

**ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE UM LIXÃO  
NO MUNICÍPIO DE SANTIAGO-RS.**

**Gilson Tadeu Amaral Piovezan Júnior** (\*)

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Maria, consultor da empresa Avaliare Engenharia – Santa Maria-RS.

**Talles Augusto Araújo**

Engenheiro Civil pela Universidade Católica de Pelotas. Mestre em Engenharia Civil – Geotecnia pela EESC-USP. Professor assistente do Departamento de Transportes da UFSM.

**Endereço** (\*): Rua Silva Jardim nº1953/ apart. 203 – Santa Maria – RS - CEP: 97010-343 - Brasil - Tel: +55 (55) 221-6399 – e-mail: [gpiove@terra.com.br](mailto:gpiove@terra.com.br); [piove@ibest.com.br](mailto:piove@ibest.com.br).

**RESUMO**

Neste trabalho será exposto o caso particular do Município de Santiago – RS, todos processos e dispositivos tomados pela empresa privada Avaliare Engenharia situada no Município de Santa Maria – RS, e o corpo técnico do município, para adequar uma área de disposição final incorreta de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD), um lixão, em uma área de disposição ambientalmente correta, através de projeto de Remediação de Área Degradada, adequação de uma Unidade de Triagem, projeto de um Pátio de Compostagem e Aterro Sanitário.

**PALAVRA-CHAVE:** Disposição final de RSD, lixão, adequação ambiental.

**INTRODUÇÃO**

O crescimento e o desenvolvimento urbano, associado com um grande consumo de bens, vem promovendo uma grande alteração no meio ambiente, as quais reflete-se, principalmente, na grande produção de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD). A quantidade e variabilidade dos elementos encontrados nos locais de disposição final dos resíduos vêm introduzindo uma série de conseqüências a saúde (SISINNO, 2000).

Para minimizar os efeitos negativos do tratamento dos resíduos, se exige um bom manejo, desde dentro das residências até a sua disposição final. Esses procedimentos importantes no gerenciamento dos RSD são cada vez mais complexos de implementar no Brasil, onde os problemas socioeconômicos, estruturais, educacionais e políticos, remetem a uma grande dificuldade de tratar-se de forma ambientalmente correta o nosso meio (SISINNO,2000).

Devido aos problemas de gerenciamento na disposição final dos resíduos, e à falta de políticas públicas municipais de expansão urbana sustentável, há uma grande rejeição na aceitação e/ou escolha de novas áreas para a destinação final dos RSD, uma vez que, na maioria dos municípios brasileiros, o histórico deste empreendimento revela que este não é

executado conforme a boa técnica de engenharia. Assim sendo, as boas intenções de melhoramento na disposição final dos resíduos, esbarram na resistência da população em geral, que não acredita mais na competência do poder público nesta obra de saneamento.

A partir deste contexto, o Município de Santiago-RS, que apresenta sérios problemas ambientais e de saúde pública devido às graves falhas no tratamento dos seus resíduos, empreendeu seus esforços em estudos e projetos para obter a adequação ambiental do atual lixão, ao invés de escolher uma nova área para a disposição final dos RSD.

A adequação ambiental da área do atual lixão foi uma decisão com o intuito de se evitar processos desgastantes, morosos e de alto valor econômico, que estão embutidos na escolha de nova área para o tratamento dos resíduos. Além disso, o município terá, depois da execução das obras previstas nos projetos, pelo menos, 10 (dez) anos, que o tempo útil projetado para o esgotamento da área, para efetuar todos os processos que envolvem a escolha de uma nova área para a disposição dos RSD.

Para o aproveitamento ambientalmente mais adequado da atual área do lixão, e este ser aprovado no órgão fiscalizador ambiental estadual, FEPAM – RS, foi necessária a elaboração de Estudos e Projetos, dentre os quais se destacam: Projetos de Remediação de parte da Área Degradada; Projetos de Aterros Sanitários, Estação de Tratamento de Percolado (Lixiviado), Pátio de Compostagem e melhorias na Unidade de Triagem já instalada no local.

Desta forma, o presente trabalho apresenta as concepções, objetivos e os processos construtivos de tal empreendimento, que permitirá a Prefeitura Municipal de Santiago – RS, a utilização de uma área já impactada para destinar seus resíduos sólidos domiciliares de forma ambientalmente aceitável e correta. Quando se referir a esta nova concepção projetada para o tratamento dos resíduos do município, utilizar-se-á a sigla UTCAR (Unidade de Triagem, Compostagem e Aterro Sanitário).

O projeto está licenciado pelo o órgão ambiental desde novembro de 2003 e ainda não foi iniciada a sua implantação.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Município de Santiago está localizado no quadrante noroeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 01), na Mesorregião Centro-Occidental. Possui uma área de 2.421,30 km<sup>2</sup>, uma altitude média de 439 m e as seguintes coordenadas geográficas: 29°09'50 "de latitude sul e 54°51'32" de longitude oeste. Santiago tem uma população estimada de 52.138 habitantes, sendo que do total, 45.084 vivem na zona urbana (IBGE – 2000).



Figura 01 – Localização do Município de Santiago – RS.

No ano de 2002, ano que se iniciou os estudos para a concepção do projeto, a prefeitura municipal de Santiago, com sua base de dados, estimou a população urbana em 45.494 habitantes, e que esta produz 30 t/dia de resíduo, o que permite estimar uma produção “*per capita*” de 0,66 kg / hab.dia de resíduos.

### **DIAGNÓSTICOS DO LIXÃO NO MUNICÍPIO DE SANTIAGO - RS**

Os idealizadores do projeto da atual área de destinação final RSD tinham como meta, que os resíduos seriam gerenciados da seguinte forma: os resíduos coletados seriam levados, através do caminhão coletor até uma unidade de triagem, onde o resíduo orgânico seria separado do material com valor comercial para a reciclagem, ou seja, a eficiência da unidade de triagem, hoje instalada no local, seria de 100%. Da triagem só restariam elementos orgânicos, o qual seriam tratados em um pátio de compostagem executado na atual área, e recicláveis para o comércio.

Com o passar do tempo, verificou-se o erro do projeto inicial, a qual culminou com problemas de operação da área, que já é utilizada a mais de seis (06) anos pelo Município de Santiago, que opera com os seguintes problemas tradicionais de um Lixão:

- Os resíduos passam pela unidade de triagem erroneamente (Figura 2.A.). Uma vez que esses são descarregados, pelo caminhão compactador, em um local que depois deverão ser carregados contra a gravidade até a esteira de triagem. Esse processo tem como consequência à utilização de uma máquina retroescavadeira, gasto de energia e desvio de função da máquina, um sistema elevatório com esteira, gasto de energia, e o uso de três operários, que poderiam estar trabalhando na triagem;
- Deficiência na triagem (Figura 2.B). Somente são triados elementos com grande valor comercial, e não há separação do material orgânico para a compostagem;
- Operação incorreta da disposição dos RSD (Figura 2.C). O lixão não apresenta um tapete impermeabilizante inferior eficaz, dreno de gases e também não há, ao final da operação diária, cobertura do resíduo com material inerte, e tão pouco um trator de esteira para fazer a compactação do lixo, para diminuir o volume dos resíduos;

- Embora haja um sistema de drenagem de percolado no local (Figura 2.D), e este funcione de maneira regular, o percolado não é tratado de forma eficiente. Na verdade o líquido percolado é captado e levado para um sistema de tratamento com Lagoas de Estabilização, que foram construídas conforme a lagoa subsequente ia enchendo. Além disso, não há impermeabilização inferior nas lagoas de estabilização. Outro problema, é que o percolado não tem destino final, ou seja, o percolado infiltra no subsolo e/ou sofre evaporação;
- Devido ao não gerenciamento e/ou fiscalização desta área, há grande quantidade de pneus sem proteção alguma, oferecendo risco de saúde a população por causa da grande probabilidade de ser um dos lugares onde se desenvolvem as larvas do mosquito da dengue, por exemplo, (Figura 2.E);
- Não há compostagem do material orgânico (Figura 2.F). O Pátio de Compostagem que foi projetado para tal função, não chegou a ser implantado. Atualmente, no local onde foi projetado o pátio compostagem, é onde está localizado o lixão.



Figura 2 – As figuras mostram a situação atual da disposição final dos RSD/lixão de Santiago – RS.

Todos os problemas acima descritos refletem o erro e a falta de gerenciamento dos serviços de tratamento de resíduos, fato este que o município está empenhado em resolver com o projeto licenciado para o novo sistema de tratamento dos RSD do município.

Na figura 03, é mostrado o esquema da planta baixa da atual situação, até meados do mês de agosto de 2004, no lixão do Município de Santiago.

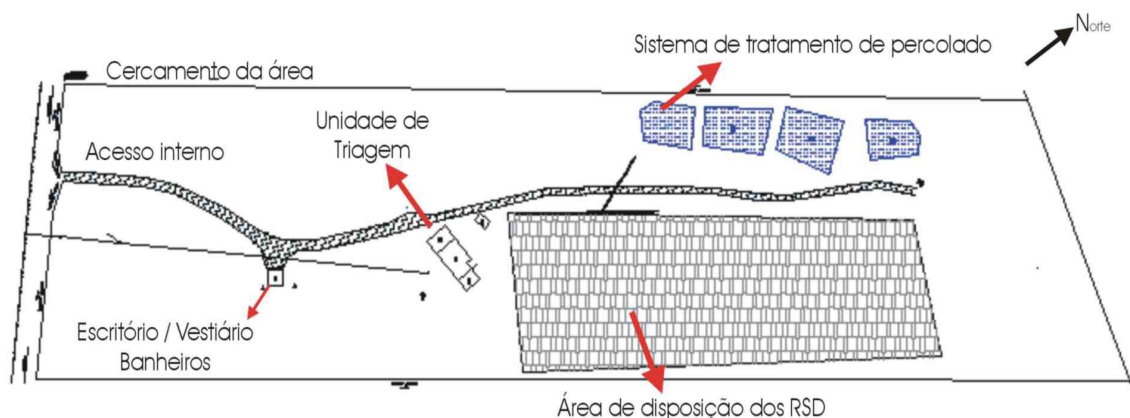


Figura 03 – Esquema da planta baixa da atual situação da disposição final dos RSD ou Lixão.

## CONCEPÇÃO E JUSTIFICATIVA DO NOVO PROJETO

Devido à falência e inadequação do atual sistema de tratamento dos resíduos sólidos domiciliares de Santiago, as novas concepções e projetos propostos basearam-se em medidas não estruturais e estruturais, com o intuito de utilizar ao máximo a atual área impactada.

As medidas Não Estruturais serão alicerçadas numa melhor concepção de gerenciamento de resíduos sólidos do Município. Como medidas Estruturais, foram projetadas obras de engenharia para a utilização, ambientalmente correta da atual área, que a partir da execução dessas contará com a remediação da área já impactada, melhorias na Unidade de Triagem, construção de um Pátio de Compostagem e Aterro sanitário.

## MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

Será formada uma equipe de gerenciadores da UTCAR. Esta será composta por um profissional legalmente habilitado para ser responsável técnico pela implantação e operação do empreendimento, e mais dois auxiliares de serviços gerais que trabalharão diretamente dentro da área.

Dentre as funções exercidas pelos dois auxiliares de serviços gerais, pode-se citar:

- Responsáveis pela fiscalização e controle de entrada de pessoas, resíduos, etc;
- Responsáveis pela operação da Balança;
- Fiscais dos serviços terceirizados dentro da UTCAR;
- Controladores e fiscais da Unidade de Compostagem;
- Controladores do novo sistema de tratamento de percolado;
- A equipe gerenciadora da UTCAR fará parte da secretaria de planejamento da prefeitura municipal de Santiago.

## MEDIDAS ESTRUTURAIS DA UTCAR

Na Figura 04 é mostrada de forma esquemática a planta baixa da reestruturação da área total do lixão do município de Santiago, com as obras projetadas, ou seja, as medidas estruturais para a adequação ambiental da área. Resumidamente, na Figura 04, pode-se identificar os seguintes projetos:

- Projeto do Sistema de Tratamento de Percolado;
- A1 – Área do projeto do Aterro Sanitário (Área total de 8.300 m<sup>2</sup>);
- A2 – Área do projeto do Pátio de Compostagem (Área total de 6.000 m<sup>2</sup>);
- A3 – Área do projeto de Remediação da Área Degradada do atual Lixão (Área total de 14.000m<sup>2</sup>).

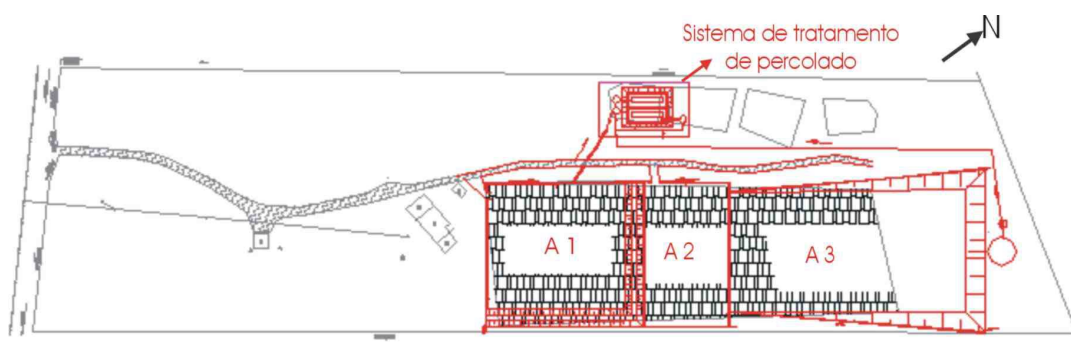


Figura 04 – Planta baixa esquemática com o arranjo geral dos projetos de adequação ambiental do Lixão de Santiago.

## PROJETO DE REMEDIAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA

Para a remediação (Figura 05) todo o resíduo disposto incorretamente na área A1 e A2, será escavado e transportado para a região nordeste ou área A3, onde, antes, serão realizadas as obras de engenharia para tal fim.

O projeto de remediação utilizará os seguintes dispositivos: Drenos de percolado da base, drenos verticais de gás, Reservatório de Captação de Percolado “chorume”; cobertura diária e final da massa de resíduo com material inerte e, finalmente, enleivamento com espécies nativas.

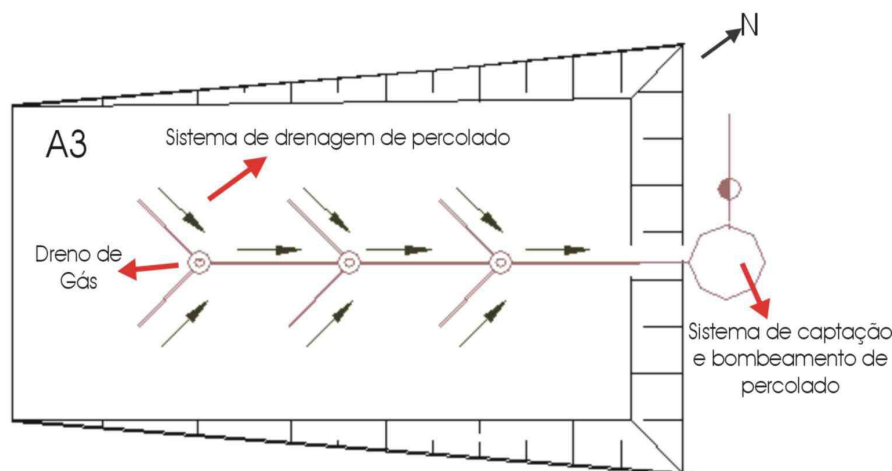


Figura 05 – Esquema da planta baixa do projeto de remediação da área A3.

Os drenos de percolado foram projetados na forma “espinha de peixe” e serão executados da seguinte forma:

- A massa de lixo será aberta através de valas, onde serão construídos os drenos da base ou de percolado e gás;
- A inclinação da escavação das valas, deverá ser tal que garanta segurança aos trabalhadores, no mínimo de inclinação 1:3 (v:h);
- Será executado um leito, no fundo da vala, de espessura de 10 cm, com brita nº3 e/ou 4, para dar conformidade aos condutos;
- Os condutos utilizados serão em PVC marrom de 100 mm (conduto de condução de água sob pressão) – que são mais resistentes à pressão externas;
- Estes condutos serão perfurados lateralmente;
- Nas soldas entre eles deverá haver uma amarração com elemento elástico, por exemplo, câmara de pneu, para que quando haja recalques diferentes estes não prejudiquem a drenagem;
- Os drenos de percolados serão cobertos com brita nº3 e/ou nº4;
- Os drenos de percolado atravessarão a massa de resíduo na sua direção longitudinal, levando o percolado (chorume) até um reservatório de captação.

O reservatório de captação de percolado será constituído por um reservatório de fibra de 5000 litros e terá a função de reservar temporariamente o percolado, que flui da massa de resíduo, até que o nível deste seja tal que o sistema elevatório bombeie o percolado até o sistema de tratamento.

Serão construídos 03 drenos de Gás da seguinte forma:

- Os drenos de gás serão construídos de forma interligada com o dreno de percolado;

- Serão constituídos pela superposição de tubos de concreto de 400 mm, previamente perfurados, preenchidos interna e externamente, com brita nº 3 e/ou nº 4, perfazendo um diâmetro total de 1,0 m;

Após serem construídos os sistemas de drenagem de percolado e gás, esses dispositivos serão cobertos com toda a massa de resíduos, já dispostos na área e, juntamente com o final das obras do aterro sanitário e o pátio de compostagem, a área deverá receber uma cobertura com material inerte, solo argiloso, por exemplo, com uma espessura mínima de 60 cm, e esta ser levada com gramíneas nativas da região.

### **INSTALAÇÃO DE BALANÇA RODOVIÁRIA COM CAPACIDADE DE 30 TONELADAS**

A partir da instalação da balança rodoviária, todos os resíduos serão pesados, tanto os resíduos domiciliares, como os resíduos que não serão dispostos nesta área, tais como: Resíduos de serviço de saúde, resíduos industriais e etc.

O processo de pesagem de todos os resíduos sólidos será um dispositivo importante para que a equipe de gerenciamento da UTCAR tenha subsídios para melhorar e tomar decisões para o aperfeiçoamento do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos do Município de Santiago.

### **PROJETO DE MELHORIAS NA UNIDADE DE TRIAGEM**

Para melhorar a eficiência da Unidade de Triagem, projetou-se um sistema de manobra e descarga (Figura 06), para que o caminhão que chega da coleta dos resíduos, despeje estes em uma moega receptora que sirva a esteira de triagem no mesmo nível, ou seja, evitando os problemas já vistos na figura 2.A.

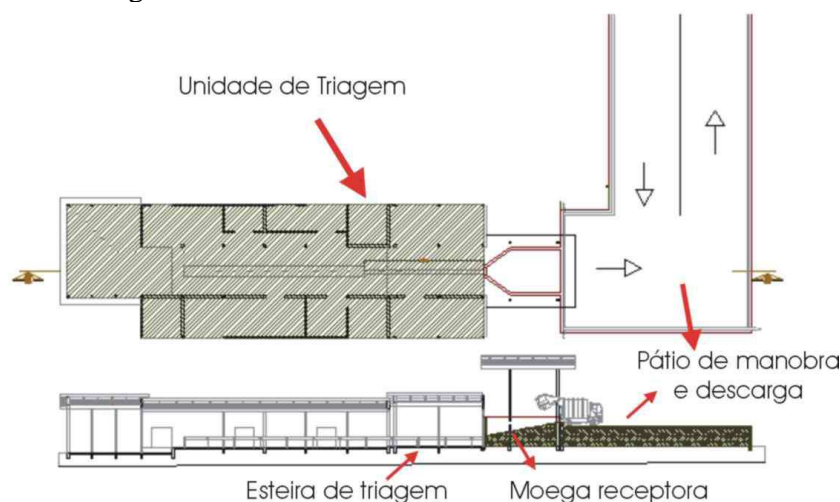


Figura 06 – Esquema da planta baixa e corte, do Projeto das melhorias na Unidade de Triagem.



## **PROJETO DO PÁTIO DE COMPOSTAGEM**

O projeto prevê um tapete impermeabilizante executado com camadas sobrepostas de argila com espessura mínima de 60 cm de espessura e um coeficiente de permeabilidade menor igual a  $k < 10^{-7}$  cm/s, após a compactação.

No pátio de compostagem será colocado, acima da última camada de argila compactada, um tapete de 15 cm de brita nº2. Esta camada de agregado graúdo terá a finalidade de evitar que o tapete impermeabilizante de argila seja danificado, quando houver o reviramento das leiras de compostagem através de um processo mecânico.

Para a drenagem do percolado, projetou-se, na parte central do pátio de compostagem, um dreno longitudinal, com caimento de 0,5 %, de meia cana de concreto de 400 mm preenchido com brita nº2 . Esse dreno tem a finalidade de captar e transportar o percolado, até o Sistema de Tratamento de Percolado.

## **PROJETO DO ATERRO SANITÁRIO**

O projeto do aterro sanitário será implantado na Área 1, após a total remoção dos resíduos dessa área para a Área 3, e contará com um tapete impermeabilizante da base executado com argila compactada, tendo no mínimo, 60 cm de espessura e coeficiente de permeabilidade (k) de  $k < 10^{-7}$  cm/s.

Outro dispositivo projetado para este local, é a construção de dois diques de contorno no Aterro Sanitário. Um deles será construído adjacente ao pátio de compostagem e outro ao leste do aterro sanitário.

Das funções exercidas pelos diques, pode-se citar:

- O Aterro Sanitário trabalhará, simultaneamente, como aterro de superfície e de meia encosta, uma vez que as células diárias de resíduos serão compactadas contra estes taludes artificiais;
- Função de trabalhar como berma de equilíbrio, uma vez que este aterro sanitário poderá ter uma altura média de 9,00 metros até o seu final de vida;
- Barreira física entre o pátio de compostagem e o aterro sanitário;
- Função de diminuir o impacto visual negativo da obra.

A drenagem de percolado contará com um dreno tipo espinha de peixe. Os drenos de gás serão constituídos com a superposição de tubos perfurados de concreto de 400 mm, preenchidos e revestidos com brita nº 4, perfazendo ao todo um diâmetro de 1,0 m.

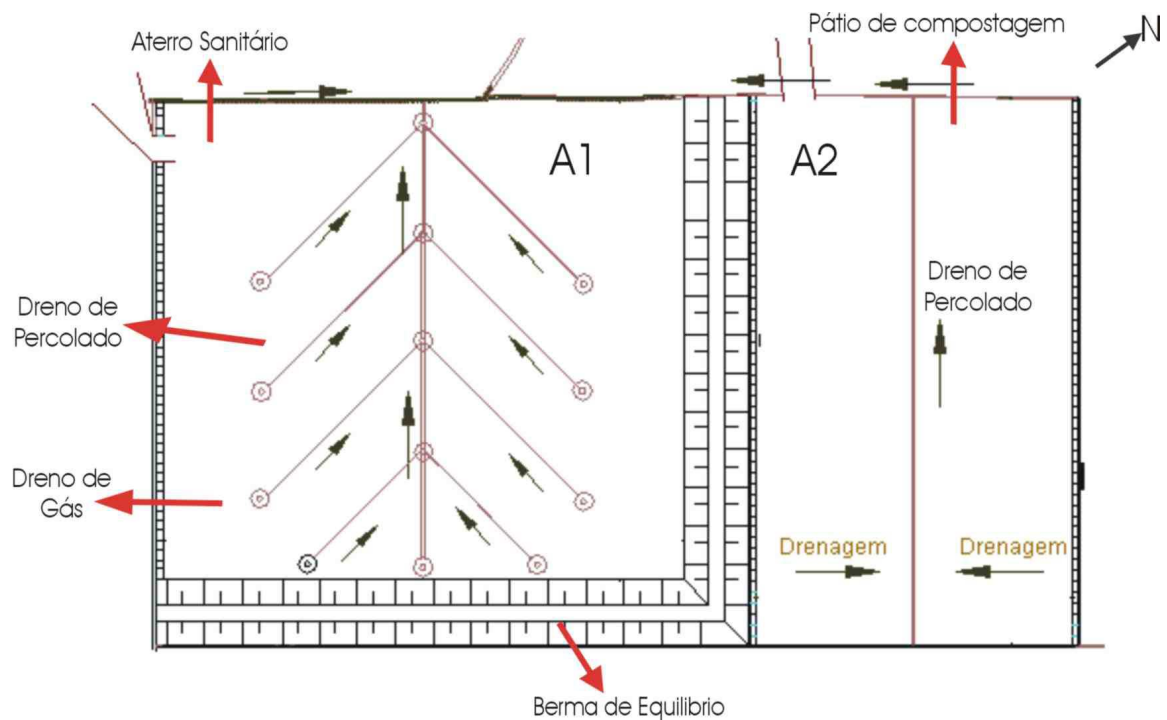


Figura 07 – Esquema da planta baixa do Aterro Sanitário (A1) e Pátio de Compostagem (A2) da UTCAR.

## PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO

O projeto do sistema de tratamento foi concebido na área onde atualmente estão localizadas as lagoas de tratamento. Para que isso fosse possível, as atuais lagoas de estabilização deverão ser drenadas até (03) três reservatórios de fibra de 20.000 litros. O líquido será armazenado nesses reservatórios até que uma parte do novo sistema seja construída.

O sistema de tratamento de percolado será composto por (02) duas lagoas anaeróbias e (02) duas lagoas facultativas. Primeiramente, serão executadas as duas lagoas facultativas, construídas com argila e impermeabilizadas, internamente, com o uso de uma manta de polietileno de alta densidade (PEAD) de espessura de 1,0 mm.

Após a construção das lagoas facultativas, dois dos reservatórios de fibra de 20.000 l, que já estarão reservando o líquido drenado do antigo sistema de tratamento, ficarão no mesmo local para servirem como lagoas anaeróbias. O outro reservatório ficará no final do sistema de tratamento da lagoa facultativa para servir como reservatório temporário do percolado tratado.

O percolado tratado, armazenado no último reservatório de fibra, poderá ser recirculado, através de um sistema de bombeamento, para o início do sistema de tratamento, recirculado para a área de remediação, aterro sanitário e/ou para o pátio de compostagem com finalidade de manter a umidade ótima das leiras de compostagem.

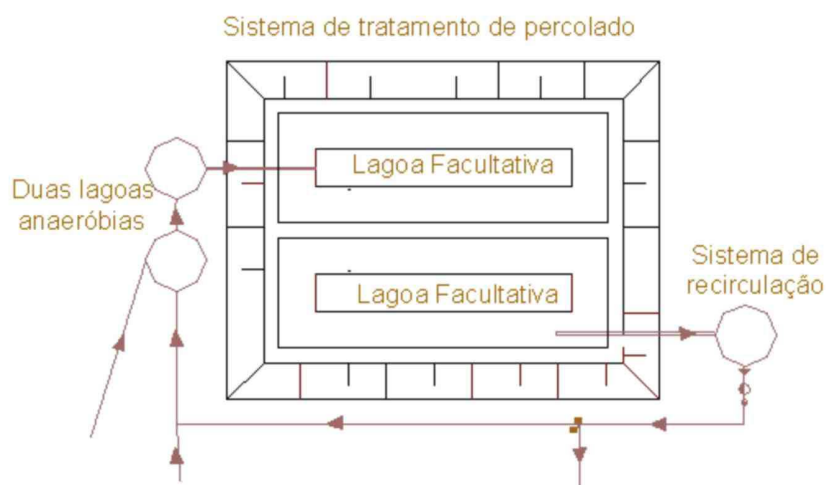


Figura 08 – Esquema da Planta Baixa do Sistema de Tratamento de Percolado.

A figura 09 mostra, ao final de todas as medidas estruturais executadas, a implantação do novo sistema de tratamento, ambientalmente correto, dos resíduos sólidos domiciliares do Município de Santiago - RS.

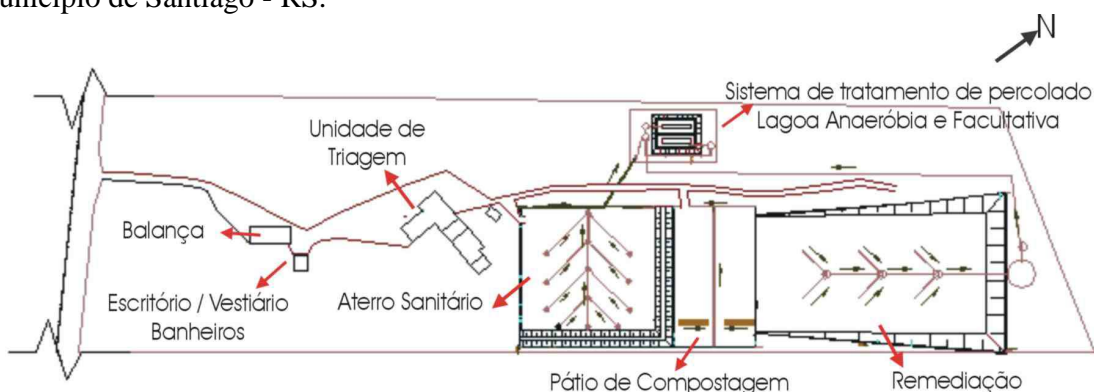


Figura 09 – Esquema da planta baixa do final das obras projetadas para a UTCAR – Santiago – RS.

## CONCLUSÃO

Projetos de saneamento com concepção inicial básica inadequada e falta de gerenciamento, tendem a falhar, causar grandes impactos ambientais e problemas financeiros ao Poder Público.

Do exposto pode-se destacar como vantagens socioeconômicas, gerenciais e ambientais, das soluções de saneamento preconizadas para o Município de Santiago, o seguinte:

- A utilização da infra-estrutura já existente no local do lixão, tais como: escritório, vestiário, banheiros, cercamento da área, rede elétrica, a unidade de triagem já instalada no local e os acessos internos;

- A utilização da mesma área do atual lixão para a implantação de um projeto de remediação, aterro sanitário, um novo sistema de tratamento de lixiviado e um Pátio de Compostagem, todas ambientalmente aceitáveis em uma área já impactada;
- Uma solução que otimize uma área já impactada tende a ser bem mais aceita pelos municípios, do que a escolha de um novo espaço físico. Assim, a opção idealizada e licenciada, entre outras, permitirá a minimização dos danos ambientais em uma área já impactada em detrimento da escolha de uma nova, com todas as suas questões socioeconômicas e ambientais a serem resolvidas;
- A escolha de outra área necessitaria sua compra e/ou a desapropriação, o que acarretaria o caminhar de processos paralelos de liberação ambiental dos projetos, o que tornariam o processo muito mais demorado e desgastante para ser finalizado;
- Entende-se que uma vez que se faz necessário a remediação do “lixão”, as soluções propostas minimizam as aplicações de recursos públicos de imediato e trazem vantagens ambientais, uma vez que, haverá uma redução da área impactada, com a solução de remediação, e a eliminação dos impactos em outra parte com a aplicação de técnica consagrada de destinação final com Aterro Sanitário e sua Estação de Tratamento. Ainda, parte da área do “lixão” transformar-se-á em um Pátio de Compostagem, com vantagens socioeconômicas aos municípios;
- No tempo de vida útil da área total em questão (10 anos) o Município de Santiago poderá levar a bom termo os necessários estudos e projetos de uma nova área para a destinação final de seus resíduos domiciliares.

## **BIBLIOGRAFIA**

BIDONE, F. D. A. & POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1ª edição, 1999.

BOTELHO, M. H. C & RIBEIRO JR, G. A, **Instalações hidráulicas prediais feitas para durar usando tubos de PVC**. Pro editores: 1ª edição, 1998.

JARDIM, N. S. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**, IPT, 1ª Edição, 1995.

LIMA, L. M. Q. **Lixo tratamento e biorremediação**. São Paulo: Editora Hemus, 3ª Edição revista e ampliada, 1995.

SISINNO, C. L. S. S. *et all.* **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

SPERLING, M.V. **Volume 3 – princípios de tratamento biológico de águas residuárias Lagoas de Estabilização**. Segrac: 1ª edição, 1996;