

PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE (PMI)



# ESTUDOS TÉCNICOS

Estudos e Levantamentos – Resíduos Sólidos – Concessão



CHAMAMENTO PÚBLICO Nº 001/2019

CADERNO II – ESTUDOS DE  
INFRAESTRUTURA E OPERAÇÃO  
ÁGUA BOA/MT  
2019/2020



**PMI – 001/2019**

**CADERNO II**  
**ESTUDOS DE INFRAESTRUTURA E**  
**OPERAÇÃO**



**MUNICÍPIO DE ÁGUA BOA/MT**

Av. Planalto, nº 410 – Centro – CEP 78635-000 – Água Boa – MT

Fone: (66) 3468-6400 – Fax: (66) 3468-6432

Site: [www.aguaboa.mt.gov.br](http://www.aguaboa.mt.gov.br)

e-mail: [prefeitura@aguaboa.mt.gov.br](mailto:prefeitura@aguaboa.mt.gov.br)

CNPJ 15.023.898/0001-90



## Sumário

1. DESCRITIVO CONCEITUAL DO PROJETO, COM INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA E ESPECIFICIDADES DA CAPACIDADE TOTAL	5
1.1 Pré-implantação Aterro	6
1.2 Implantação	6
1.3 Operação	9
1.4 Encerramento	13
2. DEFINIÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARA TODAS AS INSTALAÇÕES E SERVIÇOS A SEREM PRESTADOS	15
2.1 Diretrizes construtivas.	16
3. 3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO, ALÉM DOS CUSTOS E ANÁLISE DE REGULARIDADE DA IMPLANTAÇÃO DESTE TIPO DE EMPREENDIMENTO PERANTE AS AUTORIDADES COMPETENTES.	29
4. ESPECIFICAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A SEREM EMPREGADOS	29
5. ESTIMATIVAS DE CUSTO INDIVIDUAL DAS OBRAS DE ARQUITETURA, COMPLEMENTARES DE ENGENHARIA, PAISAGISMO E COMUNICAÇÃO VISUAL, MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS PREVISTOS INCLUINDO A REFERÊNCIA UTILIZADA	29
6. MODELO OPERACIONAL DA MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA E DOS EQUIPAMENTOS	30
6.1. Regras de operação	32
7. MODELO DE NEGÓCIOS E DE SERVIÇOS PARA ATERROS SANITÁRIOS	32
7.1 Caracterização dos modelos negócio	32
8. DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA A PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS	34

2

9. Projeção de demanda para utilização das estruturas de operação para os serviços a serem concessionados.	49
9.1 Metodologia	49
9.2 Cálculo da projeção populacional	51
10. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS RISCOS DO PROJETO: ANALISAR OS POSSÍVEIS RISCOS, INCLUSIVE DE DEMANDA, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E AMBIENTAIS	54
11. DESCRITIVO DE POSSÍVEIS RECEITAS ACESSÓRIAS QUE PODERÃO SER GERADAS POR MEIO DE ATIVIDADES COMPLEMENTARES AQUELAS OBJETO DESTE CONTRATO	62
12. INDICADORES DE DESEMPENHO	62
13. ESTRUTURAÇÃO DE PLANO DE OPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA	67
14. REFERÊNCIAS	69

**Lista Tabela**

Tabela 01: Descrição modelos de negócio	32
Tabela 02: Quadro vantagens e desvantagens tratamento resíduos sólidos	45
Tabela 03: Alocação dos Riscos	58
Tabela 04 - Índice de atendimento urbano de coleta de resíduos sólidos	63
Tabela 05 - Tempo médio de execução dos serviço	63
Tabela 06 - Índice de tratamento do resíduo gerado no processo de gerenciamento dos RSU	64
Tabela 07 - Eficiência no tratamento do chorume	64
Tabela 08 - Taxa de execução do orçamento previsto no Contrato por prazos	65
Tabela 09 - Taxa de manutenção voluntária	65
Tabela 10 - Taxa de eficiência da coleta seletiva	66

Tabela 11 – Taxa de Operação e funcionamento do aterro	66
Tabela 12 – Taxa de compactação dos resíduos	66
Tabela 13 – Taxa de avaliação Plano de Monitoramento	67

### **Lista de Figuras**

Figura 01 - Evolução populacional município de Água Boa e demais municípios	53
---	----

## 1. DESCRITIVO CONCEITUAL DO PROJETO, COM INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA E ESPECIFICIDADES DA CAPACIDADE TOTAL;

O presente Relatório Técnico tem por finalidade para a formulação de modelo para viabilidade técnico-econômico, visando à gestão do Aterro Sanitário do Município de Água Boa, com sua área para implantação a ser definida em estudos relacionados a pré-implantação. O referido caderno denominado **Caderno II - Estudos de Infraestrutura E Operação.**

O projeto conceitual a ser implantado em aterro depende de vários aspectos, como a quantidade de resíduos a ser tratado, localização, sendo a característica de topográfica do terreno, um dos fatores primordiais para a escolha do modelo de operação, do aterro.

Decidindo pelo modelo de operação do aterro, o estudo avança para as infraestruturas que deverão estar presentes nos projetos executivos.

Os aterros são diferenciados basicamente pelas formas construtivas e operacionais adotadas apresentados como:

- Método da Rampa
- Método da Área
- Método de Valas ou trincheiras

As operações do Método Rampa ou Área são realizadas acima do terreno, também denominados como método convencional.

A operações do método de Valas ou Trincheiras são realizadas abaixo do nível original do terreno, podendo também serem construídos abaixo do nível original do terreno, aproveitando escavações já existentes ou preenchendo valas especialmente escavadas para o recebimento de resíduos.

De acordo com os estudos das áreas indicada no caderno I, optou-se por apresentar um relatório de concepção para a implantação e operação através do método área. O aterro sanitário a ser implantado deverá ter sua capacidade operacional instalada para atender a 100 Ton./dia, visando o atendimento a 8 municípios da região.



A infraestrutura para implantação e operação do aterro serão detalhadas neste estudo obedecendo a seguinte ordem de grandezas:

- Pré-implantação
- Implantação
- Operação
- Encerramento

### **1.1 Pré-implantação Aterro**

Nesta etapa são realizados trabalhos para a escolha da área, levando em consideração os critérios técnicos, escolha do melhor método a ser empregado para a operação do aterro, elaboração do projetos técnicos para a implantação e operação e o licenciamento ambiental para posterior implantação e funcionamento. A fase pré-implantatória serão compostas, por etapas que correspondentes a obras civis, como cerceamento da área de implantação, estudos de planimétrica instalação de canteiros, fornecimentos de água, energia e comunicação.

6

### **1.2 Implantação**

A fase de implantação compreendem a remoção da vegetação natural (desmatamento e destocamento) através de raspagem da camada de solo vegetal nas áreas operacionais, onde deverão ser implantadas as estruturas que compõe o aterro.

A área será composta por:

- Guarita
- Balança Rodoviária
- Sinalização
- Sistema de iluminação interna
- Comunicação
- Sistema de abastecimento de água

- Área de disposição de resíduos
- Sistema de tratamento de chorume
- Instrumentos de monitoramento
- Equipamentos e veículos para atendimento interno

Para a cortina verde, deverá ser utilizada a vegetação natural.

**a) Guarita**

Local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle os caminhões e veículos que chegam na área do aterro.

**b) Balança Rodoviária**

Utilizada para realização da pesagem dos veículos transportadores de resíduos, com objetivo de controle da quantidade enviado para o tratamento e destinação final.

**c) Sinalização**

Instalação de placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.

**d) Sistema de iluminação e força**

Instalação de rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário

**e) Comunicação**

Instalação de rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.

**f) Sistema de abastecimento de água**

Construção de poços artesianos para abastecimento de água tratada para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.

**g) Área de disposição de resíduos**

Área determinada no projeto para o aterramento dos resíduos, previamente preparado com sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

Conforme descrito, a metodologia de operação escolhida para o aterro será o método de área.

**h) Serviços de impermeabilização**

A impermeabilização inferior do aterro de resíduos deverão ser iniciados logo após a conclusão da remoção da camada de solo superficial da área operacional e consistem, basicamente, na instalação da manta de polietileno de alta densidade (PEAD) ou na execução de uma camada de argila.

**i) Sistema de tratamento de chorume**

Construção de Sistema para tratamento dos líquidos percolados do aterro, visando ao atendimento dos padrões de lançamento de efluentes em cursos d'água. O sistema proposto e que melhor se adequa ao processo é o tratamento por lagoas, pela disponibilidade de área.

**j) Instrumentos de monitoramento**

Instalação de equipamentos para o acompanhamento e controle ambiental do empreendimento, como poços de monitoramento de águas subterrâneas, medidores de vazão, piezômetros e medidores de recalques horizontais e verticais.

**k) Equipamentos e veículos para atendimento interno**

Aquisição de tratores e equipamentos para as atividades de implantação, devendo os mesmos serem aproveitados durante a etapa de operação do aterro.

**l) Instalações de apoio operacional**

Implantação do prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários, barracão destinado a ao serviço de armazenamento e almoxarifado, que servirão de apoio ao desenvolvimento das atividade de operação.

**j) Mão de Obra**

A implantação do aterro deverá gerar fatores positivos tais como aumento da oferta de empregos – diretos e indiretos, das oportunidades para expansão e diversificação das atividades comerciais locais e regionais, repercutindo positivamente na arrecadação de impostos e seus efeitos multiplicadores. Considerando-se que na fase de implantação do aterro haverá necessidade de contratação de mão de obra - especializada e não especializada – para preenchimento de postos de trabalhos estimados e que após a conclusão das obras, e também da finalização das atividades de disposição de resíduos.

**1.3 Operação**

Os procedimentos de operação do aterro sanitário, embora simples, devem ser sistematizados para que sua eficiência seja maximizada, assegurando seu

funcionamento como destinação final sanitária e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos gerados no município, ao longo de toda a sua vida útil. Tais procedimentos devem ser registrados em relatórios diários, relatórios mensais de consolidação de dados, formulários e planilhas apropriadas, além de plantas de reconstituição das obras efetivamente executadas (*“as built”*). Esses elementos devem ser adequadamente numerados, catalogados e arquivados, de modo a propiciar a avaliação periódica do empreendimento, assim como o desenvolvimento de estudos e pesquisas referentes ao desempenho das instalações que o compõem.

**a) Recebimento dos resíduos**

A recepção dos resíduos deve ser realizada na portaria/guarita do aterro sanitário e consiste na operação de inspeção preliminar, durante a qual os veículos coletores, previamente cadastrados e identificados, são vistoriados por fiscal/balanceiro, treinado e instruído para o desempenho adequado dessa atividade. Esse profissional deve verificar e registrar a origem, a natureza e a classe dos resíduos que chegam ao empreendimento; orientar os motoristas quanto à unidade na qual os resíduos devem ser descarregados; impedir que resíduos incompatíveis com as características do empreendimento ou provenientes de fontes não autorizadas sejam lançados no mesmo; e promover a pesagem dos veículos cuja entrada no empreendimento tenha sido por ele autorizada. Na balança rodoviária será realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no local.

**b) Disposição dos resíduos**

A área de disposição dos resíduos deve ser previamente delimitada por uma equipe técnica de topografia. No início de cada dia de trabalho, deverão ser demarcados com estacas facilmente visualizadas pelo tratorista os limites laterais, a altura projetada e o avanço previsto da frente de operação ao longo

do dia. A demarcação da frente de operação diária permite uma melhor manipulação do lixo, tornando o processo mais prático e eficiente.

Nos períodos de chuvas intensas ou quando, por qualquer motivo, a frente de operação estiver impedida de ser operada ou acessada, recomenda-se manter uma área para descarga emergencial, previamente preparada, de acordo com o projeto do aterro sanitário

**c) Descarga dos Resíduos**

O caminhão deve depositar o lixo em “pilhas” imediatamente a jusante da frente de operação demarcada, conforme definido pelo fiscal. O desmonte dessas pilhas de resíduos deverá ser feito com o auxílio da lâmina do trator de esteira, que, em seguida, procederá a seu espalhamento e compactação.

**d) Espalhamento e Compactação dos resíduos**

Na frente de operação, o resíduo deve ser espalhado e compactado por um equipamento um trator de esteira em rampas com inclinação aproximada de 1 na vertical para 3 na horizontal (1:3). O equipamento de compactação deve estar permanentemente à disposição na frente de operação do aterro sanitário.

A operação de compactação deve ser realizada com movimentos repetidos do equipamento de baixo para cima, procedendo-se, no mínimo, a 6 passadas sucessivas em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado, ou seja, até que se verifique por controle visual que o incremento do número de passadas não ocasiona redução do volume aparente da mesma. Periodicamente, deve ser feito um teste de densidade, de forma a verificar o controle da compactação.

**e) Recobrimento dos resíduos**

No final de cada jornada de trabalho, o resíduo compactado deve receber uma camada de terra, espalhada em movimentos de baixo para cima. No dia seguinte, antes do início da disposição dos resíduos, faz-se uma raspagem da camada de solo da face inclinada da frente de operação, para dar continuidade

à formação do maciço de resíduos. O solo raspado deve ser armazenado para aproveitamento nas camadas operacionais posteriores, tendo em vista possíveis dificuldades na obtenção de quantidades suficientes e adequadas de solo para recobrimento. O solo de cobertura pode provir de área de empréstimo ou do material excedente das operações de cortes/escavações executadas na implantação das plataformas.

#### **f) Drenagem e tratamento percolado**

A coleta do chorume será feita por drenos implantados sobre a camada de impermeabilização inferior e projetados em forma de espinha de peixe, com drenos secundários conduzindo o chorume coletado para um dreno principal que irá levá-lo até um poço de reunião, de onde será bombeado para a estação de tratamento.

A estação de tratamento "in situ" do chorume percolado, será realizado por conjunto de lagoas: de estabilização - anaeróbia seguida da facultativa. Essas lagoas são grandes reservatórios de pequena profundidade, delimitados por diques de terra, construídos de forma simples, nos quais o material orgânico presente no percolado é estabilizado por processos biológicos, portanto naturais, envolvendo principalmente algas e bactérias.

#### **g) Drenagem de gases**

O método a ser executado os drenos de gás será subindo o dreno à medida que o aterro vai evoluindo. Uma vez aberto o poço, o solo ao seu redor, num raio de aproximadamente dois metros, deve ser aterrado com uma camada de argila de cerca de 50cm de espessura, para evitar que o gás se disperse na atmosfera. O topo do poço deve ser encimado por um queimador, normalmente constituído por uma manilha de concreto ou de barro vidrado colocada na posição vertical. O sistema de drenagem de gases deve ser vistoriado permanentemente, de forma a manter os queimadores sempre acesos, principalmente em dias de vento forte.

**h) Drenagem superficial**

O sistema de drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração no maciço do aterro, aumentando o volume de chorume gerado e contribuindo para a instabilidade do maciço.

Além dos dispositivos de drenagens pluviais definitivos instalados nas plataformas - bermas, taludes e vias de acesso -, devem ser escavadas canaletas de drenagem provisórias no terreno a montante das frentes de operação, de forma a minimizar a infiltração das águas de chuva na massa de lixo aterrado. Os dispositivos de drenagem pluvial previstos no projeto do aterro sanitário, tais como canaletas, caixas de passagem e descidas d'água, devem ser mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no maciço do aterro. O período que exigirá maior frequência de inspeção no sistema de drenagem pluvial coincidirá com as épocas de intensa pluviosidade. As águas de chuva devem ser drenadas diretamente para os cursos d'água ou bacias de infiltração localizadas a jusante da área do aterro.

13

**i) Monitoramento**

O plano de monitoramento deve contemplar a eficácia das medidas mitigadoras e a eficiência sanitária e ambiental do sistema como um todo, possibilitando a verificação de eventuais falhas e/ou deficiências e a implementação de medidas corretivas para evitar o agravamento dos impactos ambientais.

**j) Mão de Obra**

A operação do aterro sanitário deverá contratar colaboradores de forma direta nesta fase, em comparação a fase de implantação. Esta mão de obra deverá ser essencialmente qualificada, tendo em vista a complexidade da operação do aterro. A composição da equipe abrangerá profissionais de nível superior e nível médio, dentro das atividades diárias do aterro sanitário.



#### **1.4 Encerramento**

Ao final da vida útil do Aterro Sanitário deverá executado o Plano de Encerramento compreendendo, além da continuidade dos monitoramento geotécnico e ambiental.

##### **a) Sistema de cobertura final e proteção dos taludes**

A cobertura final dos resíduos, inclusive dos resíduos de serviços de saúde e de animais mortos, será realizada em uma capa definitiva de espessura até 0,50m de solo argiloso, como substrato para plantio de gramíneas na superfície acabada do aterro.

Esta capa definitiva de solo argiloso será compactada com a passada de três a seis vezes do trator de esteira.

##### **b) Plantio e proteção das superfícies do aterro e dos taludes com espécies gramíneas**

14

O aterro encerrado, inclusive valas sépticas de maior e menor dimensão e tanques de percolados, estará inserido num ambiente ajardinado e arborizado com espécies de uso na ornamentação de áreas, incluindo aquelas de ocorrência regional. Desta forma, será obtida a redução de impactos visuais decorrentes das atividades pertinentes ao local, transformando-o em um ambiente regenerado. Por sobre a capa definitiva de solo argiloso compactado, será executado a vegetação do empreendimento com o plantio de gramíneas em sementes, mudas ou placas, para que a superfície acabada, bem como os taludes provenientes de cortes e aterros, sejam protegidos das chuvas, garantindo-se assim aumento da estabilidade e diminuição de erosões na área.

O tratamento de cobertura vegetal de estabilização e ornamentação será executado da seguinte forma:

- Nos taludes de corte e nas áreas de superfície: Os taludes de corte e as áreas de superfície receberão coberturas vegetais via hidrossemeadura ou semeadura

manual de vegetais de diferentes profundidades e portes herbáceos e arbustivos, podendo ser realizados em grama batatais e/ou mesmo em outras espécies ornamentais.

- Nas vias de acessos internos e na entrada do empreendimento: Serão executados serviços de arborização e jardinagem das vias de acessos internos e na entrada do empreendimento.

### c) **Monitoramento**

O monitoramento do aterro sanitário consiste de um sistema de medições de campo e ensaios de laboratório a serem realizados sistematicamente pós encerramento do aterro, e prolonga-se por mais 10 anos, no mínimo, após o término de sua vida útil.

## **2. DEFINIÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARA TODAS AS INSTALAÇÕES E SERVIÇOS A SEREM PRESTADOS**

15

As especificações mínimas para a execução dos serviços de implantação, operação e encerramento deverão ser prestados com as seguintes infraestruturas e equipamentos:

### **Equipamentos:**

- a) Um (01) trator de esteira tipo D - 4 ou similar;
- b) Uma (01) Escavadeira hidráulica tipo D-4 ou similar (100 HP);
- c) Um (01) caminhão com caçamba 12 m<sup>3</sup>;
- d) Um (01) Caminhão tanque 6 m<sup>3</sup>;
- e) Veiculo tipo utilitário tipo pick-up;

### **Infraestruturas:**

- a) Uma (01) balança rodoviária capacidade 60 Ton.;
- b) Uma (01) guarita com 15 m<sup>2</sup>;
- c) Um Barracão de serviços com 40 m<sup>2</sup>;
- d) Um Prédio administrativo 90 m<sup>2</sup>;
- e) Célula (modulo I) inicial para tratamento resíduos com as seguintes dimensões 292,45x180x7 m;
- f) Sistema tratamento de efluente por 2 (duas) lagoas contendo cada sistema 80x28x 2 m;
- g) Construção de estradas internas a área do aterro com aproximadamente 1.200 x 8 m;
- h) Cerceamento em tela alambrado contendo 3.628 m/linear;

### **2.1 Diretrizes construtivas**

16

Para a implantação, operação e encerramento do aterro as diretrizes construtivas deverão seguir as normas para obras civis, ambientais e da legislação trabalhista, inclusive as subcontratadas e fornecedores.

#### **a) Instalação e Administração da Obra**

Instalação e Equipamentos: A obra terá instalações provisórias necessárias ao bom funcionamento, como: cercas, barracão, escritório local, sanitários, água e energia elétrica. Construção no canteiro de obra um barracão para o funcionamento do escritório para preenchimento do diário de obras e avaliações dos projetos.

#### **b) Limpeza do Terreno:**

A raspagem do terreno deverá remover toda vegetação, todo material removido deverá ser transportado para fora do local da obra ou afastado do local de implantação das estruturas. Deverá ser realizada a remoção de todo o entulho e detritos que se venham a acumular no terreno, no decorrer da obra.

**c) Terraplanagem/Área de empréstimo**

Os serviços de terraplanagem consiste na execução dos corte e aterros necessários a implantação de todas as unidades dos sistemas, incluindo sistema viário, células, sistema de drenagem, áreas de empréstimos, etc.

Para tanto, devem ser mobilizados equipamentos e máquinas apropriados aos serviços de escarificação, escavação, carga, transporte, espalhamento e compactação de solos.

Na preparação do terreno, inicialmente serão removidos do solo todos os materiais de origem vegetal existentes na área de base do aterro, área de apoio e áreas de empréstimo. O solo vegetal existente será estocado em local apropriado, pois deve ser posteriormente utilizado na cobertura dos taludes do aterro, garantindo-se, assim melhores condições para sua revegetação. Após a limpeza do terreno, será escavada e nivelada a área (módulo) para o primeiro ano de trabalho.

A preparação da área tem como objetivo o seu melhor aproveitamentos facilidade de execução, bem como o material removido que será utilizado posteriormente para a cobertura das camadas concluídas

Os solos que apresentares inconvenientes à fundação do aterro, se acaso existirem, deverão serem removidos, se possível, armazenados e utilizados posteriormente na cobertura diária das células de resíduos.

**d) Infraestrutura**

Para a correta operação de aterro sanitário, é necessária a implantação de instalações fixas de apoio que permitam a alojar trabalhadores e locação de máquinas e equipamentos, assim como sua manutenção.

As instalações fixas (guarita, escritório, oficina, sanitários) deverão ter manutenção, tanto preventivamente quanto corretivamente. Os sistemas de instalação elétrica, hidráulica, serão alvos desse procedimento, com vistas a manter todas as edificações adequadas.

#### **d.1) isolamento**

O isolamento da área do aterro é imprescindível para a manutenção da ordem e do bom andamento das obras. Com a função de limitar a ação de catadores, animais e outros elementos estranhos que possam vir a prejudicar a operação, tal isolamento deverá ser executados através da construção de cercas constituídas de mourões de concreto e fios de arame farpado.

#### **d.2) Guarita (sistema de controle e vigilância)**

Destina-se ao monitoramento da entrada e saída de veículos do aterro e controle dos resíduos que ali serão dispostos. A guarita existente no local deverá ser construída em alvenaria.

#### **d.3) Balança rodoviária**

Destina-se o controle e quantificação dos resíduos destinados ao aterro sanitário, bem como o controle de entrada e saída de materiais. A área destinada a balança terá 36 m<sup>2</sup>.

A pesagem constante dos resíduos fornecerá ainda dados estatísticos para a sua avaliação da vida útil do aterro, bem como a variação da massa de resíduos ao longo do tempo. O fluxo de matérias terá sistema de controle informatizado, funcionamento em sala ao lado da balança.

#### **d.4) Oficina/Almoxarifado**

Área destinada a reparos dos equipamentos utilizados na operação do aterro (retroescavadeira, caminhão basculante e demais equipamentos), bem como estocagem, de materiais de uso corrente no aterro. A prédio construído em alvenaria e possuirá 400 m<sup>2</sup>.

#### **d.5) Iluminação**

Como o aterro funcionará nos período matutino e vespertino, podendo entender-se até o anoitecer, é indispensável um sistema de iluminação nos acessos e, principalmente na frente da descarga. Essa medida visa garantir condições de

operacionalidade e segurança tanto ao pessoal quanto aos equipamentos que trabalharão no aterro. A iluminação deverá ser realizada com implantação de postes nas vias internas, entrada das células e estação de tratamento.

**e) Acessos internos e externos**

Deverão ser implantadas melhorias estradas para deslocamento dos veículos de transporte dos resíduos nas estradas vicinais até o aterro, esta ação poderá ser em conjunto com o município. Na área internas do aterro deverão ser construídas estradas sobre o terreno natural contendo 8 metros de largura.

**f) Dispositivos de Drenagem**

O sistema de drenagem pluvial tem por objetivo promover o afastamento das águas de chuva, com o intuito de evitar o seu contato com os resíduos e conseqüentemente diminuir o volume de percolados, além de garantir condições para a operação normal em dias de chuva e evitar a ação de processo erosivo e de assoreamento.

A erosão constitui uma ameaça não só com relação à perda de solo, como também de seus nutrientes naturais, com o conseqüente arraste de material e assoreamento de bacias de drenagem, lagos, rios, reservatórios e canais, com nítido prejuízo aos recursos hídricos e destruição da vida vegetal nas áreas atingidas. A erosão pode provocar extensos danos aos taludes, auxiliando no desenvolvimento de instabilidade geotécnicas. Em vista desses fatos, é imprescindível que o controle dos fenômenos de erosão, através da implantação de um eficaz sistema de drenagem superficial, seja efetuado desde o início das obras, durante o seu desenvolvimento (drenagem provisória) e após o seu final (drenagem definitiva).

Qualquer sistema de drenagem em aterros sanitários contempla a necessidade da implantação de uma drenagem provisória (enquanto as obras se desenvolvem e os taludes ainda não são definitivos) e uma drenagem

permanente, implantada nos locais onde já não se espera nenhuma atividade de disposição de materiais.

#### **f.1) Drenagem provisória**

A drenagem provisória engloba todos os serviços de controle de escoamento superficial para evitar a inflação/erosão nas áreas e/ou taludes, em decorrência do afluxo de águas oriundas de precipitações pluviométricas, enquanto ainda não estiver implantado o sistema de drenagem definitivo.

Engloba também as drenagens necessárias nas estradas de acesso. O princípio básico do controle de erosão durante a realização das obras (drenagem superficial provisória) consiste em minimizar o transporte de sedimentos, disciplinando o fluxo das águas pluviais, evitando que os sedimentos atinjam a drenagem natural ou bacia hidrográfica da área.

A execução do sistema de drenagem provisória consiste, basicamente, na implantação de canaletas escavadas em área crítica propensa a erosão, inclusive no entorno do aterro. Os procedimentos a seguir descritos serão empregados na fase de implantação do aterro.

20

#### **f.2) Dreno Testemunho**

Respeitando todas as normas ambientais vigentes, serão instalados em cada patamar o chamado " Dreno testemunho", que serve para informar qualquer anormalidade com a geomembrana que protege o solo dos resíduos. Interligando o dreno testemunho entre cada vala haverá um poço de inspeção para a verificação de provável contaminação. Serão adotadas as seguintes dimensões dos dreno:

- Vala de 0,40 x 0,40
- Tecido Bedin
- Brita nº04
- Caixa de inspeção 1,0 x 1,0 m
- Inclinação de 1%

### **f.3) Especificações dos serviços de drenagem provisória**

Todo material escavado deverá ser espalhado lateralmente, de modo a ser evitada a formação de leiras que te impeçam o fluxo de água.

Nos locais em declividade mais acentuada, poderá ser feito o revestimento interno das canaletas (principalmente durante chuvas intensas e de longa duração) zelando para que todos os danos constatados (entupimentos) sejam sanados.

### **f.4) Drenagem Definitiva**

A drenagem definitiva compreende obras de consolidação do sistema de provisória e deverá ser executada à medida que se forem encerrando os serviços de operação nas áreas providas de drenagem provisória. na borda inferior do talude que circunda o sistema de tratamento de percolado será instalado o sistema de drenagem de águas pluviais (canaletas de concreto meia cana com  $\phi$  400 mm) para a proteção das lagoas.

21

O sistema de drenagem de águas pluviais será constituído pelas seguintes estruturas:

- Canaletas de Berma em cascalho;
- Canaletas em concreto meia-cana;
- Dissipação em rachão;
- Descida de água no talude em rachão;
- Caixa de passagem;
- Bueiro;
- Proteção superficial com grama;

### **f.5) Canaleta de Bermas em cascalho possível.**

Com a operação normal do aterro, na medida em que se formarem as camadas de resíduos, serão implantadas as canaletas no pé das bermas, objetivando impedir a erosão dos taludes.



As canaletas deverão ser construídas junto à borda externa da camada de resíduo e a ombreira do talude, escavando-se o material em quantidade suficiente para sua execução e posteriormente regularizando-se com a camada de aterro compactado, para correção de eventuais depressões oriundas de recalques do aterro sanitário. Na sequência, deverá se realizar a escavação da vala para a sua implantação, sendo que todo o material oriundo dessa operação deverá ser espalhado ao lado, evitando a formação de leiras que possam impedir o fluxo de águas para canaleta. Após a conclusão desses trabalhos, deverá ser feito o revestimento da vala com uma mistura de britas nº n e n/º 1 e pó de pedra, compactada manualmente, de forma a ser obtida uma superfície tão uniforme quanto possível.

#### **f.6) Canaleta de Concreto Meia-Cana**

Deverão ser instaladas canaletas de concreto para drenagem das águas pluviais com  $\phi$  400 mm. Tendo em vista que esses dispositivos se constituem de estruturas rígidas, as canaletas serão instaladas em locais não sujeitos às deformações do aterro sanitário. Após a conclusão da escavação, a vala deverá ser preparada de forma a garantir um fundo uniforme, sem depressões e/ou saliências oriundas da presença de blocos de rocha preexistentes ou outro motivo qualquer. Nesta operação deverá ser lançado concreto magro ou lastro de brita.

#### **f.7) Dissipador em Rachão**

Serão executados revestimentos para a dissipação de energia e/ou controle de erosão no pé das estruturas, no final das obras de drenagem definitiva (canaletas em concreto). A execução dos dissipadores em rachão nos locais de descarga de águas pluviais resume-se à execução de serviços de regularização, terraplanagem e aplicação de camada de rachão em todo o trecho que possa ser efetuado pela descarga final das vazões, compactado com equipamento pneumático ou soquetes manuais.

O rachão deverá ser lançado após a remoção dos materiais inadequados existentes na área e, na sequência, feito o apiloamento manual, de forma a se

obter um bom amalgama entre os materiais, criando um superfície uniforme, sem blocos soltos.

Este item inclui os serviços de regularização, a carga, o transporte e a descarga do material escavado até o local de seu reaproveitamento ou o bota fora e o fornecimento, carga no estoque, transporte e espalhamento de rachão.

#### **f.8) Descida de Água no Talude em Rachão**

A fim de aduzir as águas coletadas pela berma para fora da área do aterro sanitário, serão implantadas descidas d'água (canaís) de gabião. Sob as descidas d'água e abaixo do solo argiloso serão instalados drenos cegos em rachão, para assegurar a drenagem de eventuais bolsões de chorume que poderão ocorrer na área de implantação desses dispositivos de drenagem.

#### **f.9) Caixa de Passagem**

Sempre que houver mudanças de direção ou confluência de canaletas de drenagem, serão instaladas caixa de passagem com as características indicadas. O sistema e drenagem pluvial captará as águas superficiais que não mantiveram contato com a massa de resíduos e as conduzirá por gravidade ao sistema de drenagem.

As caixas de passagem deverão ser construídas concomitantemente com as canaletas e empregando-se métodos idênticos de construção.

As caixas de passagem deverão ter as seguintes dimensões mínimas de 1,20x1,20x1,20 m e executadas com lajes e paredes de concreto armado FCK = 18 Mpa, com espessura mínima de 10 cm, sobre o lastro de brita de espessura de 5 cm. As dimensões deverão ser ajustadas em função da adaptação das formas e dimensões das canaletas afluentes e efluentes e das condições locais.

#### **f.10) Bueiros**

As travessias de bueiros serão executados com tubulações de concreto, instaladas onde for previsto o tráfego de caminhões coletores e carretas. Para a

implantação, serão executadas vala de dimensões apropriadas às tubulações. Após a escavação, cada vala deverá ser preparada de forma a garantir um fundo uniforme e com uma declividade mínima de 1%. Após a regularização do fundo, deverá ser executado o berço da tubulação com brita, onde serão laçados os tubos de concreto armado, com diâmetros de  $\phi$  600 mm. Já o rejuntamento do reaterro da vala deverá ser feito com o solo compactado.

#### **f.11) Dreno Principal**

A execução do dreno para transporte do percolado é uma operação de fundamental importância, pois é através deste dreno que escoará todo o percolado gerado em todas as camadas, encaminhando-o para as caixas de passagem a serem implantadas. Esse sistema será constituído e, tudo de PVC rígido perfurado, com diâmetro de  $\phi$  150 mm envolta em brita nº 4, com berço de brita, em valas escavadas em solo natural.

As valas deverão ser executadas com as dimensões de 0,50 m de largura por 0,50 m de altura mínima e declividade de 1 %, com a utilização de equipamentos apropriados e, sempre que necessário, serão executados sistemas de escoramento construtivo. Para a sua implantação, deverá ser escavada vala seguindo as mesmas diretrizes para dreno de chorume na fundação.

#### **f.12) Dreno Coletor**

O dreno coletor será construído em tubulações em PVC perfurado de diâmetro  $\phi$  150 mm e por brita nº 04, envolta por manta geotêxtil, tipo Bidim OP-30 ou similar, construindo uma seção transversal de 0,50m de largura por 0,50 de altura mínima e declividade de 1%.

Para a sua implantação, deverá ser escavada vala seguindo as mesmas diretrizes já descritas para o dreno principal. Uma vez concluídos os serviços de escavação e regularização da vala, deverá ser executado o dreno propriamente dito.

A superfície interna da vala deverá ser protegida com a manta geotêxtil Bidim OP-30 ou similar. A manta deverá ter dimensões suficientes para assegurar o envolvimento integral da vala, garantindo ainda um transpasse igual à largura da vala na sua parte superior. Após a instalação da manta, deverá ser lançada a brita nº4.

Concluídos os serviços, deverá ser feito o fechamento do dreno com o transpasse da manta no topo igual à largura da vala.

#### **f.13) Dreno Secundário**

Dreno secundário será constituído por brita nº4, envolta por manta geotêxtil, tipo Bidim OP-30 ou similar, contando com camada de manta PEAD 2,0 mm, abrindo-se uma vala de 0,50 m por 0,50 e declividade de 1%. Para a sua implantação, deverá ser escavada vala seguindo as mesmas diretrizes para o dreno principal. Concluídos os serviços de escavação e regularização da vala, deverá ser executado o dreno propriamente dito. A superfície interna da vala deverá ser protegida com manta geotêxtil Bidim OP-30 ou similar. A manta deverá ter dimensões suficientes para assegurar o envolvimento integral da vala, garantindo ainda um transpasse igual à largura da vala e a sua parte superior. Após a instalação da manta, deverá ser lançada a brita nº 04. Concluídos os serviços, deverá ser feito o fechamento do dreno com transpasse da manta no topo igual à largura da vala.

25

#### **f.14) Dreno de Gás e Chorume no interior das células**

Para permitir o recolhimento os gases, bem como a captura do chorume produzido nas células de lixo do aterro sanitário, deverão ser executados drenos de chorume e gases. Esses dispositivos serão constituídos por drenos verticais (de gás e chorume) e drenos horizontais (de célula). Os drenos verticais de gás deverão ser instalados previamente ao lançamento do resíduos, à medida que ao aterro sanitário for alteado.

#### **f.15) Dreno de Chorume na Fundação**

A execução do Dreno de percolado é uma operação de fundamental importância, pois é através dele que escoará todo o percolado gerado em todas as camadas, encaminhando-o para as caixas de coleta a serem implementadas. Esse sistema será constituído por tubulações de PVC rígido perfurado, com diâmetro de  $\phi$  150 mm, envolta em brita nº04 ou rachão, em valas escavadas em solo natural. As valas deverão ser executadas com as dimensões de 0,50 m de largura por 0,50 m de altura, com equipamentos apropriados, sempre que necessário, serão executados sistemas de escoramento construtivo. Nos locais em que o sistema de drenagem for disposto sobre a geomembrana, a escavação da vala deverá ser executada previamente de forma a garantir que fundo apresente aspecto uniforme, sem a existência de depressões ou saliências oriundas da presença de blocos de rochas preexistentes. O acerto ou reaterro parcial da vala deverá ser executado com solo argiloso compactado por meio de sapos mecânicos. A geomembrana dupla em PEAD contornará os drenos inferiores, deverá ser lançada nova camada argilosa, que também deverá ser compactado por meio de equipamentos apropriados.

26

#### **g) Módulos do aterro**

Deverá ser construídos dois módulos também denominados de células, no total de 4 níveis associados a topográfica do terreno, sendo N1, N2, N3 e N4.

No estágio inicial o aterro terá capacidade para um volume de resíduos de 27.233 m<sup>3</sup> conforme projeto apresentado para o licenciamento ambiental, sendo que deverá ser solicitado sua ampliação ao Órgão competente, para atendimento ao município da região.

Deverá ser implantada uma célula para o recebimento dos resíduos com as seguintes dimensões: 212,45 de comprimento, 180,00 largura e 7 metros contabilizando os crivo de fundo.

#### **h) Sistema de Impermeabilização**

Após a retirada do solo vegetal e a terraplanagem da área, serão executados os serviços de impermeabilização da base do aterro. O método utilizado será o da

compactação de camadas horizontais de argila, oriundas de jazidas e do próprio solo removido nos serviços de terraplanagem. Além da compactação deverá ser executada a impermeabilização com aplicação de geomembrana PEAD, espessura de 2,0 m, em toda a área de depósito do material (base do aterro). Sobre essa manta será executada camada de solo devidamente compactada, com espessura de 0,50 m para a proteção mecânica da geomembrana.

A camada de solo que servirá de base para o aterro deverá ser mais homogênea e trabalhável possível, isenta de blocos grandes de matacões (pedras) com características físicas que possibilitam alcançar o coeficiente de permeabilidade  $<10^{-7}$  cm/s após compactação.

Evidentemente, o material nativo será melhorado, em alguns casos, através do revolvimento e recompactação da camada mais superficial, melhorando sua resistência e permeabilidade. Se este procedimento for insuficiente, será providenciada a colocação de uma camada de solo suplementar, que supra as deficiências do solo natural quanto aos fatores permeabilidade e resistência.

## **i) Sistema de tratamento percolado**

### **i.1) Tanque de equalização**

Implantação de um Tanque de Equalização, para de manter a mesma vazão de saída para garantir o funcionamento adequado do sistema de tratamento. No interior do tanque, o misturador submersível proporciona uma agitação vigorosa, garantindo homogeneidade do efluente. O tanque deverá ter capacidade para uma volume de equalização de 77 m<sup>3</sup>.

### **i.2) Lagoa Anaeróbia**

O objetivo da lagoa anaeróbia é o mesmo, porém é utilizada quando a carga de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) é relativamente alta. A eficiência da remoção de DBO, na lagoa anaeróbia, pode chegar aos 70%, sendo necessária uma segunda unidade para completar o tratamento, na qual, geralmente, é utilizada uma lagoa facultativa. Esse arranjo formado por lagoa anaeróbia e facultativa é chamado de sistema australiano.

A lagoa anaeróbia é caracterizada por utilizar uma área pequena, se comparada à lagoa facultativa, e por todo processo de digestão de matéria orgânica ocorrer em ambiente anaeróbio, ou seja, na ausência de oxigênio.

Esse estado é alcançado devido ao consumo de oxigênio ter taxa superior ao de produção dentro da lagoa. A reaeração atmosférica e fenômenos de fotossíntese exercem pouca influência nesse balanço.

Como as reações anaeróbias geram energia em taxas menores do que as reações aeróbias, o processo de remoção da matéria orgânica se torna mais lento nesse ambiente.

A estrutura de uma lagoa anaeróbia é geralmente simples, sendo mais profunda do que a lagoa facultativa, na ordem de 3 a 5 metros, dependendo dos critérios de dimensionamento, e ocupando área menor. A profundidade da lagoa é que garante a ausência de fotossíntese, impedindo que a luz solar adentre completamente na lagoa.

28

### **i.3) Lagoa Facultativa**

A lagoa facultativa tem uma configuração simples e de fácil gestão, pois se utiliza apenas de fenômenos naturais de degradação microbiológica, porém precisa de constante monitoramento, por existirem padrões ambientais específicos para que o tratamento possa ocorrer de forma eficiente e que não inutilize a lagoa. Esta lagoa precisa ficar exposta ao ar livre para que os processos de oxidação ocorram em uma faixa de sua superfície e ao mesmo tempo ter profundidade para que não seja comprometida a degradação anaeróbia. A lagoa facultativa pode ser primária, quando recebe diretamente o esgoto bruto após o tratamento preliminar, ou secundária, quando, por exemplo, for seguida por uma lagoa anaeróbia.

### **3. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO, ALÉM DOS CUSTOS E ANÁLISE DE REGULARIDADE DA IMPLANTAÇÃO DESTE TIPO DE EMPREENDIMENTO PERANTE AS AUTORIDADES COMPETENTES.**

O aterro sanitário possui sua área determinada dentro dos estudos e projetos apresentados ao órgão concedente. Não foi avivado neste estudo a implantação do aterro sanitário em outra área, visto os custos que demandariam desta etapa já vencida para implantação desta atividade.

Deverão ser realizadas estudos e projetos técnicos para a ampliação da capacidade do aterro. Estes estudos deverão envolver a elaboração Estudos de Impacto Ambiental – EIA e o seu relatório, e apresentados ao Órgão ambiental para sua aprovação e emissão das licenças ambientais.

### **4. ESPECIFICAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A SEREM EMPREGADOS**

As especificações da infraestrutura e equipamentos para a implantação, operação e encerramento do Aterro Sanitário encontram-se detalhado na planilha de Anexos ao Caderno III com a descrição dos mesmos e sua empregabilidade.

### **5. ESTIMATIVAS DE CUSTO INDIVIDUAL DAS OBRAS DE ARQUITETURA, COMPLEMENTARES DE ENGENHARIA, PAISAGISMO E COMUNICAÇÃO VISUAL, MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS PREVISTOS INCLUINDO A REFERÊNCIA UTILIZADA**

As especificações das obras de arquiteturas e demais custos complementares, encontram-se detalhado na planilha de Anexos ao Caderno III com a descrição dos mesmos e sua empregabilidade.

A implantação do aterro sanitário deverá ser construído para operação pelo método por área, devendo ser aplicada toda a tecnologia ambiental sua aplicação e para obras de infraestrutura para estas atividades voltadas a prestação e serviços para a destinação final dos resíduos.



## **6. MODELO OPERACIONAL DA MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA E DOS EQUIPAMENTOS**

O modelo operacional a ser desenvolvido neste trabalho segue as prioridades instituídas na política de gestão de resíduos adotado pela PNRS, segundo a qual todo e qualquer resíduo deve passar por tratamentos sendo encaminhado para o aterro, apenas o rejeito. Sendo assim, propomos planos operacionais para todas as etapas compreendidas desde a geração até a disposição final dos resíduos.

De acordo com Série de Publicações Temáticas do CREA-PR, Vol. II(2009), na operação de um aterro de disposição de resíduos devem ser observados aspectos relacionados:

As regras de operação com objetivo de minimizar os efeitos adversos que os resíduos possam causar;

- A um plano de segregação de resíduos;
- Efetuar um controle da operação do aterro;
- Aos monitoramentos do aterro.

### **6.1. Regras de operação**

Na operação de um aterro sanitário, além dos cuidados já mencionados, deve-se:

- Aplicar diariamente sobre os resíduos depositados uma camada de, no mínimo, 0,20m de material inerte compactado;
- Cobrir o resíduo depositado, com uma camada de material inerte, com, no mínimo, 0,30m de espessura, se o mesmo permanecer por mais de uma semana sem a superposição de uma nova camada de resíduo;
- Taludes finais do aterro devem apresentar uma inclinação de 1 (V):3 (H), devendo ser previstas bermas a cada 2,0 a 4,0 m de elevação do aterro sanitário para o método da área, mencionado

- Existência de um técnico capacitado, encarregado do controle e fiscalização da operação com pleno conhecimento dos resíduos a serem dispostos, bem como das áreas de disposição;
- Demarcação dos locais para recebimento, estocagem e disposição de cada resíduo;
- Sistema de registro e mapeamento de resíduos disposto, bem como dos locais de disposição.
- Controle das águas superficiais através de análises físico-químicas e bacteriológicas em pontos determinados tecnicamente, a montante e a jusante do aterro;
- Monitoramento das águas subterrâneas através de poços de monitoramento, construídos com base na NBR 15495-1/2007, a montante e a jusante no sentido do fluxo do escoamento preferencial do lençol freático, para verificar a eficiência dos dispositivos de impermeabilização;
- Controle da qualidade do chorume após o tratamento, através de análises físico-químicas para caracterização do chorume;
- Controle da descarga de líquidos lixiviados no sistema de tratamento.
- O monitoramento geotécnico com inspeção visual, ou por aparelhos, de indícios de erosão e trincas e fissuras na camada de cobertura ou qualquer outro sinal do movimento da massa de resíduos.
- A cobertura intermediária deve ter a menor espessura possível (de 20 a 40 cm), para não reduzir demasiadamente o volume útil da trincheira.
- Compactação das camadas de cobertura intermediária, com trator de esteiras de baixo para cima, realizando de três a cinco passadas sobre cada camada de resíduos
- As camadas não devem ser muito espessas de cada vez (30 cm a 50 cm).

## 7. MODELO DE NEGÓCIOS E DE SERVIÇOS PARA ATERROS SANITÁRIOS

Os modelos para negócios de serviços de tratamento de aterro sanitários, não abstém da prestação de serviços públicos que envolvam a implantação da infraestrutura necessária para a prestação dos serviços.

Atualmente o mercado para a prestação de serviços e terceirização aplicadas pelos modelos de negócios BOT, BOO, AOT e O&M.

Cada projeto tem suas próprias características e especificidades, mas, no geral, o que atraem estas empresas são as vantagens oferecidas pelos modelos de negócio que as prestadoras de serviço oferecem que ajudam a viabilizar melhor seus negócios.

### 7.1 Caracterização dos modelos negócio

Os modelos de negócio atuais praticados pelo mercado para os projetos de tratamento de água e efluentes são o EPC, BOT, BOO, AOT, AOO e O&M.

32

Sigla	Descrição	Descritivo
<b>EPC</b>	Engineering, Procurement and Construction (Engenharia, Projeto e Construção)	O município contrata o projeto de instalação adquirindo materiais e serviços para construir por conta própria ou por subcontratação de partes do trabalho. O cliente assume o orçamento e o risco do projeto por um preço fixo (LSTK), dependendo do escopo de trabalho acordado.
<b>BOT</b>	Build, Operate and Transfer (Construir, Operar e Transferir)	Transferência para empresa privada todo o risco no processo de prospecção e operação, excluindo o município de investir recursos próprios. Todos os investimentos necessários à implementação, operacionalização e

		manutenção do sistema de tratamento dos resíduos assumidos pelo prestador de serviço.
<b>BOO</b>	Build, Operate and Own (Construir, Operar e Permanecer Proprietário)	Empresa privada financia, constrói e toma posse do empreendimento. A diferença entre o BOT e o BOO é que a planta ao final do contrato fica em definitivo ao contratado, ou seja, não há a transferência da planta ao cliente. A principal vantagem é que, neste modelo, o valor cobrado pela prestação de serviço é um pouco menor que no BOT, porém, assim que o contrato acaba o município fica sem unidade de tratamento.
<b>AOT</b>	Acquire, Operate and Transfer (Adquirir, Operar e Transferir),	A empresa privada investe em uma unidade já existente, projeta e implanta melhorias neste sistema, opera, mantém e, após a amortização, é transferida ao cliente. Neste caso, uma das vantagens para o município é que, por ele não ter o know-how de operação, o negócio se torna algo muito viável, porque ele pode focar mais em seu core business.
<b>AOO</b>	Acquire, Operate and Own (Adquirir, Operar e Permanecer Proprietário),	A unidade de tratamento está em operação e a empresa privada realiza o trabalho como no AOT. A diferença é que, no final, a contratada permanece com a planta.
<b>O&amp;M</b>	Operation and Maintenance (Operação e manutenção do sistema).	A empresa privada faz a operação de tratamento da unidade que já existe e é responsável seu funcionamento. A vantagem é que a empresa que contrata este serviço foca em sua especialidade de negócio.

### **Tabela 01: Descrição modelos de negócio**

O modelo ideal para a formalização de um contrato visando a implantação do aterro sanitário, é o BOO - Build, Operate and Own (Construir, Operar e Permanecer Proprietário).

#### **8. DESCRIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA A PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS**

O tratamento de Resíduos Sólidos pode ser compreendido como uma série de procedimentos físicos, químicos e biológicos que têm por objetivo diminuir a carga poluidora no meio ambiente, reduzir os impactos sanitários negativos do homem e o beneficiamento econômico do resíduo.

Na atualidade existem diversos tipos de tratamentos para os diferentes resíduos, no Brasil a tecnologia mais aplicada para a destinação dos resíduos o sólidos são os aterros sanitários. Apesar de ser apontado como local ambientalmente adequado para disposição final de rejeitos, um aterro sanitário, independente do porte, apresenta pontos positivos e negativos.

Em contrapartida, os países desenvolvidos tiveram evoluções e inovações tecnológicas bastante significativas que acompanharam as necessidades energéticas, materiais e ambientais em resposta às demandas da população, seu crescimento, suas culturas e economias e tendo como base legislações claras e objetivas, implantadas progressivamente ao avanço das tecnologias, sensibilização social e educação de suas sociedades. Assim sendo, a Europa, os Estados Unidos e o Japão desenvolveram várias tecnologias para tratamento de resíduos sólidos urbanos.

## **a) Principais formas de tratamento dos Resíduos Sólidos**

### **a.1 Triagem e Reciclagem de RSU**

O processo de segregação e triagem dos resíduos sólidos urbanos sucede as operações de coleta e transporte. A adoção de coleta indiferenciada ou diferenciada é fator determinante para a especificação do tipo de triagem a ser empregada. A coleta pode ser feita de forma convencional (também chamada de indiferenciada, na qual o gerador disponibiliza os resíduos sem nenhuma separação prévia com significativa perda de qualidade dos materiais recicláveis e do composto a ser produzido) ou diferenciada, quando a separação prévia do resíduo é feita pelo próprio gerador. A coleta diferenciada consiste, pois, em uma coleta seletiva de materiais potencialmente recicláveis, previamente segregados nas fontes geradoras conforme sua constituição ou composição.

Esse tipo de coleta é o mais recomendado e considerado o mais adequado para o tratamento de resíduos a partir da reciclagem dos materiais. A coleta do tipo indiferenciada, inclusive, já é proibida na Suíça e está em vias de proibição na União Europeia.

No Brasil, os programas de coleta seletiva são geralmente subsidiados pelo poder público e não apresentam sustentabilidade. Para que esta sustentabilidade seja atingida, se faz necessário, no mínimo, o programa apresentar escala de produção, regularidade na entrega (separação) e na coleta e um mercado para aproveitamento desses materiais. Os programas de educação e comunicação social são fundamentais para a continuidade das ações e o controle social indispensável para a duração e efetividade do sistema de coleta seletiva implantada.

Após a coleta, os materiais recuperados secos são transportados para as unidades ou centrais de triagem, onde ocorrerá a separação dos materiais específicos, a limpeza e o enfardamento/ acondicionamento dos materiais para que possam ser devidamente comercializados. Essas unidades são equipadas com esteiras ou mesas de catação, além de prensas, para reduzir o volume dos materiais secos e facilitar a sua estocagem e o transporte.

No Brasil uma parte significativa dos materiais reciclados se originam da catação, nas ruas, por pessoas de baixa renda. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2012), o Brasil possui mais de 600.000 catadores de rua em atividade. Alguns municípios têm procurado organizar essas pessoas em cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis, as quais participam efetivamente do processo nas instalações das unidades ou centros de triagem de resíduos ou ainda pela catação manual na fonte geradora. De uma forma geral, a triagem de Resíduos Sólidos é realizada de forma mecanizada ou manual. As unidades de triagem manual são adotadas em municípios onde a geração dos resíduos é pequena, entre 05 a 10 t/dia, resultando em baixos índices de produtividade e recuperação de materiais. No processo manual, o sistema utiliza silos e mesas para processamento manual. Os custos desse tipo de unidade em geral são baixos e as unidades possuem uma capacidade maior de armazenamento pré-triagem do que as unidades mecanizadas.

Normalmente as unidades de triagens mecanizadas são implantadas dentro de um galpão com infraestrutura e cobertura adequada, onde estão localizadas as esteiras de separação mecanizadas movidas por motores elétricos a velocidades programadas que são comandadas por um painel de controle liga/desliga.

A utilização de sistemas mecanizados é recomendada, portanto, para unidades com capacidade de tratamento superior a 15 toneladas diárias. Municípios de médio a grande porte podem receber sistemas mais complexos com o uso de moegas, separadores magnéticos e aquisição de veículos de grande porte.

As unidades de triagem participam da cadeia produtiva da reciclagem de resíduos como uma etapa intermediária entre a coleta seletiva e a reciclagem propriamente dita, fornecendo às indústrias recicladoras um resíduo segregado, limpo e beneficiado, aumentando a eficiência dos processos. Deste modo, a adoção de unidades de triagem pelos municípios contribui diretamente para a melhoria do saneamento básico e indiretamente a partir da redução do consumo de matéria-prima e da poluição ambiental na produção do material secundário.

O objetivo final da instalação de unidades de triagem é a preparação dos materiais para encaminhamento às indústrias de reciclagem. A reciclagem consiste no aproveitamento e transformação de resíduos (tais como papéis,

plásticos, vidros e metais), por meio do seu retorno à indústria para serem beneficiados e novamente transformados em produtos comercializáveis.

Entre os vários aspectos positivos da reciclagem destacam-se a preservação de recursos naturais, economia de energia, geração de trabalho e renda, e conscientização da população para as questões ambientais.

## **a.2 Compostagem**

A compostagem é um processo biológico de decomposição aeróbia da matéria orgânica contida em resíduos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado final um produto que pode ser aplicado no solo para melhorar suas características de produtividade, sem ocasionar riscos ao meio ambiente. Segundo Pereira Neto (1990), a compostagem é um dos processos de reciclagem de resíduos mais antigos que o homem tem utilizado e que paradoxalmente é um dos processos cuja filosofia e princípios estão entre os mais atualizados e de acordo com as exigências modernas, já que se trata de um processo comprometido com os aspectos ambientais (devido ao tratamento dos resíduos, ao controle da poluição e à reciclagem de materiais), de saúde pública (quebra dos ciclos evolutivos de várias doenças e eliminação de vetores) e com o resgate da cidadania (cria oportunidades de empregos, incentiva práticas agrícolas, etc.).

A NBR 13591/2010 da ABNT define Usina ou Unidade de Compostagem como uma instalação dotada de pátio de compostagem e conjunto de equipamentos eletromecânicos destinados a promover e/ou auxiliar o tratamento das frações orgânicas dos resíduos domiciliares. Adicionalmente, na unidade de compostagem é necessário também implantar a instalação da drenagem de líquidos bem como a canalização do lixiviado produzido pelas leiras, ao longo do processo de degradação, para um sistema de tratamento. Essas unidades normalmente recebem resíduos de mercados e feiras livres (ricos em matéria orgânica), junto com as folhas das podas de árvores, e produzem um composto orgânico de boa qualidade que pode ser usado em praças e jardins municipais, nas escolas e creches do município e na recomposição de áreas degradadas. Os principais parâmetros a serem observados durante a compostagem são a



aeração e a umidade. A aeração é necessária para a atividade biológica e, em níveis adequados, possibilita a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida, sem odores ruins, em virtude da granulometria e da umidade dos resíduos. Já o teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação. O processo de compostagem é desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos e envolve duas fases distintas: a primeira, quando acontecem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termofílicas, e ocorre um aumento da temperatura do sistema, que pode chegar a cerca de 60°C; a segunda, ou fase de maturação, é o processo de humificação dos materiais orgânicos compostados, fase em que predominam reações mesofílicas, e em que se encontram temperaturas mais próximas à temperatura ambiente (cerca de 25° a 30°C). Os principais tipos de compostagem são: compostagem artesanal; compostagem com reviramento mecânico; compostagem em pilhas estáticas com aeração forçada; compostagem em recintos fechados com aeração forçada. Os principais parâmetros a serem observados durante a compostagem são a aeração e a umidade. A aeração é necessária para a atividade biológica e, em níveis adequados, possibilita a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida, sem odores ruins, em virtude da granulometria e da umidade dos resíduos. Já o teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação.

O processo de compostagem é desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos e envolve duas fases distintas: a primeira, quando acontecem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termofílicas, e ocorre um aumento da temperatura do sistema, que pode chegar a cerca de 60°C; a segunda, ou fase de maturação, é o processo de humificação dos materiais orgânicos compostados, fase em que predominam reações mesofílicas, e em que se encontram temperaturas mais próximas à temperatura ambiente (cerca de 25° a 30°C).

Os principais tipos de compostagem são:

- Compostagem artesanal;
- Compostagem com reviramento mecânico;

- Compostagem em pilhas estáticas com aeração forçada;
- Compostagem em recintos fechados com aeração forçada.

### **a.3 Digestão Anaeróbia**

A digestão anaeróbia (DA) é um processo de conversão de matéria orgânica em condições de ausência de oxigênio livre, e ocorre em três fases. A primeira fase é ácida; depois vem a fase acetogênica e por último a fase metanogênica, com a geração de metano e gás carbônico. As unidades de digestão anaeróbia, em geral, podem ser descritas tecnicamente em quatro estágios: (i) pré-tratamento, (ii) digestão dos resíduos, (iii) recuperação do biogás e (iv) tratamento dos resíduos digeridos.

A maioria dos sistemas requer pré-tratamento dos resíduos para se obter uma massa homogênea. Este consiste em um pré-processamento que envolve a separação ou triagem dos materiais não biodegradáveis, seguido por uma trituração. A triagem tem por objetivo a remoção de materiais reaproveitáveis como vidros, metais ou plásticos, ou não desejáveis (o rejeito) como pedras, madeira, etc. (Be Baere, 1995; Braber, 2003).

Os principais sistemas utilizados para tratar anaerobiamente os RSU podem ser classificados nas seguintes categorias: estágio único; múltiplo estágio; e batelada. Essas categorias podem ser ainda classificadas com base no teor de sólidos totais (TS) contidos na massa do reator.

Sistemas com baixo teor de sólidos (BTS) têm menos de 15% de TS; são considerados de médio teor de sólidos quando TS estiver entre 15 e 20 %; e de alto teor de sólidos (ATS), quando TS estiver na faixa de 22 a 40% (Reichert, 2005).

A viabilidade econômica relacionada aos processos de DA pode ser alcançada a partir da redução dos custos de disposição em aterro sanitário; geração de receita derivada da produção e comercialização de energia renovável e ainda a possibilidade de comercialização de créditos de carbono (pouco significativa no presente). É importante salientar que até a presente data, no Brasil, não existe digestor anaeróbio que trate resíduos sólidos urbanos.

#### **a.4 Incineração**

A incineração é uma das tecnologias de tratamento mais antigas existentes na Europa, Estados Unidos e Japão. Na atualidade ela se insere nos denominados tratamentos térmicos existentes para o tratamento de resíduos sólidos.

O objetivo principal dessa tecnologia consiste no tratamento térmico e redução do volume dos resíduos com a utilização simultânea da energia contida. A energia recuperada pode ser utilizada para produção de calor e produção de energia elétrica. A incineração é indicada para o tratamento térmico de quantidades médias de resíduos sólidos (mais de 160.000 t/ano ou 240 t/dia), sempre se trabalhando com linhas médias de produção de 8 a 10 t/h (Gandolla, 2012) e no mínimo uma linha trabalhando 8.000 h/ano. A incineração é um tratamento térmico de resíduos em alta temperatura (acima de 800 °C) feita com uma mistura de ar adequada durante um determinado intervalo de tempo. Os resíduos incinerados são submetidos a um ambiente fortemente oxidante, onde são decompostos em três fases: uma sólida inerte (cinzas ou escórias), uma gasosa e uma quantidade mínima líquida.

Os gases resultantes da combustão devem ser tratados antes da sua emissão para a atmosfera, pois normalmente são compostos por dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxigênio residual (O<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>2</sub>) e materiais particulados. As cinzas e escórias, após comprovada sua inertização, podem ser dispostas em aterro sanitário. Os efluentes líquidos devem ser neutralizados na própria planta e direcionados para as estações de tratamento de efluentes específicas. A recuperação total energética do incinerador moderno se situa entre 50 e 70% da energia presente nos RSU, de forma que 15 a 25% são energia elétrica e o restante é energia térmica. Menezes (2000) ressalta que a energia elétrica gerada por tonelada de resíduos incinerados, depende principalmente do Poder Calorífico Inferior (PCI) do resíduo tratado, que não considera a energia gasta na vaporização da água que se forma numa reação de oxidação. Além do PCI dos resíduos, o porte da usina, parâmetros do vapor gerado e o nível de aproveitamento deste também influenciam na eficiência da geração de energia elétrica (UBA, 2001).

Psomopoulos et al. (2009), USEPA (2002) e Tolmasquim (2003) apontam, respectivamente, 600 kWh/t, 550 kWh/t e 769 kWh/t, como os valores médios de geração de energia elétrica por tonelada de resíduos encontrados nas atuais usinas de incineração. O dimensionamento de uma planta de tratamento deve levar em consideração a composição dos RSU e seu poder calorífico, que varia muito. Como evolução disso, em 1954, o poder calorífico na EU era de 2.000 kcal/kg e hoje chega a 3.000 kcal/kg, o que é determinante no estudo de viabilidade econômica de uma planta. Também são fatores importantes para a viabilidade de uma planta, a segregação dos resíduos na fonte, o clima, a forma de coleta, entre outros.

O método normalmente aplicado para o tratamento de RSU via incineração é o do ciclo combinado, em que se tem a geração de energia elétrica e de calor juntamente com a eliminação dos resíduos. O método normalmente aplicado para o tratamento de RSU via incineração é o do ciclo combinado, onde a geração de energia elétrica e de calor ocorre simultaneamente com o tratamento de resíduos. A capacidade de geração depende da eficiência da transformação do calor em energia elétrica e do poder calorífico do material incinerado (MME, 2008). A incineração é aconselhável para o tratamento térmico de grandes quantidades de resíduos sólidos (mais de 100.000 t/ano ou 280 t/dia), sempre se trabalhando com linhas médias de produção de 18 t/h.

Os incineradores na Europa, Estados Unidos e Japão operam ao abrigo de uma legislação ambiental rigorosa, requerendo um maior custo para atender a mais alta tecnologia de controle de poluição atmosférica. Com respeito a outras tecnologias como gaseificação, pirólise e arco de plasma, existem poucas instalações em operação nos Estados Unidos, Europa e Japão. Assim, ainda não existem dados suficientes para analisar e comparar o desempenho ambiental e econômico dessas tecnologias com as outras.

A única norma sobre o tema trata da incineração de resíduos sólidos perigosos e foi instituída em 1990, NBR 11.175/90 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – padrões de desempenho – procedimento.

### **a.5 Coprocessamento de Resíduos Sólidos**

O coprocessamento não é uma tecnologia aplicável para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, mas é um processo indicado para o tratamento de resíduos industriais em estado líquido, sólido e/ou pastoso. Esse processo é utilizado em fornos de clínquerização das indústrias cimenteiras, onde, em altas temperaturas, os resíduos são destruídos ao mesmo tempo em que são utilizados como energia alternativa para os fornos, em substituição aos combustíveis fósseis ou matéria-prima.

No Brasil essa alternativa tecnológica para tratamento dos resíduos industriais vem sendo adotada por algumas indústrias cimenteiras. Nesse processo são utilizados diversos tipos de resíduos, os chamados combustíveis alternativos do processo.

A prática do coprocessamento de resíduos na indústria de cimento tem se expandido devido à necessidade crescente de uma destinação ambiental e socialmente mais adequada de resíduos provenientes de diversos processos industriais. Vários estudos vêm sendo conduzidos com o objetivo de se conhecer melhor os aspectos envolvidos nessa prática, já adotada em muitos países, inclusive no Brasil.

Em casos específicos de incineradores planejados para coprocessamento, a utilização de RI nas cimenteiras traz o risco de metais, como o cromo, que levariam mais de 50 anos para se dissiparem, se incorporarem ao cimento. Daí a importância de se utilizar resíduos selecionados. Por outro lado, o cádmio e o Mercúrio, que não ficam incorporado ao concreto, ficam incorporados ao gás, o que também gera grandes impactos ambientais.

### **a.6 Aterros Sanitários**

O Aterro Sanitário, além de ser o local de disposição final dos resíduos, também pode ser considerado como uma tecnologia de tratamento de resíduos dada a ocorrência de um conjunto de processos físicos, químicos e microbiológicos, sob a forma de um reator anaeróbio, que tem como resultado uma massa de resíduos mais estável química e biologicamente (Recesa,2010). Segundo a NBR

15.849/2010, os aterros sanitários consistem em uma instalação para a disposição de resíduos sólidos no solo, localizada, concebida, implantada e monitorada segundo princípios de engenharia e prescrições normalizadas, de modo a maximizar a quantidade de resíduos disposta e minimizar impactos ao meio ambiente e à saúde pública.

Assim, o aterro sanitário, cuja utilização vem se expandindo no Brasil, é a tecnologia universal de disposição final de resíduos sólidos urbanos, imprescindível, mesmo nos países onde existem outras tecnologias de tratamento, como incineração, compostagem, reciclagem são utilizadas. Atualmente, para se cumprir o que determina a PNRS, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve-se primeiramente recicla-los, trata-los e/ou reutilizá-los, visando prolongar sua vida útil. Assim, devem ser enviado para o aterro sanitário apenas rejeitos, que são os resíduos que não podem ser mais recuperados sob nenhuma forma, ou ainda, aqueles para os quais não existe mercado. Em um aterro sanitário, existem diversos elementos que devem ser projetados e planejados com base em critérios de engenharia, tais como sistema de impermeabilização de base, sistema de drenagem de águas superficiais, drenagem de líquidos e gases gerados na decomposição da massa de resíduos, sistema de cobertura dos resíduos, unidades de tratamento de lixiviados e outros. Esse conjunto de sistemas e unidades visa garantir a segurança do aterro, o controle de efluentes líquidos, a redução das emissões gasosas, bem como a redução de riscos à saúde da população, garantindo assim o correto recebimento e tratamento dos resíduos, com menor impacto ambiental e proteção da saúde pública. A concepção de cada um desses elementos depende do tipo de aterro, das características do resíduos, do terreno, etc.

A disposição dos resíduos em aterros obedece à classificação regulamentada pelas normas brasileiras. Os resíduos que podem ser dispostos nos aterros sanitários são aqueles considerados não perigosos, ou seja, resíduos Classe IIA e Classe IIB. Os resíduos de Classe IIA são aqueles considerados não inertes e que podem possuir as propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (por exemplo: matéria orgânica e papel), enquanto os resíduos de Classe IIB são considerados inertes, e correspondem àqueles que

quando amostrados de forma representativa e submetidos ao contato com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor (exemplo: vidros, plásticos e borrachas) regulamentados pela NBR n° 10.004/04. Embora seja resíduo Classe IIB, os Resíduos da Construção Civil não podem ser dispostos em aterros sanitários.

De acordo com as normas brasileiras, para atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos, podem ser empregados aterros sanitários com ou sem geração de energia e aterros sanitários de pequeno porte. Os aterros sanitários são normatizados pela NBR 8419/1984 e têm como finalidade prevenir danos à saúde pública, minimizando ainda os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos. Para tanto, são utilizadas técnicas de confinamento de modo a reduzir os resíduos ao menor volume permissível, ocupando a menor área possível, executadas segundo critérios específicos de engenharia. Diariamente, a área das células de resíduos é coberta na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
<b>Triagem e Reciclagem de RSU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta a vida útil do aterro sanitário;</li> <li>• Redução dos custos com a disposição final;</li> <li>• Melhora Limpeza pública;</li> <li>• Evita o impacto ambiental em solos e água;</li> <li>• Melhora os índices de saúde pública nos municípios;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gastos decorrentes da implantação, operação e manutenção ainda são superiores às receitas auferidas com a venda do material beneficiado;</li> <li>• Necessidade de gestão que esteja atento às necessidades de mercado, ao avanço das tecnologias de aproveitamento de novos materiais e à complexidade dos diferentes trabalhadores, intermediários e setores da indústria envolvidos;</li> </ul>
<b>Compostagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta a vida útil do local de disposição final de resíduos;</li> <li>• Promove o aproveitamento agrícola da matéria orgânica pelo uso de composto orgânico no solo;</li> <li>• Os rejeitos podem ser dispostos nos aterros sanitários, reduzindo os problemas relativos à formação de gases e lixiviados, visto que são materiais biologicamente estabilizados;</li> <li>• Exige pouca mão de obra especializada;</li> <li>• Quando bem operadas, as unidades de compostagem não causam poluição atmosférica ou hídrica;</li> <li>• Geração de renda com a comercialização do composto, caso exista mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requer uma separação eficiente de resíduos e um tempo de processamento que pode chegar a seis meses;</li> <li>• Necessita de mercado para revender o composto;</li> <li>• Quando mal operada, os líquidos e gases gerados podem contaminar o meio ambiente e comprometer a qualidade de vida;</li> <li>• Os custos com a coleta diferenciada da fração orgânica dos RSU são altos;</li> <li>• Requer área relativamente grande para operação das leiras para maturação dos resíduos</li> </ul>



Sistemas de Tratamento Resíduos	Vantagens	Desvantagens
<b>Digestão Anaeróbia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da vida útil dos aterros sanitários;</li> <li>• Redução da fração orgânica dos RSU, responsável pelos odores desagradáveis e geração de lixiviados de alta carga poluidora nos aterros sanitários;</li> <li>• Maior geração de biogás e metano devido às condições controladas de umidade e temperatura dos digestores;</li> <li>• Permite a coleta de todo o biogás gerado (em aterros o índice de recuperação pode variar de 20 a 40 %), reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa;</li> <li>• Em seu processamento tem-se a geração de produtos valorizáveis: biogás (energia e calor) e composto orgânico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A composição dos resíduos pode variar dependendo da localização (zona de geração) e da estação do ano, podendo comprometer o processo de biodigestão anaeróbia e consequentemente a qualidade do biogás e do material digerido gerado;</li> <li>• Necessidade de etapa posterior (como compostagem) para bioestabilização dos resíduos digeridos;</li> <li>• Dificuldade na operação do sistema, principalmente em termos de obstruções de canalização, principalmente em sistemas contínuos;</li> <li>• Necessidade de mão de obra qualificada para o processo de operação e monitoramento da planta;</li> </ul>
<b>Incineração</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial de recuperação de energia superior a aterros;</li> <li>• Necessidade de menor área para instalação;</li> <li>• Redução na emissão de odores e ruídos</li> <li>• Interrupção dos processos biológicos da fermentação, a fim de preservar e armazenar o substrato por meses e anos;</li> <li>• Possibilidade de armazenamento em silos, o que permite melhor modulação da produção de energia, em comparação com a queima direta de resíduos sólidos urbanos;</li> <li>• Armazenamento dos briquetes em palletes, racionalizando o transporte de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto consumo de energia elétrica, que é dissipada (não-recuperável);</li> <li>• Dissipação dos metais ao meio ambiente pela utilização dos metais dos trituradores nas ligas desses equipamentos;</li> <li>• Possibilidade de contaminação do CDR pela presença de metais.</li> <li>• Elevados custos de instalação, operação e manutenção do tratamento dos resíduos;</li> <li>• Inviabilidade de produção em caso de resíduos com umidade excessiva, pequeno poder calorífico ou clorados</li> </ul>

<p><b>Sistemas de Tratamento Resíduos</b></p>	<p>longa distância, evitando a dependência de planta próximo à unidade;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O fato de serem considerados como unidades de pré-tratamento dos RSU;</li> <li>• Agregação de valor aos resíduos;</li> <li>• Transformação dos resíduos sólidos urbanos em alternativa energética;</li> <li>• Possibilidade de instalação em áreas industriais próximas aos centros urbanos e aos grandes consumidores de energia;</li> <li>• Redução das emissões e geração de poluentes, possibilitando a obtenção de Créditos de Carbono;</li> <li>• Prolongamento da vida útil de aterros existentes.</li> </ul>	<p><b>Vantagens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria do desempenho econômico (menor consumo energético) da indústria cimenteira e traz como principais desvantagens:</li> </ul>	<p><b>Desvantagens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de uma legislação sobre esse processo de tratamento de resíduos bem como a ausência de Normas Técnicas para essa tecnologia;</li> <li>• Falta de acompanhamento por parte dos órgãos de controle ambiental sobre os níveis de emissões das unidades cimenteiras.</li> </ul>
<p><b>Coprocessamento de RSU</b></p>			

### Aterros Sanitários

- Possibilidade de se utilizar áreas já degradadas por outras atividades (ex: área utilizada como pedreira, etc.);
  - Possibilidade de receber e acomodar rapidamente quantidades variáveis de resíduos, sendo bastante flexível;
  - Recebimento de resíduos de diversas naturezas (classe IIA e IIB);
  - Adaptável a comunidades grandes ou pequenas;
  - Apresentação de menores custos de investimento e operação que outras tecnologias;
  - Utilização de equipamentos e máquinas usadas em serviços de terraplanagem;
  - Simples operacionalização, não requerendo pessoal altamente especializado;
  - Possibilidade de aproveitamento energético do biogás;
  - Não causa danos ao meio ambiente se corretamente projetado e executado.
- Necessidade de grandes áreas para aterro, muitas vezes, longe da área urbana, acarretando despesas adicionais com transporte;
  - Possibilidade de desenvolvimento de maus odores;
  - Possibilidade de deslocamento de poeiras;
  - Alteração da estética da paisagem;
  - Diminuição do valor comercial da terra;
  - Interferência da meteorologia na produção de lixiviados que requisitam tratamento adequado;
  - Período pós-fechamento relativamente longo para a estabilização do aterro, incluindo efluentes líquidos e gasosos;
  - Controle dos riscos de impactos ambientais de longo prazo.

**Tabela 02: Quadro vantagens e desvantagens tratamento resíduos sólidos**

## 9. Projeção de demanda para utilização das estruturas de operação para os serviços a serem concessionados.

A projeção populacional tem por objetivo determinar as populações urbanas a atender para o início, o meio e o fim-de-plano. O crescimento de uma população é influenciado por diversos fatores, tais como: políticos, econômicos, sociais, recursos naturais disponíveis etc.

Há incerteza quanto ao acontecimento desses fenômenos no horizonte de projeto, de modo que se costuma adotar hipóteses às quais, por sua vez, dependem das condições ambientais, meio físico, biótico e socioeconômico, da região onde se insere o município objeto do estudo.

### 9.1 Metodologia

Os métodos mais utilizados de projeção populacional são apresentados a seguir.

- **Método Geométrico**

É o que ocorre principalmente numa fase de uma população onde seu crescimento é muito acelerado, acompanhando praticamente a curva exponencial. A fórmula para projeção é apresentada a seguir:

$$P_f = P_o \cdot q^{t_f - t_o}$$

Onde:

$q$  = taxa de crescimento geométrico;

$P_o$  = pop. Inicial (último censo conhecido);

$t_o$  = ano do último censo,

$P_f$  = pop. final ou no ano necessário,

$t_f$  = ano necessário (início, meio e fim de plano).

As taxas futuras de crescimento geométrico são adotadas a partir daquelas passadas, assim determinadas:

$$q_1 = (P_{1991} / P_{1980})^{1 / (1991-1980)}$$

$$q_2 = (P_{2000} / P_{1991})^{1 / (2000-1991)}$$

$$q_3 = (P_{2010} / P_{2000})^{1 / (2010-2000)}$$

Com os censos de 1991, 2000 e 2010, são calculadas as taxas geométricas e aritméticas de crescimento populacional para a população urbana e a total do município. A partir das taxas de crescimento que ocorreram no passado, das condições atuais e de outros fatores que podem ser assumidos quanto ao futuro, são adotadas taxas de crescimento.

Os municípios onde acontece o crescimento vegetativo, sem o efeito de migração, normalmente mostram um crescimento linear. Para obter a população futura no horizonte de projeto, basta adotar a taxa aritmética que vem ocorrendo.

Já outros beneficiados por facilidade de acesso, muitas atividades econômicas e outros fatores que impulsionam a economia, o crescimento populacional mostra-se geométrico. Nesse caso, é necessário verificar em que período se situa quanto ao crescimento, pois seria acentuado, o que não é muito comum hoje em dia, ou ainda crescendo, porém com taxas cada vez menores ano a ano e a projeção populacional é feita adotando taxas geométricas de crescimento dentro do período de horizonte de projeto.

Embora seja um exercício em relação ao futuro, efetuar a projeção populacional de forma consistente e a partir de hipóteses embasadas é fundamental para que não se incorra em custos adicionais. Portanto, é uma etapa que merece atenção, porque as dimensões das unidades dos sistemas de saneamento e respectivos equipamentos dependem diretamente da população a atender.

## 9.2 Cálculo da projeção populacional

Para o cálculo da projeção populacional do município de Água Boa, utilizou-se como base os dados dos Censos Demográficos do IBGE dos anos de 1991 a 2010, apresentados anteriormente.

Entre 2000 e 2010, a população de Água Boa, cresceu a uma taxa média anual de 1,08%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 68,67% para 74,31%. Em 2010 viviam, no município, 20.856 pessoas.

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 4,64%. Na UF, esta taxa foi de 2,38%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período. Na década, a taxa de urbanização do município passou de 61,21% para 68,67%.

Utilizando os modelos de projeção populacional, foram calculadas taxas de crescimento aritmético e de crescimento geométrico, tendo como dados de entrada as populações do Censo Demográfico.

Verifica-se que as taxas de crescimento aritméticas e geométricas são muito variáveis. Aqui foram adotadas para a projeção da população no período de 2011 a 2038, taxas de crescimento geométrico que são flexíveis quanto a sua aplicação em relação às aritméticas. Como hipótese, adotou-se que a taxa de crescimento de 1,90% para a população total e urbana que sofrerão leve aumento, mas a população rural tenderá a reduzir em 1% conforme o passar dos anos, tendência observada na grande maioria dos municípios brasileiros.

Com a proposta de implantação de um aterro sanitário que atenda demais municípios, a coleta de dados observou a região de inserção do aterro sanitário, para a obtenção da taxa de crescimento para a determinação da evolução populacional.

Também com base nos dados dos Censos, foi projetado o número de domicílios no horizonte do Plano para que sejam feitas as projeções de demandas nos próximos

produtos. O resultado total das projeções ano a ano no município de Água Boa a partir de 2021 é apresentado com a dinâmica da população partindo dos dados dos Censos e chegando até o horizonte de 2050. Os resultados encontram-se detalhado na planilha de Anexos ao Caderno III com a descrição dos mesmos.

ANO	POPULAÇÃO urbana	% CRESCIMENTO POP.	POPULAÇÃO PROJETADA	TONELADAS DE RESÍDUOS MENSAL	PROJEÇÃO TONELADAS RESÍDUOS MENSAL	PROJEÇÃO TONELADAS RESÍDUOS ANUAL ACUMULADA	ton / m <sup>3</sup> 0,65	PROJEÇÃO VOLUME RESÍDUOS ANUAL ACUMULADA
BASE	114.222			2.912,66				
ano 1		1,14%	1.302	2.945,87	36360,38	54385,21		
ano 2		1,15%	1.315	2.979,78	35757,41	55011,40		
ano 3		1,16%	1.328	3.014,44	36173,24	55651,13		55651,13
ano 4		1,17%	1.342	3.049,84	36598,11	56304,78		111955,91
ano 5		1,19%	1.355	3.086,02	37032,27	56972,72		168828,63
ano 6		1,20%	1.369	3.123,00	37475,97	57655,34		226983,96
ano 7		1,21%	1.382	3.160,79	37929,48	58353,04		284937,01
ano 8		1,22%	1.396	3.198,42	38393,06	59066,25		344003,26
ano 9		1,23%	1.410	3.238,92	38867,01	59795,40		403798,66
ano 10		1,25%	1.424	3.279,30	39351,60	60540,93		464339,59
ano 11		1,26%	1.438	3.320,60	39847,15	61303,30		525642,89
ano 12		1,27%	1.453	3.362,83	40353,95	62083,00		587725,89
ano 13		1,28%	1.467	3.406,03	40872,33	62880,50		650606,39
ano 14		1,30%	1.482	3.450,22	41402,62	63696,33		714302,72
ano 15		1,31%	1.497	3.495,43	41945,16	64531,01		778833,73
ano 16		1,32%	1.512	3.541,69	42500,30	65385,08		844218,81
ano 17		1,34%	1.527	3.589,03	43088,42	66259,11		910477,92
ano 18		1,36%	1.542	3.637,49	43694,89	67153,68		977631,59
ano 19		1,35%	1.558	3.687,09	44245,10	68069,39		1045700,98
ano 20		1,38%	1.573	3.737,87	44854,47	69006,87		1114707,85
ano 21		1,39%	1.589	3.789,87	45478,40	70039,50		1184674,62
ano 22		1,40%	1.605	3.843,11	46117,34	70949,75		1255624,37
ano 23		1,42%	1.621	3.897,64	46771,73	71856,51		1327590,88
ano 24		1,43%	1.637	3.953,50	47442,05	72887,77		1400568,65
ano 25		1,45%	1.653	4.010,73	48128,77	74004,26		1474612,91
ano 26		1,46%	1.670	4.069,37	48832,40	75126,77		1549739,68
ano 27		1,46%	1.687	4.129,45	49553,46	76236,08		1625975,76
ano 28		1,49%	1.703	4.191,04	50292,47	77373,04		1703348,80
ano 29		1,51%	1.721	4.254,17	51050,02	78536,49		1781887,29
ano 30		1,52%	1.738	4.318,89	51826,66	79733,32		1861620,61
<b>MÉDIA PROJETADA MENSAL</b>								
<b>TONELADAS PROJETADO PARA 29 ANO</b>								
1.281.161,19								
<b>VOLUME EM 29 ANOS</b>								
25.375.680,50								

**NOTA:** - População Urbana, IBGE 2018  
 - Resíduos, Prefeituras e terceiros  
 - Implantação no Ano 0  
 - Operação Ano 1 ao Ano 29 (TOTAL 30 anos)  
 - Densidade resíduo aterrado = 0,65 ton/m<sup>3</sup>

**Figura 01 - Evolução populacional município de Água Boa e demais municípios**



Cabe ressaltar a previsão para a elaboração censo demográfico no Brasil, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que deverá ocorrer durante o ano de 2020, com apresentação de estimativas mais atualizados, dos município, obrigando a revisão dos indices populacionais para os respectivos planejamentos e formulações de contratos de longo alcance.

#### **10. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS RISCOS DO PROJETO: ANALISAR OS POSSÍVEIS RISCOS, INCLUSIVE DE DEMANDA, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E AMBIENTAIS**

A terceirização dos serviços públicos, em forma de concessão ou Parcerias Público –Privadas, envolve uma multiplicidade de fatores que contribuem nos desequilíbrios econômico-financeiros das concessões de serviços públicos, dos quais, a título de exemplo, podemos citar a ausência de regulação do serviço prestado, interferência de interesses políticos na execução do Contrato ou na fixação das tarifas e deficiências na elaboração do planejamento da concessão, entre outros.

Estes riscos podem ser diminuídos dentro da concessão a ser executada, com ações que visem criar incentivos para as partes protegerem o cerne da concessão, maximizando as chances de ocorrência dos eventos que são benéficos ao seu cumprimento e minorando as chances de ocorrência dos eventos que o perturbam. Esses incentivos são criados pela alocação às partes dos riscos relativos aos eventos, de forma mais equânime. A seguir é apresentada a matriz de risco para a prestação de serviço.

Alocação de Riscos	Autoridade fiscalizadora do contrato	Prefeitura Municipal de Água Boa	Operador privado
<p>Risco pelo descasamento entre os índices de REAJUSTE e a perda inflacionária anual: A Prefeitura Municipal é responsável pelas diferenças apuradas entre os índices que compõem a fórmula de REAJUSTE e a inflação apurada no período de 12 (doze) meses</p>		x	
<p>Risco pelos custos ocorridos na fase PRÉ-OPERACIONAL: O Operador é responsável integralmente por quaisquer custos ocorridos na FASE PRÉ-OPERACIONAL, relativos à prestação dos SERVIÇOS, bem como pelas compras, entradas e saídas de materiais, físicas ou contábeis, relativos aos serviços na FASE PRÉ-OPERACIONAL.</p>			x
<p>Risco de disponibilidade dos recursos financeiros próprios e de terceiros: O Operador é responsável pela obtenção dos recursos financeiros necessários à prestação dos serviços públicos objeto da CONCESSÃO.</p>			x
<p>Risco pelo descumprimento do cronograma de investimentos: O operador é responsável pela realização dos investimentos para implantação e operação dos SERVIÇOS, após a disponibilização das autorizações de acesso e de uso de áreas públicas, dentro e fora do território do município.</p>			x
<p>Risco de demanda: O Operador é responsável pelas variações ordinárias, para mais ou para menos, das receitas da concessão. Não é responsabilidade da Operadora as variações extraordinárias de receitas, especialmente decorrentes de CASO FORTUITO ou FORÇA MAIOR e, ainda, de FATOS IMPREVISTOS</p>			x
Alocação de Riscos	Autoridade fiscalizadora do contrato	Prefeitura Municipal de Água Boa	Operador privado

<p>Risco pela inadimplência do pagamento das TARIFAS e/ou dos preços dos SERVIÇOS COMPLEMENTARES: A Prefeitura responsável integralmente pelo não pagamento, por parte dos USUÁRIOS, das TARIFAS e dos preços dos SERVIÇOS COMPLEMENTARES, competindo-lhe adotar as providências para cobrança e/ou suspensão dos SERVIÇOS.</p>		x
<p>Risco de execução das obras: A execução, manutenção e conformidade das obras necessárias à prestação dos SERVIÇOS, incluindo os custos de mão de obra, de aluguel de máquinas e equipamentos, e de outros insumos, serão de inteira responsabilidade do Operador, exceto se a variação de custos for relevante e decorrer de CASO FORTUITO OU FORÇA MAIOR ou FATOS IMPREVISTOS, onde deverão ser revistas as tarifas referente a prestação de serviço.</p>		x
<p>Risco de inadequação na prestação dos serviços: O Operador é responsável pela prestação dos SERVIÇOS em conformidade com o disposto no CONTRATO e, cumprimento avaliado através dos Indicadores de Desempenho.</p>		x
<p>Risco por efeitos de atos e fatos ocorridos antes da DATA DE ASSUNÇÃO. A Prefeitura Municipal responderá, integral e exclusivamente, por quaisquer questões relativas a atos ou fatos anteriores à DATA DE ASSUNÇÃO, ainda que verificados após a referida data</p>		x
<p>Risco relativo a não obtenção das licenças ambientais prévias: O operador é responsável pela obtenção das licenças ambientais prévias, nos prazos estipulados.</p>		x
Alocação de Riscos	<p><b>Autoridade fiscalizadora do contrato</b></p>	<p><b>Prefeitura Municipal de Água Boa</b></p>
		<p><b>Operador privado</b></p>

<p>Risco relativo a não obtenção das licenças de instalação e operação: O Operador será a única responsável pela obtenção das licenças de instalação e de operação, tendo a Prefeitura sua vez, a obrigação de contribuir com todos os documentos, informações e providências necessárias ao seu alcance para o licenciamento.</p>		x
<p>Risco relativo a passivos ambientais originados antes da DATA DE ASSUNÇÃO: A Prefeitura será o único responsável pelo passivo ambiental originado previamente à DATA DE ASSUNÇÃO, devendo manter o Operador isento de qualquer responsabilidade</p>	x	
<p>Risco relativo a passivos ambientais originados após a DATA DE ASSUNÇÃO que precisem ser solucionados em prazos ou condições diferentes daqueles fixados no CONTRATO: A Prefeitura Municipal responde por eventual determinação de autoridade ambiental e/ou de outros órgãos de fiscalização ou do Poder Judiciário que determinem a solução de passivos ambientais em prazos ou condições diferentes daqueles fixados no contrato.</p>	x	
<p>Risco relativo a passivos ambientais originados após a DATA DE ASSUNÇÃO decorrentes de ações ou omissões dolosas ou com culpa grave do Operador: O Operador é responsável por reparar integralmente o dano ambiental que tenha causado de forma dolosa ou com culpa grave.</p>		x
<p>Risco de descobertas arqueológicas: Eventuais atrasos na execução das obras em vista das exigências do órgão competente relativas às descobertas arqueológicas, bem como os custos adicionais incorridos para o atendimento dessas exigências e/ou a perda de receitas correspondente, serão objeto de reequilíbrio econômico-financeiro em favor do Operador.</p>	x	
<p style="text-align: center;">Alocação de Riscos</p>	<p><b>Autoridade fiscalizadora do contrato</b></p>	<p><b>Prefeitura Municipal de Água Boa</b></p> <p><b>Operador privado</b></p>

<p>Risco de modificação das especificações nos serviços: Na hipótese do CONCEDENTE, ou qualquer outra entidade pública ou privada a que os SERVIÇOS estejam ou venham a estar submetidos, determinar modificações nas especificações técnicas da prestação dos SERVIÇOS, ou exigir Indicadores de Desempenho mais rigorosos para prestação e manutenção dos SERVIÇOS, em relação ao previsto no CONTRATO e seus Anexos, que acarretem encargos adicionais para o Operador, as modificações financeiras e de cronograma decorrentes de tais alterações serão objeto de reequilíbrio econômico-financeiro do CONTRATO.</p>	<p>Risco de decisão judicial ou arbitral que impeça ou suspenda a execução das obras e/ou a prestação dos serviços, ou que imponha novas especificações para a prestação dos serviços: Na hipótese de decisão judicial ou arbitral que impeça ou suspenda a execução das obras e/ou a prestação dos SERVIÇOS pelo operador, ou que imponha novas especificações para a prestação dos SERVIÇOS, A Prefeitura Municipal será responsável pelo atraso e eventual sobrecusto, por meio do procedimento de reequilíbrio econômico-financeiro do CONTRATO, salvo nos casos de responsabilidade exclusiva do Operador..</p>	<p>Risco de comoções sociais ou protestos públicos: Na ocorrência de comoções sociais ou protestos públicos que causem aumento de custos, perda de receitas, ou atrasem o cronograma de realização das obras e/ou a prestação dos SERVIÇOS.</p>	<p>x</p>	<p>x</p>	<p>x</p>
<p>Alocação de Riscos</p>			<p><b>Autoridade fiscalizadora do contrato</b></p>	<p><b>Prefeitura Municipal de Água Boa</b></p>	<p><b>Operador privado</b></p>

Risco de greve dos trabalhadores do Operador, e/ou de seus subcontratados: ocorrência de greves dos trabalhadores do Operador e/ou de seus subcontratados que impeçam a prestação dos SERVIÇOS, ou que causem atrasos e aumento de custos das obras, exceto se a greve for considerada ilegal por decisão judicial, caso em que Operador terá direito ao reequilíbrio econômico-financeiro.			X
Risco de alteração ou criação de novos encargos tributários: Na hipótese de o Poder Público alterar ou criar novos tributos, encargos legais ou isenções não existentes na data de publicação do Contrato, de maneira a aumentar ou reduzir os custos do Operador. Com exceção do Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido, em que o risco fica alocado ao Operador.		X	
Risco de alteração legislativa ou regulatória: ocorrência de alterações legislativas ou regulatórias após a publicação do Contrato, no âmbito de qualquer ente federativo, que afetem diretamente os encargos e custos para a realização das obras e/ou prestação dos SERVIÇOS pelo Operador.			X
Risco de Caso Fortuito ou Força Maior ou Fatos Imprevistos: ocorrência de eventos de CASO FORTUITO ou FORÇA MAIOR ou FATOS IMPREVISTOS que causem perdas ou danos aos ativos do Operador, perda de receitas, atrasos na realização das obras e/ou descontinuidade da prestação dos SERVIÇOS.			X
Risco de remanejamento de interferência: execução e custeio dos remanejamentos de interferências necessários à execução das obras e/ou à prestação dos SERVIÇOS			X
Alocação de Riscos			
	<b>Autoridade fiscalizadora do contrato</b>	<b>Prefeitura Municipal de Água Boa</b>	<b>Operador privado</b>

<p>Riscos relativos a desapropriações, servidões administrativas, acesso a áreas públicas e desocupação de áreas invadidas. Caberá a Prefeitura Municipal declarar de utilidade pública e promover desapropriações, mediante pagamento de indenização, instituir servidões administrativas, propor limitações administrativas e permitir ao Operador, providenciando as respectivas autorizações, a ocupação provisória de bens imóveis necessários à execução e conservação de obras e SERVIÇOS vinculados ao Contrato.</p>	x	
<p>Risco de alteração unilateral das obrigações contratuais Operador: quaisquer alterações unilaterais determinadas pela Prefeitura Municipal em relação às obrigações da CONCESSIONÁRIA previstas CONTRATO.</p>	x	
<p>Risco de responsabilidade excedente às coberturas securitárias exigidas no contrato: caso o Operador seja obrigado a responder perante terceiros, para pagar indenizações que ultrapassem os limites de cobertura dos seguros, terá direito a reequilíbrio econômico-financeiro do CONTRATO para recompor o custo adicional não previsto, exceto na hipótese em que a indenização incorrida decorra de dolo do Operador, por ação ou omissão.</p>	x	
<p>Risco de alteração do Plano Municipal de Saneamento Básico ou Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, com efeitos sobre as receitas e/ou custos do Operador: O Planos são partes integrantes do CONTRATO, de maneira que suas eventuais alterações, que causem perda de receitas e/ou aumentos de custos, serão objeto de reequilíbrio econômico financeiro.</p>	x	
<p>Alocação de Riscos</p>	<p><b>Autoridade fiscalizadora do contrato</b></p>	<p><b>Prefeitura Municipal de Água Boa</b></p> <p><b>Operador privado</b></p>

Risco de sobrecustos ou atrasos na execução das obras em virtude da presença de populações indígenas, quilombolas ou outros povos e comunidades tradicionais: A Prefeitura Municipal será responsável por eventuais atrasos e custos adicionais não previstos na execução das obras, decorrentes de exigências do órgão competente relativas à presença de populações indígenas, quilombos ou outros povos e comunidades tradicionais, caso em que o Operador terá direito ao reequilíbrio econômico-financeiro.

x

**Tabela 03: Alocação dos Riscos**



## 11. DESCRITIVO DE POSSÍVEIS RECEITAS ACESSÓRIAS QUE PODERÃO SER GERADAS POR MEIO DE ATIVIDADES COMPLEMENTARES AQUELAS OBJETO DESTE CONTRATO

O funcionamento do Aterro Sanitário envolve altos investimentos na fase de implantação, mas a fase de operação é considerada a de maior investimentos, nestas atividades. Não comum as empresas no cenário atual, ampliam o portfólio de prestação de serviços com as chamadas receitas acessórias ou derivadas de projetos associados, que são reguladas, no Brasil, por muitos diplomas legais, mas, principalmente pelos Arts. 11 e 18, da Lei 8.987/1995. São um elemento típico dos contratos de concessão. Essas receitas correspondem a um conjunto de valores cujo recebimento decorre da realização de atividades econômicas relacionadas tangencialmente ao objeto de um contrato de concessão.

As possíveis receitas acessórias que podem ser implantadas para um aterro sanitário são:

- Receitas oriundas do tratamento de resíduos Classe I (Indústrias e Comércio)
- Receitas oriundas de tratamento de resíduos Classe I (Serviços de Saúde)
- Receitas oriundas de serviços de reciclagem de materiais
- Receitas oriundas de serviços de compostagem
- Receitas oriundas de Tratamentos de Efluentes

62

## 12. INDICADORES DE DESEMPENHO

O gerenciamento dos indicadores de desempenho compreendendo a geração dos resultados e respectiva divulgação deverá ser de responsabilidade compartilhada entre o operador do aterro e a Prefeitura Municipal, instrumentos definidos dentro do Contrato.


Tabela 4 - Índice de atendimento urbano de coleta de resíduos sólidos

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido	Periodicidade
Índice de atendimento urbano de coleta de resíduos sólidos	$(Va07/Va08) \times 100$		Anual
<b>Variáveis</b>	<b>Discriminação</b>		<b>Fonte</b>
Va07	População atendida declarada (atendida com serviço de coleta de resíduos domiciliares).		(SINIR)
Va08	População urbana total do município operado, com coleta de resíduos sólidos urbanos.		(SINIR)


Tabela 5 - Tempo médio de execução dos serviços

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido	Periodicidade
Tempo médio de execução dos serviços	$Va41/Va42$		Anual
<b>Variáveis</b>	<b>Discriminação</b>		<b>Fonte</b>
Va41	Tempo de execução dos serviços.		(SNIS/SINISA)
Va42	Quantidade de serviços executados, para serviços de tratamento de resíduos sólidos.		(SNIS/SINISA)


**Tabela 6 - Índice de tratamento do resíduo gerado no processo de gerenciamento dos RSU**

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Índice de tratamento do resíduo gerado no processo de gerenciamento dos RSU	$(Va47/Va48) \times 100$		Anual
<b>Variáveis</b>	<b>Discriminação</b>		<b>Fonte</b>
Va47	Quantidade de resíduo tratado		(SINIR)
Va48	Quantidade de sem tratamento		(SINIR)

**Tabela 7 - Eficiência no tratamento do chorume**

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Eficiência no tratamento do chorume	$[1 - (Va51/Va52)] \times 100$		Anual
<b>Variáveis</b>	<b>Discriminação</b>		<b>Fonte</b>
Va51	Valor médio da DBO efluente (chorume tratado disposto na natureza).		(SINIR)
Va52	Valor médio da DBO afluenta (chorume bruto recebido na ETE).		(SINIR)

**Tabela 8 - Taxa de execução do orçamento previsto no Contrato por prazos**

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Taxa de execução do orçamento previsto Contrato por prazos	$(Va59/Va60) \times 100$		Anual
<b>Variáveis</b>	<b>Discriminação</b>		<b>Fonte</b>
Va59	Investimento em R\$ - liquidado no prazo em análise		Prestadores de serviços.
Va60	Investimento em R\$ - previsto no prazo em análise		Prestadores de serviços.

**Tabela 9 - Taxa de manutenção voluntária**


Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Taxa de manutenção voluntária	$(Va01/Va02) \times 100$		Anual
<b>Variáveis</b>	<b>Discriminação</b>		<b>Fonte</b>
Va01	Investimento em R\$ - número de intervenções realizadas		Prestadores de serviços.
Va02	Investimento em R\$ - número de intervenções planejadas		Prestadores de serviços.

Tabela 10 - Taxa de eficiência da coleta seletiva




Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Taxa de eficiência da coleta seletiva	$(Va05/Va06) \times 100$		Mês
Variáveis	Discriminação		Fonte
Va05	Resíduos proveniente da recolha seletiva (Ton./dia)		Prestadores de serviços.
Va06	População Atendida (hab)		Prestadores de serviços.

Tabela 11 – Taxa de Operação e funcionamento do aterro


Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Taxa de Operação e funcionamento do aterro	$(Va10/Va11) \times 100$		Mês
Variáveis	Discriminação		Fonte
Va10	Investimento em R\$: Custos fixos + custos variáveis		Prestadores de serviços.
Va11	Quantidades depositadas (Ton.)/mês		Prestadores de serviços.

66

Tabela 12 – Taxa de compactação dos resíduos

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Taxa de compactação dos resíduos	$(Va20/Va21) \times 100$		Mês
Variáveis	Discriminação		Fonte
Va20	Quantidade de resíduos Depositado (Ton)		Prestadores de serviços.
Va21	Volume ocupado (m <sup>3</sup> )		Prestadores de serviços.

**Tabela 13 – Taxa de avaliação Plano de Monitoramento**

Nome do Indicador	Fórmula de Cálculo	Sentido 	Periodicidade
Taxa de avaliação Plano de Monitoramento	$(Va20/Va21) \times 100$		Mês
Variáveis	Discriminação		Fonte
Va22	Quantidade de avaliações (relatórios) elaborados (Unid.)		Prestadores de serviços.
Va23	Inconformidade identificadas (Unid.)		Prestadores de serviços.

### 13. ESTRUTURAÇÃO DE PLANO DE OPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA

67

O Plano de operação e manutenção da infraestrutura deverão prever em seus respectivos programas as suas justificativas e objetivos, objetivando as três premissas para o perfeito funcionamento do aterro sanitário.

#### a) Programas que deverão compor o Plano de Operação

- Programa de Comunicação e Participação Social
- Programas de Monitoramento das Águas Superficiais e Subterrâneas
- Programa de Monitoramento da Emissão de Gases
- Programa de Controle Ambiental das Obras (incluindo fase de operação)
- Programa de Controle de Prevenção de Acidentes
- Programa de Gerenciamento de Recebimento da Disposição de Resíduos no Aterro
- Programa de Educação Ambiental
- Programa de Encerramento (Sendo as etapas desenvolvidas durante toda a fase de operação)
- Programa de Contingência e Emergência
- Programa de Monitoramento dos recursos hídricos

- Plano de Prevenção e Combate a Incêndio
- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
- Programa de Monitoramento da Estabilidade do Aterro

**b) Plano de manutenção Infraestrutura**

- Programa de Manutenção infraestrutura
- Programa manutenção Corretiva infraestrutura
- Programa de manutenção equipamentos
- Programa manutenção Corretiva equipamentos
- Programa Indicadores de Manutenção

A descrição e especificações dos custos que envolvem a operação e a manutenção dos equipamentos do Aterro Sanitário encontram-se detalhado na planilha de Anexos ao Caderno III com a descrição dos mesmos.

68

**SARAGUAIA – Saneamento Ambiental Ltda.**

CNPJ – 35.136.586/0001-09

Laercio Sandrin

CPF – 579.965.049-20

**Daniel Grossi**

OAB/MT – 25.998

OAB/RS – 73.717

OAB/SC – 40.613

**Carla Canton Sandrin**

Engenheira Sanitarista e Ambiental

CREA/SC - 1027168

#### 14. REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. (2013). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2013. São Paulo: Grappa Editora e Comunicação. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em 13 maio 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1992). NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2010). NBR 15.849: Resíduos sólidos urbanos: aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro.

DERNADIN, G. P. (2013). Estudo dos Recalques do Aterro Sanitário da Central de Resíduos do Recreio – Minas do Leão/ RS. (Dissertação de Mestrado). Santa Maria/ RS. 92 p.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. (2006). Orientações Básicas para a Operação de Aterro Sanitário / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte.

FERREIRA, O. M. (2008). Disciplina Tratamento de Resíduos Sólidos. (Notas de aulas). Escola de Engenharia, Engenharia Ambiental. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO.

GOMES, L. P.; MARTINS, F. B. (2002). Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte. In: CASTILHOS JUNIOR, A. B.

Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro, ABES, Projeto PROSAB, p. 51-105.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. (2000). Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2ª Edição. São Paulo: IPT/CEMPRE, 370 p.

KROETZ, C. E. (2003). Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Dimensionamento e Estimativa de Custos de Aterros Sanitários em Trincheiras para Municípios de Pequeno Porte. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis/ SC, 159 p.

LUZ, F. X. R. (1981). Aterro sanitário: características, limitações, tecnologia para a implantação e operação. São Paulo: CETESB, 30 p.

MANSOR, M. T. C.; CAMARÃO, T. C. R. C.; CAPELINI, M.; KOVAKS, A.; FILET, M.; SANTOS, G. A.;

SILVA, A. B. (2010). Resíduos Sólidos. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental.



147p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/sma/6-ResiduosSolidos.pdf>, acessado em: 29 Setembro/2019.

MEDEIROS, P. A.; SILVA, J. D.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B. (2002). Balanço Hídrico em aterros de resíduos sólidos urbanos escala experimental de laboratório. In: CASTILHOS JUNIOR, A. B.;

LANGE, L. C.; GOMES, L. P.; PESSIN, N. (Org.). Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades. Rio de Janeiro: ABES / RiMa, p. 39-46.

PAIVA, I. E. P. de. (2004). Aterro Sanitário em Municípios de Pequeno Porte: Estudo do Potencial de Aplicação de Tecnologias Simplificadas na Região do Semi-Árido Baiano. (Dissertação de Mestrado). Salvador: UFPBA, 149 p.

PROSAB – PROGRAMA DE SANEAMENTO BÁSICO. (1999). Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro – RJ, 65 p.

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A.; FERNANDES JÚNIOR, J. L.; CASTRO, M. C. A. A. (2002). Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Tese (Livre Docência). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

TOZETTO, C. M. (2008). Modelagem Matemática de Aterros Sanitários com a Simulação Hidrológica da Geração de Lixiviado: Estudo de Caso do Aterro Sanitário de Curitiba. (Dissertação de Mestrado). Curitiba: UFPR – PR, 156p.