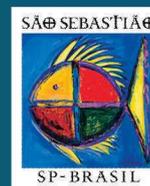




Município de São Sebastião



**SERVIÇOS DE ENGENHARIA PARA REALIZAÇÃO DE  
CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E  
ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE CONCESSÃO PARA A  
MODERNIZAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO  
INTEGRADA DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E DE  
GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO - SP**

**PRODUTO III – Modelo Operacional**

**JULHO DE 2022**



**SERVIÇOS DE ENGENHARIA PARA REALIZAÇÃO DE CONSULTORIA PARA  
ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE CONCESSÃO  
PARA A MODERNIZAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO INTEGRADA DOS  
SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO - SP**

**PRODUTO III – MODELO OPERACIONAL**

**JULHO DE 2022**



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>MODELO OPERACIONAL.....</b>	<b>5</b>
1.1	SERVIÇOS A SEREM MANTIDOS .....	5
1.1.1	COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES.....	5
1.1.2	UNIDADE DE TRANSBORDO .....	7
1.1.3	TRANSPORTE E DESTINO FINAL DE RESÍDUOS DOMICILIARES.....	8
1.1.4	COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS PASSÍVEIS DE RECICLAGEM .....	9
1.1.5	COLETA DE RESÍDUOS VOLUMOSOS .....	10
1.1.6	LIMPEZA DE PRAIAS .....	10
1.1.7	FORNECIMENTO, HIGIENIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CONTENTORES E DE PAPELEIRAS.....	11
1.1.8	SERVIÇOS DE ZELADORIA .....	11
1.2	SERVIÇOS A SEREM IMPLANTADOS.....	12
1.2.1	COLETA DE RESÍDUOS VERDES.....	12
1.2.2	COLETA, TRANSPORTE E BRITAGEM DE RESÍDUOS INERTES .....	13
1.2.3	UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS COM GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	14
1.2.4	UNIDADE DE TRIAGEM DE RESÍDUOS PASSÍVEIS DE RECICLAGEM .....	24
1.2.5	IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ECOPONTOS .....	25
1.3	OUTROS SERVIÇOS ASSOCIADOS À CONCESSÃO .....	26
1.3.1	APOIO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	26
1.3.2	IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE CENTRAL DE INFORMAÇÕES À POPULAÇÃO.....	27

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Limites de Emissão para URE – SMA nº 79/2009 .....	19
Tabela 2. Unidade de Recuperação Energética - URE .....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. Gaseificador de leito fluidizado circulante .....	16
Figura 2. Composição elementar do gás .....	18
Figura 3. Fluxograma dos Processos.....	20
Figura 4. Linha de Processamento de Resíduos (CDRu) .....	21
Figura 5. Simulação da Implantação - Unidade de Reaproveitamento Energético .....	22
Figura 6. Planta Esquemática – Unidade de Tratamento e Geração de Energia.....	22



## APRESENTAÇÃO

Apresenta-se neste relatório o PRODUTO III – MODELO OPERACIONAL com características e diretrizes dos serviços associados ao manejo dos resíduos sólidos e aos demais serviços de limpeza urbana em execução no Município que constituem o objeto do projeto de CONCESSÃO patrocinada e os dimensionamentos referenciais apresentados.

O Modelo Operacional aborda as condições para a realização dos serviços objeto da CONCESSÃO, com os aspectos relevantes ao dimensionamento dos serviços relacionados.



## **1 MODELO OPERACIONAL**

Neste modelo operacional, objeto do presente estudo, são considerados serviços hoje realizados e que serão mantidos, e em alguns casos ampliados, assim como os novos serviços a serem implantados ao longo do período da CONCESSÃO.

O modelo operacional apresenta as características do dimensionamento adotado neste projeto referencial, cabendo a futura CONCESSIONÁRIA, executar as atividades mínimas e mandatórias definidas no edital, mantendo os padrões quali-quantitativos e atendimento constante aos indicadores de desempenho do contrato, que garantam o atendimento adequado da população do Município de São Sebastião.

### **1.1 SERVIÇOS A SEREM MANTIDOS**

#### **1.1.1 Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares**

##### **1.1.1.1 Serviços a Serem Realizados na Alta Temporada**

Define-se para o presente estudo a Alta Temporada como o período compreendido entre os meses de dezembro a março do ano seguinte, onde há um acréscimo significativo de população flutuante no Município, basicamente de turistas, em toda a sua extensão litorânea, em função da temporada de verão.

Verifica-se com o aumento da população uma piora significativa nas condições de transporte em todo o Município, uma vez que a rodovia SP-055, seu principal eixo viário, tem um acréscimo de tráfego significativo, exigindo o aumento de recursos para a manutenção do atendimento aos serviços nos níveis adequados estabelecidos, tanto para o manejo como para a limpeza urbana no Município.

Para este período, conforme constante da Tabela 10, apresentada no Produto II - Estudos Técnicos, a quantidade média estimada de resíduos domiciliares a serem coletados em São Sebastião é 4.685,65 toneladas mensais.



Verificam-se adequadas as condições de setorização, de frequências e de períodos de execução destes serviços, as quais não sofrerão alterações, tanto para a região da Costa Sul como para a Costa Norte.

Eventuais propostas de adequações que se mostrem necessárias e otimizações para um melhor atendimento aos munícipes deverão sempre ser justificadas e avaliadas junto a Administração do Município.

Para o atendimento da alta temporada, foram considerados no presente estudo os seguintes recursos:

- Veículos:
  - Dez Caminhões Coletores Compactadores, com caixa de 19 m<sup>3</sup>, sendo um deles de reserva.
  - Sete Caminhões Coletores Compactadores, com caixa de 15 m<sup>3</sup>, sendo um deles de reserva.
  - Dois Caminhões Coletores Compactadores, com caixa de 8 m<sup>3</sup>, para o atendimento dos locais de difícil acesso dentro do Município de São Sebastião.

Será responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a correta adequação às normas e condições dos acordos e convenções sindicais vigentes, sendo seu encargo o dimensionamento e eventuais recursos adicionais a serem destinados aos serviços, tais como garagem, pessoal de apoio e manutenção, gerência, coordenação dos serviços, entre outros.

### **1.1.1.2 Serviços a Serem Realizados na Baixa Temporada**

Baixa temporada é o período compreendido entre os meses de abril a novembro de cada ano, onde há uma redução da população flutuante no Município.

Nesta época do ano, conforme apresentado no PRODUTO II - ESTUDOS TÉCNICOS, a quantidade média estimada de resíduos domiciliares a serem coletados neste período é 3.679,98 toneladas mensais.

Verificam-se adequadas as condições de setorização atuais, de frequências e de períodos de execução destes serviços, as quais encontram-se adotadas nesse estudo, tanto para a região da



Costa Sul como para a Costa Norte. Eventuais propostas de adequações que se mostrem necessárias e otimizações para um melhor atendimento aos Municípios poderão sempre ser justificadas e avaliadas junto a Administração do Município e a futura CONCESSIONÁRIA.

Para efeito de atendimento a estas condições da alta temporada, deverão ser considerados os seguintes recursos a serem disponibilizados:

- Veículos
  - Sete Caminhões Coletores Compactadores, com caixa de 19 m<sup>3</sup>, sendo um deles de reserva.
  - Quatro Caminhões Coletores Compactadores, com caixa de 15 m<sup>3</sup>, sendo um deles de reserva.
  - Dois Caminhões Coletores Compactadores, com caixa de 8 m<sup>3</sup>, para o atendimento dos locais de difícil acesso dentro do Município de São Sebastião.

Será responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a correta adequação às normas e condições dos acordos e convenções sindicais vigentes, sendo seu encargo o dimensionamento e eventuais recursos adicionais a serem destinados aos serviços, tais como garagem, pessoal de apoio e manutenção, gerência, coordenação dos serviços, ou outros.

### **1.1.2 Unidade de Transbordo**

A futura CONCESSIONÁRIA deverá utilizar a unidade de transbordo atual, na Rua dos Macucos, no Bairro do Jaraguá, para a recepção dos resíduos domiciliares até o final do mês de outubro de 2022, sendo o principal local de transferência dos resíduos domiciliares a serem coletados em São Sebastião, tanto na época da alta como da baixa estação, para após esse período os resíduos deverão ser encaminhados a um destino final adequado.

A área para a implantação da unidade de transbordo será fornecida pela Prefeitura Municipal de São Sebastião. Nesta área a CONCESSIONÁRIA deverá implantar as instalações e equipamentos necessários à sua operação, inclusive uma balança com capacidade para 60 toneladas, e executar as obras para a adequação da unidade para a prestação dos serviços.



Esta unidade principal de transbordo deverá ser utilizada apenas durante os dois primeiros anos da CONCESSÃO. No terceiro ano de CONCESSÃO os resíduos deverão ser encaminhados a uma unidade de tratamento, para a destinação final com recuperação energética dos resíduos sólidos.

Esta área onde será instalado o transbordo está contida onde estarão instaladas as unidades de tratamento de resíduos, a unidade de triagem de resíduos passíveis de reciclagem e a unidade de britagem dos resíduos inerte. Esta área onde será instalado o transbordo, ainda, não está definida qual a sua finalidade futura, sem, portanto, uma previsão para a recuperação da mesma.

Em função das longas distâncias de percurso pelos veículos coletores compactadores, que atuam na Costa Sul do Município, principalmente no trecho entre Boiçucanga e a divisa com o Município de Bertioga, e da atual adoção do transporte destes resíduos coletados para destinação final em local adequado e licenciado, está prevista a implantação de um transbordo de porte menor para apoio a operação, com a destinação posterior ao transbordo principal (Bairro do Jaraguá) e a um único aterro sanitário, e a partir do terceiro ano da CONCESSÃO a unidade de tratamento a ser implementada pela CONCESSIONÁRIA.

Para a operação e o transporte de resíduos deverá ser adotado veículo que possa transitar pela SP-055 em todo o segmento contido no Município de São Sebastião, de acordo com as normas de transporte definidas pelo DER-SP e limitações de viários.

### **1.1.3 Transporte e Destino Final de Resíduos Domiciliares**

Atualmente os resíduos sólidos domiciliares de São Sebastião são encaminhados a dois aterros sanitários devidamente licenciados. O aterro sanitário da empresa Terrestre Ambiental, instalado no Município de Santos, atende apenas a parte da Costa Sul e o aterro sanitário instalado no Município de Jambuí recebe a maior parte dos resíduos coletados em São Sebastião.

Ambos aterros apresentam distâncias similares de transporte para o encaminhamento dos resíduos coletados, na ordem de 100 quilômetros.

Entretanto, mesmo que os aterros estejam com todas as licenças válidas e vigentes, e ainda com condições de recepção dos resíduos por ainda um longo tempo, este tipo de destinação não atende exatamente ao que prescreve a Política Nacional de Resíduos Sólidos, constante da Lei



12.305/2010, onde atualmente estabelece-se que deverão ser encaminhados a aterro sanitário apenas rejeitos, após o devido tratamento dos resíduos.

O recém-apresentado Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o PLANARES, define reduções significativas de volume para a disposição final de resíduos, conforme mostrado no PRODUTO II - ESTUDOS TÉCNICOS.

No período da utilização destes aterros sanitários a CONCESSIONÁRIA deverá se responsabilizar pelas tarifas cobradas nestas unidades.

O transporte para o aterro de Jambeiro poderá ser realizado através de carretas com capacidade de 55 m<sup>3</sup> de resíduos, desde que em momento algum o peso a ser transportado exceda a 22 toneladas. Enquanto o transbordo a ser implantado na Costa Sul não estiver em operação, a CONCESSIONÁRIA deverá adotar a alternativa adequada para o transporte dos resíduos.

#### **1.1.4 Coleta Seletiva de Resíduos Passíveis de Reciclagem**

Deverão ser implantadas três equipes para a coleta seletiva dos resíduos que sejam passíveis de reciclagem. Estas equipes atuarão de acordo com a setorização a ser definida pela CONCESSIONÁRIA, assim como suas frequências e períodos de operação.

Os serviços deverão ser realizados de segunda a sábado semanalmente, ficando a cargo da CONCESSIONÁRIA a implantação de um ou dois turnos de operação em cada um dos dias, com a garantia do pleno atendimento dos indicadores da CONCESSÃO e em conformidade com as diretrizes gerais definidas pelas Administração do Município.

Até a implantação da nova unidade de triagem, a ser implantada pela CONCESSIONÁRIA até o terceiro ano de seu contrato, considera-se encaminhar todos os resíduos coletados para a unidade de triagem hoje existente, instalada atualmente na Rua Minas Gerais, região central da cidade de São Sebastião.

A CONCESSIONÁRIA deverá implantar a coleta seletiva, com no mínimo três equipes, através de caminhões com caçamba de madeira, dotados de proteção lateral (tipo gaiola), ou alternativamente através de caminhões coletores compactadores com caixa compactadora com



volume de 15 m<sup>3</sup>. Cada equipe deverá ser composta de um motorista e dois coletores de resíduos.

A estrutura operacional de apoio deverá ser adequada à execução dos serviços e dentro das necessidades da CONCESSIONÁRIA.

### **1.1.5 Coleta de Resíduos Volumosos**

Está prevista a realização dos serviços de coleta de resíduos volumosos por uma equipe, composta por um motorista e três ajudantes gerais. Considera-se a operação de um caminhão com chassi de 17 toneladas de PBT, dotado de carroceria de madeira.

Deverá ser disponibilizado um único caminhão com chassi de 17 toneladas de PBT, dotado de carroceria de madeira.

A programação dos serviços será determinada pela Prefeitura Municipal de São Sebastião em conjunto com a CONCESSIONÁRIA e deverá estar dentro das frequências definidas, para atendimento da demanda da coleta para todo o Município.

### **1.1.6 Limpeza de Praias**

São os serviços necessários à limpeza e higienização de praias e deverão ser executados desde Boracéia, na divisa sul com Bertioga, até a Praia do Canto do Mar na divisa com Caraguatatuba.

É estimado um total a ser varrido da ordem de 20 milhões de metros quadrados de praias mensalmente, dentro da frequência a ser definida entre a Prefeitura de São Sebastião e a CONCESSIONÁRIA. Estes serviços deverão estar concluídos diariamente até às nove horas da manhã, no sentido de permitir a utilização das praias, com mínima interferência no bem-estar da população. A CONCESSIONÁRIA poderá executar serviços pontuais de limpeza nas praias após o horário determinado para manutenção das condições ideais.

A CONCESSIONÁRIA poderá executar serviços pontuais de limpeza nas praias após o horário determinado inicialmente para seu término, desde que a interferência com os usuários seja a menor possível.



Para a execução destes serviços com a retirada dos resíduos coletados, estão previstos dois caminhões com chassis de até 12 toneladas de PBT, dotados de caçambas basculantes com volume de até 6 m<sup>3</sup> e dois equipamentos higienizadores e revolvedores de areia das praias.

Para a execução destes serviços com a retirada dos resíduos coletados, estão previstos dois caminhões com chassis de até 12 toneladas de PBT, dotados de caçambas basculantes com volume de até 6 m<sup>3</sup> e dois equipamentos higienizadores e revolvedores de areia das praias

Faz parte dos serviços previstos a recepção dos resíduos coletados em ilhas pertencentes ao Município de São Sebastião, cuja retirada está prevista ser feita por um barco e uma equipe de dois coletores de resíduos.

A CONCESSIONÁRIA deverá prever veículos de transporte de seu efetivo, conforme legislação pertinente, não sendo permitido o transporte em caçambas de caminhões.

### **1.1.7 Fornecimento, Higienização e Manutenção de Contentores e de Papeleiras**

Além dos contentores hoje implantados no Município, assim como das papeleiras para a recepção de pequenos volumes de resíduos despejados pela população ao longo das vias, deverão ser adicionalmente implantados mais quinhentos contentores em PEAD de 1000 litros e mais 1000 unidades de papeleiras.

A manutenção destas unidades, assim como sua higienização, será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA, que deverá disponibilizar uma equipe própria para estes serviços.

O posicionamento destas unidades será definido pela Prefeitura Municipal de São Sebastião e pela CONCESSIONÁRIA.

### **1.1.8 Serviços de Zeladoria**

Correspondem aos serviços de zeladoria urbana relativos a varrição manual de vias públicas, raspagem de sarjetas e vias, pintura de meio fio e de postes, limpeza de locais de feiras e de outros eventos, serviços de capinação manual e serviços de roçada manual e mecanizada de Áreas Públicas.



As quantidades de serviços mensais previstos são as seguintes:

- Varrição Manual de Vias na extensão mensal de 7.561,11 quilômetros mensais de eixos;
- Raspagem de Vias na extensão de 176,61 quilômetros mensais;
- Pintura de Meio Fio e de Postes também na extensão de 176,61 quilômetros mensais;
- Limpeza de Locais de Feiras e de Eventos: consumo de 70 Homens x hora mensais;
- Serviços de Capinação Manual em uma área de 60.859,43 m<sup>2</sup> mensais;
- Serviços de Roçada Mecanizada com área prevista de 1.420.626 m<sup>2</sup> por mês;
- Serviços de Roçada Manual: em uma área de 118.385,54 m<sup>2</sup> mensais.

Para a execução destes serviços são previstos:

- 1 Encarregado geral;
- 21 Fiscais de turma;
- 2 Motoristas; e
- 212 Varredores;
- 11 Roçadores;
- 44 Ajudantes de serviços gerais
- 20 operadores de Roçadeiras
- 8 capinadores

Ficará a cargo da futura CONCESSIONÁRIA a definição da equipe para a execução dos serviços, de acordo com o seu plano operacional, desde que garantidos os níveis de serviço estabelecidos.

Para apoio a operação são previstos dois caminhões basculantes com capacidade de 6 m<sup>3</sup> cada.

## **1.2 SERVIÇOS A SEREM IMPLANTADOS**

### **1.2.1 Coleta de Resíduos Verdes**

A coleta de resíduos verdes deverá ser executada, coletando e retirando os resíduos verdes resultantes da poda de jardins e demais áreas verdes privadas e encaminhamento para uma área de compostagem a ser instalada no bairro do Jaraguá.



A programação dos serviços será desenvolvida pela Prefeitura de São Sebastião em conjunto com a CONCESSIONÁRIA.

Deverão ser disponibilizados dois caminhões com carroceria de madeira ou basculante para o transporte dos resíduos, dotados garra para o recolhimento dos resíduos depositados. Na área onde serão depositados os resíduos deverá ser implantado um triturador de galhos.

Deverão ser montadas duas equipes. Cada uma delas deve ser composta de um fiscal de turma, um motorista e três ajudantes de serviços gerais, além de todas as ferramentas necessárias e adequadas a esta execução.

## **1.2.2 Coleta, Transporte e Britagem de Resíduos Inertes**

A coleta, transporte e britagem de resíduos inertes serão realizados em toda a área física do Município de São Sebastião, retirando os resíduos e restos de construção civil depositados irregularmente em vias públicas e em terrenos baldios.

Para a retirada destes resíduos a CONCESSIONÁRIA deverá disponibilizar as equipes e equipamentos necessários. Estão previstos uma retroescavadeira e um caminhão com PBT de 24 toneladas, além de uma equipe composta de um fiscal de turma, um motorista, um operador de equipamentos e três ajudantes de serviços gerais.

A CONCESSIONÁRIA deverá implantar uma unidade de britagem no Município, em área indicada e pertencente ao Município.

Estão previstos nesta área os serviços preliminares de preparação para a recepção da unidade de britagem e uma área coberta para as atividades de apoio ao pessoal nela alocado, com estruturas de apoio, tais como vestiário, sanitário e refeitório.

A licença ambiental para a operação desta unidade será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

Exclusivamente para utilização nesta área, considerou-se uma pá carregadeira e um caminhão basculante para o transporte e movimentação da carga britada.



Por sua vez a unidade de britagem deverá atender a uma capacidade mínima diária de até 5 toneladas de material a ser britado. Esta unidade deverá conter um alimentador vibratório, um britador de impacto, três transportadoras de materiais britados, peneira vibratória para a separação em pelo menos três frações de material britado e instalações elétricas necessárias a sua adequada utilização.

### **1.2.3 Unidade de Tratamento de Resíduos com Geração de Energia Elétrica**

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, representada pela lei 12.305/2010, atualmente é permitido apenas o lançamento de rejeitos em aterros sanitários. A diretriz do recém-publicado Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o PLANARES, informa que o percentual do reaproveitamento de resíduos, deverá ser da ordem de 14% em 2024 e de 63,9% em 2040.

Estabelece-se, desta forma, como premissa da futura CONCESSÃO a preocupação do tratamento de todos os resíduos coletados e sua redução substancial de volume e de rejeitos para aterro, através da utilização de uma unidade eficiente de tratamento de resíduos sólidos domiciliares que, na prática, constitui uma oportunidade ambiental e de receitas acessórias para a viabilidade técnico-econômica da CONCESSÃO.

A solução de gaseificação deverá atender às normas especificadas pela Resolução CONAMA 316/2002 e pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SMA-79. e o parágrafo 1º do artigo 9º da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos -PNRS, em que a recuperação energética dos resíduos sólidos será condicionada à comprovação de sua viabilidade ambiental:

“§ 1o Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.”

No quesito de emissões a tecnologia de gaseificação apresenta uma grande vantagem considerando que a baixa utilização de oxigênio elimina grande parte da produção de gases poluentes como SOX, NOX, dioxinas e furanos, além do todo cloro e enxofre é abatido pela



atuação de calcário adicionado no leito permitindo a destruição a baixo custo de resíduos perigosos.

Isto porque na gaseificação, tem-se um consumo de oxigênio em volume muito menor do que o exigido na incineração, aproximadamente 7 vezes menor.

Do ponto de vista ambiental, uma distinção importante entre a gaseificação e a combustão convencional é a possibilidade de tratar o gás combustível antes da queima para geração de energia. Nestas condições o tratamento do gás ocorre em volume menor que o volume equivalente de produtos de combustão, é mais simples e permite a remoção de precursores de poluentes atmosféricos tipicamente formados a posteriori como dioxinas e furanos (PCDD/Fs).

### **1.2.3.1 GASEIFICADOR POR LEITO FLUIDIZADO**

A fluidização baseia-se fundamentalmente na circulação de sólidos juntamente com um fluido (gás ou líquido) impedindo a existência de gradientes de temperatura, de pontos muito ativos ou de regiões estagnadas no leito, proporcionando também um maior contato superficial entre sólido e fluido, favorecendo a transferência de massa e calor.

Gaseificadores de leito fluidizado circulante diferem-se do leito borbulhante pelo fato de não haver uma separação bem definida entre a zona de sólidos densos e a zona de sólidos diluídos (CALLE, 2005). Segundo Nogueira (2009) o gás possui velocidade moderada (de 3 a 6 m/s), onde as partículas grandes não são arrastadas e as pequenas sim, onde há um sistema de reciclo conforme figura a seguir, onde os sólidos são separados do gás e levados de volta ao leito.

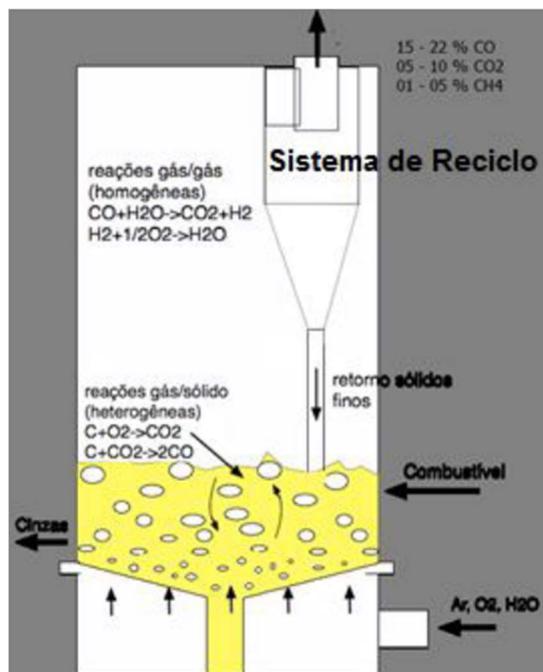


Figura 1. Gaseificador de leito fluidizado circulante

A principal importância do gaseificador em leito fluidizado, é que o mesmo pode processar uma variedade muito grande de materiais, e essa gaseificação é total e não parcial como em outros gaseificadores, efetuando a totalidade das reações químicas previstas, sem sobra de resíduos prejudiciais ao meio ambiente e ao homem. Dentre outras características, a gaseificação em leito fluidizado em comparação a gaseificação em leito fixo, demonstra maior tolerância à umidade presente no combustível, não necessidade de preocupação com o grau de inchamento bem como a granulometria do produto utilizado, podendo ser utilizados combustíveis líquidos ou pastosos no processo.

A gaseificação em leito fluidizado se apresenta bastante promissora. Este fato se deve principalmente à possibilidade de utilização de combustíveis como bagaço de cana, casca-de-arroz, resíduos sólidos urbanos e industriais entre outros, vantajosos pelos baixos preços de comercialização e grande disponibilidade.

Mas principalmente, estes biocombustíveis são de difícil gaseificação por métodos tradicionais como leito fixo, devido às suas características de umidade, granulometria, baixa densidade, dentre outras, sendo a fluidificação a solução para o aproveitamento energético destes insumos.



Tendo em vista a ausência de O<sub>2</sub> no processo de gaseificação, não há formação de componentes tóxicos como NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dioxinas ou furanos. Dioxinas e furanos são compostos poli-clorados cujo núcleo central é formado por dois anéis de benzeno ligados por um ou dois átomos de oxigênio que formam um terceiro anel central.

As dioxinas e furanos provêm essencialmente de processos químicos industriais e processos térmicos (de combustão) especialmente quando estão envolvidas temperaturas baixas, entre 250<sup>o</sup>- 500<sup>o</sup>C, que favorecem a sua formação (Chang & Huang, 2000).

### 1.2.3.2 CDR NO GASEIFICADOR

O reator termoquímico, de tecnologias registradas, configura a operação responsável por converter um combustível sólido em um combustível gasoso apto a ser aplicado para geração de energia.

Após confeccionado e armazenado, o combustível derivado de resíduo (CDR) é transportado do galpão de processamento da planta de beneficiamento para o silo dosador da torre do reator termoquímico. Este transporte é efetuado por meio de um transportador pneumático, o qual também auxilia no abatimento final de umidade até o silo dosador.

A função deste silo é de promover a mistura entre o CDR com o carbonato de cálcio, que atua como agente neutralizante para componentes ácidos sintetizados pelo cloro e enxofre elementar contido no RSU, evitando assim a formação de hidrácidos que podem formar óxidos de cloro e enxofre na chaminé da caldeira.

Para converter o CDR no gás de síntese, o mesmo é extraído do silo dosador através de esteiras extratoras. Na trajetória, as roscas de consumíveis (calcário e sílica) também adicionam o quantitativo necessário no CDR transportado, para alimentação conjunta.

No final do curso de transporte, o CDR com os consumíveis alcança duas capelas que transportam por gravidade o combustível para um conjunto de válvulas de alimentação do tipo guilhotina, com quatro válvulas em cada conjunto.

As válvulas abrem e fecham alternadamente, formando “comportas” com o combustível até alcançar uma rosca alimentadora sem-fim, a qual introduz o material de forma contínua no reator termoquímico.

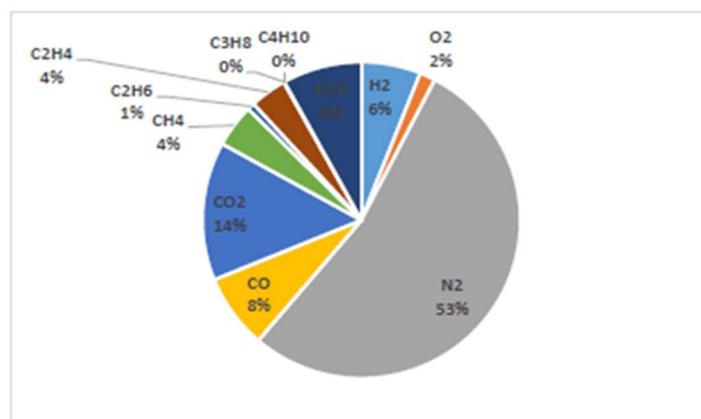
A esteira de dosagem do CDR é controlada por um inversor de frequência, conduzido por software interno para realizar o controle e equilíbrio do processo de gaseificação em vista das variáveis de entrada coletadas pela instrumentação da planta. O software controla a planta automaticamente, sem intervenção humana, e o supervisor em conjunto com o CLP com IHM integrada deixa a interface para o acompanhamento do operador prática e intuitiva.

Dentro do reator, o resíduo alcança a zona do leito com a temperatura de aproximadamente 850 °C. O leito encontra-se fluidizado pelo fluxo ascendente de ar de processo, o qual provém de um conjunto de sopradores industriais com rotor de pás inclinadas para trás, balanceados estaticamente e dinamicamente para altas pressões. Para este objetivo, um conjunto de soprador fica operante e outro em stand-by.

O ar é injetado no plenum em condições subestequiométricas, transita pelos bicos injetores formando um movimento turbulento de homogeneização entre o leito (sílica) e o CDR alimentado. O oxigênio proveniente do ar atmosférico é instantaneamente consumido em reações espontâneas de oxidação incompleta, permitindo a manutenção da temperatura da gaseificação.

Os demais componentes do CDR, instáveis devido a temperatura e com ausência de oxigênio para combustão, sofrem reações secundárias de craqueamento térmico e são convertidos em gás de síntese.

O gás é transportado pelo corpo do reator em baixas velocidades, permitindo período suficiente no tempo de residência para as reações gás/gás, gerando a composição final do combustível.



Composição elemental do gás de síntese - Análise da White Martins na planta de gaseificação da Carbogas Energia em Mauá com alimentação de CDR

Figura 2. Composição elemental do gás

As emissões na chaminé deverão atender aos limites estabelecidos pela resolução SMA nº 79/2009 da CETESB, a qual estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia – URE no Estado de São Paulo.

A referida normativa detém limites de emissão compatíveis com as respectivas normas europeias, visando atender o critério de melhor tecnologia prática disponível e minimizar os impactos deletérios à saúde pública e ao meio ambiente.

Os limites de emissão estabelecidos na SMA nº 79/2009 são apresentados na Tabela a seguir:

**Tabela 1. Limites de Emissão para URE – SMA nº 79/2009**

Parâmetro	Concentrações (mg/Nm <sup>3</sup> , bs, 11% O <sub>2</sub> )	Parâmetro	Concentrações (mg/Nm <sup>3</sup> , bs, 11% O <sub>2</sub> )
Material Particulado (MP)	10	Ácido Clorídrico (HCl)	10
Óxidos de Enxofre (SOx)	50	Ácido Fluorídrico (HF)	1
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	200	Hidrocarbonetos Totais (HCT)	10
Cd + Tl e seus compostos	0,05	Monóxido de Carbono (CO)-	50
Hg e seus compostos	0,05	Dioxinas e Furanos *	0,1*
Pb+As+Co+Ni+Cr+Mn+Sb+Cu+V e seus compostos	0,5		-

### 1.2.3.3 CINZAS DO GASEIFICADOR

Após completado o processo no reator, a parte sólida restante denominada cinzas, é retirada da grelha por movimentos repetitivos ou extraída por uma rosca sem fim em no sistema de leito fluidizado.

A quantidade de rejeito de material sólido após o processo de gaseificação varia de 12 a 30% em massa ou de 4 a 10% em volume do material original de entrada. Possui o aspecto de coloração cinza, sendo um material totalmente inerte e esterilizado e apto para ser destinado a aterros sanitários controlados ou mesmo aplicado à construção civil (tijolos, capeamento de estradas, etc.).

Outro meio de descarte das cinzas são as fábricas de cimento onde as mesmas podem ser inseridas nos fornos de clínquer para substituição de matéria prima.

### 1.2.3.4 PLANTA PREVISTA

Para o tratamento e aproveitamento energético à partir dos rejeitos prevê-se a implantação de unidade composta de sistema de separação de recicláveis, principalmente formado por materiais ferrosos e vidros e produção de CDR (Combustível Derivado de Resíduo) para processamento em reator termoquímico (gaseificador) e posterior geração de energia através do gás de síntese gerado.

FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS

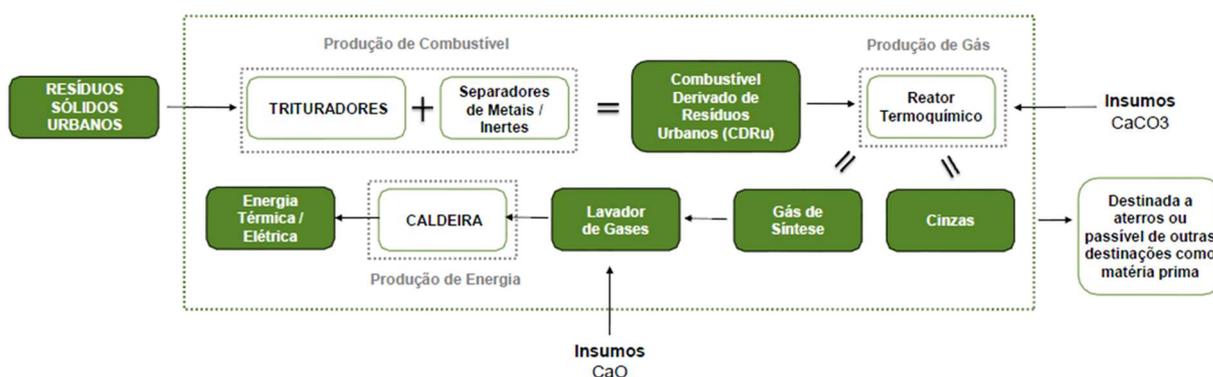


Figura 3. Fluxograma dos Processos

O processo contempla a separação de resíduos até a formação do CDR e prevê o tratamento dos efluentes líquidos gerados.



**Figura 4. Linha de Processamento de Resíduos (CDRu)**

O sistema previsto considerando o volume médio 150 t/dia possibilitará ter uma potência instalada de 3,85 MW.

**Tabela 2. Unidade de Recuperação Energética - URE**

Geração de Energia	Mw
Potência Instalada - MW	3,85
Fator de Capacidade	92%
Consumo Interno - MW	0,462
Potência disponível - MW	3,08
Horas produtivas ano	8.059
Geração Anual - Kwh/ano	24.822.336
Tonelada RSU/dia	150

(\*) Solução referencial dos estudos: Unidade de Gaseificação

A unidade prevista poderá ser instalada em área onde atualmente opera o transbordo de resíduos.

A unidade de tratamento deverá ser instalada na área do Jaraguá, em local pertencente à Prefeitura Municipal de São Sebastião, e caberá exclusivamente à CONCESSIONÁRIA a obtenção das licenças ambientais adequadas.

Esta unidade deverá ter a capacidade mínima de tratamento de 150 toneladas de resíduos coletados no início de sua operação.



- 1 - Unidade de Recuperação Energética - URE
- 2 - Unidade de Separação Mecanizada de Recicláveis
- 3 - Unidade de Transbordo

Figura 5. Simulação da Implantação - Unidade de Reaproveitamento Energético

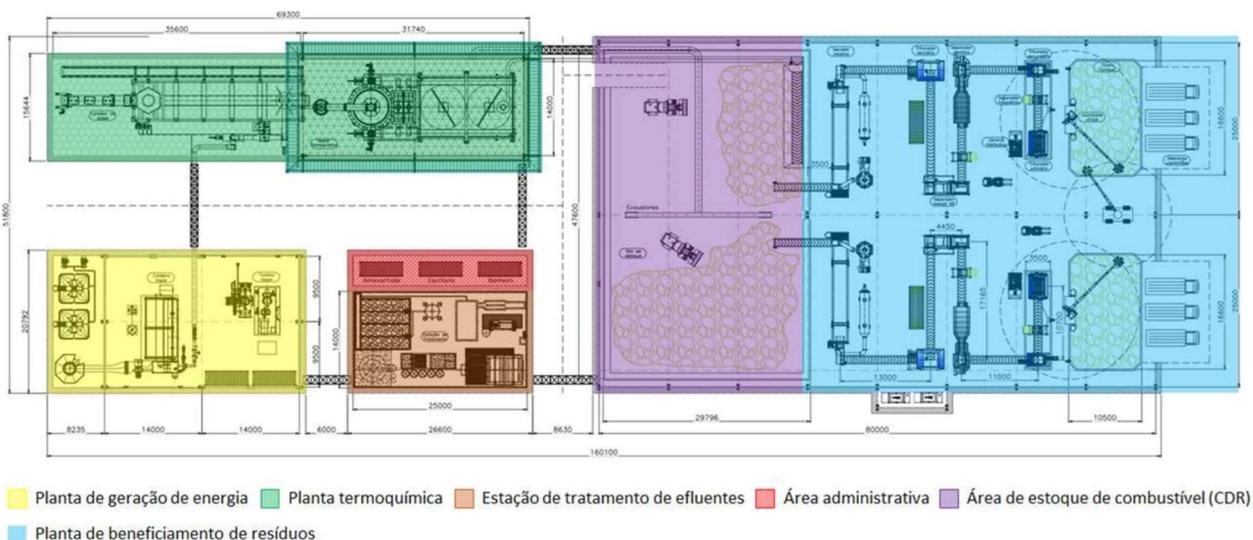


Figura 6. Planta Esquemática – Unidade de Tratamento e Geração de Energia

Além do aproveitamento dos resíduos em algo que seja produtivo e que agregue mais valor aos resultados da futura CONCESSÃO, na prática se verifica a oportunidade ambiental e de se obter resultados financeiros ao processo.



Com base nos aspectos citados, haverá a obrigatoriedade por parte do futuro Concessionário da implantação de uma unidade para o tratamento e a geração de energia elétrica, aproveitando como matriz para esta mesma geração, os resíduos sólidos domiciliares gerados no Município de São Sebastião.

Desta maneira, a CONCESSIONÁRIA deverá oferecer obrigatoriamente uma redução mínima de 85%, em toda a massa de resíduos destinados ao processo de tratamento com a geração de energia, mediante processos adequados, inclusive, de tecnologia associada à redução de massa. Neste total serão considerados os valores de rejeitos do processo e os eventuais produtos a serem encaminhados para reciclagem, através da implantação de uma unidade de triagem (exclusivamente para os resíduos domiciliares).

Esta triagem deverá ser o máximo possível mecanizada e possuir equipamentos apropriados de recepção dos resíduos, tais como rasga sacos, peneira rotativa (ou tromel) e demais unidades que propiciem a separação adequada das diversas frações que serão encaminhadas para a produção de energia.

É importante citar que apenas a separação dos resíduos, após a saída da peneira rotativa, poderá ser manual, posteriormente conduzidos para prensagem, pesagem e estocagem destes materiais para reciclados.

Também é necessário que no início do contrato a CONCESSIONÁRIA realize ensaio gravimétrico e granulométrico da massa de resíduos de coletada, em conformidade com a NBR 10.004 da ABNT.

A unidade de tratamento deverá ser instalada na área do Jaraguá, em local pertencente à Prefeitura Municipal de São Sebastião, e caberá exclusivamente à CONCESSIONÁRIA a obtenção das licenças ambientais adequadas.

Esta unidade deverá ter a capacidade mínima de tratamento de 150 toneladas de resíduos recebidos e tratados no início de sua operação.

O processo de tratamento será de responsabilidade exclusiva da CONCESSIONÁRIA assim como de sua operação e atendimento às necessidades do Município.



## 1.2.4 Unidade de Triagem de Resíduos Passíveis de Reciclagem

Considera-se a implementação de uma coleta seletiva que de fato produza resultados satisfatórios, não só de coleta, como também de separação, estocagem e venda de materiais para os cooperados de cada associação de catadores.

Esta coleta seletiva será incentivada por uma campanha de esclarecimento a ser patrocinada pela Prefeitura Municipal de São Sebastião sobre a necessidade de sua execução e do aumento do reaproveitamento em unidade de triagem.

Os resíduos coletados serão encaminhados inicialmente a uma unidade de triagem em local já implantado no Município. A futura unidade a ser implantada será localizada no Bairro do Jaraguá.

Em complemento ao serviço da coleta seletiva, a CONCESSIONÁRIA deverá implantar uma unidade de triagem, que será operada pelos próprios cooperados. A unidade de triagem a ser implantada em São Sebastião receberá apenas resíduos da coleta seletiva, sendo vedada a disposição de resíduos orgânicos, os quais serão inicialmente separados na unidade de tratamento.

Será necessária uma única unidade de triagem para atendimento até o quinto ano da CONCESSÃO, devendo prever equipamentos mecânicos possíveis e ter capacidade individual de até 4 t/h de resíduos passíveis de reciclagem

Entende-se que as instalações atuais da unidade de separação de resíduos da coleta seletiva não estão dimensionadas de maneira adequada para a recepção das três equipes previstas. A unidade não possui equipamentos mecânicos, mesmo os mais simples para a separação, e há falta de espaço para a separação e estocagem dos resíduos a serem comercializados. Portanto, a futura CONCESSIONÁRIA deverá disponibilizar um galpão maior, dentro do Município de São Sebastião, que deverá possuir uma área não inferior a 2.000 m<sup>2</sup>.

Os procedimentos de separação e demais atividades como prensagem, estocagem e comercialização dos resíduos ficarão a cargo da cooperativa, caberá a futura CONCESSIONÁRIA a manutenção dos equipamentos.



A CONCESSIONÁRIA deverá implantar, comissionar e garantir a manutenção dos equipamentos Unidade de Triagem de Resíduos Passíveis de Reciclagem no período da CONCESSÃO.

Esta unidade deverá possuir no mínimo os seguintes equipamentos ou dispositivos de separação:

- Área de recepção dos resíduos passíveis de reciclagem;
- Cabine de pré-seleção e plataforma de separação de resíduos volumosos e indesejáveis (vidro e poliestireno expandido);
- Peneira rotativa;
- Separadores magnéticos (duas unidades);
- Plataforma de separação manual de reciclados, em baias para a pré-estocagem de plástico filme, papéis e papelão, embalagens pet, outras embalagens de polímeros, minerais metálicos e não metálicos;
  - Prensas de subprodutos (duas unidades);
  - Balança para a pesagem dos resíduos, e,
  - Área de estocagem de materiais reciclados para comercialização.

Os equipamentos acima referenciados deverão ser interligados através de esteiras transportadoras, incluindo aquelas que retiram os materiais indesejados e impróprios ao processo.

### **1.2.5 Implantação, Operação e Manutenção de Ecopontos**

Deverão ser implantados e/ou adequados pela CONCESSIONÁRIA sete ecopontos no Município de São Sebastião, sendo duas destas unidades previstas na Costa Norte e as outras cinco previstas na Costa Sul do Município. À princípio encontra-se pré-definidos os locais em Boracéia, Sertão do Camburi, Boiçucanga, Juqueí e Maresias. Eventuais alterações de regiões serão definidas pela Prefeitura Municipal de São Sebastião em conjunto com a CONCESSIONÁRIA. Estas unidades serão implantadas em áreas pertencentes ao Município no âmbito da CONCESSÃO.

Para cada um dos sete Ecopontos deverão ser alocados pelo menos dois ajudantes gerais e um fiscal para todas as unidades. Os horários de operação destas unidades serão de segunda-feira a sexta-feira das 7:30h às 15:30h e aos sábados das 7:00h às 11:00h.



Deverão ser instalados ao menos cinco caçambas metálicas de 5 m<sup>3</sup> em cada ecoponto, além de dois contentores de 1000 litros em PEAD, que servirão para a estocagem de resíduos recicláveis antes de seus encaminhamentos à unidade de triagem.

Esta área também deverá possuir uma unidade coberta destinada a guarda de ferramentas e materiais, assim como prever a instalação de um sanitário, com estrutura de apoio para a equipe alocada.

As áreas dos ecopontos deverão ser cercadas e mantidas pela CONCESSIONÁRIA ao longo da CONCESSÃO. É prevista uma área de 800 m<sup>2</sup> para cada unidade.

Todas estas unidades deverão estar implantadas até o final do quinto ano da CONCESSÃO, considerando que: ao final do primeiro ano uma esteja em operação; ao final do terceiro ano três unidades estejam em operação, ao final do quarto ano quatro unidades estejam em operação e; no final do quinto ano da CONCESSÃO as sete unidades estejam em operação.

Para a operação de todas as unidades será colocado à disposição dos serviços um caminhão dotado de um poliguindaste duplo.

## **1.3 OUTROS SERVIÇOS ASSOCIADOS À CONCESSÃO**

### **1.3.1 Apoio à Educação Ambiental**

De acordo com o previsto no PRODUTO II - ESTUDOS TÉCNICOS, esta atividade visa fornecer o apoio à Secretaria Municipal de Educação, no sentido de possibilitar um suporte para o atendimento e aplicação das condições efetivas e necessárias, para que o tema possa atingir a todos os alunos das escolas do Município, assim como, dentro do possível, a população do Município de São Sebastião de forma geral.

A equipe para a prestação dos serviços será composta por dois agentes ambientais e dois monitores, com o apoio de um veículo leve, um motorista para a locomoção da equipe.

Serão desenvolvidos por esta equipe folhetos cartilhas e oficinas temáticas, e previstas visitas a locais específicos associados aos serviços, como a unidade de transbordo, local da futura unidade



de triagem de resíduos coletados pela e a outros pontos de interesse onde estarão sendo realizados os serviços.

De acordo com recente levantamento o Município conta com 69 unidades associadas à educação, sendo as EMEI's, as EM, e Creches. A CONCESSIONÁRIA em apoio a Secretaria Municipal de Educação, deverá desenvolver um Programa de Educação Ambiental, a ser ministrada nas respectivas unidades.

### **1.3.2 Implantação e Operação de Central de Informações à População**

Deverá ser implantada e mantida em operação ao longo da CONCESSÃO, pela CONCESSIONÁRIA uma unidade de atendimento ao Munícipe denominada Centro de Informação à População, que permitirá ao cidadão de São Sebastião solicitar serviços próprios ao contrato, denúncias de maus serviços prestados, reclamações e elogios ao pessoal dos serviços prestados pela empresa executora.

Deverá ser disponibilizada pela CONCESSIONÁRIA uma linha telefônica dedicada do tipo 0800, que permitirá ligações gratuitas para a comunicação do munícipe com a empresa. Além da linha dedicada, deverá ser implantada instalação física na área central do Município para atendimento dos munícipes de maneira presencial.

Deverá ser um canal constante e efetivo de denúncia. Por exemplo, caso haja a reclamação de munícipe pelo fato de veículo de coleta não passar na frequência programada, o atendente, em tempo real, informará a este munícipe as condições dos serviços e eventuais ocorrências, com monitoramento contínuo de todos os veículos que comporão a frota da prestação dos serviços.

Essa será a principal função desta unidade, que tem sua operação prevista neste estudo em turnos entre as 7:30h às 15:40h e das 15:40h até às 23:20h de segunda-feira a sexta-feira, e aos sábados das 7:00h às 11:00h.

A equipe será treinada para que o munícipe tenha sempre o melhor tratamento e, acima de tudo, fique adequadamente informado do seu atendimento e que tenha sua reclamação ou sugestão sempre considerada.



Está prevista equipe composta pelos níveis funcionais abaixo relacionados:

- Um encarregado de serviços
- Um auxiliar administrativo
- Três atendentes ao público
- Um vigilante

Deverá ser disponibilizada pela CONCESSIONÁRIA uma instalação na área central do Município para que este atendimento, quando presencial, em um local de fácil acesso.