podem ser mobilizados para a operação e manutenção do empreendimento, contribuindo para a geração de empregos locais e impulsionando a economia da região. Esse

potencial de desenvolvimento econômico e social reforça a importância de São Benedito como sede do projeto, agregando valor à comunidade local.

Além disso, a escolha de São Benedito atende ao princípio da sustentabilidade ambiental, uma vez que a implantação de um centro de geração de energia por meio de resíduos sólidos contribui para a redução do descarte inadequado de resíduos na região e para a minimização de impactos ambientais. Por essas razões, entendemos que São Benedito oferece as condições ideais para sediar o empreendimento, tornando-se um polo central para a logística de resíduos e uma referência para práticas de economia circular na Serra da Ibiapaba.

### **3.13 - Ações para Emergência e Contingência**

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) são instrumentos exigidos pelas Leis Federais nº 11.445/2007 (regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/2010) e nº 12.305/2010 (regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010) que instituíram, respectivamente, as Políticas Nacionais de Saneamento Básico e de Resíduos Sólidos. Suas implementações possibilitarão planejar as ações de Saneamento Básico dos municípios na direção da universalização do atendimento.

O Plano Municipal de Saneamento Básico, abrangerão os serviços de: (i) Abastecimento de água; (ii) Esgotamento sanitário; (iii) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e (iv) Manejo das águas pluviais e drenagem. A partir do prognóstico a ser realizado, deve levantar as informações apuradas na etapa de Diagnósticos, e então serem elaborados os cenários de referência.

Esses cenários permitirão a visualização esquemática dos problemas e desafios, possibilitando a gestação de programas, projetos e ações para a gestão e controle dos serviços de saneamento vislumbrando como meta o atingimento do cenário de referência ou cenário futuro desejável. Portanto, deverão ser apresentadas medidas alternativas para os serviços do setor e modelos de gestão que permitam orientar o processo de planejamento do saneamento básico. No encalço de um planejamento mais próximo possível da realidade municipal e que permita que execute o plano a partir dos princípios preconizados, para que sejam dimensionados os recursos necessários aos investimentos e avaliada a viabilidade e as alternativas para a sustentação econômica da gestão e da prestação dos serviços conforme os objetivos do Plano.

Como efetivo mecanismo de planejamento, é imperioso que os programas, projetos e ações sejam contemplados pelo Plano Plurianuais dos Municípios, bem como por outros planos correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento e as formas de acompanhamento e avaliação e de integração entre si e com outros programas e projetos de setores afins. A fim de fornecer orientações dos gestores responsáveis pelo planejamento e execução do Plano, nessa Etapa importante apresentar a programação de Investimentos que contempla ações integradas e ações relativas a cada um dos serviços, com a estimativa de valores, cronograma das aplicações, fontes de recursos, dentro da perspectiva de universalização do atendimento. Nessa vereda, deverão ser consideradas não somente a capacidade econômica e financeira do município e dos prestadores de serviço, como também as condições socioeconômicas da população.

Nesse sentido, o Plano de Execução contemplará o caminho a ser adotado para execução dos programas, projetos e ações. A programação da implantação dos programas, projetos e ações deverá ser desenvolvida considerando metas em horizontes temporais distintos: (i) Imediatos ou emergenciais - até 3 anos; (ii) Curto prazo - entre 4 a 8 anos; (iii) Médio prazo entre 9 a 12 anos; e (iv) Longo prazo - entre 13 a 20 anos.

O Plano de Execução deverá contemplar os principais recursos (financeiros ou não) possíveis para a implementação dos programas, projetos e ações definidas, bem como os respectivos responsáveis. É importante destacar que os recursos estimados servem para cobrir os custos de implantação, em sua grande não estão contemplados previamente nos orçamentos municipais.

Com efeito, deverão ser refletidos nos PPA's municipais a partir de então. Desta feita, poderão ser consideradas outras fontes possíveis de recursos provenientes de programas do governo federal, estadual, emendas parlamentares, bem como recursos privados por meio de empréstimos.

Todos os programas e ações presentes nessa Etapa buscam atender aos requisitos do art. 19 da Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), quais sejam: programas e ações de capacitação técnica voltados para sua implantação e operacionalização; programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos; programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, se houver; mecanismos para a criação de fontes de

negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos; ações preventivas e corretivas a serem praticadas, incluindo programa de monitoramento.

Com as ações anteriores o Plano de Ações para eventos de Emergência e Contingência (inundações, enchentes, racionamentos, etc.) evidenciados no diagnóstico, e então deverão ser definidas as medidas necessárias para atender a estas situações, conforme ocorrências potenciais a serem identificadas.

#### **4 – REFERÊNCIAS**

- Agência Portuguesa de Meio Ambiente, 2019. Disponível em:  
<https://apambiente.pt/?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936>, Acesso em 14 out. 2020.
- Carneiro, L., 2015 Análise termo econômica e ambiental de uma usina de aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.pucrio.br/26682/26682.PDF>
- Efremov, 2020 - Comparative analysis of MSW thermal utilization technologies for environment friendly WtE plant – Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/337463702\\_Comp...\\_thermal\\_utilization\\_technologies\\_for\\_environment\\_friendly\\_WtE\\_plant](https://www.researchgate.net/publication/337463702_Comp...)
- European Comission, 2016 - Towards a better exploitation of the technical potential of waste-to-energy – Disponível em:  
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104013/wte%20report%20full%2020161212.pdf>
- [PLANARES, disponível em: <http://consultasp...> /wpcontent/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%BAblica.pdf ].
- WMW, 2020 - Waste to Energy for Integrated Waste Management in India – Disponível em: <https://waste-management-world.com/a/waste-to-energy-for-integrated-wastemanagement-in-india>.
- World Bank, 2018a - Decision Maker's Guides for Solid Waste Management Technologies – Disponível em:  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/125061538762440170/pdf/Decision-maker-sguides-for-solid-waste-management-technologies.pdf>.
- ABREN - Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos, disponível em:

[https://abren.org.br.](https://abren.org.br)

- ENEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, disponível em:

<https://antigo.aneel.gov.br/>

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística:

- 1 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/carnaubal.html>
- 2 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/croata.html>
- 3 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/guaraciaba-do-norte.html>
- 4 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/ibiapina.html>
- 5 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/sao-benedito.html>
- 6 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/tiangua.html>
- 7 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/ubajara.html>
- 8 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/vicosa-do-ceara.html>

- Área Territorial: Área territorial brasileira 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023

- População residente: Censo 2022: População e Domicílios - Primeiros Resultados - Atualizado em 22/12/2023

- Densidade demográfica: Censo 2022: População e Domicílios - Primeiros Resultados - Atualizado em 22/12/2023

- Escolarização 6 a 14 anos: IBGE, Censo Demográfico 2010

- IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD

- Mortalidade infantil: Ministério da Saúde, Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS 2022

- Total de receitas brutas realizadas: Siconfi: Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Brasília, DF, [2023]. Disponível em:

[https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta\\_finbra/finbra\\_list.jsf](https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf). Acesso em: jun. 2024, Contas anuais. Receitas orçamentárias realizadas (Anexo I-C) 2023 e Despesas orçamentárias empenhadas (Anexo I-D) 2023. In: Brasil. Secretaria do Tesouro Nacional

- Total de despesas brutas empenhadas: Siconfi: Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: [https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta\\_finbra/finbra\\_list.jsf](https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf). Acesso em: jun. 2024, Contas anuais. Receitas orçamentárias realizadas (Anexo I-C) 2023 e Despesas orçamentárias empenhadas (Anexo I-D) 2023. In: Brasil. Secretaria do Tesouro Nacional
- PIB per capita: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA
- Demais itens de consulta não listados anteriormente.